ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

FUSIONNÉE AVEC

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

(Fondée par Le Verrier, en 1864)

(Reconnues d'utilité publique)

CONFÉRENCES

COMPTE RENDU DE LA 48e SESSION

LIÉGE

1924

PARIS

AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION

Rue Serpente, 28 (6e arr.)

ET CHEZ MM. MASSON ET Cie, LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain, 120 (6e arr.)

—

1925

LISTE DES CONGRÈS ET DE LEURS PRÉSIDENTS

VOLUMES

ANNÉES			VILLES			PRÉSIDENTS	
1872	1re	Session.	Bordeaux	1	volume.	Claude Bernard	(*Décédé.*)
1873	2e	—	Lyon	1	—	dr Quatrefages	(*Décédé.*)
1874	3e	—	Lille	1	—	Adolphe Wurtz	(*Décédé.*)
1875	4e	—	Nantes	1	—	Adolphe d'Eichthal	(*Décédé.*)
1876	5e	—	Clermont-Ferrand	1	—	J.-B. Dumas	(*Décédé.*)
1877	6e	—	Le Havre	1	—	Paul Broca	(*Décédé.*)
1878	7e	—	Paris	1	—	Edmond Frémy	(*Décédé.*)
1879	8e	—	Montpellier	1	—	Agénor Bardoux	(*Décédé.*)
1880	9e	—	Reims	1	—	J.-B. Krantz	(*Décédé.*)
1881	10e	—	Alger	1	—	Auguste Chauveau	(*Décédé.*)
1882	11e	—	La Rochelle	1	—	Jules Janssen	(*Décédé.*)
1883	12e	—	Rouen	1	—	Frédéric Passy	(*Décédé.*)
1884	13e	—	Blois	2	volumes (1)	A. Bouquet de la Grye	(*Décédé.*)
1885	14e	—	Grenoble	2	— »	Aristide Verneuil	(*Décédé.*)
1886	15e	—	Nancy	2	— »	Charles Friedel	(*Décédé.*)
1887	16e	—	Toulouse	2	— »	Jules Rochard	(*Décédé.*)
1888	17e	—	Oran	2	— »	Aimé Laussedat	(*Décédé.*)
1889	18e	—	Paris	2	— »	H. de Lacaze-Duthiers	(*Décédé.*)
1890	19e	—	Limoges	2	— »	Alfred Cornu	(*Décédé.*)
1891	20e	—	Marseille	2	— »	P.-P. Dehérain	(*Décédé.*)
1892	21e	—	Pau	2	— »	Edouard Collignon	(*Décédé.*)
1893	22e	—	Besançon	2	— »	Charles Bouchard	(*Décédé.*)
1894	23e	—	Caen	2	— »	E. Mascart	(*Décédé.*)
1895	24e	—	Bordeaux	2	— »	Emile Trélat	(*Décédé.*)
1896	25e	—	Carthage (Tunis)	2	— »	Paul Dislère.	
1897	26e	—	Saint-Etienne	2	— »	J.-E Marey	(*Décédé.*)
1898	27e	—	Nantes	2	— »	Edouard Grimaux	(*Décédé.*)
1899	28e	—	Boulogne-sur-Mer	2	— »	Paul Brocardel	(*Décédé.*)
1900	29e	—	Paris	2	— »	Hippolyte Sebert.	
1901	30e	—	Ajaccio	2	— »	E.-T. Hamy	(*Décédé.*)
1902	31e	—	Montauban	2	— »	Jules Carpentier	(*Décédé.*)
1903	32e	—	Angers	2	— »	Emile Levasseur	(*Décédé.*)
1904	33e	—	Grenoble	1	— (2)	C.-A. Laisant	(*Décédé.*)
1905	34e	—	Cherbourg	1	— (2)	Alfred Giard	(*Décédé.*)
1906	35e	—	Lyon	2	— (1)	Gabriel Lippmann	(*Décédé.*)
1907	36e	—	Reims	2	— (1)	Henri Henrot	(*Décédé.*)
1908	37e	—	Clermont-Ferrand	1	— (3)	Paul Appell.	
1909	38e	—	Lille	1	— (4)	Louis Landouzy	(*Décédé.*)
1910	39e	—	Toulouse	1	— (5)	C.-M. Gariel	(*Décédé.*)
1911	40e	—	Dijon	1	— (5)	S. Arloing	(*Décédé.*)
1912	41e	—	Nimes	1	— (4)	Charles Lallemand.	
1913	42e	—	Tunis	1	— (4)	Emile Haug.	
1914	43e	—	Le Havre	1	— (6)	Armand Gautier	(*Décédé.*)
1915-1616			(Conférences)	1	— (7)	Albert Calmette.	
1916-1917		—		1	— »	—	
1917-1918		—		1	— »	—	
1918-1920		—		1	— »	—	
1920	44e	Session.	Strasbourg	1	— (8)	—	
1921	45e	—	Rouen	1	— (8)	Auguste Rateau.	
1922	46e	—	Montpellier	1	— (8)	Louis Mangin.	
1923	47e	—	Bordeaux	1	— (8)	Alexandre Desgrez.	
1924	48e	—	Liége	1	— (8)	Pierre Viala.	

(1) Les Tomes I et II sont reliés séparément.

(2) Pour la 33e Session, Grenoble 1904, et la 34e Session, Cherbourg 1905, le Tome I a été remplacé par un Bulletin mensuel dont les numéros 8 et 9 de chaque année ont été consacrés aux comptes rendus des séances générales et aux procès-verbaux des Sections.

(3) Le Tome I a été remplacé par deux brochures parues en 1908.

(4) Le Tome I a été remplacé par une brochure parue dans l'année où a eu lieu le Congrès.

(5) Le Tome I a été remplacé par une brochure parue dans l'année où a eu lieu le Congrès. Le volume des Notes et Mémoires existe, divisé en quatre Tomes, dont chacun comprend sa Table des matières et sa Table analytique par ordre alphabétique.

(6) Le Tome I a été remplacé par une brochure parue en mai 1915.

(7) En 1915, 1916, 1917, 1918 et 1919, il n'y a pas eu de Congrès.

(8) La brochure remplaçant le Tome I a été supprimée.

ASSOCIATION FRANÇAISE
POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES
Fusionnée avec
L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE
(Fondée par Le Verrier, en 1864)
RECONNUES D'UTILITÉ PUBLIQUE

MINISTÈRE
DE
l'Instruction Publique
des Beaux-Arts
ET
des Cultes

CABINET
N° 175

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

DECRET

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur le rapport du Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes;

Vu le procès-verbal de l'Assemblée générale de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, tenue à Grenoble le 10 août 1885;

Vu le procès-verbal de l'Assemblée générale de l'Association scientifique de France, tenue à Paris le 14 novembre 1885, et les décisions prises par les deux Sociétés;

Toutes deux ayant pour objet de réunir en une seule Association ces deux Sociétés sus-nommées;

Vu les Statuts, l'état de la situation financière et les autres pièces fournies à l'appui de cette demande;

La Section de l'Intérieur, de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes, du Conseil d'Etat entendue,

DÉCRÈTE:

ARTICLE PREMIER. — L'Association française pour l'Avancement des Sciences et l'Association scientifique de France, fondée par Le Verrier en 1864, toutes deux reconnues d'utilité publique, forment une seule et même Association.

Les Statuts de l'Association française pour l'Avancement des Sciences fusionnée avec l'Association scientifique de France (fondé par Le Verrier en 1864) sont approuvés tels qu'ils sont ci-annexés.

ART. 2. — Le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 28 septembre 1886.

Signé: Jules GRÉVY.

Par le Président de la République:
Le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes,
Signé: René GOBLET.

Pour ampliation,
Le Chef de bureau du Cabinet,
Signé: ROUJON.

STATUTS ET RÈGLEMENT

STATUTS

TITRE PREMIER

But et composition de l'Association

ARTICLE PREMIER. — L'Association, fondée en 1872 et reconnue d'utilité publique par décret du 9 mai 1876, sous le titre « d'Association française pour l'Avancement des Sciences, fusionnée avec l'Association Scientifique de France, fondée par Le Verrier, en 1864 », a pour but exclusif de favoriser, par tous les moyens en son pouvoir, les progrès et la diffusion des Sciences au double point de vue de la théorie pure et du développement de leurs applications pratiques.

Elle fait appel au concours de tous ceux qui considèrent la culture des sciences comme nécessaire à la grandeur et à la prospérité du pays.

Sa durée est illimitée.

Elle a son siège social à Paris.

ART. 2. — Les moyens d'action de l'Association sont : des Congrès, des réunions, des conférences, des publications, des dons en instruments ou des subventions en argent aux personnes travaillant à des recherches ou entreprises scientifiques qu'elle aurait provoquées ou approuvées.

ART. 3. — L'Association se compose des personnes ou des établissements qui ont été agréés par le Conseil d'Administration, sur la présentation de deux membres de l'Association.

La cotisation annuelle minimum est de vingt francs.

Tout membre de l'Association a le droit de racheter ses cotisations à venir en versant une somme égale à dix fois le montant de la cotisation annuelle minimum, soit en une seule fois, soit en deux ou quatre versements annuels consécutifs égaux, ou bien en versant cent francs seulement en une seule fois, s'il a déjà payé ses cotisations pendant quinze années consécutives. Il reçoit alors le titre de *membre à vie*.

Tout membre qui aura versé annuellement, pendant dix années consécutives, une somme de dix francs en sus de sa cotisation annuelle, sera également libéré de tout versement ultérieur et réputé *membre à vie*.

Tout membre versant à une époque quelconque, en une seule fois, soit une somme de cinq cents francs au minimum, soit une somme de trois cents francs, après qu'il a racheté sa cotisation, reçoit le titre de *membre fondateur*.

Les noms des membres fondateurs figurent perpétuellement en tête des listes alphabétiques des membres de l'Association et ces membres reçoivent, leur vie durant, autant d'exemplaires de publications de l'Association qu'ils ont versé de fois la souscription de cinq cents francs.

ART. 4. — La qualité de membre de l'Association se perd :

1° Par la démission ;

2° Par le refus du paiement de la cotisation après deux mises en demeure adressées par le Trésorier au membre en retard par lettre recommandée.

3° Par la radiation prononcée pour motifs graves.

La radiation pour motifs graves d'un membre de l'Association devra être demandée par écrit. Le membre visé sera appelé à fournir ses explications devant le Conseil. Il devra en laisser un exposé écrit entre les mains du Président.

Si le Conseil estime, à une majorité formée par les deux tiers des membres présents, que la justification présentée n'est pas acceptable, il invitera le membre non justifié à remettre sa démission entre les mains du Président.

Au cas où le membre, dans les conditions prévues au paragraphe précédent se refuserait de donner sa démission, le Conseil en référera à la première Assemblée générale ordinaire de l'Association. Celle-ci, sur le rapport du Conseil, le membre inculpé entendu ou dûment appelé, prononcera, s'il y a lieu, la radiation à une majorité qui ne pourra être inférieure aux deux tiers plus un des suffrages exprimés.

TITRE II

Administration et fonctionnement

ART. 5. — L'Association est administrée par un Conseil choisi parmi ses membres dans les conditions suivantes de nombre et de recrutement.

Ce Conseil comprend :

1° *Le Bureau de l'Association*, composé de six personnes, sa-

voir : un Président, un Vice-Président, un Secrétaire, un Vice-Secrétaire et un Trésorier, élus par l'Assemblée générale, et le Président sortant ;

2° *Les anciens Présidents de l'Association ;*

3° *Les délégués de l'Association*, au nombre de 15 élus par correspondance, au scrutin secret et à la majorité relative des suffrages exprimés, sur une liste préparée par le Conseil. Ils sont renouvelables par tiers chaque année. Ils sont rééligibles :

4° *Les délégués des Sections*, au nombre de trois par section, élus à la majorité relative par leurs sections respectives. Ils sont renouvelables par tiers chaque année dans chaque section. Ils sont rééligibles ;

5° *Les Présidents de Section* pour la prochaine session. Ils sont élus à la majorité relative par leurs sections respectives.

Leurs fonctions commencent six mois avant ladite session et durent un an.

Les secrétaires des sections de la session précédente sont admis dans le Conseil avec voix consultative.

ART. 6. — Le Conseil se réunit une fois au moins chaque trimestre.

Il se réunit, de plus, chaque fois qu'il est convoqué par son Président, ou lorsque dix de ses membres en font la demande au Bureau. Dans ce dernier cas, la convocation doit indiquer le but de la réunion.

ART. 7. — Les Membres de l'Association ne peuvent recevoir aucune rétribution, à raison des fonctions qui leur sont confiées. Cette disposition ne s'applique pas au Secrétaire du Conseil et au Chef des Bureaux présentement en exercice.

ART. 8. — Le Bureau de l'Association est, en même temps, le Bureau de l'Assemblée générale auquel est adjoint, comme Secrétaire chargé de dresser et de rédiger sur un registre spécial le procès-verbal de chaque Assemblée, le Secrétaire du Conseil d'Administration.

L'Assemblée générale entend les rapports sur la gestion du Conseil d'Administration et sur la situation financière et morale de l'Association.

Elle approuve les comptes de l'exercice clos, vote le budget de l'exercice suivant et délibère sur les questions mises à l'ordre du jour.

Le rapport financier annuel et le résumé des comptes sont adressés, chaque année, à tous les membres de l'Association au moins quinze jours avant la session générale.

ART. 9. — Le Conseil d'Administration statue sur toutes les affaires concernant l'administration de l'Association.

Les dépenses sont ordonnancées par le Président du Conseil d'Administration et soldées par le Trésorier.

L'Association est représentée en justice et dans tous les actes de la vie civile par le Président.

ART. 10. — Les délibérations du Conseil d'Administration relatives aux acquisitions, échanges et aliénations des immeubles nécessaires au but poursuivi par l'Association, contitutions d'hypothèques sur lesdits immeubles, baux excédant neuf années, aliénations de biens dépendant du fonds de réserve et emprunts doivent être soumises à l'approbation de l'Assemblée générale.

ART. 11. — Les délibérations du Conseil d'Administration, relatives à l'acceptation des dons et legs ne sont valables qu'après l'approbation administrative donnée dans les conditions prévues par l'article 910 du Code Civil et par les articles 5 et 7 de la loi du 4 février 1901.

Il en est de même des délibérations relatives aux aliénations de biens meubles ou immeubles constituant le capital de l'Association.

ART. 12. — Un règlement général déterminera les conditions d'administration et toutes les dispositions propres à assurer l'exécution des statuts. Ce règlement sera préparé par le Conseil et voté par l'Assemblée générale à la majorité des membres présents.

TITRE III

Capital et ressources annuelles

ART. 13. — Le capital de l'Association comprend :

1° La dotation, formée par le capital de l'Association Scientifique et celui de la précédente Association française, au jour de leur fusion ;

2° Les versements des membres fondateurs ;

3° Les sommes versées pour le rachat des cotisations ;

4° Le capital provenant des libéralités, à moins que l'emploi immédiat n'en ait été autorisé par le donateur ou le testateur.

ART. 14. — Le capital est placé en rentes nominatives sur l'Etat ou en obligations nominatives dont l'intérêt est garanti par l'Etat.

Il peut être également employé à l'acquisition des immeubles nécessaires au but poursuivi par l'Association.

ART. 15. — Les recettes annuelles de l'Association se composent :

1° Des cotisations et souscriptions de ses membres ;

2° Des subventions qui pourront lui être accordées ;

3° Du produit des libéralités dont l'emploi immédiat a été autorisé ;

4° Des ressources créées à titre exceptionnel et, s'il y a lieu, avec l'agrément de l'autorité compétente ;

5° Du revenu des biens ;

6° Du produit de la rétribution perçue pour l'admission aux sessions générales, dont le minimum est fixé à dix francs ;

7° Des produits de *librairie* (*Comptes rendus*).

TITRE IV

Modification des Statuts et dissolution

ART. 16. — Les statuts ne peuvent être modifiés que par l'Assemblée générale sur la proposition du Conseil d'Administration.

Les propositions de modification présentées à une session ne pourront être votées qu'à la session suivante. Dans l'intervalle des sessions, un rapport explicatif sera imprimé et distribué à tous les membres. Les propositions seront, en outre, indiquées dans les convocations adressées à tous les membres de l'Association. Lorsque vingt membres en feront la demande par écrit, le vote aura lieu au scrutin secret.

Les statuts ne peuvent être modifiés qu'à la majorité des deux tiers des membres présents.

ART. 17. — L'Assemblée générale convoquée à Paris, sur l'initiative du Conseil, pour se prononcer sur la dissolution de l'Association doit comprendre, au moins, la moitié plus un des membres en exercice.

Si cette proportion n'est pas atteinte, l'Assemblée est convoquée de nouveau, mais à quinze jours au moins d'intervalle et, cette fois, elle peut valablement délibérer, quel que soit le nombre des membres présents.

La dissolution ne peut être votée qu'à la majorité des deux tiers des membres présents.

ART. 18. — En cas de dissolution volontaire, ou prononcée en justice, ou par décret, l'Assemblée générale désigne un ou plusieurs commissaires chargés de la liquidation des biens de l'Association. Elle attribue l'actif net à un ou plusieurs établissements analogues, publics ou reconnus d'utilité publique et poursuivant un but

conforme à celui que poursuivait l'Association, tel qu'il est indiqué à l'article premier.

Les clauses stipulées par les donateurs ou testataires, en prévision de cette éventualité, devront être respectées.

Ces délibérations sont adressées sans délai au Ministre de l'Intérieur et au Ministre de l'Instruction publique.

ART. 19. — Les délibérations de l'Assemblée générale, prévues aux articles 16, 17 et 18 ne sont valables qu'après l'approbation du gouvernement.

TITRE V

Surveillance

ART. 20. — Le Président du Conseil d'Administration devra faire connaître dans les trois mois au Préfet de la Seine, tous les changements survenus dans l'Administration ou la Direction.

Les registres et pièces de comptabilité de l'Association seront présentés, sans déplacement, sur toute réquisition du Préfet de la Seine, à lui-même ou à son délégué.

Le rapport financier annuel et les comptes sont adressés chaque année au Préfet de la Seine, au Ministre de l'Intérieur et au Ministre de l'Instruction publique.

ART. 21. — Les règlements intérieurs, préparés par le Conseil d'Administration et votés par l'Assemblée générale, doivent être adressés au Ministre de l'Intérieur et au Ministre de l'Instruction publique.

RÈGLEMENT

Titre I. — Dispositions générales

ARTICLE PREMIER. — Dans les sessions générales, l'Association se répartit en vingt-deux sections formant quatre groupes conformément au tableau suivant :

1er Groupe: **Sciences Mathématiques**

1re Section : *Mathématiques.*
2e Section : *Astronomie, Géodésie, Mécanique.*
3e Section : *Navigation et Aéronautique.*
4e Section : *Génie civil et militaire.*

2e Groupe : **Sciences Physiques et Chimiques**

5e Section : *Physique.*
6e Section : *Chimie.*
7e Section : *Météorologie et Physique du Globe.*

3e Groupe : **Sciences Naturelles**

8e Section : *Géologie et Minéralogie.*
9e Section : *Botanique.*
10e Section : *Zoologie, Anatomie et Physiologie.*
11e Section : *Anthropologie.*
12e Section : *Sciences médicales.*
13e Section : *Electrologie et Radiologie médicales.*
14e Section : *Odontologie.*
15e Section : *Sciences pharmaceutiques.*
16e Section : *Psychologie expérimentale.*
17e Section : *Biogéographie.*

4e Groupe : **Sciences Economiques**

18e Section : *Agronomie.*
19e Section : *Géographie.*
20e Section : *Economie politique et Statistique.*
21e Section : *Pédagogie et Enseignement.*
22e Section : *Hygiène et Médecine publique.*

En outre, des sous-sections peuvent être créées par le Conseil, après avis des sections intéressées.

ART. 2. — Tout membre de l'Association choisit chaque année la section à laquelle il désire appartenir. Il a le droit de prendre part aux travaux des autres sections avec voix consultative.

ART. 3. — Tout membre nouveau verse un droit d'inscription de cinq francs, sauf s'il se fait inscrire comme membre à vie ou comme membre fondateur. Ce droit est également dû par les membres démissionnaires qui demandent leur réintégration. Les frais de recouvrement des cotisations sont à la charge des Sociétaires. Les personnes morales : Sociétés, Bibliothèques, Laboratoires, Etablissements, etc., n'ont pas droit au rachat de la cotisation.

ART. 4. — Les personnes étrangères à l'Association, qui n'ont pas reçu d'invitations spéciales, sont admises aux séances et aux conférences d'une session, moyennant un droit fixé à 10 francs. Ces personnes peuvent communiquer des travaux aux sections, mais ne peuvent pas prendre part aux votes.

Titre II. -- Attributions du Bureau et du Conseil d'Administration

ART. 5. — Le Bureau de l'Association est, en même temps, le Bureau du Conseil d'Administration.

ART. 6. — Pendant la durée de la session annuelle, le Conseil tient ses séances dans la ville où a lieu la session.

ART. 7. — Le Conseil d'administration prépare les modifications réglementaires que peut nécessiter l'exécution des statuts et les soumet à l'Assemblée générale, après qu'elles ont été portées à la connaissance de l'Association par la voie du *Bulletin*.

Il prend les mesures nécessaires pour organiser les sessions de concert avec les Comités locaux qu'il désigne à cet effet. Il fixe la date de l'ouverture de chaque session. Il organise les conférences de l'Association.

ART. 8. — Nul ne peut être en même temps délégué de l'Association et délégué de section.

ART. 9. — Dans le cas de décès, d'incapacité ou de démission d'un ou de plusieurs membres du Bureau ou du Conseil, le Conseil procède à leur remplacement, après qu'avis de la vacance ou des vacances aura été donné aux membres de l'Association, soit par la voie du *Bulletin*, soit par circulaire.

ART. 10. — Le Conseil délibère à la majorité des membres présents.

ART. 11. — Les Commissions permanentes sont composées des six membres du Bureau et d'un certain nombre de membres élus pour un an par le Conseil, dans la première séance qui suit la ses-

sion annuelle, ou désignés par les sections, lors de la session annuelle.

Elles sont au nombre de cinq :

1° *Commission de publication;*

2° *Commission des finances;*

3° *Commission d'organisation de la session suivante;*

4° *Commission des subventions;*

5° *Commission des conférences.*

ART. 12. — La Commission de publication se compose du Bureau et de quatre membres élus, auxquels s'adjoint pour les publications relatives à chaque section, le Président ou le Secrétaire, ou, en leur absence, un des délégués de la section.

ART. 13. — La Commission des finances se compose du Bureau et de quatre membres élus.

ART. 14. — La Commission d'organisation de la session se compose du Bureau et de quatre membres élus.

ART. 15. — La Commission des subventions se compose du Bureau, d'un délégué par section, nommé par les membres de la section pendant la durée du Congrès ou de son suppléant et de deux délégués de l'Association nommés par le Conseil.

La Commission fait des propositions pour la répartition des subventions et pour l'attribution de bourses de session, qui ont pour but de faciliter chaque année à deux personnes au maximum la participation au Congrès, en les défrayant de leurs frais de voyage et de séjour.

Les membres de cette Commission ne peuvent en aucun cas bénéficier eux-mêmes de subventions.

ART. 16. — La Commission des conférences se compose du Bureau et de huit membres élus par le Conseil.

ART. 17. — Le Conseil peut, en outre, désigner les Commissions spéciales pour des objets déterminés.

Titre III. — Du Secrétaire du Conseil

ART. 18. — Le secrétaire du Conseil reçoit des appointements annuel dont le chiffre est fixé par le Conseil.

ART. 19. — Lorsque la place de secrétaire du Conseil devient vacante, il est procédé à la nomination d'un nouveau secrétaire dans une séance précédée d'une convocation spéciale qui doit être faite quinze jours à l'avance et après que tous les membres de la Société ont été avisés de la vacance, soit par la voie du *Bulletin*, soit par circulaire.

La nomination est faite à la majorité absolue des votants. Elle n'est valable que lorqu'elle est faite par un nombre de voix égal au tiers au moins du nombre des membres du Conseil.

ART. 20. — Le Secrétaire du Conseil ne peut être révoqué qu'à la majorité absolue des membres présents et par un nombre de voix égal au tiers, au moins, du nombre des membres du Conseil.

ART. 21. — Le Secrétaire du Conseil rédige et fait transcrire, sur deux regitres distincts, les procès-verbaux des séances du Conseil et ceux des Assemblées générales. Il siège dans toutes les Commissions avec voix consultative. Il a voix consultative dans les discussions du Conseil. Il exécute, sous la direction du Bureau, les décisions du Conseil. Les employés de l'Association sont placés sous ses ordres. Il correspond avec les membres de l'Association, avec les Présidents et secrétaires des Comités locaux et avec les secrétaires des sections, dirige les publications de l'Association, et donne les bons à tirer. Pendant la durée des sessions, il veille à la distribution des cartes, à la publication des programmes et assure l'exécution des mesures prises par le Comité local concernant les excursions.

Titre IV. — Des Assemblées Générales

ART. 22. — Il se tient chaque année, pendant la durée de la session, au moins une Assemblée générale.

ART. 23. — Conformément à l'article 5 du titre II des statuts, l'Assemblée générale, dans une séance qui clôt définitivement la session, élit au scrutin secret et à la majorité absolue, les membres du Bureau suivants: le Président, le Vice-Président, le Secrétaire, le Vice-Secrétaire et le Trésorier. Dans le cas où, pour l'une ou l'autre de ces fonctions, la liste de présentation ne comprendrait qu'un nom, la nomination pourra être faite par un vote à main levée, si l'Assemblée en décide ainsi. L'Assemblée générale proclame le résultat du scrutin pour la désignation des délégués de l'Association, élus dans les conditions prévues à l'article 5 du titre II des statuts.

Elle désigne, une ou deux années à l'avance, les villes où doivent se tenir les sessions futures.

ART. 24. — L'Assemblée générale peut être convoquée extraordinairement par une décision du Conseil.

Titre V. — De l'organisation des sessions annuelles et du Comité local

ART. 25. — La Commission d'organisation, constituée comme il est dit à l'article 14, se met en rapport avec les membres fondateurs appartenant à la ville où doit se tenir la prochaine session. Elle désigne, sur leurs indications, un certain nombre de membres qui constituent le Comité local.

ART. 26. — Le Comité local nomme son Président, son Vice-Président et son Secrétaire. Il s'adjoint les membres dont le concours lui paraît utile, sauf approbation par la Commission d'organisation.

ART. 27. — Le Comité local a pour attribution de venir en aide à la Commission d'organisation, en faisant des propositions relatives à la session et en assurant l'exécution des mesures locales qui ont été approuvées ou indiquées par la Commission.

ART 28. — Il est chargé de s'assurer des locaux et de l'installation nécessaire pour les diverses séances ou conférences : ses décisions, toutefois, ne deviennent définitives qu'après avoir été acceptées par la Commission. Il propose les sujets qu'il serait important de traiter dans les conférences, et les personnes qui pourraient en être chargées. Il indique les excursions qui seraient propres à intéresser les membres du Congrès et prépare celles de ces excursions qui sont acceptées par la Commission. Il se met en rapport, lorsqu'il le juge utile, avec les Sociétés savantes et les autorités des villes ou localités où ont lieu les excursions.

ART. 29. — Le Comité local est invité à préparer une série de courtes notices sur la ville où se tient la session, les monuments, les établissements industriels, les curiosités naturelles, etc., de la région. Ces notices sont distribuées aux membres de l'Association et aux invités assistant au Congrès.

ART. 30. — Le Comité local s'occupe de la publicité nécessaire à la réussite du Congrès, soit à l'aide d'articles de journaux, soit par des envois de programme, etc., dans la région où a lieu la session.

ART. 31. — Il fait parvenir à la Commission d'organisation la liste des savants français et étrangers qu'il désirerait voir inviter. Le Président de l'Association n'adresse les invitations qu'après que cette liste a été approuvée par la Commission.

ART. 32. — Le Comité local indique, en outre, parmi les personnes de la ville ou du département, celles qu'il conviendrait d'admettre gratuitement à participer aux travaux scientifiques de la session.

ART. 33. — Depuis sa constitution jusqu'à l'ouverture de la session, le Comité local fait parvenir, deux fois par mois, au Secrétaire du Conseil de l'Association, des renseignements sur ses travaux, la liste des membres nouveaux, avec l'état des payements, la liste des communications scientifiques qui sont annoncées, etc.

ART. 34. — La Commission d'organisation publie et distribue, de temps à autre, aux membres de l'Association, les communica-

tions et avis divers qui se rapportent à la prochaine session. Elle s'occupe de la publicité générale et des arrangements à prendre avec les Compagnies de chemins de fer.

Titre VI. — De la tenue des sessions

ART. 35. — Pendant toute la durée de la session, le Secrétariat est ouvert chaque matin pour la distribution des cartes. La présentation des cartes est exigible à l'entrée des séances.

ART. 36. — Tout membre, en retirant sa carte, doit indiquer la section à laquelle il désire appartenir, ainsi qu'il est dit à l'article 3.

ART. 37. — Le Conseil se réunit dans la matinée du jour où a lieu l'ouverture de la session; il se réunit pendant la durée de la session autant de fois qu'il le juge convenable. Il tient une dernière réunion pour arrêter une liste de présentation relative aux élections du Bureau de l'Association, vingt-quatre heures au moins avant la réunion de l'Assemblée générale.

Le Président et l'un des Secrétaires du Comité local assistent, pendant la session, aux séances du Conseil, avec voix consultative.

ART. 38. — Les candidatures pour les élections du Bureau doivent être communiquées au Conseil, présentées par dix membres au moins de l'Association trois jours avant l'Assemblée générale.

Le Conseil arrête la liste des présentations qu'il a reconnues régulières, vingt-quatre heures au moins avant l'Assemblée générale. Cette liste de candidature, dressée par ordre alphabétique, sera affichée dans la salle de réunion.

ART. 39. — La session est ouverte par une séance générale, dont l'ordre du jour comprend les discours du Président de l'Association et des autorités de la ville et du département.

Aucune discussion ne peut avoir lieu dans cette séance.

A la fin de la séance, le Président indique l'heure où les membres se réuniront dans les sections.

ART. 40. — Chaque section, dans sa première séance, procède à l'élection de son Vice-Président et de son Secrétaire, auquel elle peut adjoindre un Secrétaire adjoint, toujours choisis parmi les membres de l'Association. Elle procède, aussitôt après, à ses travaux scientifiques.

ART. 41. — Pendant la durée de la session, chaque section élit son Président pour la session suivante, un délégué au Conseil conformément à l'article 5 du titre II des statuts, un délégué à la Commission des subventions et un suppléant de celui-ci.

Dans le cas où, par suite de vacances anormales, il y aurait lieu d'élire plusieurs délégués au Conseil, la section devra spécifier pour combien de temps chacun de ces délégués est élu.

Président, délégués et suppléant doivent être choisis parmi les membres de l'Association.

Les Présidents ne peuvent être réélus, pour la même section, que deux années consécutives.

ART. 42. — Les Présidents de section se réunissent, dans la matinée du second jour, pour fixer les jours et les heures des séances de leurs sections respectives, et pour répartir ces séances de la manière la plus favorable. Ils décident, s'il y a lieu, la fusion de certaines sections voisines.

Les Présidents de deux ou plusieurs sections peuvent organiser en outre, des séances collectives.

Une section peut tenir, aux heures qui lui conviennent, des séances supplémentaires, à la condition de choisir des heures qui ne soient pas occupées par les excursions générales.

ART. 43. — Pendant la durée de la session, il ne peut être consacré qu'un seul jour, non compris le dimanche, aux excursions générales. Il ne peut être tenu de séances de sections, ni de conférences, et il ne peut y avoir d'excursions officielles spéciales, pendant les heures consacrées à une excursion générale.

ART. 44. — Il peut être organisé une ou plusieurs excursions générales ou spéciales, pendant les jours qui suivent la clôture de la session.

ART. 45. — Les sections ont toute liberté pour organiser les excursions particulières qui intéressent spécialement leurs membres.

ART. 46. — Une liste des membres de l'Association présents au Congrès paraît le lendemain du jour de l'ouverture, par les soins du Bureau. Des listes complémentaires paraissent les jours suivants, s'il y a lieu.

ART. 47. — Il paraît chaque matin un bulletin indiquant le programme de la journée, les ordres du jour des diverses séances et les travaux des sections de la journée précédente.

ART. 48. — La Commision d'organisation peut instituer une ou plusieurs séances générales.

ART. 49. — Il ne peut y avoir de discussions en séance générale. Dans le cas où un membre croirait devoir présenter des observations sur un sujet traité dans une séance générale, il devra en prévenir par écrit le Président, qui désignera l'une des prochaines séances de sections pour la discussion.

ART. 50. — A la fin de chaque séance de section, et sur la proposition du Président, la section fixe l'ordre du jour de la prochaine séance ainsi que l'heure de la réunion.

ART. 51. — Lorsque l'ordre du jour est chargé, le Président peut n'accorder la parole que pour un temps déterminé qui ne peut être moindre que dix minutes. A l'expiration de ce temps, la section est consultée pour savoir si la parole est maintenue à l'orateur; dans le cas où il est décidé qu'on passera à l'ordre du jour, l'orateur est prié de donner brièvement ses conclusions.

ART. 52. — Les membres qui ont présenté des travaux au Congrès, remettent au Secrétaire de leur section leur manuscrit ou un résumé de leur travail, écrits à la machine à écrire; ils fournissent également une note indicative de la part qu'ils ont prise aux discussions qui se sont produites. Lorsqu'un travail comportera des figures ou des planches, mention devra en être faite sur le titre du mémoire.

ART. 53. — A la fin de chaque séance, les Secrétaires de sections remettent au Secrétariat :

1° L'indication des titres des travaux de la séance;
2° L'ordre du jour, la date et l'heure de la séance suivante.

ART. 54. — Les Secrétaires de sections sont chargés de prévenir les orateurs désignés pour prendre la parole dans chacune des séances.

ART. 55. — Les Secrétaires de sections doivent rédiger un procès-verbal des séances. Ce procès-verbal doit donner, d'une manière sommaire, le résumé des travaux présentés et des discussions; il doit être remis au Secrétariat aussitôt que possible, et au plus tard, un mois après la clôture de la session.

ART. 56. — Les Secrétaires de sections remettent au Secrétaire du Conseil, avec leurs procès-verbaux, les manuscrits qui auraient été fournis par leurs auteurs, avec une liste indicative des manuscrits manquants.

ART. 57. — Les indications relatives aux excursions sont fournies aux membres le plus tôt possible. Les membres qui veulent participer aux excursions sont priés de se faire inscrire à l'avance, afin que l'on puisse prendre des mesures d'après le nombre des assistants.

ART. 58. — Les conférences générales n'ont lieu que le soir, et sous le contrôle d'un Président et de deux Assesseurs désignés par le Bureau. Il ne peut être fait plus de deux conférences générales pendant la durée d'une session.

ART. 59. — Les vœux exprimés par les sections doivent être remis pendant la session au Conseil d'administration qui, seul, a qualité pour les présenter au vote de l'Assemblée générale.

ART. 60. — Avant l'Assemblée générale de clôture, le Conseil

décide quels sont les vœux qui devront être soumis à l'acceptation de l'Assemblée générale et qui, après avoir été acceptés, recevant le nom de *Vœux de l'Association française*, seront transmis sous ce nom aux pouvoirs publics.

Il décide également quels vœux seront insérés aux comptes rendus sous le nom de: *Vœux de la ...e Section* et quels sont ceux dont le texte ne figurera pas aux comptes rendus.

Il sera procédé, en Assemblée générale, au vote sur les vœux qui sont présentés par le Conseil comme vœux de l'Association.

Il sera ensuite donné lecture des vœux que le Conseil a réservés comme vœux de Section.

Dans le cas où dix membres au moins demanderaient qu'un vœu de cette espèce fût transformé en vœu de l'Association, ce vœu pourra être renvoyé, par un vote de l'Assemblée, à l'Assemblée générale suivante. Avant la réunion de celle-ci, cette proposition sera étudiée par une Commission de cinq membres qui aura à faire un rapport qui sera imprimé et distribué à tous les membres de l'Association. Cette Commission comprendra deux membres de la section ou des sections qui ont présenté le vœu, et trois membres pris en dehors de celle-ci. Les premiers sont désignés par le Bureau de la section (ou par les Bureaux des sections) ayant émis le vœu, qui devront les faire connaître au plus tard lors de la séance du Conseil qui suivra l'Assemblée générale, et, à défaut, par le Bureau de l'Association; les trois autres membres seront nommés par le Bureau.

Titre VII. — Des Publications

ART. 61. — L'Association publie:

1° Un *Bulletin*, où sont insérés les documents administratifs intéressant tous les membres de l'Association;

2° Un *volume* annuel renfermant:

a) Le texte ou l'analyse des conférences faites pendant l'année;

b) Le compte rendu de la session;

c) Le texte des notes et mémoires dont l'impression dans le compte rendu a été décidée par la Commission de publication.

ART. 62. — Les comptes rendus doivent être publiés dix mois au plus tard après la session à laquelle ils se rapportent.

La distribution des comptes rendus est annoncée à tous les membres de l'Association par une circulaire qui indique à partir de quelle date ils peuvent être retirés au Secrétariat, ou quelle somme doit être adressée au Secrétariat pour l'envoi du volume à domicile.

Les comptes rendus sont envoyés, aux frais de l'Association, aux

personnes morales, membres de l'Association, et aux invités de l'Association.

ART. 63. — Les notes et mémoires dont l'impression *in extenso* est demandée par les auteurs devront être remis au Secrétaire de la section pendant la session ou être expédiés directement au Secrétariat deux mois au plus tard après la clôture de la session. Les planches ou dessin accompagnant un mémoire devront être joints à celui-ci.

ART. 64. — Six pages, au maximum, peuvent être accordées à un auteur pour une même question; toutefois, la Commission de publication pourra proposer au Conseil d'administration de fixer exceptionnellement une étendue plus considérable.

ART. 65. — Le Conseil d'administration, sur la proposition de la Commission de publication, pourra décider la publication, en dehors des comptes rendus, de travaux spéciaux que leur étendue ne permettrait pas de faire paraître dans les comptes rendus. Ces travaux seront mis à la disposition des membres qui en auront fait la demande en temps utile. Les exemplaires remis à l'auteur ne peuvent en aucun cas être mis dans le commerce.

ART. 66. — La Commission de publication a tous pouvoirs pour décider de l'impression *in extenso* d'un travail présenté à une session. Elle peut également demander aux auteurs des réductions dont elle fixe l'importance; si le travail réduit ne parvient pas au Secrétariat dans les délais indiqués, l'impression ne pourra avoir lieu.

Aucun travail publié en France avant l'époque du Congrès ne pourra être reproduit dans les comptes rendus. Le titre et l'indication bibliographique figureront seuls dans le procès-verbal.

ART. 67. — Les discussions insérées dans les comptes rendus sont extraites textuellement des procès-verbaux des Secrétaires de sections. Les notes fournies par les auteurs pour faciliter la rédaction des procès-verbaux devront être remises dans les vingt-quatre heures.

ART. 68. — La Commission de publication décide quelles seront les planches qui seront jointes au compte rendu et s'entend, à cet effet, avec la Commission des finances.

ART. 69. — Les épreuves sont communiquées aux auteurs en placards seulement; une semaine est accordée pour la correction. Si l'épreuve n'est pas renvoyée à l'expiration de ce délai, les corrections sont faites par les soins du Secrétariat.

ART. 70. — Dans le cas où les frais de correction et changements indiqués par un auteur dépasseraient la somme de 15 francs

par feuille, l'excédent, calculé proportionnellement sera porté à son compte.

ART. 71. — Les membres peuvent faire exécuter un tirage à part de leurs communications avec pagination spéciale, au prix convenu avec l'imprimeur par le Conseil d'administration. Ces tirages à part sont imprimés sur un type absolument uniforme.

ART. 72. — Les auteurs des communications présentées à une session ont d'ailleurs le droit de publier à part ces communications à leur gré; ils sont seulement priés d'indiquer que ces travaux ont été présentés au Congrès de l'Association française.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Tenue à PARIS

7 JANVIER

PRESIDENCE D'ANDRE GERARDIN

Correspondant du Ministère de l'Instruction Publique

PROCES-VERBAL

I. — Les modifications suivantes au Règlement sont acceptées à l'unanimité :

ARTICLE PREMIER du Titre I :

Au lieu de :

1re Section : *Mathématiques, astronomie et géodésie.*
2e Section : *Mécanique.*

Mettre :

1re Section : *Mathématiques.*
2e Section : *Astronomie, géodésie, mécanique.*

ARTICLE 41 du Titre VI.

Ajouter à la fin de cet article :

Les présidents ne peuvent être réélus pour la même section que deux années consécutives.

CONGRÈS DE LIÉGE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

PRESIDENCE DE PIERRE VIALA

Membre de l'Institut

Professeur à l'Institut National Agronomique. Inspecteur Général de la Viticulture

ASSEMBLEE DU 28 JUILLET

PROCES-VERBAL

Les modifications suivantes au Règlement sont acceptées à l'unanimité :

I. — ARTICLE PREMIER du Titre I.

Ajouter au 3e Groupe : Sciences naturelles :

17e Section : Biogéographie.

Rectifier ainsi le numérotage du 4e Groupe : Sciences économiques :

			18e Section	au lieu de	17e Section
19e	—	—	18e	—	
20e	—	—	19e	—	
21e	—	—	20e	—	
22e	—	—	21e	—	

II. — ARTICLE 3 du Titre I :

Ajouter au début de cet article :

« Tout membre nouveau verse un droit d'inscription de cinq francs, sauf s'il se fait inscrire comme membre à vie ou comme membre fondateur. Ce droit est également dû par les membres démissionnaires qui demandent leur réintégration.

« Les frais de recouvrement des cotisations sont à la charge des sociétaires.

ASSEMBLEE DU 2 AOUT

PROCES-VERBAL

I. — *Bureau pour* 1924-1925

Sont élus à l'unanimité :

Président : Professeur BOREL.
Vice-Président : Professeur LACROIX.
Secrétaire : Professeur Ch. MAURAIN.
Vice-Secrétaire : A. CHEVALIER.
Trésorier : L. PERQUEL.

II. — *Délégués de l'Association*

Le vote pour le choix de 5 délégués de l'Association a donné le résultat suivant :

BLATTER	374	voix
CAULLERY	376	—
LANGEVIN	376	—
Colonel PERRIER	378	—
SAGNIER	379	—

III. — *Liste des Présidents de Sections et de Sous-Sections pour* 1925, *des Secrétaires de Sections de Liège, des Délégués au Conseil et à la Commission des Subventions élus à Liége.*

SECTIONS	PRÉSIDENTS POUR 1925	SECRÉTAIRES EN 1924	DÉLÉGUÉ AU CONSEIL	DÉLÉGUÉ AUX SUBVENTIONS	DÉLÉGUÉ SUPPLÉANT
1er	Gérardin	Goormaghtigh	1926 Lemoyne 1927 Gérardin	Du Pasquier	Poulet
2e	Cel Perrier	Letroye	1925 Cel Perrier 1926 Belot 1927 Bigourdan	Belot	Cel Perrier
3e et 4e	Dusaugey	de Marneffe	Eydoux	Hégly	Eydoux
5e	Barbillon	Jeunehomme	Blondin	Blondin	Tassilly
6e	Hugounenq	Vivario	Senderens	Tiffeneau	
7e	Vaillant	Maurain	Dongier		
8e	Kilian	Legraye	Joleaud	Joleaud	Cayeux
9e	Mirande	Lonay	Viguier	Danguy	Viguier
10e	Léger	Leplat	Gravier	Lesne	Gruvel
11e	Müller	Geneau	de Mortillet	de Mortillet	Bossavy
12e	Teissier	Erpicum	Colleville	Muratet	
13e	Haret	Deleixe	Belot	Delherm	Bourguignon
14e	H. Villain	Wallis-Davy	G. Villain	Roy	Siffre
15e	Martin	Jaspar	Collard	Collard	Viron
16e	Frossard	Leroy	Rabaud	Piéron	Rabaud
17e	Girardin	Fage	1925 Lemoine 1926 Legendre 1927 Fage	Lemoine	Fage
18e	Hitier	Hautmont	Bruno	Fron	Bruno
19e	Blanchard		Girardin	Labbé	Grandidier
20e	Reboud	Granet	Granet	Granet	Gallopin
21e	Langevin	Lapierre	Lapierre	Bruneau	Lapierre
22e	Bérillon	Barbier	Loir	Granjux	Loir
Sous-Section d'Archéologie	Vassy	Brener			
Sous-Section de Linguistique		Varinard des Côtes			

IV. — *Rapport du Trésorier*

Lucien PERQUEL

Agent de change. Trésorier de l'Association.

MESDAMES, MESSIEURS,

J'ai l'honneur de vous présenter, au nom du Conseil d'Administration, l'état des recettes et dépenses pour l'année 1923.

RECETTES

Cotisations	Frs	42.817 »
Recettes diverses		1.678 81
Intérêts du capital		60.575 70
Total		105.071 51
Prélèvements sur les réserves antérieures		4.045 50
		109.117 01

DEPENSES

Loyer, contributions, assurances, achat et réparation du matériel.	7.421 90
Appointements	24.300 »
Indemnité de M. Hérichard	2.350 »
Frais d'administration (frais de bureau, imprimés, frais de poste, téléphone, divers)	3.701 85
Recouvrements de cotisations	1.996 04
Frais afférents aux rentes et valeurs	60 05
Frais de la Session de Bordeaux	8.948 62
Subventions ordinaires	13.300 »
Conférences en dehors du Congrès	2.037 05
Volume des compte rendus du Congrès de Montpellier	37.452 90
Bulletin trimestriel	3.424 60
Dépenses imprévues	4.124 »
Total	109.117 01

SUBVENTIONS DE 1923

MM.		
	Météorologie	
E. Rothe	Publication d'une brochure-guide pour l'étude des tremblements de terre	500
	Géologie	
Dr L. Castex	Recherches sur la stratigraphie de l'étage aquitanien au sud de Bordeaux	500
W. Kilian	Publication de la deuxième partie du Répertoire de la Bibliographie du Sud-Est de la France ..	1.000
Y. Milon	Continuation des recherches sur la microfaune des calcaires briovériens du Massif Armoricain	800
	Botanique	
L. Corbière ..	Recherches sur la flore mycologique du département de la Manche	800
Abbé Fremy ..	Recherches sur la flore des algues d'eau douce et aériennes du Cotentin	500
Dr L. Maire	Publication du *Compendium Hymenomycetum* ..	500
	Zoologie	
P. Fauvel	Publication d'un ouvrage sur les Polychètes sédentaires de la faune de France	800
L. Jammes	Achat d'un bateau pour la station biologique du lac d'Orédon	1.000
Dr M. Royer	Recherches sur la Faune de Macédoine	300
	Anthropologie	
Bouyssonie ...	Fouilles de la Grotte des Morts	500
Abbé Labrie ..	Fouilles à la Caverne et Abri du Grand Moulin.	400
Dr H. Martin	Fouilles de la Quina et entretien du laboratoire du Peyrat	1.000
E. Passemard	Publication de travaux sur le paléolithique en pays basque	800
Abbé Philippe	Continuation des fouilles au Fort Harrouard ..	900
	Electrologie	
Dr Roques ...	Publication de recherches radiologiques sur le développement du squelette	1.000
	Odontologie	
Housset	Publication d'un rapport sur le traitement des canaux dentaires	1.000
	Psychologie expérimentale	
J. Fontegne ..	Recherches pour la publication de monographies professionnelles	500
	Agronomie	
Ch. Hervieux	Recherches sur les putréfactions intestinales ..	500
	Total	13.300

V. — *Discours du Secrétaire*

L. JOLEAUD

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES EN 1923-1924

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

MESDAMES, MESSIEURS,

Selon une vieille tradition de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, votre secrétaire, au moment de l'expiration de son mandat, vous doit une sorte de rapport moral sur la vie de votre Société pendant l'annnée qui vient de s'écouler. Je ne saurais me soustraire à cette tâche un peu ingrate, mais je vous demanderai la permission de passer rapidement sur les circonstances qui n'ont point marqué dans le fonctionnement de notre institution, pour m'attacher surtout à l'exposé des faits nouveaux pour l'histoire de notre groupement.

Un bien pénible devoir m'échoit tout d'abord : c'est de rappeler la perte cruelle que nous avons faite, le 31 mars 1924, en la personne du Professeur Gariel, le premier secrétaire du Conseil de l'Association. Il en fut l'animateur pendant 34 ans, après en avoir été le créateur, au lendemain du traité de Francfort. Et je tiens à saluer ici, dans cette ville qui a vu les premières horreurs de 1914. l'un de ceux qui travaillèrent avec énergie à la rénovation de la pensée française en 1871.

La manifestation la plus vitale de notre organisme est le congrès qu'en principe nous tenons chaque année dans une ville de notre pays. C'est un événement unique, jusqu'à présent, dans nos annales, que nos assises aient siégé hors de France et je suis particulièrement heureux d'être le premier secrétaire de l'Association qui ait à faire connaître, sur une terre hospitalière à laquelle nous lient d'affectueux sentiments de profond attachement, les principaux épisodes de notre activité en 1923-1924.

Notre 52e Congrès a eu lieu, l'an dernier, à Bordeaux. Il a rassemblé un nombre de membres tel que l'on n'en avait pas encore vu dans nos précédentes réunions provinciales. Et ce fut un bien grand regret pour moi qu'une mission de notre Gouvernement m'ait tenu, à ce moment,

fort éloigné de vous, dans l'hémisphère austral, au cœur du pays sakalave. Grâce à l'extrême obligeance du Chef de vos bureaux, j'ai pu avoir en mains une documentation très complète sur cette belle manifestation scientifique.

Votre congrès de 1923, présidé par M. le Professeur Desgrez, avait été admirablement organisé sur place par MM. les Professeurs Bergonié, Foch et leurs actifs collaborateurs. Plus de 600 personnes sont venues y participer.. Des notabilités scientifiques étrangères avaient bien voulu nous honorer de leur présence : le Canada avait délégué M. Ami ; l'Association Britannique, M. Garson ; l'Université de Cambridge, M. Pope ; l'Association Espagnole, le recteur de l'Université de Madrid, M. Caracido; les Etats-Unis, M. Hrdlicka; l'Italie, M. Boccardi; la Suisse, M. du Pasquier.

Je ne vous retracerai pas même les grandes lignes du programme de nos séances de sections : l'important volume qui vous sera remis témoigne amplement de leur intérêt. Non seulement de nombreuses séances ont eu lieu à l'Université, mais des excursions spéciales ont conduit nos congressistes en quantité de points fort heureusement choisis, aussi bien dans la ville qu'aux environs. L'archéologie, l'anthropologie, la botanique, la zoologie, la géologie, la physique, l'art de l'ingénieur et celui des constructions navales, l'hygiène enfin, sont tour à tour passés du domaine de l'abstrait des amphithéâtres, au domaine du concret, entraînant leurs adeptes à la grotte de Pair-non-Pair, et aux Eyzies, au lac de Cazeaux et à Arcachon, à Villendrant et à Léognan, à la Croix d'Hins, à Lège, à Moutchic ou simplement dans la ville même de Bordeaux, aux monuments historiques, aux musées, au jardin botanique, aux ports, à bord des grands transatlantiques, dans les beaux chais, auxquels Bordeaux doit sa fortune, sans oublier les célèbres crus de Sauterne, Médoc, Saint-Emilion, etc.

Comme tous les ans, les conférences très goûtées du grand public ont eu leur belle part de succès : M. Capus a entretenu ses auditeurs d'un thème brûlant en Gironde, l'avenir de la viticulture ; M. Roussilhe a traité d'un sujet d'actualité, la photographie aérienne et la réfection du cadastre.

Il me resterait encore à vous détailler les péripéties de l'excursion finale à Luchon, Superbagnères, Pau, Eaux-Bonnes, Argelès, Gavarnie, Lourdes, Biarritz. Mais vous avez encore présent à la mémoire le merveilleux cadre où la chaude cordialité de nos compatriotes du Midi sut donner un charme toujours nouveau aux agréables randonnées d'un voyage de trois jours dans les Pyrénées occidentales.

Si le congrès annuel est la principale manifestation de vitalité de notre Association aux yeux de beaucoup de nos membres, nombreux sont cependant ceux qui savent quelle part importante revient à l'activité déployée par votre Conseil et vos Commissions pendant toute l'année. Vous me permettrez de vous en entretenir brièvement.

Nos seuls actes publics, en dehors des congrès, sont les conférences. Cette année, elles ont été faites à Paris, par M. le Général Ferrié, sur la T. S. F. ; par M. l'ingénieur Œmichen, sur les hélicoptères ; par M. le Professeur Rothé, sur les tremblements de terre ; toutes attirèrent un très nombreux public, soucieux d'être mis au courant, par des personnalités particulièrement autorisées, des derniers progrès réalisés dans le domaine de sciences vraiment à l'ordre du jour.

Ici même, M. Augendre est venu vous entretenir du grand problème de la carbonisation, qui préoccupe tous les milieux liés au développement économique moderne, et votre active cité a paru, à notre Conseil, bien désignée pour s'intéresser à cet exposé.

Toutes vos commissions ont, comme celle des confrences, contribué au développement de notre Association. Des subventions, malgré que les circonstances actuelles aient forcément et momentanément limités nos ressources, nous ont permis d'aider efficacement, par la répartition de 13.300 francs entre dix-neuf personnes, à l' « Avancement des Sciences », comme le veulent nos statuts ; nous insistons tout particulièrement pour que nos collègues donnent très brièvement, mais sans tarder, aux séances de nos congrès, un exposé des recherches poursuivies grâce à notre appui financier. De plus, notre Secrétariat a assumé la distribution entre nos membres, personnalités morales ou individualités, d'importants stocks de livres ou de brochures scientifiques qui lui avaient été donnés ; il est tout disposé à continuer ses bons offices dans le même sens.

L'intérêt de notre Association réside beaucoup plus dans ses congrès, ses conférences, ses subventions pour l'Avancement des Sciences, que dans ses publications. Devant l'expérience des faits, votre commission a cru devoir, sur les suggestions de votre Secrétaire du Conseil, réduire progressivement le tirage de vos comptes-rendus. De ce fait, a été réalisée une première économie de 25.000 francs par an.

D'accord avec votre commission des finances, toute une série d'autres économies ont été effectuées. Tel est le cas de l'envoi du volume annuel contre remboursement, et du mode de recouvrement des cotisations par chèque postal, qui réalisent ensemble une économie de 3 fr. 50 par membre. Vous avez eu, enfin, à vous prononcer sur l'établissement d'un droit d'entrée de 5 francs, qui, pour si faible qu'il soit, n'en apportera pas moins de nouvelles ressources importantes à notre budget.

Vous tiendrez certainement, comme moi, à rendre hommage au Docteur Rivet qui, par cette série de mesures, a su assurer une prospérité nouvelle aux finances de notre Association. Notre groupement n'en conserve pas moins son caractère essentiellement démocratique par la modicité de sa cotisation annuelle, maintenue à 20 francs, comme en 1914, alors que toutes les Sociétés ont augmenté la leur dans la proportion de l'accroissement du prix de la vie, représenté chez nous par le coefficient 3 environ.

Le vrai moyen, d'ailleurs, de se procurer des ressources nouvelles, pour un groupement scientifique, ne doit pas consister dans l'élévation du taux de la cotisation, mais bien dans le recrutement de membres nouveaux. C'est à quoi ont tendu nos efforts. La meilleure méthode, pour obtenir des adhésions, réside dans l'organisation de congrès intéressants. On peut évaluer que la réunion de Bordeaux nous a amené, à elle seule, plus de 400 recrues. Dans l'ensemble de l'année écoulée, nous nous sommes augmentés de 526 unités et en avons perdu seulement 56 ; il faut, toutefois, joindre à ce dernier nombre les 90 radiations prononcées à la suite de longs retards dans le paiement des cotisations, dont la comptabilité a été enfin liquidée. Il n'en reste pas moins que notre Société a réalisé cette année un bénéfice net de plus de 400 membres, le total de ses adhérents actuels montant à 2.863, et je sais que notre congrès de Liége a, dès aujourd'hui, augmenté encore de 120 le nombre de nos confrères, sans compter tout autant de membres adhérents.

Il me resterait à vous entretenir de nos efforts pour assurer la fixité de notre installation dans un immeuble satisfaisant, effort que nous espérons finir par voir couronner de succès.

Enfin, je vous rappellerai notre adhésion aux grands groupements corporatifs : Confédération des Travailleurs intellectuels, Fédération des Sociétés de Sciences naturelles. L'Association Française pour l'Avancement des Sciences ne saurait manquer de participer à ce mouvement fédéral qui est l'un de ceux qui assigne le plus profondément son empreinte à notre organisation sociale actuelle.

Mesdames, Messieurs,

Le terme final de notre activité, pendant l'année 1923-1924, correspond à ce Congrès de Liége, dont mon successeur vous dira, l'an prochain, toute l'importance et l'heureuse influence. Laissez-moi, pour finir, jeter encore un regard vers le passé. Il y a soixante ans exactement qu'était fondée, par Le Verrier, l'Association Scientifique de France, dont l'Association Française pour l'Avancement des Sciences est l'héritière directe et immédiate. Nous sommes donc ici pour fêter, au milieu de nos chers amis Belges, notre soixantenaire.

Puisque nous parlons de jubilé, je ne puis oublier que je suis géologue et que nous sommes venus, un important groupe de Français, afin de participer au cinquantenaire de la Société Géologique de Belgique. L'accueil si affectueusement cordial que nous avons reçu à cette occasion de nos frères belges, s'est si largement manifesté tous ces jours-ci, que je pense presque inutile, pour un vice-président de la Société Géologique de France, d'affirmer publiquement que la plus parfaite concorde, la plus entière union de vues, n'a jamais cessé d'exister entre les conseils de nos deux Sociétés sœurs. Laissez-moi, mes très chers confrères de Liége et de toute la Belgique, vous dire encore, et bien fort, merci pour

tout ce que vous avez fait d'efforts pour rendre fructueux, au point de vue scientifique, comme au point de vue des relations personnelles, le séjour d'une semaine que nous venons de passer au milieu de vous ; laissez-moi vous dire, enfin, que nous sommes toujours et partout de cœur avec vous.

Si le passé est un gage de force pour les Sociétés savantes, c'est surtout en vue de l'avenir qu'il faut en faire état, et notre Association témoigne bien de sa hardie vitalité en projetant un congrès dans notre jeune et florissant protectorat du Nord-Ouest Africain. N'importe où ait lieu notre prochain congrès, je puis vous en garantir à l'avance, Mesdames et Messieurs, le beau succès. Les talents de grand organisateur et l'activité méthodique de notre savant et dévoué Secrétaire du Conseil en sont un sûr garant. Nous pouvons donc regarder l'avenir avec une belle confiance. Et je ne désespère pas que la série des grands projets que caresse mon ami, le Docteur Rivet, ne continue à affirmer le caractère de notre groupement, dont le nom d' « Association Française » éveille fort heureusement l'idée d'union de tout ce qui, de près ou de loin, touche aussi bien à « la plus grande France » qu'à notre belle langue.

VI. — *Vœux de l'Association.*

1er VOEU. — *L'Association Française pour l'Avancement des Sciences* considérant que la réalisation d'expériences diverses, et notamment de physique et de mécanique, est de nature à éveiller des goûts scientifiques ou techniques dans l'esprit des jeunes gens, de développer leur initiative et de perfectionner leur habileté expérimentale, émet le vœu que M. le Ministre de l'Instruction publique se montre favorable à la diffusion des publications d'ouvrages didactiques élémentaires précisant l'emploi des objets usuels ou des appareils faciles à construire, pour servir à l'initiation physique ou mécanique de la jeunesse.

2e VOEU. — L'*Association Française pour l'Avancement des Sciences* considérant les inconvénients qui peuvent résulter de la coexistence de deux systèmes différents de numération parlée, considérant que pendant plus de deux siècles, le système employé dans la plupart des langues était aussi en usage en France, considérant le vœu émis par les deux premières sections de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences à Bordeaux en 1923, se rallie aux conclusions de la section de Mathématiques et émet le vœu que la terminologie unifiée, proposée par cette section, à l'unanimité, soit introduite dans l'enseignement de l'arithmétique par une convention internationale.

3e vœu. — L'*Association Française pour l'Avancement des Sciences*, après avoir entendu la communication de M. Kimpflin, sur l'industrie des résines artificielles, considérant que les progrès réalisés dans la connaissance de ces composés, rendent désirable, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue industriel, la mise à l'étude de leur terminologie, émet le vœu que l' « Union Internationale de la Chimie pure et appliquée » se saisisse de la question et qu'elle veuille bien l'inscrire à l'ordre du jour d'une prochaine conférence de l'Union Internationale de la Chimie.

4e vœu. — L'*Association Française pour l'Avancement des Sciences*, après avoir entendu l'exposé de M. De Mittenaere, inspecteur principal des Pharmacies de Belgique, chargé du contrôle des arsénobenzènes au Laboratoire du Service de l'Administration de l'Hygiène, sous la direction de M. le Docteur Van Bœckel, et après une discussion à laquelle ont pris part plusieurs de ses membres, estime que le contrôle des arsenicaux antivénériens doit être sérieusement effectué, avant que ces médicaments soient employés, approuve les méthodes de contrôle usitées en Belgique, exprime le vœu que le gouvernement français applique, pour ces médicaments, les pratiques usitées par le gouvernement belge.

5e vœu. — L'*Association Française pour l'Avancement des Sciences*, considérant qu'il existe dans les pharmacopées des différences parfois importantes dans la composition des médicaments et dans leurs caractères ; considérant qu'il importe, dans l'intérêt de la santé publique, d'arriver à une unification des pharmacopées et que cette unification ne peut être effectuée sans des travaux suivis faits dans tous les pays et réunis par un Secrétariat international de pharmacopée, demande au gouvernement français de se faire représenter à la Conférence ayant pour but d'organiser ce Secrétariat, à laquelle le gouvernement belge l'a invité.

6e vœu. — L'*Association Française pour l'Avancement des Sciences*, après avoir entendu la communication de M. Rey, pasteur à Liége, sur la « Famille normale minimum », anxieuse de la décroissance continue de la natalité en France et en Belgique, constatant les efforts soutenus de la France pour relever sa natalité, convaincue que, pour produire l'effet désiré, les mesures prises doivent être intensifiées dans les deux pays, appuie : 1° la proposition de multiplier chez eux les appels à la nation, et spécialement aux classes cultivées, pour qu'elles cessent de donner en majorité l'exemple de la famille déficitaire et propagent la formule générale : « La famille normale doit compter trois enfants au moins » ;

2° La proposition d'adopter officiellement et de vulgariser les dénominations suivantes : famille déficitaire, pour la famille de 0, 1 ou 2 enfants ; famille normale pour la famille de 3 enfants ; famille nombreuse, pour la famille de 4 enfants et plus ;

3° La proposition de généraliser, dans les régions à familles déficitaires, la prime à la natalité ;

4° La proposition de porter à un taux très élevé la prime pour le troisième enfant ;

Et émet le vœu que la France et la Belgique prennent chacune, pour les ressortissants de l'autre pays établis sur leur territoire, des dispositions équitables, accordant la réciprocité des avantages concédés par la loi aux familles normales et nombreuses.

VII. — *Villes où doit se tenir le Congrès en* 1925 *et* 1926.

L'Assemblée générale décide :

a) Que le Congrès de 1925 se tiendra à Grenoble.

b) Le choix de la ville pour le Congrès de 1926 est réservé.

VIII. — *Remerciements.*

L'Assemblée générale vote des remerciements aux personnalités suivantes :

MM. Gaston Grégoire, gouverneur de la province de Liége ; Emile Digneffe, bourgmestre et les échevins de la Ville de Liége ; le Sénateur Dejace, recteur de l'Université de Liége, président du Comité d'organisation ; le Professeur Dehalu, administrateur-inspecteur de l'Université de Liége, président du Comité d'organisation ; le Docteur Alfred Bienfait, secrétaire général du Comité d'organisation ; le Professeur Vivario, secrétaire général adjoint du Comité d'organisation ; L. Pauwen secrétaire général adjoint du Comité d'organisation ; E. Laumont, trésorier du Comité d'organisation ; le Professeur Henrijean, conférencier ; l'ingénieur Lecomte, conférencier ; Léopold Charlier, conférencier et ses collaborateurs ; Marcel Fraipont, conférencier ; Collet, commissaire en chef de police, qui s'est employé avec dévouement pour le logement des congressistes ; Marlier, président de l'Association des Hôteliers ; Pommerenke, chef de service à la Fabrique Nationale ; les Professeurs de l'Université de Liége et les Présidents de sections belges ; le colonel Naessens, défenseur du Fort de Loncin ; Gabriel, défenseur du Fort de Loncin ; Hamal-Nandrin, qui a organisé des excursions très intéressantes d'archéologie préhistorique ; le Professeur Fourmarier, organisateur d'excursions géologiques ; le Sénateur Meyers, qui a reçu à Tongres les congressistes ; le Professeur Brassinne, guide des congressistes ; de Crawez, bourgmestre de la ville de Spa ; Dommartin, organisateur de l'excursion de Spa ; M. et Mme Peltzer de Clermont, propriétaires du Neubois ; le chevalier de Thier, administrateur de la Société Spa-Monopole ; le Comité des Dames Belges ; Béthune, président de la Société Belge d'Etudes et d'Expansion ; Renaux de Boubers, secrétaire

de la Société Belge d'Etudes et d'Expansion; Trasenter, président de l'Association des Ingénieurs ; Lapersonne, secrétaire de l'Association des Ingénieurs ; la presse locale, régionale et française ; les employés de l'Université.

IX. — *Remise de Médailles.*

Les médailles qui ont été accordées par le Conseil sont ensuite remises aux personnalités suivantes :

S. M. **Albert Ier, Roi des Belges ;**

S. E. le Cardinal Mercier, Primat de Belgique ;

MM. Raymond Poincaré ;

Gaston Grégoire, gouverneur de la province de Liége, président du Comité d'honneur ;

Emile Digneffe, bourgmestre de la Ville de Liége, président du Comité d'honneur ;

Charles Dejace, recteur de l'Université de Liége, président du Comité d'honneur ;

Marcel Dehalu, administrateur-inspecteur de l'Université de Liége, président du Comité d'honneur ;

Alfred Bienfait, secrétaire général du Comité d'organisation ;

René Vivario, secrétaire général-adjoint du Comité d'organisation ;

Léonard Pauwen, secrétaire général-adjoint du Comité d'organisation ;

Pierre Viala, président de l'Association ;

Ville de Liége, Ville d'Anvers, Ville de Spa, Ville de Dinant, Ville de Namur, Ville de Bruxelles ;

Mme Peltzer de Clermont ;

MM. François Henrijean, conférencier ; Marcel Fraipont, conférencier ; Rémy Lecomte, conférencier ; Léopold Charlier, conférencier ; colonel Naessens, défenseur du Fort de Loncin ; Joseph Gabriel, défenseur du Fort de Loncin ; Georges Meyers.

SÉANCE GÉNÉRALE D'OUVERTURE

28 JUILLET 1924

Présidence de P. VIALA

Membre de l'Institut. Président de l'Académie d'Agriculture de France.
Président de l'Association.

P. NOLF

Ministre des Sciences et des Arts de Belgique.

DISCOURS

MESDAMES ET MESSIEURS,

Il m'est infiniment agréable de pouvoir, au nom du Gouvernement belge, souhaiter la bienvenue aux membres de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, dont le Congrès s'ouvre aujourd'hui à Liége.

Ce m'est une grande joie de voir réunie ici l'élite des savants de la grande nation amie, dont l'intervention s'est affirmée si puissante dans la lutte que nous eûmes à livrer pour la sauvegarde du droit et le maintien de notre liberté.

La consécration la plus précieuse de cette paix si durement gagnée, c'est, pour l'humanité, la possibilité renouvelée de s'adonner aux travaux de la pensée et de reprendre sa marche interrompue vers le progrès.

L'histoire de ce pays, faite d'une succession de périodes d'indépendance et de servitude, nous apporterait, s'il était nécessaire, la preuve convaincante que la science ne peut se développer et fleurir que sous un régime de liberté.

Ayant constitué son unité sous le sceptre des ducs de Bourgogne, la Belgique connut, au seizième siècle, un remarquable épanouissement scientifique. Tandis que les grands humanistes Juste Lipse et Erasme

nourrissaient leur pensée de tous les trésors de la culture antique, de nombreux savants entreprenaient l'étude des phénomènes de la nature, dans un esprit nouveau, par l'observation directe et l'expérience.

Gérard Mercator découvre les principes de la projection mercatorienne, qui permettent de reproduire pour la première fois, de façon exacte, la figure du globe, et de substituer aux erreurs de Ptolémée, les notions d'une science exacte : la géographie.

Une pléiade de botanistes, dont le plus réputé est Dodoens, établissent une classification nouvelle du règne végétal par familles naturelles, réunissant les espèces en genres et les genres en classes.

Dans le domaine des sciences physiques et mathématiques, Simon Stevens, de Bruges, introduit le calcul décimal en arithmétique, invente en algèbre la notation des puissances par leurs exposants, indique, pour représenter les quantités radicales, l'emploi des exposants fractionnaires. Ses plus grandes découvertes se font dans le domaine de la statique, restée stationnaire depuis l'antiquité. On lui doit les lois si fécondes du parallélogramme des forces et des déplacements virtuels et, en hydrostatique, la mesure des pressions exercées par les liquides. Il découvre le paradoxe hydrostatique et en donne la démonstration.

Dans ce domaine, l'importance de ses travaux fait de lui l'égal d'Archimède et le classe parmi les plus grands.

Les œuvres mathématiques de Simon Stevens furent réunies par Albert Gérard, qui, dans son ouvrage : *Inventions nouvelles en algèbre*, s'occupe le premier des racines imaginaires et démontre qu'une équation a autant de racines qu'il y a d'unités dans la plus haute puissance de l'inconnue.

C'est à la même époque que Vesale « osa entreprendre de décomposer cette machine compliquée que l'on nomme le corps humain, afin d'en connaître les ressorts les plus secrets. L'entreprise était immense et semblait exiger le concours de plusieurs générations. Il y a suffi cependant, malgré les clameurs et les oppositions que rencontra sa tentative. A l'âge de vingt-trois ans, selon l'expression de Sénac, il découvrit un nouveau monde pour les savants et les médecins. Avant Vesale, il n'existait pas d'anatomie humaine. On ne possédait que les descriptions informes de Gallien. Notre compatriote en fut le créateur ».

Van Helmont approfondit l'étude de toutes les branches de la médecine. Mais, comprenant que ce qui manquait à cette science, c'était une base certaine, il s'adonne avec ardeur à l'étude de la chimie. C'est de lui que date la distinction entre l'air atmosphérique et les autres corps qui sont à l'état gazeux. Le mot « gaz » fut d'ailleurs créé par lui, dérivé du flamand « geest » (esprit).

Il isole le gaz sylvestre, qui se dégage de l'eau minérale de Spa, et que nous appelons aujourd'hui anhydride carbonique. Le premier, il fait l'expérience dans laquelle la combustion d'une bougie à l'intérieur d'une cloche renversée sur de l'eau diminue le volume de l'air enfermé

dans la cloche, expérience que Lavoisier rappelle dans ses travaux admirables sur la respiration.

Enfin, il établit la notion de ferments, principes matériels auxquels il attribue la digestion des aliments dans le tube digestif et leur élaboration ultérieure dans l'organisme. Ainsi, par deux fois, il a la géniale prescience de découvertes qui ne devaient trouver leur signification précise qu'au siècle dernier.

La prodigieuse activité scientifique qui régnait alors en Belgique trouvait son centre et sa condition à l'Université de Louvain ; elle plaçait celle-ci au premier rang des Universités européennes de l'époque.

Nous avons le droit d'être fiers de ce qu'autant de découvertes importantes aient été faites dans notre pays en une période aussi courte. Si la même activité scientifique avait pu se maintenir aux siècles suivants, nul doute que les plus riches moissons eussent été récoltées. Mais, hélas! ce brillant essor fut bientôt arrêté. Notre pays connut les rigueurs de la domination étrangère ; pendant deux siècles, il allait jouir du triste privilège de servir de champ de bataille à l'Europe. Pendant deux cents ans, ce fut une nuit profonde, qui ne prit fin qu'au retour de la liberté. Depuis, les arts ont fleuri à nouveau et nos peintres, nos sculpteurs, nos musiciens, nos littérateurs ont repris la tradition interrompue. A nouveau, ils ont porté au loin le renom du pays. La science a multiplié ses chaires et ses laboratoires : à l'Université de Louvain, sont venues se joindre celles de Gand, de Bruxelles et de Liége. Entre elles, règne une noble émulation.

Aujourd'hui que votre Congrès nous réunit à Liége, notre pensée va, irrésistiblement, aux hommes qui ont illustré cette Université, et plus particulièrement à ceux qui ont cultivé les sciences mathématiques et les sciences naturelles.

Permettez-moi d'évoquer le souvenir des plus grands : André Dumont établit clairement la constitution du terrain houiller et donne à la géologie stratigraphique une base indiscutable ;

Catalan traite, avec un égal succès, les problèmes les plus divers et les plus difficiles de l'analyse mathématique ;

Schwann découvre la théorie cellulaire qui est à la base de toutes nos connaissances d'anatomie et de physiologie ;

Delbœuf, philologue, philosophe et mathématicien, entreprend l'étude des questions de psychologie expérimentale ; il publie, sur les illusions d'optique, le daltonisme, la mesure de la sensation; des travaux marqués au sceau d'une profonde originalité ;

Van Beneden donne une explication du mystère de la fécondation et de l'hérédité. Il se signale par des découvertes essentielles dans le domaine de l'embryologie des vertébrés ;

Dwelshauwers Déry fait, sur la machine à vapeur, des expériences qui sont connues dans le monde entier ; il est le fondateur des laboratoires modernes de la thermodynamique appliquée ;

Spring nous laisse des œuvres classiques sur l'influence des hautes pressions sur les propriétés physiques et chimiques de la matière à l'état solide. Ses recherches sur la couleur de l'eau et les milieux liquides optiquement vides, sont à la base de l'ultramicroscopie ;

Eric Gérard, fondateur de l'Institut liégeois d'électro-technique, est un des grands initiateurs des applications de l'électricité à l'industrie.

Je n'ai cité que les disparus. Nombreux sont ceux que, faute de temps, je ne puis mentionner et qui comptent parmi les meilleurs. La recherche scientifique se poursuit dans les laboratoires et les instituts qu'ils ont fondés, d'après les méthodes qu'ils établirent, avec la même foi dans l'idéal qui les anima.

Si je me suis complu à évoquer ces quelques noms, c'est dans l'espoir de vous convaincre, Messieurs, que l'Université de Liége est digne de l'honneur que vous lui avez fait en la choisissant pour siège de vos travaux. Mais j'espère avoir réussi à vous faire sentir combien la Belgique attache de prix à ses traditions d'art et de science. Son désir le plus vif est de les continuer dans la paix et la liberté. C'est vous dire la reconnaissance qu'elle garde à ceux qui l'ont aidée dans la lutte pour l'indépendance et la liberté, et particulièrement à la France, à laquelle l'attachaient déjà tant d'affinités du cœur et de l'esprit. Le Gouvernement vous remercie, Messieurs, de vous employer à resserrer les liens qui nous unissent à votre noble pays, en nous apportant généreusement les prémices de vos découvertes.

Je rends hommage à la science française que vous représentez si dignement. Nous l'admirons pour sa clarté et sa richesse, nous l'aimons pour le pur idéal qui n'a jamais cessé de l'inspirer.

Il y a un an, nous la célébrions, ici même, en la personne de celui qui, peut-être, la personnifie le plus complètement, l'immortel Pasteur.

Messieurs, le Gouvernement belge suivra avec le plus vif intérêt les travaux de votre Congrès. Il ne doute pas qu'ils ne soient féconds en heureux résultats ; le passé de votre Association en est un sûr garant.

Emile DIGNEFFE

Bourgmestre de la Ville de Liége.

MESSIEURS,

La Ville de Liége vient saluer, par la voix de son premier magistrat, votre illustre compagnie et remercier les personnalités éminentes qui ont bien voulu se donner, pour quelques jours, rendez-vous chez nous.

Lorsque les Liégeois apprirent que l'Association Française pour l'Avancement des Sciences décidait de choisir notre cité pour siège d'une de ses réunions annuelles, ils en ressentirent, Messieurs, une joie profonde et, pourquoi ne le dirais-je pas, quelque fierté aussi !

Liége est aujourd'hui une ville de province, d'ailleurs profondément attachée à la patrie belge.

Mais le fait que, pendant près de dix siècles, elle fut la capitale d'une principauté, qui, entourée de puissants voisins, joua, pour la défense de son indépendance, un rôle actif, souvent tragique, a marqué nos générations successives d'une empreinte qui se retrouve encore dans la mentalité de ses habitants d'aujourd'hui.

Puis, le développement rapide et constant des grandes industries dont notre vallée est devenue le centre.

Puis encore le développement pris par notre Université. Le rayonnement qu'exerça la production scientifique de certains des maîtres qui en occupèrent, ou de ceux qui en occupent aujourd'hui les chaires, autour desquels se pressent des étudiants venus souvent de pays voisins ou même lointains.

Enfin, les contacts de plus en plus fréquents que, par l'effet de ces causes, nous eûmes depuis toujours avec l'étranger.

Tout cela, Messieurs, contribua à faire de notre ville un foyer assez intense de vie intellectuelle, dont ceux qui président aux destinées de notre cité, s'assignent pour devoir de cultiver, avec un soin jaloux, la tradition.

Cette activité de l'esprit, qui se marque au long des étapes de notre passé littéraire, artistique et scientifique, l'histoire en fait d'ailleurs remonter les débuts aux écoles fondées ici par Charlemagne, entretenues et développées par plusieurs de nos princes-évêques.

Oserai-je ajouter qu'on y reconnaît aussi, avec la trace manifeste des influences gallo-romaines, la preuve d'une filiation fidèlement conservée à travers les événements, et attestant notre rattachement au monde latin, dont nous restons, ici, comme le poste avancé, aux confins de la Germanie !

Pour toutes ces raisons, sans doute, que vos dirigeants avertis n'ont pas ignorées, vous nous avez jugés suffisamment qualifiés, pour nous appeler à participer, pendant une de vos sessions, à vos travaux. Soyez-en remerciés, Messieurs, et soyez assurés que nous sommes de ceux qui apprécient à leur juste valeur, la haute conscience dont s'inspire la tâche que vous vous assignez, le noble idéal vers lequel tend votre action, l'immense service que vous rendez, non seulement à un peuple de notre culture, mais à l'humanité, en vous donnant pour mission de faire fructifier, de vulgariser les conquêtes successives des hommes d'étude, des chercheurs de France et d'autres pays aussi, (car vous n'êtes pas exclusifs !) de faire bénéficier les masses des progrès, des bienfaits que la découverte et la mise en œuvre de ces conceptions nouvelles, sont susceptibles d'apporter à la vie du monde.

Messieurs, appelés à méditer sur les problèmes sociaux, vous avez reconnu sans doute que se seront toujours les élites, si restreint qu'en soit le nombre, qui, en dépit des combinaisons vaines de la politique, conduiront les nations, qui, seules, peuvent conduire celles-ci vers des destinées meilleures. En vous préoccupant de former ces élites, de répandre parmi elles les vérités dont les savants ont arraché le secret à la nature, vous poursuivez un admirable but, vous remplissez une noble tâche, vous donnez à tous un remarquable exemple !

Ici, nous avons conscience, Messieurs, de la haute portée du programme que s'est tracé votre Association. C'est parce que nous sommes frappés de la grandeur de votre apostolat, que nous sommes si heureux, si fiers de vous voir réunis chez nous, que nous vous sommes si reconnaissants de nous faire profiter, grâce à ces quelques jours, d'un contact plus intime, des bienfaits de vos enseignements, du spectacle si édifiant, de vos efforts.

De tout ce que vous faites ainsi pour nous, grâce vous en soit rendue, Messieurs, au nom de mes compatriotes.

Messieurs, comment ne pas songer en ce moment que ces enseignements, que nous apportent nos amis de France, ces exemples qu'ils nous donnent, le contact le plus intime qu'ils viennent prendre avec nous, tout cela se produit au moment où, vous comme nous, Messieurs, des préoccupations si graves nous assiègent, au sujet du commun avenir de nos deux pays.

Nos deux nations, que rapprochèrent dans le passé tant de sentiments inspirés d'une même mentalité, tant d'aspirations vers un même idéal, voient se dresser aujourd'hui devant elles un même danger : Un ennemi dont la félonie nous valut les horreurs de quatre années de guerre et d'invasion, les désastres dont nous ressentons encore les suites, et que nos armes ont vaincu, à quelques lieues d'ici, demeure assoiffé de vengeance.

Cinq années après sa défaite, il cherche à se soustraire aux engagements que lui imposèrent nos victoires.

Certains des alliés qui se rangèrent alors à nos côtés, pour mettre hors d'état de nuire ceux qui troublaient si profondément la paix du monde, semblent, peuvent paraître, n'en disons pas plus, s'apprêter à se désintéresser d'une lutte nouvelle, qui peut être prochaine, dans laquelle Français et Belges auront peut-être à chercher dans l'union de leurs seules forces le salut de leurs destinées !

Vous comprendrez, Messieurs, qu'alors que tous ici nous pensons cela, qu'alors que tous ici nous croyons que notre salut est dans un accord indispensable entre nos deux pays contre l'ennemi commun, vous comprendrez avec quelle sympathie ardente nous voyons arriver chez nous ces représentants de la science française, ces hommes éminents qui personnifient à nos yeux le génie de notre grande et noble nation amie et alliée.

C'est sous l'empire de ces pensées, Messieurs, que je vous souhaite du fond du cœur une cordiale bienvenue, et que je formule le vœu que, de votre passage parmi nous, vous emportiez la certitude des sympathies qui vous y entourent, de l'admiration que nous professons ici pour votre noble et grand pays, cette France qui porte si haut le flambeau de la civilisation latine.

Charles DEJACE

Recteur de l'Université de Liége.

MONSIEUR LE MINISTRE,

MONSIEUR LE REPRÉSENTANT DU GOUVERNEMENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

MONSIEUR LE DÉLÉGUÉ DU MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE DE FRANCE,

MONSIEUR LE PRÉSIDENT DU CONGRÈS,

MESDAMES, MESSIEURS,

Permettez-moi, au nom de l'Université, d'ajouter quelques mots de bienvenue, aux discours que vous venez d'entendre.

Ai-je besoin de vous dire la satisfaction profonde avec laquelle nous accueillons dans notre cité universitaire, l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, et combien nous nous sentons honorés du choix que vous avez fait de notre ville, comme siège de votre session ?

Nous connaissions la brillante activité de votre Association. Nous savions quels services elle a rendus à la science. Nous n'ignorions pas non plus que depuis sa fondation, elle tenait invariablement ses assises dans une ville de France.

En apprenant que, désireuse de rendre hommage à notre pays et plus particulièrement à la ville de Liége, elle avait décidé de rompre avec cette tradition et de siéger parmi nous, nous avons compris toute la portée de ce geste que souligne la coïncidence du glorieux anniversaire de la résistance des forts de la Meuse à l'envahissement allemand, et nous en avons été profondément touchés.

Dès que l'heureuse décision nous fut connue, nous nous sommes empressés de mettre nos locaux à votre disposition pour vos travaux et vos délibérations. Un grand nombre de nos collègues se sont inscrits dans les sections de travail du Congrès et ont accepté d'en présider les séances.

Un volume destiné à faire connaître notre ville, son histoire, ses institutions, ses richesses artistiques et ses œuvres sociales, a été publié par les soins de notre Comité. Il est déjà entre vos mains et nous souhaitons, qu'en vous familiarisant avec notre région, il constitue un souvenir durable de votre séjour parmi nous et accroisse les sentiments d'amitié et de sympathie qui ont toujours uni nos deux pays.

Enfin, une exposition d'instruments scientifiques, dont vous avez pu déjà apprécier l'intérêt, a été organisée à l'occasion de votre Congrès. Nous formons le vœu qu'elle rencontre le succès que méritent ses dévoués promoteurs.

Si je m'arrête à ces détails, c'est pour montrer que notre Université a voulu participer d'une manière active à l'éclat de votre réunion ; c'est pour attester combien elle apprécie la valeur de votre institution ; c'est pour témoigner de la solidarité scientifique qui unit les hommes voués aux mêmes labeurs intellectuels et guidés par un même idéal de progrès et de grandeur morale.

En vous recevant dans cette salle académique, centre de nos grandes cérémonies universitaires et où l'on sent battre, mieux que partout ailleurs, le cœur de notre Alma Mater, nous sommes fiers et heureux de saluer les fils de cette noble France, à laquelle nous rattachent des liens plus chers aujourd'hui que jamais et un même sentiment des nécessités de l'heure présente.

Nous leur adressons nos plus cordiaux souhaits de bienvenue et nous espérons qu'ils emporteront de cette semaine de vie intime, de travail en commun et d'échange de vues, le plus agréable et le plus fructueux souvenir.

COVILLE

Directeur de l'Enseignement supérieur.

Le Bureau de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, en raison du fait exceptionnel que, pour la première fois, son Congrès se tient hors de France et à Liége, dans la ville étrangère, sans doute, la plus amie de la France, avait prié M. le Ministre de l'Instruction publique et des Reaux-Arts, de bien vouloir assister à la séance d'ouverture. *Hoc esset in votis*, si j'ose dire, et rien, en effet, n'aurait pu, parmi les devoirs de sa charge, plaire davantage à M. François-Albert, si dans les temps difficiles que nous vivons, il y avait des vacances pour les Gouvernements, comme il y en a pour les Universités. Vous comprendrez, et vous excuserez, l'impossibilité où il se trouve de venir. Il a tenu, du moins, à déléguer près de vous un de ses collaborateurs ordinaires, qui, par surcroît, est très fier d'avoir de nombreuses et précieuses relations dans le monde universitaire belge, et qui a la bonne fortune de collaborer d'une façon continue aux rapports spirituels des deux pays et d'aider pour sa modeste part à les étendre chaque année.

Le ministre français qui m'a ainsi envoyé vers vous eût été particulièrement heureux de constater ici même, une fois de plus, par ce Congrès, la sincérité, la force, le désintéressement fraternel, et par suite la vraie sérénité scientifique des relations qui se sont nouées depuis si longtemps et resserrées par les communes souffrances entre les Universités belges, au premier rang celle de Liége, et nos Universités, entre les Sociétés savantes de France et celles de Belgique, comme à travers tant de siècles entre écrivains et artistes français et belges. Si les souvenirs d'une amitié intellectuelle qui a si souvent prouvé sa constance efficace ne suffisaient pas, les échanges de professeurs et de savants, institués officiellement depuis quelques années, en seraient le témoignage définitif, et vous me pardonnerez de ne pas laisser cette occasion d'exprimer notre gratitude à ceux de vos hommes de science qui ont bien voulu venir chez nous, et aussi à ces auditoires d'élite qui, à Liége, accueillent les nôtres, et dont j'entendais encore tout récemment le doyen Sabatier, faire un éloge plein d'émotion. Dans l'avenir, trouverons-nous peut-être quelque formule plus précise encore pour échanger des travailleurs entre vos célèbres Instituts scientifiques et certains des nôtres. Mais, aujourd'hui, dans le cadre de ces sympathies éprouvées et des heureuses habitudes déjà prises, tout l'intérêt et tout l'honneur doivent revenir au Congrès.

J'ai donc pour mission particulière de féliciter l'Association pour son

excellente initiative et de remercier la Ville de Liége qui lui offre l'hospitalité.

L'Association, vous allez la voir à l'œuvre dans ses Grands jours. Elle est française de par son nom ; elle représente un grand effort scientifique français. Mais, dans ce groupement national, elle ne vit que pour l'avancement de la science. En elle se confondent toutes les bonnes volontés, d'où qu'elles viennent, pour la recherche de la vérité. La science, dit-on, n'a point de patrie, et cela est éminemment vrai des résultats qu'elle atteint et qui ont par définition même une valeur universelle : nuls savants n'en sont mieux convaincus que les savants français et belges, et ne le démontrent mieux par leur ardeur à connaître les recherches des savants étrangers et à répandre au dehors leurs propres découvertes, pour le bénéfice de l'humanité tout entière. Mais il y a, dans les méthodes de travail et d'échange, dans la conception plus ou moins idéale, plus ou moins morale du but à atteindre, des affinités, des parentés même qui justifient les sympathies, les préférences et associent comme spontanément les collaborations. C'est pour cette raison avant tout, j'imagine, que l'Association est venue vers vous et que vous l'avez si bien accueillie.

Et, n'en doutez pas, la réunion du Congrès à Liége est pour nous une garantie inestimable que l'Association est dans la bonne voie, elle est une consécration. Française de langue et d'amitié, la Ville de Liége a toujours eu une vie intellectuelle autonome, originale. Il m'est arrivé de fréquenter un peu ses vieux chroniqueurs et de goûter dès le lointain du Moyen-Age, la saveur du génie local. Maintenant, les richesses de votre sol peu à peu révélées, l'industrie de vos habitants, vous ont, d'autre part, orientés vers la science sous tous ses aspects. Et c'est parce que vous avez un sens si légitime, si profond, indélébile de votre originalité, que vous avez pu vous faire si hospitaliers. Et cette hospitalité même témoigne de toute votre confiance en nous. Nous venons donc avec vous et comme vous, parler chez vous le pur langage de la science, n'oubliant certes rien de ce qui ne peut être oublié, mais uniquement passionnés aujourd'hui pour la recherche en commun de vérités supérieures, également dévoués à un avenir de paix et de large compréhension scientifique.

Au nom du Ministre de l'Instruction Publique de France, en reconnaissance de la réunion ici de ce Congrès, je salue la Ville de Liége, symbole de dur travail et de noble progrès, et avec elle, la fière et savante Belgique, la Belgique d'hier et d'aujourd'hui, la Belgique de tous jours.

Charles LALLEMAND

Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut.
Délégué du Ministre des Travaux Publics de France.

MONSIEUR LE MINISTRE,

MESDAMES, MESSIEURS,

En me faisant le grand honneur de me désigner pour le représenter à cette séance inaugurale, le Ministre des Travaux publics de France a voulu donner une marque toute particulière de sa vive sympathie et de sa haute estime pour la fière Belgique, pour la province et l'héroïque Ville de Liège, comme pour sa brillante Université. J'ajoute, personnellement, qu'aucune mission ne pouvait m'être plus agréable.

C'est qu'en effet, ils sont très anciens et très étroits, les liens qui unissent les ingénieurs français avec les ingénieurs belges, — avec les ingénieurs wallons surtout. Très fréquentes également sont les visites de nos collègues dans cette région, qui abonde en ouvrages d'art, universellement regardés comme des modèles. La littérature technique est commune aux deux pays, et quantité d'ouvrages, dus à la plume savante d'ingénieurs belges, sont journellement consultés avec fruit par les nôtres.

L'Ecole supérieure des Mines de Paris et l'Ecole des Mines de Liége sont deux grandes écoles sœurs, et pas une année ne se passe sans que nombre de nos jeunes étudiants ne viennent, à leur sortie de l'Ecole, compléter leur instruction professionnelle dans le pays wallon, où l'art des mines et celui de la métallurgie ont atteint un si haut degré d'activité.

Récemment encore, la découverte du bassin houiller de la Campine a été, pour nos amis belges, l'occasion d'un nouveau succès. La traversée de puissantes nappes aquifères offrait, en effet, pour le fonçage des puits, des difficultés qui, partout ailleurs, eussent été jugées à peu près insurmontables. Mais vos techniciens, Messieurs, n'étaient pas hommes à se laisser ainsi arrêter. Stimulés par l'énormité même de ces difficultés, ne reculant devant aucune solution, si hardie fût-elle, ils ont réussi, pendant la durée même de l'occupation et sous la botte allemands, à triompher de tous les obstacles et à mener à bien leur téméraire entreprise. Ils ont droit à l'admiration du monde entier.

C'est toute cette communauté de travaux et de sentiments que ma présence ici a pour objet de souligner.

Au nom du Ministre des Travaux Publics de France, je forme, en terminant, le vœu que, dans l'avenir, entre nos deux pays, cette fraternité scientifique et technique se fortifie et se développe chaque jour davantage.

LA COOPÉRATION SCIENTIFIQUE

DISCOURS DE

M. Pierre VIALA

Membre de l'Institut. Président de l'Académie d'Agriculture de France.
Président de l'Association

MONSIEUR LE MINISTRE,

MONSIEUR LE GOUVERNEUR,

MONSIEUR LE BOURGMESTRE,

Aux souhaits de bienvenue que vous venez de nous présenter à l'ouverture de notre 48e Congrès et du 1er Congrès tenu, hors de France, en Belgique, et par prédilection à Liége, les délégués du Gouvernement français viennent de répondre avec l'autorité que leur donnent leur mission et leurs éminentes personnalités.

Au nom de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences et des nombreux Français qui ont répondu à notre appel, je vous exprime nos bien vifs sentiments de reconnaissance pour l'honneur que la Ville de Liége et son Université, la Wallonie et la Belgique nous font en accueillant notre Congrès dans un milieu où mes compatriotes se trouvent en communion d'idée et de pensée, et aussi d'idéal, avec leurs confrères de Belgique.

L'Université de Liége et tous les savants belges ont rendu les plus éminents services à la Science et à la recherche désintéressée. Des preuves en ont été données, tout à l'heure, par la parole autorisée des représentants du Gouvernement belge, par M. le Ministre de l'Instruction publique et des Arts, par M. le Gouverneur de la province de Wallonie, par M. le Bourgmestre de la Ville de Liége ; elles ont été confirmées par les représentants du Gouvernement français. Les beaux travaux de recherches scientifiques de ses savants sont un des patrimoines de la Belgique auquel la France a toujours rendu hommage et justice.

Les savants français sont particulièrement heureux de venir renouer ici, dans cette belle cité si accueillante pour tout ce qui est français, la chaîne ininterrompue de leur constante union de collaboration et

d'estime réciproque, qui n'a jamais été ternie par aucun sentiment de bas dénigrement et d'orgueil national qui caractérisent le peuple vaincu d'au delà nos frontières.

Lorsque les premiers pourparlers furent ouverts pour la tenue de l'un de nos Congrès hors de France, un peu d'hésitation statutaire se produisit au sein de notre Conseil de Direction. Mais, bientôt, notre joie fut grande de connaître que si la tradition nous imposait l'obligation de tenir, en principe, nos assises dans les villes universitaires de France, du moins aucun texte de nos statuts ne nous interdisait de faire une exception à cette habitude. Et, bien vite, fut acceptée par notre Conseil la décision de répondre affirmativement à l'invitation de l'Université de Liége. La dernière Assemblée générale, tenue en 1923, au Congrès de Bordeaux, ratifia cette décision à l'unanimité.

Dans cette dérogation à nos traditions, veuillez voir surtout l'expression de l'estime, aussi bien que de l'amitié des membres de notre Association pour vos savants, pour l'Université de Liége, pour la Wallonie et sa capitale, et pour toute la Belgique.

Nous sommes, je vous en donne pour tous l'assurance, patriotiquement fiers que notre premier Congrès hors de France tienne ici ses assises. Les souhaits de bienvenue que nous venons d'entendre, et qui ne nous surprennent pas, ne font qu'accentuer cette fierté confraternelle. Nous sommes aussi très touchés que le Gouvernement de la Belgique, — Sa Majesté le Roi Albert Ier n'ayant pu, par suite de circonstances indépendantes de sa volonté, honorer, comme il le désirait, de sa présence cette séance d'ouverture du Congrès, — ait bien voulu se faire spécialement représenter par son sympathique et compétent Ministre de l'Instruction publique et des Arts.

Le Gouvernement de la République française donne, en ce jour, à la Belgique, un haut témoignage de sa grande sympathie en déléguant à ce 48e Congrès, — ce qui ne fut jamais précédemment, — des personnalités éminentes pour représenter le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, le Ministre des Travaux publics, le Ministre du Travail, le Ministre de la Guerre, le Ministre de la Marine ; notre Association lui en est particulièrement reconnaissante. Je me permets de souligner cette exception faite par le Gouvernement français pour la Ville de Liége et pour la Belgique.

J'exprime l'espoir, et j'ai la conviction que notre Congrès, que j'ouvre en ce moment, répondra par les résultats de ses travaux et les services rendus à la Science de nos deux nations, à la confiance et à la sympathie si touchantes qui nous sont manifestées.

Mesdames, Messieurs,

L'Association Française pour l'Avancement des Sciences célébrera bientôt son cinquantenaire. Elle aura la fierté de constater que les principes qui ont été établis à sa création ont été constamment main-

tenus dans les mêmes directives. Les seuls noms associés de ses fondateurs : Claude Bernard, Broca, Combes, de Quatrefages, Wurtz, Friedel, Frédéric Passy..., sont l'expression des idées fondamentales qui ont toujours régi son action continue. Ces grands noms sont comme un emblème posé à son berceau.

C'est une œuvre constante de décentralisation et de démocratie scientifiques que poursuit l'Association Française pour l'Avancement des Sciences. Ses congrès en sont l'armature et le puissant levier pour réaliser ce but de vulgarisation populaire et d'entr'aide scientifique.

En tenant ses congrès dans les diverses villes, elle veut permettre aux savants isolés, chercheurs méritants, souvent ignorés, de produire au grand jour leurs recherches et de les faire apprécier par les spécialistes de nos Universités. Combien de découvertes remarquables de pure science eussent été, sans cela, ignorées, et combien de modestes travailleurs, amoureux de la Vérité, n'auraient-ils pas hésité à publier leurs travaux et à les soumettre à la discussion des compétences. Cette œuvre d'encouragement et de décentralisation scientifique, à caractère vraiment démocratique, est un des rôles qu'a le mieux rempli notre Association.

Un autre des buts constants qu'elle a poursuivis a été, par les conférences de ses congrès ou hors de ses congrès, de diffuser la Science dans les masses populaires, de la faire aimer et d'en faire comprendre les hautes vues désintéressées et son action déterminante pour tous les progrès industriels, économiques et sociaux. Cette action de propagande dans le peuple est celle pour laquelle nous avons tous la foi la plus profonde.

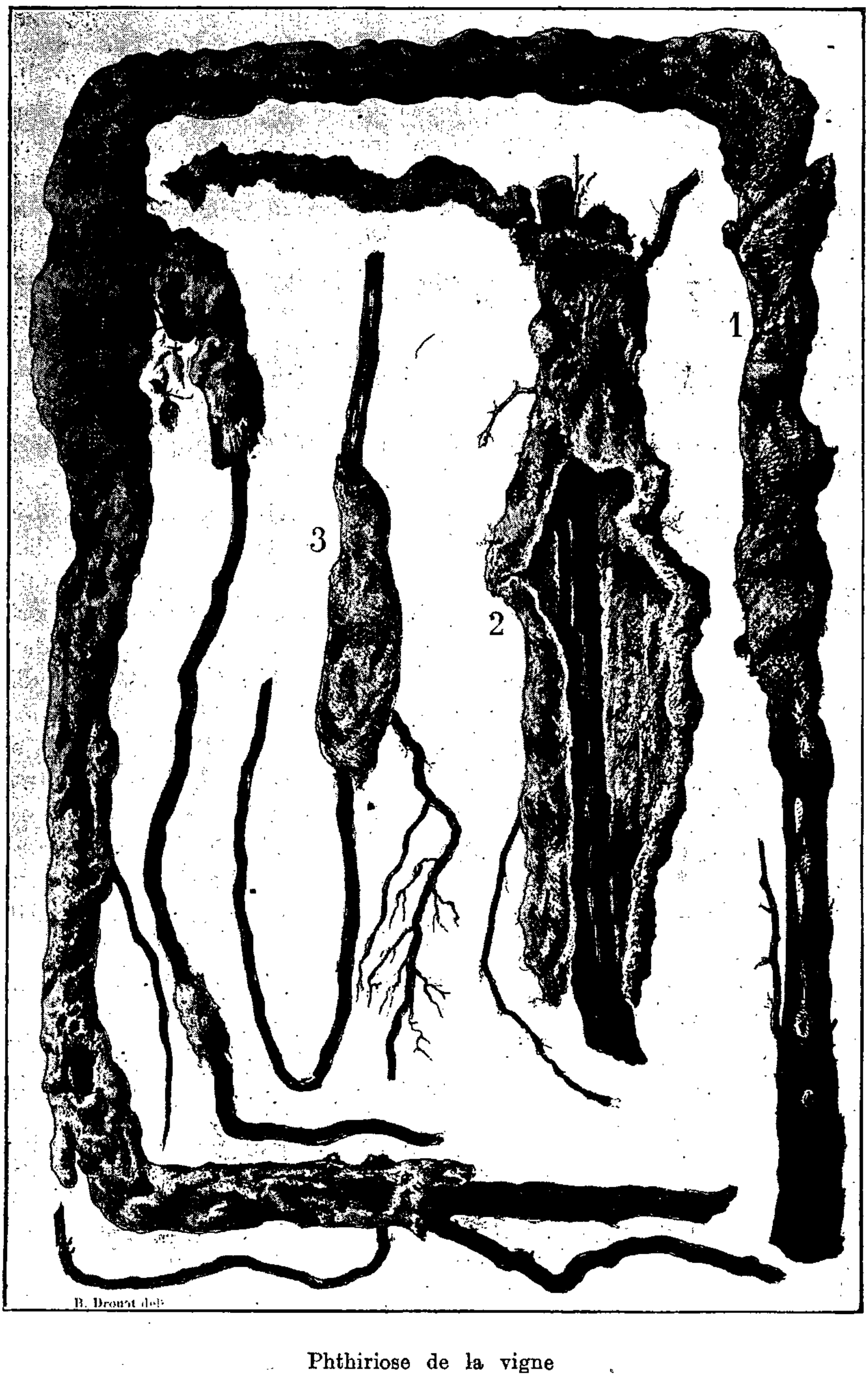
En créant des relations et en mettant en contact, dans ses congrès, les savants qui s'occupent des nombreuses parties de la Science, où chacun d'eux est aujourd'hui forcément spécialisé, elle favorise l'échange indispensable des idées et prépare une coopération actuelle ou future, la plus efficace pour le progrès scientifique. Sans doute, dans nos grands centres universitaires, comme Liége ou Paris, tout chercheur peut compléter sa documentation; mais, il ne peut en être ainsi dans la majorité des cas.

D'ailleurs, les savants de nos diverses Universités, françaises ou étrangères, ne s'ignorent plus, grâce à nos congrès, où ils viennent, en se liant, jeter le germe de cette coopération scientifique sans laquelle bien des questions, souvent complexes, ne pourraient jamais être résolues.

C'est cette nécessité de la Coopération scientifique que je voudrais illustrer par un exemple, tiré de mes travaux de recherches, puisqu'ainsi l'impose à son président la tradition de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences.

L'histoire que je vais vous narrer vous paraîtra presque un roman. Mais un roman vrai que cette Association, cette symbiose, ce mariage si vous voulez, d'une Cochenille et d'un Champignon, roman si fécond

par les déductions historiques et géographiques qui en sont résultées. C'est grâce aux méthodes pasteuriennes et à la collaboration de géographes, de géologues, d'entomologistes, d'historiens, d'hébraïsants et



Phthiriose de la vigne

de talmudistes, — vous le voyez, la revue en est longue, — qu'avec mon ami M. L. Mangin, ancien président de l'A. F. A. S., membre de l'Institut, directeur du Muséum d'Histoire naturelle, nous avons pu résoudre une des questions les plus discutées d'après les textes de la Bible et du Talmud, celle qui est relative au changement de climat survenu en Palestine depuis les temps hébraïques. Notre Cochenille blanche (le *Dactylopius vitis*) dans son mariage avec le Champignon (*Bornetina Corium*) a mis d'accord tous nos nombreux coopérateurs en Science.

Pour bien comprendre cette étonnante histoire d'association, ou plutôt cette histoire romanesque, je dois vous parler du climat actuel comparé au climat ancien de la Palestine surtout et de la Syrie.

La Palestine, où il ne tombe souvent que 30 centimètres d'eau et, au plus, par exception, 60 centimètres dans l'année, est, à l'époque actuelle, un pays aride dans presque toutes ses régions, un pays où la production agricole, à cause de la sécheresse persistante et de la forte chaleur, est infime et infériorisée en comparaison des régions agricoles les plus pauvres que nous connaissions. L'arrosage, rare d'ailleurs, permet seul d'obtenir des productions ordinaires. La maturation du blé et de tous les fruits y est, par suite, actuellement très précoce. Je n'insisterai pas davantage sur ces données actuelles du climat palestinien.

Or, il n'en était pas ainsi aux temps hébraïques et d'après les textes sacrés et les documents historiques.

Ainsi, l'historien de la Palestine, S. Munck (1) estimait la population de ce pays, à l'époque des Hébreux, à cinq millions d'habitants pour la Judée, chiffre qui était encore de quatre millions au temps de Titus. Strabon dit que les seuls territoires de Jamnia et de Joppe (Jaffa) pouvaient armer 40.000 hommes. Il fallait donc, pour nourrir une population aussi dense, que les produits agricoles fussent autrement abondants sous un climat moins sec et un sol moins aride que ceux de l'époque actuelle.

Elisée Reclus, étudiant le climat de la Palestine, dit que l'aspect actuel du pays semble prouver que ces contrées « découlant de lait et de miel » avaient jadis un climat plus humide. Il ajoute : « Les auteurs anciens s'accordent à dire que la Palestine était couverte de forêts sur une grande partie de son étendue ; maintenant, elles ont entièrement disparu. »

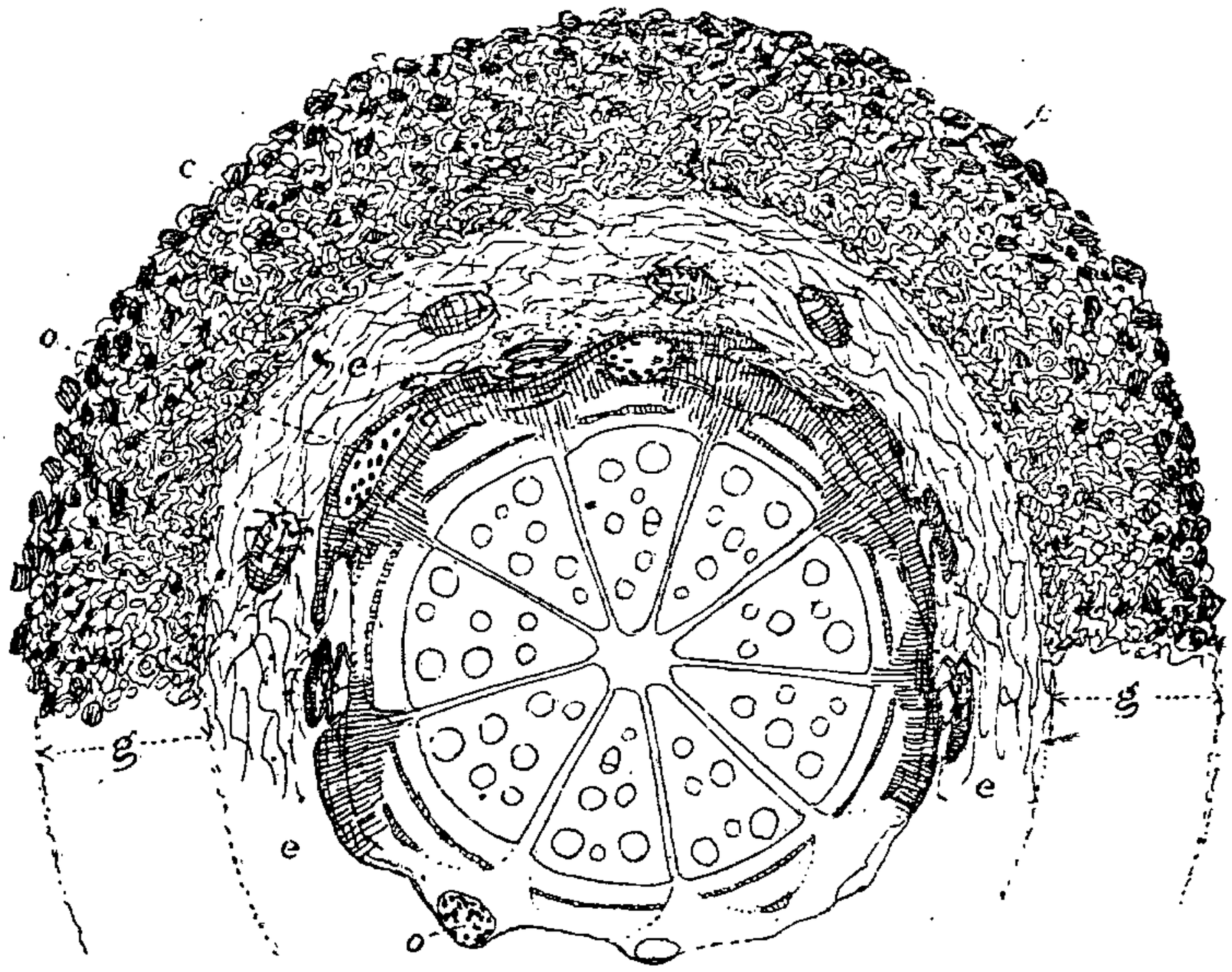
Dans la *Vie de Jésus*, notre grand Renan écrit : « La Galilée était un pays très vert, très ombragé, très souriant, le vrai pays du Cantique des Cantiques et des chansons du Bien-Aimé... » et il ajoute : « L'horrible état où le pays est réduit, surtout près du lac de Tibériade, ne doit pas faire illusion. Les bains de Tibériade, qui sont aujourd'hui un

(1) Voir pour toutes les citations: L. Mangin et P. Viala: La Phthiriose, Paris, 1903.

affreux séjour, ont été autrefois le plus bel endroit de la Galilée. Josèphe vante les beaux arbres de Génésareth, où il n'y en a plus un seul. Antonin Martyr, vers l'an 600, cinquante ans par conséquent avant l'invasion musulmane, trouve encore la Galilée couverte de plantations délicieuses et compare sa fertilité à celle de l'Egypte... »

Les découvertes archéologiques faites dans le désert de Syrie de restes de villes importantes, concordent avec ces données de l'histoire et semblent bien prouver que, là comme partout où il est passé, le musulman a anéanti les forêts.

Ce changement du climat de la Palestine, qui tient ainsi à des causes locales (déboisement), est, d'autre part, confirmé par M. A. de Lapparent, le géologue si estimé, membre de l'Institut, qui avait étudié cette



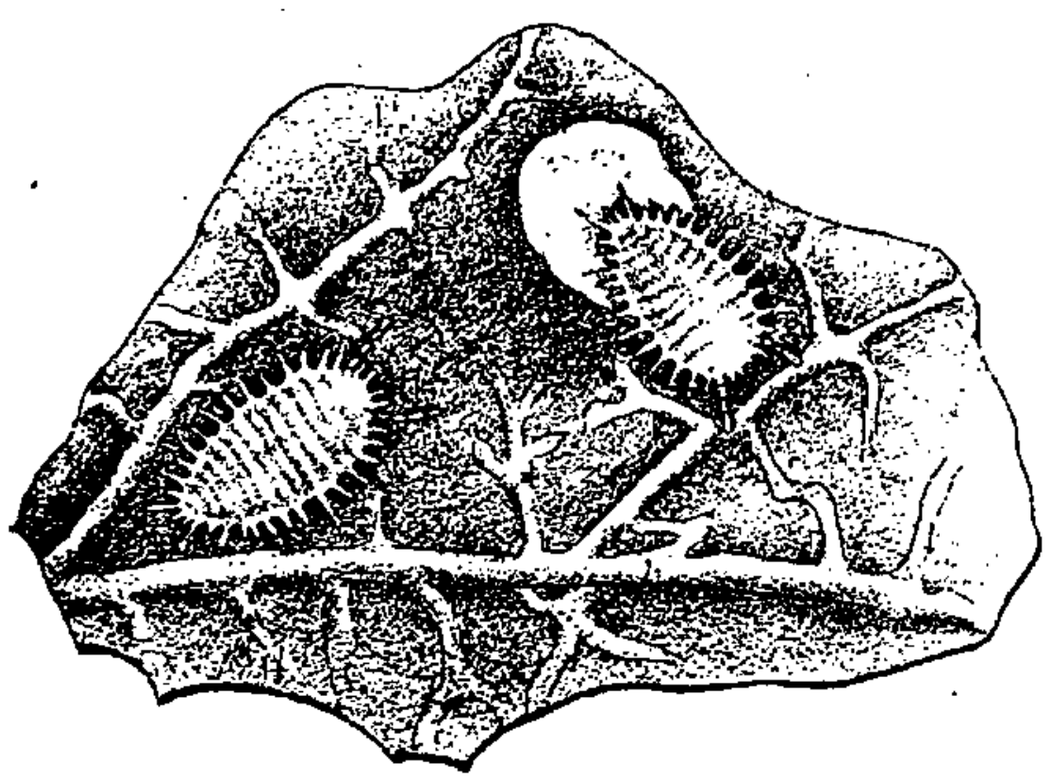
Section transversale (mi-théorique) d'une racine phthiriosie montrant la gaine formée par le *Bornetina Corium* et l'espace annulaire habité par les Dactylopius; g. gaine mycélienne; e. espace annulaire habité par les Cochenilles; c, o, galeries creusées par les Acariens et remplies d'excréments.

question sur notre demande. D'après lui, la modification de ce climat tiendrait, en outre, au dessèchement progressif des régions de l'Asie centrale et orientale dû aux vents desséchants du Sud-Ouest qui balayent tout l'Ancien Monde en écharpe, à travers la Perse, la Syrie, la Palestine, l'Egypte et le Sahara... où toutes les nappes d'eau qui existaient à la fin des temps tertiaires ont été peu à peu asséchées par ces vents.

Un autre fait agricole qui corrobore ceux-ci est relatif à l'époque de maturation du blé et surtout de la vigne. La fête des Tabernacles ou des Cabanes, dont parlent souvent et la Bible et le Talmud, indiquait,

pour les Hébreux, « la fin de toutes les récoltes, la rentrée de tous les fruits des arbres et de la vigne ». Cette fête coïncidait avec les premiers jours d'octobre. C'était donc fin septembre qu'avaient lieu les vendanges et que mûrissaient les raisins. Or, les fruits des variétés de vignes indigènes (cépages) de la Palestine y sont actuellement mûrs au plus tard en août, souvent fin juillet, bien avant la fête des Tabernacles, sous un climat actuel devenu plus chaud et surtout plus sec.

Mais ces quelques données déductives de l'histoire, prises parmi beaucoup d'autres, ont certes la valeur de tout document historique et sont susceptibles de critiques et d'argumentations suscitant des opinions diverses ; le Talmud et les Talmudistes surtout ne s'en privent pas !

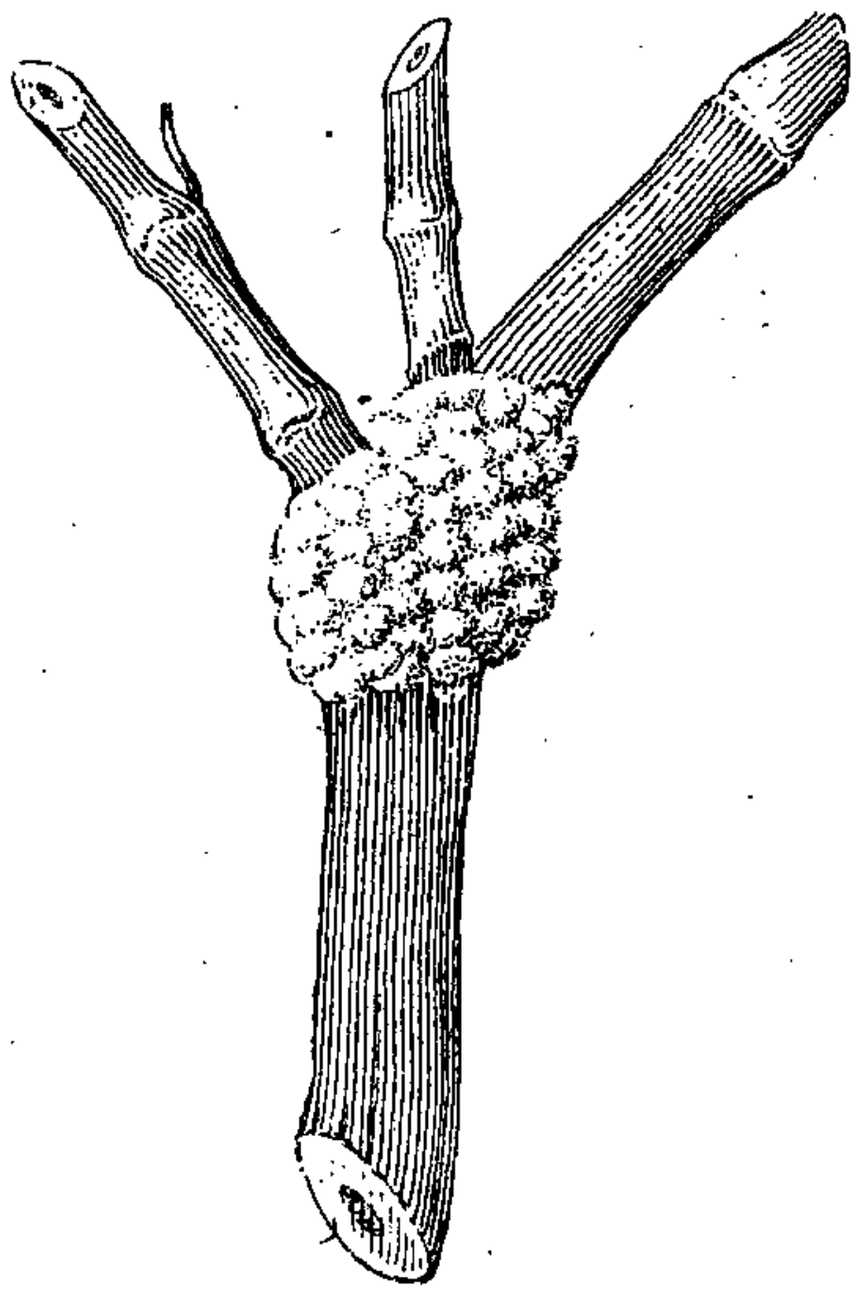


Fragment de feuille de vigne avec Cochenilles (d'après Velery Mayet).

La biologie de notre Cochenille blanche, du *Dactylopius vitis*, apporte des faits d'expérience qui confirment pleinement les données sur le changement du climat palestinien et les asseoient sur des bases expérimentales décisives, les seules qu'admette et reconnaisse la vraie science. C'est cette histoire curieuse et attachante que je voudrais vous présenter à la lumière du laboratoire ; elle intéresse les naturalistes, mais aussi les géographes et les historiens, dont elle confirme les données et les conclusions.

Le *Dactylopius vitis* est un fort joli insecte ; il est d'une blancheur de fiancée avant sa liaison égoïste avec l'étonnant Champignon, le *Bornetina Corium*. Son vêtement (tégument), mince comme un voile, est orné de mille arabesque proéminentes et couleur de lys sur fond d'ivoire; sa parure est plus ornementée encore en Palestine qu'en Europe : notons-le. Mais, sur tous les continents, combien est sensible cette peau délicate, la moindre sécheresse l'impressionne ; et toute la pensée de notre Cochenille blanche est de se prémunir des moindres rides que la chaleur ou l'atmosphère sèche pourraient provoquer sur son revêtement neigeux. Elle fait des prodiges dans ce but, même en Europe. Mais, son mariage palestinien, par lequel elle a enchaîné, en l'entretenant, le *Bornetina*, est la plus complète expression de cette crainte invincible de la chaleur sèche.

Le *Dactylopius vitis* habite, sur les vignes, toutes les régions maritimes de l'Europe, de l'Afrique et de l'Asie. Mais elle ne s'éloigne jamais des bords de la mer où elle trouve un état hygrométrique assez élevé et qui ne peut froisser ou rider sa peau délicate et sensible. On la trouve sur les bords de la mer Noire et de la mer Morte, sur tous les bords de la Méditerranée et de l'Océan, dans les régions assez chaudes : en Portugal, dans le Sud de la France, en Algérie et en Tunisie, au Caucase, où elle a été spécifiée par A. Nedzelsky. Dans les vignobles maritimes de l'Europe ou de l'Afrique, elle vit sous les feuilles ou sur les raisins protégés du soleil direct par le feuillage supérieur. Là, sur les feuilles surtout, elle pique en dessous le tissu et la sève abondamment



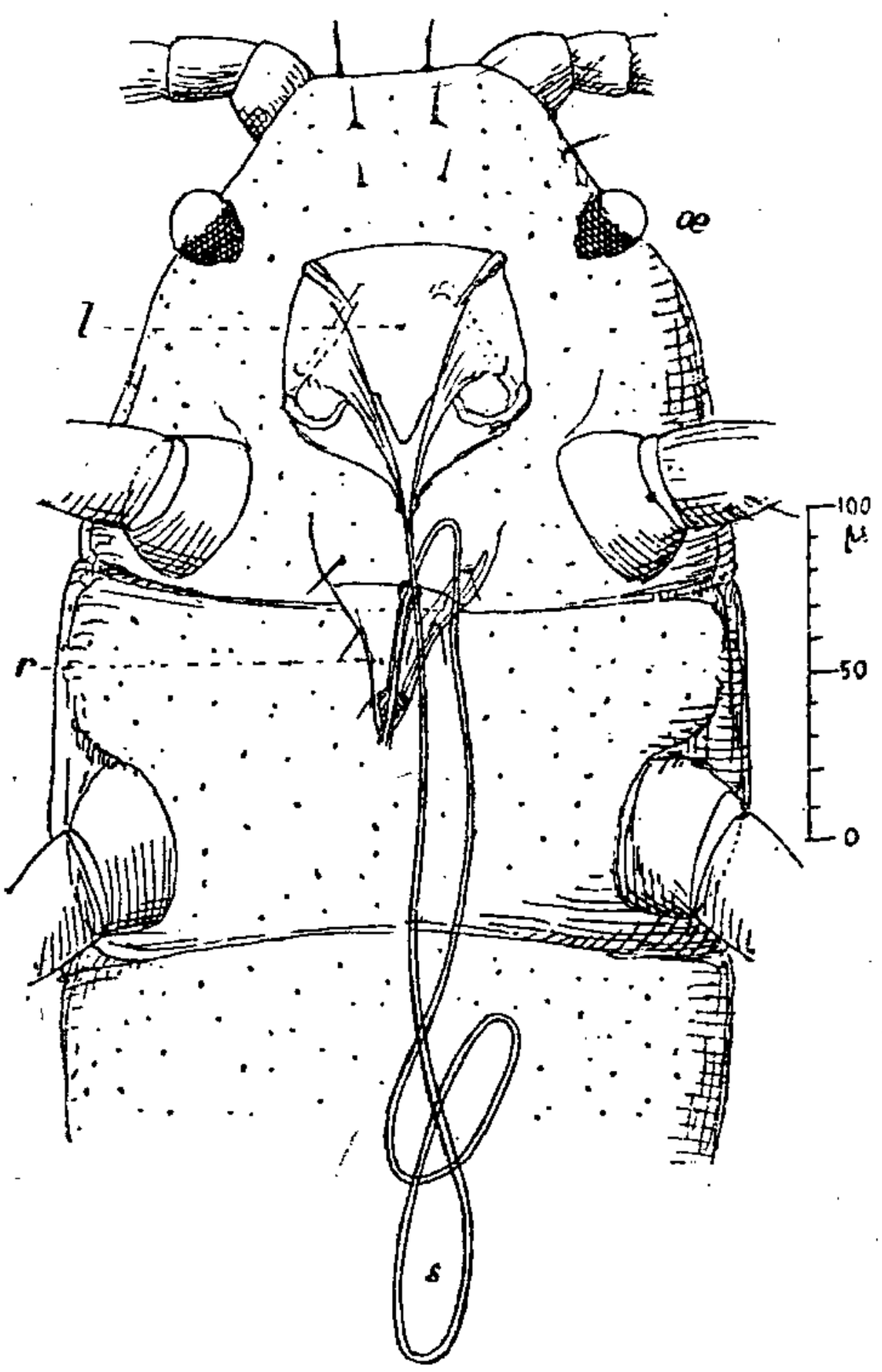
Dactylopius Vitis de Tunisie; Cochenilles agglomérées à la base des ramifications d'un rameau.

puisée est dégorgée à travers son tube intestinal sous forme d'un liquide glucosé qui, en tombant sur la face des feuilles inférieures, leur donne un aspect vernissé. L'aspiration et le dégorgement de ce liquide sont tellement intenses que le sol, en Tunisie par exemple, paraît comme arrosé sous les ceps envahis ; ce liquide sucré est particulièrement favorable au développement de divers champignons saprophytes, tel la Fumagine, qui noircit les organes de la vigne et, parfois, par son exubérante prolifération, en mettant obstacle à leur respiration, les déprime gravement. Ce parfait milieu de culture pour un champignon est à retenir.

Cette horreur du *D. vitis* pour une atmosphère sèche se dessine déjà dans le vignoble français ou européen; car, lorsque les vignobles sont un peu éloignés de la mer, on ne le trouve que sur les vignes cultivées

contre les murs (treilles) et seulement à l'exposition du Nord. Mais elle est manifeste surtout en Tunisie, à climat chaud et sec, et aussi certaines années en France (Gironde 1893) lorsque le temps sec est persistant. Notre Cochenille cherche, dans ces deux cas, un refuge extrême, pour ne pas être détruite, en descendant vite dans le sol et en se fixant sur les grosses racines, où elle passe la mauvaise saison au lieu de la passer sous les écorces lacérées de la tige.

D'ailleurs, une expérience précise de laboratoire a bien mis en lumière cette crainte instinctive de la blanche Cochenille pour l'atmosphère chaude et sèche. Nous avons élevé, sur des ceps de vigne en pots, une première série de *Dactylopius* venus de Palestine et, dans un autre



Dactylopius femelle vu par la face ventrale : *œ*, œil; *l*, labre; *r*, rostre; *s*, stylets; cette figure montre les détails d'organisation de l'appareil de succion et les stylets sont représentés par un double trait.

essai, le même insecte récolté en France. Les élèves palestiniens ont été, d'après leur habitat actuellement normal, déposés dans le sol sur les racines ; les européens ont été déposés sous les feuilles où ils vivent à leur état habituel. Par un dispositif spécial, l'atmosphère de la salle d'expérimentation a été maintenue à un état hypométrique assez élevé et à une température moyenne (20 à 25°). Le *D. vitis*, originaire de

France, a continué à vivre à la face inférieure des feuilles ; mais le palestinien, mis sur les racines, est remonté, au bout de peu de jours, sur les rameaux et sur les feuilles.

Une contre-expérience, dans une atmosphère progressivement desséchée à la même température, a provoqué un phénomène bien démonstratif : toutes les Cochenilles des deux groupes se sont agitées et sont toutes peu à peu descendues dans le sol, sur les racines.

Ces préliminaires étaient indispensables pour comprendre le roman si curieux du ménage de notre blanche fiancée avec son associé Champignon, le *Bornetina*.

Mais, je n'oublie pas que c'est de Coopération scientifique que je vous entretiens pour en démontrer la nécessité impérieuse dans la résolution des problèmes complexes. La suite vous prouvera que je ne m'écarte pas de mon sujet.

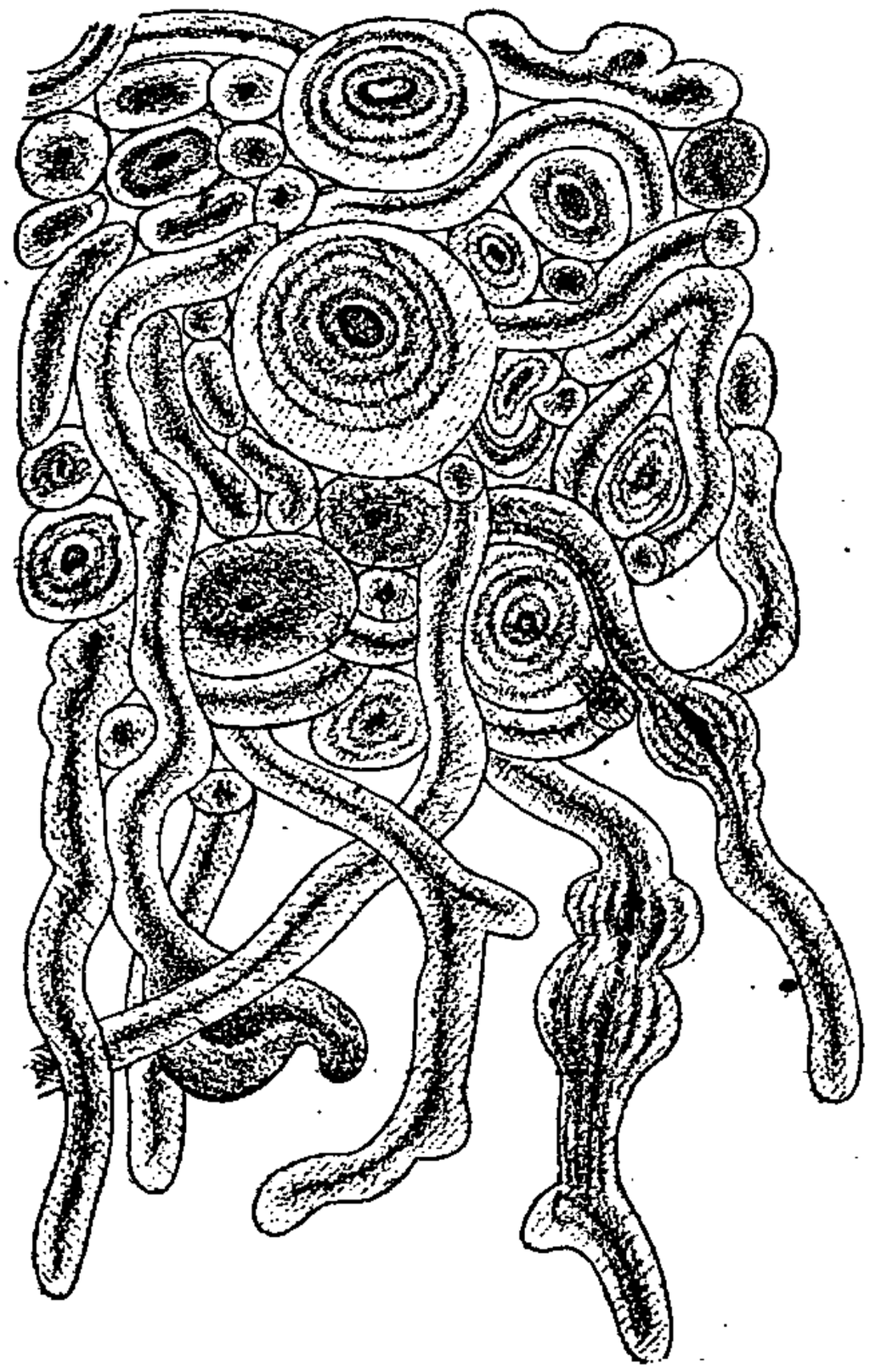
Le *Dactylopius* a existé de tout temps en Palestine. L'interprétation des textes hébreux de la Bible et du Talmud ne laisse aucun doute à cet égard, le *tola'at* des Hébreux est bien notre Cochenille blanche. Pour en avoir la preuve indiscutable, nous avons dû avoir recours, dans l'interprétation des textes de la Bible (Deutéronome) et du Talmud Babli, si difficiles souvent à éclaircir, à cause de la massore, à la collaboration d'éminents spécialistes. Et ce ne fut pas une de nos moindres satisfactions morales que de voir un évêque, professeur à la faculté catholique de Paris (Monseigneur Graffin), un rabbin de Paris (M. G. Weill) et divers rabbins de Palestine, un membre du Consistoire protestant de Paris, spécialisé en massore, associer, en communauté de travail et de pensée, leur haute compétence pour résoudre une question qu'il ne nous eût pas été possible d'éclaircir.

Le texte de la Bible, confirmé par les longs développements du Talmud, dit : « Tu planteras la vigne et tu la travailleras, mais tu ne boiras pas le vin, parce que le ver (le tola'at) la mangera. » Les prières de la fête des Tabernacles, où l'on invoque Dieu pour la pluie, ajoutent « ...préserve la vigne du tola'at ». C'est encore le ver que Dieu envoie au prophète Jonas dans le désert pour le punir de ses plaintes et détruire la plante (le quiquayon) qu'il avait fait pousser pour l'abriter des rayons ardents du soleil.

Divers auteurs grecs (Strabon), latins, et des écrits des X^e^, XI^e^ et XII^e^ siècles, dont il serait trop fastidieux de rapporter les textes qui ont été traduits et interprétés pour nous, par de savants spécialistes en grec, en latin et en linguistique, confirment les textes sacrés et la gravité en Palestine du ver ou Cochenille blanche. Ils sont aussi tous confirmés par des textes ou des traditions orales recueillies (Comte Berton) sur les données de son traitement au moyen de l'huile extraite de l'asphalte de la mer Morte (Catraneum). Le procédé consistait à enduire la tige et les bras de la souche pour empêcher le ver, par cette glu nauséabonde,

de monter du tronc, où il hivernait alors, sur les rameaux et les feuilles qu'il épuisait en les piquant.

La Cochenille vivait donc bien, aux temps anciens, sur les rameaux, les feuilles et les fruits pendant la période végétative de la vigne. Or, comme je le disais, on ne la trouve plus aujourd'hui sur les organes



Portion de la masse de cuir mycélien située à la face supérieure, en contact avec les liquides de culture.

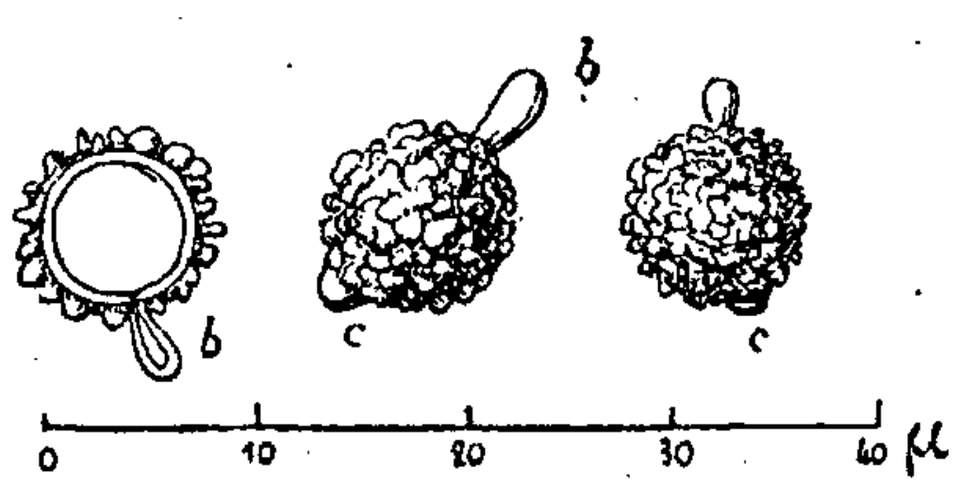
aériens de cette plante. On ne l'a observée, sur notre demande et pendant vingt années d'observations, qu'une seule fois, en 1907, lorsque de grandes pluies exceptionnelles et assez continues, eurent lieu au printemps ; mais, dès fin mai, elle s'était réfugiée dans le sol pour se mettre à l'abri de la sécheresse et de la chaleur.

Mais, même dans le sol, presque toujours sableux (vignoble), brûlant et desséché de la Palestine, elle ne se trouve pas suffisamment à l'abri de la sécheresse et de la chaleur. Et c'est pour s'en garantir avec certitude que notre blanche Cochenille forme cette étonnante association, et contracte ménage avec le Champignon, le *Bornetina Corium*.

Celui-ci fut bien intrigant pour nous ; sa nature et son organisation, qui ne correspondaient à rien de connu ne purent être éclaircies que par les méthodes pasteuriennes de culture en milieux artificiels, qui l'impressionnaient d'ailleurs d'une façon surprenante et modifiaient, par les dominantes de ces milieux, son aspect et sa constitution. Jusqu'à son isolement en milieu artificiel par une méthode particulière d'ensemen-

cement (bouturage), nous restâmes assez longtemps à nous demander si cet organisme était d'origine animale et ne résultait pas d'une excrétion de la Cochenille. D'autant qu'il constituait des masses énormes à zones d'accroissement bizarres. La vraie nature mycologique fut définitivement fixée par les organes de reproduction et par les graines (spores) de couleur chocolat, mais à modalités de caractère et d'évolution qui nous ont obligé à créer un grand groupe nouveau pour cette espèce, seule jusqu'à ce jour connue. Je retiendrai seulement que c'est cette formation de spores (ou graines) obtenues une première fois par les cultures en laboratoire, qui nous a permis d'éclaircir cette symbiose si particulière d'un Insecte et d'un Champignon et de comprendre que l'un sans l'autre ne pourraient vivre.

Et voici le dénouement de cette idylle biologique. Sur les racines, le *Dactylopius* fait comme sur les feuilles ; il les pique et dégorge un abondant liquide sucré, aux dépens duquel se développe, avec une luxuriante végétation, le *Bornetina*. Celui-ci forme un énorme feutrage blanc



Spores naturelles : *b*, manche ; *c*, calotte.

nacré et consistant comme du cuir, qui enveloppe les racines, les plus grosses comme les plus petites, et remonte souvent sur le tronc souterrain en volumineuses masses, qui entourent, comme d'une gaîne, et racines et tiges. Mais la masse dense, feutrée et imperméable du mycélium du Champignon, n'adhère aucunement aux organes qu'il englobe sans discontinuité ; il n'est comme collé au bois qu'aux extrémités des diverses gaines. Elle laisse toujours un vide entre les racines et sa paroi interne. C'est dans cette chambre nuptiale et close que pullule et circule la Cochenille, à l'abri de l'air desséchant du sol et de la chaleur, et qu'elle irrigue et alimente par ses piqûres la demeure close que continue à construire ou à renforcer le Bornetina. Sans la Cochenille, le Bornetina ne pourrait prospérer, faute de nourriture ; sans le Bornetina, le Dactylopius périrait de sécheresse et de chaleur. Ils sont donc obligés de faire bon ménage aux dépens de la vigne qu'ils exploitent et qu'ils tuent à leurs fins.

Mais que vont-ils devenir lorsque le cep sera épuisé et périra. La bonne harmonie, dans la lutte pour la vie, va continuer. Pendant la période hivernale, lorsque la vigne morte ou presque épuisée, ne peut plus fournir d'aliments au Dactylopius, et par suite, par lui, au Bornetina, la Cochenille blanche, au corps si artistement orné, sommeille ;

elle maigrit même un peu, ce qui accentue ses ornements. Lentement, le Bornetina se dessèche; petit à petit, l'épaisse trame mycélienne, n'étant plus irriguée par les dégorgements de l'insecte, se rétrécit peu à peu, jusqu'au printemps, au retour du fonctionnement du système radiculaire. Cette dessiccation fait que la trame mycélienne se fend et laisse ainsi des ouvertures par lesquelles la Cochenille migrera sur les racines des ceps voisins non encore attaqués. Mais, — et voyez combien tout est admirablement agencé pour cette vie commune, — vers la fin de la dessiccation du cuir mycélien, sa surface interne se couvre abondamment de spores, couleur brun foncé. Et, en sortant de sa demeure, désormais inhabitable, car elle y périrait de faim, la Cochenille frotte la paroi interne rétractée sur les racines, et emporte sur ses ornements des quantités de spores. C'est sa nouvelle maison que la graine du Champignon, irriguée par elle, reconstruira à nouveau. Et le joli roman du bon ménage de ma Cochenille et de mon Champignon est terminé. Il se prolonge depuis des siècles, depuis que le climat de la Palestine a changé, et est devenu plus sec et plus chaud après l'époque hébraïque.

Je me demandais en pensant à cette aide mutuelle, en harmonie parfaite, de la Cochenille et du Champignon, qui ne pourraient vivre l'un sans l'autre, si ce n'était pas une image qui rappellerait celle de nos deux nations qui auraient été anéanties si l'aide mutuelle ne les avait sauvées de la sécheresse de cœur et d'intelligence du Boche.

Mais cette diversion ne peut me faire oublier que notre jolie Cochenille blanche, malgré toute la sympathie que j'ai peut-être provoquée pour elle, est une perfide, car si elle nourrit son compère Champignon, c'est au dépens de la vigne qu'elle tue ! Heureusement que notre vignoble européen n'a aucunement à la redouter sur les racines. Et si jamais elle venait établir son ménage dans nos contrées, elle serait bien vite et bien facilement combattue par les vapeurs de sulfure de carbone injectées dans le sol au moment de sa migration, au printemps, de sa première à sa nouvelle demeure. La lutte, favorisée ainsi par l'étude biologique de l'insecte, a été décisive contre lui en Palestine.

C'est d'ailleurs grâce à la Science que toutes les maladies de la vigne, en Europe et dans les autres pays du monde, ont pu être combattues, et que nos vignobles, menacés à plusieurs reprises, d'anéantissement par le Phylloxéra, le Mildiou, l'Oïdium, le Black Rot, la Pourriture grise, le Pourridié... ont été sauvés. Les viticulteurs reconnaissent, avec gratitude, ce rôle prééminent de la Science dans la victoire remportée contre tous les parasites qui ont assailli leur culture.

Je suis certain que les Belges, amateurs et connaisseurs des grands vins français, partagent cette reconnaissance pour la Science viticole. J'ai plaisir, personnellement, à me rappeler que c'est à Hoyelaert et à Grunendaed, dans cette belle région à raisins de primeurs, la plus florissante et aujourd'hui presque unique dans le monde, que c'est sur la

table des viticulteurs belges des forceries que j'ai peut-être le mieux compris les vers du poète et trouvé le mieux :

« ...le réconfort divin
Dans le rouge baiser, frais, d'un verre de vin... »

C'est dans ce baiser, le meilleur antidote de l'alcoolisme, que nous trouverions à nouveau, s'il le fallait, — comme l'ont fait nos poilus avec le pinard, — le réconfort de notre union, vraie symbiose d'indépendance patriotique, qui fit et ferait toujours primer l'honneur et la foi dans la parole donnée, — par votre roi et par vous tous magnifiés, — et primer aussi le droit sur la force brutale que veut ignorer la vraie Science, source féconde de progrès social pour l'Humanité.

Et ainsi se trouverait réalisée, à nouveau, la belle devise de notre Association :

« Par la Science, pour la Patrie »,

par la Science pour la Patrie belge, par la Science pour la Patrie française !

CONFÉRENCES
FAITES AU CONGRÈS DE LIÉGE

Marcel FRAIPONT
Directeur général des Cristalleries du Val Saint-Lambert

CONFERENCE SUR LE VERRE

30 juillet 1924 (1)

MESDAMES, MESSIEURS,

Vous n'entendrez, ce soir, ni un savant apportant une précieuse contribution à l'avancement des sciences, ni un patient compilateur refaisant pour la n^me^ fois l'histoire de la verrerie depuis le déluge, ni même un technicien s'évertuant à vous initier aux procédés et aux secrets de la fabrication.

Je ne vous apporte que les réflexions d'un simple observateur qui, par ses fonctions, a constamment sous les yeux ce curieux composé qu'on appelle le *verre*.

Je ne vous cacherai pourtant pas la confusion que j'éprouve à traiter un tel sujet devant un auditoire comptant bien des princes de la science. Je me serais certainement récusé, si je ne m'étais persuadé que cette causerie, en dehors du programme du Congrès, ne pouvait être qu'une distraction récréative, sans aucune prétention scientifique.

Je vais donc vous parler du Verre, du Cristal.

Vous êtes-vous déjà demandé ce que serait le monde, ce que deviendrait l'humanité, son confort, son agrément, les progrès de la science, si le verre n'existait pas ?

Que seraient nos habitations sans carreaux, qui, tout en nous protégeant du froid et des intempéries, laissent pénétrer en abondance la lumière du jour ?

(1) Cette causerie qui n'a pas été sténographiée n'est reproduite ici qu'en résumé et par extraits.

Que seraient-elles le soir, et que seraient les rues et les salles de réunions et de spectacles, sans les appareils d'éclairage dont le verre est le facteur essentiel ? Nous en serions peut-être encore réduits aux bougies, à la flamme papillon du gaz, à l'étincelle électrique ou d'acétylène en plein air.

Que seraient les modes rapides de locomotion dont nous faisons un usage quotidien : les voitures de chemin de fer sans glaces, les locomotives sans écrans, sans lanternes, les automobiles sans brise-vent et sans phares, sans même les lunettes du chauffeur ?

Nous n'aurions pas ce petit appareil si utile qui nous permet de garder les souvenirs de nos voyages, l'appareil photographique. Nous n'aurions pas la joie des grands et des petits : le cinéma.

Et où en seraient les progrès scientifiques, sans les télescopes, sans les microscopes, sans la radiographie ? Le verre, sous forme de lentille, de prisme ou de miroir est l'élément primordial de tous ces instruments de recherche ou d'expression.

Galilée, Copernic, Newton, Pasteur auraient-ils pu, comme ils l'ont fait, enrichir si merveilleusement et si utilement le savoir humain ?

Et le charme de nos demeures ne serait-il pas singulièrement amoindri, si nous ne possédions pas la vaisselle de table en cristal clair, les lustres et les girandoles et les glaces et les miroirs ?

Mais quelle est donc la vertu qui donne au verre ce prestige, qui en fait un précieux agent de progrès, de confort et de jouissance ?

C'est, avant tout, son étonnante transparence. Il est presque le seul corps solide qui soit diaphane.

Mais pourquoi le verre est-il transparent ?

Voilà une singulière question qui rappelle celle qu'une charmante auditrice posait à un savant, à l'issue d'une conférence sur la formation des gisements de houilles : « Me diriez-vous bien, Monsieur, pourquoi le charbon est noir ? »

Le conférencier en resta bouche bée.

Et pourtant, la question de la transparence du verre ne me paraît pas dénuée de tout intérêt scientifique.

M. de Lapalisse aurait répondu : Mais, parce qu'il laisse passer la lumière !

Ça, c'est le fait, mais sa raison ?

Je n'ai aucune prétention à résoudre définitivement le problème, mais je vous demande la permission de tenter une explication qui donne une satisfaction à l'esprit, sous bénéfice de contrôle scientifique.

Je ne le ferai qu'avec des notions élémentaires de physique.

La lumière est un phénomène vibratoire à travers l'éther, qui est caractérisé par un mouvement rectiligne.

Le monde sensible qui nous entoure est peuplé de corps solides, liquides et gazeux.

Il est reconnu que dans les corps gazeux, telle l'atmosphère, les molé-

cules sont distantes et se repoussent. On s'explique dès lors que la lumière y trouve un passage, sans obstacle.

Dans les corps liquides, les molécules plus rapprochées et s'attirant, ne forment pourtant pas un élément impénétrable et il n'est pas étonnant que les rayons lumineux puissent y trouver un chemin facile.

Au contraire, ce qui caractérise les corps solides, c'est le rapprochement et l'enchevêtrement de leurs molécules qui les rendent compacts, résistants et généralement impénétrables à la lumière. Ou bien, le rayon lumineux s'y brise et rejaillit par réflexion, ou bien il y pénètre et s'y perd ; il est absorbé.

Le verre échappe à cette loi. Ses molécules sont assez rapprochées, douées d'une force suffisamment attractive pour en faire un corps solide, mais leurs dispositions sont telles qu'elles ne forment pas obstacle au passage du phénomène vibratoire et rectiligne de la lumière. C'est ce qui permet de supposer qu'elles sont moins enchevêtrées que celles des autres corps solides, et que, par leurs positions parallèles, elles laissent des intervalles libres accessibles à la lumière.

La fragilité même du verre au choc et au changement brusque de température, tendrait à confirmer cette hypothèse.

La complaisance du verre à l'égard de la lumière est d'autant plus curieuse qu'elle ne se manifeste guère à l'égard d'autres phénomènes vibratoires et ondulatoires qui ne sont pas sans présenter quelques ressemblances avec le phénomène lumineux.

Telle la chaleur qui émane souvent de la même source, notamment la chaleur solaire. Le verre a plutôt la tendance à repousser ou à absorber les émanations caloriques, il ne s'en laisse pas traverser bénévolement, et c'est heureux pour nous, car il cesserait d'être l'utile écran qui nous protège contre le froid du dehors, en conservant la chaleur de nos appartements.

Telle aussi l'électricité, autre phénomène vibratoire dont la marche prodigieusement rapide a la même mesure que celle de la lumière. Le verre, avec la porcelaine et l'ébonite, sont les isolants par excellence de l'électricité. C'est lui, notamment, qu'on place aux points d'appui des fils conducteurs, comme un gardien vigilant, pour empêcher le courant électrique de s'évader.

Tel encore le son, qui se propage dans l'air. Le verre, et surtout le cristal, est capable d'émettre des sons quand on le fait vibrer, des sons très purs et musicaux, comme ceux des corps métalliques, mais il arrête, ou du moins assourdit les ondes sonores se mouvant dans l'atmosphère. Les bruits de la rue s'entendent moins quand les fenêtres sont closes que lorsqu'elles sont ouvertes.

Je ne m'aventurerai point à donner le pourquoi des degrés de complaisance du verre pour la lumière et pour d'autres phénomènes vibratoires. Des rapprochements que je viens de faire, il ne faut tirer qu'une conclusion, c'est que la construction moléculaire du verre a bien ses

caractères propres qui le différencient complètement de la plupart des autres corps composés solides. Il semble même, au point de vue de sa structure physique, qu'il a beaucoup de similitudes avec les milieux liquides et plus particulièrement avec l'eau, si différente de lui dans sa composition chimique.

Quand on veut exprimer la limpidité d'une eau, on dit qu'elle est claire comme du cristal, et quand on veut faire ressortir la belle transparence du cristal, on le compare à une eau de source. Une gouttelette de verre et un larme se ressemblent comme deux gouttes d'eau, et les physiciens font des démonstrations du verre trempé sur des *larmes bataviques*.

Les anciens étaient convaincus que le cristal de roche était une eau fortement congelée. Le mot cristal, lui-même, du grec Κρυσταλλος, ou Crustallos, signifie eau congelée. Nous avons conservé l'expression, et nous désignons par un même terme : glace, les carreaux polis, les miroirs, et la surface des étangs sur laquelle s'évertuent les patineurs.

Le savant Dralle, qui a écrit l'ouvrage le plus complet, le plus scientifique, le plus technique sur le verre, ne trouve rien de plus expressif pour le caractériser, au point de vue de sa structure physique, que de le définir un *liquide rigide !*

C'est que, en vérité, il en a les principaux attributs.

Si le verre est, par excellence, le complaisant ami de la lumière, il a pour elle des attentions variées, des fantaisies, des sortilèges ; il lui réserve constamment de nouvelles surprises.

Tantôt, il ouvre les portes de sa demeure et lui permet d'aller et de venir, à son gré, sans obstacle et sans entrave ; il la laisse apparaître à nos regards dans toute sa splendeur.

Tantôt, en se revêtant d'un manteau d'argent ou de mercure, il l'oblige à faire retour sur elle-même, à réfléchir, et, par surcroît, il permet à l'humanité tout entière de se contempler à loisir.

Puis il se fait un jeu des rayons de la lumière, il les concentre ou les disperse par l'effet des lentilles, il les divise et les réfracte par l'effet des prismes.

Il procure aussi à nos yeux des enchantements. Il grandit les infiniment petits et rapproche les infiniment lointains ; il réalise le miracle de faire apparaître à notre vue ce qu'elle ne pouvait percevoir.

Et voici maintenant qu'il fait chatoyer la lumière blanche de mille feux multicolores et qu'il pare les objets avoisinants des tonalités de l'arc en ciel.

Ce sont les vertus cardinales du verre : la transparence, la réflexion, la réfraction.

Quoi de surprenant qu'un composé aussi merveilleux ait provoqué l'admiration et l'étonnement à toutes les époques de l'histoire ?

Les anciens auteurs en parlent avec un lyrisme qui nous fait sourire.

Ecoutez M. Audiquez de Blancourt :

« Le Verre, écrit-il, a quelque chose de si beau à nos yeux, et sa couleur diaphane est si agréable, qu'il ne faut pas s'étonner si tant de prophètes et de saints personnages, et même l'Ecriture Sainte, ont comparé ce précieux métal, non seulement à l'or, qui est le plus parfait de la nature, mais encore à des choses plus spirituelles. »

Il cite notamment Saint Jean qui, dans son Apocalypse, dit qu'au devant du trône de Dieu, il y avait une mer de verre semblable à du cristal. Décrivant la cité céleste, Saint Jean dit encore que le bâtiment de la muraille était de jaspe, mais que la cité était d'or pur semblable à du verre très clair.

Le saint homme Job, parlant de la sagesse divine, déclare que ni l'or ni le verre ne saurait l'égaler.

Ainsi, l'or et le cristal sont constamment cités pour donner l'idée des choses les plus précieuses, les plus rares, les plus resplendissantes. Dans l'esprit des peuples, l'un et l'autre occupent le point culminant du monde matériel, le cristal presque au-dessus de l'or, parce que plus diaphane, plus éthéré, participant plus directement à la lumière du ciel ! L'or a gardé, de nos jours, tout son prestige; il est même une des rares idoles que les peuples continuent à vénérer. Sa beauté intrinsèque y est pour peu de chose, sa rareté pour un peu plus, mais il a été consacré comme étalon de la monnaie d'échange, et, par conséquent, comme critérium de la richesse. On n'a jamais autant parlé de marks-or, de couronnes-or, de francs-or !

S'il est vrai que pour les rêveurs l'or n'est qu'une chimère, pour beaucoup d'autres, le veau d'or est toujours debout : on encense sa puissance !

Le verre, et même le cristal, sont tellement entrés dans notre vie, ils sont devenus si serviables, si utiles et si communément bienfaisants, qu'ils ont un peu perdu de leur souveraineté.

Plus une chose devient populaire, plus elle perd de son aristocratie !

De fait, le verre n'est plus un élément exceptionnel, tout en n'ayant rien abandonné de ses vertus.

A l'inverse de l'or, matière rare, le verre est fait, comme la race humaine, d'après le Genèse, du limon de la terre.

Il est composé d'un peu de sable, d'un peu de calcaire, d'un peu de soude, et quand on veut le rendre plus clair, plus brillant, plus sonore, on y ajoute de la potasse et du plomb.

Ce sont là cinq éléments dont la nature n'est guère avare. Le sable abonde sur les plages, dans les dunes, au désert. Plus il est doré, plus il séduit les peintres ; plus il est blanc, plus il attire les verriers, parce qu'il est exempt de rouille de fer.

Le calcaire est un peu partout à la surface du globe. Quand on le calcine, on en fait de la chaux. C'est à l'état calciné qu'il entre dans la composition du verre ; mais c'est avec de la chaux et du sable qu'on fait le vulgaire mortier servant à la bâtisse.

Les océans sont saturés de sel de soude. C'est de la cendre des plantes

marines calcinées que les verriers retiraient la soude avant qu'on ait découvert les procédés industriels de la fabriquer.

La potasse n'est que de sang un peu plus aristocratique que la soude, parce que plus pure, mais elle provient aussi de la décomposition ou de la calcination des végétaux.

Avant la découverte des giseiments géologiques de sel de potasse, les verriers la retiraient spécialement de la consomption des fougères. On désignait sous la dénomination de verre de fougère le verre qui avait pour base la potasse.

Et le plomb ? Le plomb n'est pas un métal précieux. Le poète n'a-t-il pas dit : Comment, en un plomb vil, l'or pur s'est-il changé ? Cela n'empêche pas que c'est le plomb, à l'état d'oxyde, qui caractérise le cristal pur et qui lui donne ses amirables qualités de transparence, de réfraction et de sonorité musicale.

Eh bien - c'est de ces matières opaques et essentiellement vulgaires, grâce à l'action du feu, qu'on a obtenu toutes ces merveilles de la verrerie : les glaces, les verres à vitres, les miroirs, les vitraux, les bouteilles, les flacons, les lentilles et les prismes, les cristalleries étincelantes et jusqu'à l'imitation des perles fines et des pierres précieuses qui font la joie de nos yeux, l'inspiration des artistes et le bonheur des savants.

Je lis dans vos regards cette interrogation : Mais quel bienfaisant mortel a trouvé le secret de fabriquer du verre, quel dieu de l'Olympe l'a révélé aux hommes ?

Je serai moins embarrassé de répondre à la seconde question qu'à la première.

C'est incontestablement Vulcain, le dieu du feu.

Si la nature, par son travail séculaire ou plus que millénaire, a su former le cristal de roche, il a fallu un feu très ardent pour obtenir, en quelques heures, du verre.

Aussi, faut-il tenir en suspicion la légende communément admise que des voyageurs phéniciens faisant cuire leur repas sur les rives du fleuve Belus, riche en sable, auraient vu se former dans le fourneau, alimenté par des fougères ou d'autres végétaux, une matière vitreuse.

La cuisson des poteries, qui remonte à une très lointaine antiquité, a pu provoquer certains phénomènes de vitrification qui auraient mis d'ingénieux artisans sur le chemin de la fabrication du verre. Mais on ne possède, à cet égard, aucune certitude.

Ce que l'on sait, par les récits des historiens et les découvertes des archéologues, c'est que les plus anciennes civilisations ont connu certains procédés de fabrication et de décor du verre. Pline fournit même quelques détails ; il parle de verres transparents, de verres colorés dans la masse, que l'on souffle, que l'on façonne au tour, que l'on cisèle comme de l'argent. Ce sont encore les procédés pratiqués de nos jours dans la verrerie d'art.

On a retrouvé des objets de verrerie dans les tombeaux des Pharaons et l'on prétend que le sceptre de Sésostris était en verre, imitant l'émeraude.

Les grands musées conservent jalousement de curieux spécimens de ces primitives verreries.

Par quel chemin l'art de fabriquer le verre nous est-il parvenu ?

Par la route que la civilisation a suivie : Sidon, Alexandrie, Athènes, Rome.

Après l'invasion des barbares, qui porta un si rude coup à la puissance romaine, il semble bien que la verrerie se réfugia à Venise. Au XIV^e^ siècle, Venise fut incontestablement la reine de cet art hautement apprécié. Elle se piquait d'avoir conservé les plus précieux secrets de la fabrication du verre ; et elle en était si jalouse qu'elle édicta les sanctions les plus rigoureuses, allant jusqu'à la peine de mort, contre ceux qui tenteraient de les révéler ou qui porteraient au dehors leur mise en œuvre. Ces édits n'étaient pas purement formels ; le Conseil des Dix fut chargé de les appliquer, et il est des exemples de l'exécution sommaire de plus d'un délinquant.

Mais il n'est point de secret collectif qui puisse être gardé.

Bientôt, près de Gênes, à Altare, s'établit une verrerie rivale. Ses fondateurs adoptèrent une politique toute opposée. Persuadés de l'impossibilité d'empêcher la divulgation des procédés, ils s'appliquèrent à leur diffusion tout en conservant certains avantages. A l'invitation des souverains étrangers, ils déléguèrent les meilleurs artisans pour fonder des succursales.

Durant tout le moyen âge, les titres de noblesse étaient incompatibles avec l'exercice d'un métier ou d'un commerce. C'était déchoir. Déjà à Venise, il était fait exception pour l'art noble de la verrerie ; de simples artisans habiles furent même honorés de distinctions nobiliaires et de la qualification de *gentilhommes verriers*. Ainsi, ceux d'Altare apportèrent, dans les pays d'Occident, en même temps que le prestige de leur profession, la considération d'une authentique aristocratie.

Dès le XVI^e^ siècle et surtout au XVII^e^, l'Europe fut peuplée de fournaises, où l'on travaillait le verre à la façon italienne. Il y en avait un nombre considérable en Espagne, en France, en Bohême, en Allemagne, en Angleterre, aux Pays-Bas. La Belgique en possédait à Gand, à Anvers, à Bruxelles, à Lierre, à Namur, à Liége. Celles de Liége acquirent même une très enviable réputation.

On travaillait alors des matières assez communes, fort impures, qui ne faisaient qu'imparfaitement valoir les qualités brillantes du verre.

Au XVIII^e^ siècle, les verriers bohémiens découvrirent dans le sol du pays des potasses très pures, et des sables presque exempts d'oxyde de fer. Ils fabriquèrent un verre rappelant le cristal de roche. Cette découverte les amena à chercher une autre expression de la matière traitée. Pour faire valoir ses qualités réfringentes, ils remirent en honneur la

taille du verre, abandonnée par les Vénitiens. Une nouvelle souveraineté se substitua bientôt à celle des verres italiens. On ne jura plus que par les Cristalleries de Bohême, et au XIX^e^ siècle, les romanciers en vogue ne décrivaient pas un intérieur somptueux sans mentionner la belle vaisselle de table en cristal bohémien.

A leur tour, les fabricants anglais trouvèrent le moyen d'incorporer à la composition du verre, l'oxyde de plomb, la litharge, à la place du calcaire. Ils obtinrent un cristal plus brillant, plus sonore. Ils en firent d'abord usage pour le verre d'optique, sous la dénomination de *flint glass* ; mais bientôt ils l'utilisèrent à la confection de la verrerie de table et des pièces d'ornementation.

Et le cristal à base de plomb détrôna le cristal de calcaire et de potasse.

Les cristalleries françaises et belges en tirèrent parti. Elles ont acquis aujourd'hui une réputation mondiale. De cette matière incomparable, elles ont su composer des objets d'une fantaisie, d'une perfection et d'un goût inégalés.

Quand on parle de *Verrerie*, on confond généralement sous cette dénomination tous les genres de fabrications qui ont pour matière le *verre*, et cependant, il y a autant de différences entre elles qu'il en existe, par exemple, entre une usine de produits réfractaires et une faïencerie. On ne fabrique pas dans les mêmes usines les glaces et les verres à vitres — les bouteilles de couleurs et les objets de gobeleterie — le verre d'optique et la cristallerie de table — les articles d'éclairage et la verroterie.

La matière traitée ne diffère que par la qualité, mais les procédés de fabrication sont tout différents.

Sans entrer dans des détails techniques qui n'intéressent que les spécialistes, je rappellerai que les glaces sont coulées sur de grandes surfaces, puis polies avec soin ; leurs principales qualités sont la clarté du verre, la parfaite planéité pour éviter la déformation des images, et leurs dimensions.

Elles nécessitent de puissantes machineries et de vastes ateliers.

Jusqu'à présent, les verres à vitres étaient soufflés dans l'espace, au moyen de cannes en fer creuses, comme d'énormes bulles de savon allongées, fendues ensuite longitudinalement, puis étendues en tables planes dans des fours convenablement chauffés.

Cette fabrication exige des ouvriers d'une grande dextérité professionnelle et d'une vigueur peu commune. Les verreries à vitres belges furent longtemps les plus réputées et le principal fournisseur du monde. Elles restent une des grandes industries du pays.

Depuis la guerre, on est parvenu à fabriquer pratiquement du verre à vitre par étirage. Une longue règle à rainure cueille mécaniquement le verre fondu dans le bassin et l'étire en une large nappe sans fin, découpée après refroidissement progressif, à sa sortie de la haute cheminée ou du long tunnel d'étirage. Dans le procédé Fourcault, l'opé-

ration se fait verticalement ; dans le procédé Libby-Owens, elle se fait horizontalement.

Ces inventions ont pour résultat la suppression presque complète de la main-d'œuvre. Plus de cueillage à la main, plus de soufflage à la bouche, plus d'étendage, plus de déchet. Tout est automatique. Sauf accident, les étireuses ne s'arrêtent ni nuit ni jour, et leur production est énorme.

Les bouteilles se soufflent aussi à la bouche ; mais, de plus en plus, les machines à air comprimé prennent la place de ce mode de travail.

Le verre d'optique requiert des qualités de pureté exceptionnelles. Dans la fonte ordinaire du verre ou du cristal, soit en bassins, soit en creusets, il s'établit dans la masse fondue des zones de densité différente qui nuisent à l'homogénéité de la matière. Ce manque d'homogénéité, inappréciable dans les objets de cristallerie, est nuisible pour les verres d'optique, elle les rend même inutilisables.

Pour obtenir le cristal homogène, la masse en fusion doit être brassée, jusqu'à suffisant refroidissement. Puis, après refroidissement complet par extinction des feux du four, le creuset de terre réfractaire est brisé et l'on fait choix des plus beaux morceaux de cristal que l'on ramollira enfin dans des petites cuvettes pour donner à l'objet la forme voulue. Des tailleurs adroits, munis d'instruments de précision, en feront les lentilles et les prismes.

Dans les cristalleries et les gobeleteries, le cristal ou le verre est généralement fondu dans des creusets fermés, ne laissant qu'une étroite ouverture vers l'extérieur du four pour permettre le cueillage. Celui-ci s'opère au moyen de cannes en fer, pleines ou creuses, suivant que la pâte sera travaillée en plein ou soufflée en bulles.

Beaucoup d'objets communs sont moulés à la presse dans des formes en fonte ou en bronze ciselé. Ils sortent achevés par cette simple opération ; ils n'auront plus qu'à subir une légère retouche et leur refroidissement lent, dans des fours *ad hoc*, afin d'éviter leur éclatement, car, vous le savez, le verre est extrêmement sensible aux changements brusques de température ; dès sa naissance, il doit être protégé contre les courants d'air ; il faut, petit à petit, l'accoutumer au degré d'atmosphère ambiante. Scientifiquement, le verre trop brusquement refroidi présente, dans sa constitution, un déséquilibre des molécules. Ses surfaces s'étant contractées et raidies avant le refroidissement interne, le cœur de l'objet est dans un état de tension moléculaire qui le prédispose à se briser à toute occasion et même spontanément. C'est une conséquence de son inconductibilité de la chaleur.

Les pièces soufflées sont habituellement passées dans des moules, rognées aux ciseaux ou coupées au chalumeau après refroidissement ; les parties pleines soudées à chaud, telles que anses de brocs, jambes et pieds de verres, sont travaillés à la pince et avec divers instruments

très simples en bois imbibés d'eau. Les verriers semblent se jouer de cette matière momentanément plastique par la chaleur.

La matière est laissée transparente, incolore ou teintée par l'adjonction d'oxydes métalliques d'or, de cuivre, d'urane, de nickel, de cobalt. La coloration peut être obtenue dans la masse ou par superposition de couches, ce qui permet les plus heureuses combinaisons.

La taille à la roue ou la gravure à la molette viendront enjoliver les objets fabriqués de mille façons, tantôt par l'effet de facettes ou d'olives, de diamants étincelants, tantôt en opposant des parties mates aux parties claires. La gravure à l'acide et au sable étendra encore le champ des fantaisies, grâce à d'ingénieuses applications.

Si, en gobeleterie et en cristallerie, il a été réalisé d'importants progrès mécaniques et techniques, aidant à la perfection et surtout à l'abaissement du prix de revient des produits, il n'en reste pas moins vrai que la beauté de la matière, le talent des créateurs, et l'habileté professionnelle des artisans constituent encore, de nos jours, les facteurs prédominants de la valeur et du constant succès des beaux cristaux et des beaux verres.

La cristallerie est restée, dans toute la force du terme, un métier d'art.

La conception esthétique du travail du verre n'est pourtant pas unique.

Je ne parlerai pas des verres antiques, dont les rares spécimens sont conservés dans les collections ; beaucoup d'entre eux nous sont parvenus avec la patine du temps. Certaines irrisations chatoyantes tant admirées, ne sont, le plus souvent, que le résultat d'une décomposition partielle. Les verres de Pompéï en sont un exemple frappant. Quand le degré de décomposition est plus grand, la pâte de verre s'est opalisée et elle finit par s'effriter en fines écailles et en poussière.

Je vous ai déjà dit que les Vénitiens utilisaient une matière assez pauvre, pas très pure et peu transparente ; aussi, cherchèrent-ils à l'enrichir par des colorations, des opalescences, ou des semis de poudre d'or. Le bon goût, la dextérité, la fantaisie des artistes surent en tirer des chefs-d'œuvre de grâce, de délicatesse et d'harmonie, cherchant leurs inspirations dans la nature : la flore, la faune et les coquillages.

Avec une matière plus riche, plus brillante, les Bohémiens s'attachèrent à charmer par l'éblouissement des tailles, sans peut-être suffisamment se préoccuper des formes et de leur concordance avec l'ornementation. Ils excellèrent d'ailleurs dans la gravure sur verre : rinceaux, dentelles ou scènes de genre, que l'on regarde volontiers à la loupe, comme on regarderait de fines ciselures ou de délicates miniatures.

Quant à la confection des vitraux qui font la splendeur des basiliques, c'est plutôt un travail d'agencement, de mosaïque ou d'enluminure, où l'art du peintre et du décorateur l'emporte sur celui du verrier.

Des artistes modernes se sont servis du verre pour exprimer leurs conceptions esthétiques. Sans doute gênés par la froideur un peu glaciale du cristal, par son manque de mystère, ils l'ont paré de colorations

agréablement fondues, de brumes légères et même de complète opacité dont ils ont tiré d'exquis décors. Entre leurs mains, le verre s'est voilé de gaze, de lin, de soie, de satin à ramages ; il est devenu ambre, corail, albâtre, onyx, malachite, ivoire ou grais, avec un peu plus de jeux de lumière. Ce sont des œuvres délicieusement décoratives dont la valeur dépend tout entière du génie ou du talent personnel de leurs auteurs. Elles resteront des pièces uniques, ou, si elles peuvent être reproduites, par empreinte mécanique, elles deviendront banales, sans toutefois rien enlever au mérite de la création et du premier ouvrage.

Dans les grandes manufactures modernes, on reste néanmoins attaché aux qualités propres du verre, la transparence et la réfraction ; et c'est par un travail plus approprié et plus parfait qu'on cherche à donner au cristal le maximum de puissance expressive.

Rien ne fait mieux apprécier la diaphanéité du cristal que ces calices sur haute tige, exempts de tout décor, comme des fleurs de rêve faites de la rosée du matin. Le ciel s'y reflète et ils semblent à peine frôler la terre d'un pied léger. Ils n'ont presque plus rien de matériel, et l'on craint que le moindre souffle les fasse s'évanouir.

Rien ne met mieux en valeur les vertus réfringentes du cristal que ces tailles profondes, judicieusement et artistement réparties à la surface des vasques et des coupes aux parois robustes. La lumière y joue ses plus brillantes symphonies, et on dirait que des flammes ardentes d'éclatantes couleurs s'échappent par endroits de l'eau dormante d'un glacier.

Il n'est pas jusqu'à la gravure qui, abandonnant parfois son rôle simplement décoratif, ne puisse faire dire au verre ce qu'aucune matière opaque ne saurait exprimer. La délicate morsure de la molette sur le verre transparent, plus ou moins profonde, plus ou moins satinée, donne aux figures gravées un puissant relief et une finesse d'expression incomparable. Avec la coloration du verre, l'ouvrage participe à la fois des émaux et des camées, avivé de l'éclat des perles fines et des pierres précieuses.

Vous le voyez, Mesdames, Messieurs, d'après ce que je viens de vous en dire, le verre a toutes les qualités aimables : il a la franchise de ce qui est limpide, il est accessible, gai, serviable et bienfaisant.

C'est un bienfaiteur de l'humanité, puisque c'est lui qui ouvre nos fenêtres à la belle lumière du soleil, mais en défend l'accès aux intempéries ; puisqu'il nous permet de prolonger le jour bien avant dans la nuit.

Il est notre bienfaiteur, puisqu'il corrige les défectuosités de notre vue et qu'il supplée à son affaiblissement quand l'âge est venu, afin que nous puissions encore jouir très tard, dans la vie, du charme des lectures.

Il est votre bienfaiteur, Messieurs les savants, puisqu'il vous aide à sonder les secrets du monde invisible, aussi bien dans les profondeurs

infinies du firmament, qu'à la source de la vie de la matière organique et inorganique.

Il est votre bienfaiteur, Mesdames, puisqu'il est votre confident le plus fidèle et votre conseiller le plus sûr. N'est-ce pas lui que vous consultez sans cesse pour conserver le charme et l'agrément ? N'est-ce pas lui qui vous gronde doucement quand il vous arrive de vous négliger, et qui vous invite à sourire ?

Il est notre bienfaiteur, puisqu'il anime gaîment notre intérieur, puisqu'il apporte l'éclat et la joie à notre table. N'est-ce pas, le verre en main, que nous souhaitons à nos hôtes la bienvenue et la santé, le plus précieux des biens ?

On ne lui fait, en vérité, qu'un reproche, c'est son extrême fragilité ; mais le cœur humain n'est-il pas aussi fragile ? Et n'est-ce pas un signe de délicatesse et de distinction de ne pouvoir supporter la violence et la brutalité ?

Et puis, qu'importe ! Le verre est comme le Phénix, il est comme votre beau pays de France, comme notre chère Belgique : Il renaît constamment de ses cendres !

Léopold CHARLIER

Professeur au Conservatoire royal de Liége.

LA MUSIQUE BELGE

---

31 juillet 1924.

P. FOURMARIER

Professeur à l'Université de Liége.

Membre de l'Académie royale de Belgique.

QUELQUES INDICATIONS GEOLOGIQUES POUR SERVIR D'INTRODUCTION A LA CONFERENCE DE M. R. LECOMTE SUR « LA MISE A FRUIT DU BASSIN HOUILLER DE LA CAMPINE »

Le terrain houiller de la Belgique est le terme le plus élevé d'une grande série sédimentaire formant le substratum ancien de la Belgique, et désignée par les géologues sous le nom de groupe primaire ou paléozoïque.

Cette masse de couches ayant plusieurs milliers de mètres d'épaisseur, a été plissée après le dépôt du houiller et nos régions (Belgique, Nord de la France, Westphalie, Sud de l'Angleterre) formèrent alors un pays de hautes montagnes que les agents d'érosion eurent tôt fait de transformer en un pays de plaines, sort réservé à toutes les chaînes montagneuses.

Les couches les plus élevées de la série, c'est-à-dire donc le terrain houiller, subirent plus profondément que les autres les effets de l'érosion ; aussi n'ont-elles été conservées que dans les creux les plus profonds, dans ce que les géologues appellent les *zones synclinales*. L'une de ces zones est la grande traînée houillère qui va du Nord de la France jusqu'en Westphalie, en passant par Mons, Namur, Liége, Aix-la-Chapelle ; une autre, qui lui est sensiblement parallèle, constitue le bassin de la Campine.

Après que l'érosion eut nivelé les montagnes, la mer réenvahit le territoire belge, venant du Nord-Est dans le Nord du pays, de l'Est et du Sud-Est vers nos frontières orientale et méridionale ; petit à petit, tout le pays fut recouvert par les sédiments des périodes permienne, triasique et jurassique.

Le sol s'est alors soulevé à nouveau, esquissant une sorte de grand dôme surbaissé, allongé de l'Ouest à l'Est et l'érosion l'a de nouveau attaqué ; toutes ces couches accumulées ont été enlevées sur le sommet du dôme et il n'en reste des témoins sur le sol belge que dans le Sud-Est du Luxembourg et dans le Nord de la Campine; elles présentent par ce fait peu d'intérêt pour le sujet qui nous occupe.

Puis le mouvement oscillatoire a recommencé. La mer crétacée est venue du Nord et du Nord-Est, dans la partie septentrionale de notre pays, du Sud dans nos provinces méridionales et la Belgique a fini, encore une fois, par être recouverte tout entière par les eaux marines. Un nouveau bombement, semblable au précédent, en dôme surbaissé, s'allongeant de l'Ouest à l'Est, a refoulé la mer vers le Nord et vers le Sud et l'érosion s'est attaquée aux sédiments crétacés, comme elle l'avait fait antérieurement pour le jurassique, le triasique et le permien.

Le sens de ces mouvements alternatifs de transgression et de régression est intéressant à connaître ; il nous permet, en effet, de comprendre pourquoi la constitution géologique du sol n'est pas la même, suivant une ligne méridionale joignant Liége à la Campine ; le terrain crétacé va en augmentant d'épaisseur du Sud au Nord, d'abord parce que la mer crétacée est arrivée plus tôt dans le Nord du pays et qu'elle s'en est retirée plus tard, y accumulant ses sédiments en plus grande abondance ; ensuite, l'érosion a pu s'exercer davantage là où la mer s'est retirée tout d'abord. C'est ainsi qu'en Campine, le crétacé est resté tout entier avec ses marnes et sables de la base, ses craies de la partie moyenne et son tuffeau du sommet, roche formée de débris plus ou moins triturés d'organismes, à peine cimentés et dans laquelle l'eau s'accumule en quantités énormes.

Au début de la période tertiaire, il se produit une nouvelle oscillation du sol de nos contrées ; encore une fois, la mer les envahit progressivement, venant à la fois des Pays-Bas et du Bassin de Paris, mais après le dépôt des premiers sédiments de cette époque, il se produit une sorte de mouvement de bascule et la mer de l'éocène moyen est reportée dans le Nord-Ouest du pays, où elle dépose ses sédiments au cours de transgressions et de régressions successives, tandis que vers le Sud-Est et l'Est, les sédiments sont très réduits ou même n'existent pas du tout ou bien ont entièrement disparu parce que, plus proches du continent, ils ont été plus facilement enlevés par les agents d'érosion.

A une phase plus récente des temps tertiaires, que l'on appelle oligocène, la disposition relative des terres et des mers est tout autre; c'est vers le Nord et le Nord-Est que s'étend la haute mer ; c'est dans le Nord-Est de la Belgique que la sédimentation est la plus active.

A la fin du tertiaire, c'est-à-dire au miocène et au pliocène, la mer s'avance et se retire à plusieurs reprises, mais elle finit par reculer vers le Nord et le Nord-Ouest et au pléistocène ou quaternaire, notre pays prend progressivement son aspect actuel ; l'érosion travaille à faire disparaître petit à petit les témoins de l'extension originelle des mers des époques antérieures.

Les mouvements complexes du sol que nous venons d'esquisser et qui se marquent, pour chaque point du pays, par des avancées et des reculs successifs de la mer, sont dus à des déformations très complexes du sol, à des mouvements ondulatoires d'une part, à de grandes frac-

tures d'autre part ; ces dernières dislocations sont bien connues aujourd'hui dans le Nord-Est de la Belgique, dans le Limbourg hollandais et dans la plaine du Rhin ; elles se sont accentuées pendant tout le cours des périodes crétacée et tertiaire et ont ajouté leurs effets à ceux résultant du bombement général du pays.

*
* *

Ces quelques indications sommaires sur l'évolution du pays suffisent à expliquer les particularités du gisement houiller de la Campine, d'où résultent aussi les difficultés rencontrées lors de la mise à fruit de ce bassin.

Elles permettent de comprendre pourquoi le terrain houiller affleure aux environs de Liége, comme tout le long de la Sambre et de la Meuse, alors qu'en Campine, il est caché par une épaisseur considérable de terrains plus récents, dits *morts terrains* ; c'est le fait du bombement général du pays, se répétant à plusieurs époques et permettant ainsi l'abrasion, plus ou moins complète, par les agents d'érosion, du manteau de sables, d'argiles, de craies qui recouvrait à un moment donné tout le substratum ancien.

Mais si, au Nord de Liége, le houiller s'enfonce sous les terrains plus récents, il n'existe pas partout, dans le soubasement paléozoïque ; comme nous l'avons vu, il a été conservé seulement dans les dépressions synclinales. Aussi, il a fallu la perspicacité des géologues, se basant sur l'étude des pays voisins, pour indiquer l'existence probable dans le Nord du pays, d'une ride de l'écorce terrestre dont la partie centrale est occupée par ce houiller, et pour en tracer l'allure probable ; il n'est pas possible de refaire ici l'exposé de l'évolution des idées sur cette question ; qu'il nous soit permis seulement de dire que la découverte de la houille en Campine marque le triomphe de l'application des saines méthodes de la géologie stratigraphique et tectonique.

*
* *

Sitôt le nouveau bassin découvert et sa valeur estimée, les ingénieurs se sont demandés, non sans quelque appréhension, comment ils allaient creuser les puits destinés à exploiter le gisement.

Puisque la répartition actuelle des terrains crétacés et tertiaires est la conséquence d'un bombement de l'écorce terrestre soulevant le centre du pays et abaissant sa partie nord, il en résulte que les couches de ces terrains inclinent doucement vers le Nord, et que l'épaisseur du manteau qu'elles forment va en croissant dans cette direction, augmentant ainsi les difficultés d'accès au houiller. Outre cela, ces diverses couches viennent, pour la plupart, affleurer successivement à la surface du sol et les bancs perméables : sable, craie, tuffeau, peuvent ainsi

s'alimenter aisément en eau pluviale et accumuler dans leurs pores et leurs crevasses des quantités d'eau formidables ; passe encore si la roche se soutient par elle-même, mais les sables trop imprégnés d'eau fluent comme un liquide ! Redoutable problème que de devoir traverser plusieurs centaines de mètres de roches semblables et pourtant, vous allez apprendre comment les ingénieurs français et belges, chargés de mettre à fruit le bassin de la Campine, y sont arrivés, malgré tous les obstacles qui se dressaient devant eux !

Nous avons vu que pendant la formation même des morts terrains, les mouvements du sol furent complexes ; tantôt la mer s'avançait d'un côté, tantôt de l'autre ; la succession des sédiments, leur épaisseur, leur composition ne sont pas les mêmes partout. Les données fournies par le creusement d'un puits ne suffisent pas à éclairer entièrement le problème pour le creusement des autres puits; chaque société dut faire école pour son propre compte.

Maintenant, la grosse difficulté est passée ; dans plusieurs charbonnages de la Campine, les puits sont arrivés au houiller et l'exploitation du charbon est commencée. D'autres problèmes se posent cependant aux ingénieurs.

En allure générale, le bassin est très régulier ; ses couches inclinent faiblement vers le Nord; mais si l'on n'y rencontre pas ces plis compliqués qui créent parfois tant d'obstacles à l'exploitation dans le bassin de Sambre-Meuse, on y trouve de grandes cassures sensiblement verticales, qui affectent non seulement le houiller, mais souvent aussi les morts terrains, et qui, par ce fait, pourront ménager au mineur de terribles surprises en amenant des terrains aquifères dans le prolongement des couches en exploitation ; nos ingénieurs devront toujours se tenir sur leurs gardes et l'avenir leur réserve sans doute encore bien des mécomptes.

A tout cela, il faut ajouter encore la grave question de la main-d'œuvre, conséquence aussi de la nature géologique du sol de la Campine. Dans ce pays de sables et de cailloux, il a fallu le labeur persévérant du paysan flamand, obstinément attaché à son sol, pour faire vivre une population clairsemée. Pour exploiter intensément les charbonnages, il faudra de nombreux ouvriers, il faudra les amener dans le pays, les acclimater, les y faire vivre, et la tâche sera bien ardue !

Mais je m'en voudrais de présenter l'avenir sous des couleurs trop sombres ; le premier pas, le plus important, est franchi ; nous pouvons extraire ce charbon de la Campine, qui eut paru inaccessible il y a un demi-siècle ; nos ingénieurs de France et de Belgique, unis dans une même pensée de travail et de progrès, sauront désormais surmonter les obstacles comme ils l'ont fait jusqu'ici avec tant de maîtrise.

Remy LECOMTE
Directeur des Charbonnages de Beeringen

LA MISE A FRUIT DU BASSIN HOUILLER DE LA CAMPINE

1er août 1924.

Professeur F. HENRIJEAN
De l'Université de Liége.
Membre titulaire de l'Académie de Médecine.
Membre associé de l'Académie de Médecine de Paris.
Docteur Honoris causa des Universités de Lyon et de Toulouse.

CONFERENCE SUR LES EAUX MINERALES CARBO-GAZEUSES

faite à Spa le 31 juillet 1924

Les Eaux de Spa

J'éprouve à prendre la parole en ce moment, une joie très douce et très profonde à la fois.

Glorifier sa terre natale, devant un auditoire comme celui qui m'écoute, dire les mérites de ses eaux, le charme de sa nature, la grandeur des richesses accumulées dans ce coin de terre ancestrale, à ceux dont l'esprit et le cœur généreux sont particulièrement propres à comprendre, est une de ces joies trop rarement données aux hommes, pour que je n'accepte pas avec reconnaissance l'occasion qui s'offre à moi en ce moment.

L'A. F. A. S., fondée par Le Verrier, a pour mission de donner à nos connaissances la base scientifique la plus grande, c'est-à-dire les assises les plus solides qui puissent être données aux choses humaines...

Elle permet, en outre, aux hommes de science, de se mettre en rapport les uns avec les autres, quels que soient les domaines de leurs ordinaires occupations... Ces rapports établissent entre les différentes sciences, des contacts parfois fortuits, favorables aux progrès et ils font fréquemment naître, par le contact accidentel de choses d'ordinaire séparées, des vues nouvelles.

C'est pour cette raison que j'ai choisi le sujet de cette causerie.

J'ai cherché à montrer, en un court aperçu, l'état actuel de cette importante question des eaux minérales. Elle subit, à l'heure présente, une si complète transformation, que l'étude de toutes les eaux minérales françaises est reprise sous l'éminente direction de M. Moureu, membre de l'Institut (1).

Dans ce domaine, comme dans bien d'autres, on sent l'heure venue d'un grand changement, basé, comme beaucoup d'autres, sur les découvertes physiques et chimiques de ces dernières années... Au moment où l'homme émerveillé constate avec admiration, mais sans étonnement, les changements extraordinaires, dans le domaine matériel, dus aux progrès de la science des infiniment petits, il est prêt à recevoir l'assurance que les sciences médicales lui réservent, elles aussi, d'étonnantes révélations.

*
* *

Lorsque, accordant son poste récepteur, le savant fixe l'harmonie des ondes qui traversent l'espace, lorsque sa volonté le met tour à tour en rapport avec les centres où l'esprit des artistes et des savants enfantent les merveilles qui réjouissent son âme, il applique simplement les découvertes des grands physiciens et des grands mathématiciens, auxquelles il n'a pas, tout d'abord, osé croire. Il capte les radiations innombrables qui sillonnent le calme impressionnant de l'espace, et l'inconnu de ces régions silencieuses lui apparaît agité par des radiations sans nombre dont il mesure la longueur et qu'il discipline et dirige à sa fantaisie.

Aussi bien que les radiations sonores ou lumineuses furent longtemps les seules que la science eut isolées et étudiées, l'atome fut longtemps aussi le seul élément de la matière dont les réactions ont intéressé les chimistes.

---

(1) On vient, en effet, de créer à Paris, l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie. Nous avons, dit M. Charles Moureu, Membre de l'Institut, un budget alimenté par la Caisse des jeux des Casinos ; nous avons six laboratoires principaux, trois au Collège de France deux à la Faculté de Médecine, un à la Sorbonne, sans parler des laboratoires annexes. Il entre, dans notre programme, notamment de réviser l'analyse de toutes les eaux minérales de France en mettant en œuvre les méthodes les plus parfaites et aussi d'étudier systématiquement l'action sur l'organisme des eaux minérales et de leurs éléments (16e voyage d'études médicales aux stations françaises). Nos gouvernants trouveront là un bel exemple dont ils pourraient s'inspirer utilement.

Il y a cependant autant de diversité dans les états de la matière qu'il y en a dans les formes et la grandeur des vibrations de l'éther.

La science trouve autant d'intérêt à étudier ces états divers de la matière, qu'elle en peut avoir à étudier les différentes longueurs et les différentes formes de radiation... Mais, ces études nouvelles ne doivent point, toutefois, faire oublier les découvertes anciennes. S'il est bien de s'affranchir de l'esprit dogmatique des écoles, on ne peut négliger les acquisitions du passé, ainsi qu'il advient trop souvent, quand une découverte marquante apporte la lumière sur un point encore obscur de la science.

Mais il ne faut pas, dans l'éblouissement que donnent les richesses entrevues, abandonner la moisson recueillie. Dans une leçon récente d'un cours d'hydrologie, un médecin instruit disait, avec une amertume doublée d'ironie : Il y a trente ans, chaque ville d'eau possédait une analyse donnant jusqu'à la N^{eme} décimale la teneur des eaux en divers sels. On se croyait sûr de connaître alors la composition des eaux. Vint Arrhenius, et la théorie de l'ionisation, les ions remplacèrent les sels, puis ce furent les substances radioactives et les colloïdes... Qui sait, ajoutait-il, avec découragement, ce que demain nous réserve ?...

Mais qui sait ce que nous réserve la science de demain, dans tous les domaines ? Et ce n'est point là matière à découragement, mais bien plutôt raison d'efforts et stimulant de recherches.

On doit, en considérant les découvertes récentes, rappeler l'aphorisme de Pascal : « Rien ne peut fixer le fini, entre les deux infinis qui le limitent et le continuent. » Aussi, faut-il chercher les liens qui unissent les découvertes anciennes aux modernes.

Les états de la matière lui donnent des propriétés particulières et dans les études anciennes sur l'action des eaux minérales, les savants n'ont considéré que les états de la nature qu'ils connaissaient alors, états donnant aux eaux comme aux solutions des propriétés déterminées : ils ont ignoré d'autres états de la matière, aussi bien qu'ils ont méconnu d'autres actions dont les effets demeuraient un mystère. L'ignorance dans laquelle les savants se trouvaient de ces états de la matière a fait qu'ils ont souvent forcé les explications des phénomènes, cherchant en vain à les faire rentrer dans le cadre des connaissances de l'époque.

Il serait présomptueux de vouloir, en une brève conférence, étudier complètement une partie, même minime, d'un domaine aussi vaste que celui concernant les eaux minérales de Spa. Mais on peut, en le parcourant, montrer quelques-uns des points spéciaux que cette étude soulève. Dans les eaux diverses employées à Spa, il faut envisager : l'eau elle-même, dans les eaux faiblement minéralisées ; l'acide carbonique et le fer dans les eaux carbo-gazeuses ; leur action a paru des plus simples jusqu'en ces derniers temps, où les études par la méthode perfectionnée

de la physico-chimie ont montré leur extraordinaire complexité de constitution et, par suite, leur complexité d'action.

Cette complexité d'action apparut bien plus grande encore quand on considéra plus uniquement la cellule et les organes dans leur ensemble et que l'on rechercha les modifications intimes de ceux-ci.

La circulation de l'eau dans l'organisme est soumise à de nombreuses influences ; aussi, résumer l'action des eaux faiblement minéralisées en un lavage de l'organisme est une synthèse un peu simple. C'est cependant celle qui fut longtemps admise, encore que ce lavage parut fort hypothétique à ceux qui ne se contentant point des vues théoriques, tentaient de démontrer expérimentalement cette manière de considérer les faits.

Envisager les phénomènes de la circulation de l'eau avec cette simplicité, c'est méconnaître des fonctions essentielles, des faits physiologiques d'une extrême importance.

L'équilibre aqueux est réglé par une série de facteurs très grande, dont beaucoup de termes nous sont encore inconnus.

C'est ainsi que l'équilibre ionique est réglé de façon très précise dans les espèces animales supérieures qui sont homoiosmique, comme ils sont homéothermes, tandis que les animaux inférieurs sont pyoichilosmiques : comme ils sont poicholothermes (1).

On sait qu'il existe dans le système nerveux des centres jouant un rôle considérable dans le maintien de cet équilibre, ces centres sont situés dans le plancher du 4e ventricule, au voisinage du centre de C. Bernard. Il y aurait, en cet endroit, un point de piqûre qui influencerait l'éliminatoire du sel et celle de l'eau. Comment ces centres fonctionnent-ils? On ne le sait pas exactement, certains auteurs ont prétendu que les corpuscules de Paccini (spécialement nombreux dans le mésenthère) jouaient à cet égard un grand rôle. Ils sont, sans doute, aussi également, influencés par les glandes à sécrétion interne qui agissent de différentes manières (par répartitions des ions, par action sur la perméabilité des membranes, etc...). Ce n'est pas le moment d'étudier ces points en détail. Il me suffit, pour l'instant, de les signaler. Mais, on peut toutefois, dès maintenant, faire observer que la sensibilité au niveau de la peau et des séreuses, est vraisemblablement, singulièrement délicate, différenciée, et que les phénomènes que peut produire la substance gazeuse, dissoute dans une eau CO^2, au contact de celle-ci peuvent être très délicats à analyser.

La peau peut avoir une action sur la pression sanguine et jouer un rôle opposé à celui que l'on attribue à certaines toxines. C'est ainsi que l'irradiation lumineuse de la peau produit une chute permanente de la pression, chute qui n'est pas due à la vasodilatation (elle peut, en effet, exister sans elle, comme la vasodilatation peut exister sans chute

(1) Les animaux inférieurs sont dépendants de la P.O. Ils s'y adaptent. A mesure que le système nerveux se développe, ils s'en rendent indépendants.

de pression (1). L'intensité de l'éruption dans certaines maladies infectieuses, est, on le sait, quelquefois un élément pronostic (roséole syphilitique marquée et scarlatine mal sortie sont considérées depuis longtemps comme des éléments de pronostic).

On peut aussi se demander si la circulation plus active à la peau n'est pas une suite de l'action de CO^2 sur cellules de Rouget, sur les nerfs cutanés, et si elle n'a pas une influence sur l'action des moyens de défense de l'organisme (les tuberculides cutanées, le lupus apparaissent à certains comme des états allergiques réactionnels de la peau contre le bacille ou contre les toxines).

Aussi bien que la lumière peut agir sur la peau (pour guérir des affections éloignées du point d'application), on doit se demander si les bains carbo-gazeux, longtemps continués, n'auraient pas une influence particulière sur les échanges nutritifs (2) et sur la défense de l'organisme. Des faits nombreux montrent la grande action de la peau sur l'équilibre de l'organisme (rôle de la peau dans les maladies : roséole syphilitique marquée, vaccination cutanée, myxœdème). On doit se demander si l'action de CO^2 des bains de Spa n'est pas beaucoup plus compliquée qu'on ne l'a cru lorsqu'on la résumait en une simple vasodilatation.

Aussi bien que la lumière est hypotentive, CO^2 peut l'être et par un mécanisme compliqué, car l'action de CO^2, considérée comme un déchet, est considérable (3).

En ce qui concerne l'action des cures hydro-minérales en boisson, l'influence de CO^2 sur la diurèse est particulièrement intéressante.

Des recherches encore en cours de Starkenstein, assistant de Wietkowski, à Prague, ont montré l'action de CO^2 sur la quantité d'eau éliminée.

Cet auteur, qui avait déjà montré la différence dans les quantités de l'eau de la distribution éliminées et celles d'une solution isotonique (1 litre de la première éliminé en quatre heures, tandis que la solution physiologique est en partie retenue), a montré par ses recherches ultérieures que la quantité d'eau retenue est d'autant plus grande qu'il y a plus de sel, qu'elle dépend en outre d'un second facteur : CO^2 qui augmente beaucoup l'élimination de l'eau ; jusqu'à 60 0/0. Cette action de CO^2 n'est pas illimitée, elle dépend, en même temps, de la teneur de l'eau en sels. Ce sont les eaux demi-isotoniques qui sont le mieux éliminées, par saturation, au moyen de CO^2.

---

(1) L'explication de l'action des bains carbo-gazeux par la vasodilation est trop simple, vraisemblablement, elle aussi.

(2) Je pourrais, si le temps n'était limité, faire ici des rapprochements suggestifs sur les actions de la lumière et des eaux carbo-gazeuses et sur leurs rapports avec les sécrétions internes.

(3) La notion de déchet doit être modifiée au moins en ce qui regarde leur action qui est loin d'être négligeable.

Cette action de CO^2 se ramène en dernier lieu à l'action des ions H (action de CO^2 sur centre respiratoire est aussi due aux ions H). L'action diurétique de certaines eaux riches en CO^2 est plus forte que leur p_H, ce qui pourrait provenir de ce que CO^2, dans l'estomac, provoquerait la formation d'HCl, d'où concentration plus grande en p_H. On n'est pas encore fixé sur le point d'attaque des p_H. Mais il semble bien que ce soit ailleurs que dans le rein (comme l'action de certains diurétiques; elle est extra-rénale). La diurèse n'est pas une fonction exclusivement rénale, elle commence plus avant dans l'organisme (1). CO^2 augmente l'hydratation du sang, O la diminue, d'où mise en liberté de H^2O par son oxygénation.

Nous voyons que la circulation de l'H^2O est modifiée aussi bien par les ions H qui se forment dans l'organisme, que par les substances étrangères administrées. La polyurie diabétique serait expliquée par l'acidose (peut-être aussi la polyurie du diabète insipide ?).

(En somme, la circulation de l'eau dépend de l'état des membranes par lesquelles elle passe. Ces membranes forment, dans certaines circonstances, des barrières infranchissables aux sels. Mais les propriétés de ces membranes sont changeantes ; la perméabilité n'est pas une propriété statique, c'est une fonction dynamique qui change notamment sous l'action du CO^2, c'est-à-dire, en dernière analyse, sous l'action des ions H.)

Outre l'eau et de l'acide carbonique, dont nous venons de parler, le fer des eaux minérales de Spa joue, au point de vue thérapeutique, un rôle spécial encore mal connu. Il est discuté, comme le fut, longtemps, l'action du fer en thérapeutique, car il est vraiment trop simple de supposer que l'anémie se traduisant par une diminution du nombre des globules rouges ou par leur pauvreté en hémoglobine, il suffit d'administrer le fer pour que ces états s'améliorent. Le fer médicamenteux, bien souvent, n'agit pas plus sur l'anémie que les composés calciques n'agissent sur le rachitisme.

Cependant, les eaux de Spa guérissent les anémiques, des milliers de faits cliniques le prouvent. Mais ce n'est, vraisemblablement, pas plus par le fait de l'administration du fer en quantité plus grande, pas plus que l'eau peu minéralisée n'agit simplement en faisant le lavage de l'organisme. Les problèmes thérapeutiques sont plus compliqués.

L'explication plausible, logique, en apparence rationnelle, n'est pas, nécessairement, l'explication vraie. Le fer existe en quantité suffisante dans les aliments de l'anémique aussi bien que le Ca dans les aliments

---

(1) Weil et Spiro ont insisté sur l'action extrarénale de la caféine comme diurétique. Il y a, sous l'influence de cette substance, sortie plus abondante de l'eau et du Na Cl du sang vers les tissus : ce qu'ils attribuent à une modification des capillaires de l'organisme. La caféine diminuerait le pouvoir de fixation de l'eau des sols d'albumine.

du rachitique, mais il n'est pas assimilé chez l'anémique, pas plus que le calcium n'est fixé dans les os chez le rachitique.

Il y a donc, dans le cas d'anémie simple, à chercher la raison de la dysassimilation du métal.

Mais pourquoi et comment les eaux de Spa agissent-elles, car elles agissent dans le cas de chlorose ?

Il y a lieu, avant tout, de se demander si le rôle principal ou exclusif du fer de l'organisme est la formation d'hémoglobine et, par conséquent, si son rôle dans la respiration est bien le rôle principal, le rôle unique qui lui soit dévolu. — Chez l'homme, il se forme et se détruit par jour, 12,50 d'hémoglobine, 1/30 des globules rouges est journellement détruit et reformé.

Cette destruction et cette formation n'apparaissent pas comme des processus utiles ou nécessaires au sang lui-même, mais plutôt comme des mutations du fer nécessaires pour certaines fonctions exigeant la présence de ce métal très divisé, en quantité très minime, microscopique, susceptible d'agir sur certains éléments cellulaires. Le fer est très répandu dans l'organisme, il existe, peut-on dire, dans toutes les cellules.

Le fer existe dans tous les organes et dans tous les tissus du corps, et, en plus, normalement, il s'y trouve dans un état de combinaison libre, de façon qu'il peut réagir avec les réactifs du fer à la façon d'un ion (contrairement au fer de l'hémoglobine). En sorte que l'on peut très bien concevoir que le globule rouge et l'hémoglobine qu'il contient ne seraient que des réserves de fer, non chimiquement actif que l'organisme libère et fournit sous forme active là où il est nécessaire et là où il ne parviendrait pas, s'il circulait sous forme de composé chimiquement, atomiquement, ioniquement actif.

Le fer est un catalyseur, en chimie organique et en chimie inorganique. Cette action catalytique est importante à bien des points de vue. L'oxydation par H^2O^2 d'une série de substances (dextrose. glycérine, glycol, acide tartrique, etc.), est considérablement accrue par le fer.

La *dextrose*, en solution aqueuse, ne se détruit que lentement : si on ajoute 1/1000 0/0 de Fe^5O^4, à la température de la chambre, on voit une réaction de décomposition et d'oxydation très intense se faire et la température augmenter, parfois, jusqu'à la T° de l'ébullition de l'eau. Dans la dégradation de l'hémoglobine (hémoglobine, hématiene, cendres), le pouvoir catalytique appartient toujours au composé qui contient le fer, en dernier lieu aux cendres.

Les oxydases cellulaires contiennent du fer.

Le fer, en injection intraveineuse, augmente l'autolyse au niveau du foie. Le fer est un catalyseur. Il appartient à la classe des catalyseurs de groupe. C'est-à-dire que son action n'est pas limitée à quelques

réactions, mais il intervient pour des groupes entiers de réactions chimiques (1).

Quoi qu'il en soit, les recherches les plus récentes montrent que la formation, aussi bien que la destruction des hématies, sont l'œuvre de plusieurs organes : la moelle osseuse, la rate, le foie, les glandes hémo-lymphatiques joueraient un rôle dans ces cas. C'est ainsi que les cellules de Kupfer du foie, les cellules du tissu lymphoïde de la rate, les endotheliums, les vaisseaux de la moelle ont une action commune sur le fer. Toutes ces cellules fixent le fer, comme le montre l'examen histo-chimique de ces organes après injection intraveineuses d'oxyde de fer sucré. La fixation du fer par ces cellules est en raison de la dissociation ionique, de la dispersion des solutions colloïdales. Cette fixation est un phénomène physico-chimique sur lequel la surface des éléments joue un grand rôle (absorption). Les cellules fixatrices des substances étrangères subissent, sous l'influence des substances qu'elles ont fixé, des modifications qui varient avec la nature de la substance fixée : avec le fer, on observe la formation de myélocytes et d'érythroblastes. Les globules rouges détruits en quantité, mettent en liberté des lipoïdes d'une part et le pigment sanguin d'autre part, les cellules qui le fixent (cellules endothéliales, C. de Kupper), leur font subir des transformations sur la nature desquelles nous ne sommes pas fixés, mais que nous pouvons imaginer (2). Il semble, en s'appuyant sur ces considérations, que le fer doit subir de multiples transformations avant de se fixer et avant d'agir dans l'organisme. Le problème de l'action des eaux ferrugineuses en boisson ou en injection intraveineuse ou parentérale reste ouvert.

Des travaux récents de Baumgartner ont montré que seul le fer organique est assimilé (le fer inorganique n'est que résorbé) et exerce une action excitante sur les organes hématopoïétiques. (Des poules nourries avec du fer organique ont des œufs contenant plus de fer, plus de jaune, plus gros (pas d'action avec le fer inorganique). Belak, récemment, a aussi montré que l'injection d'électrargol agit de deux manières : immédiatement et tardivement. L'action rapide n'est pas spécifique, on peut l'obtenir par d'autres substances (caseosan), elle consiste en une augmentation absolue et relative des érythrocytes (valeur relative par rapport à l'albumine du sang), due à la mise en liberté d'érythrocytes médullaires pauvres en hémoglobine.

---

(1) Un savant a prétendu que les règnes végétaux et animaux se distinguent entre autres choses par la nature du métal activant les mutations énergétiques vitales, le fer étant propre aux animaux, le manganèse aux végétaux.

(2) Les travaux de Patella sur les transformations des leucocytes sont à revoir en s'appuyant sur ces idées.

Les globules blancs pourraient fort bien jouer un rôle important autre que celui de la phagocytose. Ces éléments non différenciés seraient peut-être susceptibles de subir une transformation d'adaptation et suivant les circonstances jouer des rôles diversement utiles à l'organisme (adaptation aux causes par réaction).

L'action secondaire, durable, est due à l'augmentation des hématies et de l'hémoglobine. Ce phénomène ne s'observant pas après extirpation de la rate, c'est de celle-ci que part l'irritation agissant sur la moelle, vraisemblablement par voie humorale, hormonale ou autre. Les érythrocytes de celle-ci se complètent ultérieurement.

De tous ces faits, il résulte que, la fonction hématique et les mutations du fer de l'organisme apparaissent sous un jour particulier. En raison de la grande destruction globulaire : le fer du sang, l'hémoglobine, n'apparaît plus comme une substance appelée à jouer un rôle exclusivement dans la respiration. Ce rôle est vraisemblablement plus compliqué. Le fer, à l'état ionique, inorganique, possède des propriétés chimiques qu'il trouve à satisfaire, avec une grande facilité, il se fixe vite dans les liquides et dans le sang et s'il rencontre des matières albuminoïdes, il forme, avec elles, des composés sans réaction chimique bien marquée, en raison même de leur nature. Ces composés albumineux circulent dans le sang et se fixent, comme il est dit plus haut, sur une série de cellules. Celles-ci sont modifiées comme nous l'avons vu. Les préparations organiques agissent sur les érythrocytes, comme il a été dit, et les globules, quand ils se détruisent, mettent en liberté, en des points divers de l'organisme, le fer ionique nécessaire aux fonctions cellulaires. Les éléments minéraux de l'organisme : fer, calcium, potassium, ne se fixent et n'agissent dans celui-ci que dans des conditions très particulières, réglées par le S. N. sympathique ou parasympathique et par les hormones qui agissent par lui et sur lui (K et Ca ne se fixent pas simplement et uniformément).

On comprend, d'après tout ce que nous venons de dire, que l'on ne peut plus limiter l'action des eaux ferrugineuses à la seule action du fer sur les érythrocytes, comme agents de la fonction respiratoire.

La physiologie, en pénétrant plus profondément dans le fonctionnement de l'organisme, en analysant plus complètement la fonction des organes, a permis de saisir l'essence des phénomènes et les manières diverses dont ils peuvent être influencés. Le savant ne s'est plus contenté de noter, dans leur ensemble, les changements provoqués par les médicaments, il a encore cherché à en éclairer le mécanisme (1).

Les phénomènes produits par les eaux de Spa, dont nous avons parlé jusqu'ici, sont des phénomènes ioniques, moléculaires, colloïdaux, et ces derniers sont eux-mêmes d'ordre moléculaire, miciellaire ou subatomiques. Ces derniers phénomènes sont encore à l'étude, mais ce qu'ils nous ont révélé est déjà fort intéressant et propre à faire réfléchir.

---

(1) On peut se demander, après ce que nous venons de dire, s'il ne serait pas nécessaire de reprendre avec l'étude physicochimique des eaux, celle de l'action des doses considérables et parfois énormes ingurgitées jadis par les curistes ? Les idées actuelles sur le lavage, sur l'action hématopoïétique trop absolue font négliger l'étude de moyens plus actifs peut-être même s'ils contrecarrent nos manières de voir ou de penser ; ils peuvent néanmoins être actifs, nous aurions à changer une fois de plus notre manière de voir sur l'action de la Cure.

L'étude de la constitution de l'atome a montré comment les corps se groupent en série. Elle a donné une base et un sens à ce que l'on appelle le nombre atomique, elle a expliqué la valence, etc.

Elle a montré aussi que si les corps sont constitués d'atomes compliqués, cette complication est moins grande qu'on ne l'avait cru d'abord. Les corps simples ne sont pas, en réalité, fort différents les uns des autres et l'on commence à connaître des composés de même nombre atomique, constituant ce que l'on appelle les isotopes et les isobares, dont on s'explique l'analogie des propriétés générales aussi bien que les différences individuelles.

Non seulement, on a pénétré la constitution des corps radioactifs ; mais on a, également, appris à connaître ces composés isotopes, dont l'étude nous prépare encore bien des surprises.

Aussi, devons-nous considérer les eaux minérales à la lumière des découvertes modernes ; aussi bien que les analyses atomiques, les analyses ioniques, moléculaires, physico-chimiques, colloïdales, sont-elles loin de nous avoir révélé tous leurs secrets.

Et cette pensée profonde du philosophe de Port-Royal : « Rien ne peut fixer le fini », revient à l'esprit. Nous ayons vu l'atome qui, si longtemps a dominé en science, céder la place à des réalités si troublantes qu'on n'y voulut d'abord pas croire. Il fallut bien se rendre à l'évidence et adopter ces notions nouvelles si précises et si fécondes.

L'heure est venue où la théorie microbienne va peu à peu céder une place ou, pour être plus exact, se compléter par les découvertes en physico-chimie. Nous contemplons le monde nouveau qui se révèle encore dominés par les idées anciennes, nous considérons les ultra-microbes comme des microbes simplement plus petits, en leur accordant les propriétés de ceux que nous connaissons depuis longtemps... Les chimistes n'ont jamais parlé d'ultra-atome, aussi les propriétés des parties constituant l'atome leur sont-elles apparues d'emblée avec leurs particularités au moment même de leurs découvertes.

L'étude des eaux minérales de tous les pays, doit, à l'exemple de ce qui se fait en France, être reprise en s'inspirant des idées nouvelles.

Espérons pour Spa et la région, que cette étude ne se fera pas attendre (1).

---

(1) Depuis le moment où fut donnée cette conférence, nous avons entrepris le Professeur Kopaczewski et moi des recherches sur les eaux ferrugineuses carbo-gazeuses de Spa. Ces recherches nous ont donné des résultats importants. Nous les publierons, ultérieurement, quand seront terminées les nombreuses expériences encore en cours. — F. H

SÉANCES DE SECTIONS

1er groupe

SCIENCES MATHÉMATIQUES

Première section

MATHÉMATIQUES

Président..... André GÉRARDIN, Correspondant du Ministère de l'Instruction Publique, Nancy.
Présidents d'Honneur.... DERUYTS et NEUBERG, Liége.
MINEUR et BOSMANS, Bruxelles.
Vice-Présidents Actifs.... L.-G. DU PASQUIER, Neuchâtel (Suisse).
CLAPIER, Montpellier.
Secrétaires ..... R. GOORMAGHTIGH, de La Louvière (Belgique).
LURQUIN, Bruxelles.

I. HISTOIRE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES

L. G. Du PASQUIER
Professeur à l'Université de Neuchâtel (Suisse).

ETAT ACTUEL DE LA PUBLICATION DES ŒUVRES COMPLETES D'EULER

Résumé succinct de la vie de Léonard Euler.
Historique de la publication de ses Œuvres.
La tentative belge de publier ses œuvres complètes en traduction française.

Les manuscrits de la Bibliothèque d'Uccle près Bruxelles.
Entreprise de la Société Helvétique des Sciences Naturelles.
Volumes terminés pendant et après la guerre mondiale.
État présent de la question.
Difficultés provenant de la crise d'après-guerre, du change, et des décisions des Académies.
Les conditions actuelles.

M. MINEUR

LA SOCIETE MATHEMATIQUE DE BELGIQUE

Historique de sa fondation. Son développement et son avenir.

André GERARDIN
Correspondant du Ministère de l'Instruction Publique, Nancy.

1° SEPT LETTRES DE TH. PEPIN ADRESSEES A HENRI BROCARD

Écrites à Saint-Étienne, ces 7 lettres sont datées des 25 janvier 1895, 5 et 19 avril 1895, 10 juin 1895, 18 janvier 1896, 12 et 29 septembre 1896.

Elles traitent d'intéressantes questions d'analyse indéterminée et donnent des réponses peut-être encore inédites à plusieurs questions de l'*Intermédiaire des mathématiciens* (questions 659, 663 et 664).

Le *Sphinx-Oedipe* les publiera.

2° LETTRES INEDITES ADRESSEES A EDOUARD LUCAS PAR MAURICE CANTOR

Ces lettres sont datées de Heidelberg 17 et 25 novembre 1876, 11, 12 et 17 février 1877.

Ces 21 pages, de format 11 × 14 cm., écrites en français, sont intéressantes à consulter au point de vue historique ; elles parlent de la théorie des nombres premiers, et de divers problèmes d'analyse indéterminée.

Une Revue Scientifique doit les publier.

3° SUR LA BIO-BIBLIOGRAPHIE DE MANSION

Son œuvre a été excellemment exposée par plusieurs de nos confrères. J'ai sa photographie dans les archives H. Brocard. Citons particulièrement son *Esquisse de l'Histoire des mathématiques en Belgique* (1907) ; *Les mathématiques en Belgique* de 1871 à 1875 ; ses Notices Historiques sur RIEMANN, PLUECKER, CLEBSCH, O. HESSE, HERMITE, CATALAN...)

4° PORTRAITS DE MATHEMATICIENS

Plusieurs clichés s'ajoutent chaque année à nos collections.

5° NOTICE HISTORIQUE SUR LES TRAVAUX DES SECTIONS 1 ET 2 DE L'A. F. A. S. DE 1887 A NOS JOURS

Ceci doit former une suite aux deux notices de C.-A. LAISANT.

L. CHANZY

Professeur au Lycée de Nancy.

1° TRADUCTION DE L'OUVRAGE DE STEWART : SOME GENERAL THEOREMS OF CONSIDERABLE USE IN THE HIGHER PARTS OF MATHEMATICS

Cet ouvrage traite de *quelques théorèmes généraux d'une grande, utilité dans les mathématiques.*

Sauf les cinq premiers, les théorèmes sont donnés sans démonstration. Ils sont, en 1746, entièrement nouveaux, sauf un ou deux au plus ; ils sont généraux et pour la plupart difficiles.

La traduction complète, avec certaines figures faites par Labosne, sera publiée ultérieurement au *Sphinx-Oedipe.*

Comme exemple, voici la proposition IX, théorème VI :

Soient des points donnés en nombre quelconque. On peut trouver un point tel que la somme des carrés des distances d'un point arbitraire aux points donnés égale la somme des carrés des distances de ces points au point trouvé plus le produit par le nombre des points donnés du carré de la distance du point arbitraire au point trouvé.

Par exemple : soit 3 le nombre des points donnés. Le théorème s'énoncera ainsi : soient 3 points donnés ; on peut trouver un point tel que la somme des carrés des distances d'un point arbitraire aux 3 points donnés égale la somme des carrés de leurs distances au point trouvé plus 3 fois le carré de la distance du point arbitraire au point trouvé.

La proposition suivante est plus générale.

2° SUR UN OUVRAGE DE STEWART

Les *Propositiones geometricœ, more veterum demonstratæ ad geometriam antiquam illustrandam et promovendam idoneæ* (1763) forment un volume in-8° de 218 pages et 21 planches composées de 183 figures. Il est écrit en latin et sa traduction est désirable. Ce livre fait partie de la Bibliothèque Henri Brocard-A. Gérardin.

Léon GUINET
Auderghem (Belgique).

NOTE SUR LA REVUE « ISIS »
Revue internationale d'Histoire de la Science et de la Civilisation

Il sera peut-être permis de présenter aux membres de la première section de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, réunis en Congrès à Liége — congrès en quelque sorte international puisque tenu par une association française en terre belge — une courte note sur une revue internationale d'histoire de la science, publiée à Bruxelles.

La section mathématique du Congrès ayant à son ordre du jour un chapitre de l'histoire des sciences au XII^e^ siècle, c'est à elle, plutôt qu'à toute autre section que je présente cette notice.

Isis a été fondée en 1912 (premier numéro paru en mars 1913) par George Sarton, alors établi à Gand ; la jeune Revue s'honorait de précieux patronages, parmi lesquels je ne retiendrai, pour ne citer que des noms d'historiens des mathématiques depuis lors disparus, que ceux de M. Cantor, A. Favaro, H.-G. Zeuthen ; Henri Poincaré lui avait aussi fait l'honneur d'adhérer à son Comité, et le N° 1 de la revue porte en frontispice un beau portrait de Poincaré, qu'*Isis* considère comme un de ses fondateurs.

En août 1914, alors que le 6^e^ de ses gros fascicules allait sortir de presse, éclatait le conflit qui devait tenir en laisse la pensée désintéressée pendant près de cinq années. Comme l'énorme majorité des revues scientifiques, *Isis* cessa de paraître : son fondateur était passé en Amérique, chassé par l'envahisseur, des collaborateurs étaient mobilisés, sans lien aucun les uns avec les autres, et d'ailleurs sans plus aucune possibilité de travail.

Le calme à peu près rétabli dans le monde en 1919, Sarton reprend l'œuvre courageusement, bien qu'il s'agisse d'une résurrection d'autant plus difficile que les passions ne sont pas apaisées, que des collaborateurs de la première heure soient au nombre des tués, que les conditions économiques sont défavorables. Avec une foi à toute épreuve, il entre prend une véritable croisade en faveur de l'idée qui lui tient au cœur et le fascicule VI est enfin publié au déclin de 1919, et ferme le tome II. Depuis, *Isis* est arrivée à vaincre tous les obstacles qui se sont dressés sur son chemin, et malgré une situation matérielle qui eut paru désastreuse à tout autre qu'à Sarton, elle a franchi le cap dangereux : son existence peut en effet être considérée comme assurée depuis les

premiers mois de 1924, grâce à la constitution, sous les auspices d'amis dévoués de Sarton et d'*Isis*, d'une Société Internationale d'Histoire de la Science dont un des Vice-Président et le Secrétaire sont des historiens des Mathématiques : j'ai nommé Florian Cajori et David Eugène Smith, qui a vu venir à elle rapidement de tous les points du monde, des adhésions en nombre presque inespéré.

Dans les six premiers volums de sa collection (les derniers fascicules du volume VI sont à l'impression), *Isis* aura publié, en outre des notes et correspondances, d'une chronique d'histoire de la science et des notices sur les savants contemporains, 86 articles originaux, 595 longs compte-rendus d'ouvrages importants, et 9.294 notices bibliographiques qui constituent la seule critique systématique faite à l'heure actuelle des travaux intéressant l'histoire et la philosophie de la science et l'histoire de la civilisation.

Chaque année, un ou plusieurs fascicules sont spécialement consacrés à cette bibliographie critique dont Sarton cherche à faire un instrument de travail se rapprochant de plus en plus de la perfection, et s'écartant de moins en moins du domaine propre de la Revue : histoire, philosophie et organisation de la science en général, ou d'une discipline particulière ; les publications techniques sont en général exclues de cette bibliographie critique : elles sont l'objet des revues techniques.

Les travaux examinés sont classés par ordre chronologique, siècle par siècle, chaque fois que la chose est possible ; si un mémoire porte sur une période trop longue pour qu'il puisse être introduit dans ce premier groupe, il peut trouver place dans une deuxième catégorie envisageant les grandes époques telles que : Antiquité, Moyen-âge, ou Rome, Grèce, Islam, etc. ; enfin un dernier groupe reçoit les travaux qui n'ont pu trouver place dans les deux classements précédents, et comporte comme subdivisions les diverses disciplines qui entrent dans le cadre de l'activité de la Revue, astronomie, mathématiques, médecine, physique, chimie, zoologie, botanique, géologie, etc. Un savant ayant par exemple besoin d'un renseignement sur l'Algèbre de Al-Khwârazmî trouvera ce qui peut l'intéresser en se reportant d'abord, non pas au chapitre mathématiques, ni au chapitre Islam, mais au IX^e^ siècle ; la recherche au chapitre Islam devra suivre ; puis endernier lieu sera consulté le chapitre mathématiques.

Isis constitue grâce à cette bibliographie ainsi comprise le véritable centre d'information pour l'histoire de la science ; on peut trouver ailleurs des bibliographies nationales ; nulle part on ne trouve de bibliographie générale, si ce n'est dans *Isis*.

Les longs compte-rendus d'ouvrages sont classés suivant le même principe que la bibliographie critique.

Quant aux travaux originaux jusqu'ici publiés, ils sont dus à 47 savants représentant 12 nationalités et écrivant en 4 langues différentes

(les langues dominantes sont l'anglais et le français). Ces mémoires touchent, comme la bibliographie critique, à tous les domaines de l'histoire et de la philosophie de la science et de la civilisation : Antiquité, Islam, Inde, Japon, Moyen-Age, xv^{e} siècle et siècles suivants, mathématiques, physique, chimie, géologie, biologie, médecine, histoire de l'art, philosophie, organisation de la science. Si l'on ne tient pas compte de la classification chronologique, une trentaine de ces mémoires originaux rentrent dans le cadre de l'histoire des mathématiques.

Cette dernière constatation me servira d'excuse pour avoir présenté cette note à la Section mathématique du Congrès de Liège de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences. A son Président, qui a bien voulu l'accepter et qui fait d'ailleurs à *Isis* l'honneur d'être un de ses amis, à la Société Internationale d'Histoire de la Science celui d'être un de ses membres, j'adresse mes remerciements.

M. BOUSQUET

SUR L'ECONOMIE MATHEMATIQUE DE V. PARETO

M^{me} V^{ve} Pareto m'ayant chargé de la réédition des œuvres de mon ancien maître décédé, je voudrais :

1° La fin du mémoire dont la première partie est parue avant guerre dans l'*Encyclopédie Française* dirigée par M. Molk.

2° La correspondance adressée par V. Pareto à divers collaborateurs, et tous renseignements utiles, bibliographiques ou autres.

M. A. Gérardin, de Nancy, a bien voulu accepter de centraliser toutes les réponses.

Pierre XARDEL
Paris

LE MATHEMATICIEN JEAN L'HOSTE (1570-1631)

Cet ancêtre de l'auteur, naquit à Nancy vers 1570. Il introduisit en Lorraine l'étude des mathématiques et plusieurs auteurs tels que Dom Calmet et Moreri en parlent avec de vifs éloges.

L'Hoste a fortifié la Ville Neuve de Nancy, et a composé quantité d'excellents livres et traités imprimés et manuscrits.

Il a étudié et construit aussi des machines qui marquèrent la sagacité de son invention, la profondeur de ses connaissances et l'habileté de sa main.

Il a publié en 1607 à Pont-à-Mousson une « Pratique de la Géométrie contenant les moyens pour mesurer et arpenter tous les plans accessibles, avec les démonstrations d'icelles, tirées d'Euclide et les plus nécessaires pour parvenir à la connaissance des mathématiques, expliquées pratiquement par diverses figures et raisons authentiques, utiles et convenables à tous arpenteurs, architectes, menuisiers, etc... »

En 1619, un second volume parut à Saint-Mihiel, intitulé « Epipolimétrie ou art de mesurer toutes les superficies, comprenant la manière de bien dessiner, former, transformer ou changer, mesurer et partager tous plans quelconques, en quoi est démontrée la pratique des six premiers livres des Éléments Géométriques d'Euclide.

M. A. Gérardin ajoute quelques renseignements utiles à cette communication.

H. BOSMANS S. J.

Président de la Société Mathématique de Belgique, Bruxelles.

SUR L'OPPORTUNITE D'UNE HISTOIRE DE L'ANALYSE INFINITESIMALE AU XVII^e SIECLE

Il serait intéressant et utile d'écrire l'histoire de l'Analyse infinitésimale au XVII^e siècle, à condition de ne pas se contenter de répéter ce qui a déjà été redit à satiété sur les querelles de priorité de Leibniz et de Newton, mais de s'occuper de l'évolution des idées. Il faudrait donc travailler sur les documents originaux. Or, il y aurait à cela une double difficulté.

La première se trouve dans la rareté des ouvrages imprimés à consulter. C'est, en effet, une erreur de croire qu'il suffit de lire les grands maîtres. On ne connaît alors que ce que j'appellerais volontiers les bonds de la science ; on ne se rend pas compte des intermédiaires par lesquels elle a effectivement progressé. Les plus beaux génies se sont presque toujours formés par l'étude d'auteurs qui n'étaient pas eux-mêmes du premier ordre. Dans la Préface de sa *Geometria indivisibilibus continuorum nova quadam ratione promota* (1), Cavalieri nous apprend qu'il doit beaucoup à un géomètre bien oublié, Luc Valerio (2). Pascal a emprunté aux *Cylindricorum et annularium Libri IV* (3) d'André Tacquet, la rigueur dont il fait preuve en analyse infinitésimale dans ses traités relatifs à la cycloïde. Lui-même nous apprend qu'il connaît le travail du Jéseite anversois (4), et il suffit de comparer les deux auteurs pour se rendre compte des emprunts, d'ailleurs très intelligents, que le second a fait au premier. Quant à Tacquet et à

(1) Bononiae, Typis Clementis Ferronii, MDCXXXV. La *Geometria* a eu une réédition : Bononiae, Ex Typographia de Duciis, MDCLIII.

(2) L'ouvrage de Valerie auquel Cavalieri fait allusion est intitulé : *De Centro Gravitatis Solidorum Libri Tres* Lucae Valerii Mathematicae et Civilis Philosophiae in Gymnasio Romano Professoris. Romae, Typis Bartholomaei Bonfadini, MDCIIII. Je lui ai consacré une étude dans les *Annales de la Société scientifique de Bruxelles, Les démonstrations par l'Analyse infinitésimale chez Luc Valerie*, t. XXXVII, Louvain, Ceuterick, 1912-1913, 2^e part., pp. 211-228.

(3) Antverpiae, Apud Jacobum Meursium, MDCLI.

(4) Dans la Lettre de Dettonville à Carcavi, *Œuvres complètes de Blaise Pascal*, Ed. Brunschvicg, Boutroux et Gazier, t. VIII, Paris, Hachette, 1914, p. 377. Pour plus de détails sur ce sujet, voir mon article : *La notion des « Indivisibles » chez Blaise Pascal*, publié dans l'*Archivio di Storia della Scienza*, t. IV, Roma, Casa editrice, Leonardo da Vinci, 1923, pp. 369-379.

son maître Grégoire de Saint-Vincent (5), il est évident qu'ils ont lu les écrits flamands de Stevin sur la mécanique, publiés à Leyde en 1586 (6), et qu'ils y ont remarqué la transformation profonde que le Brugeois y fait subir aux méthodes infinitésimales d'Archimède (7). Je pourrais multiplier ces exemples. Or qui ne devine la peine qu'il faut parfois se donner pour avoir au moment voulu sous la main ces ouvrages presque introuvables ?

Ceci n'est qu'une première difficulté, il en est une seconde non moins grande : la nécessité de recourir à la correspondance entre savants. Elle tenait, on le sait, au XVII^e^ siècle une place tout autrement importante qu'aujourd'hui. Les correspondances de Galilée, de Torricelli, de Fermat, de Descartes et de Huygens sont publiées ; mais celles de Cavalieri et de Newton, par exemple, disséminées de divers côtés ne sont pas complètes. Celle de Leibniz est immense et une minime partie en a vu le jour (8). Je crois savoir qu'on travaille à la correspondance de Mersenne ; mais pour Roberval presque tout reste à faire.

CLAPIER

Montpellier.

Sur l'origine et l'Histoire du calcul de l'Infini au XVII^e^ siècle (Question à l'ordre du jour)

(5) Dans le livre VII de son *Problema Austriacum*... Antverpiae, Apud Joannem et Jacobum Meursios. MDCXLVII. Tacquet avait eu à Louvain pour professeur Guillaume Boelmans, qui lui-même était élève de Saint-Vincent.

(6) *De Beghinselen der Weeghconst.* Beschreven duer Simon Stevin van Brugghe. Tot Leyden, Inde Drukkerye van Christoffel Plantijn, By Françoyys van Raphelingen M. D. LXXXVI. *De Beghinselen des Waterwichts.* Beschreven... Tot Leyden... (Comme ci-dessus).

(6) J'ai traduit tous les passages dans mon article *De quelques exemples de la Théorie des Limites chez Simon Stevin*, publié dans les *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, vol. cité, 2^e^ part. pp. 171-199. Voir aussi : *l'Analyse infinitésimale chez Simon Stevin*, publié dans *Mathesis*, t. XXXVIII, Bruxelles Stevens, Paris, Gauthier-Villars, 1923, pp. 12-18, 55-62 et 105-109. J'y résume l'article précédent.

(7) Pour se faire une idée de ce qui reste encore à publier de la correspondance de Leibniz il suffit de consulter Bodemann *Der Briefwechsel des Gottfried Wilhelm Leibniz in der königlichen öffentlichen Bibliothek zu Hanover.* Hannover, Hahn'sche Buchhandlung, 1889.

CANDIDO

Proviseur du Lycée de Galatina (Italie).

Présentation du Journal La Matematica Elementare. — Indication sur les programmes réalisés

Dr BERNARDO Ig. BAIDAFF

Buenos-Aires.

Historique et présentation de la « Revista de Matematicas y Fisicas Elementales »

A. AUBRY

Dijon.

Note sur son manuscrit remis à la Bibliothèque de Louvain

Mme TANNERY

Paris.

Sur les travaux de Paul Tannery

II. GÉOMÉTRIE

L. GODEAUX
Professeur à l'Ecole Militaire de Belgique.

SUR UNE PROPRIETE DES COURBES GAUCHES EN GEOMETRIE CAYLEYENNE ELLIPTIQUE

On sait que, en géométrie cayleyenne elliptique, on peut mener par un point deux parallèles à une droite (parallélisme de Clifford) ; chacune de ces parallèles dépend d'ailleurs rationnellement de la droite donnée. On peut donc envisager les parallèles de Clifford d'une espèce déterminée.

Soit C une courbe gauche. Par un point fixe Y, menons des parallèles de Clifford d'espèce déterminée aux tangentes à cette courbe et, sur chacune de ces parallèles, déterminons un point H tel que la distance YH soit égale à $\frac{\pi R}{2}$. En chaque point du lieu de H, menons la tangente à ce lieu et déterminons sur cette tangente, un point N distant de H de $\frac{\pi R}{2}$ $\left(\text{la courbure de l'espace étant } \frac{1}{R^2}\right)$. Dans cette note, nous démontrons que :

1° Les triangles YHN sont trirectangles ;

2° Dans le système de parallélisme de Clifford choisi, la droite YN est paralléle à la normale principale, la tangente HN à la binormale, au point correspondant de la courbe C.

I. Considérons l'espace cayleyen elliptique à trois dimensions dont la quadrique de l'absolu a pour équation, en coordonnées homogènes,

$$x_0^2 + x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 0.$$

Fixons le facteur de proportionnalité des coordonnées ponctuelles et tangentielles de l'espace par la condition que la somme des carrés de ces coordonnées soit égale à l'unité ($\Sigma x_i^2 = 1$, $\Sigma \xi_i^2 = 1$). Dans ces conditions, si $\frac{1}{R^2}$ désigne la courbure de l'espace, l'élément linéaire est donné par

$$ds^2 = R^2 (dx_0^2 + dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2).$$

Ue droite est déterminée par un de ses points X (x_0, x_1, x_2, x_3) et un second point Ξ $(\xi_0, \xi_1, \xi_2, \xi_3)$ tel que le plan polaire de ce point par rapport à l'absolu passe par X et y soit perpendiculaire à la droite considérée. La distance entre les points X, Ξ est égale à $\frac{\pi R}{2}$.

Par un point Y (y_0, y_1, y_2, y_3) passent deux parallèles de Clifford à la droite X Ξ. La parallèle de la première sorte passe par le point H donné par

$$\left.\begin{aligned} \eta_0 &= -By_1 - Cy_2 - Dy_3, \\ \eta_1 &= By_0 - Dy_2 + Cy_3, \\ \eta_2 &= Cy_0 + Dy_1 - Cy_3, \\ \eta_3 &= Dy_0 - Cy_1 + By_2; \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

la paralèlle de seconde sorte par le point H',

$$\begin{aligned} \eta'_0 &= -B'y_1 - C'y_2 - D'y_3, \\ \eta'_1 &= B'y_0 + D'y_2 - C'y_3, \\ \eta'_2 &= C'y_0 - D'y_1 + B'y_3, \\ \eta'_3 &= D'y_0 + C'y_1 - B'y_2. \end{aligned}$$

Si l'on pose $p_{ik} = x_i\xi_k - x_k\xi_i$, on a

$$\begin{aligned} B &= p_{01} + p_{23}, \quad C = p_{02} + p_{21}, \quad D = p_{03} + p_{12}, \\ B' &= p_{01} - p_{23}, \quad C' = p_{02} - p_{31}, \quad D' = p_{03} - p_{12}, \\ B^2 + C^2 + D^2 &= 1, \quad B'^2 + C'^2 + D'^2 = 1. \end{aligned}$$

Dans ce travail, nous n'utiliserons que les parallèles de la première sorte, mais les propriétés établies sont vérifiées lorsque l'on considère le parallélisme de la seconde sorte.

II. Soit C une courbe donnée par les équations

$$x_i = x_i(s), \qquad (s = 0, 1, 2, 3)$$

le paramètre étant l'abscisse curviligne s.

La tangente en un point X de la courbe C passe par le point $\Xi\left(\xi_i = R\frac{dx_i}{ds}\right)$, pôle du plan normal à la courbe en X par rapport à l'absolu.

Par un point Y de l'espace, menons les parallèles de Clifford (de première sorte) aux tangentes à C (les points de cette courbe étant supposés ordinaires). Ces parallèles sont déterminées par les divers points H d'une courbe Γ représentée par les formules (1).

L'élément linéaire $d\sigma$ de Γ est donné par

$$\left(\frac{d\sigma}{ds}\right)^2 = R^2\left[\left(\frac{d\eta_0}{ds}\right)^2 + \left(\frac{d\eta_1}{ds}\right)^2 + \left(\frac{d\eta_2}{ds}\right)^2 + \left(\frac{d\eta_3}{ds}\right)^2\right].$$

---

(1) G. Fubini, *Il parallelismo de Clifford negli spazii ellittici.* Annali della R. Scuola Normale di Pisa, 1900, vol. IX.

La courbe Γ peut être appelée la *première indicatrice* de C. La courbure $\frac{1}{\rho}$ de la courbe C en un point X est donnée par

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{R}\frac{d\sigma}{ds},$$

et on trouve sans difficulté,

$$\rho = \frac{1}{R}\cdot\frac{1}{\sqrt{\sum\left(x_i\frac{d^2x_K}{ds^2} - x_K\frac{d^2x_i}{ds^2}\right)^2}}.$$

III. La tangente en un point H à la courbe Γ passe par le point N de coordonnées

$$\left.\begin{aligned}
\nu_0 &= -R\left(y_1\frac{dB}{d\sigma} + y_2\frac{dC}{d\sigma} + y_3\frac{dD}{d\sigma}\right),\\
\nu_1 &= +R\left(y_0\frac{dB}{d\sigma} - y_2\frac{dD}{d\sigma} + y_3\frac{dC}{d\sigma}\right),\\
\nu_2 &= +R\left(y_0\frac{dC}{d\sigma} + y_1\frac{dD}{d\sigma} - y_3\frac{dB}{d\sigma}\right),\\
\nu_3 &= +R\left(y_0\frac{dD}{d\sigma} - y_1\frac{dC}{d\sigma} + y_2\frac{dB}{d\sigma}\right).
\end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

La distance des points Y, N est égale à $\frac{\pi R}{2}$, car on a

$$\cos\frac{YN}{R} = \Sigma y_i\nu_i \equiv 0.$$

Le triangle Y H N est trirectangle ; on a en effet, par exemple,

$$\cos NYH = \Sigma y_i\nu_i \equiv 0.$$

IV. Menons, par le point X, la parallèle de Clifford (de première sorte) à la droite YN. Cette droite passe par X et par le point N′ de coordonnées

$$\left.\begin{aligned}
\nu'_0 &= -B_1x_1 - C_1x_2 - D_1x_3,\\
\nu'_1 &= B_1x_0 - D_1x_2 + C_1x_3,\\
\nu'_2 &= C_1x_0 + D_1x_1 - B_1x_3,\\
\nu'_3 &= D_1x_0 - C_1x_1 + B_1x_2,
\end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

où l'on pose

$$B_1 = q_{01} + q_{23}, \quad C_1 = q_{02} + q_{31}, \quad D_1 = q_{03} + q_{12},$$
$$q_{iK} = y_i\nu_K - y_K\nu_i.$$

En tenant compte des formules (2), on a

$$B_1 = R\frac{dB}{d\sigma} = \rho\frac{dB}{ds}, \quad C_1 = \rho\frac{dC}{ds}, \quad D_1 = \rho\frac{dD}{ds}.$$

On en déduit, en tenant compte des valeurs de B, C, D,

$$\frac{\nu'_0}{\rho} = \mathrm{R}\left[\frac{d^2 x_0}{ds^2}(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) - x_0\left(x_1\frac{d^2x_1}{ds^2} + x_2\frac{d^2x_2}{ds^2} + x_3\frac{d^2x_3}{ds^2}\right)\right],$$

c'est-à-dire

$$\frac{\nu'_0}{\rho} = \mathrm{R}\frac{d^2x_0}{ds^2} - \mathrm{R}x_0\sum_i^{0\ldots3} x_i\frac{d^2x_i}{ds^2}.$$

Mais on a

$$x_0^2 + x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 1, \qquad \sum x_i\frac{dx_i}{ds} = 0,$$

$$\sum x_i\frac{d^2x_i}{ds^2} = -\sum\left(\frac{dx_i}{ds}\right)^2 = \frac{1}{\mathrm{R}^2},$$

par conséquent

$$\frac{\nu'_0}{\rho} = \mathrm{R}\frac{d^2x_0}{ds^2} + \frac{1}{\mathrm{R}}x_0.$$

On trouve de même

$$\frac{\nu'_i}{\rho} = \mathrm{R}\frac{d^2x_i}{ds^2} + \frac{1}{\mathrm{R}}x_i, \qquad (i = 0, 1, 2, 3).$$

ce qui peut encore s'écrire

$$\frac{\nu'_i}{\rho} = \frac{d\xi_i}{ds} + \frac{1}{\mathrm{R}}x_i \qquad (i = 0, 1, 2, 3). \tag{4}$$

Il en résulte que la droite passant par les points X et (3) est précisément la normale principale de la courbe C, les formules (4) définissant précisément les coordonnées ν'_i du plan passant par X et perpendiculaire à cette normale principale (1).

V. Considérons maintenant la parallèle de Clifford (de la première sorte) à la droite HN, menée par le point X. Cette droite passe par le point Z de coordonnées

$$\left.\begin{aligned}
\zeta_0 &= -\mathrm{B}_2x_1 - \mathrm{C}_2x_2 - \mathrm{D}_2x_3,\\
\zeta_1 &= \mathrm{B}_2x_0 - \mathrm{D}_2x_2 + \mathrm{C}_2x_3,\\
\zeta_2 &= \mathrm{C}_2x_0 + \mathrm{D}_2x_1 - \mathrm{B}_2x_3,\\
\zeta_3 &= \mathrm{D}_2x_0 - \mathrm{C}_2x_1 + \mathrm{B}_2x_2,
\end{aligned}\right\} \tag{5}$$

où l'on pose

$$\mathrm{B}_2 = r_{01} + r_{23}, \qquad \mathrm{C}_2 = r_{02} + r_{31}, \qquad \mathrm{D}_2 = r_{03} + r_{12},$$
$$r_{iK} = \eta_i\nu_K - \eta_K\nu_i.$$

---

(1) BIANCHI, *Sulle superficie a curvatura nulla in geometria ellittica*. Annali di Matematica, 1896, vol. XXIV.

On a

$$B_2 = \rho\left(C\frac{dD}{ds} - D\frac{dC}{ds}\right), \quad C_2 = \rho\left(D\frac{dB}{ds} - B\frac{dD}{ds}\right), \quad D_2 = \rho\left(B\frac{dC}{ds} - C\frac{dB}{ds}\right).$$

Pour démontrer que la droite XZ est la binormale à la courbe C, il suffira de démontrer que cette droite est perpendiculaire à la tangente et à la normale principale.

Le cosinus de l'angle de la tangente et de la droite XZ est donné par $\Sigma\xi_i\zeta_i$. Or, on a

$$\Sigma\xi_i\zeta_i = BB_2 + CC_2 + DD_2 \equiv 0.$$

Le cosinus de l'angle de la normale principale et de la droite XZ est donné par $\Sigma\nu_i'\zeta_i$. On a

$$\sum \nu'_i\zeta_i = B_1B_2 + C_1C_2 + D_1D_2 = \rho\left(B_2\frac{dB}{ds} + C_2\frac{dC}{ds} + D_2\frac{dC}{ds}\right) \equiv 0.$$

La droite XZ est donc bien la binormale de la courbe C au point X.

Professeur J. RICHARD
Châteauroux.

PRINCIPES DE LA GEOMETRIE DANS LEURS RAPPORTS AVEC L'ENSEIGNEMENT

On prétend quelquefois que la géométrie élémentaire ne saurait être enseignée aux débutants d'une façon bien rigoureuse et logique, et qu'il faut se contenter de démonstrations imparfaites.

Cette opinion est suggérée par la géométrie rationnelle de Halsted, conforme au mémoire d'Hilbert sur les fondements de la géométrie. Dans cet ouvrage on ne fait pas usage des déplacements, et l'on se hâte trop de conclure que l'usage des déplacements est incompatible avec la rigueur.

D'autres géomètres cependant, et notamment M. Peano ont étudiés les fondements de la géométrie et ont considéré le déplacement comme une notion importante, qu'ils se sont bien gardés de bannir.

Les géométries usuelles ne manquent point de rigueur, mais les

axiomes admis n'y sont pas toujours formulés. Il est faux par exemple que la démonstration du premier cas d'égalité des triangles ne soit pas une vraie démonstration.

Quels sont donc les axiomes admis implicitement dans les géométries élémentaires. Je ne prétends pas les formuler tous. J'examine les principaux.

1er axiome. Une figure tout en restant identique à elle-même peut occuper différentes positions ; lorsque deux figures sont ainsi identiques sauf la position, on dit qu'elles sont égales. Une correspondance ou transformation qui fait correspondre à toute figure une figure égale se nomme un déplacement.

II. Appelons *élément* une figure formée d'une demi-droite OX et d'un demi-plan P passant par OX. Étant donnés *deux éléments*, il existe un déplacement et un seul transformant le premier élément dans le second.

III. Il existe un déplacement retournant un angle AOB, c'est-à-dire faisant correspondre OA à OB, OB à OA. (Il résulte du 2e axiome qu'il n'en existe qu'un.)

Il existe aussi des déplacements retournant un segment AB amenant A en B et B en A.

IV. Tout déplacement qui change en elle-même une demi-droite OX, change en elle-même la droite entière et ne déplace aucun point de cette droite.

Avec ces axiomes et quelques autres on expose d'une façon bien rigoureuse la géométrie élémentaire, et cette exposition ne diffère pas dans le fond de ce qu'on trouve dans les traités usuels. Il faut donc continuer à exposer la géométrie de la façon ordinaire à la fois rigoureuse et simple. Cela est possible, je me suis efforcé de le montrer

Dans l'enseignement, il faut de la rigueur sans chinoiseries. Ce tour d'esprit qui vient d'Allemagne, et qui aime à compliquer les choses, et à donner aux choses les plus simples et les plus naturelles une apparence difficile et artificielle ne doit point apparaître dans nôtre enseignement géométrique. La rigueur n'est point incompatible avec la clarté, au contraire elle n'existe pas sans la clarté.

La géométrie est la plus éducative de toutes les sciences, mais pour qu'elle ait toute sa valeur il faut qu'elle soit enseignée avec une parfaite rigueur et cependant avec simplicité.

R. GOORMAGHTIGH
Ingénieur. La Louvière (Belgique).

1° CONSTRUCTION DU CENTRE DE COURBURE DES DEVELOPPEES DES COURBES TRIANGULAIRES SYMETRIQUES

La construction du centre de courbure γ en un point M d'une conique circonscrite à un triangle $A_1A_2A_3$ et tangente en M à une droite t donnée résulte de cette proposition connue (1) : *Les perpendiculaires, élevées sur t en ses intersections avec les côtés du triangle, rencontrent respectivement celles élevées en M sur les droites joignant ce point aux sommets correspondants en trois points appartenant à une droite qui détermine sur la normale un segment dont le milieu est* γ.

Le théorème de JAMET permet ensuite d'étendre cette construction à la détermination du centre de courbure C en un point d'une courbe triangulaire symétrique d'indice n, dont $A_1A_2A_3$ est le triangle de symétrie et qui a pour tangente en M une droite donnée t (2).

Nous nous proposons d'indiquer une construction du deuxième centre de courbure C_1 correspondant au point M (centre de courbure de la développée), supposant connu le premier centre de courbure C en ce point.

1. Soient μ_1, μ_2, μ_3 les coordonnées barycentriques absolues de M dans le triangle $A_1A_2A_3$, x_i, y_i les cordonnées cartésiennes des points A_i par rapport à la tangente et à la normale à la courbe en M, a^2 le double de l'aire du triangle de symétrie ; nous avons montré (*Mathesis*, 1924, p. 160) que le rayon de courbure de la développée ρ_1 est alors lié au premier rayon de courbure ρ par la relation

$$\rho_1 = \frac{\rho^2}{a^2} \sum \frac{y_2 - y_3}{\mu_1} + \rho \sum \frac{x_i}{y_i}. \qquad (1)$$

Désignant par T_1, T_2, T_3 les intersections de la tangente t avec les côtés du triangle de symétrie, par Q_1, Q_2, Q_3 celles de A_1M, A_2M,

(1) P. SERRET, *Géométrie de direction ;* FOURET, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 1890 ; MANNHEIM, *Principes et développements de Géométrie cinématique*, p. 578 : CESARO, *Natürliche Geometrie*, p. 130 ; BOUVAIST, Nouvelles Annales, 1916, p. 545.

(2) Si deux courbes triangulaires symétriques d'indices n_1 et n_2 ayant même triangle de symétrie se touchent en un point, leurs courbures en ce point sont dans le rapport de n_1-1 à n_2-1. Or une conique circonscrite au triangle de référence est une courbe triangulaire symétrique d'indice -1.

A_3M avec la normale CC_1 à la développée, on transforme aisément cette relation en

$$\rho_1 = \rho^2 \sum \frac{1}{MT_1} + \rho \Sigma CQ_1.$$

Soient maintenant B_1, B_2, B_3 les pôles de A_2A_3, A_3A_1, A_1A_2 par rapport au cercle de centre M et de rayon MC ; les projections de MB_1, MB_2, MB_3 sur la tangente t valent respectivement $\rho^2 : MT_1$, $\rho^2 : MT_2$, $\rho^2 : MT_3$. On aura donc ce théorème (1) :

Soient g le symétrique, par rapport à C, du centre de gravité des points où CC_1 rencontre A_1M, A_2M, A_3M, et g′ la projection sur CC_1 du centre de gravité du triangle polaire réciproque de $A_1A_2A_3$ par rapport au cercle de centre M passant par C ; le centre de courbure C_1 de la développée est alors le point obtenu en prolongeant de six fois sa longueur le segment compris entre C et le milieu de gg′.

2. A chaque point M du plan, on peut associer une droite τ passant par ce point et telle que la somme

$$\frac{y_2 - y_3}{\mu_1} + \frac{y_3 - y_1}{\mu_2} + \frac{y_1 - y_2}{\mu_3} \qquad (3)$$

s'annulle.

Cette droite τ est perpendiculaire à celle qui joint M au centre de gravité du triangle polaire réciproque de $A_1A_2A_3$ par rapport à un cercle quelconque de centre M.

La droite τ est aussi tangente en ce point à la cubique qui y passe et qui est telle que ses distances aux côtés du triangle de symétrie aient un produit constant.

Si deux courbes triangulaires d'indices n_1 et n_2 sont tangentes en un point M à la droite τ associée à ce point, les rayons de courbure correspondants de leurs développées sont dans le rapport de $n_2 - 1$ à $n_1 - 1$.

Les centres de courbure des développées de toutes les courbes triangulaires qui touchent en M cette droite τ sont alors sur une droite passant par M. Appliquant ces considérations au cas particulier des coniques, et tenant compte du théorème de Mac-Laurin (2), on obtient cette proposition :

Si une conique circonscrite, une conique inscrite et une conique conjuguée à un même triangle sont tangentes en un point M à la droite τ associée à ce point, leurs centres sont en ligne droite avec M et le diamètre commun contient le centre de gravité des points où une parallèle à τ coupe les droites joignant M aux sommets du triangle.

---

(1) Cette construction s'applique aussi aux courbes de Lamé, l'un des côtés du triangle de symétrie étant alors la droite de l'infini.

(2) Dans une conique, le diamètre passant par un point de la courbe divise le rayon de courbure correspondant de la développée extérieurement dans le rapport 1 : 4.

Dans ce qui précède, on suppose que le point M ne coïncide pas avec le centre de gravité du triangle de symétrie ; dans ce cas, en effet, la somme (2) s'annulle pour toute droite t qui passe par ce point.

2° SUR LA COURBURE DES COURBES DE LAME

Nous considérons dans ce qui suit les courbes de Lamé définies par l'équation cartésienne $ax^n + by^n = c$, n étant quelconque. On sait que R. Godefroid (*Journal de l'Ecole Polytechnique*, 1892, p. 37) a donné une forme remarquable à l'expression du rayon de courbure ρ en un point M d'une telle courbe : A et B étant les intersections des axes Ox, Oy avec la tangente en M, D et E ceux de ces axes avec la normale en M, appelons A′ et B′ les points où cette normale coupe les perpendiculaires élevées en A sur Ox et en B sur Oy. On a alors

$$\frac{1}{\rho} = (1 - n)\left(\frac{1}{A'D} + \frac{1}{B'E}\right).$$

Les développements de cette note conduisent à une construction simple qui est d'ailleurs applicable lorsque les axes sont obliques.

I. Soit d'abord M un point d'une courbe (C) ayant pour équation en coordonnées rectangulaires ou obliques $x^p y^q = a$, p et q étant des exposants quelconques. Si ξ et η désignent les distances de M aux axes, on aura $\xi^p \eta^q = b$; dérivant par rapport à l'arc s et divisant membres à membres la relation précédente et la relation obtenue, on a

$$\frac{p}{\xi} \cdot \frac{d\xi}{ds} + \frac{q}{\eta} \cdot \frac{d\eta}{ds} = 0,$$

c'est-à-dire, A et B désignant les intersections de la tangente en M avec les axes

$$p.\,MB + q.\,MA = O.$$

Appelons alors α et β les intersections de la normale à (C) en M avec les perpendiculaires à Ox en A et Oy en B. Le rapport de section de M sur AB étant constant, *le rapport dans lequel le centre de courbure à de (C) en M divise $\alpha\beta$ est le même que celui en lequel M divise AB.*

On obtient ainsi, pour le centre de courbure des courbes $x^p y^q = a$ une construction qui généralise celle donnée par Mannheim pour l'hyperbole.

II. Si l'on rend homogène l'équation $\xi^p \eta^q = b$, on obtient une relation $\xi^p \eta^q = b\zeta^{p+q}$ qui montre que (C) est une *courbe anharmonique* d'Halphen. Soit donc alors (Γ) une courbe ayant pour équation

$ax^n + by^n = c$, tangente en M à (C) ; d'après le théorème de Jamet, le rapport des rayons de courbure de (Γ) et (C) est égal à $1 - n$.

On a dès lors la proposition suivante :

Soient A et B les points où la tangente à une courbe (Γ) d'équation $ax^n + by^n = c$ *coupe les axes quelconques* Ox, Oy, α, β *ceux où les perpendiculaires élevées en A et B sur ces axes coupent la normale en M ; si* γ *est le point qui divise* αβ *comme M divise AB, le centre de courbure* μ *de (Γ) en M s'obtient en prolongeant le segment* $\overline{\gamma M}$ *de* $(n-1)^{-1}$ *fois sa longueur.*

En particulier, dans le cas d'une conique dont Ox, Oy sont deux diamètres conjugués, μ est le symétrique de γ par rapport à M.

P. SERGESCO

Docteur ès-sciences mathématiques, Professeur à Craiova (Roumanie)

QUELQUES REMARQUES SUR LES COURBES UNICURSALES

(Résumé).

Soit C une courbe unicursale de degré n. On peut trouver deux polynomes $p(x, y)$ et $q(x, y)$ de degré $\geqq n-2$ de sorte que :

$$G(x, y) = p(x, y) + tq(x, y)$$

soit identiquement nulle pour tous les points de la courbe C. (t est la variable de la représentation paramétrique). Dans certains cas $G(x,y)$ peut être de degré inférieur à $n-2$; en réalité, dans ces cas $G(x, y)$ se décompose en plusieurs facteurs dont un seul dépend de t. [Exemple : pour $x^n = y^{n-1}$ on a $x = t^{n-1}$, $y = t^n$ et $G(x, y) = y - tx$].

Les points d'intersection de C avec une courbe :

$$p(x, y) + t_0 q(x, y) = 0$$

sont les racines du système :

$$F(x, y) = 0 \qquad G(x, y, t_0) = 0.$$

En éliminant y on obtient $\Phi(x, t_0) = 0$. Or, le point $x(t_0)$, $y(t_0)$ se trouve sur les deux courbes. Il s'ensuit :

$$\Phi[x(t_0), t_0] \equiv 0 \qquad \Phi(x, t_0) = [x - x(t_0)](x, t_0).$$

Mais Φ est de degré n par rapport aux cœfficients de y dans G, donc au plus de degré n par rapport à t_0. Comme $x(t_0)$ est bien de degré n par rapport à t_0 il s'ensuit que $\varphi(x, t_0)$ ne dépend que de x. En faisant varier t_0 on obtient l'énoncé suivant :

Etant donnée une courbe unicursale C de degré n, *il existe au moins, un faisceau linéaire, à un paramètre, de courbes de degré* g ($\geqq n-2$), *tel que toutes les courbes de ce faisceau coupent C en un seul point variable avec le paramètre.* Ce faisceau est dit *adjoint* à C. La recherche de la représentation paramétrique d'une courbe unicursale se réduit à la recherche d'un faisceau adjoint.

En considérant le faisceau adjoint d'ordre $n-2$ on obtient le résultat connu que : la courbe est unicursale si elle a le nombre maximum possible, $\frac{(n-2)(n-1)}{2}$, de points doubles. A ce point de vue un point multiple d'ordre p équivaut à $\frac{p(p-1)}{2}$ points doubles.

On peut aussi considérer un faisceau adjoint de degré $n-1$, passant par les $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ points doubles et par $2n-3$ points simples arbitraires situés sur C. Par exemple on trouve la représentation de la cubique $x^3 + y^3 = x^2 + y^2$ soit à l'aide du faisceau de droites $y = ux$ soit à l'aide d'un faisceau de coniques passant par O et par trois points simples de la courbe.

Dans les recherches sur la représentation paramétrique, *un point double de C avec deux branches tangentes équivaut à deux points doubles*. En effet, on assujettit le faisceau adjoint aux conditions : 1°) de passer par le point double et 2°) d'y être tangent aux deux branches de C. Alors C a *quatre* points d'intersection avec les courbes du faisceau, confondus dans le point double considéré ; d'autre part le faisceau satisfait seulement à deux conditions en ce point .Ceci justifie la proposition. Exemple :

$$2y^4 - x^2(x-1)y - x^2(x-1)^2 = 0$$

a un point double en O avec deux branches tangentes à Oy. Un autre point double est (1; O). Ces deux points doubles équivalent à *trois* et, par conséquent, la courbe est unicursale. D'ailleurs, considérons le faisceau adjoint :

$$ty^2 - (t+1)xy + x(x-1) = 0,$$

On obtient la représentation paramétrique :

$$x = \frac{(t^2-2)^2}{(3t+4)(t^3+2t^2+2t+2)}, \qquad y = \frac{(t^2-2)(t^2+3t+2)}{(3t+4)(t^3+2t^2+2t+2)}.$$

Un point triple équivaut, en général, à *trois* points doubles ; mais *un point triple par où passent deux branches de C, tangentes, équivaut à quatre points doubles.*

Pour vérifier cela, il suffit de considérer les courbes adjointes ayant ce point double avec deux branches tangentes aux branches tangentes de C. De la même manière, *un point triple avec trois branches tangentes entre elles équivaut à six points doubles.* (Mais ceci exige que le degré des courbes adjointes soit ≥ 3).

Cas des points de rebroussement d'ordre 2. Pour fixer les idées soit o le point de rebroussement et supposons le développement autour de o :

$$y = A_1 x^{3/2} + B_2 x^2 + A_2 x^{5/2} + B_3 x^3 + \dots$$

On considère les courbes adjointes sous la forme :

$$y = c_2 x^2 + c_3 x^3 + \dots$$

dans le voisinage de o. On obtient le résultat :

Si $A_1 = B_2 = A_2 = \dots = A_n = O$ et l'un au moins des deux coefficients A_{n+1} ou B_{n+1} n'est pas nul, le point de rebroussement O équivaut à $n + 1$ points doubles.

CONCLUSION. — *Dans la recherche de la représentation paramétrique d'une courbe unicursale, il ne suffit pas de considérer l'ordre de multiplicité des points multiples de la courbe, mais aussi les circonstances qui se présentent au point de vue* CONTACT *au voisinage de ces points multiples.*

Remarque. — Toute courbe unicursale peut être transformée en une conique par une transformation birationnale et biunivoque.

T. LEMOYNE

Paris.

1° SUR QUELQUES FORMULES RELATIVES A LA THEORIE DES CARACTERISTIQUES DANS LES CONIQUES ET QUI NE SONT PAS DE LA FORME $\alpha\mu + \beta\nu$, OU α, β SONT ENTIERS

Nombre de mathématiciens paraissent croire qu'à part les exceptions d'Halphen les formules obtenues dans la théorie des caractéristiques sont nécessairement de la forme $\alpha\mu + \beta\nu$ où μ, ν désignent les caractéristiques et α, β deux entiers dont l'un peut être nul (Voir par exemple. *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 1924, p. 187).

Chasles a cependant fait connaître les deux théorèmes suivants, dont il n'a pas il est vrai donné de démonstration (mais on en peut trouver une dans mon ouvrage sur *Les Lieux géométriques en Mathématiques spéciales*) :

I. *Le lieu des centres des cercles appartenant à un système de caractéristiques* (μ, ν) *est d'ordre* $\nu : 2$.

II. *Le lieu des foyers des paraboles* (μ, ν) *est d'ordre* $\frac{\mu}{2} + \nu$.

A ces énoncés j'en ai, de mon côté, ajouté un certain nombre d'autres dans l'ouvrage précédemment cité. Voici les plus suggestifs :

III. *L'enveloppe des axes des paraboles* (μ, ν) *est de classe* $3\mu : 2$.

IV. *L'enveloppe des tangentes aux sommets et l'enveloppe des directrices des paraboles* (μ, ν) *dont le foyer est donné sont des courbes de classe* $\mu : 2$.

V. *Le lieu des sommets des paraboles* (μ, ν) *dont l'axe ne passe pas en un point fixe ou n'est pas tangent à une courbe donnée a priori est de l'ordre* $3\frac{\mu}{2} + \nu$.

VI. *Le lieu des pieds des normales menées d'un point P aux paraboles* (μ, ν) *est de l'ordre* $3\frac{\mu}{2} + \nu$.

Enfin aux théorèmes précédents j'ajouterai encore ceux-ci, qui sont très probablement nouveaux, et que je me bornerai à énoncer, faute de place pour en donner la démonstration.

VII. *Quand une conique* (μ, ν) *est tangente à une droite* δ, *le lieu du point N où la droite PA qui joint un point fixe P au point de contact variable A de* δ *et de la conique, coupe à nouveau cette courbe, est d'ordre* $3\mu : 2$ *et admet P pour point multiple d'ordre* μ.

VIII. *Quand une conique* (μ, ν) *est tangente à une droite* $O\delta$, *l'enveloppe des droites qui joignent le point où la conique touche* $O\delta$ *aux points où elle rencontre une droite* $O\delta'$ *est une courbe de classe* $3\mu : 2$ *qui admet* $O\delta$ *et* $O\delta'$ *pour tangentes multiples d'ordre* $\mu : 2$.

IX. *Quand une conique* (μ, ν) *passe par un point fixe A, et que par le point T où la tangente en A rencontre une droite donnée* Δ *on mène à la conique la seconde tangente, TB, elle enveloppe une courbe de classe* $3\nu : 2$ *qui admet la droite* Δ *pour tangente multiple d'ordre* ν.

X. *Quand une conique* (μ, ν) *passe par un point fixe P, le lieu des points T, T' où la tangente en P rencontre les tangentes menées d'un point fixe Q est d'ordre* $3\nu : 2$.

XI. *Lorsqu'une conique* (μ, ν) *passe par l'intersection O de deux droites fixes* Ox, Oy, *qu'elle rencontre encore en M et N, le lieu du point où la tangente en O coupe MN est une courbe d'ordre* $3\nu : 2$ *qui admet* O *pour point multiple d'ordre* ν *et est tangente en* $O\nu : 2$ *fois à* Ox *et* $\nu : 2$ *fois à* Oy.

On peut encore généraliser les théorèmes III et V ; pour abréger nous laisserons ce soin au lecteur.

2° SUR LES CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES DE CONIQUES TANGENTES A UNE COURBE ALGEBRIQUE QUELCONQUE. APPLICATION A LA DETERMINATION DES ORDRES: 1° DE L'ANTIPODAIRE D'UNE COURBE ALGEBRIQUE ; 2° DE SA COURBE PARALLELE ; 3° DE LA COURBE EQUIDISTANTE DE DEUX COURBES ALGEBRIQUES.

Dans une communication célèbre à l'Académie des Sciences, Chasles a montré que le nombre des coniques qui appartiennent à un système de caractéristiques (μ, ν) et touchent en outre une courbe (S) d'ordre m, de classe n, est égal à $n\mu + m\nu$.

Cette formule est peut-être la plus importante de la théorie des caractéristiques. Elle permet de déterminer les caractéristiques des systèmes de coniques (μ, ν) tangentes à (S), mais seulement lorsque les points communs aux coniques (μ, ν) n'appartiennent pas à (S) ou que les tangentes communes à ces coniques ne touchent pas (S).

On n'a pas indiqué jusqu'à présent, du moins à ma connaissance, comment il convient de modifier la formule précédente pour permettre de déterminer les caractéristiques des systèmes de coniques (μ, ν) tangentes à la courbe (S) mais assujetties en outre à passer par un, deux ou trois points fixes de (S) ou à toucher une, deux ou trois tangentes fixes de cette courbe.

Pour la détermination de ces caractéristiques, le nombre des coniques (μ, ν) qui passent par t points multiples de (S) ($t \leqslant 3$) et touchent cette courbe en l'un de ces points, ou qui touchent u tangentes multiples de (S) ($u \leqslant 3$) et passent par l'un de leurs points de contact avec (S) doit être défalqué du nombre total des coniques (μ, ν) tangentes à (S). Il en est de même du nombre des coniques (μ, ν) décomposées soit en deux droites, soit en deux points, et qui pourraient être tangentes à (S). En conséquence, et pour abréger le langage, nous appellerons dans ce qui suit : *nombre des coniques* (μ, ν) *tangentes* à (S), le nombre de ces coniques, non décomposées, tangentes à (S) en des points autres qu'un des points fixes communs aux coniques (μ, ν) ou qu'un des points de contact des tangentes à (S) (ordinaires ou multiples) qui seraient tangentes à toutes les coniques (μ, ν).

Avec cette convention de langage, la formule de Chasles peut être modifiée comme suit :

I. *p passages de la courbe* (S) *par un point commun aux coniques* (μ, ν) *diminuent le nombre* $n\mu + m\nu$ *des coniques* (μ, ν) *tangentes à* (S) *de* $p\nu$ *unités.*

Si ces p passages de (S) *ont lieu en un même point A des coniques* (μ, ν), *les p tangentes en A à* (S) *doivent être distinctes pour que le résultat précédent soit applicable.*

II. *Si la courbe (S) est g fois tangente à une tangente commune à toutes les coniques* (μ, ν), *le nombre des coniques* (μ, ν) *tangentes à (S) diminue de* $p\mu$.

Lorsque ces g contacts de (S) se produisent avec une même tangente commune d aux coniques (μ, ν), *les g points de contact de d et de* (S) *doivent être distincts pour que le résultat précédent soit applicable.*

III. *Quand les coniques* (μ, ν) *passent toutes par deux points A et B d'une droite tangente h fois à la courbe (S), le nombre des coniques* (μ, ν) *(non décomposées) tangentes à (S) diminue de* $h\mu$.

Dans le théorème III les points A et B peuvent appartenir ou non à la courbe (S) ; on suppose les h points de contact de AB et de (S) distincts.

IV. *Quand les coniques* (μ, ν) *touchent toutes deux droites Ox, Oy dont l'intersection O est point multiple d'ordre q de la courbe (S), le nombre des coniques* (μ, ν) *tangentes à (S) diminue de* $q\nu$ *unités.*

Dans le théorème IV les droites Ox, Oy peuvent être tangentes ou non à la courbe (S). On suppose distinctes les q tangentes en O à (S).

Examinons le cas où (S) est une conique. On sait que :

En général, le nombre des coniques (μ, ν) *tangentes à une conique* (S) *est égal à* $2(\mu + \nu)$ (Chasles).

En appliquant ce qui précède, on obtient un certain nombre de théorèmes parmi lesquels nous citerons les suivants :

1. *Quand les coniques* (μ, ν) *passent par un point* O *d'une conique* (S), *il y a* $(2\mu + \nu)$ *coniques* (μ, ν) *tangentes à* (S) (*au sens indiqué précédemment*).

2. *Quand les coniques* (μ, ν) *passent par deux points* O, P *d'une conique* (S), *il y a* 2μ *coniques* (μ, ν) *tangentes à* (S).

3. *Quand les coniques* (μ, ν) *touchent toutes une tangente fixe* δ *d'une conique* (S), *il y a* $2\nu + \mu$ *coniques* (μ, ν) *tangentes à* (S).

4. *Quand les coniques* (μ, ν) *touchent toutes deux tangentes fixes à une conique* (S), *il y a* 2ν *coniques* (μ, ν) *tangentes à* (S).

5. *Quand les coniques* (μ, ν) *passent par un point* O *d'une conique* (S) *et touchent une tangente d de cette conique, il y a* $\mu + \nu$ *coniques* (μ, ν) *tangentes à* (S).

6. *Quand les coniques* (μ, ν) *passent par deux points fixes d'une conique* (S) *et touchent une tangente fixe de cette courbe, le nombre des coniques* (μ, ν) *tangentes à* (S) *est égal à* μ.

7. *Quand les coniques* (μ, ν) *passent par un point fixe d'une conique* (S) *et touchent deux tangentes fixes de cette courbe, le nombre des coniques* (μ, ν) *tangentes à* (S) *est* ν.

8. *Le nombre des cercles* (μ, ν) *tangents à une parabole est* $2\nu + \mu$, etc.

Nous nous arrêterons là. Nous avons d'ailleurs déjà établi, mais par des considérations différentes, les théorèmes 1 à 4 dans notre ouvrage sur *Les Lieux géométriques*, p. 114 et 115. Ces théorèmes permettent de déterminer dans la plupart des cas possibles les caractéristiques des systèmes de coniques (μ, ν) tangentes à une conique donnée.

Applications. — Détermination des caractéristiques des coniques circonscrites à un triangle ABC et tangentes à une courbe (S) d'ordre m, de classe n, admettant A, B, C pour points multiples d'ordres p, q, r et BC, CA, AB pour tangentes multiples d'ordres g, h, k.

La caractéristique μ' de ce système est le nombre des coniques satisfaisant aux conditions précédentes et passant en outre par un point quelconque D ; la carac-

téristique ν' du système est le nombre des coniques satisfaisant aux conditions énoncées et tangentes en outre à une droite quelconque d.

Or, d'après la formule de Chasles et les remarques I, III, le nombre des coniques d'un système (μ, ν) tangentes à (S) lorsque trois des conditions de ce système sont de passer par A, B, C est

$$n\mu + m\nu - \nu(p + q + r) - \mu(g + h + k).$$

Si les coniques passent par les quatre points A, B, C, D, on a $\mu = 1$, $\nu = 2$, d'où

$$\mu' = 2m + n - 2(p + q + r) - (g + h + k).$$

Si les coniques passent par A, B, C et touchent d, on a $\mu = 2$, $\nu = 4$, d'où

$$\nu' = 2\,[2m + n - 2(p + q + r) - (g + h + k)].$$

Les nombres μ' et ν' sont les caractéristiques cherchées.

THÉORÈME I. — *Les coniques circonscrites à un triangle ABC et tangentes à une courbe (S) d'ordre m, de classe n, admettant A, B, C pour points multiples d'ordres p, q, r et BC, CA, AB pour tangentes multiples d'ordres g, h, k, toutes les tangentes à (S) en A, B, C étant distinctes, ainsi que tous les points de contact de (S) avec BC, CA, AB, ont pour caractéristiques*

$$\mu = 2m + n - 2(p + q + r) - (g + h + k),$$

$$\nu = 2[2m + n - 2(p + q + r) - (g + h + k)].$$

On a $\nu' = 2\mu'$; ce résultat est une conséquence du théorème suivant :

THÉORÈME II. — *Lorsque les coniques d'un système* (μ, ν) *sont circonscrites à un triangle, leur caractéristique* ν *est double de leur caractéristique* μ.

En effet, les $2\mu - \nu$ coniques réduites à deux points, ou autrement dit infiniment aplaties, ne peuvent pas exister, puisque chacune d'elles devrait être circonscrite au triangle alors qu'elle ne peut passer que par deux sommets. On a donc $\nu = 2\mu$.

On peut encore le démontrer autrement, en projetant deux des sommets du triangle aux points cycliques. On est ramené à montrer que :

THÉORÈME III. — *Quand les cercles d'un système* (μ, ν) *passent par un point fixe* P, *on a* $2\mu = \nu$.

En effet, le lieu des centres de ces cercles est d'ordre $\nu : 2$ (voir LEMOYNE, *Lieux géométriques*, p. 25). Donc une droite quelconque Δ coupe le lieu en $\nu : 2$ points, centres des cercles qui passent par P et par son symétrique P′ relativement à Δ. Or, le symétrique P′ de P relativement à la droite quelconque Δ est un point quelconque du plan ; il y a donc $\nu : 2$ cercles (μ, ν) qui passent par un point quelconque, autrement dit $\mu = \nu : 2$.

Corrélativement :

THÉORÈME IV. — *Lorsque les coniques d'un système* (μ, ν) *sont inscrites à un triangle, leur caractéristique* μ *est double de leur caractéristique* ν.

On l'établit par un raisonnement corrélatif de celui qui donne le théorème II.

ORDRE DE L'ANTIPODAIRE D'UNE COURBE ALGÉBRIQUE (S). — A une homothétie près l'antipodaire d'une courbe (S) par rapport à un point A est le lieu des centres des cercles qui passent par A et touchent (S). Son ordre est $(\nu : 2) = \mu$, en désignant par μ et ν les caractéristiques des cercles précédents. Ces cercles sont des coniques passant par A et les points cycliques. Par conséquent le théorème I donne immédiatement le suivant :

THÉORÈME V. — *L'antipodaire par rapport à un point P d'une courbe (S), d'ordre m, de classe n, passant q fois par chacun des points cycliques, et p fois par le point P, tangente g fois à la droite de l'infini et h fois à chacune des droites isotropes de P est* [*en supposant distincts toutes les tangentes à la courbe en P et aux points cycliques, ainsi que les points où la droite de l'infini et les droites isotropes de P touchent (S)*] *une courbe d'ordre égal à*

$$2m + n - 2(p + 2q) - (g + 2h).$$

Ce résultat est bien connu, mais il ne semble pas qu'on l'ait jusqu'ici déduit de la théorie des caractéristiques,

ORDRE DE LA COURBE PARALLÈLE A LA COURBE ALGÉBRIQUE (S). — Cette courbe est le lieu des centres des cercles de rayon constant R tangents à (S). Si μ', ν' désignent les caractéristiques de ces cercles, le lieu est d'ordre $\nu' : 2$. Or ν' est le nombre des cercles de rayon R, tangents à une droite quelconque d et à la courbe (S).

Les caractéristiques des cercles de rayon R, tangents à d, sont $\mu = 4, \nu = 4$, donc, en appliquant la formule de Chasles et les remarques I et III, on a

$$\nu' = 4(n - g) + 4(m - 2p).$$

Par suite :

THÉORÈME VI. — *L'ordre de la courbe parallèle à une courbe (S) d'ordre m, de classe n, passant p fois par chaque point cyclique et tangente g fois à la droite de l'infini, est*

$$2(m + n - 2p - g).$$

On retrouve ainsi une formule due à Cayley. On peut donc dire que : *La courbe parallèle à une conique à centre est du huitième ordre ; la courbe parallèle à une parabole est du sixième ordre.*

ORDRE DE LA COURBE ÉQUIDISTANTE DE DEUX COURBES ALGÉBRIQUES. — Nous donnons ici le nom de courbe équidistante de deux courbes au lieu des centres des cercles tangents à ces deux courbes. Proposons-nous d'abord de chercher l'ordre du lieu des centres des cercles tangents à une droite D et à une courbe (S) d'ordre m, de classe n, passant p fois par chaque point cyclique et tangente g fois à la droite de l'infini.

Les caractéristiques des cercles passant par un point P, tangents à une droite D, sont $\mu' = 2$, $\nu' = 4$, donc la caractéristique μ des cercles tangents à D et à (S), qui n'est autre que le nombre des cercles précédents tangents à (S), est, d'après la formule de Chasles et les remarques I et III,

$$\mu = 2(n - g) + 4(m - 2p).$$

Les caractéristiques des cercles tangents à deux droites d et Δ sont $\mu'' = 4$, $\nu'' = 4$, donc la caractéristique ν des cercles tangents à D et à (S) est

$$\nu = 4(n - g) + 4(m - 2p).$$

Par suite :

THÉORÈME VII. — *L'ordre de la courbe équidistante d'une droite D et d'une courbe (S) d'ordre m, de classe n, passant p fois par chaque point cyclique et langente g fois à la droite de l'infini, est*

$$2\,(m + n - 2\,p - g).$$

L'ordre $2\,(m + n)$ de cette courbe a été obtenu par Chasles au moyen du principe de correspondance dans le cas où la courbe (S) ne passe pas par les points cycliques et n'est pas tangente à la droite de l'infini (voir BROCARD et LEMOYNE, *Courbes géométriques remarquables*, t. I, p. 390).

Cherchons maintenant l'ordre de la courbe équidistante de deux courbes algébriques, la première (S) d'ordre m, de classe n, passant p fois par chaque point cyclique et tangente g fois à la droite de l'infini, la seconde (S′) d'ordre m', de classe n', passant p' fois par chaque point cyclique et tangente g' fois à la droite de l'infini.

Les caractéristiques des cercles tangents à d et à (S) sont, d'après ce qui précède,

$$\mu' = 2\,(n - g) + 4\,(m - 2\,p),$$
$$\nu' = 4\,(n - g) + 4\,(m - 2\,p),$$

donc le nombre de ces cercles tangents à (S′), c'est-à-dire la caractéristique ν des cercles tangents à (S) et à (S′) est, d'après la formule de Chasles et les remarques I et III,

$$\begin{aligned}\nu &= (n' - g')\,[2(n - g) + 4(m - 2p)] + (m' - 2p')\,[4(n - g) + 4(m - 2p)] \\ &= 2(n - g)\,(n' - g') + 4(m - 2p)\,(n' - g') + 4(m' - 2p')\,(n - g) \\ &\qquad + 4(m - 2p)\,(m' - 2p').\end{aligned}$$

L'ordre de la courbe cherchée est $\nu : 2$. Par suite :

THÉORÈME VIII. — *L'ordre de la courbe équidistante de la courbe (S), d'ordre m, de classe n, passant p fois par chaque point cyclique, langente g fois à la droite de l'infini, et de la courbe (S′) d'ordre m′, de classe n′, passant p′ fois par chaque point cyclique, langente g′ fois à la droite de l'infini est*

$$\begin{aligned}&(n - g)\,(n' - g') + 2(m - 2p)\,(n' - g') + 2(m' - 2p')\,(n - g) \\ &\qquad + 2(m - 2p)\,(m' - 2p').\end{aligned}$$

Si dans la formule on fait $p = p' = g = g' = 0$, on trouve

$$nn' + 2\,mn' + 2\,m'n + 2\,mm',$$

résultat déjà donné par Chasles.

3° LES LIEUX GEOMETRIQUES ET MATHEMATIQUES SPECIALES

Alfred ERRERA

Agrégé de l'Université libre de Bruxelles, Uccle (Belgique).

SUR LE PROBLEME DES QUATRE COULEURS

On connaît l'énoncé de cette énigme, qui, depuis plus de quarante ans, intrigue tant de chercheurs. Notre but n'est pas de dénombrer tous les aspects dont on peut la revêtir, ni de parler des progrès réalisés dans des questions voisines : je songe, par exemple, au théorème de Petersen ; ou encore au problème des quatre couleurs transposé sur le tore, pour lequel M. Heawood a établi que sept couleurs sont nécessaires et suffisantes ; ou enfin à la proposition bien connue, trouvée par cet ingénieux géomètre, que sur la sphère (ou dans le plan) cinq couleurs suffisent certainement.

Tous ces points sont exposés, soit dans notre thèse « Du Coloriage des Cartes... » (Paris, Gauthier-Villars, 1921), qui donne aussi une bibliographie de la question, soit dans une conférence de M. Brahana, intitulée « The Four Color Problem » et parue dans « The American Mathematical Monthly », (XXX, 5, 1923), soit enfin dans la dissertation de M. Hunziker, « Ueber das Kartenfärbungsproblem », parue chez Leeman à Zurich en 1924.

C'est un problème très difficile, et d'autant plus agaçant qu'un enfant en comprendrait l'énoncé. Les raisonnements que l'on a faits et qui n'impliquent que le discontinu, puisque les éléments, points, lignes et faces, n'interviennent que par leurs connexions, ne sont pas géométriques, au sens où l'on entend d'habitude ce mot ; à notre avis, cependant, cette partie énumérative de l'analysis situs est de la géométrie, au même titre que la théorie des nombres est de l'analyse.

C'est à dessein que nous évoquons ici l'arithmétique supérieure, avec les raisonnements de laquelle les nôtres présentent d'incontestables analogies, par exemple quand nous disons : supposez qu'on sache colorier toutes les cartes composées de n régions au plus, il faut démontrer qu'on sait colorier celles de $n + 1$ régions.

Et voici à quelle alternative nous sommes amenés : ou bien toutes les cartes sont coloriables en quatre couleurs, ou bien il existe des cartes qui en demandent exactement cinq ; et dans ce cas, il en est une au moins dont le nombre des faces soit minimum ; faisant usage d'un terme introduit par M. Birkhoff, nous appellerons *irréductible*, une telle carte, si elle existe.

Trouver des réductions du problème, c'est trouver des configurations réductibles, c'est-à-dire des arrangements de sommets, d'arêtes et de faces, qui ne peuvent exister dans une carte irréductible. Et le théorème serait démontré, si toute carte contenait pareille configuration.

Les premières réductions sont bien connues ; Kempe les a publiées en 1878 ; elles reviennent à dire : qu'une région dont la frontière n'est pas connexe ; qu'un sommet de degré supérieur au troisième, c'est-à-dire d'où partent plus de trois arêtes ; qu'une région limitée par deux, trois ou quatre arêtes, sont autant de configurations réductibles.

Nous pouvons donc n'envisager que les cartes obtenues en traçant sur une sphère un réseau connexe, du troisième degré et dont toutes les régions sont des faces ou polygones d'au moins cinq côtés.

Notre carte est alors un polyèdre dont les sommets sont trièdres et dont les faces sont au moins des pentagones. L'on sait que dans ce cas la formule de Descartes-Euler se réduit à

$$f_5 = 12 + f_7 + 2f_8 + 3f_9 + \ldots + (n-6)f_n$$

où f_n indique le nombre des faces de n côtés. Donc le nombre des pentagones est au moins 12, et celui des hexagones n'apparaît pas dans la formule.

M. Birkhoff a indiqué plusieurs réductions nouvelles des polyèdres satisfaisant aux hypothèses ci-dessus ; et d'abord, un polyèdre réductible ne peut pas contenir 2, 3 ou 4 faces formant ensemble une région multiplement connexe, telle un anneau.

Jusqu'ici les réductions sont élémentaires ; mais M. Birkhoff est allé plus loin et, par un procédé habile, a montré que si, dans un polyèdre irréductible, il existe cinq faces formant anneau, alors cet anneau doit entourer une face unique (forcément un pentagone).

Le savant géomètre américain n'a pas réussi à réduire de la même façon les anneaux de six faces, mais il a énoncé d'autres réductions, dont celle-ci est la plus importante : une arête adjacente à deux pentagones et aboutissant à deux pentagones, est réductible.

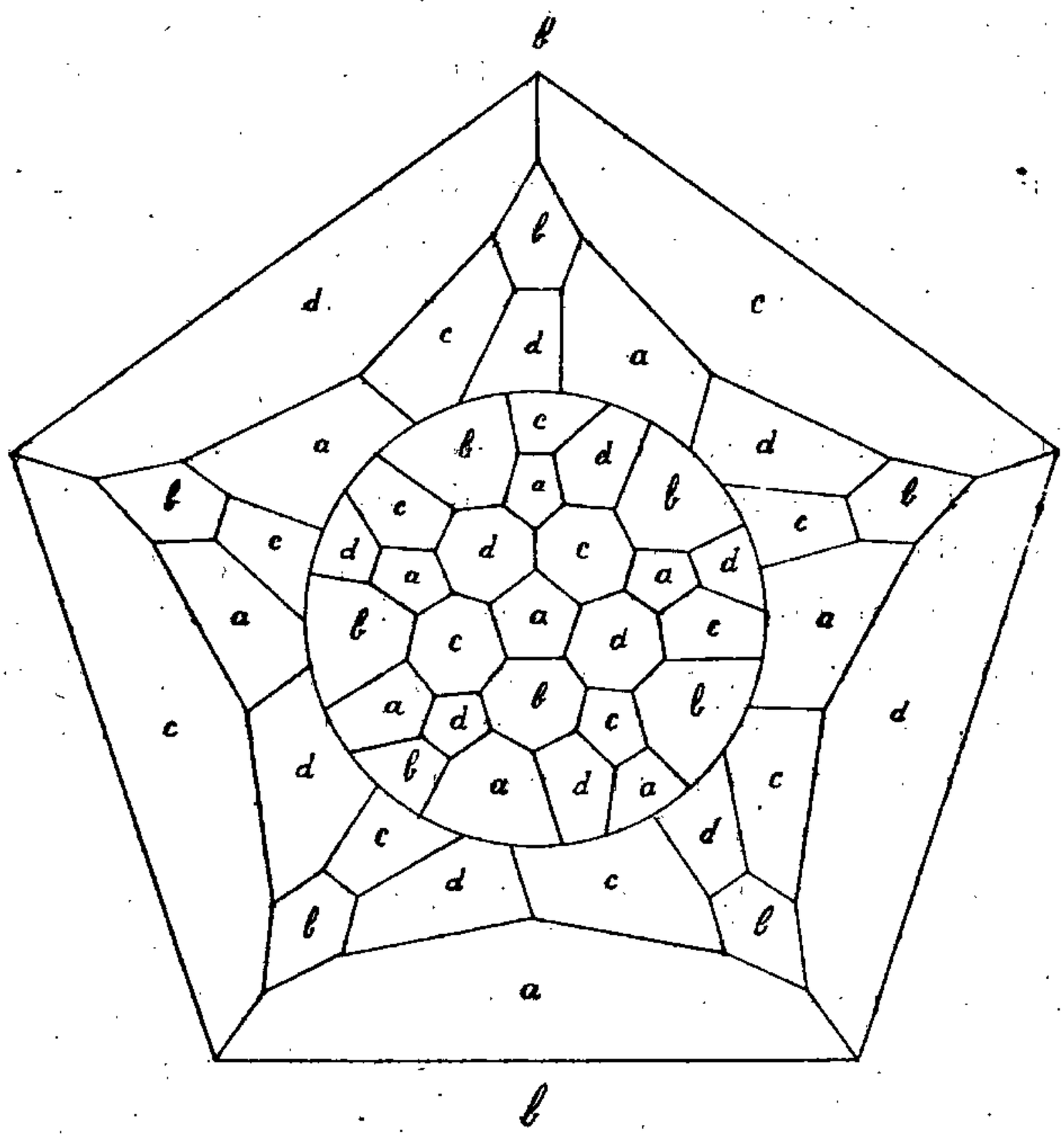
Il y a deux ans, M. Franklin a soutenu à Princeton une thèse intitulée : « The Four Color Problem » et parue dans « The American Journal of Mathematics » (XLIV, 3, 1922). S'appuyant sur les travaux de M. Birkhoff, il a réduit plusieurs configurations nouvelles, telles que : une arête adjacente à un hexagone et à un pentagone, et aboutissant à deux pentagones ; une face paire entourée d'un anneau formé d'hexagones et de paires de pentagones adjacents deux à deux (l'une des réductions de M. Birkhoff en est un cas particulier) ; une face paire entourée d'un anneau formé de deux faces quelconques adjacentes entre elles, les autres faces de l'anneau étant des pentagones ; une face impaire entourée d'un anneau formé d'une face quelconque et

de pentagones. Telles sont les principales réductions publiées jusqu'à ce jour.

M. Franklin en a tiré un théorème assez décourageant : il s'est demandé combien de faces au moins devrait contenir un polyèdre irréductible. La réponse banale est évidemment 5 ; or, après une démonstration ingénieuse, il n'arrive encore qu'à 26.

Son travail se termine par une figure représentant un polyèdre de 42 faces, 12 pentagones et 30 hexagones, irréductible à cette époque.

Nous avons repris la question et trouvé quelques réductions nouvelles. Nous considérons encore des anneaux pairs formés d'hexa-



gones et (éventuellement) de couples de pentagones adjacents deux à deux ; des anneaux pairs formés de deux polygones quelconques adjacents entre eux et de pentagones ; des anneaux impairs formés d'un polygone quelconque et de pentagones. Mais cette fois, les anneaux peuvent entourer une configuration quelconque, au lieu d'un polygone unique, comme chez MM. Birkhoff et Franklin.

Nous montrons que ces anneaux sont réductibles, mais avec une réserve : en appliquant la réduction que nous indiquons, il faut que la carte reste une carte ; plus exactement, il ne faut pas introduire d'*isthme*.

Nous appuyant sur ce résultat, nous montrons qu'un polyèdre quelconque, formé de pentagones et d'hexagones (donc de 12 penta-

gones et d'un nombre arbitraire d'hexagones), est toujours réductible. La démonstration de ces propositions paraîtra plus tard au Bulletin de la Société mathématique de France. Ainsi, le polyèdre que donne M. Franklin, rentre dans un des types de réduction que nous avons établis.

On peut chercher maintenant à réduire des types plus compliqués de polyèdres ; mais les difficultés s'accumulent, et l'on ne voit pas bien comment attaquer la question.

Il intéressera peut-être l'A. F. A. S. de prendre connaissance d'un polyèdre nouveau, auquel ne s'applique aucun des types de réduction connus à ce jour (voir la figure).

Il contient 32 pentagones et 20 heptagones ; de plus, il répond à une sorte de symétrie pentagonale, puisqu'il ne change pas, si on le fait tourner de $2\pi/5$ autour de son centre ; et à une symétrie simple autour de son équateur (représenté par une circonférence, sur la figure), puisque les polygones intérieurs et extérieurs à cette ligne, se retrouvent dans le même ordre.

Comme on le voit, ce polyèdre est relativement sans malice ; et s'il ne rentre dans aucun des cas de réduction connus, il n'en est pas moins réductible, puisque nous en donnons un coloriage, trouvé après quelques tâtonnements (couleurs *a*, *b*, *c*, *d*, de la figure).

C. CLAPIER

Docteur ès Sciences Mathématiques.

1° SUR LA SIGNIFICATION GEOMETRIQUE DF LA RELATION

$$\sqrt{x^n} + \sqrt{y^n} + \sqrt{z^n} = 0,$$

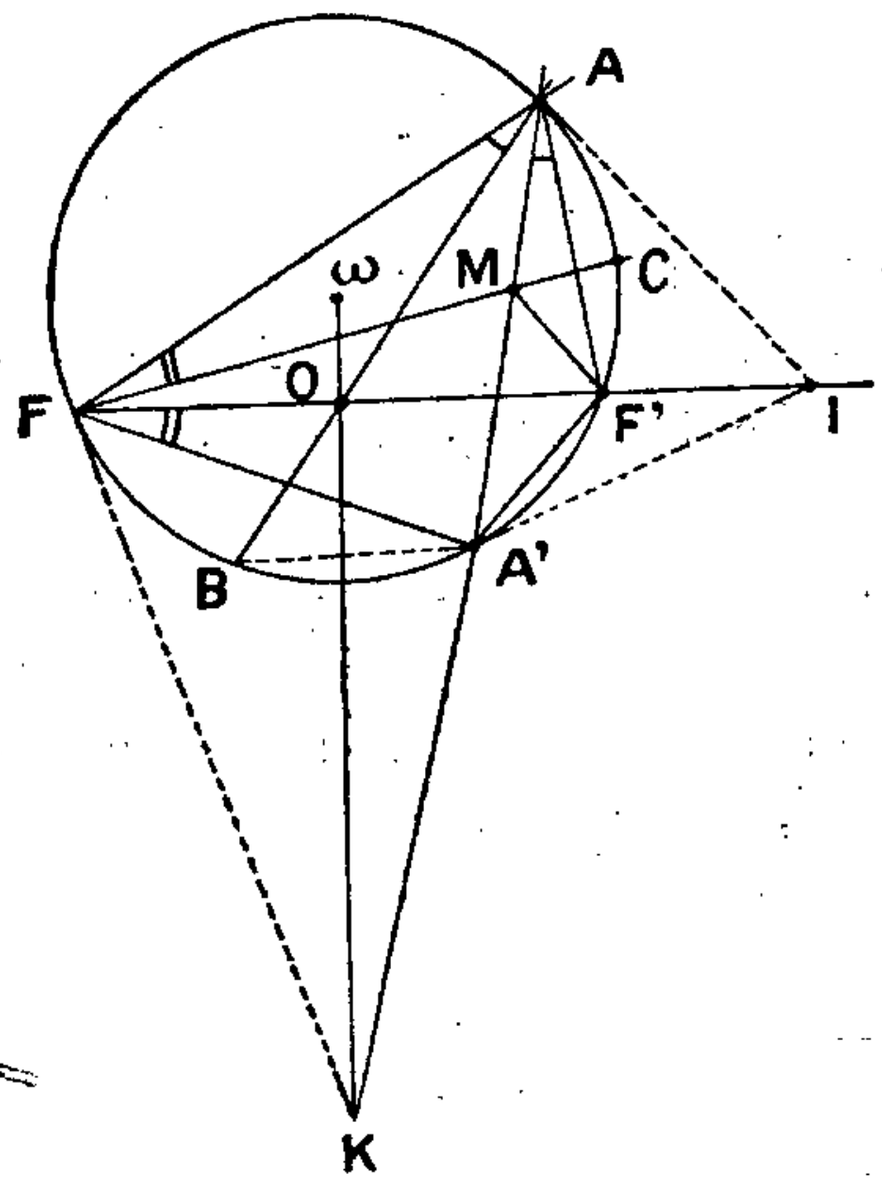
entre les racines $x = \lambda_1$, $y = \lambda_2$, $z = \lambda_3$ de l'équation en λ relative à deux coniques.

Etude particulière du cas de $n = 2$.

2° SUR UN QUADRILATERE HARMONIQUE

Soient FF′, AA′ deux sécantes conjuguées par rapport au cercle (ω) ; K et I leurs pôles respectifs. Le diamètre du cercle de centre I, orthogonal au cercle (ω), est divisé harmoniquement par FF′ ; on a par suite la relation

$$\frac{AF}{AF'} = \frac{A'F}{A'F'}$$



qui exprime que le quadrilatère AFA′F′ est un quadrilatère harmonique ; il jouit de propriétés remarquables qui se rattachent à celles de l'ellipse et de l'hyperbole :

1° La corde AA′ passant par le pôle K de FF′ est symédiane du triangle FAF′. Les angles FAB et F′AA′ sont égaux et les cordes FF′ et BA′ sont parallèles ; il en résulte que OF′ est bissectrice de AOA′ pour la même raison, si M est le milieu de AA′, MA′ est bissectrice de FMF′.

Nous avons $OA' = OB$, $MF' = MC$; et, en appliquant les propriétés métriques du cercle

$$\left.\begin{aligned} OA \times OA' &= \overline{OF}^2 ; & OA + OA' &= AB \\ MF \times MF' &= \overline{MA}^2 ; & MF + MF' &= FC \end{aligned}\right\} \qquad (1) \qquad (2)$$

Les avis FB, F′A′ et FC étant égaux, la figure FACB est un trapèze isocèle et **FC = AB**

2° Nous avons

$$(MF + MF')^2 = (OA + OA')^2$$

$$(MF - MF')^2 = \overline{OA}^2 + \overline{OA'}^2 - 2.\overline{OA} \times \overline{OA'} - 4.\overline{MA}^2$$

$$\overline{AA'}^2 = \overline{OA}^2 + \overline{OA'}^2 - 2.OA \times OA' \cos AOA' ;$$

d'où on déduit, en posant $F'OA = \alpha$

$$(MF - MF')^2 = 2.OA.OA' (\cos 2\alpha + 1) = 4 \times \overline{OF}^2 \cos^2 \alpha,$$

$$MF - MF' = FF' \times \cos \alpha. \qquad (3)$$

Cette relation montre que le point M est sur l'hyperbole de foyers F et F′, et ayant pour asymptotes OA et OA′.

3° Considérons l'ellipse et l'hyperbole homofocales qui passent en M ; MA′ vissectrice de FMF′ est la tangente à l'hyperbole et la normale à l'ellipse.

Il résulte des résultats précédents que si AA′ est une tangente quelconque à l'hyperbole, limitée aux asymptotes, le quadrilatère FAF′A′ est inscriptible et harmonique.

Pour l'ellipse, on a avec les notations ordinaires,

$$MF + MF' = OA + OA' = 2a$$
$$OA \times OA' = OF^2 = a^2 - b^2,$$

et par suite

$$OA = a + b, \qquad OA' = a - b \tag{4}$$

D'autre part le diamètre conjugué de OM est parallèle à la tangente MI, et comme

$$\overline{OM}^2 = \frac{\overline{OA}^2 + \overline{OA'}^2}{2} - \overline{MA}^2 = a^2 + b^2 - \overline{MA}^2,$$

ou

$$\overline{OM}^2 + \overline{MA}^2 = a^2 + b^2,$$

il en résulte que MA est la longueur de ce diamètre. La relation (4) donne la construction de Chasles pour déterminer les axes d'une ellipse, connaissant deux diamètres conjugués OM et OM′ = MA.

Cette remarque a été donnée, avec de nombreuses propriétés du quadrilatère harmonique par le très regretté M. Fontené, dans les « Nouvelles annales de mathématiques ».

III. THÉORIE DES NOMBRES ET ANALYSE INDÉTERMINÉE

KRAITCHIK
Bruxelles.

1° QUELQUES PROPRIETES DES NOMBRES CYCLIQUES

1° *Définition.* — Si dans un nombre de n chiffres écrit dans un système de numération B, on transpose K chiffres de gauche à droite (K = 1, 2, 3..., $n - 1$) les n nombres sont des *nombres cycliques.*

Ainsi les nombres
142.857, 428.571, 285.714, 857.142, 571.428, 714.285 sont cycliques dans tout système de numération de base $B \geqq 9$.

Dans le système décimal, ces nombres sont les périodes de fraction périodique dont le dénominateur est 7 et dont le numérateur est respectivement 1, 3, 2, 6, 4, 5.

Par conséquent, si on désigne par N le premier de ces nombres, les dits nombres seront N, 3N, 2N, 6N, 4N, 5N.

2° La somme de n nombres cycliques de n chiffres est égale à $S(B^n - 1)$, S étant la somme des chiffres d'un des nombres cycliques, et B la base du système de numération.

Il en résulte que la somme des restes des divisions par p de n nombres cylciques est nulle si p est diviseur de $B^n - 1$.

3° Si un nombre de n chiffres est divisible par p, p étant un diviseur de $B^n - 1$, tous les autres nombres cycliques le seront aussi.

Exemple. — Dans le système décimal :
les nombres 13.694, 36.941, 69.413, 94.136, 41.369 sont divisibles par 41.

2° SUR LA FACTORISATION DES GRANDS NOMBRES

1° Nous avons exposé dans notre « Théorie des nombres » (Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922, pages 143-160) une méthode de factorisation qui ne laisse presque rien à désirer quand il s'agit d'un nombre de 10-15 chiffres. Toutefois son application aux nombres de 18-20 chiffres est fastidieuse.

Dans notre ouvrage « Recherches sur la théorie des nombres » (Gauthier-Villars et Cie, Paris 1924, pages 85-86), nous avons mis en évidence la possibilité d'utiliser les renseignements qu'on peut avoir sur le nombre à factoriser.

Nous nous proposons actuellement de montrer qu'on peut profiter de certains *renseignements négatifs*. Nous entendons par un « renseignement négatif » la connaissance qu'un nombre donné n'est pas un résidu du nombre donné.

Soit, pour fixer les idées, un nombre $N = 4k + 1$. Si le nombre N n'est pas premier et si N ne contient que 2 facteurs, les deux facteurs seront :
tous les deux $\equiv +1 \pmod 4$ si -1 est résidu quadratique de N
$\equiv -1$ -1 n'est pas quadratique de N.

Par conséquent, si l'on sait que -1 n'est pas un résidu quadratique de N, on aura un renseignement négatif du nombre à factoriser qu'on mettra à profit pour la factorisation du nombre donné.

2° Un moyen certain d'avoir un renseignement de cette nature est la résolution de la congruence $x^2 \equiv a \pmod{N}$.

Si on arrive à trouver une solution, le nombre a est un résidu quadratique de N ; si on est certain qu'une solution n'existe pas, le nombre a sera un non-résidu quadratique de N.

Si le nombre a est de « numeri idonei » d'Euler (1) on peut avantageusement remplacer la congruence

$$x^2 \equiv a \pmod{N}$$

par l'équation indéterminée :

$$x^2 - ay^2 = N$$

Enfin, il est à noter que lorsque l'on possède plusieurs représentations telles que :

$$N = x_i^2 + D_i \ y_i^2$$

on arrive par une combinaison judicieusement choisie de valeurs D_i à former des résidus quadratiques d'un emploi commode.

On ne trouve un renseignement négatif qu'en s'assurant que la congruence $x^2 \equiv a \pmod{N}$ n'est pas possible.

3° Pour l'utilisation des renseignements négatifs, il est nécessaire de s'assurer que le nombre à factoriser ne contient pas plus de deux facteurs.

Pour être certain que le nombre à factoriser ne contient pas plus de deux facteurs, il suffit de s'assurer que le nombre donné n'a pas de facteurs inférieurs à $\sqrt[3]{N}$.

Dans ce qui suit nous supposons que le nombre donné ne contient pas plus de 2 facteurs.

Nous ferons la factorisation d'un nombre N donné en résolvant l'équation indéterminée

$$x^2 - y^2 = N$$

(N. B. — On trouve une table des valeurs de x dans notre livre *La Théorie des Nombres*, Gauthier-Villars, Paris 1922, pages 187-204.)

4° Nous avons exposé dans nos « Recherches sur la théorie des nombres » l'utilisation du mod 2^n (pages 85-87).

Passons aux autres modules :

Si $N \equiv 2 \pmod 3$ on aura $x \equiv 0 \pmod 3$ sans aucune simplification possible.

Mais si $N \equiv 1 \pmod 3$ alors $x \equiv \pm 1 \pmod 3$.

Dans ce cas il y a lieu de s'assurer si (-3) est résidu de N.

D'abord on aura : (Mod 9)

Si	N ≡	X ≡ ±
	4	2
	7	4

(1) Voici une liste de ces valeurs a : —a = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 13 15 16 18 21 22 24 25 28 30 33 37 40 42 45 48 57 58 60 70 72 78 85 88 93 102 105 112 120 130 133 165 168 177 190 210 232 240 253 273 280 312 330 345 357 385 408 462 520 760 840 1320 1365 1848.

Puis,

si $\left(\frac{-3}{N}\right) = +1$ $X \equiv +1 \pmod 3$

si $\left(\frac{-3}{N}\right) = -1$ -1.

On a donc le tableau suivant :

N	$\left(\frac{-3}{N}\right) = +1$	$\left(\frac{-3}{N}\right) = -1$
$9k+1$	$x \equiv 1 + 9a$	$8 + 9b$
4	7	2
7	4	5

Passons ensuite au module 5.

Si $N \equiv 2$ $x \equiv \pm 1$

$N \equiv 3$ $x \equiv \pm 2$

sans autre simplification. Mais si $N = 1$ ou 4 (Mod 5) il y aura lieu d'établir si

$$\left(\frac{5}{N}\right) = +1 \quad \text{ou si} \quad \left(\frac{5}{N}\right) = -1.$$

Si $N \equiv \pm 1$ on aura $x \equiv 0. \pm 1$,

savoir

$x \equiv 0$ si $\left(\frac{5}{N}\right) = +1$ et $x \equiv \pm 1$ si $\left(\frac{5}{N}\right) = -1$.

La solution $x \equiv \pm 1 \pmod 5$ sera avantageusement réduite par le module 25 ou 125.

Si $N \equiv \pm 4$ on aura $x \equiv \pm 0,2$

savoir

$x \equiv \pm 2$ si $\left(\frac{5}{N}\right) = +1$ et $x \equiv 0$ si $\left(\frac{5}{N}\right) = -1$,

comme précédemment, la solution $x \equiv \pm 2$ (Mod 5) sera avantageusement réduite par le module 25 ou 125.

Si le nombre à factoriser est d'une forme spéciale (diviseur de $a^n \pm b^n$) et si l'on parvient à mettre en évidence plusieurs résidus ou non résidus du nombre donné, on peut sans grand effort factoriser par le procédé envisagé des nombres de 20 à 25 chiffres.

Dr N. G. W. H. BEEGER
Amsterdam.

SUR LA CONGRUENCE $2^{p-1} = 1 \pmod{p^2}$ ET LE DERNIER THEOREME DE FERMAT

Selon le théorème de Fermat on a, pour tout nombre premier p et pour tout nombre a premier à p, la congruence.

$$a^{p-1} \equiv 1 \pmod{p}.$$

Pour certains nombre a on peut trouver des nombres premiers p pour lesquelles $a^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^2}$ et même p^3 etc., par exemple $3^{10} \equiv 1 \pmod{11^2}$.

Ici, deux problèmes prennent naissance :

1° Donné un nombre p, trouver les nombres a qui satisfont à la congruence $a^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^2}$.

2° Si a est donné on demande, s'ils existent, des nombres premiers p pour lesquelles $a^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^2}$ et calculer ces nombres.

J'ai traité le premier problème en 1913 dans un mémoire, publié dans le journal anglais *The Messenger of Mathematics*.

Le deuxième problème n'est pas résolu et on n'a pas de moyens, jusqu'ici de tenter la solution. Le cas spécial le plus intéressant est $a = 2$. C'est donc le problème de calculer les nombres premiers p de la congruence $2^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^2}$. Cette congruence paraît dans quelques questions d'arithmétique supérieure : par exemple dans la théorie de Western (1) sur la loi de réciprocité dans le corps des racines p^h ièmes de l'unité. Et, elle est étroitement liée au dernier théorème de Fermat par le théorème de Wieferich (2) :

S'il y a des nombres entiers x, y, z qui ne sont pas divisibles par le nombre premier p et qui satisfont l'équation $x^p + y^p = z^p$, on aura $2^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^2}$.

Lorsque M. Wieferich eut démontré ce théorème on a tâché de trouver des nombres p qui satisfont la dernière congruence. Il y existent bien quelques expressions pour le reste de $\frac{2^{p-1}-1}{p} \pmod{p}$, par exemple :

$$\frac{2^{p-1}-1}{p} \equiv 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \ldots\ldots\ldots - \frac{1}{p-1} \pmod{p}$$

mais, comme on peut facilement reconnaître, elles ne sont pas propres

(1) *London Math. Soc. Proceedings.* — (2) 6. pp. 16-28 et 265-297.
(2) *Journal für Mathematik. Band* 136, p. 293.

à calculer ce reste. Ils doivent être calculés directement. M. Cunningham (3) les a calculé pour tous les nombres premiers < 1000 et M. Meissner (4) a continué ces calculs jusqu'à 2000 et il a trouvé le nombre $p = 1093$ pour lequel le reste $= 0$, de sorte que ce nombre satisfait la congruence

$$2^{1092} \equiv 1 \ (mod\ 1093^2).$$

Moi, j'ai calculé tous ces restes pour les nombres premiers jusqu'à 13.000 en espérant de trouver quelques autres qui satisfont $2^{p-1} = 1$ $(mod\ p^2)$. Le seul trouvé est pourtant $p = 3511$.

Et comme $3^{1092} \not\equiv 1 \ (mod\ 1093^2)$ et $3^{3510} \not\equiv 1 \ (mod\ 3511^2)$, il suit de tous ces calculs, selon les théorèmes de Wieferich et de Mirimanoff (5):

L'équation de Fermat $x^p + y^p = z^p$ est irrésoluble par des nombres entiers x, y, z premiers à p pour tous les exposants < 13.000.

G. CANDIDO

Proviseur du Lycée de Galatina (Italie).

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES FONCTIONS V_n ET U_n DE LUCAS

Dans cette courte communication j'insiste sur une manière de considérer les fonctions V_n et U_n auxquelles le regretté et illustre mathématicien français dédia depuis 1876 de nombreux et de très intéressants travaux, abrégés en partie dans le Chapitre XVIII de son volume (douloureusement unique) de la « Théorie des nombres ».

J'ai déjà prêtes de différentes applications de ces fonctions et l'ensemble, d'une manière plus ample et détaillée, sera exposé prochainement dans un mémoire. Je donnerai ici un petit spécimen des dites applications à l'analyse indéterminée.

1. La Fonction V_n. Donnée l'équation

$$x^2 - px + q = 0,$$

---

(3) *Binary Canon. London*, 1900.

(4) *Sitzungsberichte der Alkad. v. Wissenschaften. Berlin*. Vol. 35, page 663.

(5) Comptes Rendus. Tome 150, p. 204.

et en disant a et b ses racines, et en posant $V_n = a^n + b^n$, moyennant l'équation recourrente

$$V_{n+2} - pV_{n+1} + qV_n = 0, \ldots\ldots\ldots (v),$$

avec les conditions initiales

$$V_0 = 2, \qquad V_1 = a + b,$$

on a l'identité bien connue de WARING :

$$V_n(p, q) = p^n - \frac{n}{1} p^{n-2} q + \frac{n(n-3)}{\pi(2)} - \ldots\ldots\ldots$$

$$+ (-1)^r \frac{n(n-r-1)\ldots\ldots(n-2r+1)}{\pi(r)} p^{n-2r} q^r + \ldots\ldots \quad (I)$$

avec $u - 2r \geqq 0$.

La (I) est celle que M. Lucas appelle FONCTION PRIMORDIALE V_n

La V_n peut être écrite même

$$V_n(p, q) = \left[\frac{p + \sqrt{p^2 - 4q}}{2}\right]^4 + \left[\frac{p - \sqrt{p^2 - 4q}}{2}\right]^2 \ldots\ldots \quad (I')$$

2. LA FONCTION U_n. En retenant la V_n fonction de p, par la (I) on déduit

$$V'_n(p, q) = n\left[p^{n-1} - \frac{n-2}{1} p^{n-3} q + \frac{(n-3)(n-4)}{\pi(2)}\right] p^{n-2} q - \ldots\ldots$$

$$+ (-1)^r \frac{(n-r+1)\ldots\ldots(n-2r+1)(n-2r)}{\pi(r)} p^{n-2r-1} q^r + \ldots\ldots \quad (II)$$

Le polynôme fermé dans la parenthèse carrée, dans le second membre de cette identité, est ce que M. Lucas appelle la FONCTION FONDAMENTALE U_n.

On a aussi

$$U_n(p, q) = \frac{\left[\frac{p + \sqrt{p^2 - 4q}}{2}\right]^4 - \left[\frac{p - \sqrt{p^2 - 4q}}{2}\right]^4}{\sqrt{p^2 - 4q}} \ldots\ldots \quad (II')$$

Il reste pourtant établi le lien que nous croyons avoir indiqué pour la première fois en 1902

$$V'_n(p, q) = nU_n(p, q) \ldots\ldots \quad (III)$$

On observe que la (II)′ peut être écrite :

$$U_n = \frac{a^n - b^n}{a - b},$$

et l'on peut déduire de la sorte, par l'équation récurrente

$$U_{n+2} - pU_{n+1} + qU_n = 0, \ldots\ldots (n)$$

avec les conditions initiales

$$U_1 = 1, \qquad U_2 = p.$$

Le lieu (III) montre l'UNICITÉ DES FONCTIONS DE LUCAS, parce que la U_n n'est autre chose que la dérivée de la V_n, à mo ns d'un coefficient unmérique.

3. ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES RELATIVES A V_n et U_n. D'après (III) on a

$$\sqrt{p^2-4q}\,V'_n = n\left\{\left(\frac{p+\sqrt{p^2-4q}}{2}\right)^n - \left(\frac{p-\sqrt{p^2-4q}}{2}\right)^n\right\},$$

d'où en cadrant :

$$(p^2-4q)\,V'^2_n = n^2 V_{2n} - 2n^2 q^n, \ldots\ldots (e)$$

et si l'on a présent qu'on a

$$V'_{2n} = 2n\,U_{2n} = 2n\,V_n U_n = 2V_n V'_n$$

et l'on dérive la (c) ou A, après avoir divisé pour $2\,V'_n$, on a l'équation différentielle

$$(p^2-4q)\,V''_n + pV'_n - n^2 V_n = 0 \ldots\ldots \quad (IV)$$

D'après celle-ci, en dérivant successivement, on a l'équation recourrente

$$(p^2-4q)\,V_n^{(m)} + (2m-3)\,pV_n^{(m-1)} + [(m-2)^2 - n^2]\,V_n^{(m-2)} = 0, \ldots\ldots \quad (V)$$

Pour $m=3$, en tenant compte que

$$V_n^{(3)} = nU''_n,\ V_n^{(2)} = nU'_n,\ V'_n = nU_n,$$

la (V) donne l'équation différentielle relative à la U_n, analogue à la (IV)

$$(p^2-4q)\,U''_n + 3pU'_n - (n^2-1)\,U_n = 0 \ldots\ldots \quad (VI)$$

4. SECOND DÉVELOPPEMENT DES FONCTIONS V_n et U_n. Par le (I)′, (II)′ et (V) on déduit respectivement

$$V_n(0,q) = (\sqrt{-q})^n + (-\sqrt{-q})^n \ldots\ldots \quad (I)''$$

$$V'_n(0,q) = n\left[\frac{(\sqrt{-q})^n - (-\sqrt{-q})^n}{2\sqrt{-q}}\right] \ldots\ldots \quad (II)''$$

$$4q\,V_n^{(m)}(0,q) = [(m-2)^2 - n^2]\,V_n^{(m-2)}\,0,q) \ldots\ldots \quad (V)'$$

et celles-ci donnent facilement :
par m pair

$$2^m q^{\frac{m}{2}}\,V_n^{(m)}(0,q) = (-1)^{\frac{m}{2}}\,(n^2(n^2-2^2)(n^2-4^2)\ldots\ldots [n^2-(m-2)^2]\,V'_n(0,q), \ldots\ldots \quad (VII)$$

et par m impair

$$2^{m-1} q^{\frac{m-1}{2}}\,V_n^{(m)}(0,q) = (-1)^{\frac{m-1}{2}}\,(n^2-1^2)(n^2-3^2)\ldots\ldots [n^2-(m-3)^2]\,V'_n(0,q)\ldots\ldots \quad (VIII)$$

Tout ce que l'on a établi jusqu'ici, en se servant du développement de Maclaurin, donne l'autre développement de la V_n :

$$\begin{cases} V_{2K}(p, q) = 2(-q)^K \left[1 - \dfrac{p^2}{\pi(2)} \cdot \dfrac{n^2}{2^2 q} + \dfrac{p^4}{\pi(4)} \cdot \dfrac{n^2(n^2 - 2^2)}{2^4 q^2} - \ldots\ldots\right], \\ V_{2K-1}(p, q) = (-q)^{K-1} n \left[\dfrac{p}{1} - \dfrac{p^3}{\pi(3)} \dfrac{n^2 - 1}{2^2 q} + \dfrac{p^5}{\pi(5)} \cdot \dfrac{(n^2 - 1^2)(n^2 - 3^2)}{2^4 q^2} - \ldots\ldots\right], \end{cases}$$

et d'après celles-ci on déduit, en dérivant, le correspondant développement de la U_n.

5. APPLICATION DES V_n ET U_n A L'ANALYSE INDÉTERMINÉE.

On a

$$V_n^2(p, q) - (p^2 - 4q)\, U_n^2(p, q) = 4q^n,$$

et si en cela nous posons

$$p = 2\lambda + \alpha\mu, \qquad q = \lambda^2 + \alpha\lambda\mu + \beta\mu^2,$$

avec α, β, λ, μ des numéros arbitraires, on a la idendité

$$\left(\frac{V_n}{2}\right)^2 - \left(\frac{\alpha^2\mu^2}{4} - \beta\mu^2\right) U_n^2 = (\lambda^2 + \alpha\lambda\mu + \beta\mu^2)^n$$

qui conduit au

THÉOREME : L'ÉQUATION.

$$x^2 + \alpha n y + \beta y^2 = z^n$$

EST SATISFAITE PAR

$$\begin{cases} 2x = V_n(2\lambda + \alpha\mu,\ \lambda^2 + \alpha\lambda\mu + \beta\mu^2) - \alpha\mu\, U_n(2\lambda + \alpha\mu,\ \lambda^2 + \alpha\lambda\mu + \beta\mu^2), \\ y = \mu U_n(2\lambda + \alpha\mu,\ \lambda^2 + \alpha\lambda\mu + \beta\mu^2),\ z = \lambda^2 + \alpha\lambda\mu + \beta\mu^2. \end{cases}$$

Ainsi, pour $n = 2$ on vois que l'équation

$$x^2 + \alpha xy + \beta y^2 = z^2$$

est satisfaite par

$$x = \lambda^2 - \beta\mu^2,\ y = \mu(2\lambda + \alpha\mu),\ z = \lambda^2 + \alpha\lambda\mu + \beta\mu^2;$$

pour $n = 3$, l'équation

$$x^2 + \alpha xy + \beta y^2 = z^2.$$

est satisfaite par

$$x = \lambda^3 - 3\beta\lambda\mu^2 - \alpha\beta\mu^3,\ y = 3\lambda^2\mu + 3\alpha\lambda\mu^2 + (\alpha^2 - \beta)\mu^3,$$

$$z = \lambda^2 + \alpha\mu\lambda + \beta\mu^2, \text{ etc.}$$

Une considération toute spéciale mérite, en vue des applications, quelques corollaires du théorème qui vient d'être énoncé. Pourtant nous nous bornons à en indiquer quelques-uns :

a) L'ÉQUATION

$$x + \alpha y = z^n$$

EST SATISFAITE PAR

$$x = \frac{1}{2} V_n(2\lambda + \alpha\mu,\ \lambda^2 + \alpha\lambda\mu),\ y = \frac{1}{2}\mu U_n(2\lambda + \alpha\mu,\ \lambda^2 + \alpha\lambda\mu),\ z = \lambda + \alpha\mu.$$

b) L'ÉQUATION

$$x^2 + \beta y^2 = z^k \ldots\ldots \text{(F)}$$

EST SATISFAITE PAR

$$2n = V_n(2\lambda,\ \lambda^2 + \beta\mu^2),\ y = \mu U_n(2\lambda,\ \lambda^2 + \beta\mu^2),\ z = \lambda^2 + \beta\mu^2.$$

6. Le (u) et (v), comme une solution de l'équation de FERMAT

$$\lambda^2 + \beta\mu^2 = \nu$$

nous permettent d'écrire TOUT DE SUITE les relations de recourrance de toutes les solutions de la (F) :

$$\left.\begin{aligned} x_{n+2} &= 2\lambda x_{n+1} - \nu x_n, \\ y_{n+2} &= 2\lambda y_{n+1} - \nu y_n, \end{aligned}\right\} \qquad \text{(IX)}$$

et les (IV) et (VI) nous permett nt d'écrire TOUT DE SUITE les équations différentielles du second ordre auxquelles satisfont les solutions x_i, y_i :

$$(\lambda^2 - \nu)\frac{d^2 x_n}{d\lambda^2} + \lambda\frac{dx_n}{d\lambda} n^2 x_n = 0,$$

$$(\lambda^2 - \nu)\frac{d^2 y_n}{d\lambda^2} + 3\lambda\frac{dy_n}{d\lambda} - (n^2 - 1)\, y_n = 0.$$

Évidemment on peut éviter de s'appuyer à ces équations pour construite le x_i et y_i.

NOTE. — Toujours en se servant de nos fonctions on parvient dans une manière toute simple à assigner des solutions infinies à l'équation indéterminée

$$mx^2 + ny^2 = z^{2k+1}$$

7. Soit le polinôme

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_4),$$

et supposons qu'on réussisse à le mettre sous une des formes

$$(x_1 + \alpha x_2)\, f_1(x_1, x_2, \ldots\ldots, x_n),$$

ou $$(x_1^2 + \alpha x_1 x_2 + \beta x_2^2)\, f_2(x_1, x_2, \ldots\ldots, x_n),$$

alors en appliquant le théorème du § 5 et les corollaires auxquelles nous venons d'annoncer ou peut affirmer qui EXISTENT DES SOLUTIONS INFINIES DE L'INDÉTERMINÉE

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = Az^n \ldots \text{(L)}$$

Ainsi, par exemple, en posant

$$f(x_1, x_2) = x_1^3 + A_1 x_1^2 x_2 + A_2 x_1 x_2^2 + A_3 x_2^3 = Az^3 \ldots \text{(L)}'$$

et en supposant

$$f(x_1, x_2) = (x_1 + \alpha x_2)(x_1^2 + \beta x_1 x_2 + V x_2^2),$$

on peut prendre

$$A = x_1 + \alpha x_2,\ z^3 = x_1^2 + \beta x_1 x_2 + V x_2^2$$

et en correspondance on aura

$$x = \lambda^3 - 3\gamma\lambda\mu^2 - 3\beta\gamma\mu^3,\ \lambda_2 = 3\lambda^2\mu + 3\beta\lambda\mu^2 + (\beta^2 - \gamma)\mu^3,$$

$$z = \lambda^2 + \beta\lambda\mu + \gamma\mu^2,\ A = \lambda^3 + 3\alpha\lambda^2\mu + 3(\alpha\beta - \gamma)\lambda\mu^2 + (\alpha\beta^2 - \beta\gamma - \alpha\gamma)\mu^3;$$

on peut prendre

$$A = x_1^2 + \beta x_1 x_2 + x_2^2,\ z = x_1 + \alpha x_2$$

et en correspondance on aura

$$\lambda_1 = (\lambda + \alpha\mu)^3 + \lambda^3,\ \lambda_2 = (\lambda + \alpha\mu)^3 - \lambda^3,\ z = \lambda + \alpha\mu$$

$$A = 2\left[\left|(\lambda + \alpha\mu)^3 + \lambda^3\right|^2 + \beta\left|(\lambda + \alpha\mu)^6 - \lambda^6\right| + \gamma\left|(\lambda + \alpha\mu)^3 - \lambda^3\right|^2\right].$$

Les formules que nous venons de trouver donnent facilement le beau théorème de Lucas)*Nouvelles Annales*, 1878, p. 425) :

Pour que l'équation

$$X^3 + Y^3 = AZ^3$$

soit vérifiée par des valeurs entières de x, y, z, A, il faut et il suffit que A appartienne à la forme xy (x + y) préalablement débarassée des facteurs critiques.

L'équation donnée se résout par les valeurs

$$X = x^3 - y^3 + bx^2y + 3xy^2,\ Y = y^3 - x^3 + by^2x + 3yx^2,$$

$$Z = 3(x^2 + xy + y^2),\ A = xy(x + y),$$

qui se déduisent par nos formules.

A. GERARDIN

Correspondant du Ministère de l'Instruction Publique.
Directeur de la Revue Mathématique *Sphinx-Œdipe*, Nancy.

TABLEAUX DE FACTORISATIONS POUR DES NOMBRES DE FORMES SPECIALES

Les présentes notes sont extraites d'un important mémoire inédit sur la *Structure intime et générale des composants dans certaines séries récurrentes.*

Choisissant, par exemple, les nombres de forme $2x^4 - 1$ qui admettent des diviseurs de forme $2y^2 - 1$, nous aurons :

$$2x^4 - 1 = (2y^2 - 1)\ (z^2 - 2) \tag{1}$$

ou bien, en développant,

$$2x^4 - 1 = 2\ (yz \pm 1)^2 - (z \pm 2y)^2 \tag{2}$$

En prenant le signe négatif, nous obtenons

$$z = 2y \pm 1 \tag{3}$$

$$y\ (2y \pm 1) = x^2 + 1 \tag{4}$$

Les nombres y et $z = 2y \pm 1$ sont donc des sommes de deux carrés

$$y = p^2 + q^2, \qquad z = r^2 + s^2 = (p - q)^2 + (p + q)^2 \pm 1 \tag{5}$$

Multipliant (4) par 8, et ajoutant l'unité, nous aurons :

$$(4y \pm 1)^2 - 8x^2 = 9 \tag{6}$$

Or, on doit avoir

$$x \equiv \pm 1 \pmod 3$$

donc enfin

$$\left.\begin{aligned} x = 3w, \qquad y = 3\theta - 1, \qquad \mathrm{H} = 4\theta \pm 1 \\ \mathrm{H}^2 - 8w^2 = 1 \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

Les signes + et — seront alternés dans les tableaux suivants :

1° $\theta = p^2 = 0,\ 1,\ 4,\ 25,\ 144,\ 841,\ \ldots.$

avec la loi de récurrence

$$\theta_{n+1} = 6\theta_n - \theta_{n-1} \pm 2.$$

2° $\mathrm{H} = 4\theta \pm 1 = q^2 + 2p^2 = 1,\ 3,\ 17,\ 99,\ 577,\ \ldots..$

H est donné par

$$\mathrm{H}^2 - 2p^2 = +1$$

p représente les p de rang pair. La loi récurrente est

$$\mathrm{H}_{n+1} = 6\,\mathrm{H}_n - \mathrm{H}_{n-1}$$

3° $w = pq = 0,\ 1,\ 6,\ 35,\ 204,\ \ldots..$

on aura

$$\mathrm{H}^2 - 8w^2 = 1$$

w est un *nombre triangulaire.*

4° $y = 3\theta - 1 = p^2 + q^2 = 3p^2 \pm 1 = 2,\ 13,\ 74,\ 433,\ \ldots..$

la loi de récurrence est ici

$$y_{n+1} = 6\ y_n - y_{n-1} \pm 2$$

alternativement.

5° $p = 1,\ 2,\ 5,\ 12,\ 29,\ \ldots..$

leur loi est

$$p_{n+1} = 2\ p_n + p_{n-1}$$

6° $q = r = 1,\ 3,\ 7,\ 17,\ 41,\ \ldots\ldots$
avec la loi

$$q_{n+1} = 2q_n + q_{n-1}.$$

7° Notons aussi que

$$q^2 - 2p^2 = \pm 1\,, \quad p_{n+1} = p_n + q_n\,, \quad r_{n+1} = r_n + s_n\,,$$
$$q_{n+1} = p_{n+1} + p_n = 2p_n + q_n, \quad s_{n+1} = r_{n+1} + r_n = 2r_n + s_n.$$

8° $x = 3w = 3pq = 3,\ 18,\ 105,\ 612,\ 3.567,\ \ldots\ldots$
avec la loi de récurrence

$$x_{n+1} = 6x_n - x_{n-1}.$$

9° $z = 2y \pm 1 = r^2 + s^2 = 6\theta \pm 1 = 5,\ 25,\ 149,\ 865,\ \ldots\ldots$

$$z_{n+1} = 6z_n - z_{n-1} \pm 4.$$

10° $s_n = 2p_n, \qquad r_n = q_n$

11° $X = 2x^4 - 1 = 161,\ 209.951,\ 243.101.249,\ \ldots\ldots$
$Y = 2y^2 - 1 = 7,\ 337,\ 10.951,\ \ldots\ldots$
$Z = z^2 - 2 = 23,\ 623,\ 22.199,\ \ldots\ldots$

$$2Y_n \pm 3H_n = Z_n$$
$$Y_{n+1} = 34Y_n - Y_{n-1} \pm 20z_n$$
$$Z_{n+1} = 34Z_n - Z_{n-1} \pm 80y_n.$$

12° $2(3pq)^4 - 1 = [2(p^2 + q^2)^2 - 1]\ [(2p^2 + 2q^2 \pm 1)^2 - 2].$

J'avais calculé certaines vérifications à l'aide de la *Tabula radicum quadratorum et cuborum* (jusqu'à 12.000) de JOH.-PAUL BUCHNER (Nuremberg 1701), mais j'y ai relevé beaucoup d'erreurs, et j'ai encore utilisé les Tables de TIMPENFELD.

A. CADENAT

Professeur honoraire de Mathématiques, Dole.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES FORMES ALGERRIQUES QUI SE REPRODUISENT PAR LA MULTIPLICATION (1)

La plus ancienne de ces formes nous semble être l'identité d'Euler

$$(a^2 + b^2)(\alpha^2 + \beta^2) \equiv (a\alpha + b\beta)^2 + (a\beta - b\alpha)^2.$$

vraie aussi pour les somme de quatre carrés (2) et généralisée en

$$(a^2 + mb^2)(\alpha^2 + m\beta^2) \equiv (a\alpha + mb\beta)^2 + m(a\beta - b\alpha)^2.$$

On peut d'ailleurs en permutant α et β, obtenir une 2e forme.

Il serait intéressant de savoir si l'identité d'Euler est vraie pour un autre exposaht que 2. A cet effet considérons l'identité

$$(aa_1 + bb_1)(\alpha\alpha_1 + \beta\beta_1) \equiv (a\alpha + b\beta)(a_1\alpha_1 + b_1\beta_1) + (a\beta_1 - b\alpha_1)(a_1\beta - b_1\alpha)$$

qui redonne celle d'Euler pour $a_1 = a$, etc. Nous pouvons remplacer a_1 qui n'est soumis à aucune condition de puissance pas $a_1\ a_2$, de même b_1 par $b_1\ b_2$, etc. et il vient

$$(aa_1a_2 + bb_1b_2)(\alpha\alpha_1\alpha_2 + \beta\beta_1\beta_2) \equiv (a\alpha + b\beta)(a_1a_2\alpha_1\alpha_2 + b_1b_2\beta_1\beta_2) + (a\beta_1\beta_2 - b\alpha_1\alpha_2)(a_1a_2\beta - b_1b_2\alpha)$$

et si l'on pose $a = a_1 = a_2$, $b = b_1 = b_2$, etc. il vient

$$(a^3 + b^3)(d^3 + \beta^3) \equiv (a\alpha + b\beta)(a^2\alpha^2 + b^2\beta^2) + (a\beta^2 - b\alpha^2)(\beta a^2 - \alpha b^2)$$

et enfin par généralisation

$$(a^n + b^n)\ (d^n + \beta^n) \equiv (a\alpha + b\beta)\ (a^{n-1}\alpha^{n-1} + b^{n-1}\beta^{n-1}) + (a\beta^{n-1} - b\alpha^{n-1})(\beta a^{n-1} - \alpha b^{n-1}).$$

Si l'on pose $a\beta^{n-1} = b\alpha^{n-1}$

ou $\beta a^{n-1} = \alpha b^{n-1}$

l'expression se réduit à

$$(a^n + b^n)(\alpha^n + \beta^n) = (a\alpha + b\beta)(a^{n-1}\alpha^{n-1} + b^{n-1}\beta^{n-1})$$

et pour $n = 3$

$$(a^3 + b^3)(\alpha^3 + \beta^3) = (a\alpha + b\beta)(a^2\alpha^2 + b^2\beta^2)$$

en supposaht $a\beta^2 = b\alpha^2_2$ ou $\beta a^2 = \alpha b^2_2$.

---

(1) Bibliographie : Travaux de DESBOVES dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques* et de M. A. GÉRARDIN de Nancy.

Polynome à trois termes. — En étudiant la fonction $a^2 + ab + b^2$, nous avons remarqué qu'en donnant aux lettres des valeurs numériques entières, chaque diviseur du polynome était de même forme. Nous avons alors cherché l'identité analogue à celle d'Euler et nous avons trouvé

$$(a^2 + ab + b^2)(\alpha^2 + \alpha\beta + \beta^2) \equiv (a\alpha + b\alpha + b\beta)^2 + (a\alpha + b\alpha + b\beta)(a\beta - b\alpha) + (a\beta - b\alpha)^2.$$

Si l'on permute les lettres, on trouve trois nouvelles formes.

Cette identité, généralisée par M. Gérardin, qui la déduit d'ailleurs de celle d'Euler, devient

$$(a^2 + ab + mb^2)(\alpha^2 + \alpha\beta + m\beta^2) \equiv (a\alpha + b\alpha + mb\beta)^2 + (a\alpha + b\alpha + mb\beta)(a\beta - b\alpha) + m(a\beta - b\alpha)^2.$$

A signaler que l'identité non généralisée permet de donner un carré égal à la somme de trois carrés. On a en effet

$$(a^2 + ab + b^2)^2 \equiv [a(a + b)]^2 + [b(a + b)]^2 + [ab]^2.$$

On peut aussi écrire

$$(a^2 + b^2 + c^2 + ab + ac + bc)^2 \equiv$$
$$\equiv [a(a + b + c) + b(a + b + c) + c(a + b + c) - (ab + ac + bc)]^2$$
$$\equiv [a(a + b + c)]^2 + [b(a + b + c))^2 + [c(a + b + c)]^2 + [ab + ac + bc]^2.$$

On peut d'ailleurs prolonger indéfiniment le nombre de termes.

En résumé les deux formes bien établies qui se reproduisent par multiplication sont

I. (Euler) $(a^2 + mb^2)(\alpha^2 + m\beta^2) \equiv (a\alpha + mb\beta)^2 + m(a\beta - b\alpha)^2.$

II. $(a^2 + ab + mb^2)(\alpha^2 + \alpha\beta + m\beta^2) \equiv (a\alpha = b\alpha + mb\beta)^2 + (a\alpha + b\alpha + mb\beta)(a\beta - b\alpha) + m(a\beta - b\alpha)^2$

qui donnent d'autres formes par permutation des lettres.

---

(2) *Cours d'Arithmétique* de COMBETTE. Alcan 1908, p. 452.

Léon AUBRY

Jouy-les-Reims (Marne).

SOLUTION COMPLETE EN NOMBRES ENTIERS DE L'EQUATION

$$x^4 + y^4 = 17\,z^2$$

I. x et y peuvent être supposés premiers entre eux et ne peuvent être tous deux impairs, sinon le 1er membre serait $\equiv 2$ et le 2e $\equiv 0$ ou 1 (*mod.* 4), on peut donc supposer y pair et comme l'on a:

$$17\,(16\,z^2 - y^4) = (4\,x^2 + y^2)\,(4\,x^2 - y^2)$$

il faut :

$$4\,x^2 \pm y^2 = 17\,v \tag{1}$$

$$x^2 \mp 4\,y^2 = 17\,(x^2 - 4\,v) = 17\,u \tag{2}$$

$$x^2 = 4\,v + u \qquad \pm y^2 = v - 4\,u$$

$$v^2 + u^2 = z^2$$

avec v et u premiers entre eux, v pair et u impair, ce qui exige, comme l'on sait :

$$u = a^2 - b^2 \qquad v = 2\,a\,b$$

$$z = a^2 + b^2$$

Prenons d'abord le signe supérieur dans (1) et (2), on a :

$$4\,x^2 - y^2 = 17\,v = 34\,a\,b \tag{3}$$

$$x^2 + 4\,y^2 = 17\,u = 17\,(a^2 - b^2) \tag{4}$$

L'équation (4) ayant le 1er membre $\equiv 1$ (*mod.* 4), exige b pair et a impair et l'on a nécessairement à cause de (3) :

$$2\,x \mp y = 34\,ef \qquad 2\,x \mp y = 2\,gh$$

$$a = eg \qquad b = 2\,fh$$

$$x = \frac{17\,ef + gh}{2} \qquad \mp y = 17\,ef - gh$$

avec e impair et h premier avec $17\,e$; portons ces valeurs dans (4), on trouve :

$$f^2\,(16\,h^2 + \overline{17}^2\,e^2) - 30\,efgh - g^2\,(4\,e^2 - h^2) = 0$$

$$\frac{f}{g} = \frac{15\,eh \pm 2\,\sqrt{\overline{17}^2\,e^4 - 4\,h^4}}{16\,h^2 + \overline{17}^2\,e^2}$$

ce qui exige :

$$\overline{17}^2 e^4 - 4h^4 = k^2$$

$$17e^2 + k = 2l^4 \qquad 17e^2 - k = 2m^4$$

$$h = lm \qquad k = l^4 - m^4$$

$$17e^2 = l^4 + m^4$$

On retombe donc sur une équation identique à la proposée, mais en nombres évidemment beaucoup plus petits ; il en résulte que, de toute solution de cette équation, on en déduira deux autres en prenant e, h, f, g d'accord avec les formules données ci-dessus et :

$$x = \frac{17ef + gh}{2} \qquad \mp y = 17ef - gh$$

$$z = e^2g^2 + 4f^2h^2.$$

Ex. : $l = 2, \quad e = m = 1, \quad h = 2, \quad f = 60, \quad g = 353;$

$$x = 863, \quad y = 314, \quad z = 182\,209.$$

Prenons maintenant le signe inférieur dans (1) et (2), d'où :

$$4x^2 + y^2 = 34ab \tag{5}$$

$$x^2 - 4y^2 = 17(a^2 - b^2)$$

on a nécessairement :

$$x \pm 2y = 17sf \qquad x \mp 2y = gl$$

$$a + b = sg \qquad a - b = ft$$

$$x = \frac{17sf + gl}{2} \qquad \pm y = \frac{17sf - gl}{4}$$

$$a = \frac{sg + gl}{2} \qquad b = \frac{sg - ft}{2}$$

avec s et t impairs et t premier avec $17s$; portons ces valeurs dans (5), on trouve :

$$g^2(8s^2 - t^2) - 30sfgt - f^2(8t^2 + \overline{17}^2 s^2) = 0$$

$$\frac{g}{f} = \frac{15st \pm 2\sqrt{2(\overline{17}^2 s^4 - t^4)}}{8s^2 - t^2} \tag{6}$$

ce qui exige :

$$\overline{17}^2 s^4 - t^4 = 2k^2. \tag{7}$$

Il en résulte, que toutes les solutions de l'équation proposée non données par la première méthode, se déduisent des solutions de l'équation (7), en prenant g et f d'accord avec (6) et :

$$x = \frac{17sf + gl}{2} \qquad \pm y = \frac{17sf - gl}{4}$$

$$3 = \frac{s^2g^2 + f^2t^2}{2}$$

Ex. : $e = h = 1$; $g = 9$, $f = 1$ ou $g = 33$, $f = 7$;
$x = 13$, $y = 2$, $z = 41$,
$x = 43$, $y = 38$, $z = 569$.

II. Il nous reste donc à donner la solution complète de l'équation (7), pour s et t impairs et t premier avec $17s$!

Or, comme $17s^2 + t^2$ et $17s^2 - t^2$ ne peuvent avoir que 2 comme facteur commun et, puisque

$$17s^2 + t^2 \equiv 2 \text{ et } 17s^2 - t^2 \equiv 0 \ (mod.\ 4)$$

on a nécessairement, à cause de (7) :

$$17s^2 + t^2 = 2q^2 \qquad 17s^2 - t^2 = (2r)^2$$
$$k = 2qr$$

$$17s^2 = q^2 + 2r^2 \quad (8) \qquad t^2 = q^2 - 2r^2 \quad (9)$$

$2r$ premier avec q

$$17(4s^2 - r^2) = (2q - 3r)(2q + 3r)$$

d'où :

$$2q \pm 3r = 17u \quad (10)$$

on déduit de (8) et (9) :

$$\overline{17}^2 s^2 = (3q \mp 4r)^2 + 2(2q \pm 3r)^2$$
$$t^2 = (3q \pm 4r)^2 - 2(2q \pm 3r)^2$$

d'où, à cause de (10) :

$$3q \mp 4r = 17v \quad (11)$$

$$s^2 = v^2 + 2u^2 \quad (12)$$

$$t^2 = (3q \pm 4r)^2 - 2.\overline{17}^2 u^2. \quad (13)$$

On déduit de (10) et (11) :

$$q = 4u + 3v \qquad \pm r = 3u - 2v$$
$$q = 3(3q \pm 4r)^2 - 4.17u$$
$$\pm r = 3{,}17u - 2(3q \pm 4r)$$

donc, puisque q est premier avec $2r$, $2u$ est premier avec v, $2.17u$ est premier avec $3q \pm 4r$ et l'on a, à cause de (12) :

$$s \pm v = 2a^2 \qquad s \mp v = 4b^2 \qquad u = 2ab$$
$$s = a^2 + 2b^2 \qquad \pm v = a^2 - 2b^2$$

a premier avec $2b$

$$q = 8ab \pm 3(a^2 - 2b^2), \qquad \pm r = 6ab \mp 2(a^2 - 2b^2)$$
$$3q \pm 4r = 48ab \pm (a^2 - 2b^2)$$

on a aussi, à cause de (13), soit :

$$3q \mp 4r \pm t = 2c^2, \qquad 3q \pm 4r \mp t = 4.\overline{17}^2 d^2$$
$$u = 2cd$$
$$3q \pm 4r = c^2 + 2{,}\overline{17}^2 d^2 \qquad \pm t = c^2 - 2{,}\overline{17}^2 d^2$$

c premier avec $17d$, ou :

$$3q \pm 4r \pm t = 2,\overline{17}^2\, c^2, \qquad 3q \pm 4r \mp t = 4d^2$$

$$u = 2cd$$

$$3q \pm 4r = \overline{17}^2\, c^2 + 2d^2, \qquad \pm t = \overline{17}^2\, c^2 - 2d^2$$

d premier avec $17c$

En égalant les valeurs de $3q \pm r$, on trouve :

$$48ab \pm (a^2 - 2b^2) = c^2 + 2.\overline{17}^2\, d^2 \quad \text{ou} \quad \overline{17}^2\, c^2 + 2d^2,$$

or le premier membre est impair et toujours $\equiv +1$ (*mod.* 8), ceci exige donc a et c impairs et d pair,on a donc le deuxième membre $\equiv 1$ (*mod.* 8) et b pair, puisque $ab = cd$, et ceci exige le signe supérieur dans le premier membre, d'où :

$$q = 8ab \pm 3a^2 - 6b^2, \qquad \pm r = 6ab - 2a^2 + 4b^2$$

$$a = ef, \qquad b = gh \qquad c = eg, \qquad d = fh$$

f et g impairs et premiers entre eux, h pair,

$$48\, efgh + e^2f^2 - 2g^2h^2 = e^2g^2 + 2.\overline{17}^2\, f^2h^2 \qquad (14)$$

et g premier avec 17, ou

$$48\, efgh + e^2f^2 - 2g^2h^2 = \overline{17}^2\, e^2g^2 + 2f^2h^2 \qquad (15)$$

et f premier avec 17.

On déduit de (14) :

$$2h^2\,(\overline{17}^2 f^2 + g^2) - 48efgh - e^2(f^2 - g^2) = 0$$

$$\frac{h}{e} = \frac{24fg \pm \sqrt{2\,(\overline{17}^2 f^4 - g^4)}}{2\,(\overline{17}^2 f^2 + g^2)}$$

ce qui exige :

$$\overline{17}^2 f^4 - g^4 = 2l^2.$$

On retombe donc sur une équation identique à (7), mais en nombres évidemment beaucoup plus petits, il en résulte que, de toute solution de cette équation, en en déduira deux autres en prenant f, g, h, e d'accord avec les deux dernières relations ci-dessus et :

$$s = e^2f^2 + 2g^2h^2 \qquad \pm t = e^2g^2 - 2.\overline{17}^2\, f^2h^2$$

$$\pm k = 2\,(8\, efgh + 3\, e^2f^2 - 6g^2h^2)\,(6\, efgh - 2e^2f^2 + 4g^2h^2)$$

Ex. : $f = g = 1, \qquad h = 12, \qquad e = 145$

$$s = 21313, \qquad t = 62027, \qquad k = 2.76131.31034$$

On déduit de (15) :

$$2h^2\,(f^2 + g^2) - 48efgh - e^2\,(f^2 - \overline{17}^2\, g^2) = 0$$

$$\frac{h}{e} = \frac{24fg \pm \sqrt{2\,(f^4 - \overline{17}^2\, g^4)}}{2\,(f^2 + g^2)} \qquad (16)$$

ce qui exige :

$$f^4 - \overline{17}^2 g^4 = 2L^2$$

mais si nous prenons :

$$\frac{m}{n} = \frac{15fg + 2\sqrt{2(f^4 - \overline{17}^2 g^4)}}{8f^2 - \overline{17}^2 g^2}$$

m et n sont entiers et peuvent être pris premiers entre eux, de plus n est premier avec 17 et, en rendant cette équation rationnelle et divisant le résultat par le facteur $8f^2 - \overline{17}^2 g^2 \neq 0$, l'on en déduit :

$$f^2(8m^2 - n^2) - 2.15\,mnfg - g^2(8n^2 + \overline{17}^2 m^2) = 0. \qquad (17)$$

$$\frac{f}{g} = \frac{15mn \pm 2\sqrt{2(\overline{17}^2 m^4 - n^4)}}{8m^2 - n^2} \qquad (18)$$

ce qui exige :

$$\overline{17}^2 m^4 - n^4 = 2p^2 \qquad (19)$$

or cette équation est identique à (7) et, comme à cause de (17) et n premier ave; m, m divise $8g^2 + f^2$, on a en valeur absolue, puisque h est pair, soit :

$$m \leq 8g^2 + f^2 < e^2f^2 + 2g^2h^2 = s$$

ou : $$e = \pm 1 \quad \text{et} \quad h = \pm 2,$$

mais, avec ces valeurs de e et h, on a àcause de (15) :

$$\frac{f}{g} = \pm\frac{9}{1} \quad \text{ou} \quad \pm\frac{33}{7}$$

et l'on en déduit aisément les valeurs correspondantes de s, l, et k.

Il résulte donc de ce qui précède, que toutes les solutions de l'équation (7) non données par la première méthode ou ne correspondant pas aux valeurs particulières de e, h, f, g données ci-dessus, se déduisent d'une solution de la même équation ayant une valeur de $m = s$ plus petite, en prenant m, n, f, g, h, e d'accord avec (19), (18) et (16), puis :

$$s = e^2f^2 + 2g^2h^2 \qquad \pm l = 17^2e^2g^2 - 2f^2h^2$$

$$\pm k - 2(8efgh + 3e^2f^2 - 6g^2h^2)(6efgh - 2e^2f^2 + 4g^2h^2)$$

Ex. : $m = n = 1$; $f = 9$. $g = 1$ ou $f = -33$, $g = 7$

$s = 89$ $\quad l = 359$ $\quad k = 2.38.363$

$s = 1481$ $\quad l = 5449$ $\quad k = 2.5787.1378$

M. A. AUBRY
Dijon.

QUESTIONS D'ANALYSE INDETERMINEE.

L. G. du PASQUIER
Professeur à l'Université de Neuchâtel (Suisse).

UNIFICATION DE LA TERMINOLOGIE ARITHMETIQUE DANS LES PRINCIPALES LANGUES

Voici les divers paragraphes traités :

Le vœu émis en 1923 par les Sections de Mathématiques et d'Astronomie de l'A F. A. S.

Les 3 classes de systèmes multiplicatifs :

1° complets ; 2° à progression arithmétique ; 3° à progression géométrique. Dans la numération parlée des peuples civilisés, il y a actuellement 2 systèmes qui se font concurrence. La régle latine. La règle germanique.

Leur coexistence n'a plus aucune raison d'être et ne peut que prêter à confusion. L'unification serait dans l'intérêt de tout le monde.

La nouvelle échelle numérale apte à devenir internationale. — Sa simplicité, sa régularité, son adaptation à l'état de fait actuel.

Proposition à l'A. F. A. S. d'accorder l'appui de son autorité à ses conclusions, éventuellement de créer un organe chargé d'étudier la question et de réaliser pratiquement l'idée.

Léon POMEY

Docteur ès-Sciences. Ingénieur des Manufactures de l'Etat,

THEORIE DES NOMBRES
SUR LA THEORIE DES NOMBRES PREMIERS

Au Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences tenu à Nancy en 1886, Ed. Lucas, suivant la voie tracée, comme il le dit lui-même, « par Fermat d'abord, puis par Euler, Gauss et Jacobi », a formulé sans démonstration (p. 101 des Comptes rendus du Congrès) certaines conditions *nécessaires* pour qu'un nombre p soit premier, en le supposant de l'une des formes $2n + 1$, $4n + 1$, $6n + 1$, $8n + 1$, $12n + 1$ ou $24n + 1$, dans lesquelles n est lui-même un nombre premier.

Il n'est pas sans intérêt, semble-t-il, de signaler *qu'inversement ces conditions sont suffisantes* et de *compléter ainsi la série des propositions de Lucas par leurs réciproques*. Afin de ne pas allonger inutilement cette note, nous ne reproduirons pas ici toute la suite de théorèmes, qu'on obtient de cette manière. Nous nous contenterons simplement, pour donner une idée de leur nature, d'en indiquer un exemple pris au hasard :

THÉORÈME (Ed. Lucas) *Si n est premier ainsi que $p = 12n + 1$, le nombre p divise soit $2^{2n} + 1$ soit $2^{6n} + 1$ suivant que, dans la décomposition unique $p = L^2 + 12\ M^2$, M est divisible par 3 ou non.*

RÉCIPROQUE. *Si n est premier et si le nombre p, de la forme $12n + 1$, divise $2^{2n} + 1$ ou $2^{6n} + 1$, p est premier.*

Il convient d'observer que ces réciproques ne sont que des cas tout à fait particuliers des deux théorèmes très généraux suivants, que nous avons publiés, parmi plusieurs autres, aux comptes-rendus de l'Académie des Sciences (t. 178, 1924, p. 987). Le premier de ces théorèmes est valable notamment pour les nombres $p = 2n + 1$, ..., $12n + 1$. Pour $p = 24\ n + 1$, il faut faire appel au second théorème. Voici ces deux théorèmes :

THÉORÈME 1. — *Pour que l'entier $p = 1 + m \times n$* soit *premier, il suffit qu'il soit diviseur primilif du nombre $x^n - 1$, pourvu que n soit $\geqq \frac{p-1}{12}$, et en outre, dans le cas où $n < p - 1$, que n soit impair ou admette un sous-mulliple impair supérieur à $\frac{p-1}{12}$, ou enfin que n soit*

une puissance de 2 *avec* $m = 1$, 3 *ou* 5 ; *(exception faite des valeurs singulières* $p = 25$, 91 *et* 8.911*)*.

THÉORÈME 2. — *Si g désigne le plus petit entier* ($\geqq 1$) *tel que* $1 + 2gn$ *soit premier, pour que l'entier* $p = m \times n + 1$ *(où n est premier impair et* $> \dfrac{\sqrt{p} - 1}{2g}$*), soit premier, il suffit qu'il divise un entier de la forme* $x^{\nu} \pm 1$, *où* ν *est un diviseur de* $p - 1$ *de la forme* λn *(avec* $\lambda \geqq 1$*), pourvu toutefois que p soit premier avec* $x^{\lambda} \pm 1$.

Nota. — Une proposition analogue au théorème 2 s'applique au cas où n est une puissance de 2.

IV. ALGÈBRE. ANALYSE

J. DERUYTS
Professeur à l'Université de Liége.

METHODE NOUVELLE D'EXPOSE DE LA THEORIE DES NOMBRES IRRATIONNELS

Dans les exposés de la théorie des nombres irrationnels, la méthode qui est le plus souvent adoptée prend pour point de départ la » coupure » de Dedekind. Elle a été particulièrement développée et favorisée par les beaux ouvrages de J. Tannery ; d'ailleurs, M. Baire a introduit, sous le nom de principe d'extension, un principe directeur qui allège de beaucoup l'organisme des démonstrations.

La méthode de Ch. Méray, qui a sur toute autre, la priorité de date, est basée sur la considération des » variantes ». La notion de variante peut à première vue paraître plus simple que celle de coupure ; mais, un nombre » réel » correspond à une infinité de variantes, tandis qu'il correspond à une seule coupure moyennant quelques précautions (du reste encombrantes) au sujet des couples de coupures associées aux nombres rationnels.

On peut poser la question de savoir s'il est possible de réstreindre l'emploi initial des variantes, en considérant une classe de variantes qui présenteraient quelque propriété caractéristique et qui, par après, se aient susceptibles de s'associer uniformément aux symboles qu'on appellera nombres » réels ». Pareille modification entraînerait d'ailleurs des changements divers dans l'organisation d'une théorie détaillée.

La première idée qui s'offre est de recourir aux suites décimales, c'est-à-dire aux suites de nombres décimaux dans lesquelles chaque terme se déduit du précédent par l'adjonction d'un chiffre décimal. Mais deux objections se présentent : la notion d' » équivalence » s'impose encore au sujet des suites décimales amenant une succession indéfinie de chiffres 9. D'autre part, le système décimal n'a pas droit à un privilège absolu, par le fait qu'il est commode dans les calculs pratiques. La manière d'atteindre le but proposé indépendamment de tout système de numération, est suggérée par des considérations de géométrie linéaire.

Soient U_1V_1 et OA deux segments rectilignes donnés, sans qu'on ait à s'occuper du sens dans lequel on les a décrits. Désignons par U_nV_n la n^{me} partie de U_1V_1 pour $n = 2, 3, 4...$ Soit OA_n le plus petit multiple de U_nV_n qui dépasse le segment OA et soit k_n la mesure en nombre rationnel de OA_n par rapport à U_1V_1. Nous prendrons

$$l_n = k_n - \frac{1}{n}; \qquad (1)$$

ainsi, l_n est le multiple de $\frac{1}{n}$ qui est généralement la mesure par défaut à $\frac{1}{n}$ près, de OA par support à U_1V_1. Il est intéressant de comparer les divers nombres rationnels l_n à l'un quelconque d'entre eux l_i.

On a la relation schématique

$$OA_n = OA_i - AA_i + AA_n \leqslant OA_i - AA_i + U_nV_n.$$

Les points A, A_i étant distincts, on peut choisir entre A et A_{ii} exclus, un point I tel que le segment IA_i soit commensurable à U_1V_1 et on écrira

$$OA_n < OA_i - IA_i + U_nV_n.$$

Cette relation schématique entre des segments commensurables à U_1V_1 conduit à la relation arithmétique

$$K_n < K_i - q_i + \frac{1}{n},$$

si q_i est la mesure en nombre rationnel du segment IA_i par rapport à U_1V_1. En passant des nombres k aux nombres l par la formule générale (1) et en prenant $p_i = \frac{1}{i} - q_i$, on obtient la relation

$$l_n < l_i + p_i, \qquad (2)$$

dans laquelle p_i est un nombre rationnel positif, inférieur à $\frac{1}{i}$ et ne dépendant en rien de la valeur de n.

Cela étant, nous abandonnerons toute considération géométrique pour passer au domaine strictement arithmétique, en conservant seulement le rythme de la formule (2).

Pour abréger, nous appellerons multiple de $\frac{1}{n}$ tout produit de $\frac{1}{n}$ par un nombre entier positif, négatif ou nul ; *nous appellerons gradient, une suite* $a_1\ a_2 \ldots a_n \ldots$ *de multiples de* $\frac{1}{1}\ \frac{1}{2} \ldots \frac{1}{n} \ldots$ *telle qu'on puisse y associer une suite de nombres rationnels* $p_1\ p_2 \ldots p_n \ldots$, *inférieurs respectivement à* $\frac{1}{1}\ \frac{1}{2} \ldots \frac{1}{n} \ldots$ *donnant lieu à la relation*

$$a_n < a_i + p_i, \tag{3}$$

quels que soient n et i.

D'après les inégalités (3), on peut faire correspondre univoquement les gradients et les symboles décimaux illimités

$$S_0,\ S_1\ S_2 \ldots\ S_m \ldots$$

dans lesquels il ne se produit pas une succession indéfinie de chiffres **9**. Quand le gradient $(a_1\ a_2 \ldots\ a_n \ldots)$ est donné, le nombre décimal S_0, $S_1 \ldots S_m$ est la valeur de a_n pour $n = 10^m$. Quand le symbole décimal est donné, le terme a_n du gradient est le plus grand multiple de $\frac{1}{n}$ inférieur à

$$S_0,\ S_1 \ldots\ S_m + \frac{1}{10^m},\ \text{pour } m \text{ suffisamment grand.}$$

En, représentant par r un nombre rationnel, il y a lieu d'appeler » gradient de base rationnelle r » le gradient correspondant au symbole décimal dont la génératrice est r ; dans le gradient en question, le terme a_n est le plus grand multiple de $\frac{1}{n}$ qui ne dépasse pas r.

Pour désigner un gradient $(a_1\ a_2 \ldots)$, on peut employer une notation telle que $[a[$, en réservant éventuellement l'écriture spéciale $[r^*]$ pour les gradients à bases rationnelles r.

La théorie des nombres réels peut être ramenée à l'étude des gradients définis ci-dessus. L'exposé complet auquel on est conduit, dépasse le cadre d'une simple note. Il suffit ici d'indiquer l'ordonnance des parties principales du sujet.

1° *Relations d'inégalité entre gradients.*

L'égalité de deux gradients ne sera rien d'autre que leur identité.

S'il existe un nombre j tel que les termes $a_j\ b_j$ de deux gradients $[a[$, $[b[$ donnent lieu à l'inégalité $a_j > b_j$, on a quel que soit n, $a_n \geqq b_n$; on a de plus $a_n > b_n$ à partir d'une certaine valeur de n. En

pareil cas, on écrira $[a] > [b]$ ou encore $[b] < [a]$; on *dira* que le gradient $[a]$ est supérieur au gradient $[b[$.

Quand il s'agit de gradients $[r^*]$ $[r_1{}^*]$ à bases rationnelles, rr_1, on constate que la relation $[r^*] > [r_1{}^*]$ équivaut à $r > r_1$.

Un gradient $[a[$ sera *dit* positif, négatif ou nul suivant qu'il est dit supérieur, inférieur ou égal au gradient de base rationnelle nulle $[o^*]$.

2° *Suite rationnelle convergeant vers un gradient.*

Une suite de nombres rationnels U_1 U_2... U_n... sera dite convergente, quand il existe un gradient $[a] \equiv (a_1\ a_2 \ldots\ a_n \ldots)$, tel que à partir d'une certaine valeur de n, le module de $U_n - a_n$ reste inférieur à tout nombre rationnel positif arbitrairement choisi. On *dira* que $[a]$ est la limite en gradient, de la suite rationnelle (U).

Une suite rationnelle (U_n) admet un gradient limite $[r^*]$ à base rationnelle, sous la condition que $U_n - r$ tende vers zéro.

3° *Criterium de convergence des suites rationnelles.*

Une suite rationnelle (U) admet une limite en gradient, sous la condition précise qu'à tout nombre rationnel positif J on puisse associer un nombre N, de manière à avoir

$$| U_n - U_{n+p} | < J,$$

pour $n > N$ et pour toutes les valeurs positives de p.

C'est un cas particulier du théorème de Cauchy, exigeant une démonstration directe, à cause de l'ordonnance du sujet. Pour montrer que la condition est suffisante, on est ramené à établir l'existence d'une suite décimale (w_n) telle que $U_n - w_n$ tende vers zéro ; à cet effet, on fera usage des approximations décimales des nombres rationnels U_n. La délicatesse et l'importance de la question exigent évidemment un certain effort d'attention.

4° *Les opérations élémentaires relatives aux gradients.*

Le criterium de convergence précédent conduit à l'introduction des opérations élémentaires relatives à des gradients donnés $[a]$, $[b]$... Si l'on considère des suites rationnelles (U_n) (V_n) astreintes à la seule condition d'avoir pour limites $[a]$, $[b]$, les suites

$$(U_n + V_n), \quad (U_n - V_n), \quad (U^n V_n) \left(\frac{U_n}{V_n}\right),$$

ont pour limites des gradients déterminés qu'on notera

$$[a] + [b],\ [a] - [b],\ [a] \times [b],\ \frac{[a]}{[b]}. \tag{4}$$

Le symbole $\frac{[a]}{[b]}$ ne devra toutefois être considéré, que si $[b]$ n'est pas nul et il s'agira seulement de $\frac{U_n}{V_n}$ pour les valeurs de n suffisamment grandes pour que V_n soit différent de zéro.

On définira encore le gradient $-[a]$ symétrique de $[a]$ et le module

de $[a]$ comme les limites en gradients des suites qui ont respectivement pour termes — U_n et la valeur absolue des U_n.

Pour les gradients $[r^*]$, $[r_1{}^*]$ à bases rationnelles r r^1, on aura

$$[r^*] + [r_1{}^*] = [(r + r_1)^*],\ [r^*] \times [r_1]^* = [(rr_1)^*],\ \text{etc...}$$

puis encore des égalités telles que $-[a] = [a] \times [(-1)^*]$, etc...

On appellera addition, soustraction, multiplication, division les opérations par lesquelles on passe de $[a]$, $[b]$ aux gradients représentés par (4). Les opérations élémentaires relatives à des gradients, $[a]$ $[b]$ $[c]$... seront celles qui résultent d'un certain nombre d'opérations d'additions... divisions.

5° *La dénomination de nombre irrationnel.*

On constate sans difficulté que dans toutes les opérations élémentaires, le formalisme des lois d'égalité est le même pour les nombres rationnels et pour les gradients. Au sujet des inégalités, le formalisme est encore le même, si on considère comme semblables des conditions imposées telles que $v > o$ en nombres rationnels, et des conditions telles que $[a] > [o^*]$ en gradients. D'ailleurs, dans la classe particulière des gradients à bases rationnelles, les relations existant entre $[r^*]$, $[r_1{}^*]$... correspondent exactement aux relations existant entre les bases rationnelles r r_1...

Il convient de marquer ces analogies, en donnant aux symboles de gradients $[a]$ la dénomination de *nombre* et en considérant les notations $[r^*]$ et r comme équivalentes.

On *dira* que la notation $[c]$ d'un gradient est un *nombre irrationnel*, quand il ne s'agira pas d'un gradient $[r^*]$ à base rationnelle. La notation $[r^*]$ aura la dénomination de nombre rationnel, tout aussi bien que r.

L'idée de valeur approchée des irrationnelles $[a]$ se présente de la même façon que pour les nombres rationnels ; la valeur approchée de $[a]$ par défaut à $\frac{1}{n}$ près, sera le n^ième terme de la suite gradiante $(a_1 a_2 \ldots)$.

Dans les calculs pratiques, il sera commode de représenter chaque nombre irrationnel par le symbole décimal correspondant.

6° *Conséquence.* Le criterium de convergence des suites rationnelles a été obtenu (n° 3), au moyen des lois élémentaires relatives aux nombres rationnels et à leurs valeurs approchées. Il suffit d'invoquer l'analogie des nombres irrationnels avec les nombres rationnels, pour atteindre en toute généralité le criterium de convergence de Cauchy, puis la théorie des limites.

C. HUTTINGER
La Baule-sur-Mer (Loire-Inférieure)

NOTE SUR LA RESOLUTION DES EQUATIONS ALGEBRIQUES

A. AUBRY
Dijon

1° FIGURATION DES RESIDUS DES NOMBRES COMPLEXES

1. Considérons un *quadrillage*, ou carré divisé en n^2 cases carrées égales par deux systèmes de parallèles équidistantes, les *rangées* et les *colonnes* étant désignées par leurs numéros d'ordre à partir de la rangée inférieure et de la première colonne de gauche, lesquelles sont numérotées zéro. De la sorte, une case quelconque sera désignée par la notation (x, y) indiquant le n°, ou abscisse x de sa colonne et le n°, ou ordonnée y de sa rangée.

Ceci, posé, teintons en noir les cases définies par la relation $y = dx \pmod n$, le *décochement* (ordonnée correspondant à l'abscisse 1) d étant premier avec n ; nous aurons ce que Gand et Ed. Lucas ont appelé un *salin*. Cette figure jouit de nombreuses et importantes propriétés (voir, par exemple, mon article de l'*Ens. math.* 1911, sur la *Géom. des Quinconces*), dont on ne rappellera que celle-ci : *chaque rangée et chaque colonne contiennent une case noire et une seule*, ce qui équivaut au lemme fondamental de l'arithnomie. Ce satin se désigne par la notation n_d. Le tableau du n° 5 ci-après est le satin 13_5 où les teintes des cases sont remplacées par des nombres.

2. Soit $n = f^2 + g^2$, f et g étant premiers entre eux. On sait que dans ce cas, — 1 est résidu de n, ou que l'on peut trouver un nombre d tel que $d^2 + 1 \equiv 0 \pmod n$. Prenons d pour la valeur du décochement : alors le satin est formé de carrés obliques sur le quadrillage, et de ce fait, on le dit *salin carré*. Tel est celui du n° 5.

On peut ainsi écrire : $x^2 + y^2 \equiv x^2 + d^2\dot{x}^2 \equiv 0$; n divisant $x^2 + y^2$, il divise aussi

$$f^2(x^2 + y^2) - y^2(f^2 + g^2) = f^2x^2 - g^2y^2,$$

et par suite l'un des nombres $fx \pm gy$.

3. Outre les résidus réels, les nombres premiers réels p possèdent des résidus complexes de la forme $\alpha + \beta i$. On peut les déterminer en remarquant que de $(a + bi)^2 \equiv \alpha + \beta i \pmod p$, on tire $a^2 - b^2 \equiv \alpha, 2ab \equiv \beta$; on n'a qu'à substituer successivement à a et b les nombres $0, 1, 2, 3 \ldots$: $p^2 - 1$

On y arrive plus aisément en partant de ce fait que, de ces dernières relations, on tire : $\alpha^2 + \beta^2 = (a^2 + b^2)^2$, ce qui fait voir que *si* $\alpha^2 + \beta^2$ *est un résidu réel de* p, $\alpha + \beta i$ *en est un complexe.*

Dans un quadrillage de p^2 cases, mettons en noir la case (α, β) quand $\alpha + \beta i$ est résidu, on aura une *mosaïque de Thiele* (A. F. 1874) à quatre axes de symétrie.

4. Considérons les puissances du nombre complexe $a + bi$, suivant le module premier p ; on a, d'après Lejeune-Dirichlet (G. Arendt, *El. de la th. des n. compl.* 1863) :

$$(a + bi)^p \equiv a + bi \pmod p, \qquad (p = 4 \pm 1) \qquad (1)$$

$$(a + bi)^{p^2} \equiv a + bi \text{ (id.)}, \qquad (p = 4 - 1). \qquad (2)$$

5. On sait que le nombre premier $p = 4 + 1$ peut s'écrire $f^2 + g^2$. Comme $(f + gi)^2 \equiv 2f(f + gi)$, on voit qu'on a en général :

$$(f + gi^k) \equiv (2f)^{k-1}(f + gi) \pmod p. \qquad (3)$$

On aura donc les diverses puissances de $f + gi$ en multipliant cette expression successivement par $2f$.

Désignons le second membre de (3) par $\alpha + \beta i$; d'après le n° 2, le lieu du point (α, β) est un satin carré, puisqu'on peut écrire, quel que soit k, $f\alpha + g\beta \equiv 0$.

Ce satin est incomplet si $2f$ n'est pas une racine primitive, par exemple pour $p = 17, 41 \ldots$, (voir le tableau ci-dessous). Mais si $2f$ est racine primitive, on obtiendra ainsi toutes les $(p - 1)$ premières puissances. Par exemple, pour $p = 13$, on trouve de tête, en les écrivant à mesure, les douze puissances.

$$3 + 2i, \quad 5 + 12i, \quad 4 + 7i, \quad 11 + 3i, \quad 1 + 5\ i, \quad 6 + 4i.$$

$$10 + 11i, \quad 8 + i, \quad 9 + 6i, \quad 2 + 10i, \quad 12 + 8i, \quad 7 + 9i :$$

il n'est d'ailleurs besoin de calculer que les termes réels, les coefficients de i étant les mêmes, au rang près. Les uns et les autres comprennent toute la série, 1, 2, 3..., 12. Les cases (3,2), (5,12), (4,7)... forment un satin complet.

Les deux premières puissances étant connues, on peut construire le satin, ce qui donne graphiquement et sans autre calcul, toutes les puissances :

12	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.	.	.
10	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.	.	12	.	.	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
7	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.
5	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.
0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Inscrivons, à la manière de G. Tarry (voir n° 6), dans chaque case (α, β) du satin, l'exposant k qui donne

$$(f + gi)^k \equiv \alpha + \beta i.$$

La distribution de ces exposants semble assez capricieuse; cependant on remarquera que $(f, g) = 1$ et $(f-, -g) = m + 1$, en posant $p = 2m + 1$, car

$$(f + gi)^{m+1} \equiv -f - gi,$$

puisqu'en élevant au carré, on a, si $(2f)$ est racine primitive,

$$(f + gi)^2 \equiv (f + gi)^{p+1} \equiv (-f - gi)^2.$$

Ainsi on a :

$$(f + gi)^k + (f + gi)^{m+k} \equiv (f + gi)^k \left(1 + \frac{-f - gi}{f + gi}\right) \equiv 0. \quad (4)$$

Donc *les exposants de deux cases* (α, β), $(-\alpha, -\beta)$ *symétriques par rapport au centre différent de* m. On démontrera aisément que *si la case* (α, β) *contient l'exposant* k, *la case* (α', β') *contenant l'exposant* $k + 1$ *sera déterminée par les relations*

$$2\alpha\alpha' \equiv f, \qquad \beta' \equiv d\alpha',$$

et que *les cases* $(1, f)$, $(f, -1)$, $(-1, -f)$ *et* $(-f, 1)$ *ont pour centres les sommets d'un carré.* Une dernière remarque : on a un satin quelconque en considérant la relation

$$h^k a + h^{k+\alpha} bi \equiv x + yi,$$

h désignant une racine primitive de p. On peut s'exercer sur l'expression $2^k (1 + 3i)$ (mod 13), qui donna le satin 13_3.

Pour faciliter de nouvelles recherches sur ce sujet, je donne ci-dessous les éléments relatifs aux nombres premiers $4 + 1$ jusqu'à 200. On se rappellera que d doit être précédé du signe $\pm$. La lettre R indique que $2f$ est une racine primitive et que les élévations aux puissances fourniront les $p - 1$ premières de celle-ci, lesquelles seront toutes différentes.

$p =$	5	13	17	29	37	41	53	61	73	89	97	101	109	113	137	149	157	173	181	193	197
$f =$	1	3	4	5	1	5	7	5	8	8	9	1	3	8	4	7	11	2	9	12	1
$g =$	2	2	1	2	6	4	2	6	3	5	4	10	10	7	11	10	6	13	10	7	14
$d =$	2	5	4	12	6	9	23	11	27	34	22	10	33	15	37	44	28	80	19	81	14
$2f =$	R	R		R	R		R	R				R	R		R	R		R	R		R

6. Si $p = 4 - 1$, on peut se voir obligé d'élever l'expression $a + bi$ à toutes les puissances inférieures à la $(p^2)^{ème}$, avant de retrouver sa première valeur ; $a + bi$, est alors une racine primitive de p.

Par suite, d'après une remarque de G. Tarry, *si on inscrit en général dans la case* (α, β), *l'exposant* k *de la puissance qui donne* $(a + bi)^k \equiv \alpha + \beta i$, *toutes les cases seront remplies sauf la case origine* (0,0) et *si on noircit les cases où les exposants sont pairs, on aura une mosaïque de Thiele, telle que* $\alpha + \beta i$ *est résidu de* p.

On reproduit ci-dessous, d'après la *Géom. mod.* (p. 43), le tableau des exposants de la racine primitive $5 + i$ (mod. 7).

6	12	22	25	5	11	7	34
5	44	43	6	39	9	18	37
4	4	47	45	14	26	3	17
3	28	41	27	2	38	21	13
2	20	13	42	33	15	30	29
1	36	10	31	35	29	1	46
0	»	0	32	40	16	8	24
	0	1	2	3	4	5	6

Le point (x, y) est déterminé par la congruence $(5 + i)^k \equiv x + yi$, (mod 7) ; ainsi, comme

$$(5 + i)^2 \equiv 3 + 3i, \qquad (5 + i)^3 \equiv 5 + 4i, \ \ldots$$

les cases (5,1), (3,3), (5,4)..... portent les n^{os} 1, 2, 3,..... ; si on met en noir les cases 2, 4, 6,..... on aura la mosaique de module 7.

L'idée de ce tableau est due à G. Arnoux; G. Tarry en a fait la théorie et en a signalé l'importance : elle demandait toutefois d'être exposée plus clairement ct c'est ce à quoi je me suis attaché.

7. Les deux manières si différentes dont se comportent les puissances de $(a + bi)$, selon que p est 4 ± 1, ont amené G. Tarry à rechercher la cause de cette anomalie ; il a constaté qu'elle vient de ce que le symbole i représente la racine carrée du résidu -1 de $p = 4 + 1$ et celle du non-résidu -1 de $p = 4 - 1$. Pour étendre les théories et uniformiser les calculs, il s'est avisé de mettre à la place de i, le nombre $j = \sqrt{\rho}$, ρ désignant un non-résidu quelconque mais fixe; en remplaçant, dans le développement des calculs, j^2 par ρ. Alors les $p^2 - 1$ premières puissances d'une racine primitive de $a + bj$ sont toutes différentes et toutes les cases du quadrillage sont occupées sauf (0,0).

Cette généralisation l'a conduit à des résultats nombreux et curieux, qu'on trouvera dans son mémoire de l'AF de 1911, dans la *Géom. mod.* et dans le *Sphinx-Œdipe* de 1912.

Il donne, entre autres choses, les relations suivantes, aisées à démontrer et dont les deux premières avaient été aperçues par Jacobi (Cr. 1827) et Lebesgue (J. L. 1839) dans leurs recherches des racines de $x^p \equiv n$ et $x^2 - ay^2 = n$. (Voir aussi, I M. 1905, plusieurs extensions de ces résultats, de Nazarewski et Escott,)

$$(a + bj)^p \equiv a - bj, \tag{5}$$

$$(a + bj)^{p+1} \equiv a^2 - b^2\rho, \tag{6}$$

$$(a + bj)^{p^2-1} \equiv 1. \tag{7}$$

Il a donné encore pour $p = 11$, 13 et 17, les tableaux d'exposants analogues à celui du n° 6 et à l'aide desquels il trouve, à simple vue, les facteurs quadratiques irréductibles des expressions

$$\frac{x^{p+1} - h}{x^2 - h} \quad \text{ou} \quad x^{p+1} - h.$$

Voir à ce sujet, SŒ, 1912, p. 2 ; et IM 1912, p. 61, les procédés proposés ensuite par Welsch et Malo pour la même recherche. Il manquait la preuve de l'existence des racines en général et un moyen commode de les trouver : c'est à quoi G. Tarry était parvenu peu avant sa mort, mais il n'a rien laissé à ce sujet. Je donne ci-dessous d'après lui, une racine primitive de chacun des nombres 11, 13, 17, 23, 29 : $R = 1 + 6\sqrt{2}$, $1 + 7\sqrt{2}$, $1 + 6\sqrt{3}$, $4 + 4\sqrt{5}$, $7 + 3\sqrt{2}$.

8. Avec Thiele, teintons la case (α, β) du quadrillage quand $\alpha + \beta i$ est résidu. Pour $p = \mathbf{4} - 1$, qui est premier, même au point de vue complexe, on se reportera au n° 3.

Dans le cas du nombre premier $f + gi$, qui a lieu si le nombre $p = f^2 + g^2$ est de la forme $\mathbf{4} + 1$ et premier au point de vue réel, — on a une mosaique de p étoiles de branches spiraliformes, en mettant en gris la case (α,β) si $(\alpha + \beta i)$ est le résidu zéro, en noir si cette expression désigne un autre résidu.

J'ai hâtivement donné (l. cit.) un procédé facile pour construire cette mosaïque ; je vais le reproduire d'une manière plus claire et plus simple.

Soit $(a + bi)^2 \equiv \alpha + \beta i \pmod{f + gi}$. Appliquant la règle de la division des nombres complexes, on voit que

$$(a^2 - b^2 - \alpha) f + (2ab - \beta) g$$

doit être divisible par $f^2 + g^2 = p$. Donc on a :

$$f(f\alpha + g\beta) = f(fa^2 - fb^2 + 2abg) \equiv (fa + gb)^2 \pmod{p}.$$

Si $\alpha + \beta i$ est résidu de $f + gi$, $f(f\alpha + g\beta)$ est donc un des résidus r de p.

Le résidu zéro ne présente arithmétiqueemnt aucun intérêt, mais ici il joue un rôle important. Soit $\alpha + \lambda i$ ce résidu, qui est ainsi divisible par $f + gi$; alors, d'après la règle rappelée plus haut $f\alpha + g\lambda$ doit être divisible par $f^2 + g^2 \equiv p$, ce qui montre, d'après le n° 2, que *les cases lelles lelles que* (α, λ) *formenl un salin carré* p_a.

Soit (α, λ) une de ces p cases grises ; chaque case noire (α, β) de la même colonne est déterminée par la relation $f(f\alpha + g\beta) \equiv r$.

De cette condition et de la précédente $f\alpha + g\lambda \equiv 0$, on déduit $fg\,(\beta - \lambda) = r$. Or

$$(f + g)^2 \equiv 2fg;$$

donc 2 est résidu ou non en même temps que fg et par suite que $\beta - \lambda$.

Ainsi soient 1, r, r',..... les résidus de p : *les* 1^e, r^e, r'^e,..... *cases au-dessus de la case* (α, λ) *seront noires ou blanches selon que* p *est de l'une ou de l'autre des formes* $\mathbf{8} + 1$ *ou* $\mathbf{8} + 5$.

9 On peut généraliser l'idée de Thiele et considérer une fonction entière F de $z = x + yi$, pour le module $\theta = h + ki$, et mettre en noir la case (ξ, η) déterminée par l'opération

$$F(z) \equiv \xi + \eta i \pmod{\theta}.$$

La fonction envisagée par lui est $(x + yi)^2$. Outre ce type *parabole*, on peut en considérer d'autres ; on est amené à une géométrie analytique formelle différente de celle de G. Arnoux.

1° Par exemple, soit la droite $(a + bi)(x + yi) \equiv \xi + \eta i \pmod{p}$. En général, toutes les cases sont noires ; en effet, pour que les variabels x', y' fournissent le même résultat $\xi + \eta i$, il faudrait qu'on eût

$$a(x - x') \equiv b(y' - y) \quad \text{et} \quad a(y' - y) \equiv -b(x - x'),$$

d'où en multipliant,

$$a^2 + b^2 \equiv 0 \quad \text{et} \quad p = 4 + 1.$$

On retrouve la fonction $f + gi$ déjà signalée au n° 5.

Soit donc

$$(f + gi)(x + yi) \equiv \xi + \eta i \pmod{p}.$$

Bien que $x + yi$ puisse prendre p^2 valeurs différentes, il n'y a que p valeurs différentes pour $\xi + \eta i$. En effet, pour $y = k - dx$, on a, en tenant compte de ce que $g \equiv fd$ et $f + gd \equiv f(1 + d^2) \equiv 0$,

$$(f + gi)(x + yi) \equiv -kg + kfi. \tag{8}$$

La valeur du premier membre ne dépend donc que de la seule variable k, qui ne peut fournir que p valeurs, lesquelles sont d'ailleurs différentes, car la supposition

$$-kg + kfi \equiv -lg + lfi. \qquad (k \text{ et } l < p)$$

entraînerait la relation impossible $l - k \equiv 0$.

Les relations

$$\xi \equiv -kg, \qquad \eta \equiv kf$$

donnent

$$f\xi + g\eta \equiv 0; \tag{9}$$

la figure est donc encore le satin p_d.

Cette construction et celles données aux n^{os} 5 et 9 partent de principes différents mais sont les mêmes au fond. Pour celle-là, on voit immmédiatement, d'après le n° 9 et à cause de (9), que $\xi + \eta i$ est résidu de $f + gi$. — Pour le n° 5, on verra aisément que la formule (3) est exacte *a fortiori* pour le module $f + gi$, diviseur de p ; son second membre est toujours résidu de $(f + gi)$, ce qui est évident si k est pair et le devient, pour k impair, si on remarque que, dans ce cas, il est le produit des deux résidus $(2f)^{k-1}$ et $f + gi$.

2° Le *cercle* nul $\xi^2 + \eta^2 \equiv 0$ conduit à

$$(X + Yi)^2 + (X' + Y'i)^2 \equiv 0$$

d'où

$$X^2 + X'^2 - Y^2 - Y'^2 \equiv 0, \qquad XY + X'Y' \equiv 0. \qquad (\alpha)$$

La deuxième congruence (α) se résout par les formules

$$X \equiv xy, \qquad Y \equiv zw, \qquad X' \equiv xz, \qquad Y' \equiv -yw;$$

substituant ces valeurs dans la première (α), il vient

$$(y^2 + z^2)(x^2 - w^2) \equiv 0 \quad \text{d'où} \quad w \equiv \pm x$$

et par suite

$$\xi \equiv y + zi, \qquad \eta \equiv z - yi;$$

Ainsi on a :

$$(y + zi)^2 + (z - yi)^2 = 0 \qquad (y \text{ et } z \text{ réels quelconques}).$$

3° Ce résultat suggère l'étude de l'*hyperbole*

$$(x - yi)(y + xi) \equiv (2xy) + (x^2 - y^2)\,i$$

on est ramené au problème du n° 3.

4° Soit la *droite* nulle $(a + bi)(x + yi) + (a' + b'i)(y - xi) \equiv 0$. Appelons $\xi + \eta i$ le développement du premier membre et posons $\xi \equiv 0$, $\eta \equiv 0$; il viendra :

$$\xi x + \eta y \equiv (a + bi)(x^2 + y^2) \equiv 0,$$

ce qui donne les deux solutions

$$x = f, \qquad y = g, \qquad p = 4 + 1 \quad \text{et} \quad b' = -a, \qquad a' = b.$$

A. AUBRY
Dijon.

2° THEORIE ET USAGE DES INEGALITES

Jacques TOUCHARD
Paris.

SUR L'INTEGRALE

$$I = \int_0^1 f(-r)\ r^{-a}\ (1-r)^{-b}\ d\ r$$

MARGOSSIAN

SIMPLE OBSERVATION SUR LA DEFINITION DU CALCUL DES PROBABILITES

André BLOCH

SUR LES FONCTIONS A POINT ESSENTIEL ISOLE

I. Le théorème suivant paraît de nature à ramener l'étude des fonctions uniformes à point singulier essentiel isolé les plus générales à celle des fonctions méromorphes.

Théorème. — *Soit $f(z)$ une fonction méromorphe à l'extérieur d'un contour simple* C *du plan des z, y compris le contour lui-même, et admettant une singularité essentielle à l'infini. On peut trouver une nouvelle variable ζ liée à z de telle sorte qu'à l'extérieur de* C *corresponde biunivoquement la partie du plan des ζ extérieure à un certain contour simple* Γ,

que le rapport de ζ *à* z *soit égal à* 1 *pour* z *infini, et que l'on ait pour* z *extérieur à* C :

$$f(z) = \varphi(\zeta),$$

la fonction $\varphi(\zeta)$ *étant méromorphe dans tout le plan des* ζ.

Cette proposition est une conséquence immédiate de deux lemmes très simples.

Lemme I. — *Soit sur la sphère complexe une ligne fermée de Jordan, se recoupant elle-même en un nombre fini de points. On peut construire une surface de Riemann de genre zéro telle que la ligne (un déterminé de ses points étant supposé placé sur un feuillet convenable de la surface) soit encore fermée sur la surface, mais ne s'y recoupe plus.*

Lemme II. — *Soient sur deux sphères deux aires simplement connexes* A *et* B, *limitées respectivement par deux couronnes* C *et* D *entre lesquelles existe une correspondance conforme faisant correspondre le bord intérieur de C au bord extérieur de* D, *et inversement. On peut alors, sur une troisième sphère, opérer le raccordement analytique des aires* A *et* B *par l'intermédiaire des couronnes* C *et* D, *c'est-à-dire, recouvrir entièrement cette sphère de deux aires* A_1 *et* B_1, *en correspondance conforme respectivement avec* A *et* B, *se recouvrant elles-mêmes sur une couronne qui corresponde conformément à* C *et* D *de manière que la correspondance ainsi réalisée entre* C *et* D *soit précisément celle supposée au début.*

Ce dernier lemme s'établit par la méthode alternée de Schwarz (1).

On peut se demander, si dans le cas particulier où $f(z)$ est dénuée de pôles à l'extérieur de C, il n'est pas possible de prendre toujours pour $\varphi(z)$ une fonction *entière*. Des exemples simples prouvent qu'il n'en est rien.

Cela n'est même pas possible si l'on se donne la faculté de remplacer le contour C par un contour simple quelconque l'enveloppant, c'est-à-dire, si l'on néglige, la région du plan des z intérieure à ce dernier contour.

II. La suite de cette communication n'utilise pas le théorème du paragraphe prècédent, et est principalement consacrée au théorème de M. Picard sur le point essentiel isolé. Nous chercherons à ramener sa démonstration à celle du même théorème pour le cas particulier des fonctions méromorphes. Faisons d'abord deux remarques simples.

Soient sur une sphère un certain nombre de points et un circuit fermé ne passant que 0 *ou* 1 *fois entre deux quelconques d'entre eux. Les points se divisent alors en deux groupes (au plus) et le circuit peut se ramener par déformation continue et sans rencontre d'aucun des points à un contour simple séparant les deux groupes.*

Soit sur une sphère un circuit fermé passant m *fois entre deux points ; on peut le considérer aussi comme un circuit fermé sur la surface de Riemann à* m *feuillets ramifiée en ces deux points, correspondant à une* m^e

(1) Voir E. PICARD, Traité d'Analyse, tome II, chap. XVI.

puissance. Alors, sur la surface, le circuit se recoupe moins de fois que sur la sphère.

De ces deux remarques, nous allons déduire la proposition suivante (α) *Soient sur la sphère un nombre fini de points* A, B, C,... *et un circuit fermé* (*ne passant pas par eux*). *Il existe alors une surface de Riemann de genre zéro, n'ayant pas de points de ramification en dehors de* A, B, C, *et telle que le circuit donné,* 1° *y soit fermé* (*un déterminé de ses points étant supposé placé sur un feuillet convenable de la surface*). 2° *y soit réductible, sans rencontre d'aucun des points de la surface coïncidant sur la sphère avec* A, B, C,..., *à un circuit sans points multiples.*

En effet, dans le cas particulier où le circuit ne passe que 0 ou 1 fois entre deux quelconques des points, on peut, d'après la première remarque, prendre pour la surface la sphère elle-même. Supposons que le circuit passe m fois entre A et B, par exemple ; construisons la surface de Riemann, correspondant à une m^e puissance, ramifiée en A et B ; le circuit, considéré comme placé sur cette surface, a d'après la seconde remarque moins de recoupements qu'il n'en avait sur la sphère primitive. Nous pouvons maintenant opérer sur cette surface de genre zéro comme nous avons opéré sur la sphère, le nombre des points à considérer : A, B, C_1... C_m... a simplement augmenté, mais ce qui précède s'applique . L'on continuera de la sorte ; à chaque opération, le nombre des recoupements diminuera ; et comme il est fini, les opérations auront nécessairement une fin ; à ce moment, la surface cherchée sera obtenue ; α est donc démontrée.

De la proposition (α) résulte enfin la proposition, qui nous servira de lemme, et dont voici l'énoncé.

Lemme. — *Soient sur la sphère trois points, a, b, c et un circuit fermé n'y passant pas. On peut alors trouver une surface de Riemann de genre zéro satisfaisant aux conditions suivantes* : 1° *elle n'a pas de points de ramification en dehors de a, b, c* ; 2° *le circuit donné peut être regardé comme fermé sur elle* ; 3° *il existe sur la surface trois points* α, β, γ, *ne tombant pas sur la sphère, ailleurs qu'en* a, b, ou c, *tels que le circuit, fermé sur la surface, y soit réductible à un point sans rencontre de,* α, β, γ.

Appliquons en effet la proposition (α) à la sphère ponctuée en a, b, c, et au circuit donné. Nous avons une surface de Riemann sur laquelle nous pouvons, sans rencontre de a, b, c, transformer le circuit en un circuit sans points multiples sur la surface. D'ailleurs, aux points a, b, c de la sphère, se trouvent sur la surface un certain nombre de points a_i, b_j, c_k, que le circuit sans points multiples sépare en deux groupes. Si l'un de ces groupes comprend trois points au moins, on peut les prendre pour α, β, γ, et la surface de Riemann répond à la question. Si chaque groupe comprend deux points au plus, prenons pour α et β les deux points d'un des groupes (l'autre groupe en contient un ou deux) ; nous pouvons, par une substitution $\frac{z-p}{z-q} = Z^2$, doubler la surface

de Riemann, la nouvelle surface se composant de deux parties identiques à la précédente, (homologues entre elles) qui se ramifient en α et β. Le circuit sans points multiples sépare cette nouvelle surface en deux régions ; sur celle qui contient α et β, prenons pour γ le point homologue du point ou d'un deux points de l'autre groupe, la nouvelle surface répond à la question, car si l'on transforme le circuit sans points multiples en le circuit initial par une opération exactement inverse de celle effectuée tout à l'heure, on ne rencontre pas α, β, γ. Le lemme est donc établi.

Considérons maintenant la fraction rationnelle correspondant à la surface de Riemann du lemme ; cela ne suppose pas connu le théorème d'existence de Riemann, même pour le genre zéro, car à chacune des surfaces que nous avons considérées, il est aisé, de proche en proche, d'associer une fraction rationnelle. Nous voyons alors que, grâce au lemme, la démonstration du théorème de M. Picard sur le point essentiel isolé se ramène à celle du théorème dans le cas particulier où le circuit correspondant à la circulation autour du point est réductible à un point sans rencontre des trois valeurs supposées exceptionnelles; à établir, autrement dit, que dans ce cas la singularité essentielle n'existe pas. Or il suffit d'examiner les différentes démonstrations connues du théorème sur les fonctions méromorphes dans tout le plan pour reconnaître qu'elles s'appliquent, avec des modifications insignifiantes, à ce cas particulier. Il en est ainsi, par exemple, de la démonstration au moyen de la fonction modulaire.

III. La démonstration directe donnée par M. Borel dans les Comptes Rendus de 1896 (*Leçons sur les fonctions entières*, note 1) et dans son mémoire *Sur les zéros des fonctions entières* (Acta Mathematica, tome XX) s'applique également de la manière la plus simple au cas particulier où le circuit est supposé réductible à un point sans rencontre des trois valeurs exceptionnelles ; si bien que si le lemme purement algébrique que nous avons établi avait été connu dès le milieu de l'année 1896, on en aurait déduit immédiatement une démonstration directe du théorème général de M. Picard.

Mais à dire vrai, il n'est même pas besoin de ce lemme. M. Borel, dans le mémoire précité (p. 385-88) établit directement l'impossibilité d'une relation de la forme : $K(x)\,e^{H)x)} + K_1(x)\,e^{H_1(x)} + K_2(x) = 0$, où les K sont des polynômes et les H des fonctions entières ; il résout à cet effet par rapport à e^{H} et e^{H_1} le système formé par cette équation et celle obtenue en la dérivant, et constate que les égalités trouvées sont incompatibles avec ses théorèmes généraux sur la croissance. Or le théorème de M. Picard sur le point essentiel isolé revient à l'impossibilité d'une relation : $x^m e^{H(x)} + x^p e^{H_1(x)} = 1$, où H et H_1 sont non plus des fonctions entières, mais des fonctions holomorphes (sauf à l'infini) à l'extérieur d'un certain cercle. Il est aisé de reconnaître que, moyennant des compléments faciles, la démonstration par dérivation

qui vient d'être rappelée s'applique aussi à l'impossibilité de cette relation.

Or dans son mémoire (voir la note au bas de la p. 388), M. Borel avait systématiquement laissé de côté le cas du point essentiel isolé. On sait d'autre part que huit ans plus tard (1), M. Schottky devait donner une démonstration directe du théorème général de M. Picard. Il est digne de remarque qu'une telle démonstration se soit trouvée implicitement contenue, dès 1896, dans les travaux mêmes de M. Borel.

Indiquons sommairement, pour terminer, comment les principes du paragraphe II peuvent s'appliquer à la démonstration du théorème de M. Picard (Acta Mathematica, tome XI), sur l'impossibilité d'uniformiser les courbes de genre supérieur à un par des fonctions ayant un point essentiel isolé commun.

On a toujours à considérer un circuit fermé, mais il est tracé maintenant non plus sur la sphère triponctuée, mais sur une surface de Riemann de genre supérieur à un. On va utiliser alors les courbes dont la courbe donnée est une transformée simplement rationnelle, mais la correspondance étant biunivoque dans le voisinage de chaque point (elles répondent aux sous-groupes d'indice fini du groupe fuchsien d'uniformisation). Supposons que le circuit donné tourne *m* fois le long d'un cycle simple de la surface de Riemann donnée ; sur la surface de Riemann correspondant à une certaine de ces courbes, il ne tournera plus qu'une fois le long du cycle correspondant. En opérant ainsi de proche en proche, on obtiendra une surface sur laquelle le circuit ne tournera plus que 0 ou 1 fois le long d'un cycle simple quelconque ; il sera alors lui-même identique à un tel cycle (sauf le cas où il était équivalent à zéro sur la surface initiale). On pourra donc trouver (d'une infinité de manières) une uniformisation laleinéenne de troisième famille de la surface de Riemann définitive, telle que la fonction uniformisante ne change pas par circulation le long du circuit. La fonction uniformisante ne prenant aucune des valeurs qui sont points d'accumulation du groupe laleinéen, on est ramené au théorème de M. Picard étudié au paragraphe II (et même au cas particulièrement simple où le circuit est réductible à un point sans rencontre des trois valeurs, car on peut prendre celles-ci dans un seul des deux groupes séparés par le circuit).

On voit que notre démonstration utilise non pas les fonctions fuchsiennes, mais les fonctions laleinéennes de troisième famille, et la fonction modulaire ; cela paraît plutôt un avantage si l'on observe que ces dernières sont susceptibles d'une détermination analytique régulière, tandis qu'il n'en est pas de même des fonctions fuchsiennes.

---

(1) *Ueber den Picard'schen Satz und die Borel'schen Ungleichungen* (*Sitzungsberichte der K. Preussischen Akademie der Wissenschaften*, octobre 1904).

Edouard BARBETTE
Liége

SUR LA DETERMINATION DES RACINES INCOMMENSURABLES D'UNE EQUATION ALGEBRIQUE A COEFFICIENTS REELS

Soient α_0 et $\alpha_0 + 1$ deux nombres entiers consécutifs comprenant une et une seule racine α de l'équation algébrique $f(x) = 0$ (1) ; supposons, pour fixer les idées, que l'on ait

$$f(\alpha_0) < 0 \quad \text{et} \quad f(\alpha_0 + 1 > 0.$$

1re APPROXIMATION. Effectuons une première substitution $x = x_1 + \alpha_0$: au point de vue graphique, cetté substitution revient à transporter les axes ox et oy du plan, axes auxquels la courbe parabolique $y = f(x)$ est rapportée, au point $(\alpha_0, 0)$; l'équation transformée est

$$f(x_1 + \alpha_0) = 0 \quad \text{ou, plus simplement,} \quad f_1(x_1) = 0 \qquad (1).$$

Dans cette équation, x_1 est compris entre 0 et 1.

Après avoir divisé l'intervalle (0,1) en dix parties égales, nous constaterons, après quelques essais, que

$$f_1\left(\frac{\alpha_1}{10}\right) < 0 \quad \text{et} \quad f_1\left(\frac{\alpha_1 + 1}{10}\right) > 0$$

et nous en conclurons que

$$\frac{\alpha_1}{10} < x_1 < \frac{\alpha_1 + 1}{10} \quad \text{donc que} \quad \alpha_0 + \frac{\alpha_1}{10} < \alpha < \alpha_0 + \frac{\alpha_1 + 1}{10}.$$

Observation. Il est même possible de ne jamais opérer que sur des entiers, car en posant $x_1 = \frac{X_1}{10}$ l'équation transformée $f_1\left(\frac{X_1}{10}\right) = 0$ ou, plus simplement, $F_1(X_1) = 0$ sera telle que X_1 se trouvera compris entre 0 et 10 ; nous aurons alors $F_1(\alpha_1) > 0$ et $F_1(\alpha_1 + 1) > 0$, donc

$$\alpha_1 < x_1 < \alpha_1 + 1 \quad \text{et} \quad \frac{\alpha_1}{10} < x_1 < \frac{\alpha_1 + 1}{10}.$$

---

(1) Il est toujours possible de faire en sorte que la racine dont on cherche une valeur approchée soit comprise entre deux entiers consécutifs ; en effet, si cette racine x était comprise entre $\frac{\alpha_0}{10^p}$ et $\frac{\alpha_0 + 1}{10^p}$, en posant $x = \frac{X}{10^p}$, l'équation transformée $f\left(\frac{X}{10^p}\right) = 0$ contiendrait X entre α_0 et $\alpha_0 + 1$.

2e APPROXIMATION. Effectuons une deuxième substitution $x_1 = x_2 + \frac{\alpha_1}{10}$; l'équation (1) devient

$$f_1\left(x_2 + \frac{\alpha_1}{10}\right) = 0 \quad \text{ou, plus simplement,} \quad f_2(x_2) = 0. \qquad (2)$$

Dans cette équation, x_2 est compris entre 0 et $\frac{1}{10}$.

Après avoir divisé l'intervalle $\frac{1}{10}$ ne dix parties égales, nous constaterons, après quelques essais, que

$$f_2\left(\frac{\alpha_2}{100}\right) < 0 \quad \text{et} \quad f_2\left(\frac{\alpha_2 + 1}{100}\right) > 0$$

et nous en conclurons que

$$\frac{\alpha_2}{100} < x_2 < \frac{\alpha_2 + 1}{100}$$

donc que

$$\frac{\alpha_1}{10} + \frac{\alpha_2}{100} < x_1 < \frac{\alpha_1}{10} + \frac{\alpha_2 + 1}{100},$$

c'est-à-dire

$$\alpha_0 + \frac{\alpha_1}{10} + \frac{\alpha_2}{100} < \alpha < \alpha_0 + \frac{\alpha_1}{10} + \frac{\alpha_2 + 1}{100}.$$

Observation. — En posant $x_2 = \frac{X_2}{100}$, l'équation (2) aura pour transformée $f_2\left(\frac{X_2}{100}\right) = 0$ ou, plus simplement, $F_2(X_2) = 0$. Dans cette dernière équation, X_2 sera compris entre 0 et 10 ; nous aurons alors $F_2(\alpha_2) < 0$ et $F_2(\alpha_2 + 1) > 0$, donc

$$\alpha_2 < X_2 < \alpha_2 + 1 \quad \text{et} \quad \frac{\alpha_2}{100} < x_2 < \frac{\alpha_2 + 1}{100}.$$

Et ainsi de suite.

Cette façon d'opérer permet de déterminer, de proche en proche, la racine α avec une erreur moindre que $\frac{1}{10^n}$; *les calculs s'effectuant constamment sur les puissances entières et successives des neuf premiers nombres, nous donnons ci-après une table des dix premières puissances de ces nombres* : cette table permettra de trouver avec plus de rapidité les racines incommensurables des équations algébriques en x, à coefficients réels, jusqu'au dixième degré.

EXEMPLE. *Soit à résoudre l'équation*

$$f(x) \equiv x^3 + 6x^2 + 9x + 5 = 0.$$

Cette équation n'a pas de racine réelle commensurable.

x	x^2	x^3	x^4	x^5	x^6	x^7	x^8	x^9	x^{10}
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	4	8	16	32	64	128	256	512	1 024
3	9	27	81	243	729	2.187	6.561	19.683	59.049
4	16	64	256	1.024	4.096	16.384	65.536	262.144	1.048.576
5	25	125	625	3.125	15.625	78.125	390.625	1.953.125	9.765.625
6	36	216	1.296	7.776	46.656	279.936	1.679.616	10.077.696	60.466.176
7	49	343	2.401	16.807	117.649	823.543	5.764.801	40.353.607	282.475.249
8	64	512	4.096	32.768	262.144	2.097.152	16.777.216	134.217.728	1.073.741.824
9	81	729	6.561	59.049	531.441	4.782.969	43 046.721	387.420.489	3.486.784.401

L'équation

$$f(x) \equiv 3x^2 + 12x + 9$$
$$\equiv 3(x+1)(x+3) = 0$$

a pour racines -3 et -1.

Pour $x = -\infty \ldots\ldots -3 \ldots\ldots -1 \ldots . +\infty$

on a $f(x) = -\infty \ldots\ldots 5 \ldots\ldots 1 \ldots\ldots +\infty$;

par suite, l'équation proposée possède une racine réelle négative inférieure à -3 (*limite supérieure*) et deux racines imaginaires.

Observons, en passant, que

$$f''(x) = 6x^2 + 12;$$

puisque $f''(-3) = -6$, la fonction $y = x^3 + 6x^2 + 9x + 5$ passe par un maximum pour $x = -3$: ce maximum est 5 ; puisque $f''(-1) = 6$, la fonction y passe par un minimum pour $x = -1$: ce minimum est 1.

Cherchons une limite inférieure ; nous trouvons successivement

$$-f(-x) = x^3 - 6x^2 + 9x - 5$$
$$-f'(-x) = 3x^2 - 12x + 9$$
$$-\frac{f''(-x)}{1,2} = 3x - 6.$$

Puisque nous avons

$-f''(-x) > 0$ pour $x = 3$;
$-f''(-x) = 0$ pour $x = 3$, mais > 0 pour $x = 4$;
$-f(-x) < 0$ pour $x = 4$, mais > 0 pour $x = 5$,

la racine négative est supérieure à -5 (*limite inférieure*). Enfin, puisque $f(-5) < 0$ et $f(-4) > 0$, c'est que la racine cherchée est comprise entre -5 et -4.

1re *approximation*. Effectuons une première substitution $x = x_1 - 5$; l'équation proposée devient

$$f(x_1 - 5) = (x_1 - 5)^3 + 6(x_1 - 5)^2 + 9(x_1 - 5) + 5 = 0$$

ou

$$f_1(x_1) = x_1^3 - 9x_1^2 + 24x_1 - 15 = 0 \qquad (1)$$

et la racine cherchée $\alpha = x_1 - 5$, où x_1 est compris entre 0 et 1. Puisque

$$f_1(0{,}8) < 0 \quad \text{et} \quad f_1(0{,}9) > 0,$$

c'est que

$$0{,}8 < x_1 < 0{,}9 \quad \text{et} \quad -4{,}2 < \alpha < -4{,}1.$$

2e *approximation*. Effectuons une deuxième substitution $x_1 = x_2 + 0{,}8$; l'aquation (1) devient

$$f_1(x_2 + 0{,}8) = (x_2 + 0{,}8)^3 - 9(x_2 + 0{,}8)^2 + 24(x_2 + 0{,}8) - 15 = 0$$

ou
$$f_2(x_2) = x_2^3 - 6{,}6x_2^2 + 11{,}52x_2 - 1{,}018 = 0. \qquad (2)$$

Puisque

$$f_2(0{,}09) < 0 \quad \text{et} \quad f_2(0{,}1) > 0$$

c'est que

$$0{,}09 < x_2 < 0{,}10 \quad \text{donc} \quad 0{,}89 < x_1 < 0{,}90 \quad \text{et} \quad -4{,}11 < \alpha < -4{,}10.$$

3e *approximation*. Effectuons une troisième substitution $x_2 = x_3 + 0{,}09$; l'équation (2) devient

$$f_2(x_3 + 0{,}09) = (x_3 + 0{,}09)^3 - 6{,}6(x_3 + 0{,}09)^2 + 11{,}52(x_3 + 0{,}09) - 1{,}048 = 0$$

ou
$$f_3(x_3) = x_3^3 - 5{,}33x_3^2 + 10{,}3563x_3 - 0{,}063931 = 0. \qquad (3)$$

Puisque

$$f_3(0{,}006) < 0 \quad \text{et} \quad f_3(0{,}007) > 0$$

c'est que

$$0{,}006 < x_3 < 0{,}007 \quad \text{donc} \quad 0{,}896 < x_1 < 0{,}897$$

et
$$-4{,}104 < x < -4{,}103.$$

La racine cherchée est $-4{,}104$ à moins de 0,001 près par défaut.

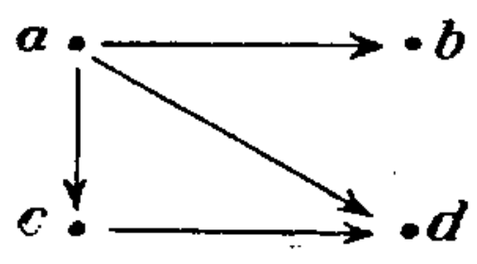
ROSENFELD;
Liége

SUR LE CONCEPT DE STRUCTURE ET LE THEOREME DE CANTOR-BERNSTEIN

La présente note contient le résultat de notre analyse du concept de structure d'une relation, l'extension de ce concept aux classes et son application à la démonstration du théorème de Cantor-Bernstein.

1. Dans son *Introduction à la Philosophie mathématique*, B. Russell met en relief l'importance du concept de structure d'une relation et fait remarquer que ce concept n'a pas encore été défini d'une manière précise.

Considérons une relation R dont le champ se compose des individus a, b, c, d, et dont la compréhension, c'est-à-dire la classe des couples ordinaux inclus dans la relation R, comprend les couples ordinaux ab, ac, ad, cd. En représentant chaque membre du champ par un point et en figurant chaque couple ordinal par une flèche, on obtient le schéma ci-contre, qui fournit une sorte d'image géométrique de ce qu'on entend par structure de la relation R. En observant ce schéma, on remarquera que la notion de structure, qu'il représente, est intimement liée à la compréhension de la relation R, et est d'autre part indépendante des individus particuliers a, b, c, d, qui constituent le champ de R. De plus on reconnaît que :



A. *Deux relations ordinalement semblables ont même structure, et réciproquement.*

2. Cela posé, si l'on veut construire une définition purement formelle, une définition nominale, de la structure, il faudra tenir compte des remarques précédentes, et notamment on devra pouvoir, en partant de cette définition, arriver, par voie déductive, à la propriété fondamentale A, qui s'est dégagée intuitivement de l'image géométrique rappelée plus haut. En nous guidant sur ces considérations, nous sommes arrivés à la définition suivante (1) :

(1) Des difficultés typographiques ne permettent pas de reproduire ici les formules symboliques, plus précises et plus claires.

B. *La structure de la relation R est la classe des classes de couples ordinaux ordinalement semblables, chacun à chacun, aux couples ordinaux inclus dans la relation R.*

On observera une certaine analogie entre la forme de cette définition et celle du nombre cardinal d'une classe α, d'après Frege et Russell ; cette analogie n'est pas fortuite : dans l'un et l'autre cas, il s'agit d'englober dans une même classe, — nombre cardinal ou structure, — des éléments, — classes ou compréhensions, — entre les membres desquels existe une certaine correspondance biunivoque.

Moyennant la définition B, on peut démontrer la proposition A. Pour cela, il est nécessaire d'établir plusieurs lemmes, dont le principal est le suivant :

C. *Quand deux relations sont ordinalement semblables, à tout couple ordinal inclus dans la première correspond un et un seul couple ordinal qui lui est ordinalement semblable et qui est inclus dans la seconde.*

Enfin, il est facile de s'assurer que la structure ainsi définie est tout à fait distincte des notions voisines de nombre cardinal de la compréhension de R, ou de nombre relationnel de R. D'après la proposition A, il revient au même de dire de deux relations qu'elles ont même structure ou qu'elles ont même nombre relationnel.

3. On sait que la théorie des relations et celle des classes sont, dans leurs éléments, corrélatives l'une de l'autre. Ainsi, à la notion de compréhension d'une relation correspond, pour une classe α, la notion exprimée par le symbole $:''\alpha$. Dès lors, il est aisé de paraphraser, pour les classes, toute la théorie précédente.

Outre la proposition :

A'. *Deux classes semblables ont même structure, et réciproquement,*

on établit aisément le théorème;

D'. *Quand une classe α est incluse dans la classe β, la structure de α est incluse dans la structure de β.*

Des théorèmes A' et D', on déduit très simplement :

E'. *Si la classe α est semblable à la classe γ et la classe β semblable à la classe δ, si de plus γ est incluse dans β et δ incluse dans α, alors α est semblable à β.*

Ce dernier énoncé n'est autre que le théorème bien connu de Cantor-Bernstein.

On voit donc que l'introduction du concept général de structure conduit à une démonstration très simple du théorème de Cantor, et augmente considérablement la portée de ce théorème, puisqu'elle permet de l'étendre immédiatement aux relations.

R. H. GERMAY,
Assistant à l'Université de Liége.

SUITES DE FONCTIONS IMPLICITES D'INTEGRALES D'EQUATIONS DIFFERENTIELLES ET D'EQUATIONS AUX DERIVEES PARTIELLES

I. Fonctions implicites.

§ 1. *Théorème. Soient*

$$f_1(x_1, \ldots, x_n, z), \quad f_2, \ldots, f_k, \ldots \tag{1}$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial z}(x_1, \ldots, x_n, z), \frac{\partial f_2}{\partial z}, \ldots, \frac{\partial f_k}{\partial z}, \ldots \tag{2}$$

deux suites uniformément convergentes de fonctions réelles des $(n+1)$ *variables réelles* $x_1 \ldots, x_n, z$, *continues en un point* $x_1^0, \ldots, x_n^0, z^0$ *et dans son domaine, et soient* f_∞, $\frac{\partial f_\infty}{\partial z}$ *leurs limites pour* $k \to \infty$. *Supposons que*

$$f_k(x_1^0, \ldots, x_n^0, z^0) = 0, \quad \frac{\partial f_k}{\partial z}(x_1^0, \ldots, x_n^0, z^0) = 0, (k = 1, 2, \ldots). \tag{3}$$

Considérons les équations

$$z = z^0 + f_k(x_1, \ldots, x_n, z), \quad z = z^0 + f_\infty(x_1, \ldots, x_n, z), (k = 1, 2, \ldots) \tag{4}$$

et soient $Z_k(x_1, \ldots, x_n)$, $Z_\infty(x_1, \ldots, x_n)$ *leurs solutions respectives se réduisant à* z^0 *pour* $x_1 = x_1^0, \ldots, x_n = x_n^0$. *La suite*

$$Z_1(x_1, \ldots, x_n), \quad Z_2, \ldots, Z_k, \ldots \tag{5}$$

est uniformément convergente et a pour limite Z_∞. *Si de plus les* f *admettent les dérivées partielles continues*

$$\frac{\partial f_1}{\partial x_i}, \frac{\partial f_2}{\partial x_i}, \ldots, \frac{\partial f_k}{\partial x_i}, \ldots \tag{6}$$

et $\frac{\partial f_\infty}{\partial x_1}$, *telles que la suite* (6) *soit uniformément convergente, les fonctions* (5) *et la fonction* Z_∞ *admettent par rapport à* x_i *les dérivées partielles*

$$\frac{\partial Z_1}{\partial x_i}, \frac{\partial Z_2}{\partial x_i}, \ldots, \frac{\partial Z_k}{\partial x_i}, \ldots \tag{7}$$

et $\frac{\partial Z_\infty}{\partial x_i}$; *la suite* (7) *est uniformément convergente et a pour limite* $\frac{\partial Z_\infty}{\partial x_i}$.

On a d'abord

$$f_\infty (x_1^0, \ldots, x_n^0, z^0) = 0 \qquad \frac{\partial f_\infty}{\partial z} (x_1^0, \ldots, x_n^0, z^0) = 0 \tag{8}$$

Il est possible de définir un domaine D

$$| x_i - x_i^0 | < x_i, \qquad | z - z^0 | < \gamma \qquad (i = 1, \ldots n) \tag{9}$$

où l'on a quel que soit k

$$\left| \frac{\partial f_k}{\partial z} \right| < \mu < 1, \tag{10}$$

$$\left| \frac{\partial f_\infty}{\partial z} \right| < \mu < 1 \tag{11}$$

et un domaine D'

$$| x_i - x_i^0 | < h \leq x_i \qquad (i = 1, \ldots, n) \tag{12}$$

où l'on a, quel que soit k,

$$| f_k(x_1, \ldots, x_n, z^0) | < (1-\mu)\gamma, \quad | f_\infty (x_1, \ldots, x_n, z^0) | < (1-\mu)\gamma. \tag{13}$$

Nous définissons, dans D', les approximations successives de la fonction Z_k par la formule récurrente

$$z_{k,s+1} = z^0 + f_k (x_1, \ldots, x_n, z_{k,s}) \tag{14}$$

moyennant la valeur initiale $z_{k,0} = z^0$, et celles de la fonction Z_∞, par la formule récurrente

$$z_{\infty,s+1} = z^0 + f_\infty (x_1, \ldots, x_n, z_{\infty,s}) \tag{15}$$

moyennant la valeur initiale $z_{\infty,0} = z^0$.

On montre facilement que

$$| z_{k+p,s} - z_{k,s} | < \epsilon + \mu | z_{k+p,s-1} - z_{k,s-1} | ,$$

$$| z_{k+p,s} - z_{k,s} | < \frac{\epsilon}{1-\mu} \tag{16}$$

pour $k >$ K associé à ϵ et p entier positif quelconque.

De la convergence uniforme des suites

$$z_{1,s}, z_{2,s}, \ldots, z_{k,s}, \ldots z_{k+p,s}, \ldots, (s = 1, 2, \ldots), \tag{17}$$

on déduit immédiatement celle de la suite (5) vers Z_∞.

Les dérivées des $z_{k,s+1}$, $z_{\infty,s+1}$ se définissent de proche en proche par les formules récurrentes

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial z_{k,s+1}}{\partial x_i} &= \frac{\partial f_k}{\partial x_i} (x_1, \ldots, x_n, z_{k,s}) + \frac{\partial z_{k,s}}{\partial x_i} \frac{\partial f_k}{\partial z} (x_1, \ldots, x_n, z_{k,s}) \\ \frac{\partial z_{\infty,s+1}}{\partial x_i} &= \frac{\partial f_\infty}{\partial x_i} (x_1, \ldots, x_n, z_{\infty,s}) + \frac{\partial z_{\infty,s}}{\partial x_i} \frac{\partial f_\infty}{\partial z} (x_1, \ldots, x_n, z_{\infty,s}) \end{aligned}\right\} \tag{18}$$

moyennant les valeurs initiales $\frac{\partial z_{k,0}}{\partial x_i} = \frac{\partial z_{\infty,0}}{\partial x_i} = 0$.

On démontre la convergence uniforme des suites

$$\frac{\partial z_{1,s}}{\partial x_i}, \frac{\partial z_{2,s}}{\partial x_i}, \ldots, \frac{\partial z_{k,s}}{\partial x_i}, \ldots \quad (s = 1, 2, \ldots) \tag{19}$$

vers les $\frac{\partial z_{\infty,s}}{\partial x_i}$ et l'on en déduit celle de la suite (7) vers $\frac{\partial Z_\infty}{\partial x_i}$. Le théorème s'étend sans peine aux dérivées d'ordre supérieur à l'unité.

§ 2. On obtient un théorème analogue pour une suite d'équations de forme non résolue

$$F_1(x_1, \ldots, x_n, z) = 0, \ldots, F_k(x_1, \ldots, x_n, z) = 0, \ldots \tag{20}$$

quand on a

$$F_k(x_1^0 \ldots, x_n^0, z^0), \quad \frac{\partial F_k}{\partial z}(x_1^0, \ldots, x_n^0, z^0) \neq 0 \tag{21}$$

quel que soit k et que les suites

$$F_1, F_2, \ldots, F_k, \ldots; \frac{\partial F_1}{\partial z}, \frac{\partial F_2}{\partial z}, \ldots, \frac{\partial F_k}{\partial z}, \ldots; \frac{\partial F_1}{\partial x_i}, \frac{\partial F_2}{\partial x_i}, \ldots, \tag{22}$$

tendent uniformément vers F_∞, $\frac{\partial F_\infty}{\partial z}$, $\frac{\partial F_\infty}{\partial x_i}$. On suppose toutefois que

$$\lim_{k \to \infty} \frac{\partial F_k}{\partial z}(x_1^0, \ldots, x_n^0, z^0) \neq 0. \tag{23}$$

Il suffit d'observer que l'équation

$$F_k(x_1, \ldots, x_n, z) = 0 \tag{24}$$

est équivalente à l'équation

$$z = z^0 + \left[z - z^0 - \frac{F_k(x_1, \ldots, x_n, z)}{\left(\frac{\partial F_k}{\partial z}\right)_0} \right]. \tag{25}$$

Les résultats précédents s'étendent sans autres difficultés que des complications de calcul aux suites de systèmes d'équations simultanées. Ils sont valables pour les fonctions holomorphes de variables complexes. On peut aussi les étendre à un lemme de Weierstrass et à sa généralisation par V. Leclercq (1).

(1) E. Goursat (*Bull. de la Soc. math. de France*, tome 36, 1908, p. 209). V. Leclercq (*Mém. de la Soc. Roy. des Sc. de Liège*, 3e série, tome XI, 2e partie). R. H. Germay (Comptes Rendus, tome 178, 1924, p. 2046).

II. Équations différentielles.

§ 3. *Théorème. Soit*

$$f_1(x, y), f_2(x, y), \ldots, f_n(x, y), \ldots \tag{1}$$

une suite uniformément convergente de fonctions réelles de deux variables réelles x et y continues dans le domaine

$$x_0 \leqq x \leqq x_0 + a, \quad y_0 - b \leqq y \leqq y_0 + b, \tag{2}$$

a et b désignant des nombres positifs. Soit f_∞ la limite de la suite (1).

Supposons que les f aient des dérivées partielles continues

$$\frac{\partial f_1}{\partial y}(x, y), \frac{\partial f_2}{\partial y}(x, y), \ldots, \frac{\partial f_n}{\partial y}(x, y), \ldots \tag{3}$$

et que la suite (3) *soit uniformément convergente quand x et y satisfont aux relations* (2). *Soient $Y_k(x)$, $Y_\infty(x)$ les intégrales de Cauchy, se réduisant à y_0 pour $x = x_0$, des équations différentielles*

$$\frac{dy}{dx} = f_k(x, y), \quad \frac{dy}{dx} = f_\infty(x, y). \tag{4}$$

Les suites

$$Y_1(x, y), Y_2(x, y), \ldots Y_k(x, y), \ldots; \frac{dY_1}{dx}, \frac{dY_2}{dx}, \ldots \frac{dY_k}{dx}, \ldots \tag{5}$$

convergent uniformément vers Y_∞ et $\frac{dY_\infty}{dx}$. *Les* Y_k *et* Y_∞ *admettent par rapport à y_0 considéré comme paramètre variable les dérivées* $\frac{dY_k}{dy}$ et $\frac{dY_\infty}{dy_0}$; $\frac{dY_k}{dy_0}$ *tend vers* $\frac{dY_\infty}{dy_0}$ *en suite uniformément convergente quand* $k \to \infty$. Le procédé de démonstration est le même qu'au § 1. Le résultat s'étend aux dérivées d'ordre supérieur par rapport à x et à y_0. Il est valable pour les suites de systèmes d'équations diffférentielles simultanées et reste vrai quand les f sont des fonctions holomorphes de variables complexes.

III. Équations aux dérivées partielles.

§ 4. *Théorème. Soit*

$$f_1(x_1, \ldots, x_n, z, p_2, \ldots, p_n), \quad f_2, \ldots, f_\mu, \ldots \tag{1}$$

une suite indéfinie de fonctions holomorphes de x_1, ..., x_n, z, p_1, ..., p_n en un certain point x'^0_1, x'^0_2, ..., x'^0_n, z'^0, p'^0_2, ..., p'^0_n et dans son domaine. Soit

$$\chi_1(x_2, \ldots, x_n), \chi_2, \ldots, \chi_\mu, \ldots \tag{2}$$

une suite indéfinie de fonctions holomorphes de $x'_2, \ldots, x_n$ *en un point* $x'^0_2, \ldots, x'^0_n$ *et dans son domaine, de manière que, quel que soit* μ

$$(\chi_\mu)'_0 = z'^0, \left(\frac{\partial \chi_\mu}{\partial x_2}\right)'_0 = p'^0_2 \ldots, \left(\frac{\partial \chi_\mu}{\partial x_n}\right)'_0 = p'^0_n. \qquad (3)$$

Supposons que les suites (1) *et* (2) *et celles que forment leurs dérivées partielles soient uniformément convergentes aux points* $x'^0_2, \ldots, p'^0_n$ *et* $x'^0_2, \ldots, x'^0_n$ et *dans leurs domaines respectifs. Soient* f_∞ *et* χ_∞ *les limites des suites* (1) *et* (2). *Considérons les équations aux dérivées partielles*

$$p_1 = f_\mu, p_1 = f_\infty, \quad (\mu = 1, 2, \ldots). \qquad (4)$$

Soient Z_μ *et* Z_∞ *leurs intégrales de Cauchy se réduisant pour* $x_1 = x'^0_1$ *respectivement à* $\chi_\mu(x_2, \ldots, x_n)$ *et* $\chi_\infty(x_2, \ldots, x_n)$. Z_μ *et ses dérivées partielles tendent vers* Z_∞ *et ses dérivées partielles correspondantes en suites uniformément convergentes quand* $\mu \to \infty$.

Soient $x_{i,\mu}(x_1, x'^0_1, x^0_2, \ldots, x^0_n, z^0, p^0_2, \ldots, p^0_n)$, z_μ, $p_{i,\mu}$ $(i = 2, \ldots, n)$, les intégrales de Cauchy du système différentiel

$$\frac{dx_i}{dx_1} = -\frac{\partial f_\mu}{\partial p_i}, \frac{dz}{dx_1} = f_\mu - \sum_{k=2}^{k=n} p_k \frac{\partial f_\mu}{\partial p_k}, \frac{dp_i}{dx_1} = \frac{\partial f_\mu}{\partial x_i} + p_i \frac{\partial f_\mu}{\partial z} \; (i = 2, \ldots, n) \qquad (5)$$

se réduisant à $x^0_2 \ldots, p^0_n$ pour $x_1 = x'^0_1$.

L'intégrale Z_μ et ses dérivées partielles $\frac{\partial Z_\mu}{\partial x_2}, \ldots, \frac{\partial Z_\mu}{\partial x_n}$ sont les solutions holomorphes des équations

$$\left.\begin{aligned} &z_\mu(x'^0_1, x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_2, \ldots, p_n) \\ &\quad - \chi_\mu[x_{2,\mu}(x'^0_1, x_1, x_2, \ldots, p_n), \ldots] = 0 \\ &p_{i,\mu}(x'^0_1, x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_2, \ldots, p_n) \\ &\quad - \frac{\partial \chi_\mu}{\partial x_i}[x_{2,\mu}(x'^0_1, x_1, x_2, \ldots, p_n), \ldots] = 0 \\ &\qquad (i = 2, \ldots, n) \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

vérifiées pour les valeurs initiales

$$x_1 = x'^0_1, x_2 = x_2, \ldots, x_n = x_n, z = \chi_\mu, p_2 = \frac{\partial \chi_\mu}{\partial x_2}, \ldots, p_n = \frac{\partial \chi_\mu}{\partial x_n} \; (^1)$$

Pour l'équation $p_1 = f_\infty$, on a des formules tout à fait analogues obtenues en remplaçant dans celles qui précèdent l'indice μ par l'indice ∞. On a le résultat annoncé en appliquant les conclusions des deux premières parties de cette note. Ces considérations s'étendent aux systèmes d'équations aux dérivées partielles du premier ordre de forme résolue, ainsi qu'aux systèmes plus généraux étudiés par Me de Kowalewsky. Elles restent valables pour les équations ou systèmes d'équations susceptibles de se ramener à l'une des formes dont il vient d'être question.

---

(1) R. H. GERMAY : Comptes Rendus, tome 178, p. 2225.

Georges J. REMOUNDOS
Athènes.

SUR LES POINTS CANONIQUES D'UNE SUITE DE FONCTIONS

1. Soit : $f_1(z)$, $f_2(z)$, $f_3(z)$, ..., $f_n(z)$, ... (1)
une suite de fonctions analytiques et envisageons un point Z_0 du plan z qui soit ou bien régulier ou bien singulier *isolé* de chaque fonction $f_n(z)$.

Nous allons introduire une notion nouvelle qui joue un rôle intéressant et indispensable dans plusieurs questions :

S'il existe un cercle C_{z_0} de centre z_0 et de rayon ρ_{z_0} fixe [indépendant du rang n] et différent de zéro, à l'intérieur duquel aucune des fonctions $f_n(z)$ n'admette de point singulier différent du centre z_0, alors le point z_0 sera appelé canonique pour la suite (1) *et cette suite sera appelée canonique dans le voisinage du point z_0.*

La même notion peut s'étendre visiblement à une famille quelconque de fonctions.

Il est clair qu'un point régulier pour chaque terme de la suite n'est pas toujours canonique pour la suite et que tout point non canonique est un point limite de l'ensemble (E) des points singuliers de toutes les fonctions $f_n(z)$. Nous pouvons même dire que l'ensemble (E) coïncide avec l'ensemble des points non canoniques de la suite.

Nous dirons que *la suite* (1) *est canonique dans un domaine fini* D *lorsque tous les points de* D *sont canoniques pour la suite.* Dans ce cas, il est clair qu'à l'intérieur du domaine D il n'y aura qu'un nombre fini d'éléments de l'ensemble (E).

Si les fonctions $f_n(z)$ sont holomorphes dans D, alors, la suite (1) est canonique dans tout domaine D, intérieur à D et cela à cause de l'absence de points singuliers des $f_n(z)$ dans le domaine D.

2. Un cas particulier intéressant est celui où les fonctions $f_n(z)$ sont algébroïdes finies dans D ; dans ce cas, l'ensemble (E) peut, à cause des points critiques, avoir une infinité d'éléments dans D et, par conséquent, des points-limites à l'intérieur de D.

A la notion des points canoniques d'une suite infinie de fonctions je suis amené à l'occasion de recherches que j'ai faites dans une voie nouvelle ouverte par M. É. Picard par un article important publié en 1912 : sur les couples de fonctions méromorphes correspondants aux points d'une courbe algébrique de genre supérieur à l'unité [Rend.

del Circolo Mathematico di Palermo, 1912, tômo XXXIII, 1° sem. pages 1-5 dans lequel l'éminent géomètre a étudié des propriétés des couples de fonctions méromorphes $x\ (z)$ et $y\ (z)$ correspondant à une courbe algébrique de genre supérieur à l'unité.

En 1920, M. Picard m'a donné le conseil d'entreprendre des recherches dans son ordre d'idées pour étendre sa théorie aux fonctions algébroïdes et, en effet, en 1921 [Comptes rendus, t. CLXXII, p. 645, 14 mars 1921 j'ai communiqué à l'Académie des Sciences de Paris les premiers résultats de mes recherches. Ayant récemment repris cette étude pour obtenir de nouveaux résultats dans le sens ci-dessus indiqué je me suis aperçu que la notion des points canoniques d'une suite de fonctions est indispensable du moment où nous voulons quitter les fonctions holomorphes ou méromorphes pour considérer des fonctions multiformes.

L'importance de la nouvelle notion des points canoniques et des suites canoniques devient visible dans plusieurs théorèmes parmi lesquels je tiens à signaler ici un, le suivant :

Théorème. Soit : $f_1\ (z),\ f_2\ (z),\ \ldots,\ f_n\ (z),\ \ldots,$ (2)
une suite de fonctions algébroïdes dans un domaine fini D et canonique dans D.

S'il existe une courbe algébrique : $0\ (x,y) = 0$
de genre supérieur à l'unité qui fasse correspondre à la suite $x_n = f_n\ (2)$
une nouvelle suite : $y_n = \varphi_n\ (z)$ *aussi canonique dans le même domaine* D, *alors, les fonctions* $x_n = f_n\ (z)$ *forment une famille normale, et il en est de même des fonctions* $y_n = \varphi_n\ (z)$.

Il ne suffit pas que la suite donnée x_n soit canonique dans D pour que les $x_n = f_n\ (z)$ forment une famille normale : il faut encore que la suite x_n puisse donner naissance, moyennant une courbe de genre supérieur à l'unité, à une nouvelle suite y_n aussi canonique dans le domaine D.

Au contraire, si la famille des x_n est normale dans D, la suite des x_n sera nécessairement canonique ; en effet : s'il y avait un point $z = a$ non canonique, il serait impossible d'extraire de la suite des x_n une nouvelle suite qui converge uniformément vers une fonction $\xi = f\ (z)$ aussi algébroïde dans le voisinage de $z = a$, puisque le point $z = a$ est un point-limite de points singuliers de l'ensemble des fonctions $x_n = f_n\ (z)$.

En ce qui concerne la notion de famille normale, je dois signaler qu'elle est déjà devenue classique pour les fonctions holomorphes dans un domaine, grâce aux travaux du fondateur M. Montel, dont je me borne à indiquer ici les suivants : 1° *Sur les suites infinies de fonctions* (Annales de l'École normale, 3e série, t. XXIV, 1907) ; 2° *Sur les familles de fonctions analytiques qui admettent des valeurs exceptionnelles dans un domaine.* (Annales de l'École normale, t. XIX, 3e série, 1912.)

3° *Sur les familles quasi normales de fonctions holomorphes* [Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique (Classe des sciences), collection in-8°, 2e série, t. VI, Bruxelles.

Dans mon Mémoire : *Sur les familles de fonctions multiformes admettant des valeurs exceptionnelles dans un domaine* publié en 1914 dans les Acta Mathematica (t. XXXVII, pages 241-300) ainsi que dans un autre mémoire : *Sur les familles et les séries de fonctions multiformes dans un domaine* que j'ai publié dans les Annali di Matematica pura ed applicata, tomo XXIII della serie III, pages 1-24, j'ai, pour la première fois, donné la définition de la convergence simple ou uniforme dans un domaine D d'une suite de fonctions algébroïdes à un même nombre de branches dans D, ainsi que l'extension de la notion des familles normales aux fonctions algébroïdes.

Je prie le lecteur de se reporter à la bibliographie ci-dessus indiquée, nécessaire pour se rendre compte de l'intérêt de ma communication actuelle, que j'ai l'honneur de faire au Congrès annuel (Congrès de Liége, 1924) de l'Association française pour l'avancement des sciences en exprimant mes regrets de ne pouvoir pas venir à Liège la présenter, moi-même, et assister au Congrès de l'Association à laquelle j'exprime mes vœux chaleureux de progrès et de prospérité.

L. FOUARGE

Chargé de Cours à l'Université de Liége.

SUR LE RESULTANT DE BEZOUT

Soient
$$\left.\begin{aligned} f(x) &\equiv a_0 x^m + a_1 x^{m-1} + \ldots + a_m \\ \varphi(x) &\equiv b_0 x^n + b_1 x^{n-1} + \ldots + b_n \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

deux polynômes de degrés respectifs m et n, $m \geq n$. Pour éviter une discussion inutile ici, nous supposerons que a_0 et b_0 ne peuvent s'annuler simultanément. Bezout a construit, par une méthode très élégante, la condition nécessaire et suffisante pour que les équations obtenues en égalant à zéro les polynômes $f(x)$ et $\varphi(x)$, aient au moins une racine commune.

Dans le procédé de Bezout, on considère les équations

$$\theta_i(x) \equiv f_i(x)\,\varphi(x) - \varphi_i(x)\,f(x) = 0,\ i = 0, 1, 2, \ldots n-1. \quad (2)$$

moyennant les égalités

$$f_i(x) \equiv a_0 x^{m-n+i} + a_1 x^{m-n+i-1} + \ldots + a_{m-n+i},$$

$$\varphi_i(x) \equiv b_0 x^i + b_1 x^{i-1} + \ldots + b_i.$$

à celles-ci on adjoint, pour $k = m-n-1,\ m-n-2, \ldots, 0$ les équations

$$\psi_k(x) \equiv x^k \varphi(x) = 0. \quad (3)$$

Si nous écrivons sous forme plus explicite,

$$\theta_i(x) \equiv c_{i1} x^{m-1} + c_{i2} x^{m-2} + \ldots + c_{im},$$

$$\psi_k(x) \equiv b_0 x^{n+k} + b_1 x^{n+k-1} + \ldots + b_n x^k,$$

le résultant de Bezout est, comme on le sait, le déterminant

$$R \equiv \begin{vmatrix} c_{11}\, c_{12} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ c_{1m} \\ c_{21}\, c_{22} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ c_{2m} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ \ldots\ldots\ \ldots\ldots \\ c_{n1}\, c_{n2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ c_{nm} \\ b_0\, b_1 \ldots\ldots\ldots\ b_n \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ b_{n-1}\, b_n \end{vmatrix}$$

et *les polynômes* $f(x)$ *et* $\varphi(x)$, *ont un facteur commun (dépendant de* x*) sous la condition nécessaire et suffisante*

$$R = 0. \quad (4)$$

Cette proposition se vérifie très aisément. On peut encore s'assurer, sans difficulté, que si tous les mineurs de R, d'ordre $m-\mu+1$ sont nuls (et par conséquent, si R lui-même et tous ses mineurs d'ordres supérieurs à $m-\mu$ sont nuls), les équations $f(x) = 0$ et $\varphi(x) = 0$ ont μ racines communes.

Mais, on démontre moins facilement le théorème direct, à savoir : *si les équations* $f(x) = 0$ *et* $\varphi(x) = 0$, *ont* p *racines communes le déterminant* R *et tous ses mineurs d'ordres supérieurs à* $m-\mu$ *sont nuls*. On peut voir, en particulier à ce sujet, deux notes de Darboux dans les Bulletins de la Société mathématique de France (t. X et XI). Cette proposition bien connue d'ailleurs, rentre dans la suivante : *si m polynômes de degrés* $m-1$ *au plus*

$$P_i(x) = c_{i1} x^{m-1} + c_{i2} x^{m-2} + \ldots + c_{im}, \qquad i = 1, 2, \ldots m,$$

ont un facteur commun de degré μ, *le déterminant*

$$c \equiv (\pm c_{11} c_{22} \ldots c_{mm})$$

et les mineurs de C *d'ordres supérieurs à* $m-\mu+1$ *sont identiquement nuls.*

Il est évident que pour obtenir une démonstration simple, on ne peut faire appel aux propriétés des systèmes d'équations linéaires et homogènes.

Posons

$$\Lambda \equiv \lambda_0 x^\mu + \lambda_1 x^{\mu-1} + \lambda_\mu,]$$

le polynôme du second membre étant le facteur commun aux $P_i(x)$.

On a

$$P_i(x) = \Lambda(\gamma_{i1} x^{m-\mu-1} + \gamma_{i2} x^{m-\mu-2} + \ldots + \gamma_{im-\mu}),$$
$$i = 1, 2, \ldots m.$$

Si l'on effectue, lignes par lignes, le produit des déterminants

$$\left|\begin{array}{l}
\left.\begin{array}{llll}
\lambda_0 & 0 & 0 \ldots\ldots\ldots & 0 \\
\lambda_1 & \lambda_0 & 0 \ldots\ldots\ldots & 0 \\
\ldots\ldots\ldots\ldots & & \ldots\ldots\ldots & \\
\lambda_{\mu-1} & \lambda_{\mu-2} \ldots & \lambda_0 \ldots\ldots & 0 \\
\lambda_\mu & \lambda_{\mu-1} \ldots \lambda_1 & \lambda_0 \ldots\ldots & 0 \\
0 & \lambda_\mu \ldots\ldots\ldots\ldots & \lambda_0 \ldots & 0 \\
\vdots & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & & \\
0 \ldots\ldots\ldots & 0 & \lambda_\mu \ldots\ldots & \lambda_0
\end{array}\right\} m-\mu \text{ lignes} \\
\qquad\qquad \overbrace{\qquad\qquad}^{\mu \text{ colonnes}}
\end{array}\right|$$

et

$$\left|\begin{array}{llll}
\gamma_{11} & \gamma_{12} \ldots & \gamma_{1m-\mu} & 0\ 0 \ldots\ 0 \\
\gamma_{21} & \gamma_{22} \ldots & \gamma_{2m-\mu} & 0\ 0 \ldots\ 0 \\
\ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots \\
\gamma_{m1} & \gamma_{m2} \ldots & \gamma_{m,m-\mu} & 0\ 0 \ldots\ 0
\end{array}\right|$$

on reproduit C dans tous ses éléments et il est visible que le théorème est démontré.

A. PELLET

SUR LA RACINE DU PLUS PETIT MODULE DES EQUATIONS

Soit l'équation :

$$f(x) = a_0 + a_1 x^{n_1} + \ldots + a_i x^{n_i} + \ldots + a_m x^{n_m} = 0,$$

les nombres positifs n_1, n_2, ... n_i... n_m allant en croissant, et les quantités a étant toutes différentes de o. Posons $\frac{f(x)}{a_0} = 1 + \varphi(x)$; on a :

$l(1+\varphi(x) = \varphi(x) - \frac{1}{2}\varphi^2(x) + \ldots$; ordonnons suivant les puissances croissantes de x, la série obtenue est convergente pour $|x| < |x_0|$, x^0 étant la racine ou l'une des racines de plus petit module de $f(x) = 0$; le premier terme de ce développement est $\frac{a_1 x^{-1}}{a_0}$. D'autre part ce développement est identique à :

$$-s_1 x - s_2 \frac{x^2}{2} \ldots - s_n \frac{x^n}{n}.$$

s_n étant la somme des puissances n$^{\text{ièmes}}$ des inverses des racines de $f(x) = 0$. Donc s_1, s_2, ..., s_{n_1-1} sont nulles et l'on a :

$$\frac{a_1}{a_0} = -\frac{s_{n_1}}{n_1},$$

et le nombre des racines étant n_m :

$$\frac{n_m}{n_1}\left|\frac{1}{x_0}\right|^{n_1} \geqq \left|\frac{a_1}{a_0}\right| \quad \text{ou} \quad \frac{n_m}{n_1}\left|\frac{a_0}{a_1}\right| \geqq |x_0|^{n_1}.$$

Si n_m est inférieur ou au plus égal à $m n_1$

$$m\left|\frac{a_0}{a_1}\right| \geqq |x_0{}^{n_1}|.$$

Si n_m est supérieur à mn_1, appliquons le théorème de Lucas et nous avons l'équation :

$$n_m a_0 + (n_m - n_1) a_1 x^{n_1} + \ldots + (n_m - n_{m-1}) a_{m-1} x^{n_m - 1} = 0,$$

dont la racine de plus petit module x'_0 a un module au moins égal à celui de x_0, $|x'_0| \geqq |x_0|$. Opérant comme tantôt, on a :

$$\frac{n_{m-1}}{n_1} \cdot \frac{n_m}{n_m - n_1}\left|\frac{a_0}{a_1}\right| \geqq |x'_0|^{n_1} \geqq |x_0|^{n_1};$$

mais $\frac{n_m}{n_m - n_1}$ est au plus égal à $\frac{m}{m-1}$; si donc n_{m-1} est inférieur ou égal à $(m-1)\,n_1$, on a encore :

$$m\left|\frac{a_0}{a_1}\right| \geqq |x_0|^{n_1}.$$

Soit n_j le premier nombre de la suite n_m, n_{m-1}, ... n_j égal ou inférieur au produit de n_1 par son indice, jn_1; appliquons $m - j$ fois le théorème de Lucas, il vient :

$$n_m \ldots n_{j+1} a_0 + (n_m - n_1) \ldots (n_{j+1} - n_1) a_1 x^{n_1} + \ldots + (n_m - n_j) \ldots (n_{j+1} - n_j) a_j x^{nj} = 0;$$

et

$$\frac{n_j}{n_1} \frac{n_m \ldots n_{j+1}}{(n_m - n_1) \ldots (n_{j+1} - n_1)}\left|\frac{a_0}{a_1}\right| \geqq |x_0|^{n_1}.$$

Mais le coefficient de $\left|\frac{a_0}{a_1}\right|$ dans le premier membre de cette inégalité est inférieur ou au plus égal à !

$$j\,\frac{m\ldots(j+1)}{1,2\ldots j}=m;$$

donc toujours on a : $m\left|\frac{a_0}{a_1}\right| \geqq |x_0|^{n_1}$.

Dans le développement de $l(1+\varphi(x))$ le terme en x^{n_1} ne se réduit avec aucun autre et a pour coefficient $\frac{a_2}{a_0}$ si a_2 n'est pas un multiple de n_1; donc dans ce cas on a : $m\left|\frac{a_0}{a_2}\right| \geqq |x|^{n_2}$. Il en est de même de tout terme de $\varphi(x)$ qui ne se réduit pas avec des termes provenant du développement des puissances de $\varphi(x)$. Par exemple si n^1, n_2, ..., n_{m-1} sont impairs et inférieurs à $3n_1$, on a pour tout indice i : $u\left|\frac{c_0}{a_i}\right| \geqq |x_0|^{n_i}$; d'ailleurs pour $i=m$, $\left|\frac{a_0}{a_m}\right| \geqq |x_0|^{n_m}$.

2. Lorsque $f(x)$ n'a que trois termes, formons l'équation :

$$a_0+a_1x_0^{n_1-1}+a_2x_0^{n_2-2}y^2=0;$$

le produit des racines de cette équation en y est $\frac{a_0}{a_2x_0^{n_2-2}}$, dont le module est supérieur à x_0^2; donc x_0 est la racine de plus petit module de cette équation. Pour l'équation quatrinôme, on ne peut affirmer que x_0 est toujours la racine de plus petit module de :

$$a_0+a_1x_0^{n_1-1}y+a_2x_0^{n_2-2}y^2+a_3x_0^{n_3-3}y^3=0;$$

mais on a toujours $3\left|\frac{a_0}{a_1}\right| \geqq |x_0|^{n_1}$ et si n_2 n'est pas un multiple de n_1, $3\left|\frac{a_0}{a_2}\right| \geqq |x_0|^{n_2}$, comme si x_0 était la racine de plus petit module de cette équation en y. On peut remarquer que x_0 est la racine de plus petit module de l'équation du second degré :

$$a_0+(a_1x_0^{n_1-1}+a_2x_0^{n_2-1})y+a_3x_0^{n_3-2}y^2=0;$$

et par suite :

$$2 \geqq \left|\frac{a_1x_0^{n_1}+a_2x_0^{n_2}}{a_0}\right|;$$

comme $\left|\frac{a_1}{a_0}x_0^{n_1}\right| \leqq 3$, on a toujours au moins : $5 > \left|\frac{a_2}{a_0}x_0^{n_2}\right|$.

3. En général supposons que pour l'équation :

$$a_0+a_1x^{n_1}+\ldots+a_mx^{n_m}=0,$$

x_0 étant la racine de plus petit module, on ait quel que soit i :

$$\frac{m.(m-1)\dots(m-i+1)}{1.2\dots i}\left|\frac{a_0}{a_1}\right| \geqq |x_0|^{n_i};$$

ajoutons le terme $a_{m+1}x^{m+1}$ et appliquons le théorème de Lucas ; il vient :

$$n_{m+1}a_0 \dots + (n_{m+1}-n_i)a_i x^{n_i} + \dots + (n_{m+1}-n_m)a_m x^m = 0,$$

équation dont nous désignerons par x'_0 la racine de plus petit module. On a :

$$\frac{m(m-1)\dots(m-i+1)}{1.2\dots i}\frac{n_{m+1}}{n_{m+1}-n_i}\left|\frac{a_0}{a_i}\right| \geqq |x'_0|^{n_i}.$$

Si l'inégalité :

$$\frac{n_{m+1}}{m+1} \geqq \frac{n_i}{i}$$

est satisfaite, on aura :

$$\frac{(m+1)m\dots(m-i+2)}{1.2\dots i}\left|\frac{a_0}{a_i}\right| \geqq |x'_0|^{n_i},$$

et on pourra considérer x'_0 comme étant la racine de *p. p. m.* de l'équation en y :

$$a_0 + a_1 x'_0{}^{n_1-1}y + \dots + a_i x'_0{}^{n_i-i}y^i + \dots + a_{m+1}x'_0{}^{n_{m+1}-(m+1)_{m+1}}y = 0.$$

On déduit facilement de là les propositions de M. Montel sur la racine de *p. p. m.* des équations (Annales de l'École normale, 1923) comme cas particuliers.

Léon POMEY

Docteur ès-Sciences. Ingénieur des Manufactures de l'Etat.

ANALYSE MATHEMATIQUE. — SUR LES EQUATIONS INTEGRALES ET INTEGRO-DIFFERENTIELLES NON LINEAIRES

1. *Equation du type Volterra.* — Considérons l'équation intégrale suivante (qui comprend l'équation de Riccati comme cas particulier)

$$\varphi(x) = f(x) + \int_a^x K(x,t)\,\varphi^2(t)\,dt, \tag{1}$$

où les coefficients $f(x)$ et $K(x, t)$ sont des fonctions holomorphes de la variable complexe x et de la variable d'intégration t, quand x et t ne sortent pas d'un domaine D_x borné, simplement connexe et complet, et où $\varphi(x)$ désigne une fonction inconnue.

Il est évident qu'une solution *formelle* $\varphi(x)$ de (1) est représentée par la série $\sum_{n=0}^{\infty} u_n(x)$, dont le premier terme $u_0(x)$ est $f(x)$ et dont chaque autre terme s'exprime en fonction du pércédent par la formule de récurrence

$$u_n(x) = \int_a^x K(x, t)\, W_{n-1}(t)\, dt$$

avec

$$W_{n-1}(t) = u_0(t)\, u_{n-1}(t) + u_1(t)\, u_{n-2}(t) + \ldots + u_{n-1}(t).u_0(t).$$

Nous dirons que $\Sigma u_n(x)$ constitue *un développement synthélique à termes récurrents de* $\varphi(x)$.

2. *Etude de la convergence.* 1re *méthode.* — Soient F et M des bornes supérieures de $|f(x)|$ et $|K(x,t)|$ dans D_x ; on a

$$|u_0(x)| \leq F, \qquad |W_0(x)| \leq F^2$$

$$|u_1(x)| \leq MF^2\,|x-a|, \qquad |W_1(x)| \leq 2MF^3\,|x-a|$$

et d'une manière générale

$$|u_n(x)| \leq M^n F^{n+1}\,|x-a|^n.$$

La série $\Sigma u_n(x)$ est donc absolument et uniformément convergente si le point x, situé dans D_x, satisfait à l'inégalité

$$|x-a| < \frac{1}{MF}. \tag{2}$$

Seconde méthode. — On peut trouver ce résultat par la *méthode des limites* en introduisant devant l'intégrale de l'équation (1) un paramètre λ. Appelons $\varphi(x, \lambda)$ la nouvelle fonction inconnue. Si l'on remplace alors $f(x)$ et $K(x, t)$ par F et M, l'équation (1) devient

$$\Phi(x) = F + \lambda \int_a^x M\Phi^2(t)\, dt,$$

qui n'est autre qu'une équation différentielle ; sa solution $\Phi(x)$, égale à $\lambda \times F$ pour $x = a$, a pour expression

$$\Phi(x) = \frac{F}{1 - \lambda MF(x-a)}$$

et est développable en série entière par rapport à λ si λ^2 MF $|x-a|$ est < 1. Or $\Phi(x)$ est évidemment une fonction majorante pour $\varphi(x, \lambda)$, qui est donc convergente dans les mêmes conditions. En faisant $\lambda = 1$, $\varphi(x, \lambda)$ se réduit à $\varphi(x)$ et la condition de convergence devient bien l'inégalité (2).

D'où ce théorème :

Théorème I. — L'équation intégrale (1) *du type Vollerra, dont le noyau* $K(x, t)$ *a pour borne supérieure de son module, dans le domaine* D_x, *la constante* M, *admet une solution holomorphe* $\varphi(x)$ *représentable par le développement synthétique* $\sum_0^\infty u_n(x)$ *quand* x *est dans la partie commune à* D_x *et à un cercle de centre a et de rayon* $\frac{1}{MF}$.

3. On pourra avoir parfois un champ de convergence plus avantageux, comme le montre le théorème suivant :

Théorème 2. — *Si l'on suppose* $|f(x)|$ *au plus égal à* $h|x-a|$ *dans* D_x (h étant un econstante) (1), *le développement synthélique* $\Sigma u_n(x)$ *représente la solution holomorphe* $\varphi(x)$ *dans toute la partie commune à* D_x *et au cercle ayant a pour centre et* $\sqrt{\frac{2}{Mh}}$ *pour rayon.*

Démonstration. — On aura cette fois visiblement les inégalités suivantes

$$|u_0(x)| < h|x-a|, \qquad W_0(x)| < h^2|x-a|^2$$

$$|u_1(x)| < Mh^2\frac{|x-|^3}{3}, \qquad W_1(x)| < \frac{2}{3}Mh^3|x-a|^4$$

et d'une manière générale

$$|u_n(x)| < \alpha_n M^n h^{n+1}|x-a|^{2n+1}$$

en appelant α_n un nombre auxiliaire, dont les valeurs sont

$$\alpha_0 = 1,\ \alpha_1 = \frac{\alpha_0^2}{3}, \qquad \alpha_2 = \frac{3\alpha_0\alpha_1}{5}, \ \ldots,$$

$$\alpha_{2p} = \frac{2}{4p+1}(\alpha_0\alpha_{2p-1} + \alpha_1\alpha_{2p-2} + \ldots + \alpha_{p-1}\alpha_p),$$

$$\alpha_{2p+1} = \frac{1}{4p+3}[2(\alpha_0\alpha_{2p} + \alpha_1\alpha_{2p-1} + \ldots + \alpha_{p-1}\alpha_{p+1}) + \alpha_p^2].$$

Or on reconnaît aisément que α_n est inférieur à $\frac{1}{2^n}$. De là découle immédiatement la condition de convergence annoncée.

4. *Théorème* 4. — *Les conclusions des théorèmes* 1 *et* 2 *subsistent dans le domaine réel* (sauf la propriété de $\varphi(x)$ d'être holomorphe), *pourvu que les coefficients* $K(x, t)$ *et* $f(x)$, (*sans être des fonctions analytiques*) *admettent en module les limites supérieures indiquées sur un segment* D_x *de l'axe réel comprenant le point a.*

---

(1) Ce qui sera réalisé notamment si f(x) satisfait à la condition de Lipschitz et si en même temps f (a) est nul.

5. *Equations du type Fredholm* déduite de l'équation (1) en prenant un nombre fixe b pour limite supérieure de l'intégrale au lieu de la limite variable x. La méthode des limites conduit au théorème suivant :

Théorème 5. — *Une telle équation intégrale non linéaire du type Fredholm a une solution qui peut être représentée de même par un développement synthétique à termes récurrents (mais en prenant partout b comme limite supérieure des intégrales), cette série étant absolument et uniformément convergente si* $|b - a|$ est $< \frac{1}{4MF}$.

6. *Généralisations.* — Des considérations du même genre s'étendent d'une manière générale aux *équations intégrales et intégrodifférentielles non linéaires à une ou plusieurs variables* x, y, ..., formées avec des intégrales multiples portent sur un polynôme entier par rapport à l'inconnue $\varphi(x, y, \ldots)$ et à ses dérivées partielles. Nous devons nous borner ici faute de place, à cette brève indication.

2e Section

ASTRONOMIE ET GÉODÉSIE, MÉCANIQUE

Présidents d'honneur..MM. STROOBANT, Professeur à l'Université, Directeur-adjoint de l'Observatoire Royal de Belgique. Uccle.

— Le Colonel SÉLIGMANN, Directeur général de l'Institut cartographique militaire, Président du Comité national de Géodésie et Géophysique de Belgique, Bruxelles.

— C. de la VALLÉE-POUSSIN, Professeur à l'Université de Louvain, Président du Comité national de Mathématiques.

Président. . . . . Le Colonel Georges PERRIER, Paris.

Vice-Président. . . . . Marcel DEHALU, Administrateur-Inspecteur de l'Université, Liége.

Secrétaire. . . . . Armand LETROYE, Docteur ès Sciences, Bruxelles.

Emile BELOT

Ingénieur en Chef des Manufactures de l'Etat,

Vice-Président de la Société astronomique de France.

LES PRINCIPES DE LA COSMOGONIE DUALISTE ET DE L'ISOSTASIE APPLIQUES AUX PROBLEMES GEOLOGIQUES ET A LA CRITIQUE DES HYPOTHESES GRATUITES INTRODUITES EN GEOLOGIE

LES PRINCIPES DE LA COSMOGONIE DUALISTE APPLICABLES A L'ÉTUDE DE LA TERRE.

Ces principes sont au nombre de deux seulement :

1° La Terre primitive, comme toutes les planètes, a eu son mouvement de translation dans la nébuleuse originelle dirigé dans le sens nord de son axe de rotation.

2° La loi des distances des planètes et satellites montre que la Terre a eu à l'origine 4 zones ou anneaux de matière satellitaire entre elle et la Lune aux distances 1,35-3,247-8,744-24,67.

Ces anneaux n'existant plus ont dû tomber dans la région équatoriale de la Terre au cours des ères géologiques.

D'éminents géologues, MM. P. Termier et P. Lemoine, ayant sans doute le souvenir de la faillite des hypothèses gratuites et invérifiables introduites trop souvent en Géologie [réseau pentagonal, tétraèdres variés, contraction, variation de l'émission radioactive (Joly), dérive des continents (Wegener)] sont assez disposés à voir dans les principes de la Cosmogonie dualiste des hypothèses de pure imagination comme les précédentes. Il n'en est rien : et c'est seulement après une abondante vérification dans tout le système planétaire, de 1905 à 1918, que j'ai songé à appliquer ces principes à l'étude de la Terre (1) qui, en tant que planète, est nécessairement soumise à toutes les lois qui régissent les autres.

Vérification du premier principe. — Ce principe qui résulte déjà de la théorie cosmogonique générale par laquelle j'ai réussi à expliquer toutes les particularités du système solaire et même à prévoir certains faits découverts ultérieurement (2) se vérifie directement en dressant sur un plan perpendiculaire à l'écliptique la carte du système planétaire (3). On y voit que les planètes Mars, Jupiter et Saturne ont abandonné sur leur sillage des petites planètes exactement comme une fusée laisse sur sa trajectoire des particules enflammées : et ce sillage marque bien la direction des axes planétaires. Je crois devoir mettre à l'actif de cette vérification la découverte des lois de l'architecture profonde de la croûte terrestre comme résultant du *déluge austral primitif* qui a amené la chute sur l'Antarctide de l'eau océanique tombant pour la première fois de l'atmosphère sur le noyau anhydre primitif précisément comme conséquence de sa translation dans la direction sud-nord de son axe à travers la nébuleuse.

Ces lois ne sauraient être en contradiction avec aucune des acquisitions certaines de la Géologie : car elles datent d'une ère paléothermale géophysique et irréversible où la température a varié à la surface de 2000° à 100° et que la Géologie ne peut atteindre par aucune de ses méthodes ; et d'autre part, elles se vérifient seulement au niveau moyen — 2000 mètres, en sorte que les transgressions et régressions marines étudiées par la Géologie ont un domaine réservé jusqu'à 2000 mètres de profondeur moyenne au-dessous du niveau de la mer.

Au Congrès du Havre (1914) (Voir les Comptes-rendus du Congrès) j'ai développé toutes ces conséquences du premier principe de la

---

(1) *Origine des Formes de la Terre et des Planètes* (Gauthier-Villars, 1918).

(2) *Origine dualiste des Mondes* (Payot, 1924) et *Revue générale des Sciences,* 15-30 août 1924, p. 463.

(3) *Comptes Rendus*, 28 décembre 1908 et 28 novembre 1921.

Cosmogonie dualiste. — Dans sa brillante conférence à l'Institut océanographique sur la *dérive des continents* (1), M. P. Termier a d'ailleurs bien reconnu que l'application de ce premier principe expliquait la coalescence des masses continentales et leur différentiation de densité d'avec les fonds marins (isostasie) que Wegener prend comme données sans en soupçonner les causes parce qu'il commet l'erreur colossale de ne pas faire intervenir l'eau dans la sculpture de la croûte.

Vérification du second principe. — (Chute de 4 anneaux satellitaires sur la région équatoriale de la Terre). — La loi des distances des satellites ($X_n = a + C^n$) qui se vérifie pour toutes les planètes et pour 25 satellites montre nettement que pour Vénus, la Terre et Mars, nombre de satellites donnés par le calcul ont dû tomber sur leurs planètes sous forme d'anneau de poussière satellitaire ; le tableau suivant en donne la liste ainsi que les plissements orogéniques auxquels ils ont, d'après nous, donné lieu sur la Terre.

VÉNUS	TERRE Plissements	MARS	JUPITER
$X_n = 0{,}32 + 2{,}82^n$	$0{,}35 + 2{,}8972^n$	$0{,}165 + 2{,}605^n$	$X_n = 0{,}814 + 1{,}716^n$
X_0 1,32*	1,35* (Huroniens)	1,165*	X_{-3} 1,011*
X_1 3,14*	3,247* (Calédoniens)	2,77 (Phobos)	X_{-2} 1,153*
X_2 7,92*	8,744* (Hercyniens)	6,95 (Deimos)	X_{-1} 1,396*
X_3 21,27*	24,67* (Alpins)	17,84	X_0 1,814*
X_4 58,08 o	70,81 (1) (Lune)	46,21	X_1 2,53 V subsiste

Observations

* Satellites qui sont tombés sur leur planète.
o Satellite dont la distance dépasse la limite d'après l'intégrale de Jacobi où la planète peut retenir son satellite.
(1) La Lune qui s'est arrêtée à la distauce 60,27 à 18° au-dessous de l'écliptique aurait atteint ce plan à la distance 70,81.

La densité très grande de l'atmosphère primitive de Vénus et de la Terre explique très bien qu'elle ait pu atteindre jusqu'aux satellites X_3 de ces planètes tandis que l'atmosphère très rare de Mars n'a pu faire tomber à sa surface que le satellite X_0 et Mars conserve ses deux autres satellites Phobos et Deimos. Une autre vérification est donnée par Jupiter qui a reçu à sa surface fluide 4 anneaux dont on voit encore les limites sous forme de bandes parallèles à l'Équateur jusqu'à 50° de latitude.

Ainsi le second principe bien vérifié dans le système planétaire peut expliquer quatre séries de plissements orogéniques principaux, huro-

(1) *Revue scientifique*, 10 mai 1924.

niens, calédoniens, hercyniens, alpins, ainsi que l'intermittence des forces orogéniques au cours des âges, ce dont la Géologie n'a jamais pu rendre compte.

Mais il faut parer à deux objections de MM. Lemoine et Joleaud. On constate des plissements préhuroniens et entre les hercyniens et les alp-himalayens des plissements andins.

Les plissements préhuroniens peuvent s'expliquer très aisément par l'embâcle formidable de matériaux d'érosion poussés du sud vers le nord par les courants du déluge austral primitif jusque dans une zone en moyenne comprise entre 50° et 70° de latitude. Cette embâcle se superposait d'ailleurs à une embâcle semblable de scories du noyau anhydre produite par les courants sud-nord de l'atmosphère primitive. Ces mouvements expliquent aussi les plissements de tous les gneiss primitifs.

Pour ce qui est des plissements andins, l'isostasie appliquée au déversement des eaux Pacifiques dans les autres océans suffit à en rendre compte, comme on le verra plus loin, par un mécanisme qui a pu se renouveler au cours des âges, et qui est indépendant de la précipitation satellitaire.

Il est bien difficile de constater aujourd'hui comme le voudrait M. Joleaud, l'importance totale des plissements préhuroniens : et il est possible, comme l'a suggéré M. Gorceix, qu'ils aient été arasés et démantelés dès leur surrection par la violence des actions atmosphériques et volcaniques des temps primitifs.

Application du second principe tiré de la cosmogonie dualiste.

(Chute dans la région équatoriale de 4 anneaux satellitaires.)

Cherchons à préciser les circonstances de cette chute.

On sait que les anneaux de Saturne sont composés de poussières, que leur épaisseur est très faible (70 km. environ) comparée à leur largeur (66.000 km.), que leur masse, d'après Tisserand, est voisine de 1/600 de celle de la planète et qu'ils tournent autour d'elle avec la vitesse d'un satellite. Les anneaux de la Terre ayant une densité de matière de 2,75, pouvant comprendre une certaine proportion d'eau, ont pu avoir 10 de vide pour 1 de plein : leur vitesse près de l'équateur était de 8 km. ce qui n'a rien de commun avec la vitesse des météorites de l'ordre de 40 km. Leur force vive, 25 fois moins grande que celle des météorites, ne les enflammera pas au contact de l'atmosphère. Considérons seulement les deux anneaux extérieurs ayant le plus grand rayon primitif (8,74 et 24,67) et auxquels nous attribuons la formation des plissements hercyniens et alp-himalayens.

Une masse annulaire qui encerclerait l'équateur sur 1.000 km. de largeur et 10 km. d'épaisseur serait équivalente à un anneau A ayant, avant sa chute, 50 km. d'épaisseur et 8.000 km. de largeur (vides

compris). Chaque anneau aurait une masse de $\frac{1}{5.000}$ de celle de la Terre. Chacun d'eux serait capable de produire par son attraction en approchant de la Terre un bourrelet de marée *l* de 280 mètres de hauteur, et en outre une ombre pouvant, d'un solstice à l'autre, s'étendre de *u* E′ à *u′* E′. L'ennoyage complet de chaque anneau ferait remonter de 780 mètres le niveau des océans en supposant leur surface égale à celle qu'ils ont actuellement. Mais leur niveau chan-

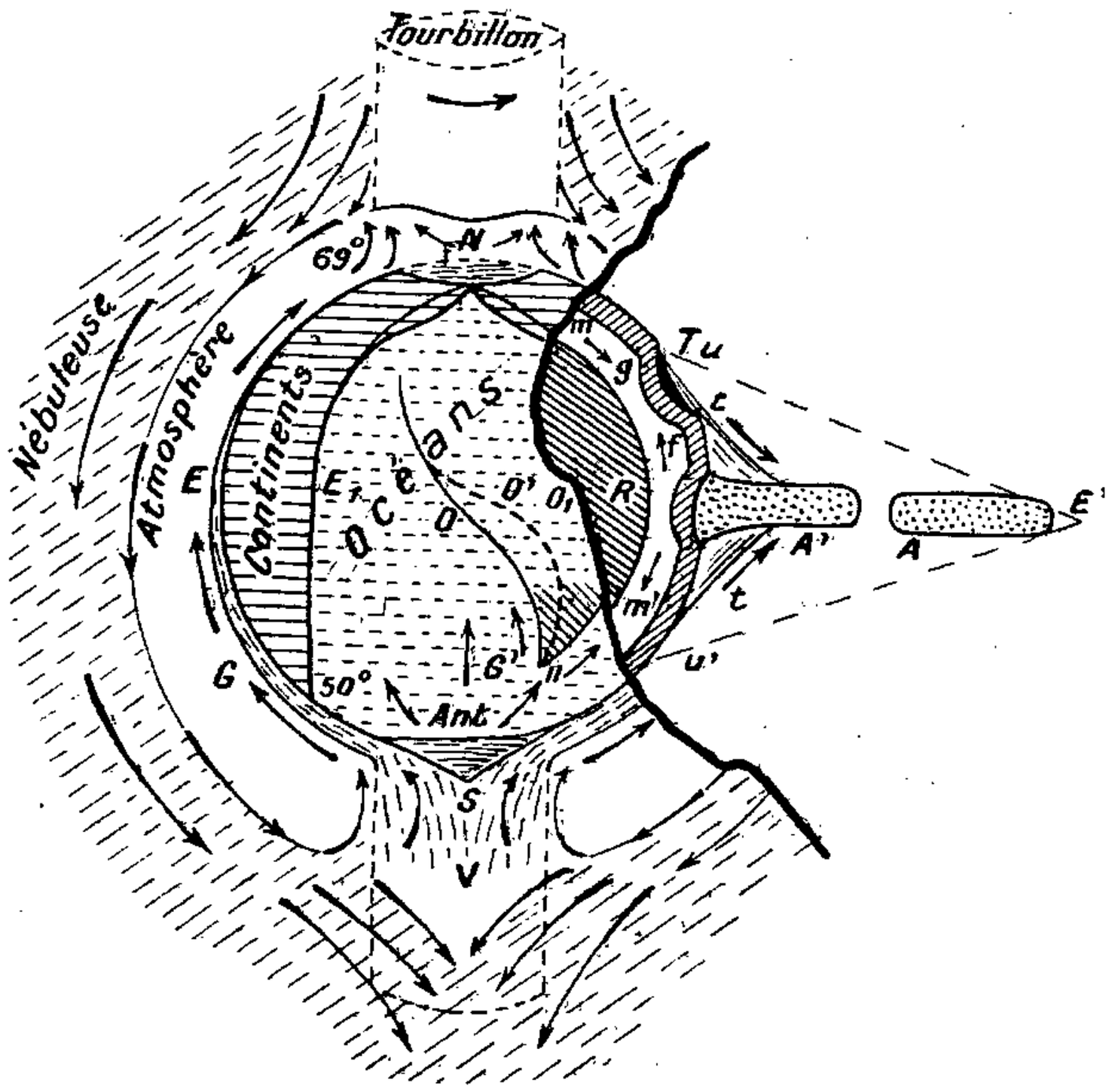


Schéma de la formation de l'architecture terrestre.
A gauche : Répartition des masses terrestres et marines produite par le déluge anstral primitif en S.
A droite : Approche (A) et précipitation (A') d'un anneau satellitaire produisant un pont continental et un plissement orogénique.

gera évidemment beaucoup moins puisque c'est leur précipitation qui est supposée faire surgir de hautes montagnes et former des ponts continentaux dépassant le niveau des mers.

Quelle sera la suite des événements au moment de l'approche en A et de la précipitation en A′ d'un anneau satellitaire ? L'appel équatorial de l'eau marine en *l* pourra vider en partie la Téthys et commencer ainsi à faire surgir ses sédiments : une vaste transgression marine envahira les bassins de l'Amazone et du Congo en sorte que la matière non agglomérée de l'anneau va tomber dans la mer et s'y mélanger intimement avec les matériaux d'érosion produits par des courants violents ouest-est dûs à la vitesse de 8 km. par seconde de l'anneau. Avant sa chute l'ombre qu'il produit aura refroidi la région

équatoriale (1) embrumée par la masse d'eau qui y converge. Les poussières satellitaires ionisées formant des centres de condensation produiront des pluies abondantes dans une atmosphère rendue plus épaisse par l'attraction de l'anneau.

S'il existe des points culminants recueillant ces condensations, tous les éléments se trouveront réunis pour donner lieu à des glaciations intertropicales ; il n'est donc pas besoin, pour les expliquer, de faire voyager les pôles à la surface comme le fait Wegener. Par là s'explique aussi la flore à glossoptéris tandis qu'au nord l'atmosphère dégagée laissera passer plus de calories solaires.

Les phénomènes vont, pour ainsi dire, s'inverser pendant et après la chute de chaque anneau. Sa matière, s'étalant au sud et au nord de l'équateur, comprime la croûte équatoriale, renvoyant au sud et au nord le bourrelet de marée plus ou moins mélangé de matière satellitaire différant peu comme composition et densité des matériaux sédimentaires de la croûte terrestre, ce qui rend illusoire toute recherche des masses satellitaires.

Toutefois, comme l'a suggéré M. Gorceix, la chute de ces masses pourrait expliquer l'abondance à certaines périodes, de certaines matières : silice aux temps primaires, carbone au carbonifère, calcium ou crétace ; eau pendant les glaciations.

A la surface se produira un *pont continental* sans doute provisoire parce que ses matériaux ne sont pas agglomérés par le métamorphisme ou les actions thermiques ou chimiques de la lithogenèse primitive ; mais la durée de ce pont sera suffisante pour permettre la migration des faunes terrestres ou néritiques. Les paléontologistes, qui croient nécessaire l'existence de ponts continentaux, n'ont peut-être pas fait attention que si ces ponts avaient été enracinés jusque vers 100 kilomètres comme tous les continents d'après l'isostasie, l'abrasion aurait dû les laisser à l'état de seuils continentaux qu'on ne retrouve pas. Or les ponts dûs à la poussière satellitaire pourront disparaître facilement parce qu'ils n'ont pas de racines et que les courants marins en auront raison facilement (2). Ces courants où dominera la direction ouest-est due à l'apport satellitaire, expliqueraient la migration des faunes vers l'est signalée par M. Joleaud.

Sous la croûte équatoriale comprimée, le magma *mm'* ne pouvant

---

(1) On sait avec quelle vitesse tombe le thermomètre pendant les courtes éclipses de Soleil.

(2) On trouve p. 17 de la traduction française de la *Genèse des Continents et des Mers* de Wegener une erreur d'ailleurs commune à beaucoup de traités de Géologie : «On ne peut, dit-il, ériger de pareils socles (continentaux) au sein des océans sans faire monter leur niveau au point d'immerger tous les continents anciens et nouveaux ». Or la surface de la Terre est un bassin fermé. Toute masse qu'on déplace au sein de l'eau, vint-elle à affleurer le niveau des mers, ne le change pas. C'est seulement quand la masse vient du dehors comme dans l'hypothèse des anneaux de satellites que le niveau monte; et quand la masse vient du fond des mers pour dépasser leur niveau, celui-ci baisse.

s'enfoncer dans la matière rigide R du noyau sera obligé de se déplacer vers le nord et le sud exerçant une forte pression sur toutes les saillies internes de la croûte. Or un géosynclinal dont les bords chargés de sédiments étirent la croûte en l'affaiblissant forme une saillie interne *g* : le magma *m* agira pour le soulever et par une poussée horizontale pour pénétrer dans des fissures *f*, où il s'épanchera entre les sédiments (1). D'autre part l'appel de matière *m* par l'attraction de l'anneau avant qu'il ne se condense exerce sa pression du nord au sud tendant aussi à soulever le géosynclinal. Ces actions concordantes seront capables de soulever un Himalaya et un Tibet. Au sud de l'équateur où n'existe pas de géosynclinal parallèle à l'équateur, le magma *m*, est libre de circuler : aucune montagne ne surgira. Puisqu'un anneau a une masse mesurée autour de l'équateur par 1.000 kilomètres de largeur sur 10 kilomètres d'épaisseur, la moitié de cette masse, celle qui agit vers le nord, déplace un volume égal à 1.000 kilomètres de largeur méridienne sur 5 kilomètres de hauteur : cette action est bien adéquate à l'effet orogénique constaté.

Mais il y a plus : les racines profondes des continents ou des terrains primitifs (Inde) constituent un obstacle interne au déplacement du magma ; le môle de l'Inde formant comme un coin au fond de l'entonnoir de l'Océan Indien divisera l'effort sud-nord du magma, ce qui peut expliquer la forme en arc des chaînes asiatiques.

Le soulèvement du géosynclinal méditerranéen bien qu'à peu près vidé d'eau su Sarmatien sera moins complet et moins important que celui du plateau asiatique, parce que les racines de l'Afrique du Nord s'opposent au déplacement du magma.

L'existence et la permanence du grand géosynclinal de la Téthys doivent d'ailleurs être rattachées au fait que la précipitation satellitaire, en augmentant à 4 reprises la vitesse de rotation de la Terre, a augmenté par saccades son renflement équatorial : or l'Astronomie démontre que le parallèle commun à une sphère et à un ellipsoïde d'égal volume se trouve à $35°16'\left(\sin^2\lambda = \frac{1}{3}\right)$ le long duquel dans une croûte consolidée doit se déterminer un sillon ainsi que je l'ai montré dans mon livre de 1918.

La théorie de Wegener est impuissante à expliquer la formation des chaînes alp-himalayennes. A la rigueur elle pourrait expliquer la formation des Andes : mais nous allons voir que, dans le Pacifique, des phénomènes d'un tout autre ordre, relevant de l'isostasie, ont dû se produire.

---

(1) Le Commandant Gorceix qui a travaillé sur ma théorie génénrale de la Terre a bien étudié le détail de ces phénomènes dans son *Origine des grands Reliefs terrestre* (Le Chevalier, Pairs, 1924.

Application au Pacifique du principe de l'Isostasie.

D'après nous cet océan se serait rempli le premier ou aurait fixé cette dissymétrie marine après les multiples vaporisations de l'eau des océans nécessitées par le refroidissement de la croûte de 1.100° à 100°.

Or la plupart des géologues pensent que le Pacifique est plus ancien que l'Atlantique et l'Océan Indien qui d'ailleurs ont longtemps été occupés par le continent de Gondwana ou d'autres ponts continentaux. Il en résulte que le Pacifique a dû contenir à l'origine la presque totalité des eaux marines avant l'extension de la Téthys qui a pu aussi emprunter de l'eau à l'Océan Arctique (Mer à Fusulines).

La profondeur moyenne du Pacifique primitif devait être voisine de $a = 9.000$ m., car cette profondeur existe encore dans certaines fosses de cet océan. Même avec des valeurs différentes de a, subsisteraient les conséquences que nous allons tirer de cette hypothèse. Supposons le bassin du Pacifique fermé vers les autres océans actuels par divers ponts : en une ou plusieurs fois, ils se rompront, permettant le remplissage des autres bassins. Il en résultera, d'après le principe de l'isostasie, des mouvements de surrection ou d'affaissement des fonds océaniques.

Soient $D = 3$ la densité de ceux-ci, H la hauteur d'équilibre isostatique au-dessous de la profondeur $a = 9.000$, d la densité moyenne 2,8 des socles continentaux affleurant le niveau du Pacifique primitif on aura :

$$a(d-1{,}03) = (D-d)\,H \qquad H + a - b = 95^{km}1 \text{ (96 km. d'après Hayford).}$$

Si le niveau du Pacifique baisse de $b = 2.500$ $m.$ au profit des autres océans, son fond surgira isostatiquement de h_1 tel que :

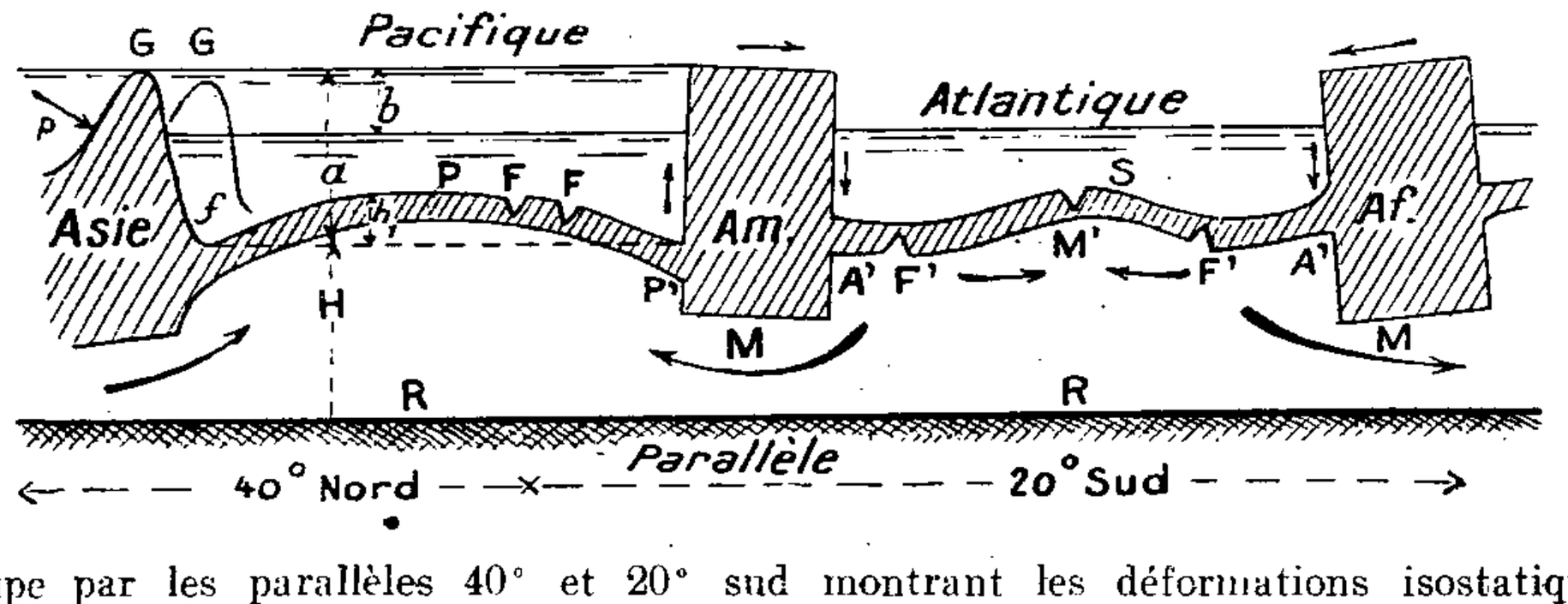
$$h_1\,(D - 1{,}03) = b \times 1{,}03 \qquad \text{d'où} \qquad h_1 = 1300\ m.$$

Ainsi le Pacifique conservant 5.200 mètres de profondeur moyenne alimentera les océans Atlantique et Indien de surface égale à la sienne par une perte d'eau de $b + h_1 = 3.800\ m.$ La surcharge d'eau de ces fonds océaniques les approfondira de même de 1.300 mètres.

La figure représente une coupe téhorique du Pacifique et de l'Atlantique par deux parallèles supposés rectifiés : elle montre comment les fonds de ces deux océans, supposés d'abord horizontaux, se déformeront pour satisfaire à l'équilibre isostatique. Le centre P du Pacifique déchargé d'eau deviendra convexe et distendu, d'où production de fractures F ouvertes vers la mer et facilitant la production du volcanisme dans toutes les îles. Les bords des socles continentaux du Pacifique auront tendance à se soulever, mais en raison de leur poids, leur soulèvement sera moindre que celui du centre du Pacifique, ce qui produira des fosses profondes près des côtes.

Des effets inverses se produiront du côté de l'Atlantique et de

l'Océan Indien. Les socles américain et africain seront déversés vers l'Atlantique par sa surcharge d'eau. Une autre cause produira le même déversement : le Pacifique étant le plus ancien et le plus profond des océans, son fond est plus dense, parce que, après décapage par les courants du déluge primitif, il provient d'une profondeur plus grande du noyau primitif : les fonds atlantique et indien ayant subi un moindre décapage sont moins denses. Il en résulte que le socle américain surnage du côté Pacifique un magma plus dense et du côté Atlantique un magma plus léger : c'est donc du côté Atlantique qu'il doit pencher. Le fond de cet océan près des côtes sera concave vers la mer



Coupe par les parallèles 40° et 20° sud montrant les déformations isostatiques de la croûte par le déversement du Pacifique dans l'Atlantique.

par la surcharge d'eau et les fractures F′ auront tendance à s'ouvrir vers le magma. En outre les couches des seuils continentaux ennoyés seront relevées vers le large en P′ (côté Pacifique) et vers les continents en A′ (côtes atlantiques). L'eau pénétrant par F et suivant la pente des couches P′ descendra sous le continent tandis que du côté Atlantique les fractures F sont fermées vers la mer et la pente inverse des couches A′ éloigne l'eau des continents adjacents. Or j'ai montré (1) comment l'eau de mer se mettant en vapeur sous les continents produit près des côtes, par sa pression, à une température inférieure à 800° des *tremblements de terre* et à une distance plus grande des côtes où la température interne peut atteindre 1.000 à 1.100°, le *volcanisme igné*. On comprend alors ce qui différentie les côtes des deux types : côtes pacifiques très sismiques et volcaniques, côtes atlantiques asismiques et sans volcans.

Des objections ont été faites à ma théorie du volcanisme d'ailleurs confirmée par mes reproductions dans le laboratoire, de cratères, de bombes volcaniques, etc... (volcanisme expérimental). Un géologue belge a rappelé qu'il existe des régions volcaniques actives ou anciennes en Chine, dans l'Utah, dans le Tibet, à 2.000 à 3.000 kilomètres de la mer ; ici l'exception confirme la règle : ces régions sont dans des bassins sans communication avec la mer. L'eau qu'ils recueillent, qui à

(1) *Comptes-rendus*, 15 décembre 1923.

été certainement beaucoup plus abondante dans le passé, peut tout aussi bien que l'eau de mer produire le volcanisme de même que je reproduis le volcanisme expérimental avec de l'eau douce. Mais ce volcanisme continental est sans doute moins durable que celui dû à l'eau marine, parce que celle-ci contient très peu de calcaire, alors que l'eau douce en dissout beaucoup qui obstrue les fissures de pénétration dans l'intérieur de la croûte.

D'autre part M. P. Lemoine a rappelé que des prises de gaz faites par M. Brun, de Genève, sous les laves (de même les prises de gaz faites par M. Ricco à la dernière éruption du Vésuve) ne montraient pas trace de vapeur d'eau, mais seulement d'hydrogène. Cela ne prouve aucunement que l'eau ne soit pas en vapeur le moteur du volcanisme : on sait en effet que l'eau se dissocie au-dessus de 1.300° et que son oxygène peut se fixer sur les roches oxydables, telles la pyrite de fer, les carbures, etc... ne laissant libre que l'hydrogène, de l'hydrogène sulfuré, carboné, etc...

M. le chimiste Meunier présent à cette discussion a confirmé les arguments chimiques que je donnais pour infirmer les conclusions erronées tirées des analyses de M. Brun.

Mais ce n'est pas tout : les socles américain et africain par la décharge d'eau dans le Pacifique et la surcharge dans l'Atlantique ont tendance à basculer vers ce dernier, ce qu'on constate par les pentes des bassins fluviaux principaux. La surcharge du fond de l'Atlantique tend à faire passer le magma igné en M pour obéir au mouvement d'aspiration que l'isostasie détermine sous le fond Pacifique, le noyau rigide R restant impénétrable au magma igné plus fluide. Le centre de l'Atlantique d'où le magma igné M′ ne peut facilement s'échapper latéralement, restera surélevé lui donnant une apparence de géanticlinal S qui, étant convexe, aura des fractures ouvertes vers la mer; alors, d'après notre théorie du volcanisme, la ligne centrale de l'Atlantique sera volcanique : elle l'est en effet.

Une autre cause contribue à la production d'un géanticlinal médian de l'Atlantique. En réalité le fond de cet Océan figuré rectiligne a la courbure moyenne du géoïde : si donc sur une largeur L mesurée le long des parallèles par une différence de longitude de 50° à 60°, le fond s'affaisse de 2 kilomètres, il faut que la distance des deux côtés opposés de l'Atlantique diminue de 2 kilomètres par un plissement parallèle à ces côtes qui pourra relever la ligne médiane de 3 à 4 kilomètres, à moins que la surcharge d'eau exerce une pression suffisante pour éloigner l'Amérique du Sud de l'Afrique, comme le suppose Wegener. Ainsi la présence du géanticlinal mèdian de l'Atlantique semble apporter une preuve de plus infirmant la théorie de Wegener.

Le déversement des eaux du Pacifique dans les autres océans expliquerait de nombreux faits : surrection des îles volcaniques de la Polynésie, alignements convergents ou parallèles des socles polynésien ou

havaïen en marquant la direction des courants marins vers le sud ou l'Amérique centrale et la direction des courants de magma igné appelés par le soulèvement du fond du centre pacifique, érosion du continent américain des Galapagos avec transport des matériaux d'érosion dans l'Atlantique pour former le soubassement de l'arc des Antilles, tandis que le déversement des eaux du sud de la Patagonie produit l'arc des Antilles du Sud. Ces mouvements sont précisément inverses de ceux que suppose Wegener.

Les guirlandes d'iles au nord et nord-est du Pacifique.

Admettons maintenant qu'une crête sous-marine G d'abord rectiligne et peu ennoyée ait bordé le Pacifique entre Formose et l'Alaska. Dès que l'océan se vide sur 2.500 mètres de hauteur, cette crête émerge formant barrage et supportant la poussée *p* dirigée vers le large. Tout barrage plastique buté à des môles résistants se cintre vers le vide : l'expérience est facile à faire avec une matière visqueuse retenant une charge d'eau. Dès lors des parties G′ du barrage avanceront vers le Pacifique en se cintrant et fissurant par l'allongement de la ligne côtière qui se transformera en guirlande d'îles. L'effet s'accentuera si, en arrière du barrage, la charge augmente par des embâcles de glace ou l'apport de grands fleuves, ce qui est le cas dans toute la région considérée. Le poids du barrage et la composante verticale de la poussée *p* auront d'ailleurs pour effet d'empêcher le fond primitif situé vers 9.000 de remonter au niveau P le long des guirlandes d'îles qui seront ainsi bordées de fosses profondes *f*.

La même disposition en guirlandes des Antilles et des îles sud-américaines bordées de fosses profondes vers l'Atlantique semble montrer, d'après notre théorie, que cet océan ne s'est rempli qu'après la rupture vers l'est des barrages qui formèrent ces îles.

Conclusions. — En résumé notre théorie de l'évolution de la croûte terrestre comprend trois phases :

1° Phase initiale à température variant à la surface de 1.300 à 100°, correspondant à une ère courte, astrophysique, azoïque, irréversible, inaccessible aux méthodes de la Géologie et échappant à ses objections.

2° Phase à précipitation satellitaire discontinue pouvant rendre compte de 4 séries de plissements séparés par des périodes de rémission orogénique et expliquant aussi les glaciations intertropicales et les ponts continentaux.

3° Phase de déversement dans les autres océans des eaux du Pacifique, le premier rempli par le déluge austral primitif : cette phase qui a pu se produire plusieurs fois ou en plusieurs stades, donne lieu à des phénomènes structuraux (surrection des Andes, guirlandes d'îles, différentiation des côtes Pacifique et Atlantique) justiciables seulement de l'isostasie et non des principes cosmogoniques.

Les phases 1° et 3° ne donnent pas prise aux objections des géologues comme la phase 2° : celle-ci peut-être contestée en ce qui concerne les dates des précipitations satellitaires que MM. Lemoine et Joleaud voudraient voir reporter à un lointain passé précambrien. Mais outre que la distance primitive de la zône x_3 (24,67) semble exclure un tel recul, il resterait aux géologues qui adoptent l'hypothèse des ponts continentaux sans s'embarrasser de retrouver leurs seuils ennoyés alors qu'ils voudraient chercher la trace des matériaux satellitaires, à expliquer tous les phénomènes (orogéniques, climatiques, transgressions et régressions marines) dont la précipitation satellitaire a pu facilement rendre compte.

Jean BOCCARDI

Directeur en retraite de l'Observatoire du Pino Torinese (Turin)
Saint-Genis-Laval Rhône).

CALCUL DE LA VITESSE ANGULAIRE DANS LE MOUVEMENT ELLIPTIQUE

I. On peut avoir besoin de calculer la vitesse angulaire d'un élément matériel parcourant une ellipse, dont on connaît le grand axe et l'excentricité, d'après la loi de Newton, lorsqu'est donnée l'anomalie vraie du point de l'orbite où se trouve l'élément. On verra que des formules commodes — au fond, toutes basées sur la loi des aires — peuvent rendre des services, même pour le calcul d'une éphéméride.

Soient, comme d'habitude :

a le demi grand axe,
e l'excentricité,
n le moyen mouvement,
v l'anomalie vraie,
r le rayon vecteur,
T le temps périodique.

Je suppose qu'on connaisse a (ou n) et e, et que l'on cherche $\Delta v''$ pour une valeur donnée de v. Prenons une unité de temps telle que pendant sa durée le mouvement de l'astre (supposé réduit à un point matériel) puisse être regardé comme uniforme, eu égard au degré

d'approximation des calculs ordinaires ; par exemple une durée telle que le mouvement effectif ne diffère pas de 0″,1 du mouvement supposé uniforme.

Évidemment l'erreur résiduelle sur la supposition du mouvement uniforme est fonction de a ou de n et surtout de e.

Prenons d'abord comme unité de temps le jour moyen, puisque le moyen mouvement est ordinairement rapporté à cette unité de temps. Pour avoir Δv pendant 1^{jm} on peut appliquer la loi des aires et établir la proportion

$$\frac{1}{2} r^2 \Delta v : \pi a^2 \sqrt{1 - e^2} :: 1 : \mathrm{T}.$$

D'un autre côté

$$n : 2\pi :: 1 : \mathrm{T}.$$

On a donc $$\frac{n}{\Delta v} = \frac{r^2}{a^2 (1 - e^2)^{1/2}} = \frac{(1 - e^2)^{1/2}}{(1 + e \cos v)^2},$$

en substituant à r sa valeur dans l'ellipse.

La formule sera donc

$$\Delta v = \frac{(1 + e \cos v)^2 n}{(1 - e^2)^{3/2}}. \qquad (1)$$

Appliquons cette formule à la Terre, en prenant la valeur de e qui correspond, d'après Newcomb, à l'époque 1922,0, c'est-à-dire 0,016740.

Il vient

$$\log (1 - e^2)^{3/2} = 9{,}9998174.$$

On a d'ailleurs $n = 3548'', 1928$, $\log n = 3{,}5500072$.

Cherchons la vitesse angulaire au moment du périhélie, où $v = 0$.

On trouve

$$\begin{aligned} \log n(1 + e)^2 &= 3{,}5644270 \\ \log (1 - e^2)^{3/2} &= 9{,}9998174 \\ \hline & 3{,}5646096 \end{aligned}$$

$$\Delta v'' = 3669'',5225.$$

L'excès sur la vitesse moyenne, n, est de $+ 121'',3291$.

Pour l'aphélie ($v = 180^\circ$), on trouve

$$\begin{aligned} \log n(1 - e)^2 &= 3{,}5353440 \\ \log (1 - e^2)^{3/2} &= 9{,}9998174 \\ \hline & 3{,}5355266 \end{aligned}$$

$$\Delta v'' = 3431'',8365.$$

La différence avec n est de $- 116'',3563$.

II. On trouve dans les traités sur la détermination des orbites la formule différentielle suivante, où k est la constante de Gauss, p le demi-paramètre $\frac{b^2}{a}$:

$$dv = \frac{k\sqrt{1+m}\sqrt{p}}{r^2}\,dt.$$

Comme

$$k = \frac{na^{3/2}}{\sqrt{1+m}}$$

et

$$r = \frac{p}{1+e\cos v},$$

on trouve

$$dv = \frac{na^{3/2}\,(1+e\cos v)^2}{p^{3/2}}\,dt,$$

donc la formule (1).

Toutefois je voudrais insister sur l'avantage de la formule suivante, qui s'établit immédiatement avec la loi des aires et qui donne l'avantage de pouvoir comparer immédiatement les vitesses angulaires en deux points différents de l'orbite elliptique. Si l'on choisit le périhélie et l'aphélie, on a une image frappante de l'effet de l'excentricité.

Soit v' et v les anomalies vraies des deux points considérés, r', r les rayons vecteurs, on a immédiatement

$$r'^2\,\Delta v' = r^2\,\Delta v, \qquad \frac{\Delta v'}{\Delta v} = \frac{r^2}{r'^2},$$

et en substituant l'expression de r en fonction de v et de e,

$$\Delta v' = \frac{(1+e\cos v')^2}{(1+e\cos v)^2}\,\Delta v. \qquad (2)$$

Si l'on veut introduire au lieu de Δv le moyen mouvement n, on doit se rappeler que la vitesse angulaire moyenne, n, correspond précisément à l'instant où l'équation du centre est la plus grande possible. Après, Δv diminue ou augmente par rapport à n. Prenons le premier cas, celui du 1er maximum de l'équation du centre, qui a lieu lorsque

$$\cos v = \frac{(1-e^2)^{3/4}-1}{e}.$$

En substituant dans la formule (2), n à la place de Δv et la valeur que l'on vient d'écrire pour $\cos v$, on obtient

$$\Delta v' = \frac{(1+e\cos v')^2}{[1+(1-e^2)^{3/4}-1]^2} = \frac{(1+e\cos v')^2}{(1-e^2)^{3/2}},$$

c'est-à-dire la formule (1).

III. Appliquons la formule (2) à comparer les vitesses au périhélie et à l'aphélie pour une comète ayant $e = 0{,}5$. Il vient, si v' correspond au périhélie, v à l'aphélie,

$$\frac{\Delta v'}{\Delta v} = \frac{(1+e)^2}{(1-e)^2} = \frac{\left(\frac{3}{2}\right)^2}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = 9.$$

Donc pour une comète ayant $e = 0{,}5$, la vitesse angulaire au périhélie est 9 fois plus grande que la vitesse à l'aphélie.

Si l'on se donne pour une comète pareille $n = 610''$, en appliquant la formule (1), on trouve

vitesse au périhélie.....	2113″,101
vitesse à l'aphélie.....	234″,782.

Le rapport des deux vitesses est bien celui de 9 à 1.

Mais pour des valeurs si fortes de e l'intervalle d'un jour moyen est un peu trop fort pour qu'on puisse regarder le mouvement comme uniforme. Nous y reviendrons plus loin.

Comme autre application cherchons la vitesse angulaire de la planète Mercure pour 1900,0. $e = 0{,}2056149$, au point de l'orbite où $v = 110^o$.

En appliquant la formule (2), et en y faisant $n = 14732''{,}42$, on obtient

$$\Delta v'' = 13586''{,}605$$

On trouve une vérification approchée de cette valeur dans la Connaissance des Temps, en y cherchant la variation diurne, avec différences 1re et 2e, de la longitude vraie de Mercure, lorsque $v = 110^o$, l'effet des perturbations périodiques n'étant pas fort d'un jour à l'autre.

Pour avoir v on peut s'aider de la longitude de la planète et de celle de son périhélie, en s'arrêtant à la variation séculaire de celui-ci.

IV. On peut vouloir connaître immédiatement la différence entre Δv pour 1 jour et n, c'est-à-dire ce que la vitesse au point donné ajoute algébriquement à la vitesse moyenne. Alors on peut recourir au développement en série bien connu

$$nt = v - 2\left[e \sin v - \frac{1}{2}\frac{1+2\sqrt{1-e^2}}{(1+\sqrt{1-e^2})^2} e^2 \sin 2v + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{3}\frac{1+3\sqrt{1-e^2}}{(1+\sqrt{1-e^2})^3} e^3 \sin 3v - \ldots\right].$$

Par différenciation, on en déduit

$$\frac{dv}{dt} = \frac{n}{1 - 2e\cos v + \dfrac{1+2\sqrt{1-e^2}}{\left(1+\sqrt{1-e^2}\right)^2} e^2 \cos 2v - \dfrac{1+3\sqrt{1-e^2}}{\left(1+\sqrt{1-e^2}\right)^3} e^3 \cos 3v},$$

en s'arrêtant au terme avec e^3.

Prenons la Terre (e pour 1922,0) comme précédemment, et calculons Δv au périhélie et à l'aphélie.

Les valeurs absolues des quatre termes du dénominateur seront

1,00000000,
0,03348000,
0,00042034,
0,00000625.

Dans le cas de l'aphélie on doit prendre tous ces termes positivement, ce qui fait

1,03390659.

Donc, à l'aphélie

$$\Delta v'' = \frac{n''}{1{,}03390659} = 3431'',831.$$

Au périhélie le second et le quatrième terme sont négatifs, on a donc

$$\Delta v'' = \frac{n''}{0{,}96693409} = 3669'',529.$$

La petite différence avec la valeur trouvée au nº 1 dépend de l'accumulation des erreurs et de la partie peu favorable des tables de logarithmes lorsque les différences tabulaires sont très petites.

V. Enfin on peut calculer la vitesse angulaire Δv au moyen de la vitesse linéaire donnée par la formule bien connue

$$V^2 = k^2\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right),$$

ce qui exige le calcul de a par $a^{3/2} = \dfrac{k}{n}$ et de r par l'expression

$$r = \frac{a\,(1-e)^2}{1 + e\cos v}.$$

Dans le cas des apsides on obtient la vitesse angulaire par la relation

$$\Delta v = \frac{V}{r}.$$

Prenons comme exemple la comète supposée ci-dessus ayant $e = 0{,}5$ et $n = 610''$.

Il vient $a = 3{,}2342321$,

et, pour le périhélie,

$r = 1{,}6171661$.

Ensuite

$$\log\left(\frac{2}{r}-\frac{1}{a}\right) = 9{,}9673367$$
$$\log k^2 = \underline{6{,}4711629}$$
$$\log V^2 = 16{,}4384996$$
$$\log V = 8{,}2192498$$
$$\log r = \underline{0{,}2087546}$$
$$\log \Delta v = 8{,}0104952$$
$$\log 206264'',8 = \underline{5{,}3144251}$$
$$\log \Delta v'' = 3{,}3249203$$
$$\Delta v'' = 2113'',101$$

La valeur trouvée pour $\Delta v''$ est identique à celle que nous avons trouvée plus haut.

A l'aphélie $r = 4{,}8514981$, donc

$$\log\left(\frac{2}{r}-\frac{1}{a}\right) = 9{,}0130940$$
$$\log k^2 = \underline{6{,}4711629}$$
$$\log V^2 = 15{,}4842569$$
$$\log V = 7{,}7421285$$
$$\log r = \underline{0{,}6858759}$$
$$\log \Delta v = 7{,}0562526$$
$$\underline{5{,}3144251}$$
$$\log \Delta v'' = 2{,}3706777$$
$$\Delta v'' = 234'',782.$$

Même ici l'accord est parfait avec ce que nous avions trouvé précédemment.

VI. Les remarques qui précèdent peuvent donner le moyen de calculer facilement l'éphéméride d'une comète périodique à son passage au périhélie, lorsque l'excentricité étant très forte les méthodes ordinaires pour résoudre l'équation de Kepler donnent peu d'exactitude et que l'on est obligé d'employer les formules peu commodes pour les orbites presque paraboliques.

En effet, en partant de l'instant du périhélie où $v = 0^o$, on peut calculer v pour un jour après (et avant aussi) au moyen de la formule (1). Toutefois, si e est assez fort, on doit calculer Δv par demi-jour moyen, et ainsi de proche en proche, puisque alors le mouvement ne peut-être regardé comme uniforme pendant un jour.

Voyons quelle erreur on commettrait en calculant v par Δv pour 1^j après le périhélie pour la comète supposée ci-dessus. Nous avions trouvé

$$\Delta v = v = 2113'',101.$$

Calculons maintenant Δv pour un demi-jour, en appliquant la formule (1) pour

$$v = \frac{2113'',101}{2} = 1056'',550.$$

On trouve

$$\log (1 + e \cos v) = 0,1760894$$
$$\log (1 + e \cos v)^2 = 0,3521788$$
$$\frac{2}{n} = 305'' \qquad \log \frac{2}{n} = 2,4842998$$
$$\overline{2,8364786}$$
$$\log (1 - e^2)^{3/2} = 9,8125919$$
$$\log \Delta v'' = 3,0238867$$
$$\Delta v'' = 1056'',541.$$

L'erreur est de 0″,01 pour un demi-jour donc de 0″,02, en calculant avec $dt = 1^j$.

Mais si l'excentricité est très forte, l'erreur est considérable et l'on doit nécessairement calculer par demi-jours.

Prenons $e = 0,85$, $n = 410''$.

Pour un jour (toujours au périhélie), on obtient $\Delta v'' = 9365'',02$, dont la moitié est 4682″51. Tandis que pour le premier demi-jour, on trouve 4681″,40. L'erreur atteint ici 1″.

On aura ainsi v non pour minuit moyen, comme c'est l'habitude, mais pour des dates correspondant à des jours précédant et suivant celui du passage au périhélie, ayant toutes la même fraction de jour que le passage susdit.

A. CADENAT

Professeur honoraire de Mathématiques, Dôle.

PROJET DE CALENDRIER UNIVERSEL BASE SUR LA CONSERVATION INDEFINIE DE LA SEMAINE

René DANGER

Géomètre de l'Etat, Président du Syndicat des Géomètres de la Seine,
Directeur du *Journal des Géomètres-Experts français.*

COMPENSATION GRAPHIQUE DES CHEMINEMENTS POLYGONAUX

Soit un cheminement 1, 2, 3, 4, dont les extrémités sont connues par les coordonnées des sommets 1 et 4, insérés dans une triangulation antérieurement établie. Si tout était correct, le report du plan des côtés et des angles relevés sur le terrain et le calcul des coordonnées des sommets devraient permettre de constater la coïncidence de l'extrémité du cheminement relevé avec le point 4 tel qu'il résulte des éléments antérieurs. Or, nous savons *a priori* que cette coïncidence est

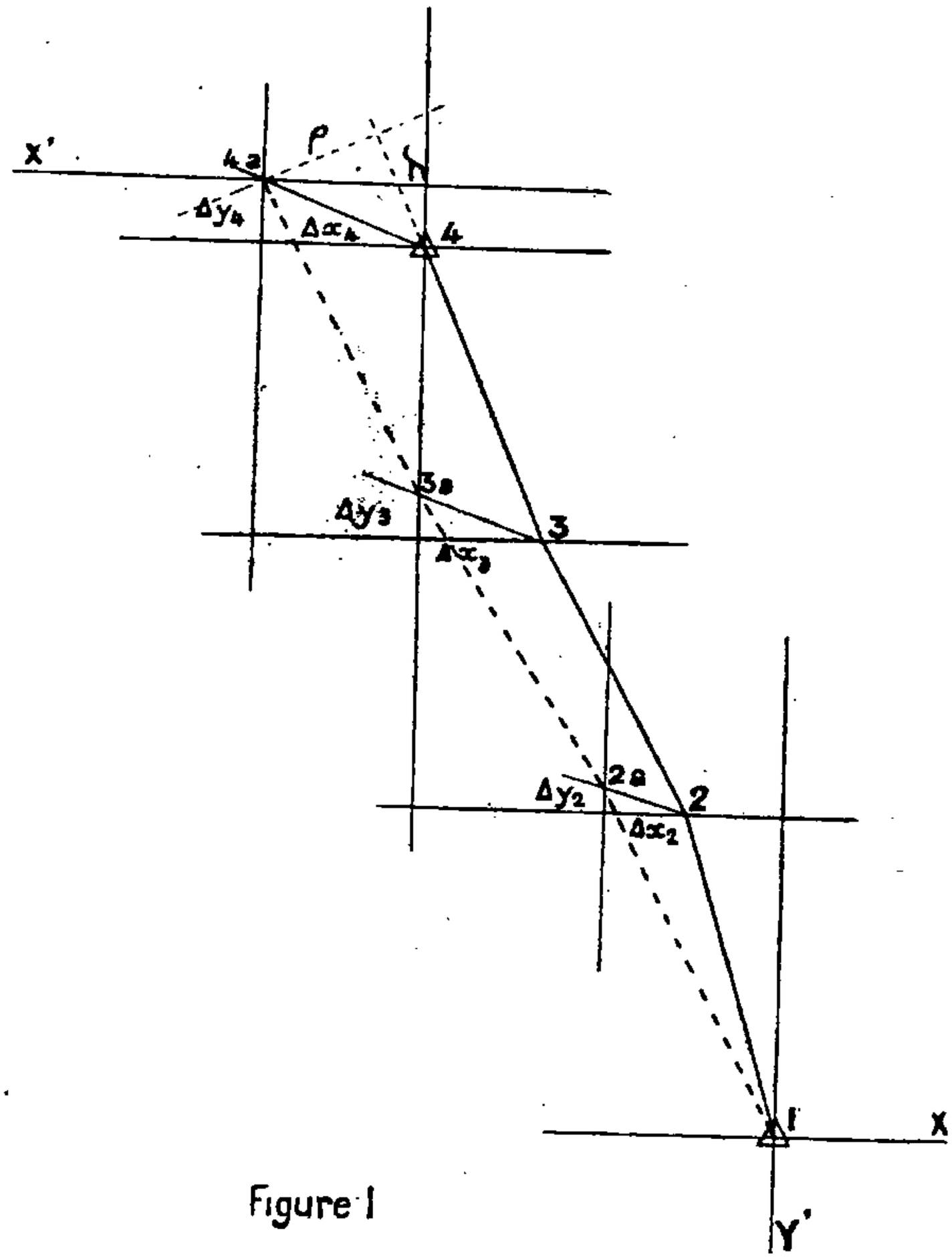


Figure 1

exceptionnelle, puisque nous avons étudié le mode de formation des erreurs angulaires et linéaires et les tolérances qui découlent de cette étude. Nous aurons donc le plus souvent un écart au point 4 entre les éléments anciens et les résultats nouveaux. Nous le dénommerons *écart de fermeture.*

Cet écart, pour l'exemple adopté, place le point nouveau en $4a$ (fig. 1). Il s'agit de corriger les écarts en X et Y qui se trouvent ainsi manifestés. Dans ce but il faut envisager une modification linéaire, *uoɔpression* ou *extension*, applicable à tous les côtés indifféremment car nous n'avons pas, *a priori*, le droit d'attribuer une confiance différente aux relevés des divers côtés du cheminement. En fait nous envisageons un *changement d'échelle de la valeur* $\frac{\lambda}{L}$, L étant la longueur 1 — 4. D'autre part dans le sens transversal, nous aurons à effectuer une *rotation* pour ramener l'emplacement déduit des nouveaux relevés sur celui qui résulte des données anciennes présumées de précision supérieure.

Cette rotation qui se fait ici autour du point 1 est de valeur angulaire $\frac{\rho}{L\sin 1'}$, ou bien pour le calcul à la régle $\frac{\rho\, 6366{,}2}{L}$. Il est évident que pour effectuer la correction en chacun des sommets du cheminement nous n'aurons qu'à prendre les écarts ΔX et ΔY correspondant en 4 aux valeurs λ et ρ et à les répartir en 3 et 2, proportionnellement à l'éloignement de ces points de l'origine.

Cas de deux directions

Cette répartition ne comporte aucune autre particularité dans le cas d'un seul cheminement, mais lorsqu'il s'agit de compensation en un point non connu, auquel viennent aboutir deux cheminements, la recherche du point le plus plausible donne lieu à à des interprétations diverses. Nous nous proposons ici de les simplifier par un procédé graphique nouveau. Sur une feuille quadrillée nous rapporterons, relativement à un zéro arbitrairement choisi et à une échelle qui place notre dessin dans les limites du papier, les deux positions A, B du point commun telles qu'elles résultent des calculs des deux cheminements indépendants (fig. 2). En chacun de ces deux points on trace la direction des cheminements considérés. Ce tracé s'établira facilement à l'aide des différences de coordonnées des points de départ et d'arrivée. On peut encore, si le cheminement est suffisamment tendu, tracer au rapporteur la direction générale telle qu'elle résulte des gisements inscrits au tableau des calculs. Sur chacune des directions ainsi figurées on trace au point extrême *l'ellipse de tolérance* imputable au cheminement considéré.

Ceci fait, puisque nous voulons que l'emplacement cherché du point commun rentre, aussi bien pour la direction A que pour celle B, dans les tolérances adoptées, il nous faut le trouver dans la figure formée par le *recouvrement des ellipses de tolérance*. Les rectangles enveloppes de ces ellipses, dans le cas de la figure ci-contre, forment un quadrilatère inscriptible *m*, *n*, *o*, *p*, qui a évidemment ses angles droits en *n* et *p*.

Ces deux angles droits étant pris comme départs, constituons les triangles rectangles qu'ils conditionnent en prolongeant les côtés opposés du quadrilatère *m*, *n*, *o*, *p*, Puis prolongeons la perpendiculaire en A à la direction A jusqu'à sa rencontre avec la direction B, la perpendiculaire en B à la direction B jusqu'à sa rencontre avec la direction A. Joignons *aa'*, *bb'*, ainsi obtenus. La rencontre est le point de compensation cherché entre les positions A et B.

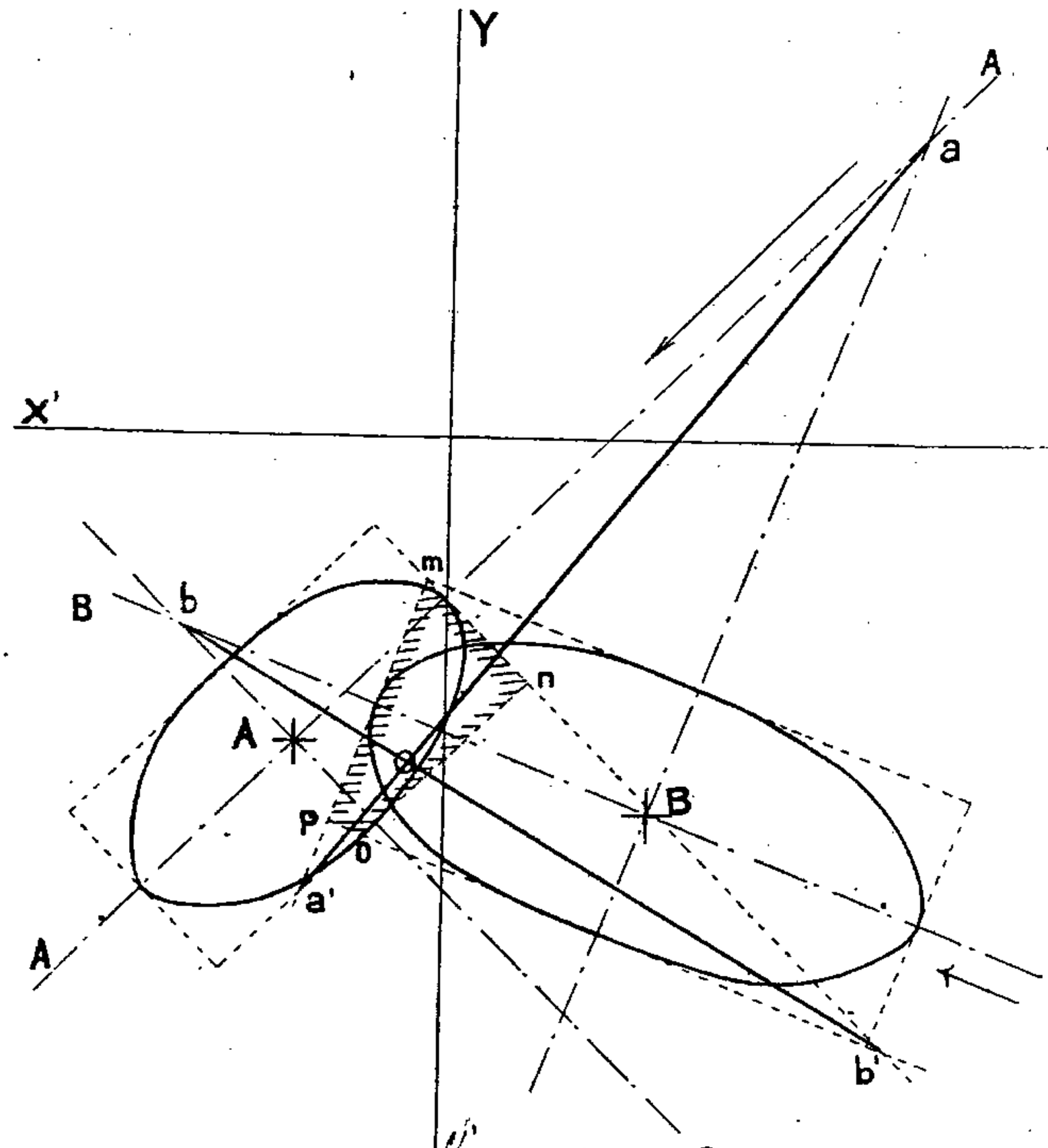


Figure 2

En effet la droite *aa'* est le lieu des points qui sont simultanément distants de la droite AA et de la perpendiculaire à la droite BB de valeurs proportionnelles aux tolérances imputables à chacune de ces directions. Il en est de même pour la droite *bb'* par rapport à la direction BB et à la perpendiculaire à la direction AA.

Le point de rencontre répond bien aux conditions d'une compensation admissible. Il est d'autant plus éloigné des directions A et B ou de leurs perpendiculaires que ces directions ont une tolérance plus considérable. Les tolérances peuvent être admises parce que déduites et directement proportionnelles aux erreurs de grandeurs comparables entre elles : les erreurs linéaires se comptant dans le sens longitudinal de la direction et les erreurs angulaires dans le sens transversal perpendiculaire à la direction.

Il est en outre situé au *minimum d'écart* par rapport aux erreurs considérées puisqu'il est placé dans l'angle aigu constitué par les directions axiales des tolérances imposées.

Nota : La figure de recouvrement peut ne pas être un quadrilatère. On verra que le principe de la construction graphique ne change pas avec la forme de cette figure : *Il s'agit toujours de partager l'angle aigu de deux directions proportionnellement aux tolérances qui corrrespondent à ces directions.*

Notre résultat étant acquis comme il est dit ci-dessus, nous y relèverons à l'échelle du graphique la position du point compensé relativement au zéro du graphique. Puis la valeur des coordonnées qui en seront déduites sera introduite dans le calcul des coordonnées à compenser pour chacun des cheminements. L'écart en X et en Y particulier à chacun d'eux sera réparti selon le mode exposé plus haut proportionnellement à la longueur des cheminements. Ce calcul qui ne porte que sur des petits nombres s'effectuera à la régle à calculs.

Remarques. — I. Nous voyons que le quadrilatère *mnop* ne serait pas changé par le fait que nous attribuerions des sens différents à la direction générale des cheminements considérés. Il en serait de même si nous faisions l'hypothèse de remplacer les directions par les perpendiculaires à ces directions.

On vérifie ainsi :

1° *Qu'il est admissible de compenser des erreurs d'ordre linéaire avec des erreurs d'ordre angulaire dès l'instant que nous avons ramené ces dernières à une expression linéaire comparable.*

2° *Que le lieu des erreurs peut être choisi dans l'angle formé par les directions générales des cheminements ou bien dans l'angle formé par une direction et la perpendiculaire à l'autre, pourvu que le lieu soit choisi dans l'angle aigu des deux lignes considérées. Ce qu'il nous faut obtenir en effet c'est le minimum de déplacement.*

II. Il peut se produire que le sommet des angles où nous avons à rechercher le lieu des écarts tombe en dehors des limites de l'épure. On ne pourra plus tracer directement les droites aa', bb'. Dans ce cas il n'y aura pas d'inconvénient à partager les côtés du quadrilatère *mnop*, dans la proportion qui aurait été adoptée pour partager l'angle soutendu par le côté considéré. On joindra deux à deux les points ainsi marqués sur les quatre côtés du quadrilatère. Le point de rencontre sera le point cherché.

Cas de plusieurs directions

Lorsque nous aurons plus de deux cheminements à compenser (fig. 3), nous établirons les résultats pour toutes les combinaisons de directions prises deux à deux. Ainsi n étant le nombre de cheminements que nous avons à compenser au même point, nous aurons $\frac{n(n-1)}{2}$

résultats. Ces résultats nous donnent un certain nombre de points qui constituent un polygone. Il semble que rien ne nous autorise dans ce polygone à prendre un point plutôt qu'un autre, en principe nous admettons de choisir le *centre de gravité* ou le centre du cercle inscrit du polygone. Toutefois il convient de rappeler ce qui constitue la condi-

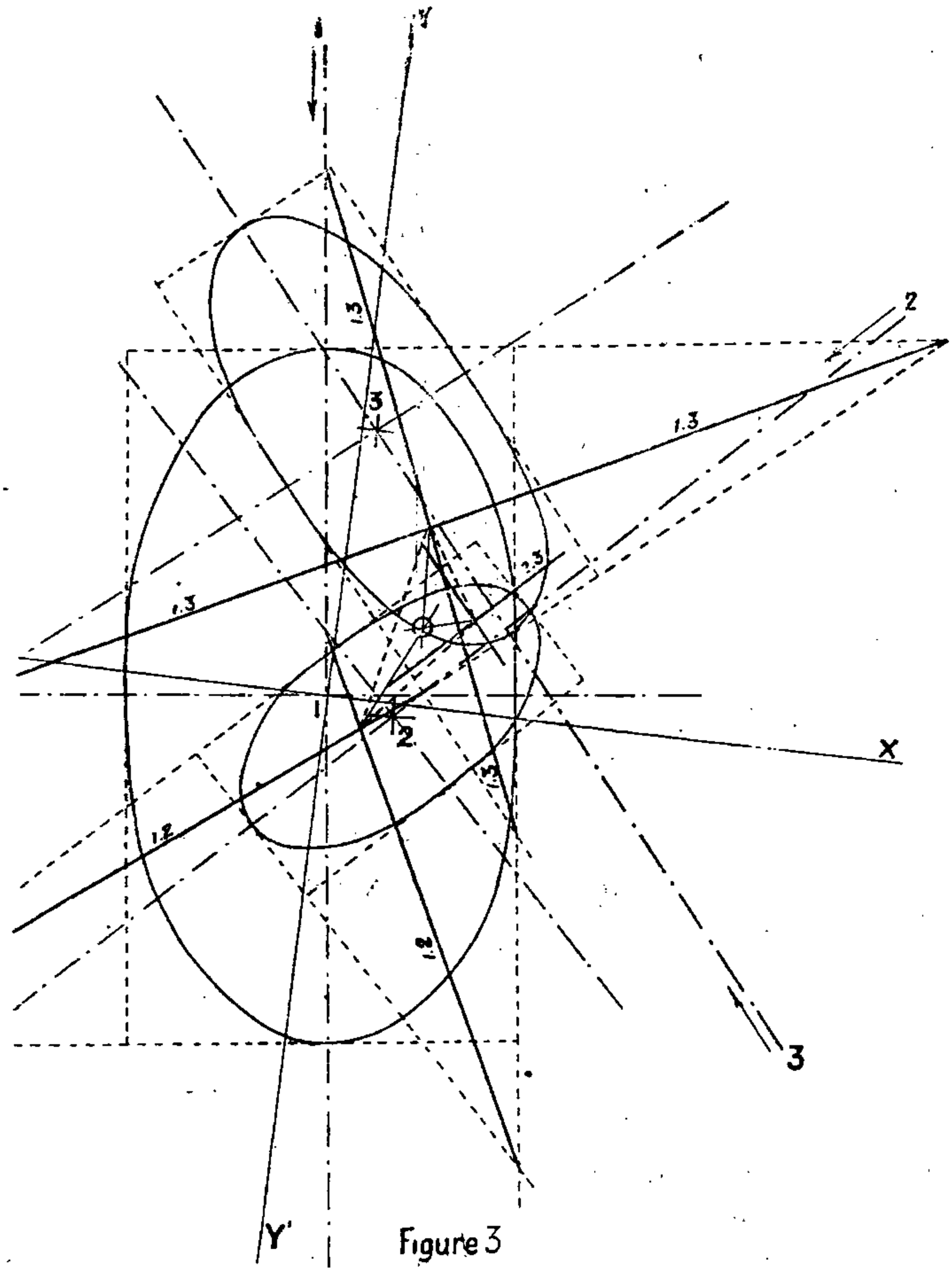


Figure 3

sion primordiale du procédé de compensation graphique proposé : *la recherche d'un point dans l'espace limité par le recouvrement des ellipses de tolérance des divers cheminements en cause.* Si donc le polygone résidu constitué par les points qui résultent de la combinaison des diverses directions prises deux à deux avait son centre trop éloigné du polygone de recouvrement, on devrait discuter la position du point cherché pour la rapprocher de la limite de superposition des ellipses. Dans la pratique, le graphique est très simplifié. Les ellipses n'y figurent généralement pas. On ne fait guère apparaître que le polygone de recouvrement et les seules intersections indispensables.

Cas d'un cheminement fermé

On remarquera ici que les écarts changent de signe à chacun des changements de direction. Des éliminations se produisent à certains moments par somme algébrique et l'écart de fermeture $1 - 1_\alpha$ ne représente pas une combinaison d'erreurs aussi facile à suivre que dans le cheminement tendu. Il y aurait alors intérêt à se placer dans des conditions plus favorables. On y parviendrait en divisant le cheminement fermé en deux tronçons qui auraient une même origine et qui seraient compensés à l'autre commune extrémité .Ces tronçons seraient choisis pour que chacun d'eux ait la forme la plus homogène en ce qui concerne l'équivalence des longueurs de côtés et des ouvertures d'angles.

M. DEHALU

Professeur d'Astronomie et de Géodésie à l'Université de Liége.

SUR LES EXPERIENCES DE GEODESIE DE M. LECRENIER

Dans une note présentée en 1905 à la Société géologique de Belgique (1), M. Ad. Lecrenier a montré qu'une boule de verre massive, abandonnée au refroidissement à l'air libre, immédiatement après avoir été façonnée par le verrier, présentait des vacuoles de retrait importantes capables, selon lui, de déplacer le centre de gravité du système.

Par une autre expérience, il a montré aussi que si l'on abandonne au refroidissement rapide un creuset contenant un métal fondu, surmonté d'une couche de verre fondu, il se forme des vacuoles considérables entre la couche de verre et la surface du métal, le verre se solidifiant d'abord, le métal se solidifiant ensuite et se contractant.

---

(1) Ad. Lecrenier : *Sur une cause de variation de l'inclinaison de l'axe terrestre sur le plan de l'écliptique*. Ann. Soc. géol. de Belgique, t. XXXII, Mémoires.

Il avait basé sur ces faits une explication nouvelle du déplacement de l'axe terrestre en considérant notre planète comme un sphéroïde composé d'un noyau central métallique entouré de silicates, dont la couche extérieure est solidifiée, tandis que les parties profondes sont encore pâteuses ou liquides. Ces masses internes continuent à se refroidir et par suite à se rétracter. Le retrait ne peut s'opérer qu'en entraînant la formation de vacuoles considérables susceptibles de déplacer le centre de gravité du système.

M. Lecrenier a tout récemment entrepris une nouvelle série de recherches qui font l'objet d'un mémoire présenté à la Section de Géologie du Congrès de l'A. F. A. S. Il a d'abord étudié les phénomènes qui se passent lors du refroidissement d'une sphère de plomb fondu entourée de toutes parts d'une enveloppe vitreuse.

Il constate : 1° que le plomb en se rétractant exerce sur le verre une traction telle que toutes les boules sont fragmentées, résultat du fait que le métal a mouillé le verre et s'y est soudé intimement.

2° qu'il se produit à certains endroits des cavités de retrait considérables.

Les expériences faites sur les boules de verre présentant, quand on les compare au refroidissement de notre planète, un inconvénient qui résulte de l'état de rigidité trop brusque réalisé dans la couche extérieure lequel empêche toute déformation de cette couche, M. Lecrenier crut intéressant de reprendre des essais en opérant sur des matières plus malléables que le verre. Il employa la paraffine et la stéarine. Nous n'entrerons pas dans le détail de ces expériences très ingénieuses, qu'on trouvera exposées dans le volume du Congrès. Nous nous bornerons à dire qu'elles ont confirmé les premières observations et que des vides, des cavités où règne le vide, apparaissent comme conséquence du refroidissement.

Dans le cas de la Terre, le refroidissement aurait amené dans toute l'épaisseur de la couche solidifiée, la formation de géodes dont certaines peuvent être considérables. Les échantillons présentés par M. Lecrenier montrent parfois un très grand nombre de cavités, réparties d'une façon quelconque et ayant des dimensions très variables, allant de la grosseur d'une tête d'épingle à des vides très conséquents. Comme dans le cas des sphères montrées toute la masse s'est rétractée, ces cavités sont parfois voisines du centre. Ce n'est évidemment pas le cas pour la croûte terrestre où la zône solidifiée est relativement faible et où les cavités se sont localisées à une quarantaine de kilomètres au plus de la surface. Les plus voisines peuvent au reste, comme M. Lecrenier le précise dans sa note, dans certaines conditions, provoquer les éruptions par explosion. Nous n'envisagerons pas ce point qui se rattache plus spécialement à un autre domaine, mais nous ferons remarquer que la formation de géodes souterraines, inhérentes à la solidification des magmas silicatés, permet une explication plausible, en dehors de toute

conception mathématique, des anomalies de gravité que présentent les hauts massifs montagneux et les grands fonds marins.

Les géodes se présentant aussi bien sous les montagnes que sous les mers, au sein de la croûte de première solidification, il se conçoit, si l'on tient compte de leur profondeur relative, qu'elles donnent lieu à un défaut ou un excès de gravité, suivant que le pendule sera placé sur un continent, dans le voisinage d'une haute montagne, ou dans une île.

La présence de géodes de retrait offre à l'esprit une explication plausible des anomalies de gravité, à moins d'admettre avec Pratt qu'à travers toutes les transformations géologiques le poids de matière contenue dans des colonnes verticales allant de la surface extérieure du globe à une surface de niveau intérieure est partout le même. Nous touchons ici à la théorie de l'isostasie qui attribue à l'hétérogénéité du magma terrestre les ondulations superficielles du globe : montagnes et fonds marins.

L'isostasie, condition d'équilibre de la figure vers laquelle la gravitation tend à réduire un corps planétaire, exige en effet, qu'étant donnée l'hétérogénéité de la Terre, il se produise des renflements dans les endroits où s'accumule la matière la moins dense et des dépressions dans tous ceux où s'accumule la matière la plus dense. Autrement dit, les montagnes auraient uniquement tiré leur existence de la matière située en dessous d'elles. Et l'on doit admettre dès lors ou bien, comme l'a supposé Clairaut, que les montagnes seraient venues s'ajouter, avec toute leur masse, sur une surface de niveau remplie d'une façon régulière, ou bien que pour chaque montagne importante, il y aurait un défaut de densité compensant l'excès de masse.

La seconde hypothèse est peut-être plus voisine de la vérité que la première: En effet comme nous n'avons pas connaissance que les roches constituant les montagnes ont une densité moindre, nous pouvons croire que le défaut de densité de la masse totale des montagnes au-dessus de la surface de niveau considérée est dû à la présence de cavités. Les expériences de M. Lecrenier montrent la possibilité de leur formation. C'est en cela que réside leur grand intérêt.

Les géodésiens, qui depuis Clarke, se sont ralliés à la séduisante hypothèse de l'isostasie parce qu'il leur paraissait difficile d'admettre dans l'écorce terrestre la présence de cavités importantes capables de produire des anomalies de gravité, ne se doutaient pas que l'existence de telles cavités était la conséquence logique du refroidissement et de la contraction du globe.

Les expériences de M. Lecrenier qui mettent en lumière la formation de vides importants et les représentent comme la résultante nécessaire du refroidissement et de la contraction des magmas silicatés, ont à ce point de vue la portée la plus intéressante.

P. JUPPONT
Ingénieur des Arts et Manufactures, Toulouse.

DE L'INERTIE A LA MECANIQUE OBJECTIVE

A. LEBEUF
Directeur de l'Observatoire de Besançon.

RESULTATS CHRONOMETRIQUES OBTENUS EN 1924 (1er MAI 1923-30 AVRIL 1924) ET COMPARAISONS PRINCIPALES AVEC LES RESULTATS DE L'ANNEE 1923

	DÉPOTS		BULLETINS		RETIRÉS AVANT LA FIN DES ÉPREUVES	
	1924	1923	1924	1923	1924	1923
Chronomètres de marine.	0	1	0	0	0	0
Chronomètres de poche.	534	532	394	338	20	39

29e Concours (1923-24).

Moyenne des 5 meilleurs chronomètres.

FABRICANTS	NOMBRE DE POINTS
MM. Leroy et Cie.....	251,1
G. Tribaudeau.....	213,3
Mme Vve J. Antoine.....	210,1
MM. Pétolat-Anguenot.....	203,0
Lipmann frères.....	185,0

La coupe chronométrique de l'Observatoire de Besançon est adjugée définitivement à MM. L. Leroy et Cie qui l'ont méritée aux trois concours consécutifs de 1921-22, 1922-23 et 1923-24.

Caractéristique de l'année 1923-24. — Maintien des dépôts. Accroissement des bulletins de marche, des récompenses individuelles et collectives, du nombre de pièces compliquées. Organisation d'épreuves sportives en 1re et 2e classes. Règlement du 1er mars 1924.

Commandant LITRE
Président de la Société d'Astronomie populaire de Toulouse.

LES ORBITES KEPLERIENNES SONT-ELLES DES REALITES?

L. MAURY
Professeur honoraire, Reims.

ESSAI DE CALENDRIER PERPETUEL

Henry MEMERY
Observatoire de Physique solaire et Météréologie générale, à Talence (Gironde)

NOUVELLES RECHERCHES SUR LES VARIATIONS PERIODIQUES DES TACHES SOLAIRES, INDEPENDANTES DE LA PERIODE UNDECENNALE

Dans une communication présentée en 1923 au Congrès de Bordeaux de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, j'exposais les premiers résultats déduits d'une série d'observations du Soleil montrant l'existence d'une périodicité des taches solaires, indépendante de la période undécennale.

En effet, si, d'une année à l'autre, on rapproche les dates d'apparition et de disparition des grandes taches solaires, on observe que, dans la plupart des cas, ces dates coïncident exactement ; d'autres fois, la différence est de 1 ou 2 jours. L'ensemble des observations montre que les taches solaires ont une tendance *à s'accumuler sur certaines dates*.

On peut également vérifier ce fait, en totalisant, pour chaque jour de l'année, le nombre ou la superficie des taches solaires *parues à la même date pour un certain nombre d'années* ; on obtient ainsi *la superficie quotidienne normale* des taches solaires (on établit, de la même manière, en Météorologie, la moyenne quotidienne *normale* de la température).

Examinons les résultats fournis par ces deux procédés.

1° *Dates d'apparition et de disparition des grandes taches solaires* :

Ce procédé, très simple, consiste à rapprocher, d'une année à l'autre, les dates d'apparition et de disparition des grandes taches solaires (c'est-à-dire les taches ou groupes dont la superficie a atteint ou dépassé 100 *millionièmes* de l'hémisphère solaire, ou qui ont effectué une demi-rotation du bord est au bord ouest du Soleil; en général, très peu de taches dont la dimension est inférieure à 100 millionièmes, atteignent une durée de 12 à 13 jours, nécessaire pour passer d'un bord du Soleil à l'autre bord). Ces recherches ont porté sur les 50 années pour lesquelles on possède des observations solaires complètes (1874-1923).

Comme suite à la liste insérée dans la communication de l'année précédente qui concernait les taches parues de fin janvier au 10 février, nous donnons ci-dessous les taches parues à deux autres époques également curieuses par la fréquence des grandes taches : fin mars-10 avril ; fin mai-10 juin.

I. Fréquence des taches solaires 29/31 mars-8/10 avril :

ANNÉES	GRANDES TACHES VISIBLES
1880...	30 mars- 9 avril
1881...	31 mars- 6 avril
1883...	29 mars- 8 avril
1884...	29 mars- 9 avril
	31 mars- 7 avril
1886...	29 mars- 9 avril
	31 mars-12 avril
1891...	29 mars-10 avril
1892...	31 mars-11 avril
1895...	29 mars- 6 avril
1896...	30 mars-10 avril
	30 mars-11 avril
1897...	31 mars-10 avril
1898...	31 mars-13 avril
1905...	29 mars- 7 avril
1906...	31 mars-12 avril
1907...	29 mars- 9 avril
	31 mars-12 avril
1909...	29 mars- 9 avril
	29 mars- 9 avril
1914...	30 mars-11 avril
1915...	30 mars-10 avril
	30 mars-11 avril
	31 mars-10 avril
1916...	29 mars- 8 avril
	31 mars-11 avril
1918...	31 mars- 9 avril
	31 mars-11 avril
1919...	30 mars-11 avril

II. L'immense groupe de taches qui vient de paraître du 29 mai au 12 juin 1924 (visible à l'œil nu du 2 au 8 juin) fait partie du cycle périodique qui commence fin mai, comme le montre la liste suivante :

ANNÉES	GRANDES TACHES VISIBLES	ANNÉES	GRANDES TACHES VISIBLES
1881...	31 mai-11 juin	1907...	29 mai- 9 juin
1882...	29 mai- 9 juin	1908...	31 mai- 9 juin
1883...	30 mai-11 juin		31 mai- 9 juin
1884...	30 mai- 7 juin		31 mai-10 juin
	30 mai-11 juin	1910...	31 mai- 5 juin
	31 mai-11 juin	1917...	31 mai-12 juin
1885...	30 mai- 8 juin	1918...	29 mai- 7 juin
	30 mai- 9 juin		30 mai-12 juin
1892...	29 mai-10 juin		31 mai- 9 juin
1893...	31 mai- 9 jniu		31 mai- 9 juin
	31 mai-11 juin	1919...	29 mai- 6 juin
1895...	30 mai-10 juin		30 mai-11 juin
	31 mai- 9 juin		30 mai-10 juin
1896...	31 mai-12 juin	1920...	30 mai-10 juin
1905...	31 mai-11 juin	1924...	29 mai-12 juin
1906...	31 mai-10 juin		

Il y a lieu de noter que 6 mois présentent une recrudescence importante de taches solaires du 29 au 31 ; ce sont : janvier, mars, mai, juillet, août et septembre.

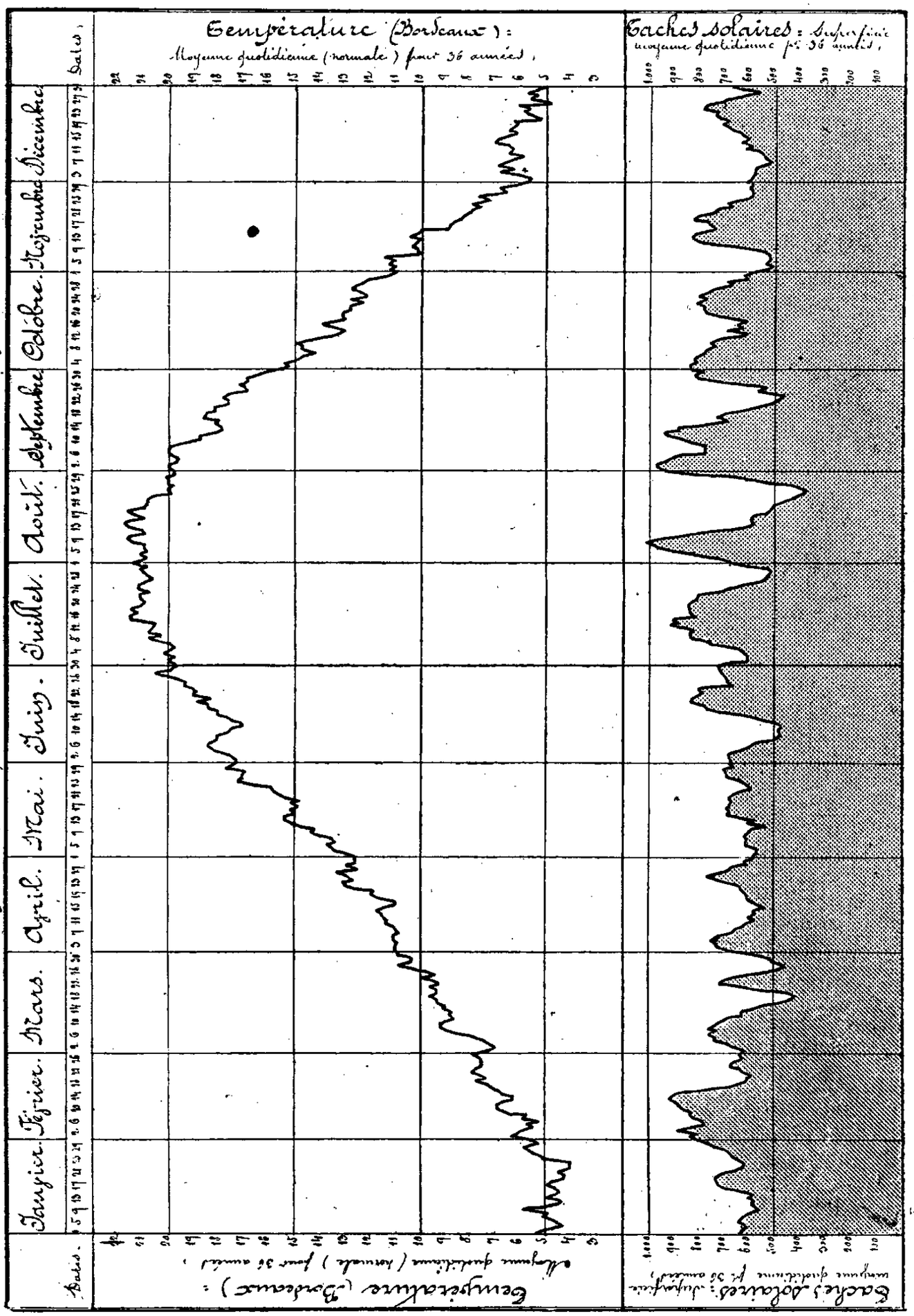
D'autres époques de fréquence annuelle correspondent également aux mêmes dates du mois, par exemple : 5/7 au 16/18 février ; 5/9 au 15/19 mars ; 3/5 au 15 juillet ; 5/8 au 20 août ; 6/10 au 20 septembre ; 7/10 au 20 novembre ; 7/10 au 20 décembre.

En général, les taches solaires *ont une tendance à se montrer plus nombreuses dans la première quinzaine de chaque mois* ; les époques de fréquence des taches sont relativement rares vers le milieu du mois ; parmi ces dernières, les plus importantes sont : 10/12 au 22/25 mai ; 12/15 au 25 juin ; 10/22 au 22/25 décembre.

Cette prédominance des taches solaires dans la première quinzaine de chaque mois se retrouve, lors de certaines années, dans la fréquence d'apparition des taches, *la même année, à la même date du mois*. Ex.

	GRANDES TACHES VISIBLES		GRANDES TACHES VISIBLES
1885...	1er janvier	1895...	2 avril
	1er janvier		2 mai
	1er février		2 juin
	1er avril		2 juillet
	1er mai		2 juillet
	1er juin		2 août
	1er juillet		2 août
	1er septembre		2 septembre
	1er octobre		2 décembre, etc...

LES VARIATIONS PERIODIQUES DE LA TEMPERATURE ET DES TACHES SOLAIRES (1878-1913)



2° *Moyenne quotidienne normale des taches solaires* :

La moyenne quotidienne *normale* des taches solaires a été établie avec *toutes* les taches qui ont paru au cours des 36 années qui comprennent les 3 périodes solaires du minimum de 1878 à celui de 1913. Comme on devait s'y attendre, les deux procédés de vérification de fréquence des taches solaires donnent des résultats concordants, les parties ascendantes de la courbe annuelle correspondant aux époques de grande fréquence des taches.

La courbe annuelle des variations quotidiennes des taches solaires montre que l'amplitude des oscillations est plus forte en été et plus faible en hiver (v. graphique ci-joint) ; elle atteint sa plus grande élévation de juillet à septembre, avec maximum absolu le 8 août. Le minimum de l'année se place immédiatement après le maximum (25 août).

Les époques de plus grande fréquence des taches solaires déduites des 3 périodes undécennales indiquées ci-dessus, se classent comme suit, par ordre d'importance décroissante au point de vue de la superficie des taches :

DATES	MAXIMUM DE LA SUPERFICIE TACHÉE
30 juillet-20 août	1.011 le 8 août
25 août-20 septembre	967 le 2 septembre
25 janvier-15 février	917 le 13 février
6 juillet-25 juillet	906 le 13 juillet
12 juin-25 juin	843 le 19 juin
8 novembre-25 novembre	840 le 19 novembre
26 septembre-15 octobre	835 les 2/3 octobre
18 octobre-1er novembre	815 le 23 octobre
10 décembre-27 décembre	792 le 24 décembre, etc...

La persistance du retour des grandes taches solaires à la même époque presque chaque année semble montrer que la cause qui produit ce phénomène doit être également périodique.

On ne peut ici faire intervenir la rotation solaire qui ramène les grandes taches en face de la Terre dans l'intervalle de 27 à 28 jours (rotation synodique). Si les taches se formaient sensiblement dans la même région de la surface solaire, on retrouverait une périodicité de 27 à 28 jours dans les époques de fréquence de ces taches ; or, on n'observe cet intervalle de 27/28 jours que dans le retour des grandes taches dont la durée atteint deux ou quelquefois trois rotations solaires et, ensuite, l'apparition des taches revient à la même date du mois dans le courant de la même année.

Cette variation des taches solaires n'aurait, en somme, d'autre importance que d'ajouter une énigme à toutes celles qui concernent ces curieuses formations, *si la comparaison avec les variations des températures normales quotidiennes pour la même série d'années* ne faisait apparaître des coïncidences du plus haut intérêt.

On sait que chacune des courbes représentant les températures normales pour la plupart des stations de l'ouest de l'Europe, fait apparaître des variations inexplicables (retour du froid au printemps et en été, hausse de la température en automne et en hiver) d'allure périodique, dont la cause n'a pu jusqu'ici être déterminée.

Or, si l'on rapproche la courbe des valeurs quotidiennes normales de la température et celle des valeurs quotidiennes normales des taches solaires, on observe un parallélisme des plus frappants, chaque hausse de la température coïncidant avec une recrudescence des taches solaires et, inversement, les baisses de la température coïncidant avec une diminution dans le nombre ou l'étendue de ces taches.

C'est ainsi que les plus hautes températures s'observent généralement en août (du 1er au 20), époque du maximum annuel des taches solaires. La température normale du mois d'août, qui devrait être inférieure à celle de juillet par suite de la diminution de la durée du jour et de la moins grande hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, diffère très peu de celle de juillet et, dans certaines régions, lui est supérieure (à Bordeaux, température normale du mois de juillet : 20°7 ; du mois d'août : 20°9).

Les températures de la première décade de septembre, généralement très élevées, corerspondent à la recrudescence importante des taches solaires qui commence fin août.

L'abaissement de la température du 5 au 15 juin (le plus marqué de toute l'année) survient à la suite de la disparition des grandes taches de la fin du mois de mai, etc...

L'examen des deux courbes du graphique ci-joint montre ces curieuses concordances et laisse entrevoir tout le profit que la Météorologie pourrait retirer de l'observation et de l'étude des phénomènes solaires.

R. de MONTESSUS de BALLORE

Docteur ès-Sciences, Chef de la Section d'Enseignement
à l'Office national météorologique, Directeur de l'*Index generalis*.

AU SUJET DU CALCUL DE LA PROBABILITE DES ECARTS

Le calcul des fréquences, dont la théorie des erreurs accidentelles d'observation est un cas particulier, se fait souvent par la formule « approchée »

$$T_{mp,\lambda} = \Theta\left(\frac{\lambda}{\sqrt{2mpq}}\right),$$

où m désigne le nombre d'épreuves, p la probabilité avec $q = 1 - p$, λ l'écart.

1. Cette formule ne donne souvent qu'une approximation insuffisante, comme le montrent les résultats suivants :

VALEURS DE m	VALEURS DE λ	VALEURS DE p	VALEURS DE Tmp,λ	VALEUR APPROCHÉE DE Tmp,λ
500	10	0,1	0,8832	0,8639
100	10	0,5	0,9648	0,9545
71	10	0,7	0,9933	0,9904
62	10	0,8	0,9986	0,9985
24	6	0,25	0,9979	0,9953

2. Les calculs d'écarts se présentant très fréquemment dans les sciences statistiques, nous les rencontrons personnellement en Météorologie, il y a lieu de mettre à même les calculateurs de les efffectuer autrement que par la formule (I).

A cet effet, j'ai entrepris, avec M. J. Duarte, de Genève, le calcul de $\log n!$ (n allant de 1 à 1000), avec 12 décimales, et la rédaction des instructions nécessaires. Ce travail a fait l'objet du *Mémorial* n° 10 de *l'Office national météorologique*, paru en avril 1925.

J. PAUWEN
Chef de Travaux, Laboratoire d'Astronomie et de Géodésie
de l'Université de Liége.

NIVELLEMENT GENERAL DE L'OURTHE SUPERIEURE

Le nivellement de l'Ourthe supérieure, tel que nous l'avons exécuté, comprend un nivellement de haute précision de la vallée et un levé du profil de la rivière s'appuyant sur ce nivellement. Le nivellement a été exécuté au moyen d'un niveau Wild-Zeiss (modèle nº II) à bulle reversible et de deux mires de précision à ruban d'invar. Le levé du profil de la rivière a été effectué au tachéomètre.

Le but poursuivi était double.

a) S'assurer de la précision qu'il était possible d'atteindre avec un outillage aussi perfectionné que celui dont nous disposions.

b) Établir le profil en long d'une partie de l'Ourthe supérieure comme contribution à l'étude morphologique de cette vallée.

Nivellement de haute précision.

Dans ce nivellement nous nous sommes inspirés des méthodes appliquées par le *Nivellement général de la France* en les adaptant aux instruments employés.

Comme support de mire nous nous sommes servis de piquets en bois, surmontés d'un rivet à tête hémisphérique destiné à supporter le talon de la mire. Nous avons ainsi déterminé la différence d'altitude entre une série de piquets placés le long de la rivière ou dans son voisinage immédiat.

La distance nivelée s'étend de Melreux au pont de Nisramont, soit sur une longueur de 44 kilomètres.

L'erreur probable kilométrique moyenne a été trouvée égale à $\pm$ 0mm. 6. Elle a été calculée en partant des discordances de nivelée à nivelée dans les opérations d'aller et retour.

Cette précision a pu être obtenue grâce au mode de calage de la bulle, à la puissance optique de la lunette et à la faible variation de l'acier invar avec la température.

Le calage de la bulle, dans le niveau de Wild-Zeiss, se fait avec rapidité et précision par la mise en coïncidence des images des deux extrémités de la bulle vues à travers un système de surfaces réfléchissantes.

La lunette possède un grossissement de 28 diamètres et fournit

une image très claire et très nette de la mire. Elle permet de lire facilement le demi-millimètre à 120 mètres de distance. On peut ainsi, sans inconvénient, augmenter la longueur des nivelées d'où résulte un gain de temps et de précision.

La substitution aux mires en bois des mires à ruban en acier invar constitue aussi un réel progrès. On sait en effet que les facteurs les plus difficiles à déterminer dans un nivellement de précision sont les variations de la longueur de la mire dues à la température et à l'état hygrométrique de l'air. La prise de température est toujours aléatoire, le thermomètre étant en général plus rapidement influencé par les variations de température que la mire. D'autre part, les étalonnages de la mire ne peuvent se faire qu'une ou deux fois par mois en campagne ; il faut donc supposer, pour les réductions, que dans l'intervalle de deux étalonnages successifs, la longueur de la mire a varié proportionnellement au temps, ce qui, évidemment, est loin d'être réalisé. Les mires en invar ne subissent pas l'influence de l'état hygrométrique de l'air et si on les étalonne à une température moyenne de 18° par exemple, il n'y a pas lieu de tenir compte de la variation de leur longueur avec la température.

Avec le matériel employé, il est possible de réaliser une vitesse d'avancement considérable en même temps qu'une grande précision. Nous avons en moyenne exécuté 4 kilomètres de nivellement aller et retour par journée de 9 heures de travail effectif bien que ne disposant pour tout personnel que de deux porte-mires. Avec une équipe plus nombreuse, il serait possible d'accélérer encore cette vitesse de marche.

Levé de la rivière.

Les piquets du nivellement de haute précision ont été pris comme sommets d'une ligne polygonale dont les éléments, longueur et azimuts, ont été déterminés au tachéomètre. Par rayonnement de chacun de ces sommets, on détermina la position en planimétrie et altimétrie d'un grand nombre de points de la surface de la rivière. La grande sécheresse de l'été 1921 avait réduit considérablement les hauteurs d'eau, qui, dans toute la partie de l'Ourthe en amont de Laroche, ne dépassait guère 10 à 15 cm. Le lit du cours d'eau se composait ainsi d'une succession de petites nappes d'eau s'étageant de l'aval vers l'amont suivant le profil du fond de la rivière. Plus de mille points appartenant à ces petites nappes horizontales furent levés sur une distance de 44 kilomètres ; ils servirent à obtenir le profil en long de la rivière. L'étude de ce profil nous a permis d'établir deux lois du creusement de la vallée dans les méandres :

Lois du creusement de la vallée dans les méandres.

L'étude du creusement des vallées, dans leur forme générale, a fait l'objet de nombreux travaux qui ont mis en évidence la forme

hyperbolique du profil en long. Nous nous sommes placés à un point de vue plus restreint et avons étudié le creusement de la vallée dans les méandres. Les deux lois que nous sommes parvenus à mettre en évidence semblent d'ailleurs se rattacher à la loi du creusement hyperbolique.

Nous considérerons un méandre comme composé de deux alignements droits et d'une boucle, la boucle étant la partie du méandre où a lieu le changement brusque de direction de la rivière.

1re *loi.*

L'augmentation de pente dans une boucle est inversement proportionnelle (1) à son rayon de courbure pour des rayons compris entre 100 et 350 mètres. Pour des rayons plus grands l'augmentation de pente devient plus petite et lorsque les rayons atteignent 600 mètres, la valeur moyenne de la pente se rapproche de celle des alignements droits.

2e *loi.*

La pente dans la partie amont d'une boucle diffère de celle de la partie aval et cette différence est inversement proportionnelle au rayon de courbure de la boucle pour des rayons compris entre 100 et 350 mètres. Pour des rayons plus grands la différence de pente s'atténue et s'annule même lorsque les rayons atteignent ou dépassent 600 mètres.

Ces deux lois résultent de l'examen de 30 méandres ; 27 les vérifient.

La nature homogène des terrains traversés par le lit de la rivière a vraisemblablement contribué à faciliter l'établissement de ces lois.

Colonel PERRIER

LA NOUVELLE CARTE DE FRANCE

Nous ne possédons du territoire français en entier qu'une seule carte topographique originale, appuyée sur des travaux réguliers, géodésiques et topographiques, effectués sur le terrain. C'est la carte au 80.000e. dite de l'Etat-Major.

(1) Au sens mathématique du mot.

Les principes d'exécution de cette carte ont été posés par une grande Commission instituée en 1817, sous la présidence de Laplace. Primitivement la carte devait être également utile à tous les Services publics, les levés sur le terrain devaient être faits au 10.000e, la carte devait être publiée au 50.000e. On prévoyait l'utilisation constante des plans cadastraux, établis à partir de 1808, généralement au 2.000e, et de leurs tableaux d'assemblage au 5.000e ou au 10.000e. On comptait à juste titre simplifier ainsi notablement le travail de planimétrie des levés de la carte et réduire presque entièrement la tâche des topographes à la représentation du figuré du terrain.

Malheureusement, un certain nombre de raisons et plus particulièrement des considérations budgétaires ont fait que cette belle conception d'ensemble du début n'a jamais été réalisée. On fut peu à peu amené à se contenter d'une carte seulement administrative et militaire et à réduire au 40.000e l'échelle de la grande majorité des levés. Quant à l'entente avec le Service du Cadastre, elle ne fonctionna jamais d'une manière suivie et bien efficace.

Il en résulte qu'aujourd'hui, cent huit ans après la constitution de la Commission de 1817, au moment où les besoins que celle-ci avait voulu satisfaire deviennent de plus en plus impérieux, la carte au 80.000e est reconnue notoirement insuffisante. A l'envi, Services civils et militaires, Administrations publiques et privées, savants ou simples particuliers, réclament une carte à plus grande échelle — le 50.000e — appuyée sur des levés réguliers — au 10.000e ou au 20.000e — dont ils demandent la diffusion par publication, tout comme pour la carte. C'est revenir en somme au programme primitif de la Commission de 1817, en l'élargissant encore, puisqu'il s'agit à présent d'imprimer tous les levés. Il est un peu vexant pour notre amour-propre de constater que ce programme, certaines nations l'ont déjà entièrement ou partiellement réalisé.

Que constate-t-on chez nous, au contraire ?

Depuis plus de quarante ans, des tentatives multiples, avortées faute de plan d'ensemble fermement arrêté et aussi par suite du manque de moyens (personnel et crédits) nécessaires pour mener à bien une aussi grande œuvre dans un délai raisonnable, sans que les travaux traînent indéfiniment, sans que les méthodes employées sur le terrain ou les procédés d'atelier ne deviennent complètement désuets et surannés entre l'apparition des premières feuilles de la carte et celle des dernières.

L'histoire des efforts décousus tentés en France depuis plus de quarante ans, presque depuis la publication des feuilles au 80.000e de la Corse, les dernières en date de la carte d'Etat-Major, pour remplacer celle-ci par un document plus moderne, est caractéristique à cet égard.

On s'est imaginé d'abord qu'une carte au 50.000e en couleurs, ré-

digée d'après les anciens levés, remédierait aux insuffisances du 80.000e (premier type entrepris en 1881, abandonné en 1884, second type étudié et proposé en 1897).

Sur ces entrefaites, en 1890, est créée la *Commission centrale des Travaux géographiques* composée de représentants de tous les Départements intéressés, chargée de veiller aux doubles emplois et de prendre connaissance de tous les projets de levés et de cartes à exécuter aux frais de l'Etat. En 1891, une *Commission extraparlementaire du Cadastre* est constituée pour étudier sous toutes ses faces le problème d'un nouveau Cadastre, à substituer à l'ancien, suranné.

Ces deux Commissions travaillent dès lors à peu près indépendamment l'une de l'autre : la première tient quelques séances espacées au cours d'une dizaine d'années ; la seconde poursuit ses travaux pendant douze ans et publie *quantité de gros volumes*.

Les études des hommes éminents et compétents qui les composaient ont remis incontestablement plus que jamais en lumière toute la valeur des conceptions primitives de la Commission de 1817. Dès l'année 1898, personne ne conteste: 1° la nécessité de posséder, pour tout le territoire français, une carte topographique au 50.000e dérivée de *levés* dit de *précision* au 10.000e (ou au 20.000e en montagne) également publiés ; 2° l'urgence d'un nouveau Cadastre ; 3° les avantages (rapidité et économie) que les Services chargés de la carte et du Cadastre retireront d'une mutuelle et étroite collaboration. Il est admis, comme des vérités bien démontrées, que les levés cadastraux seront singulièrement facilités s'ils s'appuient sur la triangulation générale du territoire exécutée pour servir de canevas à la carte ; inversement, on estime qu'ils seront des plus utiles pour l'établissement rapide de la planimétrie de celle-ci.

D'ailleurs, de l'avis de tous, l'ancienne triangulation dite des Ingénieurs Géographes, qui a fourni les points géodésiques de la carte d'Etat-Major, est scientifiquement inutilisable au sens de la Géodésie moderne, de précision et de densité insuffisante pour servir d'ossature aux triangulations cadastrales de détail, inutilisable même pour les levés de précision au 10.000e et au 20.000e dans une quantité de régions, serait-ce seulement pour cette bonne raison que nombre de signaux ou repères ont disparu. Tout cela est su, connu, avéré.

On entreprend alors à peu près parallèlement, d'après ces idées judicieuses, les travaux de la nouvelle carte et ceux du nouveau Cadastre et pendant quelque temps tout marche dans la bonne voie. En 1898, le Service géographique commence la réfection du réseau géodésique français, fournissant, au fur et à mesure de l'achèvement des triangulations de détail, des points trigonométriques d'exactitude requise, au Service du nouveau Cadastre. Les levés de précision sont intensifiés. En 1899, paraît la première feuille de la nouvelle carte au 50.000e en couleurs, fort admirée et appréciée

On était donc en droit, à cette époque, d'espérer la fin des tâtonnements qui duraient depuis vingt ans. Mais on ne marcha pas longtemps dans la même direction. En 1907, un Ministre des Finances supprima les crédit affectés à la triangulation au titre du Cadastre et décapita le Service du nouveau Cadastre, en voie de plein rendement, en changeant complètement son caractère et dispersant ses employés. Le nouveau Cadastre avait vécu à peine quelques années.

Quant aux travaux de la nouvelle carte, ils étaient condamnés d'avance à végéter : du fait des faibles crédits qui leur étaient affectés, il eût fallu *plusieurs siècles* pour les terminer.

La suppression des crédits alloués par le Département des Finances leur porta un coup sensible. Le Service géographique fut réduit à poursuivre par ses seules et maigres ressources la réfection de la triangulation, qu'il proclamait toujours indispensable pour bien asseoir les levés de la carte, et à publier modestement deux ou trois feuilles de celle-ci par an (sur un *millier* dont elle doit se composer !).

Aussi, dès 1912, la Commission centrale des Travaux géographiques, arrachée à un long sommeil dans lequel elle est retombée depuis, s'est vue dans la nécessité d'avouer que nos arrière-petits-neveux seuls verraient l'achèvement de la carte si l'on ne décidait de suite de limiter à l'Est de la France la région à publier et de faciliter l'impression en supprimant trois planches sur les dix nécessaires par feuille. On retombait implicitement, comme après 1817, sur la conception d'une carte utile surtout à l'Armée, en priant tous les mécontents de borner leurs exigences, pour la plus grande partie du territoire, à celles que peut satisfaire le 80.000e.

Peu après, l'expérience de la guerre de positions est venue démontrer l'utilité de levés de précision à grande échelle pour les besoins de l'Armée, non seulement dans les régions fortifiées comme on se l'imaginait antérieurement, mais dans toutes les zones pouvant être le théâtre d'hostilités. Dans les régions dévastées du front, les anciens points géodésiques (dont bon nombre étaient des clochers) ont disparu, non seulement en partie, comme autrefois, mais en totalité, ce qui rend la réfection de la triangulation encore plus nécessaire que jadis. Sur presque toute l'étendue des régions où se sont déroulées les opérations, dévastées ou non, la création de routes, de chemins de fer, de champs d'aviation et d'exercice, — dans les régions dévastées ou simplement occupées par l'ennemi, l'incendie ou le vol des documents cadastraux dont il n'existe pas toujours des duplicata. sont autant de raisons qui imposent plus que jamais la réfection du Cadastre.

Aussi d'une part le Service géographique s'est-il employé depuis la reprise de ses travaux, à donner le plus de développement possible aux levés de précision à grande échelle.

D'autre part, un *Service de la Reconstitution foncière et du Ca-*

dastre, créé en 1919 au Ministère des Régions libérées et passé en 1923 au Ministère des Finances sous le nom de *Service d'Etudes pour la Revision et la Réfection du Cadastre*, a poursuivi, sous la direction de M. l'Ingénieur Hydrographe en Chef Roussilhe, des études du plus haut intérêt tendant à l'application de la photographie aérienne pour les levés cadastraux, et s'efforçant d'en faire un procédé rapide, pratique, peu coûteux, de grand rendement, industriel en un mot. Il est permis d'espérer que lorsque les méthodes et les instruments de M. Roussilhe seront entièrement au point, on pourra envisager la réfection d'ensemble des plans cadastraux de tout le territoire français, appuyés bien entendu sur le canevas de la nouvelle triangulation française, dont les points précis seront plus que jamais indispensables au Service du Cadastre pour la restitution des photographies aériennes.

Mais, pour nous cantonner uniquement dans le domaine des réalités, posons-nous la question précise : Où en sont à l'heure actuelle les travaux définitifs de la nouvelle carte et du nouveau Cadastre ? Quelles fractions de ces œuvres de si longue haleine peuvent-elles être considérées comme acquises au bout d'une période d'efforts d'un quart de siècle, malheureusement coupée, il est vrai, par plus de cinq ans de guerre?

La réponse n'est que trop facile et elle est décevante.

La réfection de la triangulation s'étend à peine à la Méridienne de France et aux chaînes de premier ordre de la moitié est du territoire (dont même une notable partie n'est pas achevée, dont aucune n'est publiée) et à quelques fragments de triangulation de premier ordre complémentaire et de détail (2e et 3e ordres). Or le réseau français comprend, rien que pour le premier ordre, un millier de points.

1/7e environ du territoire français est levé aux grandes échelles (1/6e si l'on tient compte des levés au 25.000e dont les Allemands, mieux avisés que nous, ont couvert l'Alsace et la Lorraine durant leur annexion).

Une quarantaine de feuilles de la carte au 50.000e sont publiées... sur 1.000.

Enfin, 100 communes environ sur 36.000 sont en possession d'un nouveau Cadastre.

Ces quelques nombres permettent de mesurer l'effort qui reste à faire, si nous ne voulons pas rester en arrière après avoir, pour cette catégorie de travaux, tenu il y a un siècle le premier rang parmi les nations civilisées. Une comparaison avec les opérations déjà terminées ou en cours sur les territoires d'autres grands pays serait à notre entier désavantage.

Il est donc grand temps de faire preuve de plus d'esprit de suite, d'appliquer aux travaux de la carte et du Cadastre des moyens assez

puissants pour être certain de les mener à bonne fin au bout d'un nombre d'années qui n'atteigne pas plusieurs siècles.

Le problème de la carte et des levés de précision sur lesquels elle doit s'appuyer a été, au milieu de l'année 1923, porté devant l'opinion publique, par une brochure essentiellement de propagande, publiée par la Direction du Service géographique de l'Armée (1). Cette brochure a eu le réel mérite de montrer à tous l'urgence d'un effort. Malheureusement, poser la question et la résoudre font deux. La solution préconisée par l'auteur anonyme est, pour ainsi dire, une solution au rabais. Brûlant ce que le Service géographique avait adoré, il assure que la réfection complète de la triangulation n'est nullement nécessaire pour asseoir les levés de la nouvelle carte et qu'on pourra raccommoder par-ci par-là l'ancien réseau délabré. Une dépense annuelle de 3.500.000 francs suffira alors, comportant uniquement 3 millions d'indemnités à un personnel de 436 topographes et 500.000 francs de dépenses cartographiques. Et tout sera fini en 20 ans !

Cette séduisante perspective, que nos prédécesseurs sont certes bien coupables de n'avoir pas envisagée, a suscité l'enthousjasme du grand public, mais a rencontré une incrédulité extrêmement marquée chez les techniciens avertis. Leur étonnement s'est accru quand ils ont constaté que le nouveau projet ne fait aucun état, ou à peu près, des services que le Cadastre peut rendre à la topographie de la carte et que la géodésie de celle-ci peut inversement rendre au Cadastre ; ils ont supputé quelles dépenses inutiles pour les deniers publics entraînerait ce manque de liaison ! L'examen détaillé des bases financières du projet a accru leur scepticisme.

Ainsi vicié à sa base, le projet de 1923 ne pouvait être que mort-né, c'est ce qui s'est produit. Mais nous en sommes à attendre encore pour la nouvelle carte un projet plus rationnel, ne reniant aucun des principes posés par la Commission de 1817, repris quatre-vingts ans plus tard par deux autres grandes Commissions, et que nos tergiversations et nos inconséquences nous ont toujours empêchés de mettre en pratique de façon suivie.

---

(1) *La nouvelle carte de France*, Paris, Imprimerie du Service géographique de l'Armée, 1923, 128 p., 14 pl.

E. PREVOT

Ingénieur des Ponts et Chaussées,

Adjoint au Directeur du Service du Nivellement général de la France,

Membre, en Service extraordinaire, du Bureau des Longitudes.

NIVELLEMENTS RECIPROQUES A LONGUE PORTEE POUR LE FRANCHISSEMENT DES ESTUAIRES DE FLEUVES

Quand une ligne de nivellement de précision franchit un large estuaire de fleuve, il faut mesurer, par un procédé particulier, la différence de niveau des deux repères de rive droite et de rive gauche, auxquels aboutissent alors les deux tronçons de la ligne situés de part et d'autre de l'estuaire. La précision de la mesure doit être du même ordre que celle du nivellement géométrique à courtes portées que l'on pourrait exécuter entre ces deux repères si l'estuaire n'existait pas.

Nous avons eu à exécuter une telle opération pour établir, à l'embouchure de la Loire, la jonction entre Saint-Nazaire (rive droite) et la plage de Mindin (rive gauche), où aboutissent deux lignes du réseau de 3e ordre du Nivellement général de la France. La largeur de l'estuaire à franchir est de 23 kilomètres et l'erreur accidentelle probable kilométrique ne doit pas dépasser 4 millimètres (1). Mais, tout en ne recherchant, en fait, que cette dernière approximation, nous avons profité de la circonstance pour étudier un procédé simple susceptible :

1° D'être admis, même dans le cas d'un estuaire coupant une ligne de 1er ordre, dont l'erreur accidentelle probable est seulement de 0,8 mm. par kilomètre ;

2° D'être appliqué avec les niveaux dont sont pourvues les brigades de nivellement et sans qu'il soit nécessaire d'effectuer une triangulation, comme l'avait fait antérieurement le Service géographique de l'armée (2).

---

(1) Pour des lignes aussi courtes (moins de 3 kilomètres), les erreurs systématiques sont négligeables devant les erreurs accidentelles.

(2) La Mission du Service géographique de l'Armée chargée, de 1899 à 1906, de la mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud, a dû exécuter un nivellement de précision traversant. en face de Guayaquil (Equateur), le rio Guayas, de 2,4 kilomètres de largeur.

La détermination de la différence de niveau des deux repères des rives a donné lieu aux opérations ci-après : 1° choix et mesure d'une base, de 772 m. de longueur, formant l'un des côtés d'un triangle jeté au-dessus du fleuve; 2° observation, avce le théodolite à microscopes, des angles de ce triangle; 3° mesure de 154 distances zénithales réciproques et simultanées, réparties sur huit journées, à des heures différentes; 4° calcul du triangle et de la différence d'altitudes des deux repères. L'incertitude de celle-ci a été de + 0 m. 01. (Voir le 1er volume des *Comptes-rendus de la* 16e *Conférence générale de l'Association géodésique internationale*, 1909).

Nous avons été ainsi conduit à adopter, en principe, la méthode du *nivellement géométrique réciproque*, avec une station sur chaque rive. La difficulté résidait dans l'obtention du haut degré de précision reconnu nécessaire. Nous l'avons résolue par le procédé indiqué plus loin, qui se justifie par les considérations suivantes, relatives aux erreurs d'observations à prévoir.

Détermination de la grandeur des divisions de la mire. Erreur probable d'une lecture. — On sait qu'un opérateur exercé observant, avec une lunette de grossissement 25, les divisions centimétriques d'une mire éloignée de 100 m. au plus, apprécie la position du fil réticulaire horizontal avec une erreur probable de $\pm \frac{5}{100}$ de division. Calculons d'abord la hauteur h à donner aux divisions d'une mire devant être observée à une distance D mètres de l'instrument, pour que la grandeur apparente de l'image de l'une de ces divisions soit à peu près la même que dans les conditions ordinaires précédentes : $h = 0{,}01 \text{ m} \times \frac{D}{100}$,

soit, dans l'espèce : $h = 0{,}01 \text{ m} \times \frac{2.300}{100} = 0{,}23 \text{ m}$.

Nous avons adopté la valeur ronde $h = 0{,}25$ m, soit 1/4 de mètre, qui semble d'ailleurs, dans la pratique, pouvoir être admise pour toutes les distances comprises entre 1500 et 3000 mètres.

Toutefois, pour des visées aussi longues, la clarté et la fixité des images sont atténuées et il faut s'attendre à une augmentation de l'*erreur probable* d'estime des fractions de division ; par prudence, nous l'avons portée, dans nos prévisions, de 5/100 à 7/100 de division. L'erreur probable présumée e_L d'une lecture sur la mire est ainsi :

$$e_L = \pm \frac{7}{100} h = \pm \frac{7}{100} \times 250 \text{ mm} = \pm 17 \text{ mm (environ)}.$$

Erreur probable due à l'observation de la bulle de la nivelle. — Les erreurs instrumentales de réglage peuvent être éliminées par une méthode d'observations appropriée ; mais il faut supputer l'erreur due à l'incertitude de position de la bulle de la nivelle au moment de chaque visée ; comme on le verra, dans la nouvelle méthode, nous amenons toujours l'une des extrémités de la bulle en coïncidence avec l'un des traits de repère gravés sur la fiole. En fait, cette coïncidence est obtenue avec une erreur probable de l'ordre de $\pm 0{,}1$ mm. Pour une fiole de rayon de courbure R, l'erreur probable correspondante e_c de lecture sur la mire, observée à la distance D, est donc :

$$e_c = \pm 0{,}1 \text{ mm} \times \frac{D}{R};$$

soit, dans l'espèce, en prenant pour R la valeur minimum de 50 mètres, réalisée dans les niveaux utilisés :

$$e_c = \pm 0{,}1 \times \frac{2400}{50} = \pm 5 \text{ mm (environ)}.$$

Erreur probable totale à prévoir, erreur probable à ne pas dépasser et nombre de réitéralions à effectuer. — La résultante E de ces deux erreurs accidentelles est, d'après la loi de composition de telles erreurs :

$$E = \sqrt{e_L^2 + e_c^2} = \sqrt{17^2 + 5^2} = \pm 18 \text{ mm (environ)}.$$

Dès lors, il est facile de prévoir le nombre de réitérations à effectuer pour réduire cette erreur résultante au taux correspondant à la précision à réaliser. Dans l'exemple considéré, l'erreur probable de la différence de niveau des deux extrémités d'un cheminement de 2,3 km de développement égal à la largeur de la Loire à Saint-Nazaire, est, pour un cheminement de 1er ordre :

$$e_1 = \pm 0{,}8 \text{ mm } \sqrt{2{,}3} = \pm 1{,}21 \text{ mm}.$$

et, pour un cheminement de 3e ordre :

$$e_3 = \pm 4 \text{ mm } \sqrt{2{,}3} = \pm 6{,}1 \text{ mm}.$$

D'après la théorie des erreurs, les nombres respectifs n_1 et n_3 de réitérations à prévoir seraient fournis, selon le cas, par les relations connues :

$$e_1 = \frac{E}{\sqrt{n_1}} \quad \text{ou} \quad e_3 = \frac{E}{\sqrt{n_3}},$$

soit, dans le premier cas (cheminement de 1er ordre) :

$$n_1 = \left(\frac{E}{e_1}\right)^2 = \left(\frac{18}{1{,}21}\right)^2 = 222,$$

et, dans le second (cheminement de 3e ordre) :

$$n_3 = \left(\frac{E}{e_3}\right)^2 = \left(\frac{18}{6{,}1}\right)^2 = 9 \text{ (pratiquement 10)}.$$

Ainsi, pour un cheminement de 1er ordre, le nombre de réitérations serait d'environ 220, soit 110 observations de chacune des rives ; pour un cheminement de 3e ordre, 10 réitérations, soit 5 opérations de chaque rive, suffiraient.

Nouvelle méthode adoptée pour assurer l'indépendance des observations. — L'atténuation des erreurs attribuée aux réitérations n'est

effective que si les observations sont *indépendantes*. En principe, on devrait donc déplacer un peu le niveau entre deux observations consécutives. Mais ce serait long et fastidieux.

Pour éviter cette sujétion, nous procédons systématiquement à l'aide de *mulliples visées symétriques par rapport à l'horizontale*; à cet effet, l'observateur amène d'abord l'extrémité *avant* de la bulle de la nivelle en coïncidence avec un trait de la division (à zéro central) de la fiole, et lit la mire; puis, il fait coïncider l'extrémité *arrière* de la bulle avec le trait de division *symétrique* du premier et lit à nouveau la mire; il répète ensuite l'observation, de la même manière, en utilisant successivement tous les traits de la partie centrale de la fiole, dont on a éprouvé, au préalable, la régularité de courbure. Enfin, les observations sont recommencées après avoir effectué les retournements des organes du niveau, en vue d'éliminer, dans les moyennes, les erreurs de réglage de la nivelle et de l'axe optique de la lunette. On peut ainsi obtenir facilement, d'une station du niveau, 18 observations indépendantes. Pour réaliser les conditions de précision susvisées, il suffit donc, sur chaque rive, d'effectuer une seule station si le cheminement considéré est du 3e ordre et, s'il est du 1er ordre, 6 stations, ce qui fournit 6 séries de 18 observations chacune $\left(\frac{110}{18} = 6\right)$.

Elimination des erreurs dues à la réfraction atmosphérique. — On obtient une élimination convenable de ces erreurs au moyen d'observations faites simultanément par deux observateurs opérant chacun sur une rive, et réparties sur plusieurs journées, à condition d'avoir réalisé, par le choix, et, au besoin, par un aménagement spécial des stations, *l'identité d'installation des instruments sur les deux rives* (même nature et conformation du terrain, égalité de hauteur des instruments au-dessus de la nappe d'eau, etc...).

Résultats d'expériences. — Le passage de l'estuaire de la Loire, à Saint-Nazaire, intéressait seulement, avons-nous dit, le réseau de 3e ordre. Mais des observations en surnombre ont été exécutées, dans les limites du temps dont on disposait, pour rechercher expérimentalement si la précision théorique ci-dessus prévue se retrouverait effectivement dans l'application.

Dans ce but, deux observateurs ont opéré simultanément, sur chaque rive, l'un avec un niveau français (R = 55 m) se prêtant à la compensation des erreurs de réglage par retournement, et l'autre avec un niveau du *Coast and Geodetic Survey* (R = 130 m), dont l'erreur de réglage ne disparaît que dans la moyenne générale des résultats fournis par les nivellements réciproques.

Les valeurs obtenues, pour la différence de niveau des deux repères situés, l'un sur la rive droite et l'autre sur la rive gauche, sont indiquées dans le tableau ci-après. On a fait suivre chacune d'elles de la tolérance correspondante, prise égale à quatre fois son erreur probable, évaluée d'après les bases précédemment indiquées.

On remarque tout d'abord la quasi-identité des moyennes générales obtenues par les deux observateurs bien que, dans l'espèce, les observations de rive droite et de rive gauche n'aient pas été simultanées; une concordance aussi parfaite est évidemment fortuite. Mais, si l'on compare les moyennes partielles, obtenues par un même observateur, dans les séries faites, de la rive droite, le matin et le soir, on voit que les discordances, qui atteignent 23 mm pour le premier et 9 mm pour le second, restent également inférieures aux tolérances prévues, bien que ces écarts comprennent la variation qu'a pu subir la réfraction pendant le temps écoulé entre les séries du matin et celles du soir.

Les résultats de l'expérience ont donc confirmé nos prévisions théoriques.

Estuaire de la Loire. — *Nivellements géométriques réciproques à longue portée exécutés entre Saint-Nazaire (R. D.) et Mindin (R. G.).*

HEURES DES OBSERVATIONS DU 28 SEPTEMBRE 1912	DIFFÉRENCE DE NIVEAU (D) ENTRE LES 2 REPÈRES, ET ERREURS ACCIDENTELLES MAXIMA PRÉVUES (ε)								
	Niveau du C. and G. S. Observateur : M. Prévot.					Niveau du N. G. F. Observateur : M. Violon.				
	Nombre d'observations	Station de rive droite		Station de rive gauche		Nombre d'observations	Station de rive droite		Station de rive gauche	
		D	ε	D	ε		D	ε	D	ε
		+ m	± mm	— m	± mm		+ m	+ mm	— m	± mm
8 h. à 10 h.	22	1,658	*15*			30	1,607	*13*		
14 h. à 15 h.	22			2,213	15	16			2,274	*18*
16 h. ½ à 17 h. ½	14	1,681	*19*			16	1,598	*18*		
Discordances réelles et *possibles*		0,023	*24*				0,009	*22*		
Nombres totaux d'observations et moyennes	36	1,667	*12*			46	1,604	*10*		
	58	+ 1m940 ± 0m007				62	— 1m939 ± 0m007			
Moyenne générale des 120 observations : 1m9395 ± 0m005.										

N. B. — Les discordances de + 51mm, + 61mm et + 83mm entre les valeurs D obtenues simultanément au moyen des deux niveaux sont imputables au déréglement non compensé du niveau du Coast and Geodetic Survey. Ces discordances correspondent à des erreurs de collimation dans le plan vertical de 1,1mm, 1,3mm et 1,8mm sur une mire placée à 100 mètres, l'incertitude possible de chacune de ces erreurs étant de l'ordre du tiers de sa valeur.

Conclusion. — En résumé, il est possible, moyennant les précautions indiquées dans la présente note, d'employer la méthode très simple des *nivellements géométriques réciproques* pour franchir, sans diminuer la précision d'un réseau, fût-il de premier ordre, tout estuaire de moins de 3 kilomètres de largeur situé sur le parcours d'une ligne de nivellement de précision. Il suffit :

1°) de donner aux divisions des mires, selon les portées à franchir, une hauteur convenable, calculée comme il a été indiqué ;

2°) d'exécuter le nombre de réitérations prévu par la théorie, en ayant soin, toutefois, d'assurer aux observations, à l'aide de notre nouvelle *méthode des mulliples visées symétriques par rapport à l'horizontale*, l'indépendance indispensable des lectures de mire.

Enfin, quel que soit le procédé adopté, il faut *choisir* et, au besoin, *aménager l'emplacement des stations*, puis répartir les séries dans le temps, de manière à assurer, aussi complètement que possible, la compensation de l'erreur due à la réfraction atmosphérique.

Louis ROY
Professeur de Mécanique rationnelle et appliquée
à la Faculté des Sciences de Toulouse.

SUR LES THEOREMES DE D'ALEMBERT, DU TRAVAIL VIRTUEL ET DE LA MOINDRE CONTRAINTE DE GAUSS

L'Évolution des principes de la Mécanique depuis Descartes jusqu'à nos jours étant à l'ordre du jour de la deuxième Section, nous nous proposons de rappeler au Congrès les idées essentielles de deux de nos publications récentes sur ce sujet :

Sur les équations générales de la Mécanique, le théorème de d'Alembert et celui du travail virtuel. Annales de la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse, 3e série, t. XII, 1921, p. 93 ;

Sur le théorème de la moindre contrainte de Gauss, Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, t. CLXXVI, p. 1206, séance du 30 avril 1923.

I. On sait que le théorème du travail virtuel, tel qu'on l'énonce ordinairement, est le suivant :

La condition nécessaire et suffisante de l'équilibre d'un système à liaisons sans frottement indépendantes du temps et soumis à des forces indépendantes du temps, est que le travail des forces directement appliquées soit nul ou négatif pour tous les déplacements virtuels compatibles avec les liaisons.

De ce théorème démontré *a priori*, on a coutume de déduire, ainsi que l'a montré Lagrange, les équations générales de l'équilibre.

Lorsque les liaisons ou les forces directement appliquées dépendent du temps, il n'existe généralement pas de positions d'équilibre ; toutefois, de telles positions peuvent exceptionnellement exister. C'est ainsi qu'un point matériel soumis à une force verticale variable, mobile sur une circonférence tournant autour d'un diamètre vertical, est en équilibre absolu aux deux extrémités de ce diamètre. Et alors, on peut se demander si les équations précédentes, appliquées au cas actuel, feront encore connaître ces positions d'équilibre.

D'autre part, dans l'extension du théorème du travail virtuel au cas de liaisons unilatérales, il y a une conclusion par analogie qui n'est pas absolument convaincante (1). Pour établir la réciproque de ce théorème dans le cas actuel, conformément à la méthode suivie dans le cas de liaisons bilatérales, on est conduit à démontrer que le travail élémentaire des forces de liaisons, dans le déplacement réel d'inégalité qui se produirait si l'équilibre n'avait pas lieu, est nul. Il en est certainement ainsi dans le cas d'un point mobile sur une surface qu'il peut quitter d'un côté ; car, si le point quitte la surface, c'est qu'évidemment la réaction de celle-ci est devenue nulle. Mais peut-on affirmer, par simple voie d'analogie, qu'il en sera encore de même dans le cas de liaisons absolument quelconques ayant un caractère purement analytique ?

Enfin, on sait qu'on passe de la Statique à la Dynamique par le théorème de d'Alembert ; mais la réciproque du théorème du travail virtuel supposant essentiellement les liaisons indépendantes du temps, on peut se demander si l'application de l'équation de d'Alembert à un système dont les liaisons en dépendent conduira bien aux équations effectives de son mouvement.

Ces incertitudes nous paraissent résulter d'un simple défaut d'exposition imputable à la tradition créée par Lagrange. Lagrange avait fait du principe du travail virtuel le fondement de sa Statique et en avait déduit les équations générales de l'équilibre par les méthodes analytiques régulières qui l'ont immortalisé ; ses successeurs, sans rien changer à l'ordre qu'il avait suivi, se sont seulement efforcés de transformer le principe en théorème, sans modifier la place que lui avait fixée Lagrange. Le théorème du travail virtuel, péniblement démontré *a priori*, n'a pas cessé d'être le point de départ des équations générales de la Statique et le théorème de d'Alembert celui des équations générales de la Dynamique.

La première de nos publications précitées a eu pour but de montrer qu'on obvie aux inconvénients que nous avons signalés, en exposant la Mécanique analytique sans s'appuyer sur ces deux théorèmes, qui,

---

(1) P. APPELL, *Traité de Mécanique rationnelle*, t. I, 3e édition, p. 279.

en réalité, ne sont nullement nécessaires. En effet, de la définition générale des liaisons sans frottement :

Les liaisons sont dites sans frottement lorsque le travail virtuel des forces de liaisons est nul pour tous les déplacements d'égalité, et positif ou nul pour tous les déplacements d'inégalité,

on déduit aisément, par la méthode des multiplicateurs de Lagrange, l'expression générale des forces de liaisons, ainsi que les conditions de signes imposées à certains de ces multiplicateurs si certaines liaisons sont unilatérales, ce qui permet d'écrire immédiatement les équations générales du mouvement et, en particulier, celles de l'équilibre. Les équations du mouvement ainsi obtenues, le théorème de d'Alembert consiste en la remarque, alors évidente, qu'on obtiendrait ces mêmes équations, ainsi que les conditions de signes complémentaires, en écrivant que le travail des forces d'inertie et des forces directement appliquées est nul ou négatif pour tous les déplacements virtuels compatibles avec les liaisons telles qu'elles sont à l'instant t.

Ce théorème donne alors, comme cas particulier, celui du travail virtuel, dont l'énoncé général doit être selon nous le suivant :

Lorsqu'un système à liaisons sans frottement est en équilibre, le travail des forces directement appliquées est nul ou négatif, pour tous les déplacements virtuels compatibles avec les liaisons telles qu'elles sont à l'instant t ; réciproquement, on obtient les équations d'équilibre et les conditions complémentaires, en écrivant que le travail des forces directement appliquées est nul ou négatif, pour tous les déplacements virtuels compatibles avec les liaisons telles qu'elles sont à l'instant t.

Or, pour qu'une solution des équations d'équilibre, satisfaisant aux conditions complémentaires, soit valable, c'est-à-dire corresponde à un état d'équilibre effectif, il faut et il suffit qu'elle fournisse pour les coordonnées des différents points du système des valeurs indépendantes du temps. Il n'en sera qu'exceptionnellement ainsi, si les liaisons et les forces directement appliquées dépendent du temps, mais il en sera toujours ainsi dans le cas contraire. Les équations d'équilibre, jointes aux conditions complémentaires, constituant alors les conditions nécessaires et suffisantes de l'équilibre, l'énoncé général précédent se réduit à l'énoncé restreint, que nous avons rappelé au début de ce paragraphe.

Les théorèmes de d'Alembert et du travail virtuel se trouvent ainsi établis très simplement en toute rigueur et dans toute leur généralité. Mais ces deux théorèmes, ayant cessé d'être la base de la Mécanique analytique, n'ont plus rien d'indispensable ; leur seul intérêt, devenu purement synthétique, n'est plus que de condenser en une formule unique des équations précédemment établies.

II. Considérons toujours un système à liaisons sans frottement ; soient M (x, y, z) la position, à l'instant t, d'un point quelconque de masse m soumis à la force directement appliquée (X, Y, Z), M_1 (x_1,

y_1, z_1) la position du point à l'instant $t + dt$ et M_2 celle qu'occuperait le point au même instant si, dt étant positif, les liaisons étaient brusquement supprimées à partir de l'instant t. D'après Gauss, la quantité $\Sigma m \overline{M_1M_2}^2$, appelée par lui *contrainte*, serait minima dans le mouvement réel du système, en ce sens que si $\overline{M_1M'_1}$ est un déplacement virtuel du point considéré, compatible avec les liaisons telles qu'elles sont à l'instant $t + dt$, on aurait

$$\sum m \overline{M_1M_2}^2 < \sum m \overline{M'_1M_2}^2, \tag{1}$$

La deuxième de nos publications précitées a eu pour but d'établir l'inexactitude de cette célèbre inégalité ; l'énoncé de Gauss ne saurait donc être conservé, mais il est facile d'obtenir une inégalité analogue à la précédente et susceptible de la remplacer.

Si l'on reprend les raisonnements ayant conduit à l'inégalité (1), on trouve d'une manière précise

$$\sum m \overline{M'_1M_2}^2 = \sum m \overline{M_1M_2}^2 + \sum m \overline{M_1M'_1}^2 - a dt^2 - b dt^3, \tag{2}$$

avec

$$\begin{cases} a = \sum [(X_1 - mx''_1)\,\delta x_1 + (Y_1 - my''_1)\,\delta y_1 + (Z_1 - mz''_1)\,\delta z_1], \\ b = -\frac{2}{3} \sum [(X' - mx''' + \ldots)\,\delta x_1 + (Y' - my''' + \ldots)\,\delta y_1 \\ \qquad\qquad + (Z' - mz''' + \ldots)\,\delta z_1], \end{cases} \tag{3}$$

l'ensemble des termes non écrits dans chaque parenthèse étant de l'ordre de dt et les accents désignant des dirivées par rapport au temps.

D'après (3), a et b sont des infiniment petits de l'ordre des $M_1M'_1$; si donc les $\overline{M_1M'_1}$ et dt étaient du même ordre de petitesse, la quantité $\Sigma m \overline{M_1M'_1}^2$ donnerait son signe à l'ensemble des trois derniers termes de (2) et l'inégalité (1) aurait toujours le sens indiqué. Mais les $\overline{M_1M'_1}$ et dt étant des infiniment petits indépendants, la conclusion précédente ne saurait être maintenue. Considérons, en effet, un déplacement virtuel d'égalité pour lequel b soit positif, ce qui est possible puisque, d'après (3), b change de signe quand on renverse le sens des $\overline{M_1M'_1}$; a est nul et, b étant de l'ordre des $\overline{M_1M'_1}$, la quantité $\Sigma m \overline{M_1M'_1}^2 - bdt^3$ devient négative dès que les $\overline{M_1M'_1}$ sont suffisamment petits. On voit que le sens de l'inégalité (1) est alors inversé.

Pour obtenir une inégalité analogue à (1), mais toujours vraie, considérons le vecteur $\overline{MA}$ de composantes

$$\left(\frac{X}{m} - x''\right)\delta t^2, \quad \left(\frac{Y}{m} - y''\right)\delta t^2, \quad \left(\frac{Z}{m} - z''\right)\delta t^2,$$

δt étant un temps infiniment petit introduit dans un simple but

d'homogénéité, pour que $\overline{MA}$ représente une longueur, et soit $\overline{MM'}$ un déplacement virtuel compatible avec les liaisons telles qu'elles sont à l'instant t. Il est facile de voir qu'on a, dans tous les cas, l'inégalité.

$$\sum m\overline{MA}^2 < \sum m\overline{M'A}^2,$$

qui remplace l'inégalité (1) de Gauss reconnue inexacte ; elle exprime que l'expression

$$\sum m\left[\left(\frac{X}{m}-\xi''\right)^2+\left(\frac{Y}{m}-\eta''\right)^2+\left(\frac{Z}{m}-\zeta''\right)^2\right],$$

où l'on regarde les accélérations (ξ'', η'', ζ'') comme seules variables, est minima quand ces accélérations ont les valeurs (x'', y'', z'') correspondant au mouvement réel du système. On retrouve ainsi la propriété analytique de minimum bien connue.

Colonel H. SELIGMANN
Directeur général de l'Institut cartographique militaire.
Président du Comité national de Géodésie et Géophysique,
Bruxelles (La Cambre).

LA JONCTION DE LA TRIANGULATION DES TERRITOIRES D'EUPEN ET DE MALMEDY AVEC LA TRIANGULATION BELGE

La nécessité de continuer la carte de Belgique sur les territoires d'Eupen et de Malmédy rétrocédés à la Belgique, en vertu des articles 32, 33, 35 du Traité de Versailles, a obligé d'incorporer dans le réseau triangulé belge celui de cette région.

Les deux triangulations, belges et allemandes, partent d'origines différentes et sont calculées sur des ellipsoïdes différents.

Un rattachement a déjà été effectué à l'époque de la triangulation belge de 1861 à 1873, par le côté Ubagsberg-Henri-Chapelle, ainsi qu'un rattachement à la Hollande par Ubagsberg, Nederwert et Ruremonde qui font en somme partie de la triangulation allemande.

Un raccordement plus récent a été exécuté de 1889 à 1894, par les Allemands, à la chaîne du Rhin : il a été fait dans des conditions de

grande précision, par la Section trigonométrique de la Landesaufnahme ; il fait l'objet du volume X des publications de la *Königlich Preussische-Landes Triangulation*.

Ce raccordement s'est fait par les trois points Ubagsberg, Henri-Chapelle et Jalhay.

Pour Ubagsberg (sommet situé en Hollande) et Jalhay, les points de station coïncident avec les stations belges.

Pour Henri-Chapelle, il n'en est pas de même. Il existe là deux points du réseau belge, l'un sur la cheminée de l'hospice de Belœil, c'est celui qui fait partie de la triangulation belge, l'autre constitué par un signal qui a disparu et qui était l'ancien signal du raccordement allemand de 1861.

En 1894, les Allemands ont stationné en un troisième point qu'ils ont rattaché par des mesures directes à la cheminée de l'hospice de Belœil.

Nous avons pu, en conséquence, comparer directement les coordonnées belges et allemandes pour Ubagsberg et Jalhay.

Il a fallu calculer les coordonnées belges de la station des Allemands en partant de Belœil ou du signal de raccordement. Nous avons en outre calculé, en partant des données belges, les azimuts géodésiques Henri-Chapelle-Ubagsberg et Henri-Chapelle-Jalhay, afin de pouvoir les comparer aux azimuts géodésiques des Allemands.

On trouve :

différences entre les coordonnées allemandes et les coordonnées belges :

	JALHAY	HENRI-CHAPELLE SIGNAL ALLEMAND	UBAGSBERG
	—	—	—
en latitude	+ 1″,704	+ 1″,711	1″,714
en longitude	22°02′09″,239	09″,236	09″, 229

La concordance des différences est donc à peu près parfaite et nous permet de passer avec sûreté des coordonnées allemandes aux coordonnées belges.

Les azimuts sont :

Henri-Chapelle-Ubagsberg (allemand).....	186°49′15″,986
azimut inverse.....	50′45″,763
Henri-Chapelle-Ubagsberg (belge).....	186°49′15″,860
azimut inverse.....	50′45″,640
différences..... + 0″,126, azimut inverse + 0″,123	
Henri-Chapelle-Jalhay (allemand).....	329°42′22″,130
azimut inverse.....	48′56″,844
Henri-Chapelle-Jalhay (belge).....	42′28″,824
azimut inverse.....	49′03″,538
différences..... — 6″,694, azimut inverse — 6″,694	

Ces différences ne concordent pas.

Nous voyons que pour les latitudes il y a une différence d'environ ..... 1″,71
pour les longitudes ..... 22°02′09″,23

Mais, la différence de longitude Bruxelles (ancien Observatoire)-Paris) est ..... 2°01′57″ (1)

La différence de longitude Paris-Ile de Fer, après compensation de Albrecht, est ..... 20°00′13″,20
La différence Bruxelles-Ile de Fer doit donc être..... 22°02′10″,20
La valeur trouvée ..... 22°02′09″,23
diffère donc de très peu, soit de..... 0″,97

On doit se demander quelles sont les raisons de ces différences entre les latitudes, longitudes et azimuts suivant que ces éléments sont pris dans l'une ou l'autre triangulation.

On peut d'abord invoquer la différence d'ellipsoïde adopté, celui de Bessel pour la triangulation allemande, aplatissement $\frac{1}{299}$, celui de Delambre pour la triangulation belge, aplatissement $\frac{1}{308}$.

Nous devons ensuite tenir compte de la différence dans la verticale origine, prise comme étant la verticale vraie, c'est-à-dire en supposant qu'à l'origine la verticale astronomique se confond avec la verticale géodésique. Or, il est fort probable, presque certain même, que la verticale de Berlin transportée géodésiquement à Bruxelles, ne se confondra pas avec celle de l'ancien Observatoire, il y a sans doute des attractions locales à Bruxelles et à Berlin, que nous ignorons.

Ce fait a été noté par un géodèse italien, dans un article de l'*Universo*, juin 1921, intitulé : *Sur la discontinuité des réseaux géographiques contigus à deux Etats*. Dans cette étude faite à propos de la liaison de la triangulation autrichienne avec la triangulation italienne, l'auteur relève que le fait se confirme même pour la triangulation italienne. C'est ainsi que les coordonnées de certains points rapportés à Rome comme origine, diffèrent des coordonnées rapportées à Gênes comme origine d'environ 1″ en latitude et 4″ en azimut.

Ces deux faits — différence d'ellipsoïde de référence et différence probable dans les verticales de départ — doivent amener une différence dans les verticales géodésiques aux points considérés, et s'il en est ainsi, on doit pouvoir leur appliquer l'équation de Laplace :

$$(\lambda' - \lambda) \sin \varphi - (\alpha' - \alpha) = 0.$$

C'est ce que nous avons fait pour le point de Henri-Chapelle.

---

(1) Valeur prise dans la Connaissance des Temps.

On trouve à Henri-Chapelle, et pour l'azimut Henri-Chapelle-Jalhay :

$$(\lambda' - \lambda) = -0'',97 \qquad \log(\lambda' - \lambda) = 1.98677$$
$$(\alpha' - \alpha) = -6'',69 \qquad \log \sin \varphi = \underline{9.88850}$$
$$\varphi = 50°40'35'' \qquad 1.87527$$
$$0'',75$$

$$-0''.75 + 6'',69 = 5'',94.$$

Si l'on prend l'azimut Henri-Chapelle-Ubagsberg, on trouve :

$$-0'',75 - 0'',123 = -0'',87$$

Cette seconde fermeture est meilleure que la première, ce qui semblerait prouver que c'est l'azimut Henri-Chapelle-Ubagsberg qui est le plus exact.

Cette fermeture serait satisfaisante s'il s'agissait de la comparaison entre la verticale géodésique et la verticale astronomique, mais elle devrait être complètement nulle si les raisons que nous avons données étaient suffisantes, pour expliquer les différences entre les coordonnées belges et les coordonnées allemandes.

Il y a donc d'autres causes qui viennent s'ajouter à celles-ci, et nous pensons que la principale réside dans le manque de précision de l'orientation de notre triangulation; je rappellerai les différences des azimuts géodésique et astronomique trouvées à Lommel et à Nieuport, difficiles à justifier par des déviations de la verticale, mais qui s'expliquent mieux, vu leur presque identité et leur même sens, par une erreur dans l'azimut de départ, erreur d'ailleurs admise par Houseau comme fort probable.

A. VERONNET

Astronome à l'Observatoire de Strasbourg.

LA DYNAMIQUE STELLAIRE ET LA STRUCTURE DE L'UNIVERS

La gravitation a expliqué l'équilibre et tous les mouvements des astres du système solaire, elle doit expliquer également l'équilibre et

les mouvements des étoiles et des amas d'étoiles et de l'ensemble. Mais l'équilibre des planètes est un équilibre permanent ou stationnaire, un équilibre final.

Les astronomes ont considéré de même les étoiles comme ayant atteint un état d'équilibre permanent, analogue à celui des molécules d'un gaz par exemple. Tous les calculs de Dynamique stellaire, ou à peu près, ont été faits dans cette hypothèse, à ce point de vue. On peut essayer au contraire de considérer les étoiles comme n'étant pas encore arrivées à cet état d'équilibre, à peu près définitif, ou final, ou équilibre séculaire, mais étant dans un état d'équilibre temporaire (Thomson) ou provisoire (Poincaré), qui serait plus voisin de l'état initial que de l'état final.

Dans la première hypothèse on prend les vitesses de translation et de rotation comme données, sans chercher à les expliquer. Dans la seconde hypothèse on prendra seulement les positions des étoiles comme données. On les supposera voisines des positions actuelles. On n'admettra aucune vitesse arbitraire. L'attraction devra les expliquer toutes.

Dans un ellipsoïde homogène isolé les attractions et les vitesses, suivant les trois axes, seraient proportionnelles aux coordonnées correspondantes. Pour une étoile, ou un amas, voisin d'un plan de symétrie, la vitesse serait parallèle à ce plan. S'il y a une condensation vers le centre, il y a accroissement des vitesses centrales. Dans ce cas les étoiles voisines du centre auront, au bout d'un certain temps, traversé les plans de symétrie et repassé de l'autre côté, marchant en sens inverse des étoiles plus éloignées, qui continuent leur mouvement vers le centre. Si on suppose un ellipsoïde de révolution aplati, comme l'est sensiblement notre Voie lactée, les étoiles voisines du plan de symétrie auront des vitesses parallèles à ce plan. Or, notre Soleil est assez voisin de ce plan et Kapteyn a montré, par l'étude des mouvements propres des étoiles voisines, que ces étoiles se partageaient en deux courants de directions opposées et parallèles au plan de la Voie lactée. La Dynamique stellaire nous fournit une première explication des deux courants de Kapteyn. Nous voyons en même temps dans ce cas, qu'il n'y a pas brassage complet des étoiles et que nous sommes plus près de l'état initial que de l'état final.

Un amas de particules cométaires, soumis à une attraction newtonienne extérieure, s'allonge dans cette direction comme l'ont montré Roche, Schiaparelli, etc. Un amas d'étoiles, plongé dans un autre système plus considérable, comme la Voie lactée, est soumis à une attraction croissant avec la distance, proportionnelle à la distance si ce second système est sensiblement homogène. Le calcul montre alors facilement que l'amas doit s'aplatir, et non plus s'allonger, dans la direction de l'attraction. Au voisinage de la Voie lactée les amas d'étoiles devront donc tendre à s'aplatir normalement à ce plan. C'est

ce que l'on constate pour tous les amas étudiés. Cet aplatissement n'est pas très considérable, ce qui montre encore que nous sommes assez près de l'état initial.

Ceci montrerait même que les amas, et par conséquent les étoiles de la Voie lactée, n'ont pas encore traversé le centre, pour revenir de l'autre côté, et se trouvent encore au voisinage de leurs positions initiales.

D'ailleurs le calcul ci-dessus montre que les étoiles d'un amas, ou d'un groupe, prennent des vitesses plus grandes dans deux directions opposées, d'où résulte l'aplatissement. Or, Schwartzschild a montré que les apparences présentées par les mouvements propres s'expliquent aussi bien que par les deux courants de Kapteyn, en admettant qu'il y ait seulement deux directions préférentielles, parallèles au plan de la Voie lactée, et suivant lesquelles les vitesses seraient plus grandes. Le phénomène général de l'aplatissement des groupes d'étoiles, suivant cette direction, qui est celle de l'attraction résultante suffit à expliquer les mouvements propres. Nous n'avons plus besoin d'admettre deux courants qui se sont compénétrés. Nous restons plus près encore de l'état initial que dans la première explication des courants de Kapteyn.

Dans un milieu indéfini, il se constituera des centres d'attraction, dans les régions à densité plus forte, qui auront donné des étoiles de masse plus grande, les étoiles B. Elles seront donc plus nombreuses au centre de la Voie lactée et dans son plan principal, ainsi qu'au centre des amas, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir d'autre hypothèse, sur l'équipartition de l'énergie cinétique par exemple dans le cas de l'équilibre stationnaire. La vitesse relative de ces étoiles voisines du centre sera faible ou nulle, comme l'observation l'indique.

Considérons le milieu cosmique primitif, à chaque variation et maximum de densité correspondait un centre d'attraction qui a dû former une étoile. Si nous considérons un ensemble plus vaste, englobant des milliers d'étoiles par exemple, l'écart de la densité probable avec la moyenne était inverse de la racine carrée du nombre d'étoiles ou de centres, d'après la loi de probabilité. L'attraction qui a présidé à la formation des amas a donc dû être plus faible que celle qui a présidé à la formation des étoiles. Cette attraction a dû être plus faible encore pour la Voie lactée. Les amas ont donc dû se former après les étoiles. Si les amas nous paraissent proches de leur état initial et plutôt en formation, il en sera de même à plus forte raison de la Voie lactée. Les étoiles et les amas y seraient *relativement* proches de leurs positions initiales, eu égard aux grandes dimensions du système. L'ensemble des faits et des mouvements paraît du moins devoir s'expliquer plus facilement ainsi que dans l'hypothèse d'un équilibre final et stationnaire.

Dans un milieu très vaste comme la Voie lactée, si nous considé-

rons une région étendue, de l'ordre d'un amas d'étoiles, nous voyons en première approximation que le champ de gravitation peut y être considéré comme constant. Toutes les étoiles y prendront donc des mouvements égaux et parallèles. Nous aurons bien les courants d'étoiles, telles qu'ils ont été reconnus dans le Taureau, Persée, la Grande Ourse, etc.

Faisons maintenant une seconde approximation en tenant compte des attractions locales, ou attendons un certain temps pour que ces attractions se manifestent ; dans la région où se constituera un amas, il y a un centre d'attraction qui donnera aux étoiles environnantes des vitesses convergentes dans sa direction. Il y aura donc dans l'amas une vitesse de concentration qui se superposera à la vitesse de translation de la première approximation. L'observation ne semble pas avoir encore décelé de vitesses de concentration appréciables dans les amas étudiés. Ce sont bien plutôt des courants, que des amas convergents. Ils sont plus voisins encore de l'état initial.

Cependant il semble aussi que l'on ait trop facilement admis l'hypothèse de courants parallèles, dont la théorie était analogue à celle des radians d'étoiles filantes. Ainsi un courant parallèle d'étoiles aura même apex, mais un courant convergent aussi. L. Boss croit démontrer que dans le courant du Taureau les vitesses sont égales parce que les mouvements propres moyens sont proportionnels au sinus de la distance angulaire de l'étoile à l'apex. Mais ceci est encore vrai pour un amas convergent. Le calcul montre facilement que toutes les apparences des mouvements propres, qui s'expliquent par des vitesses égales et parallèles, s'expliquent également bien par une vitesse de concentration, proportionnelle à la distance au centre de l'amas, et une vitesse de translation commune et cela d'une infinité de manières. Les parallaxes qu'on en déduit sont les mêmes que celles que l'on déduit dans l'hypothèse limite des vitesses parallèles. Les vitesses radiales seules permettent de trancher la question et de déterminer la vitesse de concentration. Elles ne sont encore ni assez nombreuses, ni assez précises. Du moins les différences de vitesses qu'elles indiquent sont assez faibles pour exclure l'hypothèse de l'équilibre stationnaire dans les amas d'étoiles. L'ensemble des faits nous ramène donc toujours vers un état plutôt voisin de l'état initial que de l'état final.

NAVIGATION & AÉRONAUTIQUE - GÉNIE CIVIL & MILITAIRE

Président. . . . . V.-M. HEGLY, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Charleville.

Vice-Président. . . . . G. LOPPENS, Ingénieur en Chef provincial, Liége.

Secrétaire. . . . . DE MARNEFFE, Professeur à l'Institut Industriel, Liége.

WIDMANN

Ingénieur de la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, Paris.

NOTE RELATIVE A TROIS PONTS SUSPENDUS CONSTRUITS PAR LA SOCIETE ANONYME DES FORGES ET CHANTIERS DE LA MEDITERRANEE

La Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, indépendamment des navires, des machines à vapeur, chaudières, moteurs Diesel, etc... qui constituent ses principales spécialités, construit, en outre, notamment, *des ponts métalliques*.

Pendant la guerre, elle a fourni aux armées des ponts des types classiques du génie militaire.

Aprè la guerre, la Société a entendu poursuivre la construction des ponts, et dans ce but, a fait appel à la collaboration d'un ingénieur réputé en matière de construction de ponts, notamment de ponts suspendus, M. Leinekugel Le Cocq.

Avec le concours éclairé de ce spécialiste, la Société a participé à la reconstruction des ouvrages détruits dans la zone des armées pendant les hostilités. Elle a exécuté en particulier de nombreux ponts métalliques de chemins de fer pour la Compagnie des chemins de fer du Nord, et trois ponts suspendus pour le Service des Ponts et Chaussées, savoir :

Deux ponts suspendus, sur la Meuse, à Revin, et à Lumes, non loin de Charleville.

Un pont suspendu sur l'Oise, à Saint-Leu d'Esserent, près de Creil.

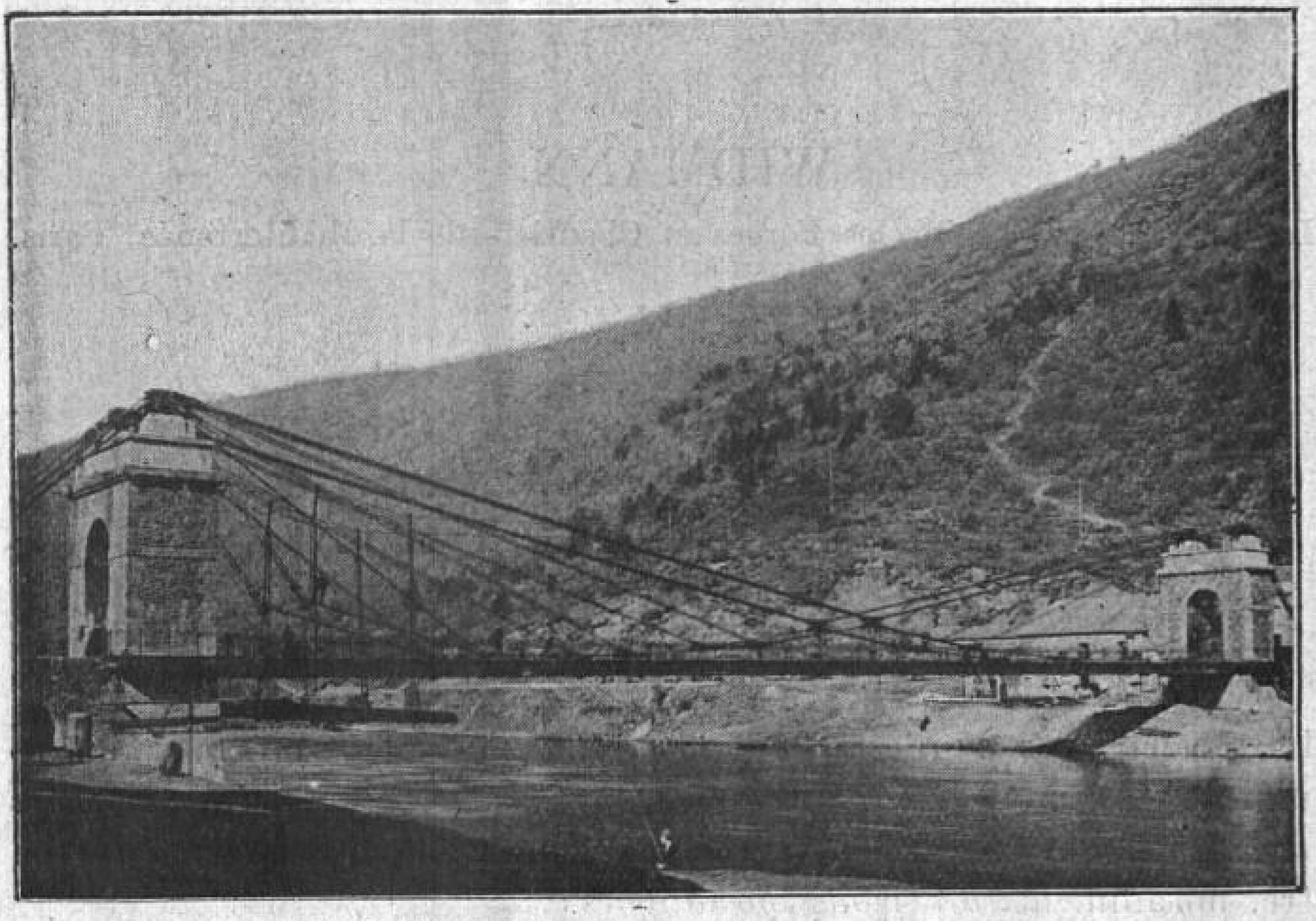
Ce sont ces trois ouvrages qui font l'objet de la présente note.

Ces trois ponts suspendus, quoique assez dissemblables d'aspect, sont du type le plus moderne, à tablier rigide.

On sait qu'en France, tous les anciens ponts suspendus sont du type à tablier flexible.

Ils sont constitués par un tablier flexible, suspendu par des tiges verticales à des câbles métalliques, qui soutenus par des pylônes ou portiques, sont amarrés à des points fixes.

Ces ponts présentent l'inconvénient d'osciller sous l'action de charges roulantes, les oscillations pouvant dans certains cas, s'accentuer et devenir dangereuses.



Pont suspendu de Revin (Ardennes)
Suspension du type Gisclard

C'est ainsi que sous l'action de charges présentant un mouvement périodique, comme il se produit par exemple dans le cas du passage d'une troupe marchant au pas, ou bien d'un attelage au trot, ou bien encore d'un véhicule mû par un moteur alternatif, il peut se produire des phénomènes de synchronisme pouvant provoquer la rupture de l'ouvrage.

La solution moderne qui a été adoptée par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée pour les trois ouvrages faisant l'objet de la présente note, associe un tablier rigide, mais léger et d'aspect

élancé, avec une suspension spéciale. Cette suspension est pour les ponts de Revin et de Lumes, du type Gisclard, rigoureusement indéformable dans la limite d'élasticité du métal. Pour le pont de Saint-Leu-d'Esserent, la suspension est du type parabolique : l'ouvrage est établi selon les formules de M. l'Inspecteur Général J. Resal.

Nous indiquerons comment sont constituées ces deux suspensions, en décrivant successivement les trois ouvrages en question.

PONT DE REVIN

Le pont suspendu de Revin franchit la Meuse en aval de la petite localité de Revin, et donne passage au chemin d'intérêt commun allant d'Agimont à Rosoy-sur-Serre.

Ce pont remplace un pont suspendu ancien qui a été détruit pendant les hostilités.

Fig. 1. Nœud d'articulation

Les culées de l'ancien pont ont été conservées, ainsi que les portiques, supports de câbles, qui ont seulement été surélevés.

La distance entre culées est de 90 mètres.

La largeur du tablier est de 5 mètres et comprend une chaussée de 3 mètres, et 2 trottoirs de 1 mètre.

Le tablier métallique est constitué avec les éléments suivants :

2 poutres de rive, continues d'une culée à l'autre.

4 files de longerons, écartées entre elles de 1 mètre d'axe en axe.

Des entretoises continues, d'une poutre de rive à l'autre, qui reportent sur les poutres de rive le poids permanent des longerons et accessoires, ainsi que le poids des surcharges.

La chaussée repose sur des tôles embouties rivées sur les semelles des longerons et des entretoises. Elle est constituée par un remplissage en béton de ciment, surmonté d'une couche de ciment riche sur laquelle on a posé un revêtement en pavés d'asphalte, constituant la chaussée proprement dite.

Les trottoirs sont en tôle striée.

Les fermes de suspension sont du système Gisclard ; elles sont constituées par des câbles, fixés d'une part aux goujons des chariots de dilatation, établis au haut des portiques, et d'autre part aux goujons des différents nœuds d'articulation. On voit sur la photographie que les câbles d'une même ferme, forment deux ensembles de triangles, figures indéformables, les triangles d'un même ensemble ayant un sommet commun au haut des pylônes, les autres sommets formant nœuds d'articulation auxquels viennent s'attacher les tiges de suspension supportant le tablier.

L'examen de la figure 1 représentant un de ces nœuds d'articulation montre une disposition intéressante que M. G. Leinekugel Le Cocq a réalisée à Revin, pour la première fois.

Il a été établi, en effet, par tête de tablier, deux fermes de suspension identiques et indépendantes.

On a réalisé ainsi l'amovibilité totale d'une demi ferme de suspension, ce qui permettra, dans l'avenir, de changer, s'il est nécessaire, une demi ferme pour la remplacer par des câbles plus puissants si les nouvelles surcharges roulantes l'exigeaient.

Cette transformation pourrait ainsi se faire en une seule opération sans interrompre la circulation, car la demi ferme restante suffirait pour supporter le tablier et permettre une circulation momentanément réduite.

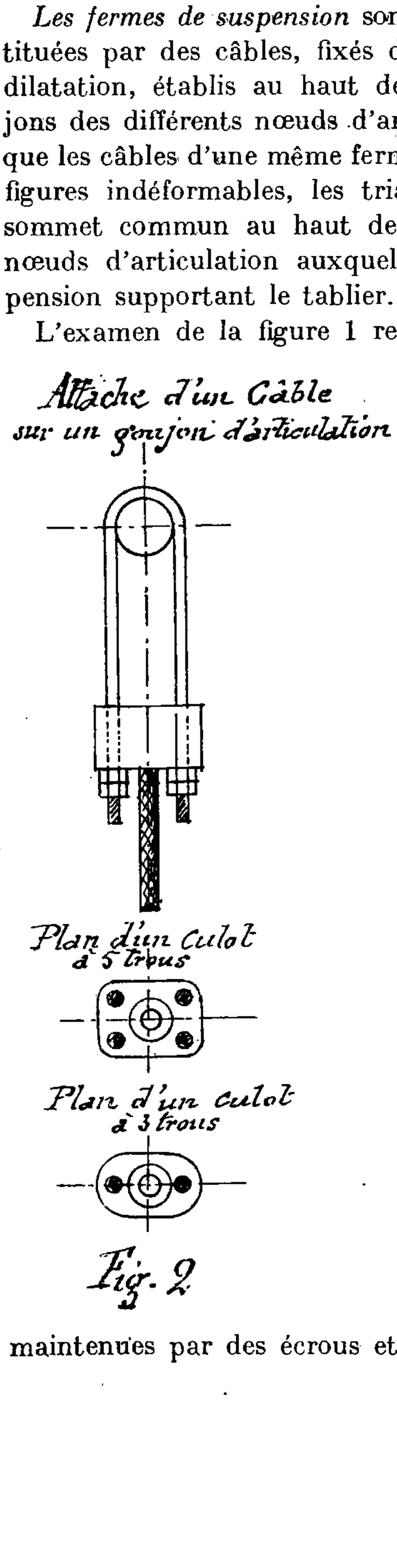


Fig. 2

On voit (fig. 2) que chaque câble se termine dans un culot en fonte, percé d'un trou central, où vient se fixer le câble et de 4 trous (ou 2 trous, selon le cas), que traversent les tiges des étriers de suspension maintenues par des écrous et contre écrous.

Ces étriers, dont les tiges sont taraudées aux deux extrémités, jouent le rôle de tendeurs, destinés, non pas à régler la tension des câbles, mais à donner à chacun d'eux, la longueur exacte fixée par les tracés.

On peut se demander par ailleurs, comment les câbles sont fixés dans les culots en fonte ; le procédé employé pour cette fixation est d'origine française (1). Le trou central du culot a la forme d'un conoïde; le câble étant engagé dans ce trou, on replie sur lui-même chaque fil du câble pour le friser et on fixe l'extrémité ainsi épanouïe du câble dans le trou conoïdal, en noyant le tout dans un alliage spécial, fusible à basse température, à base de plomb, d'étain fin et d'antimoine.

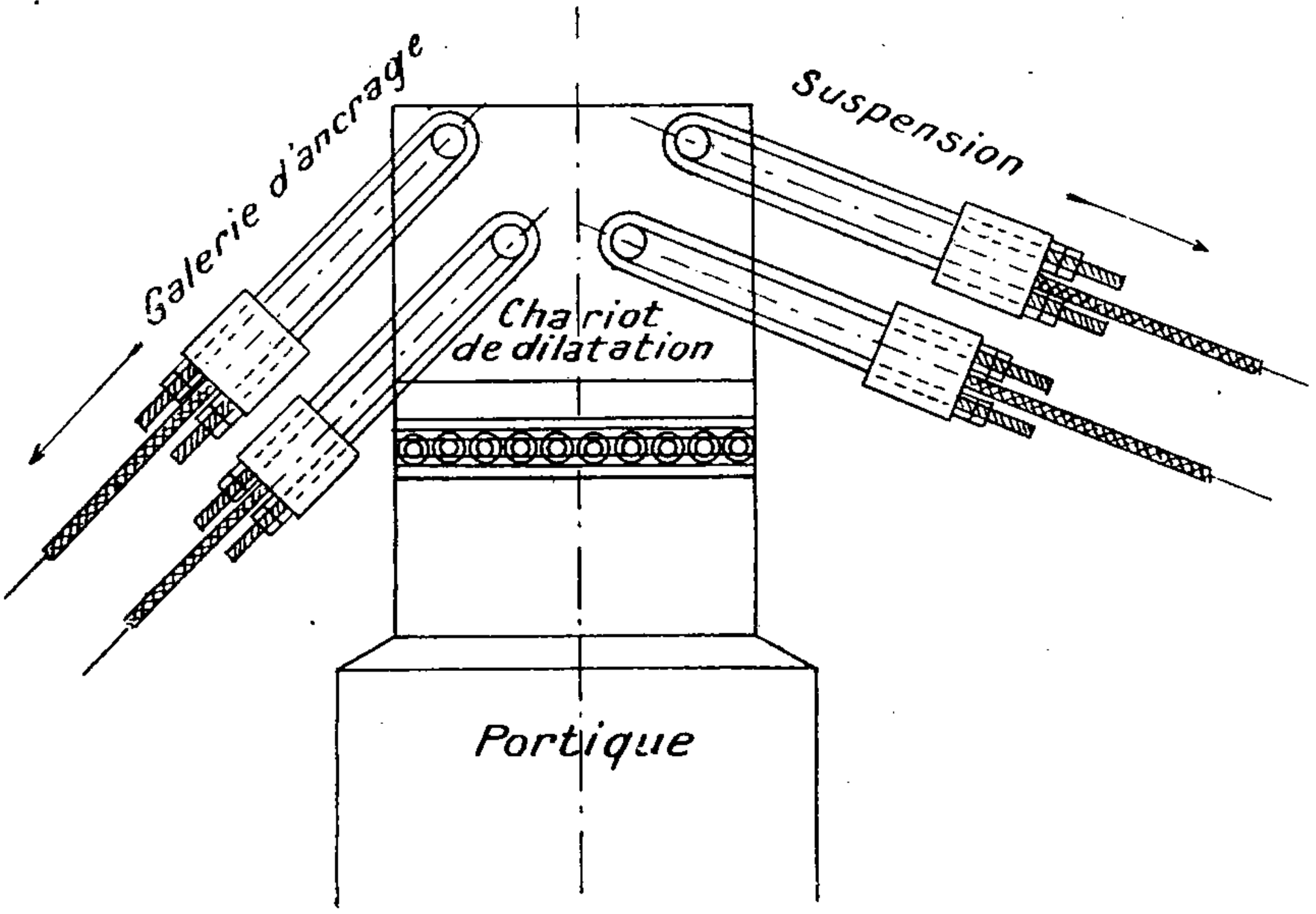


Fig. 3

Les tiges de suspension sont fixées, comme nous l'avons dit, aux goujons des nœuds d'articulation. Pour des raisons d'esthétique, on a adopté l'écartement de 10 mètres entre les tiges de suspension, et l'on a donné au tablier, une flèche égale au 1/500 de la portée.

Au sommet des portiques, formant table horizontale, on a établi les trains de galet de roulement supportant *les chariots de dilatation* (fig. 3).

---

(1) Le Général Français DUFOUR, l'employa pour la première fois lors de la construction du Pont de Fribourg, en y adjoignant des coins; plus tard cette méthode fut perfectionnée, tant en France qu'en Amérique.

Aux goujons de ces chariots viennent se fixer par des étriers, en outre des câbles de suspension, *les câbles de retenue.*

Ces câbles continus d'un chariot de dilatation à l'autre chariot, viennent contourner en sous-sol, le *massif d'ancrage* circulaire, sur lequel ils s'appuient avec interposition de pièces moulurées en fonte (fig. 4).

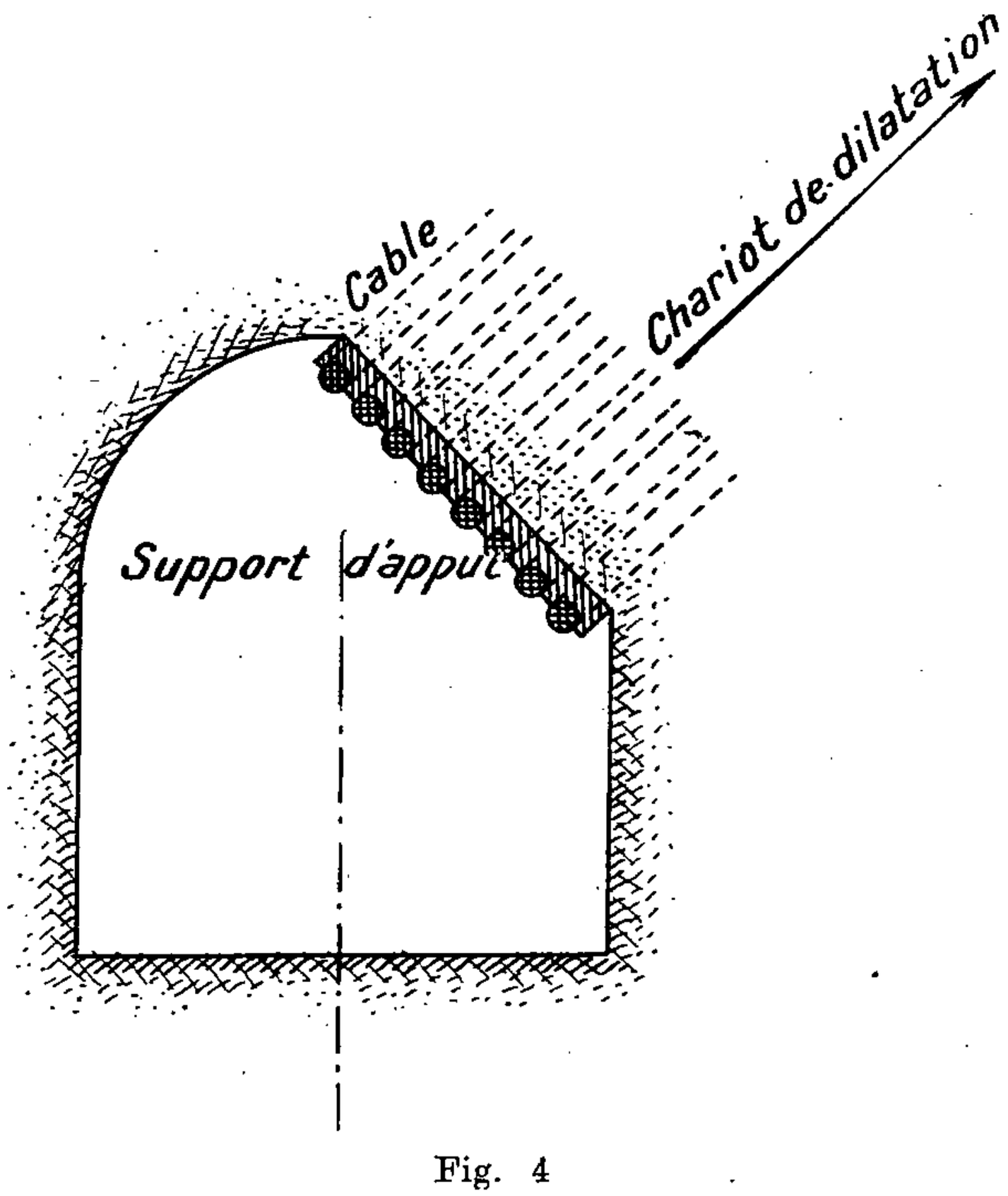


Fig. 4

Il existe un massif d'ancrage circulaire, sur chaque rive.

Ces massifs qui sont constitués par un cube de béton de ciment formant monolithe, sont percés de galeries qui suivent le parcours des câbles en sous-sol. Ces galeries permettent d'accéder aux câbles de retenue en vue de permettre leur visite et leur entretien.

PONT DE LUMES

Le pont suspendu de Lumes a été établi sur la Meuse en amont de Charleville et donne passage à un chemin d'intérêt commun.

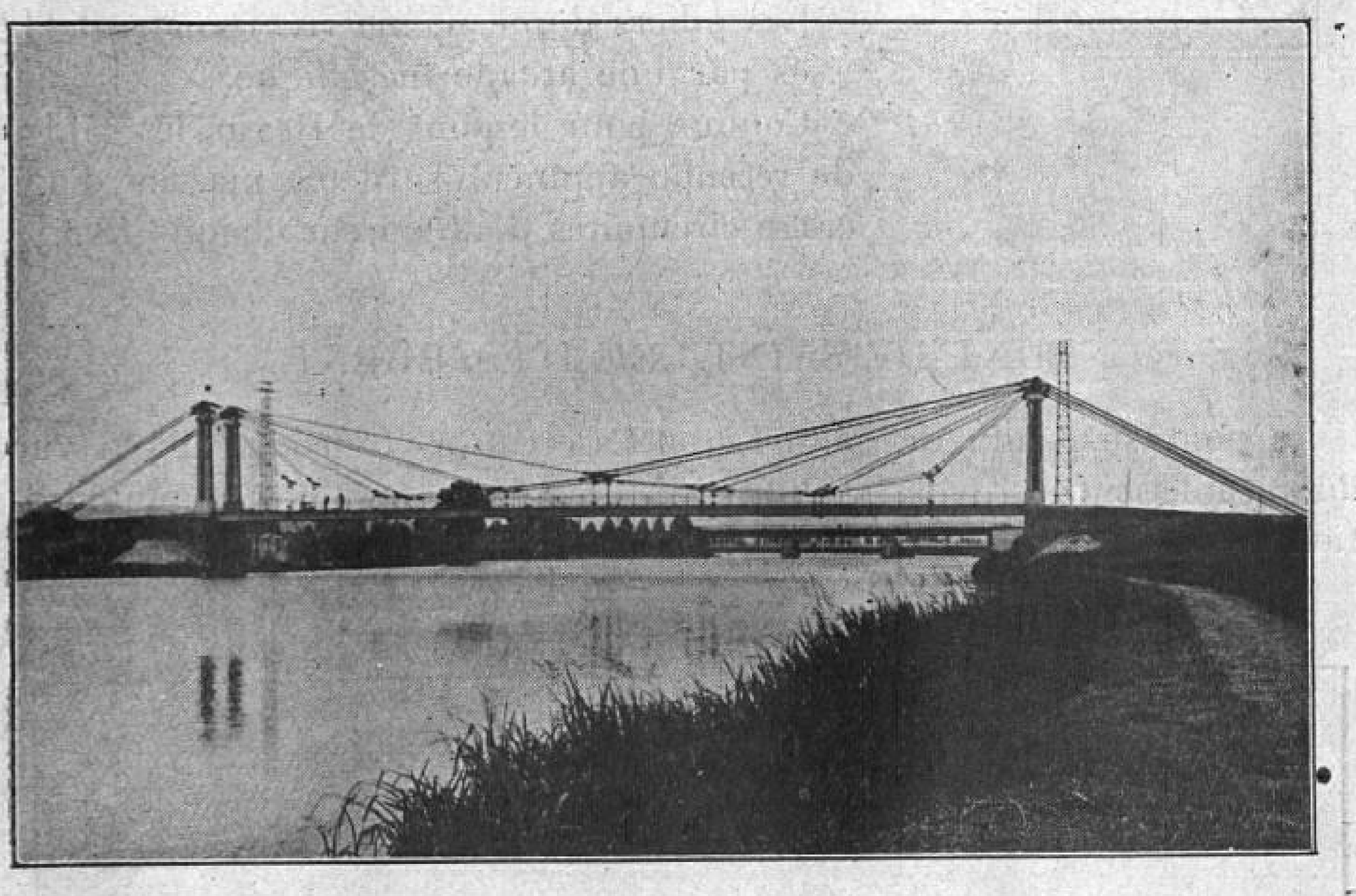
Comme le pont de Revin, il remplace un pont suspendu d'un type ancien détruit pendant la guerre.

La distance entre culées est de 76 mètres.

La largeur du tablier est de 5 mètres ; cette largeur comprenant une chaussée de 3 mètres et 2 trottoirs de 1 mètre.

Le lablier est assemblé d'une manière analogue à celui du pont de Revin.

La chaussée n'est pas constituée comme à Revin, par un remplissage en béton s'appuyant sur des tôles embouties, mais par un hourdis en béton de ciment armé de 0 m. 14 d'épaisseur, reposant sur les semelles supérieures des entretoises et longerons.



Pont suspendu de Lumes (Ardennes)
Suspension du type Gisclard

Au-dessus de ce hourdis existe une couche de ciment riche de 10 m/m, d'épaisseur, sur laquelle repose un revêtement en pavés d'asphalte de 0 m. 04 d'épaisseur.

Les trolloirs sont en tôles striées.

Les poutres de rive sont supportées, au droit des entretoises tous les 10 mètres, par un couple de tiges de suspension, en fer rond.

Les fermes de suspension sont du type Gisclard, et constituées d'une manière analogue aux fermes du pont de Revin.

Les câbles de suspension et les câbles de retenue viennent se fixer à des chariots de dilatation, disposés au sommet non plus de portiques, mais de *piliers en bélon de cimenl armé*, et fretté, d'un type breveté par M. Leinekugel Le Cocq, dont l'aspect est très élancé. Ces piliers sont les premiers de ce type qui aient été exécutés.

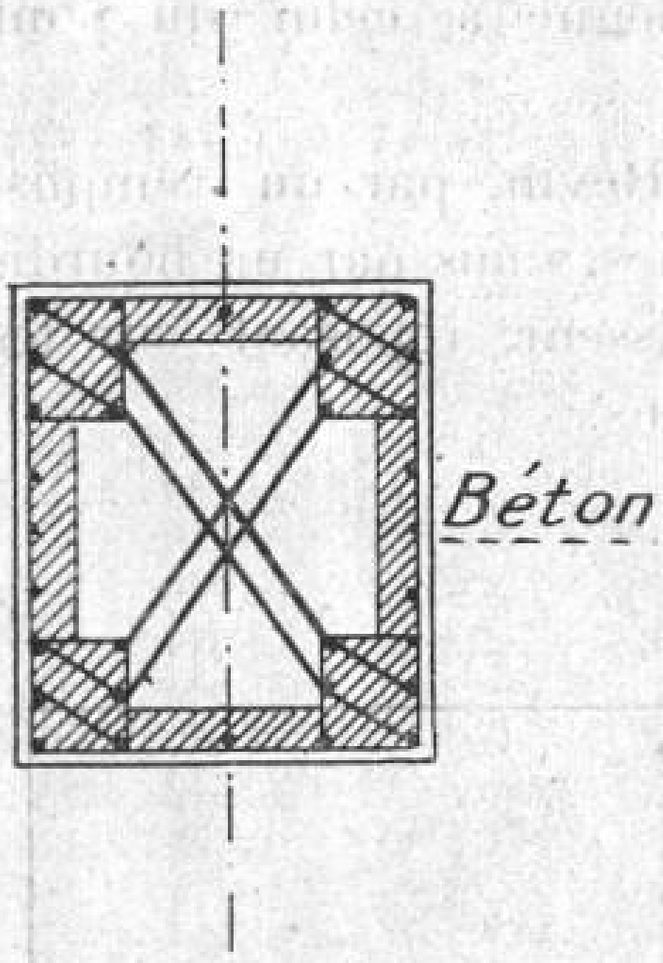


Fig. 5

Le croquis nº 5 montre une coupe horizontale d'un de ces piliers.

Ils se caractérisent par une grande inertie, et une très faible dépensede béton de ciment armé.

Le noyau intérieur est creux et il existe de distance en distance des plans horizontaux assurant un contreventement parfait entre les 4 arêtiers de chaque pilier.

Les piliers d'une même rive sont solidarisés par une arcade métallique.

Comme pour le pont de Revin, les câbles de retenue appuient surdeux massifs d'ancrage circulaires dont un sur chaque rive.

PONT DE SAINT-LEU D'ESSERENT

Le pont suspendu de Saint-Leu-d'Esserent a été construit en vue du rétablissement de la viabilité du chemin de grande communication nº 44, allant de Beauvais à Senlis.



Pont suspendu de St-Leu d'Esserent (Oise. Suspension du type parabolique.

Il remplace un ancien pont en maçonnerie à 3 arches, en arc de cercle, surbaissées au 1/72.

C'est un ouvrage plus important que les deux décrits précédem-

ment. Il comporte, en effet, une chaussée de 5 m. 50 de large et deux trottoirs en encorbellement de chacun 1 m. 45 de large.

La distance entre culées est de 73 mètres, environ.

Le tablier métallique est constitué d'une manière analogue à celui des deux ouvrages précédents.

La chaussée comprend un revêtement en pavés d'asphalte de 0 m. 04 d'épaisseur reposant sur un hourdis en béton armé avec interposition d'une couche de 0 m. 10 de ciment riche.

Les trottoirs sont constitués par les dalles en béton de ciment armé, de 1 m. 25 de largeur, sur 1 m. 25 de longueur.

Les fermes de suspension sont du type parabolique, sans interposition près des culées de câbles obliques et sont conçues conformément aux idées de M. l'Inspecteur Général J. Resal.

Pour chaque tête de pont, il a été réalisé, comme à Revin, deux fermes de suspension distinctes (fig. 6).

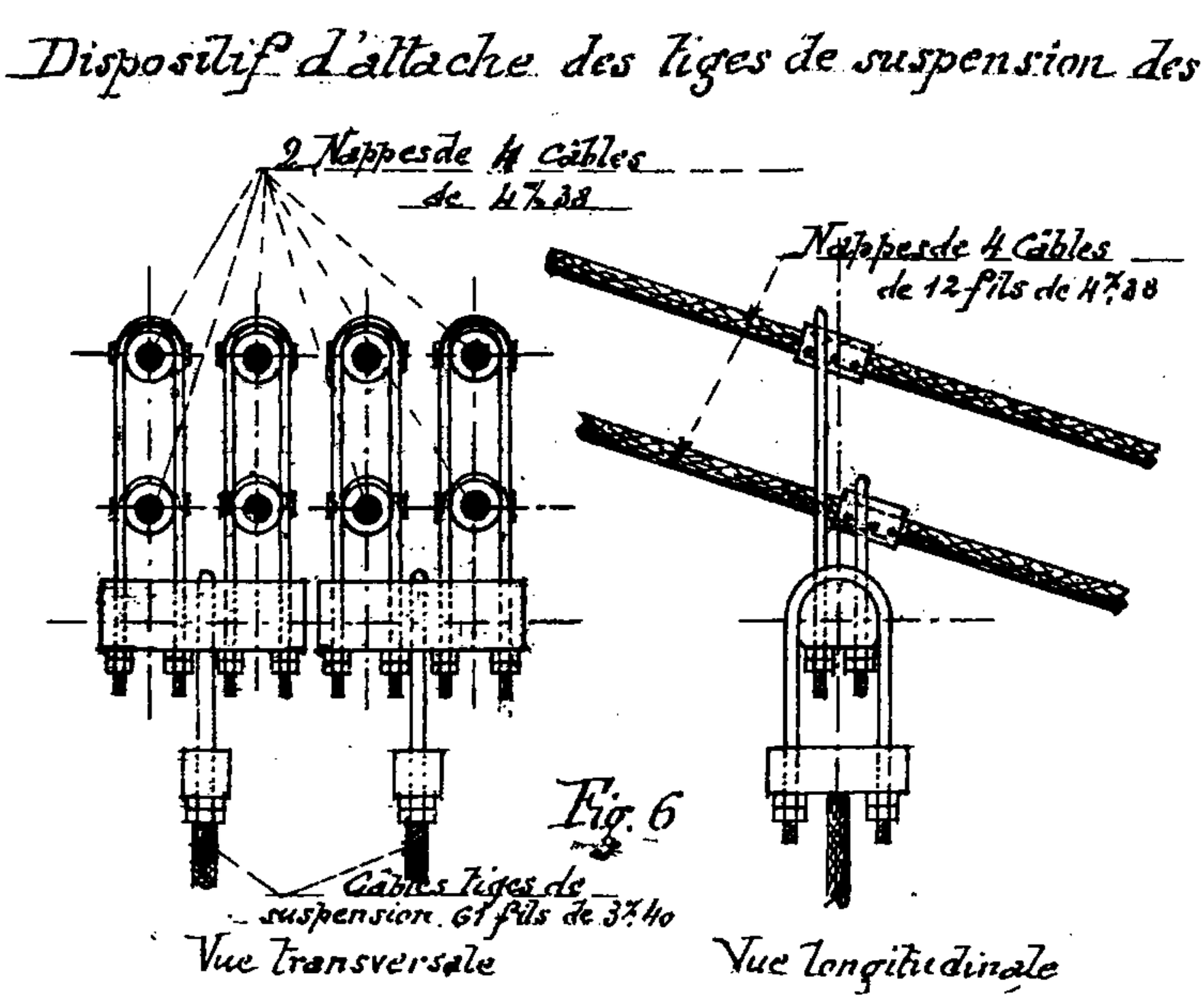


Fig. 6

L'ensemble des câbles forme, pour chaque tête de pont, deux nappes parallèles, chaque nappe étant constituée par 4 câbles.

Les tiges de suspension du tablier distantes de 5 mètres d'axe en axe, viennent s'attacher aux câbles au moyen d'un dispositif spécial représenté sur le croquis.

Les piliers sont en béton de ciment armé, et constitués d'une manière identique à ceux du pont de Lumes.

Les chariots de dilatation, les massifs d'ancrage, les câbles de

retenue, sont disposés d'une manière semblable à ceux qui existent au pont de Lumes.

Une passerelle de service, disposée sous le tablier, et transversalement à l'axe de ce tablier, peut circuler à la manière d'un pont roulant sur la bordure extérieure des trottoirs. Cette passerelle permet la visite et l'entretien de la charpente métallique du tablier; il constitue une innovation intéressante.

L'ensemble forme un ouvrage de très belle allure, et les résultats obtenus à ce jour, au cours des essais, justifient pleinement les conceptions théoriques de M. Resal, sur ce type d'ouvrage.

E. G. BARRILLON

Ingénieur en Chef de la Marine, Paris.

1° CONDITIONS D'EQUILIBRE DES ENSEMBLES DE FLOTTEURS REUNIS PAR DES LIAISONS ELASTIQUES

Les problèmes dans lesquels interviennent des flotteurs liés élastiquement se posent le plus souvent pour des assemblages dans lesquels les flotteurs sont des pontons différant peu de parallélipipèdes rectangles symétriquement lestés. Nous nous limiterons à ce cas et désignerons pas :

l, la largeur du ponton
L, sa longueur
f, son creux
ϖ, son poids.
γ, la distance du centre de gravité au fond.

} Eléments définissant le ponton.

Nous ne considérons que des inclinaisons transverasles et aurons donc pour déterminer une position de ponton, deux variables seulement.

t, tirant d'eau moyen du fond (fig. 3).
α, inclinaison sur l'horizon.

} Eléments de position.

Si nous appelons position neutre du ponton, celle définie par $\alpha = 0$

et $t = 0$, le travail à dépenser pour amener le ponton de la position neutre à la position α, t est

$$\varepsilon = \frac{[\mathrm{L}\, l l^2}{2} \cos\alpha + \frac{\mathrm{L}\, l^3}{24} \operatorname{tg}\alpha \sin\alpha - \varpi\,[t\cos\alpha + \gamma\,(1 - \cos\alpha)].$$

La variation de ce travail lorsqu'on passe de la position t_0, 0 à une position infiniment voisine $t_0 + dt_1$, α_1 (α_1 et dt_1 infiniment petits) est, en négligeant les infiniments petits d'ordre supérieur au second

$$\Delta\varepsilon = [\mathrm{L}\, l t_0 - \varpi]\, dt_1 + \frac{{\alpha_1}^2}{2}\left[\mathrm{L}\, l t_0 \left(\rho - \frac{t_0}{2}\right) + \varpi\,(t_0 - \gamma)\right] + \frac{\mathrm{L}\, l}{2}\, {dt_1}^2.$$

$\left(\text{En posant } \rho = \dfrac{1}{12}\dfrac{l^2}{t_0}\right)$.

Pour un groupe de flotteurs et de liaisons on aura une série de termes analogues ; on obtiendra, d'une façon générale, les conditions d'équilibre en écrivant que dans l'expression $\Sigma\Delta\varepsilon$ les termes du 1er ordre ont une somme nulle et les conditions de stabilité en écrivant que les termes du 2e ordre ont une somme positive, c'est-à-dire qu'il faut dépenser du travail pour passer de la position d'équilibre à une position infiniment voisine.

1°) *Ponton avec quille, échoué sur sol élastique.*

Condition de stabilité sans bande.

Nous admettons que le sol donne lieu à une composante verticale proportionnelle à la pression qu'il supporte et qu'il subisse une dénivellation proportionnelle à cette réaction.

Aux données précédentes il faut ajouter

Q hauteur de quille.

M Hauteur d'eau au-dessus du sol.

φ coefficient définissant l'élasticité du sol.

Si Z_0 est la dénivellation du sol et t_0 le tirant d'eau droit dans la position d'équilibre, on aura

$Z_0 + \mathrm{M} = \mathrm{Q} + t_0$ position d'équilibre.

$Z_0 + dz + \mathrm{M} = (\mathrm{Q} + t_0 + dt_1)\cos\alpha$ position infiniment voisine.

donc $dz = -(\mathrm{Q} + t_0)\dfrac{\alpha^2}{2} + dt_1$.

La variation du travail absorbé par le sol dans le passage de la position droite à la position infiniment voisine sera

$$\Delta\varepsilon' = \int_{z_0}^{z_0 + dz} \varphi z\, dz = \varphi z_0 dz + \frac{1}{2}\varphi dz^2$$

$$= \varphi(\mathrm{Q} + t_0 - \mathrm{M})\, dt_1 - \frac{\alpha^2}{2}\varphi(\mathrm{Q} + t_0)(\mathrm{Q} + t_0 - \mathrm{M}).$$

Ajoutant $\Delta\varepsilon$ et $\Delta\varepsilon'$ et annulant le coefficient de dt_1 on a

Condition d'équilibre $Ll l_0 - \varpi + \varphi (Q + l_0 - M) = 0$.
Par le coefficient de α^2 on obtient.
Condition de stabilité :

$$Ll l_0 \left(\rho - \frac{l_0}{2}\right) + \varpi (l_0 - \gamma) - \varphi (Q + l_0)(Q + l_0 - M) > 0.$$

La première condition donne l_0.
En éliminant l_0 entre les 2 conditions on obtient

$$Ll \frac{\varpi - \varphi (Q - M)}{2(Ll + \varphi)} \left[Q + \rho + \frac{\varpi - \varphi (Q - M)}{Ll + \varphi} \right] - \varpi (Q + \gamma) > 0$$

qui est la condition cherchée.

2°) *Deux flolleurs reliés par un axe élastique.*

La figure 1 représente deux flotteurs liés par un axe Ω élastique ; l_0 étant le tirant d'eau d'équilibre, on suppose que les 2 ponts sont en prolongement et que la torsion sur Ω est nulle dans cette position ; les 2 flotteurs étant droits.

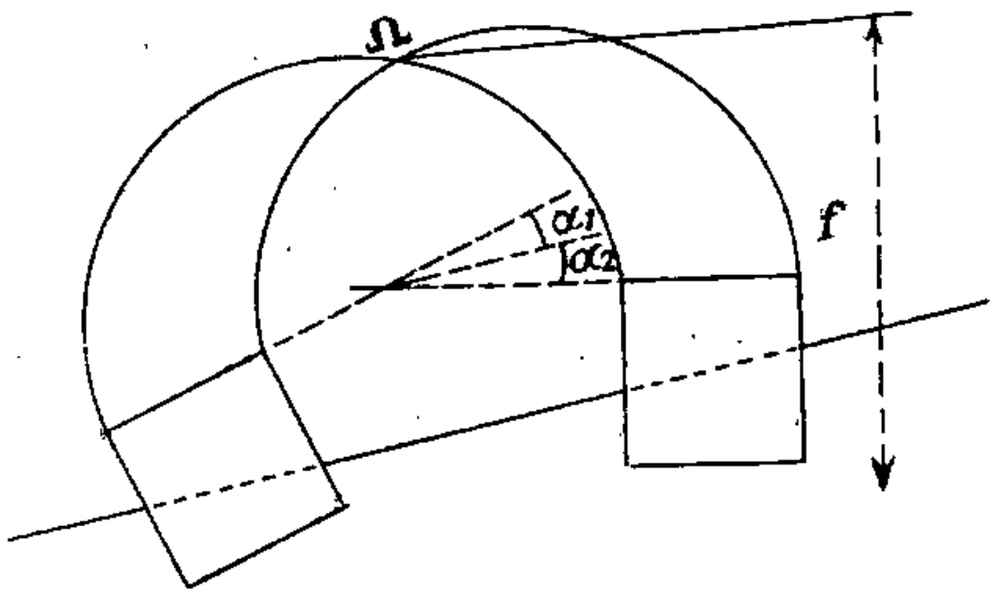


Fig. 1

La hauteur de Ω au-dessus de l'eau est la même suivant qu'on la mesure dans l'un ou l'autre flotteur, ce qui donne la condition de liaison géométrique.

$$\frac{0}{2} (\alpha_1 - \alpha_2) = dl_1 - dl_2. \qquad (1)$$

La torsion de la liaison considérée dans chaque flotteur donne, en posant

$$\mathfrak{A} = \frac{\varpi \theta}{2 l_0}$$

$$\mathfrak{B} = \varpi \left(\frac{\rho^2}{12 l_0} - \gamma + \frac{l^0}{2} \right)$$

les relations

$$\mathfrak{A}\, dl_1 + \mathfrak{B}\, \alpha_1 = (\alpha_1 + \alpha_2) \qquad (2)$$
$$\mathfrak{A}\, dl_2 + \mathfrak{B}\, \alpha_2 = - \varphi (\alpha_1 + \alpha_2) \qquad (3)$$

Il y a donc 3 relations entre les variables α_1 α_2 dl_1 dl_2. Le système dépend donc d'un seul degré de liberté, lorsque l'équilibre interne est

réalisé. Prenant donc comme variable indépendante $Z = \frac{2\,(dl_1 - dl_2)}{\theta}$,

les 3 équations de conditions donnent en posant $\Lambda = \mathcal{B} + \mathcal{A}\,\frac{\theta}{2}$.

$$\alpha_1 = z\left[\frac{1}{2} + \frac{V}{4\varphi}\right]$$

$$\alpha_2 = z\left[-\frac{1}{2} + \frac{\Lambda}{4\varphi}\right]$$

$$dt_1 = \frac{z}{2\mathcal{A}}\left[-\frac{\Lambda\mathcal{B}}{2\varphi} + \Lambda - \mathcal{B})\right]$$

$$dt_2 = \frac{z}{2\mathcal{A}}\left[-\frac{\Lambda\mathcal{B}}{2\varphi} - (\Lambda - \mathcal{B})\right]$$

$$\alpha_1 - \alpha_2 = z$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 = z\,\frac{\Lambda}{2\varphi}$$

$$dt_1 - dt_2 = \frac{z}{\mathcal{A}}\,(\Lambda - \mathcal{B})$$

Ce système est équivalent au système (1) (2) (3).
On tire :

$$\overline{dt_1}^2 + \overline{dt_2}^2 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{z^2}{2\mathcal{A}^2}\left[\frac{\Lambda^2\mathcal{B}^2}{4\varphi^2} + (\Lambda - \mathcal{B})^2\right]$$

$$\alpha_1^2 + \alpha_2^2 = \ldots\ldots\ldots z^2\,\frac{1}{2}\left[1 + \frac{\Lambda^2}{4\varphi^2}\right]$$

$$(\alpha_1 + \alpha^2) = z^2\,\frac{4\varphi^2}{\Lambda^2}$$

La condition d'équilibre est

$$\frac{\mathrm{L}\,l}{2}\,(dt_1^2 + dt_2^2) - \varpi\,(\gamma - l_0)\left(\frac{\alpha_1^2}{2} + \frac{\alpha_2^2}{2}\right)$$

$$+ (\alpha_1^2 + \alpha_2^2)\,\mathrm{L}\,l t_0\left(-\frac{t_0}{4} + \frac{l^2}{24\,t_0}\right) + \frac{1}{2}\,\varphi\,(\alpha_1 + \alpha_2)^2 > 0.$$

Le dernier terme correspondant au travail emmagasiné par la liaison.

En remplaçant tous les termes variables par leur expression en Z^2 et écrivant que le coefficient de Z^2 est positif on obtient l'unique condition de stabilité sous la forme générale.

$$\frac{\mathrm{L}\,l}{\mathcal{A}^2}\left[\frac{\Lambda^2\mathcal{B}^2}{4\varphi^2} + (\Lambda - \mathcal{B})^2\right]$$

$$+ \left(1 + \frac{\Lambda^2}{4\varphi^2}\right)\left[\mathrm{L}\,l t_0\left(-\frac{t_0}{2} + \frac{l^2}{12\,t_0}\right) - \varpi\,(\varphi - l_0)\right] + \frac{1}{2}\,\frac{\Lambda^2}{\varphi} > 0.$$

3° *Poids suspendu par un axe élastique.*

La figure 2 représente un ponton avec un poids mobile P porté par un bras rigide AP de longueur H. Ce bras est lié au pont par une charnière flexible.

La liaison élastique est définie par le moment φ nécessaire pour maintenir AP écarté d'un angle unité par rapport au longitudinal du ponton. Le couple agissant entre AP et le ponton est $\varphi\,(\alpha - i)$.

L'équilibre du bras AP donne pour ce même couple la valeur PH sin i donc

$$\varphi(\alpha - i) = \mathrm{P.H}\cdot i \quad \text{et} \quad i = \frac{\varphi\alpha}{\mathrm{PH} + \varphi}.$$

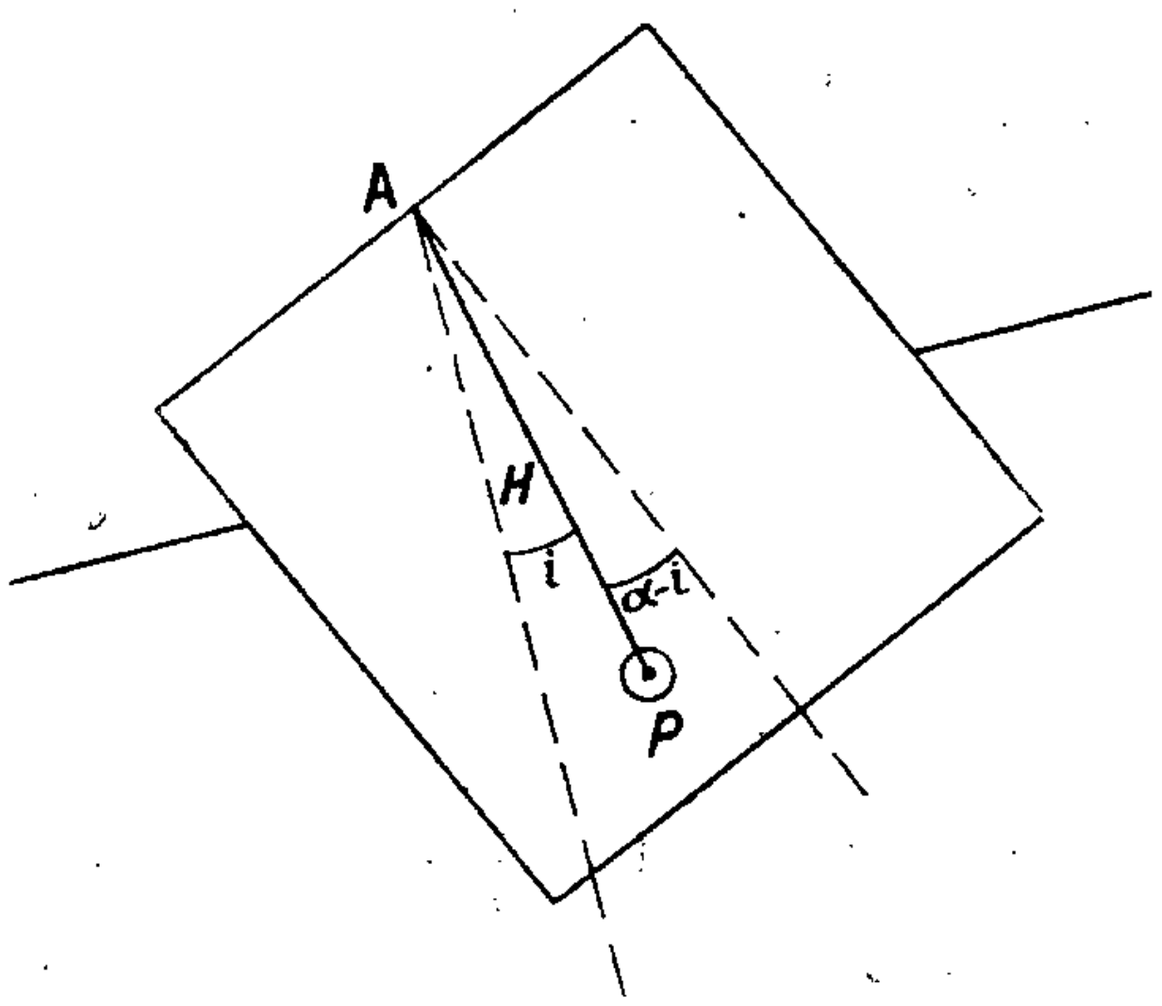


Fig. 2

Le travail absorbé par le ressort est

$$\frac{1}{2}\,\varphi(\alpha - i)^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{\mathrm{PH}}{\mathrm{PH} + \varphi}\right)^2 \alpha^2$$

la dis ance de P à la flottaison est pour la position droite.

$$\mathrm{H} - (f - t_0)$$

et pour la position inclinée $H \cos i - (f - l_0) \cos \alpha$.

Le travail fourni par la descente de P est donc

$$\alpha^2\left[\frac{f - t_0}{2}\right] - \frac{\mathrm{H}}{2}\frac{\tau^2}{2} = \frac{\alpha^2}{2}\left[f - t_0 - \left(\frac{\mathrm{H}\,\varphi}{\mathrm{PH} + \varphi}\right)^2\right].$$

Le travail total fourni (descente de P diminué du travail emmagasiné dans la charnière) est donc

$$\frac{\alpha^2 \mathrm{P}}{2}\left[f - t_0 - \mathrm{H}\left(\frac{\varphi}{\mathrm{PH} + \varphi}\right)^2 - \mathrm{P}\left(\frac{\mathrm{H}}{\mathrm{PH} + \varphi}\right)^2 \varphi\right].$$

Soit H′ la distance du pont à un poids fixe P équivalent au poids monté sur bras à charnière élastique.

On aura :

$$f - t_0 - H' = f - t_0 - H\left(\frac{\varphi}{PH + \varphi}\right)^2 - P\left(\frac{H}{PH + \varphi}\right)^2 \varphi$$

$$H' = \frac{H\varphi^2 + PH^2\varphi}{(PH + \varphi)^2} = \frac{H\varphi}{PH + \varphi}.$$

4°. *Arc porté par deux pontons avec axes élastiques.*

Soit θ la distance des axes et H la hauteur du centre de gravité de l'arc au-dessus de ces axes. Dans le cas de la figure 3 on a à former

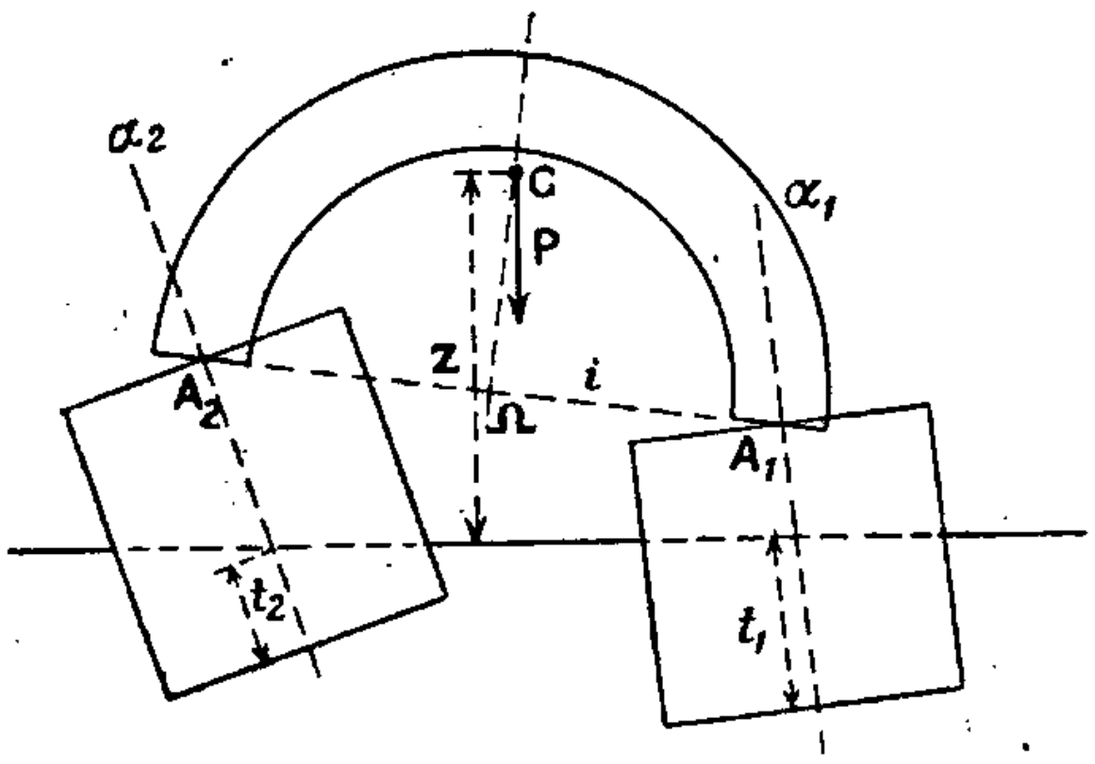


Fig. 3

les $\Delta\varepsilon$ pour chacun des 2 pontons, pour l'arc et pour les liaisons élastiques. Pour ces dernières.

$$\Delta\varepsilon_4 = \frac{1}{2}\varphi\,(i - \alpha_1)^2 + \frac{1}{2}\varphi\,(i - \alpha_2)^2$$

i, étant l'inclinaison sur l'horizon de $A_1\,A_2$. Tenant compte de la relation géométrique donnant i en fonction de $\alpha_1\,\alpha_2\,dl^1\,dl^2$ on obtient pour les termes de second ordre :

1er ponton : $\Delta\varepsilon_1 = \frac{\alpha_1^2}{2}\left[L l t_0\left(\rho - \frac{t_0}{2}\right) + \varpi\,(t_0 - \gamma)\right] + \frac{L l}{2}\,dt_1^2$

2e ponton : $\Delta\varepsilon_2 = \frac{\alpha_2^2}{2}\left[L l t_0\left(\rho - \frac{t_0}{2}\right) + \varpi\,(t_0 - \gamma)\right] + \frac{L l}{2}\,dt_2^2$

arc : $\Delta\varepsilon_3 = -\frac{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}{2}\,P\,\frac{f - t_0}{2} - \frac{P}{2}\,\frac{H}{\theta^2}\,(dt_1^2 + dt_2^2) + \frac{P}{2}\,\frac{H}{\theta^2}\,dt_1\,dt_2$

liaisons :

$$\Delta\varepsilon_4 = \frac{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}{2}\,\varphi - \varphi\,(\alpha_1 + \alpha_2)\,\frac{dt_1 - dt_2}{\theta} + \varphi\,(dt_1^2 + dt_2^2) - 2\,\frac{\varphi}{\theta^2}\,dt_1 dt_2.$$

Additionnant ces 4 expressions et considérant d'abord le cas où

$\alpha_1 = \alpha_2 = 0$ et écrivant que la forme quadratique en dl_1 et dl_2 est posi ive, c'est-à-dire que son discriminant est négatif on obtient

$$\frac{PH}{\theta^2} < \frac{Ll}{2} + 2\varphi \qquad (1)$$

première cond tion de stabilité, toujours satisfaite si φ est infini, c'est-à-dire si l'ensemble arc et pontons est rigide.

Faisant maintenant $\alpha_1 = \alpha_2$ et $dl_1 = -dl_2$ on doit rendre positive l'expression.

$$\alpha_1^2 \left[Ll t_0 \left(\rho - \frac{t_0}{2} \right) + \varpi (t_0 - \gamma) - P \frac{f - t_0}{2} + \varphi \right] - 4\varphi\alpha_1 \frac{dl_1}{\theta}$$

$$+ dl_1^2 \left[Ll + 2\frac{\varphi}{\theta^2} - \frac{PH}{\theta^2} \right]$$

ce qui conduit à la condition générale de stabilité.

$$\left[Ll t_0 \left(\rho - \frac{t_0}{2} \right) + \varpi (t_0 - \gamma) - P \frac{f - t_0}{2} \right] \left[Ll + \frac{4\varphi}{\theta^2} - \frac{2PH}{\theta^2} \right]$$

$$+ \varphi \left[Ll - \frac{2PH}{\theta^2} \right] > 0. \qquad (2)$$

Dans le cas de $\varphi = 0$ on obtient ainsi la condition de stabilité du ponton chargé sur le pont d'un poids $\frac{P}{2}$.

Dans le cas de $\varphi = \infty$ la condition devient

$$Ll t_0 \left(\rho - \frac{t_0}{2} \right) + \varpi (t_0 - \gamma) - P \frac{f - t_0}{2} + \frac{\theta^2}{4} \left[Ll - 2\frac{PH}{\theta^2} \right] > 0$$

ou sous une autre forme.

$$\varpi \left(\gamma - \frac{t_0}{2} \right) + \frac{P}{2} \left(H + f - \frac{t_0}{2} \right) < \left(\frac{P}{2} + \varpi \right) \left[\frac{l^2}{12 t_0} + \frac{\theta^2}{4 t_0} \right]$$

qui est la condition de stabilité connue pour l'ensemble rigide..

Dans le cas général il y a deux conditions de stabilitë données ci-dessus en (1) et (2)

5° *Matelas d'air.*

D'autres genres de liaisons élastiques peuvent être traités par des méthodes données ci-dessus. Nous indiquerons seulement le cas suivant qui trouve son application dans divers appareils de laboratoire et dans l'équilibre de cloches flottantes complètement immergées. La

figure représente un cylindre vertical fermé par le haut, ouvert par le bas et enveloppant un cylindre fixe.

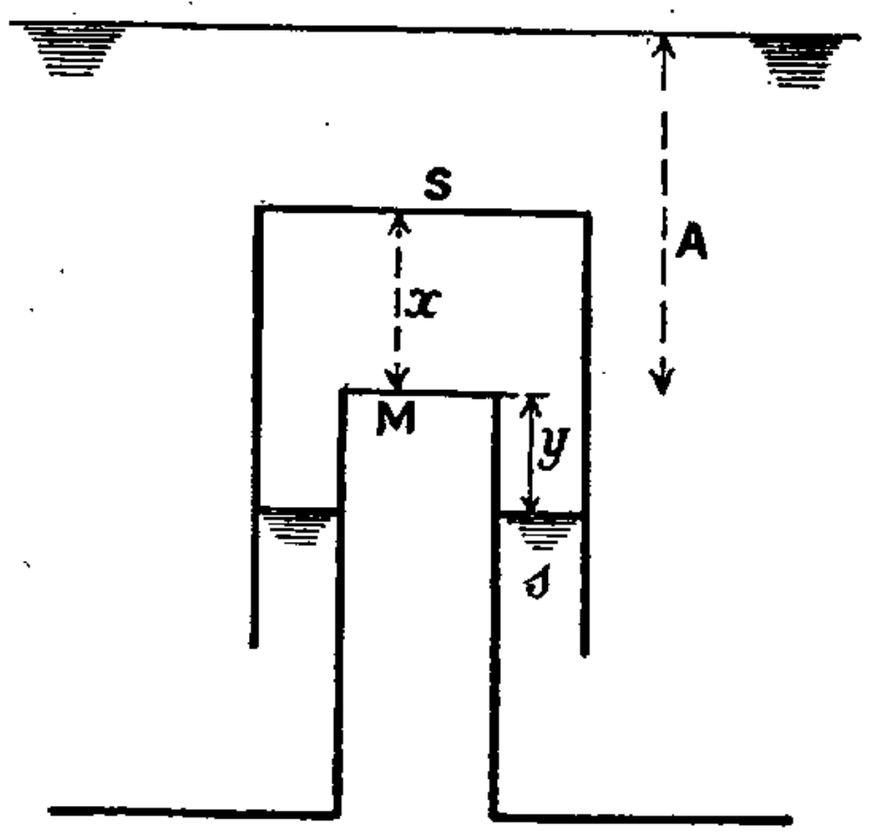


Fig. 4

La liaison élastique est fournie par la pression de l'air compris entre les 2 cylindres et la flottaison intérieure.

La condition de l'équilibre stable en plongée compléte est facile à obtenir. On trouve :

$$x < \mathrm{A} + y - (\mathrm{A} + 2y)\,\frac{s}{\mathrm{S}}.$$

Les exemples donnés montrent avec quelle facilité la méthode des travaux virtuels s'applique à l'étude des conditions d'équilibre des ensembles des flotteurs réunis par des liaisons élastiques.

On a supposé que les flotteurs étaient des parallélipipèdes rectangles pour pouvoir donner des expressions de stabilité complètement développées en fonction des données géométriques définissant les dimensions des flotteurs.

On remarquera que la méthode s'applique identiquement de même si les flotteurs sont quelconques. Il suffit dans ce cas d'exprimer les $\Delta\varepsilon$. en utilisant le rayon métacentrique de chaque flotteur.

On remarquera enfin que pour les divers problèmes posés, nous nous sommes astreints à varier le procédé d'application de la méthode générale, en introduisant les liaisons au cours du calcul ou en les laissant indéterminées.

2° CONDITIONS DE TRAVAIL DES HELICES PROPULSIVES PLACEES AU VOISINAGE DE LA SURFACE DE L'EAU

L'intérêt de cette question est à la fois d'ordre théorique et d'ordre pratique ; d'ordre théorique par les rapprochements possibles avec les phénoménes de cavitation et par la possibilité d'observer, au voisinage de la surface, le mouvement de l'eau dans l'hélice ; d'ordre pratique par les bases qu'elle peut fournir dans l'étude des deux questions suivantes :

a)pertes de rendement dans le cas de navigation de bâtiments de mer lèges.

b) dispositifs à adopter pour les bâtiments à faible tirant d'eau (canonnières fluviales, remorqueurs) naviguant normalement dans des eaux trop peu profondes pour utiliser un propulseur complètement au-dessous de la flottaison.

L'étude peut être entreprise soit par des essais sur navires réels, soit par des essais sur modèles. Quelques essais préliminaires nous ayant montré un parallélisme marqué entre les phénomènes constatés sur modèles et les phénomènes observés sur navires réels, nous avons entrepris une étude détaillée du phénomène sur modèles, dans l'espoir de trouver par la suite des rapprochements de plus en plus précis et de permettre de prévoir par des essais de modèles les résultats à attendre dans le cas de projets bien déterminés. La présente notice a pour but d'indiquer sommairement les résultats obtenus sur modèles, et surtout de provoquer la communication de renseignements numériques sur les mesures qui ont pu être faites ailleurs sur navires réels.

Dans les essais sur modèles d'hélices isolées travaillant en eau profonde, on sait que la vitesse de route V_r, ou vitesse d'entrée Ve est indifférente et que pour pouvoir passer du modèle au réel, il suffit de s'astreindre à la seule condition de comparer les deux fonctionnant au même recul ou à la même valeur de $\frac{n\,D}{V_e}$ (n, nombre de tours, D *diamètre*). Dans le cas présent il n'en est pas de même et la comparaison doit se faire en maintenant à la fois l'égalité pour le rapport $\frac{n\,D}{V_e}$ et pour le rapport $\frac{V_e}{\sqrt{D}}$.

Hélice Isolée. — Si nous considérons d'abord une hélice isolée, c'est-à-dire non soumise à l'influence de la carène ou du fond, l'étude comprendra pour chaque hélice deux variables : $\frac{n\,D}{V_e}$ et $\frac{V_e}{\sqrt{D}}$, en fonction

desquelles on devra déterminer les quantités $\frac{P}{n^2D^4}$ et $\frac{C}{n^2D^5}$ (P poussée, C couple).

a) au point fixe, comparaison de l'hélice profondément immergée et de l'hélice au voisinage de la surface libre.

Pour l'hélice en eau profonde les poussées et les couples varient comme n^2. Sur un graphique ayant comme abscisses les nombres de tours, les courbes $\frac{P}{n^2D^4}$ et $\frac{C}{n^2D^5}$ seront des droices horizontales, les courbes $\frac{P}{n}$ et $\frac{C}{n}$ des droités passant par l'origine.

Pour l'hélice à ailes débordantes, les 4 courbes sont tangentes pour $n = 0$ aux courbes correspondantes de l'hélice en eau profonde ; les courbes $\frac{P'}{n^2D^4}$ et $\frac{C'}{n^2D^5}$ relatives à l'hélice à ailes débordantes sont constamment descendantes; les courbes $\frac{P'}{n}$ et $\frac{C'}{n}$ présentent une partie ascendante, puis une partie descendante. Dans la partie ascendante $\frac{P'}{n} < \frac{P}{n}$ par exemple pour $\frac{H}{D} = 1{,}2$ et $\frac{\delta}{D} = 0{,}4$ (H pas géométrique, δ distance de l'axe de rotation à la sufrace libre) on a $\frac{P'}{c'} = 0{,}97\,\frac{P}{c}$, pour les parties de courbe au voisinage de $n = 0$. — Dans la partie, descendante des courbes $\frac{P'}{n}$ et $\frac{C'}{n}$ le rapport $\frac{P'}{c'}$, décroit d'une façon régulière.

Il y a donc deux régimes différents pour le fonctionnement au point fixe de l'hélice à ailes débordantes : aux petits nombres de tours, faible diminution du rendement en poussée, aux grands nombres de tours, grande diminution du rendement en poussée.

b) en route. Dans le fonctionnement de l'hélice modèle au voisinage de l'eau en observe, si les ailes sont débordantes, trois régimes différents qui se présentent dans l'ordre suivant lorsque dans une série d'essais à vitesse de route constante on augmente progressivement le nombre de tours. Au régime A, une intumescence se produit à la surface libre de l'eau, l'hélice travaille presque complètement dans l'eau, on constate à peine quelques éclaboussures s'élevant peu et décrides paraboles tendues. Au régime B, grandes projections d'eau s'élevant dans toutes les directions. Au régime C, les projections d'eau sont presque supprimées, l'hélice semble travailler dans un manchon d'air.

Dans le cas de l'hélice profondément immergée, $\frac{P}{n^2D^4}$ et $\frac{C}{n^2D^5}$ vont en croissant en fonction de $\frac{nD}{V}$ et ont les mêmes valeurs quel que soit

$\frac{V_e}{\sqrt{D}}$. Dans le cas de l'hélice complètement immergée, mais voisine de la surface libre de l'eau, le régime A se produit seul. La courbe des $\frac{P}{n^2D^4}$ monte régulièrement, mais semble tendre vers un maximum. Il n'y a pas de variation sensible du pas effectif, les pertes de rendement sont négligeables.

Dans le cas de l'hélice à ailes débordantes, $\frac{P'}{n^2D^4}$ et $\frac{C'}{n^2D^5}$ commencent par croître en fonction de $\frac{nD}{V}$ puis décroissent. Les courbes de $\frac{P'}{n^2D^4}$ et $\frac{C'}{n^2D^5}$ s'éloignent d'autant plus des courbes $\frac{P}{n^2D^4}$ et $\frac{C}{n^2D^5}$ que la valeur de $\frac{V_e}{\sqrt{D}}$ est plus grande et que la valeur de $\frac{\delta}{D}$ est plus petite. Les maxima de $\frac{P'}{n^2D^4}$ et $\frac{C'}{n^2D^5}$ correspondent au passage du régime A au régime B. Tant que ce maximum n'est pas atteint, le rendement de l'hélice $\left(\frac{PV_e}{2\pi Cn}\right)$ diminue peu par rapport à celui de l'hélice immergée, et la diminution est d'autant plus importante que l'hélice émerge plus. Lorsque le maximum est dépassé la perte de rendement s'accentue de plus en plus. La valeur de $\frac{nD}{V}$ pour laquelle la poussée s'annule est variable, c'est-à-dire que le pas effectif n'est pas exactement le même que pour l'hélice en eau profonde. La différence ne devient sensible que lorsque les ailes dépassent réellement la surface libre.

Quoiqu'il soit difficile de se baser sur la réalisation d'un maximum pour définir le passage d'un régime à un autre, nous appelons nombre de tours critique celui qui correspond au maximum de $\frac{P'}{n^2D_4}$, ce nombre de tours critique qui est *à priori* une fonction de $\frac{V}{\sqrt{D}}$ de $\frac{\delta}{D}$ et de $\frac{H}{D}$ est trouvé indépendant de $\frac{H}{D}$, décroissant lorsque $\frac{V}{\sqrt{D}}$ croît et croissant avec $\frac{\delta}{D}$.

On peutrésumer les observations faites sur les modèles d'hélices incomplètement immergées, dans la description sommaire suivante : la différence entre l'hélice complètement immergée et l'hélice partiellement immergée se manifeste surtout (tant que l'émersion n'est pas trop grande) par une perte de poussée et par une perte relativement faible de rendement, lorsque l'on travaille au régime A. Au-delà il y a à la fois perte importante de poussée et perte importante de rendement.

HÉLICE COMBINÉE AVEC UNE CARÈNE.

Dans cette étude il est nécessaire de déterminer les valeurs de la succion et du sillage. Pour la succion il n'apparaît pas ici de difficulté spéciale, au moins tant que la profondeur d'eau sous quille n'est pas très faible et que l'enfoncement de l'arrière sous l'effet combiné de la vitesse et de l'hélice n'est pas impo tant. Mais pour la détermination du sillage une difficulté se présente immédiatement. Si on cherche à utiliser la méthode classique de comparaison des $\frac{P'}{n^2D^4}$ en eau libre et des $\frac{P''}{n^2D^4}$ mesurés derrière la carène. En effet pour faire cette comparaison il est nécessaire qu'à une valeur de $\frac{P''}{n^2D^4}$ on puisse associer une valeur bien déterminée de $\frac{P'}{n^2D^4}$. Or nous avons vu que les courbes de $\frac{P'}{n^2D^4}$ présentaient un maximum et que par suite à une valeur de $\frac{P'}{n^2D^4}$ correspondent soit 2 soit 0 valeurs de $\frac{nD}{V}$. On constate en pratique en essayant cette méthode que si l'on travaille sur la branche descendante des $\frac{P'}{n^2D^4}$ ou des $\frac{P''}{n^2D^4}$ aucune détermination de sillage n'est acceptable. La détermination du sillage ne peut par suite se faire par comparaison avec une hélice isolée travaillant à la même immersion (et encore moins avec une hélice isolée à immersion profonde). Par contre si l'hélice isolée a été étudiée à toute immersion δ on peut trouver dans le faisceau des courbes $\frac{P'}{n^2D^4}$ et $\frac{C'}{n^2D^5}$ une et une seule combinaison de $\frac{nD}{V_e}$ et de δ' donnant les valeurs $\frac{P''}{n^2D^4}$ et $\frac{C''}{n^2D^5}$ mesurées sur l'hélice derrière carène. On détermine ainsi simultanément l'immersion de travail δ' à laquelle l'hélice travaille derrière la carène (immersion différente de celle du plan) et la vitesse réelle V_e d'entrée de l'eau.

De l'étude précédente on tire la conclusion que l'on obtient un rendement acceptable de l'hélice partiellement immergée tant que l'hélice travaille complètement dans l'eau, même si au départ ses ailes débordent la surface libre. Pour des hélices débordant largement la surface libre au départ, il est possible (en particulier en utilisant convenablement la vague de l'arrière et en complétant la carène par une voûte) de faire travailler l'hélice derrière la carène au régime A pour des vitesses de route et des nombres de tours auxquels l'hélice isolée travaillerait au régime B, donc de réaliser de plus grandes poussées sans perte correspondante de rendement.

L'étude des avantages à retirer de l'adjonction d'une voûte à une carène existante se décompose elle-même en 3 parties : 1° détermina-

tion de la variation de la résistance de remorquage (sans hélice), lorsque la carène nue est remplacée par une carène avec voûte rapportée. Cette étude, faite sur des cas concrets, montre que l'adjonction d'une voûte rapportée n'entraîne pas toujours une augmentation de la résistance de remorquage.

2° détermination de la succion et du sillage dans les 2 cas. Cette étude faite sur des cas concrets montre qu'en général sillage et succion sont augmentés par l'adjonction de la voûte.

3° détermination du rendement propre de l'hélice dans ses conditions de travail derrière la carène, avec et sans voûte. Cette détermination faite par la mesure des poussées à la butée et des couples sur l'hélice donne les même résultats que ceux donnés par l'hélice travaillant aux mêmes valeurs de V_e et de δ' déterminées ci-dessus. Le rendement global exprimé sous la forme $\rho = \frac{P_u \times V_r}{2\pi C_u}$ où P_u est la poussée utile (déduite de P_B poussée sur butée et de la succion) et où V_r est la vitesse de route, donne suivant les cas l'avantage à la carène avec ou sans voûte. D'une façon générale on peut dire que si les conditions de diamètre, tours, vitesse et poussée imposées permettent de travailler au régime A, il y a désavantage à ajouter une voûte. Si au contraire les conditions imposées obligent à faire travailler l'hélice sans voûte au régime B, il y a intérêt à ajouter une voûte pour faire travailler l'hélice au régime A.

Le bon fonctionnement de l'hélice sous voûte étant intimement lié au remplissage de la voûte, on a déterminé les conditions de ce remplissage pour des cas concrets dans lesquels l'hélice derrière carène était surmontée d'enveloppes de divers développements, avec et sans volet réglable placé à l'arrière. Cette étude permet de se rendre compte des cas dans lesquels le volet est utile. Dans cette étude on détermine pour chaque vitesse de route et chaque nombre de tours l'inclinaison à donner au volet pour assurer le remplissage de la voûte.

Ce genre d'essais permet, dans l'étude d'un projet pour lequel D, n, V_e et P sont imposés de déterminer si l'hélice travaillera ou non au régime A.

Par la présente note, nous avons eu en vue d'attirer l'attention sur l'intérêt qu'il y aurait à entrer dans la voie des rapprochements entre résultats de modèles et résultats sur bâtiments réels, en ce qui concerne le problème de l'hélice incomplètement immergée. Les méthodes de l'expérimentation sur modèle sont maintenant assez bien établies pour que ce genre de rapprochements soit tenté. Mais il est nécessaire pour arriver au but que des mesures sur bâtiments réels soient faites en relevant soigneusement les divers éléments indiqués ci-dessus, comme influençant les conditions de travail des hélices voisines de la surface libre de l'eau.

L. MAHL
Ingénieur, Paris.

1° STABILISATEUR A MERCURE POUR AVION, REGLANT LA HAUTEUR DE MARCHE, SA DIRECTION ET ASSURANT SA SECURITE

2° METHODE MAHL POUR EFFECTUER DES PERFORATIONS TRES RAPIDES ET ECONOMIQUES PROGRES IMPORTANT DANS LA VOIE DES RECHERCHES SOUTERRAINES

3° OBSERVATIONS SUR LA CONSTRUCTION DES GRANDS BARRAGES EN MAÇONNERIE

BONNET
Ingénieur en Chef, Directeur des Ponts-et-Chaussées, Anvers.

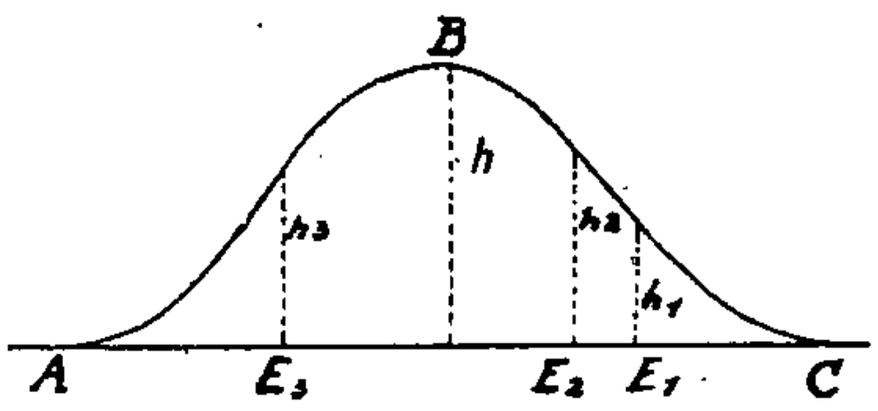
1° ETUDE THEORIQUE DES FLEUVES A MAREE

PLANCHES I ET II.

Si on se base sur l'étude des mouvements ondulatoires, on voit rapidement qu'il y a une parenté très étroite entre l'onde marée fluviale et l'onde de translation positive. Comme cette dernière, elle est due à un déversement progressif, ici de la mer dans le fleuve, qui

donne lieu à la formation d'une immense onde de translation. Si l'onde marée fluviale se rapproche toutefois de l'onde de translation quant au mode de formation, elle s'en écarte dès que l'on envisage les conditions de propagation. Les différences constatées sont néanmoins plus apparentes que réelles et proviennent de ce que les formules de l'onde de translation ne sont établies que pour de petites ondes se propageant dans des canaux relativement larges et profonds, où l'influence des résistances est inappréciable, et non pas pour de grandes ondes dont la hauteur est comparable à la profondeur du fleuve (qui dépasse même parfois cette profondeur) et qui se propagent dans les fleuves sinueux, encombrés de bancs et d'îles évacuant des débits d'amont plus ou moins importants, en un mot dans des fleuves qui offrent une très grande résistance à la propagation des ondes. C'est à l'influence de ces résistances qu'il faut attribuer les différences qui sont observées entre les lois de l'onde marée fluviale et celles de la petite onde de translation.

Pour permettre de se rendre compte comment les résistances du fleuve peuvent altérer le caractère initial de l'onde de translation, il faut se rappeler la valeur de l'énergie d'une onde. D'après la remarquable étude faite par M. Boussinesq, l'énergie de l'onde de translation par unité de longueur est égale à $\rho\ g\ 1\ h_2$ ou $\rho\ g\ q\ h$, dans laquelle ρ représente la densité, $\rho\ g$ le poids spécifique, 1 la largeur de l'onde, h sa hauteur, q le volume. En vertu des lois générales de la mécanique, l'énergie de l'onde doit se dépenser chaque fois que l'onde vainc une résistance qui s'oppose à sa propagation ; cette dépense doit donner lieu soit à une diminution du volume de l'onde, soit à une réduction de la hauteur, soit aux deux simultanément. Comme les fleuves à marée présentent en général une forme en entonnoir, les variations d'amplitude sont peu importantes, au moins pour une grande partie du cours du fleuve, de sorte que les pertes d'énergie se manifestent surtout par une diminution de volume de l'onde. Nous arrivons ainsi à cette première constatation : que toute tranche d'onde qui remonte le cours d'un fleuve perd à chaque instant une partie de son volume.



Considérons à présent une onde de translation complète de même hauteur que celle de la marée fluviale et supposons qu'à l'instant t_1 la tête soit engagée dans le fleuve sur une longueur CE_1. Pendant l'intervalle de temps Δt qui suit l'instant t_1, l'onde augmente son avance dans fleuve de la quantité E_1, E_2 et la partie de l'onde quile

a dépassé l'embouchure perd, sous l'action des phénomènes du frottement, un volume d'eau égale à ΔV. Ce volume abandonné est évacué vers l'aval, non plus suivant les lois du mouvement ondulatoire, puisque la manière dont se produit le courant de retour n'a rien de commun avec le mode de formation des ondes de translation, mais suivant les lois du mouvement par pente de surface propres aux régimes fluviaux des cours d'eau.

Ce que nous disons pour la position E_2 de l'onde peut se répéter pour n'importe quelle autre et par conséquent aussi quand l'embouchure du fleuve se place en concordance avec une section E_3 appartenant au versant postérieur de l'onde.

Nous voyons dès lors qu'une onde de translation qui avance dans un fleuve, donne naissance à un courant dirigé vers l'aval, dont le débit représente à chaque instant le volume d'eau perdu dans l'unité de temps par la partie de l'onde qui a dépassé l'embouchure, ainsi que le débit des eaux supérieures. Si au lieu de la section d'embouchure, nous avions considéré une section quelconque du fleuve nous aurions pu tenir exactement le même raisonnement, de sorte que la conclusion ci-dessus est valable en chaque point du fleuve. Nous avons appelé le courant dirigé vers l'aval, produit par les résistances du fleuve, *courant de retour* ou *contre-courant.*

En se basant sur l'existence du courant de retour, sur les résistances dues au frottement et en appliquant les lois de la propagation de l'onde de translation et celles du mouvement par pente de surface, nous avons pu établir une série de lois et de propriétés permettant de résoudre tous les problèmes qui peuvent se présenter sur un fleuve à marée, à l'exception de ceux qui concernent le tracé en plan du fleuve, la position et la profondeur des passes navigables dans le lit du fleuve.

A. *Loi de l'énergie ou loi des seclions à marée haute.*

Quand la vitesse moyenne du courant de marée est constante, on peut établir que la section à marée haute est proportionnelle à l'énergie de l'onde marée et que les sections peuvent être calculées comme suit :

a) *Profondeur moyenne à mi-marée conslante* : $\lambda = \lambda_0$

$$\log 6 = \log 6_0 - \mathrm{R} \log e \lambda_0^{-\frac{3}{2}} x. \qquad (1)$$

b) *Profondeur moyenne à mi-marée décroissante* : $\lambda = \lambda_0 - ax$

$$\log 6 = \log 6_0 - \frac{2\mathrm{R} \log e}{a} \left[(\lambda_0 - ax)^{-\frac{1}{2}} - \lambda_0^{-\frac{1}{2}} \right]. \qquad (2)$$

c) *Profondeur moyenne à mi-marée croissante* : $\lambda = \lambda_0 + ax$

$$\log 6 = \log 6_0 - \frac{2\mathrm{R} \log e}{a} \left[\lambda_0^{-\frac{1}{2}} - (\lambda_0 + ax)^{-\frac{1}{2}} \right]. \qquad (3)$$

ESCAUT MARITIME

PL. I

Largeurs et profondeurs moyennes à mi-marée.

Diagrammes des largeurs et profondeurs moyennes existantes.

Courbe des largeurs calculées.. Loi admise pour les profondeurs moyennes.

Echelles.. { *des longueurs : 1 m/m pour 400 m*
des largeurs et des profondeurs : diverses.

SECTION GAND-TERMONDE

Largeurs : Echelle : 0,00025 par m

SECTION TERMONDE EMBOUCHURE DU RUPEL.

Largeurs : Echelle : 0,00012½ par m

SECTION EMBOUCHURE DU RUPEL-LILLO.

Largeurs : Echelle, 0,005 p.m.

à suivre

Profondeurs : Echelle 0,0025 par m

a

b 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260

c 330 520 736 1040 1870 2230 3060 3340 4110 3250

d 280 321 351 409 460 540 430 500 504 515 540 803

e 8645 m 6085 m 12.330 m 10.630 m 6750 m 4000 m 8870 m 1000 2.980 m 6520 m 2625 m 9625 m

f 0.00 8645 14.730 21.060 37.690 44.440 48.440 57.310 58.310 61.290 67.810 70.435

g Gentbrugge — Melle — Wetteren — Schoonaerde — Termonde — Baesrode — Thielrode — Embr. de la Durme — Thielrode — Tamise — Hingene — Embr. du Rupel — Hemixem

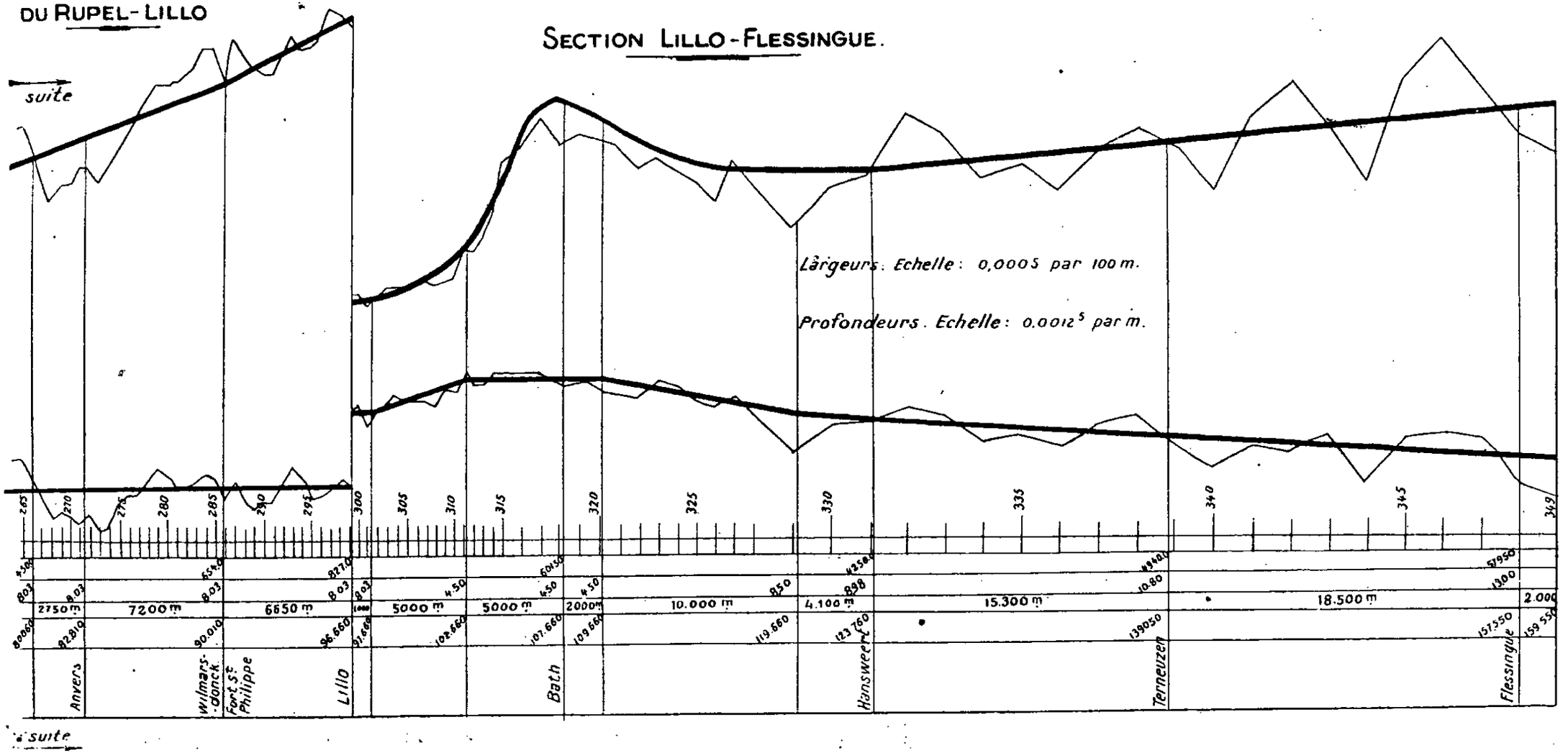
à suivre

PL. I bis

Pour signification des lettres a.b.c.d.e.f.g. voir planche II bis "Sections à marée haute"

SECTION EMBOUCHURE DU RUPEL-LILLO

SECTION LILLO-FLESSINGUE.



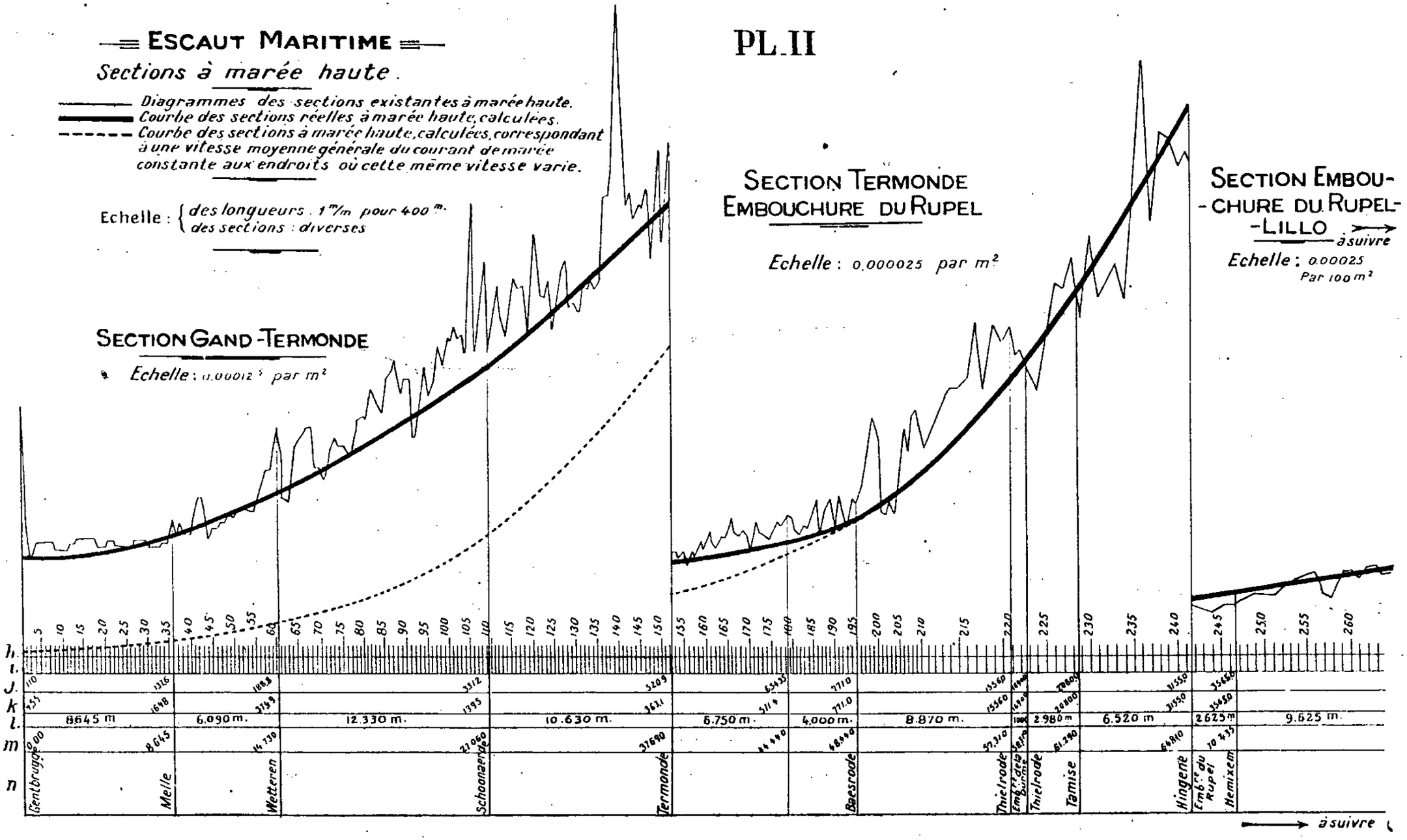
ESCAUT MARITIME

Sections à marée haute.

Diagrammes des sections existantes à marée haute.
Courbe des sections réelles à marée haute, calculées.
Courbe des sections à marée haute, calculées, correspondant à une vitesse moyenne générale du courant de marée constante aux endroits où cette même vitesse varie.

Echelle : { des longueurs : 1 m/m pour 400 m.
des sections : diverses

PL. II



PL. II bis

NOTICE

a _ Axe des abscisses.
b _ Numéros des profils en travers.
c _ Largeurs à mi-marée calculées.
d _ Profondeurs moyennes à mi-marée.
e _ Distances partielles.
f _ Distances cumulées.
g _ Postes d'observations marégraphiques.

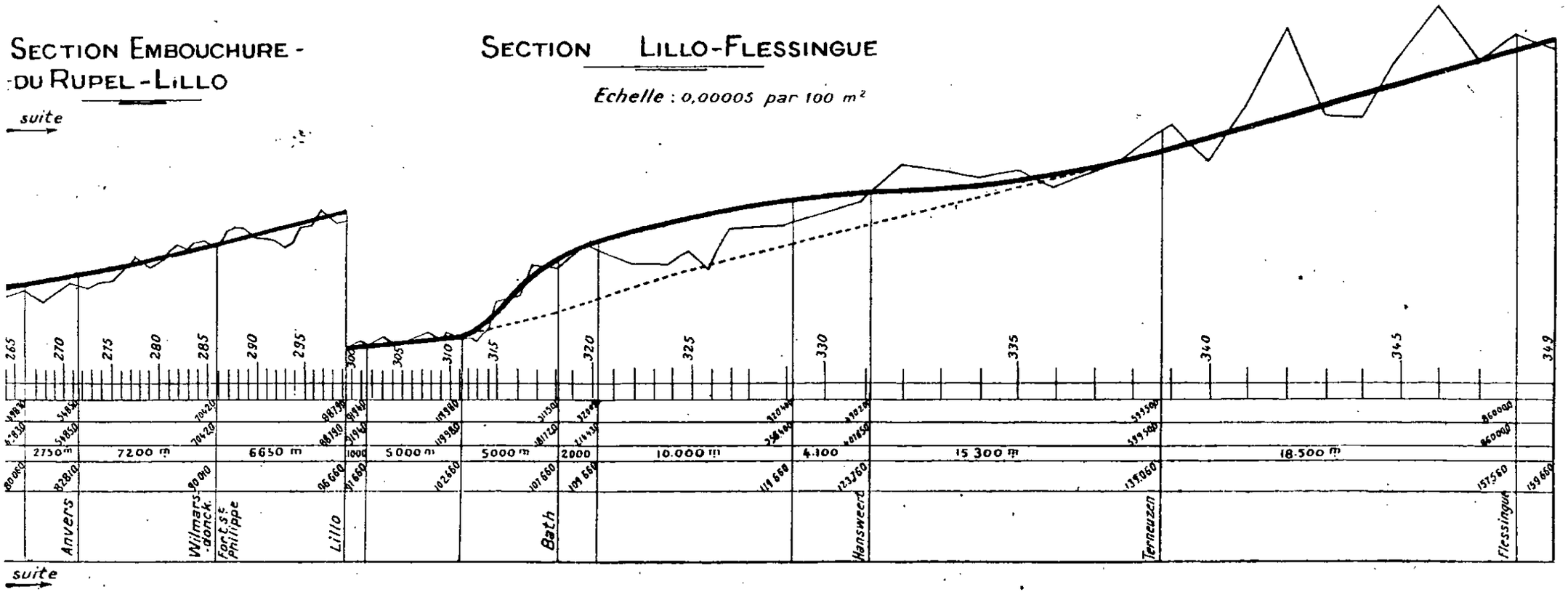
h _ Axe des abscisses.
i _ Numéros des profils en travers.
j _ Valeurs des sections de la courbe. ——
k _ Valeurs des sections de la courbe. - - - - -
l _ Distances partielles.
m _ Distances cumulés.
n _ Postes d'observations marégraphiques.

SECTION EMBOUCHURE - DU RUPEL - LILLO

suite

SECTION LILLO-FLESSINGUE

Echelle : 0,00005 par 100 m²



suite

Dans les expressions ci-dessus :

6 représente la section à marée haute ; 6_0, la section à marée haute à l'origine du tronçon considéré ; λ la profondeur moyenne à mi-marée ; λ_0, la profondeur moyenne à mi-marée à l'origine du tronçon considéré ; R un coefficient de résistance qui, pour l'Escaut maritime et ses affluents soumis à marée, est égal à : 0,792, le kilomètre étant pris pour unité, de sorte que R log e est égal à 0,344.

Quand la vitesse moyenne du courant de marée varie suivant une loi linéaire : $v = v_0 \pm wx$, les équations ci-dessus deviennent :

$$\log 6 = \log 6_0 - \mathrm{R} \log e \lambda_0^{-\frac{3}{2}} + \log \left(\frac{1}{1 \pm w'x} \right)^2 \qquad (1')$$

$$\log 6 = \log 6_0 - \frac{2\mathrm{R} \log e}{2} \left[(\lambda_0 - ax)^{-\frac{1}{2}} - \lambda_0^{-\frac{1}{2}} \right] + \log \left(\frac{1}{1 \pm w'x} \right)^2 \qquad (2')$$

$$\log 6 = \log 6_0 - \frac{2\mathrm{R} \log e}{2} \left[\lambda_0^{-\frac{1}{2}} - (\lambda_0 + ax)^{-\frac{1}{2}} \right] + \log \left(\frac{1}{1 \pm w'x} \right)^2 \qquad (3')$$

dans lesquelles :

$$w' = \frac{w}{v_0 \times 1{,}25}.$$

Les planches I et II donnent le diagramme des sections à marée haute de l'Escaut maritime, ainsi que la courbe des sections calculées au moyen des équations ci-dessus ; elles montrent que les résultats du calcul correspondent parfaitement à la réalité.

B. *Loi de l'amplilude.* On peut établir que l'amplitude de l'onde marée en un point déterminé du fleuve est donnée par la formule :

$$h = \frac{1}{1 + \Sigma \frac{\mathrm{B}}{\lambda^2} x} h_0 \frac{\lambda_0}{\lambda_1} \sqrt{\frac{l_0}{l_1} \times \frac{6_1}{6_0}}$$

dans laquelle :

le premier facteur représente un coefficient de correction, avec B = 0,125 pour l'Escaut maritime et les affluents soumis à marée.

h_0 = l'amplitude de la marée à l'origine du tronçon ;

l_1 et λ_1 = respectivement la largeur et la profondeur moyenne à mi-marée au point considéré ;

l_0 et λ_0 = respectivement la largeur et la profondeur moyenne à mi-marée à l'origine du tronçon considéré.

6_1 = la section à marée haute calculée par les formules de la loi de l'énergie pour vitesse constante du courant de marée ;

6_0 = la section à marée haute à l'origine du tronçon considéré.

Pour procéder à la vérification de la formule ci-dessus sur l'Escaut

maritime, nous avons calculé la largeur à mi-marée en admettant pour h l'amplitude moyenne de la marée observée pendant une période de dix ans. Les Planches I et II montrent la parfaite concordance entre les largeurs existantes et les largeurs théoriques calculées par la formule ci-dessus.

C. *Loi du débit.* On peut démontrer que pour un tronçon de rivière à marée compris entre l'embouchure et un affluent à marée, ou entre deux affluents à marée, le produit de l'amplitude de la marée par le volume du flot (augmenté du débit d'amont correspondant à la période de flot) divisé par la section de marée haute calculée par la loi de l'énergie pour une vitesse moyenne constante du courant de marée, est une constante. Voici les valeurs obtenues pour cette constante par une vérification faite sur l'Escaut maritime.

Section comprise entre l'embouchure du fleuve et le premier affluent à marée.

Flessingue	50.400	Lillo	47.300
Terneuzen	49.500	Fort Philippe	47.500
Hansweert	49.300	Anvers	48.650
Bath	45.900	Hemixem	52.300

Section comprise entre deux affluents à marée, le Rupel et la Durme.

Rupel	39.300
Tamise	41.400
Thielrode	42.300

Section comprise entre un affluent à marée la Durme et la limite de la partie maritime.

Dürme	32.700	Termonde	30.350
Baesrode	29.850	Wetteren	31.800

Il résulte des chiffres obtenus ci-dessus que la valeur moyenne de la constante a sensiblement les valeurs suivantes :

a) Entre l'embouchure du fleuve et le Rupel : 49.350.

b) Entre le Rupel et la Durme : 41.400.

c) Entre la Durme et la limite de la partie maritime : 31.200.

D. *Niveau moyen d'un fleuve à marée.*

Si nous désignons par :

z_m : l'ordonnée de l'axe hydraulique moyen du fleuve en un point quelconque par rapport à un axe horizontal des abscisses.

x : l'abscisse correspondante à l'ordonnée z_m

u' : la vitesse du courant de retour (abstraction faite du débit d'amont).

u'' : la vitesse due au débit d'amont.

χ : le périmètre mouillé du fleuve à mi-marée.

l : la largeur du fleuve à mi-marée.

λ : la profondeur moyenne du fleuve à mi-marée.

h : amplitude de la marée.

q : débit des eaux d'amont.

b : coefficient de Darcy et Bazin.

α : un coefficient dépendant de la profondeur du fleuve ; l'équation différentielle qui donne le relèvement de l'axe hydraulique moyen d'un fleuve à marée, en partant de l'aval est de la forme :

$$dz = \frac{b}{\overline{1+2\lambda}} \times \frac{g\alpha^2}{4} \times \frac{h^2}{\lambda^{4/2}}\, dx + \frac{b}{\overline{1+2\lambda}} \times \frac{q^2}{l^2\lambda^3}\, dx + \frac{b}{\overline{1+2\lambda}} \times \frac{\sqrt{g.\alpha}}{l} \times \frac{hq}{\lambda^{5/2}}\, dx$$

Pour l'Escaut maritime et ses affluents soumis à marée :

$$g\frac{\alpha^2}{4} = \frac{0{,}093}{\sqrt{\lambda}} \quad \text{et} \quad \alpha\sqrt{g} = \frac{0{,}61}{\lambda^{1/4}}.$$

Le tableau ci-dessous donne les cotes de l'axe hydraulique moyen de l'Escaut depuis son embouchure jusqu'à la limite de la partie maritime obtenues d'une part par observation directe et d'autre part, par calcul en appliquant l'équation donnée ci-dessus.

Stations d'observation	Cotes de la mi-marée		Stations d'observation	Cotes de la mi-marée	
	calculées	observées		calculées	observées
Flessingue	2.19	2.19	Hemixem	2.544	2.545
Terneuzen	2.206	2.20	Rupel	2.558	2.600
Hansweert	2.231	2.18	Durme	2.652	2.645
Bath	2.342	2.335	Baesrode	2.741	2.800
Lillo	2.457	2.455	Termonde	2.834	3.090
Fort Philippe	2.479	2.485	Wetteren	3.085	3.260
Anvers	2.503	2.555	Gand	3.508	3,480

E. *Vitesse de propagation de la marée fluviale.* Les formules les plus pratiques qu'on puisse établir pour le calcul de la vitesse de propagation à marée haute et à marée basse sont les suivantes :

Marée haute : $W_{mh} = \left(\psi\sqrt{g\,(H+h)} + V_h\right)\frac{H+h}{H+2h}$.

Marée basse : $W_{mb} = \psi\sqrt{gH} - V_b$.

dans lesquelles :

H : profondeur moyenne à marée basse.

h : amplitude de la marée.

V_h : vitesse du courant à marée haute.

V_b : vitesse du courant à marée basse.

ψ : un coefficient de correction, qui pour l'Escaut maritime et ses affluents à marée est de la forme :

$$\psi = \frac{1}{1 + \frac{0{,}70}{(H+h)^2}}.$$

Les formules ci-dessus permettent de démontrer que dans la plupart des cas la célérité de l'onde marée fluviale est plus grande en morte eau qu'en vive eau. Cette anomalie apparente a été signalée par M. Bourdelles dans son étude sur le régime de la marée dans les estuaires et les fleuves.

F. *Vitesse moyenne des courants de flot et de jusant.* On peut établir des formules très simples et d'une application pratique pour le calcul de la vitesse moyenne du courant de flot et de jusant. Ces formules sont :

a) Vitesse moyenne de flot :

$$V_f = \frac{F}{l\left[H + \frac{h}{2}\left(1 + \frac{G}{T_f}\right)\right] T_f}.$$

b) Vitesse moyenne de jusant :

$$V_j = \frac{J}{l\left[H + \frac{h}{2}\left(1 - \right)\frac{G}{T_l}\right] T_j}$$

dans lesquelles :

T_f : durée du flot ou approximativement celle du gagnant.

T_j : durée du jusant ou approximativement celle du jusant.

F : volume du flot.

J : volume du jusant.

l : largeur du fleuxe à mi-marée.

H : profondeur moyenne à marée basse.

h : amplitude de la marée.

G : coefficient. Pour l'Escaut maritime et ses affluents soumis à marée, il est égal à 4.800, la seconde étant prise pour unité de temps.

La précision des formules ci-dessus a pu être établie par l'étude de l'Escaut maritime et de ses affluents soumis à marée. Le tableau ci-dessous donne le résultat de cette vérification.

STATIONS D'OBSERVATIONS	Vitesses moyennes de flot obtenues par		Vitesses moyennes de jusant obtenues par	
	calcul	cubature	calcul	cubature
Flessingue	0.654	0,575	0.665	0.677
Terneuzen	0.584	0.762	0.660	0.668
Hansweert	0.535	0.523	0.602	0.584
Bath	0.375	0.408	0.428	0.476
Lillo	0 642	0.610	0.670	0.678
Fort-Philippe	0 604	0.579	0.624	0.645
Anvers	0.672	0.658	0.667	0.682
Hemixem	0.872	0.863	0.818	0.854
Thielrode	0.713	0.709	0.654	0.678
Baesrode	0.483	0.478	0.437	0.440
Termonde	0.396	0.383	0.372	0.392
Wetteren	0.145	0.143	0.236	0.239

2° RAPPORT SUR LES RADIERS EN BETON ARME D'ÉCLUSES MARITIMES

On exécute en ce moment au nord d'Anvers, une série de travaux très importants qui ont pour but d'agrandir les installations existantes du port.

Le programme des travaux comprend essentiellement le creusement d'un bassin-canal reliant les bassins existants à l'Escaut en aval d'Anvers dans le coude du Kruisschans. La communication du bassin-canal doit se faire avec l'Escaut par l'intermédiaire d'une écluse maritime à deux têtes, séparées par un sas. Chaque tête comprend 2 portes roulantes dont une doit être normalement en service et une autre en réserve. La longueur utile de l'écluse entre portes extérieures mesure 270 mètres et entre portes intérieures 225 m. 88. La largeur de l'écluse est de 35 mètres et sa profondeur sur le seuil à basse mer est de 10 mètres, soit 14 m. 50 à marée haute. Des précautions spéciales ont été prises pour diminuer au strict minimum l'interruption de la navigation dans l'écluse en cas d'accident à l'une des portes, ainsi chacune des portes peut fonctionner tant comme porte glissante que comme porte roulante ; d'autre part chacune d'elle peut être rapidement radoubée dans son enclave en fermant cette dernière au moyen d'un batardeau métallique. Enfin, comme il est possible qu'une porte soit abordée par un navire et gravement endommagée au point qu'elle ne puisse ni flotter ni être retirée dans son enclave, on peut mettre chaque tête à sec, grâce à des rainures verticales prévues dans les bajoyers qui permettent de donner appui à des batardeaux métalliques. Par suite de ces précautions prises, chaque tête d'écluse doit pouvoir être transformée en cale sèche et son radier doit être établi de façon à pouvoir résister aux sous-pressions qui s'établissent à ce moment. Ceci a pu être réalisé, sans avoir à donner une épaisseur exagérée au radier, grâce l'emploi du béton armé. Avant d'entrer dans le détail des dispositions admises, il y a lieu de considérér quelle est la sollicitation d'une tête d'écluse en cas de transformation en cale sèche.

Si l'on isole un tronçon de la tête limité d'une part par la face arrière du bajoyer et d'autre part par un plan vertical passant par l'axe de l'écluse, on doit, pour étudier la stabilité des maçonneries introduire les forces suivantes :

1° Les poids P_1 et P_2 des maçonneries du bajoyer et du radier.

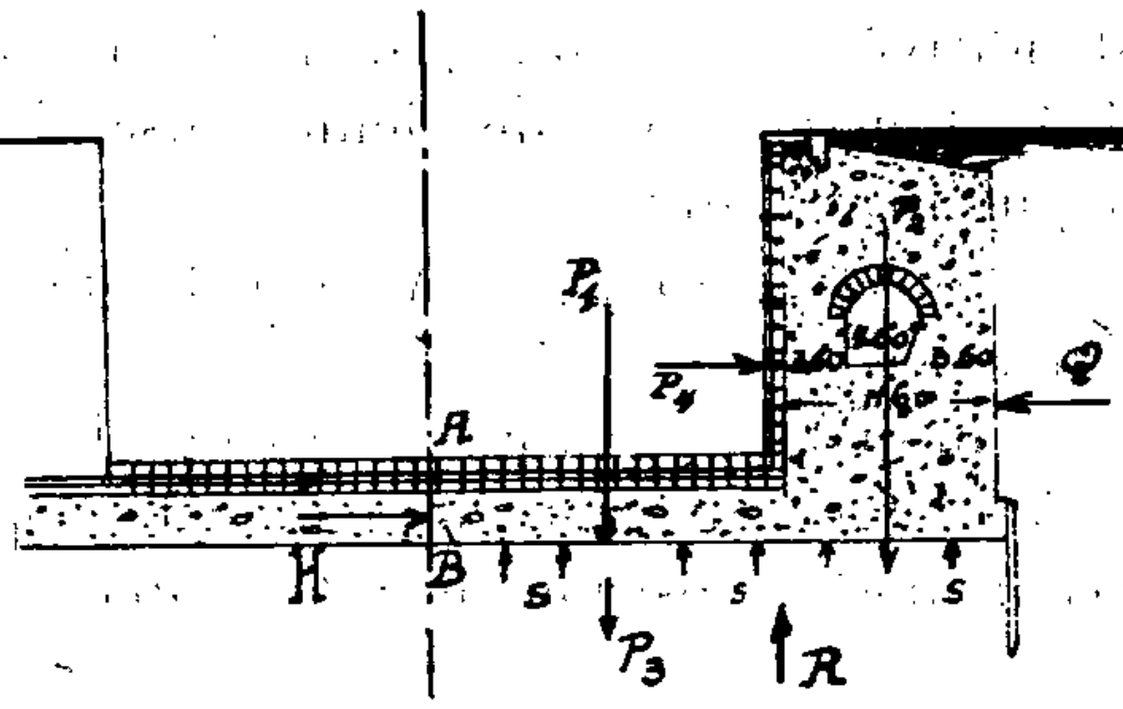
2° La résultante Q de la poussée de l'eau et des terres sur le parement arrière du bajoyer.

3° Les pressions P_3 et P_4 développées sur la face supérieure du radier et sur la face avant du bajoyer par l'eau, quand l'écluse est en service.

4° Les sous-pressions S dues à l'eau contenue dans le terrain.

5° Les réactions R développées par le sol sous l'action du poids des maçonneries.

6° Une force horizontale H égale à la résultante des efforts développés dans la section du milieu AB. (Ces efforts ne peuvent pas donner lieu à une composante verticale à cause de la symétrie de construction et de sollicitation de l'ouvrage par rapport à la section AB.



Les forces reprises aux 1° et 3° ci-dessus sont parfaitement connues.

La poussée Q exercée par le remblai est d'une détermination un peu incertaine. En effet, on peut difficilement connaître l'angle que fait la poussée des terres avec le parement arrière du bajoyer, car celui-ci tend à s'incliner vers l'avant sous l'influence de la poussée du remblai et d autre part il tend à s'incliner vers l'arrière par suite de sa liaison avec le radier, qui fléchit vers le haut quand l'écluse est mise à sec. La direction exacte de la poussée Q est donc inconnue, mais on peut admettre qu'elle coïncide sensiblement avec l'horizontale. Cette hypothèse est généralement admise dans l'étude des cales sèches.

Les sous-pressions S peuvent ne pas atteindre la valeur correspondant à la pression hydrostatique qui s'exerce au niveau du plan de fondation, pour qu'il en soit ainsi, il suffit que le sol soit plus ou moins imperméable. Comme le terrain sur lequel doit être fondé l'écluse du Kruisschans est constitué par du sable assez gros contenant énormément de coquilles, on a admis que les sous-pressions agissent avec l'intensité la plus grande possible sur la face inférieure du radier.

Il est difficile de déterminer exactement la loi de répartition des réactions R sur le sol : cela dépend essentiellement du degré de compressibilité du terrain et de la rigidité du plateau de fondation. Si, au fond de la fouille on construit un plateau très solide s'étendant sur toute l'étendue de l'ouvrage, celui-ci fléchira insensiblement et

continûment de sorte que le terrain sera à peu près uniformément comprimé sur toute la largeur du radier de l'écluse. Si, au contraire, on construit un radier peu rigide ou si on élève les bajoyers avant de maçonner le radier entre eux, le sol se comprimera davantage sous les bajoyers que sous le radier et les réactions du sol les plus fortes se produirant sous les bajoyers. Il est toutefois difficile de connaître, dans ce dernier cas, la loi exacte de la répartition des réactions qui dépendra des déformations du radier, quand l'ouvrage est mis en service et de la compressibilité du terrain.

Cette incertitude donne lieu à un manque de précision dans les calculs et il est prudent de supposer successivement diverses lois de répartition des réactions : rectangulaire, trapézoïdale et triangulaire, avant d'arrêter définitivement les dimensions du radier.

Les forces sollicitant un tronçon de demi-écluse doivent satisfaire à 3 équations d'équilibre statique.

Une équation de projection suivant la verticale donne la résultante des réactions R sur le sol.

Une équation de projection suivant l'horizontale donne la grandeur de la force H et une équation de moments autour d'un point quelconque de AB donne la position de cette force par rapport à ce point.

Connaissant la grandeur et la position de H, on peut tracer la ligne des pressions correspondante et calculer les tensions maxima développées dans les diverses sections du massif de maçonnerie.

Pour l'écluse maritime du Kruisschans, on a fait les études du radier en se basant sur les données suivantes :

1° Poids spécifique du béton 2.200 kilos par mètre cube.

2° Poids spécifique des terres sèches situées au-dessus de la nappe aquifère : 2.000 kilos. Talus naturel des terres : 6/4.

3° Poids spécifique des terres situées en-dessous de la nappe aqnifère : 1.000 kilos. Le talus naturel de ces terres saturées d'eau est pris égal à 8/4. On tient compte pour ces terres d'une poussée d'eau supplémentaire de poids spécifique égal à 1.000.

4° Les calculs ont été faits en supposant successivement que la tête soit mise à sec et qu'elle soit en service. On a examiné également quel pouvait être le mode de construction le plus avantageux : ou bien construction simultanée des bajoyers et du radier ou bien construction séparée des bajoyers et du radier avec liaison de ces deux parties après achèvement complet de l'ouvrage. Dans une étude de l'espèce il a fallu tenir compte des considérations suivantes :

En général, les dégâts qui se produisent aux cales sèches ou aux têtes d'écluse transformées en cales sèches se manifestent par une rupture de la face supérieure du radier dans l'axe de l'ouvrage. Cette dislocation de la maçonnerie résulte d'efforts d'extension trop grands à la partie supérieure de la section du milieu. Les réactions R du sol

produisent un moment qui tend à produire de la compression à la partie supérieure de la section du milieu. Pour soulager donc cette section on a intérêt à augmenter le plus possible le bras de levier avec lequel agit la résultante des réactions. Ceci peut être fait en augmentant les réactions sous les bajoyers, ce qui est le cas si on construit séparément le radier et les bajoyers.

Il arrive aussi que des cassures se produisent au pied des bajoyers par suite de tassements inégaux du sol sous les bajoyers et sous le radier. Pour remédier à ce danger, il faut à nouveau construire séparément les bajoyers et le radier et ne relier ces deux parties de la construction qu'après l'achèvement complet des différentes parties de l'ouvrage.

Comme à l'écluse du Kruisschans, il y avait incertitude quant à la résistance réelle du sol (qui est du sable très aquifère) et son degré de compressibilité, il fut décidé de construire séparément les bajoyers et le radier. Les dimensions du radier furent donc déterminées en admettant ce dernier mode de construction. Le calcul montra qu'il y avait lieu de donner 5 mètres d'épaisseur au radier et qu'on arrivait au minimum d'armatures en plaçant le joint à 6 mètres du parement du bajoyer. En admettant des dispositions pareilles, il fallut encore armer le radier haut et bas de 21 barres de 0 m. 05 de diamètre par mètre courant. Le taux de travail dans le béton fut limité à 40 kilos par centimètre carré et dans les aciers d'armatures à 9 kilos par m/m2. Le joint entre le bajoyer et le radier est évasé de manière que la reprise des barres en haut et en bas soit réalisée dans les plans différents : en bas, il y a une reprise de barres au milieu du joint et en haut de part et d'autre de celui-ci. Pour améliorer l'adhérence entre le béton frais, qui sera versé dans le joint lors de sa fermeture et le béton ancien mis en place pendant la construction des bajoyers et du radier, des agrafes sont disposées normalement aux faces de reprise. D'autre part pour faciliter la mise en place du béton lors de la fermeture du joint, un bouclier métallique est disposé à la partie inférieure qui empêche la remonte de l'eau et transforme le joint en une sorte de caisse où il est possible de tra- vailler à sec, même s'il y a de l'eau à l'extérieur. Enfin, je dois ajouter que le joint est placé là où la courbe des pressions passe sensiblement à l'intérieur du noyau central de sorte que les barres d'armatures sont très peu sollicitées.

Léon MOISSENET

Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées en retraite, Dax.

CHAUSSEES DES ROUTES ET CHEMINS. CONSIDERATIONS PRATIQUES SUR LE BOMBEMENT DESIRABLE

FOILLARD

NOTE SUR L'APPLICATION DE LA TRANSMISSION ELECTRIQUE A LA PROPULSION DES NAVIRES

L'application de la transmission électrique à la propulsion des navires n'est pas une nouveauté puisqu'on la pratique depuis plus de 30 ans, sur une grande échelle, à bord des sous-marins ; toutefois, c'est là un cas spécial dans lequel l'emploi de l'électricité est, en dehors de toute autre considération, justifié, je dirai même imposé, par les exigences particulières de la navigation sous-marine.

Sur les navires de surface, les premières applications importantes remontent seulement à une douzaine d'années environ et, depuis cette époque, une cinquantaine de navires appartenant aux classes les plus diverses, depuis les grands croiseurs cuirassés de 180.000 chevaux de la marine des États-Unis, les navires les plus puissants qui existent, jusqu'aux petits chalutiers de quelques centaines de chevaux, ont été équipés avec des appareils de propulsion électrique.

Parmi ces navires,

2 sont français, le *Guaruja* et l'*Ipanema*, cargos de 5.000 tonnes de port en lourd, avec quelques cabines pour passagers, construits dans les ateliers des Forges et Chantiers de la Méditerranée, à La Seyne, pour le compte de la Société de Transports maritimes à Vapeur de Marseille, avec des appareils de propulsion Sautter-Harlé, et mis en service dans le cours de l'année 1922.

Des essais comparatifs bien connus eurent lieu, il y a 10 à 12 ans, en Amérique et en Europe.

La marine des États-Unis équipa, à titre d'essai, 3 grands navires charbonniers identiques :

Le *Jupiler* avec turbine à vapeur et transmission électrique ;

Le *Neptune* avec turbine à vapeur et transmission mécanique à engrenages ;

Le *Cyclope* avec machine alternative.

Les résultats comparatifs furent si nettement en faveur de la transmission électrique, à divers points de vue, notamment au point de vue de la consommation de combustible qui fut de 25 0/0 inférieure à celle mesurée sur le navire avec machine à pistons, que le département de la Marine américaine décida d'appliquer la propulsion électrique à tous les grands navires que comportait son programme naval, c'est-à-dire aux croiseurs cuirassés de 180.000 chevaux et aux cuirassés de 30.000 chevaux.

En Europe, la Compagnie suédoise Svea fit construire 2 petits cargos identiques, l'un, le *Mimer*, avec machine alternative à triple expansion, l'autre, le *Mjolner*, avec turbine radiale à double rotation Ljungström et transmission électrique.

Aux essais et en service, le *Mjolner* affirma une brillante supériorité sur son partenaire, le *Mimer*, avec un gain de consommation d'environ 38 0/0. Ces essais furent le point de départ de l'application de la propulsion électrique aux navires de commerce à vapeur.

La transmission électrique fut également appliquée à des navires avec moteurs à combustion interne genre Diesel, mais en raison de considérations différentes de celles qui la firent adopter à bord des navires avec turbines à vapeur.

Avec ces moteurs Diesel qui ont, en moyenne, une consommation de l'ordre de 225 grammes de mazout par cheval-heure effectif sur l'hélice, ce qui correspond à un rendement thermique total relativement très élevé, l'intermédiaire électrique n'apporte pas d'amélioration sensible du côté de la consommation, le léger gain de rendement réalisé sur le moteur et sur l'hélice se trouvant à peu près de l'ordre de la perte inhérente à l'introduction du cycle électrique.

Par contre, l'électricité donne à ces installations le complément de souplesse qui leur manque au point de vue de la mise en marche, du réglage de vitesse, du changement de marche, etc... Ce sont là évidemment des qualités qui, sans être essentielles, sont très précieuses et peuvent, dans bien des cas particuliers, justifier l'emploi de la transmission électrique.

Avec les turbines à vapeur, c'est l'inverse qui se produit. Les qualités ci-dessus, très intéressantes en elles-mêmes, sont considérées un peu comme secondaires et l'emploi de la transmission électrique se justifie surtout par des considérations relatives au rendement et qui, si l'installation est bien conçue et bien exécutée, peuvent être de première importance.

De prime abord, on ne s'explique pas très bien comment un intermédiaire qui, par lui-même, consomme de l'énergie, peut apporter dans l'ensemble des améliorations de rendement de l'importance de celle que je viens d'indiquer. C'est ce que nous allons voir.

Avec les machines alternatives, on donne la consommation de combustible par cheval indiqué au diagramme. En la ramenant au cheval effectif sur l'arbre de l'hélice, ce qui est plus intéressant et ce qui permet la comparaison avec les chiffres que l'on donne pour les turbines à vapeur pour lesquelles cette notion du cheval indiqué n'existe pas, on trouve que cette consommation exprimée en poids de mazout donnant net 10.000 calories est de l'ordre de 550 à 600 grammes pour une machine puissante, ce qui correspond à un rendement thermique total moyen de :

$$\frac{635\,c}{0{,}575 \times 10.000} = 11\ \%\ \text{environ}$$

635 est le nombre de calories correspondant au cheval-heure.

Ce rendement total est le produit d'un certain nombre de rendements partiels que, pour simplifier, je réunirai par groupes comme suit :

a) Appareil évaporatoire et tuyauterie :

Rendement chaudière..... ... . Pertes dans les tuyauteries...	0,72 environ

b) Cycle vapeur :

Rendement du cycle de la vapeur saturée évoluant dans la machine entre 12 kg : cm² effectifs et un vide de 90 %.....	0,28 environ

c) Machine et auxiliaires :

Rendement thermo-dynamique de la machine alternative..... Rendement mécanique de la machine alternative... Énergie absorbée par les auxiliaires..... Énergie absorbée par la ligne d'arbre.....	0,55 environ

Rendement total : $0{,}72 \times 0{,}28 \times 0{,}55 = 0{,}11$ environ.

Lorsqu'on emploie la transmission électrique, le moteur thermique à vapeur n'est plus une machine alternative, mais une turbine laquelle est susceptible d'utiliser la détente de la vapeur sous de faibles pressions correspondant à des vides élevés, 95 et 96 0/0 de la pression barométrique et même au-delà.

De plus, l'inversion du sens de marche se faisant électriquement, il n'est plus nécessaire, comme dans les installations où la turbine est reliée rigidement à l'arbre de l'hélice, soit directement, soit par une transmission à engrenages, d'avoir une turbine de marche arrière qui, non seulement absorbe de l'énergie, mais limite l'emploi des

fortes surchauffes, si intéressantes cependant au point de vue du rendement.

Dans ces conditions, le rendement du cycle suivant lequel on fait évoluer la vapeur, c'est-à-dire le rapport des calories libérées par la détente adiabatique de la vapeur et susceptibles d'être transformées en énergie mécanique aux calories totales fournies à cette vapeur, se trouve considérablement amélioré.

C'est ainsi qu'avec la vapeur à 12 kg : cm_2 et 300° se détendant sous un vide de 95 0/0, le rendement du cycle vapeur est de 0,313, rendement qui serait porté à 0,326 avec la vapeur à 12 kg : cm_2 et 350° se détendant sous un vide de 96 0/0.

Il y a là déjà un premier gain fort important et ce n'est pas tout. La turbine à vapeur a un rendement plus élevé que la machine à piston et ce rendement augmente encore quand on surchauffe la vapeur. De plus, avec la transmission électrique, on peut utiliser très facilement les turbines radiales à double rotation qui sont, de toutes les turbines connues, celles qui ont le plus haut rendement.

On arrive ainsi, pour l'ensemble des rendements désignés précédemment au paragraphe *c*, machine et auxiliaires, et comprenant rendement thermo-dynamique, rendement mécanique, énergie absorbée par les auxiliaires, à 70 à 80 0/0, suivant l'importance des machines. C'est donc un nouveau gain très important. Toutefois, avec la transmission électrique, nous avons à faire intervenir le rendement global de celle-ci qui se compose des rendements partiels suivants :

Rendement du générateur électrique,

Rendement du moteur électrique,

Rendement de la canalisation électrique.

Les pertes d'énergie dans la canalisation électrique qui est calculée à l'échauffement et non à la perte de charge, de l'ordre de quelques millièmes, sont pratiquement négligeables. Quant au rendement unitaire des deux machines, alternateur et moteur, il est de l'ordre de 94 à 96 0/0, ce qui donne, pour l'ensemble, un rendement global de 88 à 92 0/0 environ.

En résumant les chiffres précédents, on a donc :

Appareil évaporatoire et tuyauteries....	0,72	environ
Cycle vapeur.....	0,313 à 0,326	—
Machine et auxiliaires.....	0,7 à 0,8	—
Transmission électrique.....	0,88 à 0,92	—

ce qui correspond à un rendement global compris entre 0,138 et 0,173.

Sur les petits cargos électriques des Transports Maritimes, nous avons réalisé une consommation de 435 grammes de mazout par cheval-heure effectif (1), ce qui correspond à un rendement thermique

(1) Communication de M. Foillard à la Société des Ingénieurs Civils de France, bulletin de juillet-septembre 1922.

total de 14,6 0/0, et cela avec de petits groupes électrogènes de 1.000 kw seulement, alors que sur les grands transatlantiques, munis de turbines avec transmission mécanique d'une puissance totale de l'ordre de 40.000 chevaux, la consommation par cheval-heure effectif est de l'ordre de 450 à 500 grammes (1).

Les applications réalisées jusqu ici portent surtout sur les grands navires de guerre et sur les petits cargos, alors que l'étude approfondie de la question, étude que le cadre de cette note ne me permet même pas d'aborder, montre que, parmi les navires de commerce, c'est surtout à bord des paquebots que les avantages de la transmission électrique appliquée à la propulsion des navires se trouvent pleinement mis en lumière (2). C'est là une application qui, à l'heure actuelle, a été à peine abordée et qui est pleine d'espérances.

Si des considérations relatives au poids des appareils éliminent l'emploi de la transmission électrique à bord de certains bâtiments de guerre rapides et légers qui, sous un très faible volume, doivent renfermer une très grande puissance, tels que les torpilleurs, contre-torpilleurs et croiseurs légers, par contre sur les navires cuirassés où cette question de poids n'a pas le même intérêt, l'électricité apporte des éléments nouveaux de la plus haute importance relatifs à la protection de ces navires et la réalisation des régimes de marche dits de croisière, à puissance réduite.

J'arrive à la fin de cette note, bien courte pour un sujet aussi vaste ; si je n'ai pu aborder les détails, je pense néanmoins avoir dégagé les grandes lignes de la question et fait ressortir l'intérêt que présente la propulsion électrique. L'ère des grandes difficultés techniques inhérentes à toute innovation est maintenant passée du fait de l'expérience acquise et notamment de celle acquise au cours des deux dernières années qui viennent de s'écouler. En suivant de près aux Établissements Sautter-Harlé, en collaboration avec le Service Technique de la Société de Transports Maritimes à Vapeur, la marche des deux naivres électriques français *Guaruja* et *Ipanema*, la technique de ces installations a pu être fixée non seulement dans ses grandes lignes, mais aussi dans bien des détails et l'on possède maintenant les éléments nécessaires pour la conception et l'exécution de ces installations.

Le *Guaruja*, le premier navire livré, effectue en ce moment son dixième voyage en Amérique du Sud, parcourant ainsi depuis 27 mois, sans aucune immobilisation, plus de 100.000 milles marins.

---

(1) Bulletin technique du Bureau Veritas d'août 1921.

(2) Communication de M. FOILLARD à la Sesssion de 1924 de l'Association Technique Maritime et Aéronautique.

Géo LOPPENS
Liége

BARRAGE SOUPLE FILTRANT A ETANCHEMENT AUTOMATIQUE PAR COLMATAGE

Système G. Loppens, Liège.

Un barrage de ce système comprend essentiellement :

A) Un massif de support 1 qui peut consister en un enrochement ou en un remblai de terres quelconques, mélangées ou non d'éléments pierreux. Voir les figures schématiques ci-jointes.

B) Un revêtement filtrant 2, appuyé contre la face amont du massif et supportant lui-même une pellicule étanche 3 formée du limon déposé par l'eau du réservoir.

C) Un revêtement à interstices 5, protégeant cette pellicule.

D) Un dispositif destiné à intercepter les fuites qui pourraient se produire, sur le pourtour du barrage, dans le terrain qui le supporte.

E) Des dispositifs de protection 7, et de drainage 8, destinés à empêcher l'érosion des surfaces peu résistantes exposées au ruissellement des eaux d'infiltration et à assurer l'évacuation rapide de celles-ci à l'aval du barrage.

A. Massif de support

La nature, le volume, la proportion et la répartition des éléments meubles formant ce massif peuvent varier suivant les circonstances. Il importe seulement de le construire de manière qu'il ne soit pas exposé à des déformations importantes après la mise en service de la digue.

Si le massif est formé d'enrochements (fig. 2, il permettra la descente aisée de l'eau ayant traversé la pellicule étanche et le revêtement filtrant qui la supporte. Si le massif est formé de terres quelconques (fig. 1 et 3) il conviendra de protéger sa face amont contre la pénétration de l'eau d'infiltration.

B. Revetement filtrant et pellicule étanche

C'est la pellicule de limon 3, déposée à la surface du revêtement filtrant 2, qui doit assurer à la digue l'étanchéité nécessaire. Le revêtement n'a d'autre rôle que de supporter cette pellicule et d'assurer son drainage efficace. A cette fin il est formé d'une série de couches

composées d'éléments de grosseur croissante vers l'aval. Ceux de la couche supérieure doivent être à la fois assez gros pour que cette couche reste perméable à l'eau et assez fins pour que les conduits minuscules qui les séparent arrêtent les particules solides se trouvant

Fig. 1

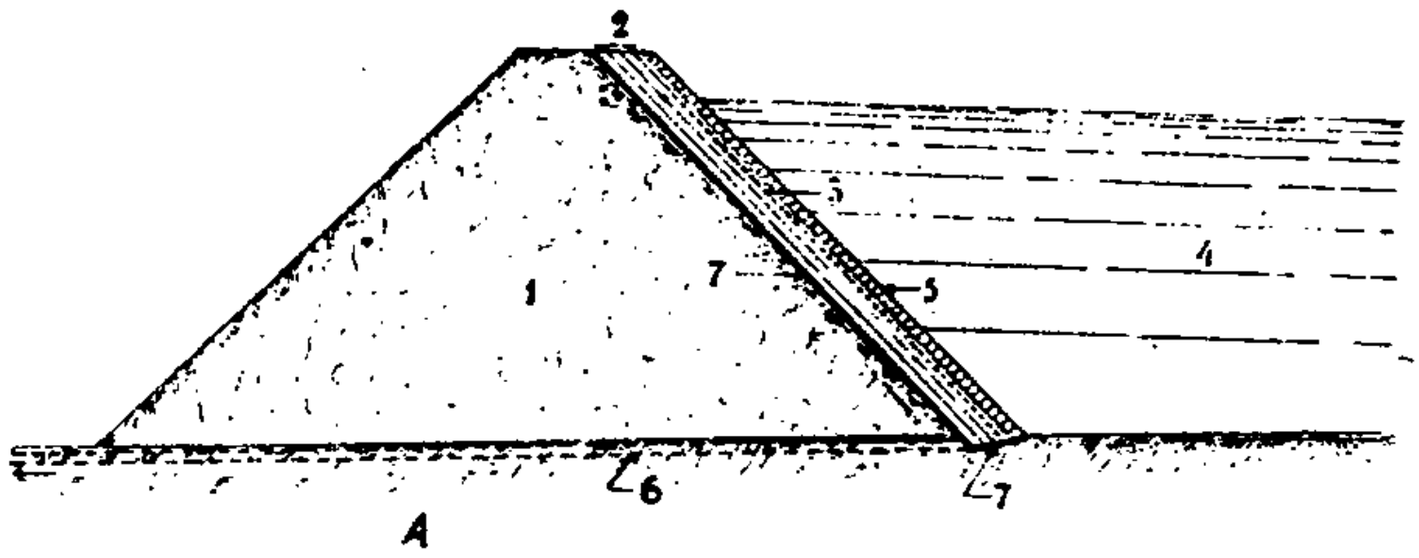


Fig. 2

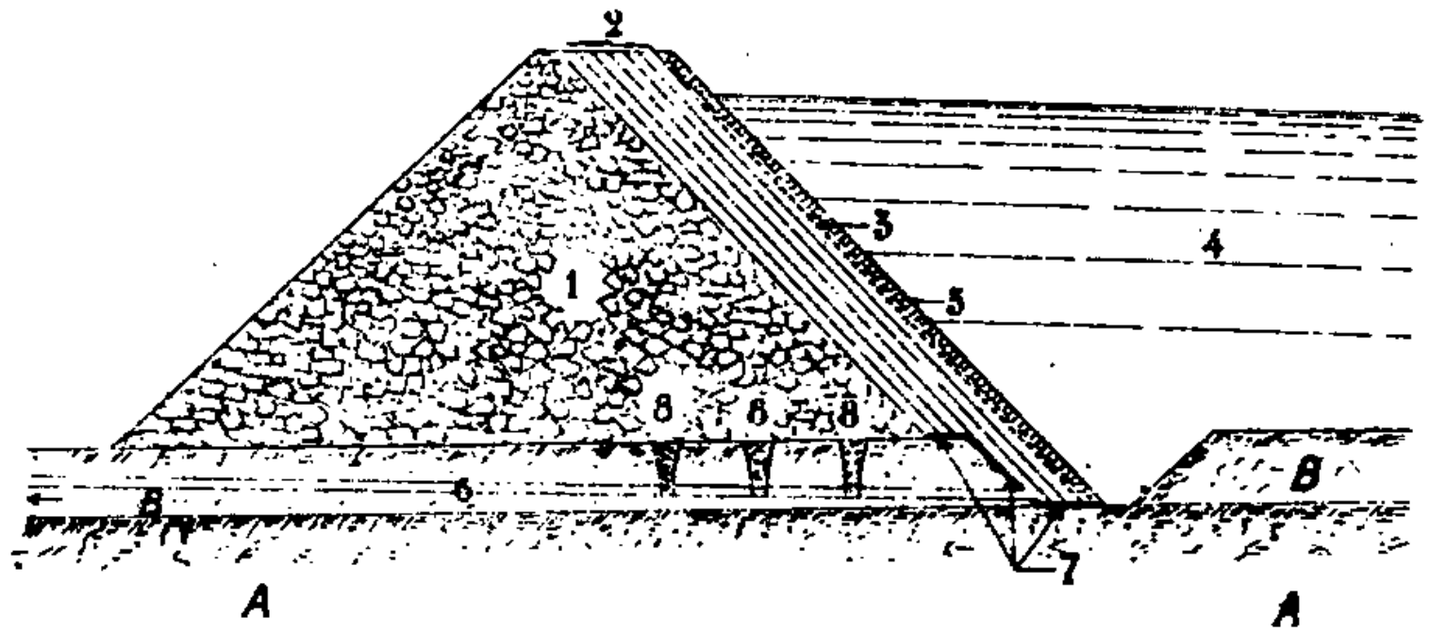
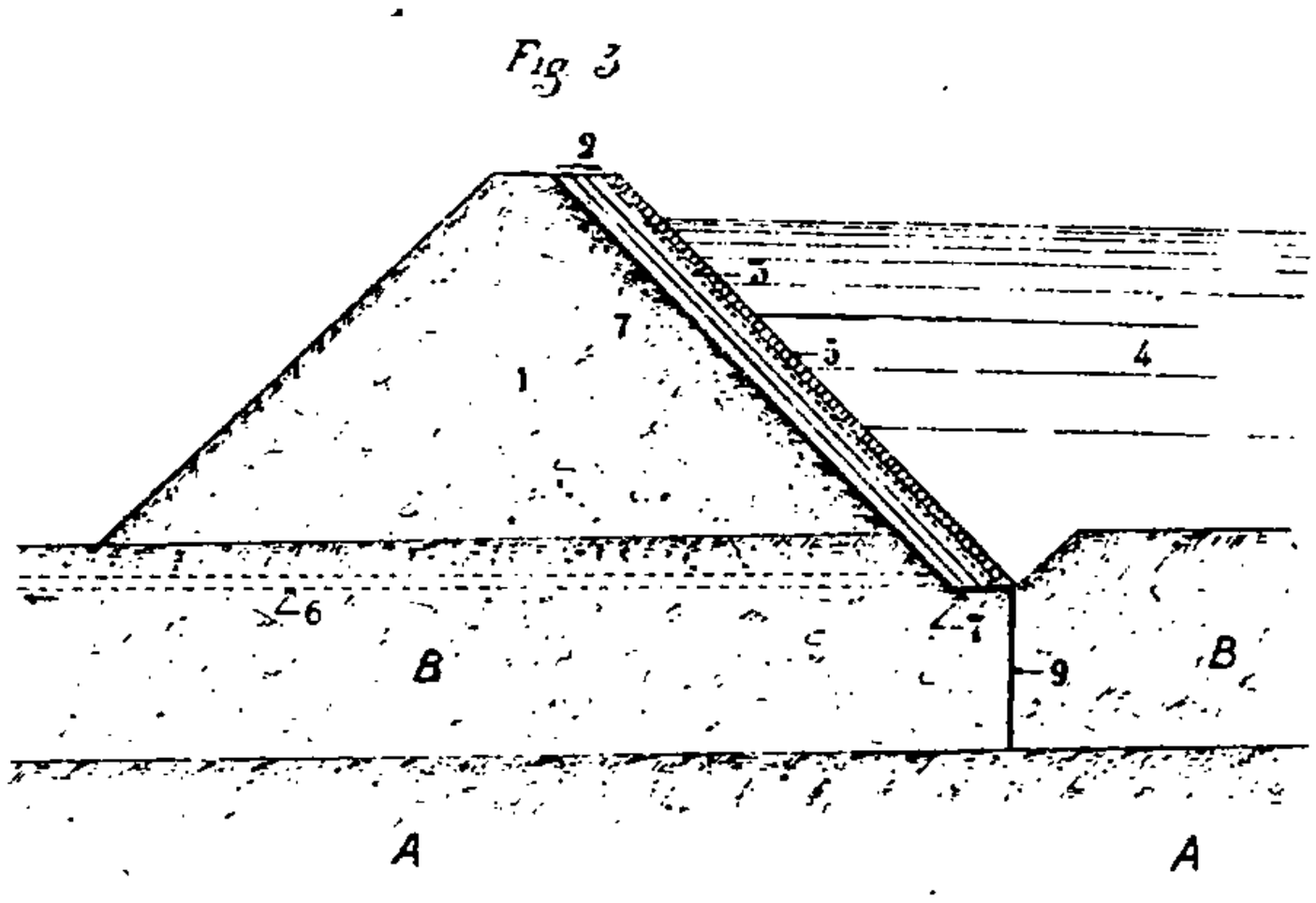


Fig. 3



Barrage souple filtrant à étanchement automatique par colmatage.
Système G. Loppens (Liège).

en suspension dans l'eau du réservoir. Ces particules se déposent contre la face extérieure de la couche filtrante et en bouchent partiellement les pores. L'eau qui traverse ce premier dépôt laisse à sa surface de nouvelles particules qui diminuent encore sa porosité. La pellicule limoneuse augmente ainsi constamment d'épaisseur par de nouveaux

dépôts extérieurs aussi longtemps qu'elle permet la pénétration de l'eau qui la baigne et pourvu que cette eau contienne des particules en suspension. Le volume des particules ainsi déposées par unité de surface en un point quelconque étant proportionnel au volume de l'eau infiltrée en ce point, on voit que l'épaississement de la pellicule se fait d'autant plus rapidement que sa perméabilité est plus grande. En d'autres termes, on peut dire que moins la pellicule est étanche en un point donné et plus rapidement elle tend à le devenir.

Il sùffit donc généralement, pour obtenir rapidement le colmatage nécessaire à la formation où à la réparation de la pellicule étanche, de troubler fortement l'eau qui baigne le barrage pendant le premier remplissage du réservoir, et ultérieurement, chaque fois que cette pellicule aurait perdu son étanchéité pour une cause quelconque. Toutefois, si la pellicule reste trop poreuse, il pourra être nécessaire de répéter l'opération une ou plusieurs fois, en mettant en sus-pension dans l'eau des éléments de plus en plus fins. Les matériaux de chacune de ces couches successives doivent augmenter de grosseur le plus rapidement possible, afin de réduire le nombre de couches nécessaires, tout en restant assez fins pour arrêter efficacement les éléments de la couche précédente ; cette disposition a pour conséquence que l'eau qui a traversé la pellicule étanche peut s'écouler à travers chacune des couches successives avec une facilité toujours plus grande. La pellicule de limon n'est donc soumise à aucune contre-pression agissant sur sa face inférieure tandis qu'elle reçoit sur sa face supérieure une pression correspondant, en chaque point à la distance verticale comprise entre ce point et la surface de l'eau du réservoir. Il en résulte que plus la pression de l'eau augmente , ainsi que sa tendance à s'infiltrer dans la pellicule, plus celle-ci devient épaisse, compacte et serrée. En d'autres termes, la solidité et l'étanchéité de la pellicule augmentent avec la force de pénétration de l'eau et elles continuent à s'accroître aussi longtemps que cette pénétration se produit.

En ce qui concerne la couche inférieure du revêtement filtrant, il y a deux cas à considérer.

Si le massif de support est un enrochement (fig. 2) il faut que les éléments de cette couche soient assez gros pour qu'ils ne puissent pénétrer dans les vides de la face amont de l'enrochement, qui constitue dans ce cas une couche drainante supplémentaire.

Si le massif de support contient de la terre (fig.1 et 3) la série des couches formant le revêtement peut être plus limitée. Il suffit que la dernière soit formée d'éléments assez gros pour que l'eau, qui se rassemble dans cette couche après avoir traversé la pellicule étanche et les couches supérieures, puisse y circuler sans y causer de dommagè et puisse atteindre sans difficulté les canaux d'évacuation 6, qui doivent la conduire à l'aval du barrage.

C. Revetement a interstices.

Afin de protéger la pellicule étanche contre la dessiccation et le fendillement, d'une part, et contre les dégradations résultant de l'action des vagues et de celle des glaçons, d'autre part, il est nécessaire de la recouvrir d'un revêtement protecteur. Celui-ci doit présenter extérieurement une résistance suffisante aux chocs auxquels il est exposé et intérieurement une compacité suffisante pour amortir les fluctuations de l'eau et pour entraver la circulation de l'air et la transmission de la chaleur. Il doit cependant permettre la pénétration facile des particules solides en suspension dans l'eau. Un perré de moellons posés à sec sur un lit de grenaille ou de gravier satisfait à ces conditions. D'autres dispositions peuvent aussi être adoptées.

Il est à remarquer que, sous un tel revêtement, la pellicule étanche ne peut être continue comme elle le serait sur la couche poreuse non couverte. Elle s'étend seulement sur les parties de cette couche comprises entre les fragments de pierre qui y sont incrustés et relie ces fragments de manière à former avec eux une membrane hétérogène qui joue absolument le même rôle que la pellicule homogène précédemment décrite. La pellicule étanche peut se constituer avec la même facilité dans les deux cas. En effet, si la présence du revêtement à insterstices entrave quelque peu la pénétration de l'eau chargée de particules solides, la surface sur laquelle ces particules doivent venir s'appliquer se trouve par contre très fortement réduite. La pellicule pourra même, si l'eau du réservoir est très claire, se reconstituer plus facilement sous le revêtement qu'un dehors de celui-ci parce que les particules déposées par l'eau limoneuse dans les insterstices du revêtement y restent emmagasinées en grande partie et seront reprises par l'eau s'écoulant vers les ouvertures qui se seraient produites dans cette pellicule. Ces ouvertures seront donc rapidement fermées.

En ce qui concerne les effets de la dessiccation, le revêtement à interstices les combat de deux manières : 1°) en empêchant le vent et le soleil d'atteindre la pellicule, et en entravant le renouvellement de l'air à la surface de celle-ci. 2°) En donnant à cette pellicule la forme d'un réseau composé de bandes irrégulières mais généralement étroites qui sont moins exposées qu'une pellicule continue aux ruptures résultant du retrait.

D. Occlusion des fuites extérieures.

Dans les barrages en matériaux meubles pourvus d'un diaphragme ou d'un revêtement étanche, on réduit dans la mesure nécessaire les infiltrations dans le terrain de support en prolongeant la paroi étanche jusqu'à une couche imperméable, soit sans changement soit avec les modifications nécessaires pour faciliter sa construction en profondeur. On agira de même pour la pellicule étanche, en tenant compte de ce que cette pellicule ne peut se former et se maintenir

que si elle est supportée et drainée par les couches filtrantes précédemment décrites. On devra, pour rendre ce drainage efficace, assurer l'évacuation, sous le barrage, de l'eau d'infiltration qui se réunira au pied de la couche inférieure. Lorsque cette condition empêchera de descendre la pellicule et son support jusqu'au terrain imperméable, on les y reliera par une paroi étanche qui pourra consister en un corroi d'argile, un coffre de béton, un rideau de palpanches ou tout autre dispositif analogue (Voir 9 fig. 3).

La partie du revêtement filtrant qui s'enfonce sous la surface du terrain naturel se trouve dans les mêmes conditions que celle qui s'appuie contre une digue en terre. La grosseur des éléments de sa couche inférieure sera donc déterminée par les mêmes considérations dans les deux cas . (Voir fig. 2).

E. Protection et drainage

Les surfaces exposées à des érosions peuvent être protégées par les dispositifs suivants : une couverture formée de pierres, sèches ou maçonnées, de blocs ou de plaques de béton ; une membrane de gunite ou d'asphalte ; un simple enduit de ciment, de goudron ou de bitume projeté par pulvérisation; une combinaison de ces divers moyens ou par d'autres moyens analogues, 7.

Les eaux d'infiltration doivent être rassemblées et évacuées par des drains et des conduits appropriés, 6, ainsi que cela se fait déja actuellement dans tous les cas analogues.

Les surfaces qu'il conviendra généralement de revêtir sont celles où l'eau circule rapidement, soit à cause de leur forte inclinaison. comme la face amont d'un massif de support en terre, soit à cause du fort volume l'eau qui s'y rassemble, comme les parois qui supportent le pied de la couche inférieure d'un revêtement filtrant sous le niveau du terrain naturel.

Le sol de la vallée supportant un massif en enrochements sera exposé, tout au moins dans la partie située verticalement en dessous de la face mouillée du barrage, à recevoir un égouttement plus ou moins considérable, mais fortement divisé. Un simple drainage, 8, suffira généralement pour assurer la protection de ce terrain.

RÉSUMÉ

Les particularités du système consistent :

1° A assurer aux barrages en matériaux meubles l'étanchéité nécessaire en provoquant la formation, et, au besoin, la reconstitution, sur leur face amont, d'une pellicule formée par les particules vaseuses ou limoneuses en suspension dans l'eau du réservoir baignant cette face et en répétant au besoin cette opération avec des matières de plus en plus fines en suspension.

2° A drainer cette pellicule étanche, ou pratiquement telle, par une

couche filtrante dont les éléments soient assez fins pour arrêter ceux qui forment la pellicule et assez gros pour laisser passer facilement l'eau ayant traversé celle-ci.

3° A drainer cette première couche par une succession d'autres couches formées d'éléments dont la grosseur augmente aussi rapidement que possible sans que jamais ceux d'une couche quelconque puissent pénétrer dans la couche suivante.

4° A protéger la pellicule étanche par un revêtement qui présente des interstices assez grands pour laisser passer aisément les particules limoneuses en suspension dans l'eau qui doivent servir à la formation ou à la réparation de la dite pellicule. Ce revêtement doit posséder, d'une part, la solidité nécessaire pour résister à l'action des vagues et des glaçons et, d'autre part, une épaisseur suffisante et des insterstices assez petits pour ralentir, dans la mesure nécessaire, la circulation de l'eau qui pourrait éroder la pellicule et celle de l'air qui pourrait la dessécher et la crevasser.

5° A protéger par des revêtements appropriés, les surfaces qui pourraient être érodées par l'eau ayant traversé la pellicule étanche et à évacuer rapidement cette eau par des drains et des conduits de capacité suffisante pour qu'ils fonctionnent sans pression.

***

Avantages du Système

A. *Sécurité très grande*, résultant de ce que :

1° Le corps du barrage est efficacement drainé et soustrait à toute pénétration de l'eau pouvant déterminer des érosions dangereuses, ou détremper les terres de manière à les rendre boulantes et instables.

2° Les matériaux de chacune des couches du revêtement filtrant ne pouvant pénétrer dans la couche suivante, l'intégrité de ce revêtement reste assurée, même s'il se déforme assez fortement par l'affaissement du massif de support, ce qui empêche toute irruption dangereuse de l'eau en un point quelconque.

3° La pellicule n'est donc pas exposée à des déchirures graves et, de plus, elle tend à rétablir automatiquement son étanchéité lorsque celle-ci est affaiblie par une cause quelconque, locale ou générale.

4° La pellicule étanche peut facilement être reliée à une couche imperméable, tant sous le fond que sous les parois latérales de la vallée dans laquelle est établi le barrage, ce qui supprime tout danger de délavement et d'entraînement du terrain perméable sur lequel reposerait la digue.

5° La stabilité du massif de support est très grande par suite de sa forme et parce que les matériaux terreux qu'il peut contenir ne sont pas exposés à perdre leur cohésion en devenant trop humides ou trop secs.

6° La pression que ce massif exerce sur le terrain qui le supporte est graduée de manière telle que la tendance de ce terrain au déplacement latéral est extrêmement réduite.

7° La pression exercée par l'eau sur la pellicule étanche se transmet directement au terrain situé sous la partie amont du barrage et elle augmente très peu la pression maxima supportée par ce terrain.

B. *Facilité et économie dans la construction*, résultant de ce que :

1° Elle ne nécessite guère que des déblais, transports et remblais de matériaux rocheux ou terreux, opérations qui requièrent très peu de main-d'œuvre qualifiée et se prêtent particulièrement à l'emploi de procédés mécaniques à grand rendement, tels que le transport par câble et le remblayage hydraulique.

2° Les matériaux nécessaires se trouvent, dans la plupart des cas, à proximité du barrage. On peut, d'ailleurs, former celui-ci d'un enrochement, d'un remblai terreux de composition très variable, contenant, le cas échéant, une proportion plus ou moins forte de pierres, ou d'une combinaison quelconque de ces deux genres de massifs.

3° On dispose toujours, pendant la construction, de l'eau nécessaire pour le lavage et la séparation des matériaux destinés à l'établissement du revêtement filtrant et même, le cas échéant, pour le déblai, le transport et le remblai des terres à mettre en œuvre.

4° Les opérations d'abattage, de concassage et de triage des matériaux pierreux de diverses grosseurs sont de pratique courante dans les carrières et se prêtent également à l'emploi de procédés à grand rendement.

C. *Facilité et économie d'entretien*, résultant de ce que :

1° Les parties exposées de la digue, si elles sont en enrochements, présentent une grande résistance aux intempéries. Si elles sont en terre, il est aisé de les protéger en y développant la végétation, ce qui améliore également leur aspect. Quant à la face amont, le revêtement nécessaire à la protection de la pellicule étanche est de nature à lui donner la solidité requise.

2° Les opérations nécessaires à la réparation éventuelle de la pellicule étanche sont relativement simples et rapides puisqu'il suffit de troubler l'eau contre la digue. Elles ne nécessitent ni la vidange du réservoir, ni même l'abaissement du plan d'eau, ce qui constitue un avantage capital à la fin de la période humide et pendant la saison sèche.

Dr AMANS
Montpellier.

SUR LES RENDEMENTS DE PETITS MOULINS A VENTS

Dans un courant aérien homogène, on mesure le rendement de moulinets, les uns à axe horizontal, les autres à axe vertical. Le rendement de ceux-ci est nettement inférieur, mais on pourrait améliorer le rendement des moulins à axe horizontal (30 0/0 en plus) en se servant de pales zooptères, modifiées et disposées convenablement.

René KŒCHLIN
Ingénieur-Conseil Mulhouse

PRINCIPES GENERAUX POUR L'AMENAGEMENT DE FLEUVES AU DOUBLE POINT DE VUE DE LA NAVIGATION ET DE L'UTILISATION DE LA FORCE MOTRICE

L'aménagement rationnel du cours moyen des fleuves au double point de vue de la navigation et de l'utilisation de la force motrice est une question qui peut être considérée comme relativement nouvelle (1) et il importe de ne pas l'aborder avec des idées préconçues. Il est clair que de pareils travaux sont trop coûteux pour être exécutés pour la navigation seule, tandis qu'au contraire, ils se justifient

(1) Cette question a déjà été portée sous une forme un peu différente à l'ordre du jour du XIIIe Congrès International de Navigation, Londres, 1923, et étudiée notamment par M. L. ARMAND, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées à Paris, dans le remarquable rapport qu'il a présenté au Congrès à ce sujet : « Utilisation des voies navigables pour la production de la force motrice; ses conséquences et ses applications ».

1°. Aménagement d'un fleuve par canalisation dans son lit.

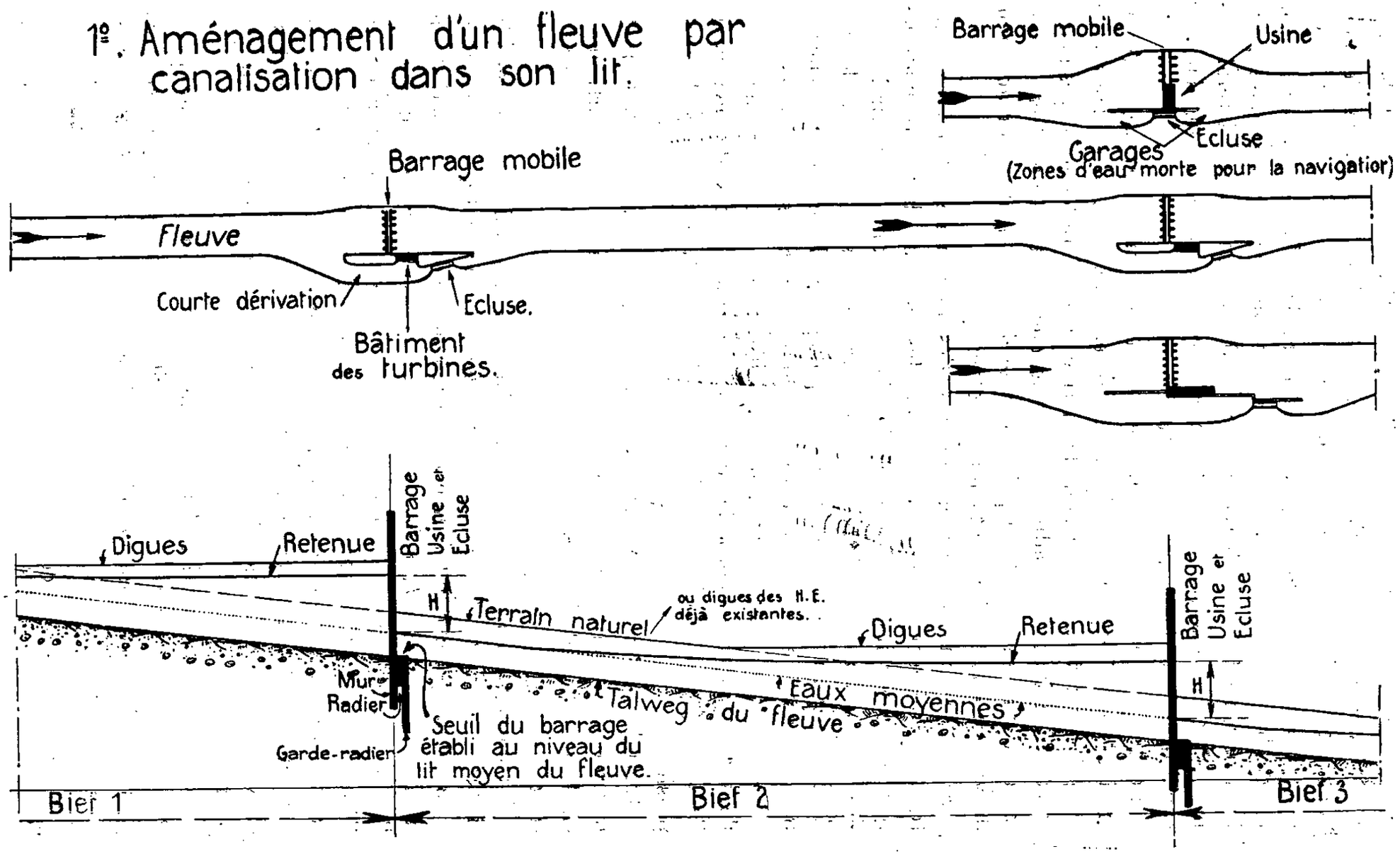


Fig. 1

quelquefois par le bénéfice que l'on peut tirer en vendant la force motrice, mais il serait, d'autre part, tout à fait inéquitable de faire supporter aux concessionnaires de force motrice la totalité du coût des ouvrages nécessaires à la navigation. De plus, il est également impossible d'arriver à une solution économique si l'on pose pour l'aménagement d'un fleuve par une dérivation (canal latéral) les mêmes conditions, par exemple pour la vitesse de l'eau, que dans un canal ordinaire de simple navigation.

Le but de l'exposé que nous avons présenté au Congrès de l'Association pour l'avancement des sciences, et dont il ne peut être donné ici qu'un court résumé (1), est de mettre en lumière les principes généraux qui doivent être admis pour l'aménagement rationnel et économique d'un fleuve tant au point de vue de la navigation qu'au point de vue de l'utilisation de la force motrice.

Si les secteurs d'électricité voisins des montagnes cherchent surtout à s'alimenter actuellement par des hautes chutes régularisées par des réservoirs, les fleuves de la plaine serviront à couvrir la base des diagrammes de charge des secteurs de distribution (à longue durée d'utilisation), tandis que les pointes et le manque d'énergie par les basses eaux seront couverts par des moteurs thermiques.

Le débit le plus avantageux à utiliser pour l'aménagement des fleuves devra être choisi de manière à ce que le prix de revient de l'énergie, y compris la compensation à la vapeur, soit aussi faible que possible.

L'étude de l'aménagement des fleuves pour la captation de la force motrice et la navigation présente une importance toute particulière en France, où l'on poursuit actuellement l'aménagement du *Rhône et du Rhin*.

La navigation sur les fleuves présente, en général, de grandes difficultés : d'abord *l'inconstance du débit* et, par suite, du mouillage disponible, qui conduit à une limitation de la durée de la période de navigation, ensuite *la vitesse du courant*. C'est pour ces raisons que l'on a primitivement cherché la solution pour la navigation dans l'établissement de canaux destinés uniquement à la navigation. Ces canaux (construits en France surtout pour des péniches de 300 tonnes) ont une faible section et la navigation s'y fait par halage ; un à deux chevaux suffisent à mouvoir un bateau à la vitesse de 3 à 4 km par heure.

La navigation sur les fleuves constitue un tout autre problème. Pour vaincre le courant, on a construit des remorqueurs de plus en plus puissants, traînant des chalands chargés de 1 000 à 2 000 tonnes.

---

(1) On trouvera cette question traitée plus en détail dans le second tome de l'ouvrage de M. René Koechlin : « Mécanisme de l'eau et principes généraux pour l'établissement d'usines hydro-électriques ». Librairie Ch. Béranger, Paris et Liège. Ce volume sera publié en 1925.

La pente d'un fleuve va en augmentant de l'aval à l'amont ; son débit diminue et, avec lui, la profondeur de l'eau, tandis que la vitesse du courant augmente. Il s'ensuit que, au fur et à mesure que l'on remonte le cours d'un fleuve, les conditions de navigation deviennent de moins en moins favorables ; il faut diminuer la charge des chalands en les allégeant pour réduire leur tirant d'eau et maintenir le même effort de traction malgré l'augmentation de la vitesse du courant. Le transport par eau devient ainsi d'autant plus onéreux que l'on remonte le cours du fleuve et finit par atteindre un prix égal et même plus élevé que le transport par voie ferrée.

Le problème d'aménagement d'un fleuve au double point de vue de la navigation et de la captation de la force motrice est le même : il consiste à créer des biefs à pente sensiblement moindre que celle du fleuve. Le passage de l'eau d'un bief à l'autre se fait à travers le bâtiment des turbines formant usine-barrage, tandis que le passage des bateaux s'effectue par des écluses établies à proximité du bâtiment des turbines. Suivant que les biefs sont formés soit dans le fleuve, soit dans un canal de dérivation (canal latéral), soit encore partiellement dans le fleuve et partiellement dans un canal latéral (solution mixte), on peut classer les différents modes d'aménagement en trois catégories :

1° *Aménagement d'un fleuve par canalisation dans son lit à l'aide d'un barrage* (*fig.* 1).

Dans ce cas, le fleuve est partagé en sections par des barrages mobiles qui relèvent le plan d'eau et créent, à l'amont, un remous qui s'étend jusqu'au barrage précédent. Le barrage mobile s'appuie latéralement sur des culées ou des piliers et, en bas, sur un seuil fixe qui est généralement établi à la hauteur moyenne du lit du fleuve. Par les fortes crues, les vannes sont complètement levées, de manière à laisser libre passage au débit du fleuve. La surélévation du plan d'eau au barrage est limitée par les dispositions des rives, de manière à ce qu'en aucun cas, le remous ne produise d'inondations.

On aura naturellement intérêt à former des retenues aussi élevées que possible, les frais d'établissement par unité de puissance de l'installation hydraulique diminuant beaucoup avec la hauteur de chute. Pour des chutes inférieures à 5 mètres, l'utilisation de la force motrice devient très onéreuse. Il y a de même intérêt, pour la navigation, à diminuer le nombre de biefs et d'éclusées.

Pour *le barrage*, c'est le système de vannes Stoney (roulant sur galets) qui est le plus en usage. En les constituant en deux pièces, on peut soit abaisser la vanne supérieure pour le passage de la glace et de l'eau inutilisée, soit lever la vanne inférieure pour le passage des galets. En temps de grandes crues, on pourra effacer complètement le barrage. L'infrastructure de ce dernier sera constituée de

préférence par un mur formant seuil des vannes, un radier y faisant suite et, enfin, à l'extrémité aval de celui-ci, un mur garde radier, le tout fondé pneumatiquement. On devra également avoir soin d'ancrer soigneusement les culées du barrage dans le terrain, de manière à diminuer les infiltrations sur les côtés.

Le *bâtiment des turbines* pourra être soit accolé au barrage, soit installé, de même que l'écluse, sur une petite dérivation. Cette dernière disposition est préférable tout au moins pour les écluses. Pour faciliter l'entrée et la sortie des bateaux dans *l'écluse*, il conviendra d'installer un mur de guidage (guideau) et de constituer ainsi, à l'amont et à l'aval des écluses, une zone d'eau morte.

2° *Aménagement d'un fleuve par un canal de dérivation (canal latéral), fig. 2.*

Dans ce cas, le ou les biefs sont constitués par un canal latéral au fleuve. Pour faire entrer l'eau dans ce canal, il est nécessaire de créer, à travers le fleuve, un barrage de prise permettant de dériver l'eau dans le canal d'amenée. Celui-ci, qui sert en même temps de voie navigable, amène l'eau au bâtiment des turbines, où se trouve également l'écluse. L'usine et son écluse forment barrage et séparent le canal d'amenée du canal de fuite qui rend l'eau au fleuve. Ce canal de fuite peut être prolongé et constituer le canal d'amenée d'une seconde usine (le débouché provisoire étant comblé), et ainsi de suite, suivant la disposition des lieux et suivant les besoins. Cela implique que les bâtiments des turbines devront se trouver aussi près que possible du fleuve, de manière à raccourcir le tracé du canal de fuite provisoire, dont la construction, qui se fait sous l'eau, revient toujours plus cher que celle du canal d'amenée. Le choix du tracé de l'entrée et de la sortie des canaux dans le fleuve se fera d'après les circonstances locales. Quant à la hauteur de la chute, on la choisira aussi grande que possible en tenant compte de la consistance et de la perméabilité du terrain. Dans un terrain de sable et de graviers, cette hauteur de chute ne devra pas dépasser 10 à 12 mètres. Dans de l'argile ou du rocher, on pourra dépasser cette hauteur et atteindre 15 mètres. C'est également environ cette hauteur qu'il faut considérer comme limite pour une écluse ordinaire. Le profil à donner au canal dépendra de la vitesse moyenne que l'on voudra admettre dans le canal d'amenée.

La question de *vitesse du courant admissible est de la plus haute importance, car, avec une vitesse trop faible, il est impossible d'arriver à des solutions économiques.* C'est à tort que l'on a souvent, dans cette question, voulu assimiler un canal de dérivation d'un fleuve à un canal de navigation à profil relativement faible et à traction animale. Les canaux de dérivation doivent être considérés comme de *véritables fleuves dérivés* dont on limite le débit, tandis que le surplus de l'eau s'écoule par l'ancien lit. Il n'y a donc aucune raison d'admettre, dans

2°. Aménagement d'un fleuve à l'aide d'un canal de dérivation.

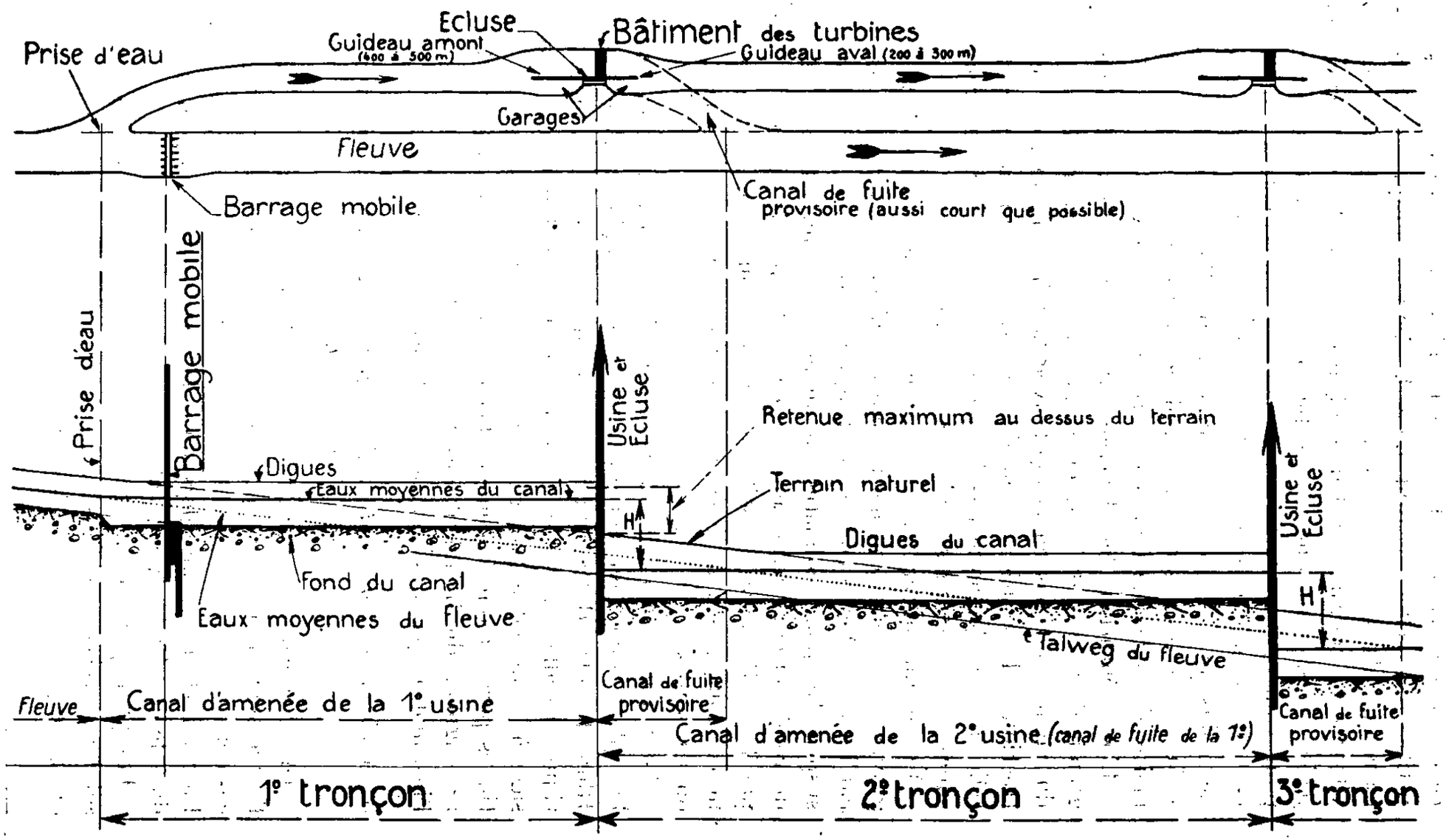


Fig. 2

ce canal, des vitesses de courant qui soient incomparablement plus petites que celles existant dans le fleuve, puisque les bateaux qui entreront dans le canal sont construits pour pouvoir vaincre les vitesses de courant du fleuve lui-même à l'aval de la dérivation projetée. Il est clair que si ces bateaux sont, par exemple, construits pour vaincre dans le fleuve des vitesses de 3 mètres par seconde, il est complètement injustifié de demander pour le canal une vitesse de moins de 1 mètre par seconde et que l'on pourrait, au contraire, si la section est assez grande, fixer, par exemple, cette vitesse à la moitié de celle que l'on rencontre dans le fleuve.

L'augmentation des dépenses qui résulte d'une diminution trop grande de vitesse du courant, et par suite de l'augmentation du profil du canal, n'est pas en rapport avec la faible diminution des frais de traction et la solution économique consiste donc à adopter une vitesse telle qu'elle n'attaque pas les parois du canal, tout en rendant possibles les manœuvres faciles dans celui-ci.

En ce qui concerne l'étanchement d'un canal situé dans un sol de graviers, il se fera tout naturellement au bout d'un temps assez court, car l'eau du fleuve contiendra toujours assez de limon et de sable en suspension pour colmater rapidement les interstices. Les digues devront toutefois avoir une largeur telle que le chemin à parcourir par l'eau d'infiltration soit assez grand pour que la vitesse de l'eau ne conduise pas à un entraînement des matières constituant la digue ou son sous-sol.

Pour régler le débit au bâtiment des turbines, nous conseillons l'adoption d'un déversoir que nous avons imaginé pour les usines du Rhin (1) entre Bâle et Strasbourg et qui consiste en vannes automatiques installées à chaque chambre de turbine et pouvant laisser passage à l'eau entre l'alternateur et la turbine. Ces vannes automatiques permettront également d'écouler la glace superficielle sur toute la longueur du bâtiment des turbines et d'éviter ainsi un arrêt de l'installation par des débâcles de glaces.

3° *Aménagement mixte d'un fleuve par un barrage et un canal de dérivation* (*fig.* 3.)

On a quelquefois avantage à constituer la chute en partie par l'exhaussement de l'eau au barrage et en partie par un canal latéral ces deux ouvrages étant établis suivant les principes exposés ci-dessus. La navigation se fait alors dans le fleuve en amont du barrage, et dans le canal latéral en aval.

Les principes pour cette solution sont les mêmes que ceux de la solution envisagée ci-dessus. On aura toujours intérêt, même dans un aménagement par canal de dérivation avec biefs successifs, à donner

(1) Brevet de MM. René Koechlin et Locher et Cie.

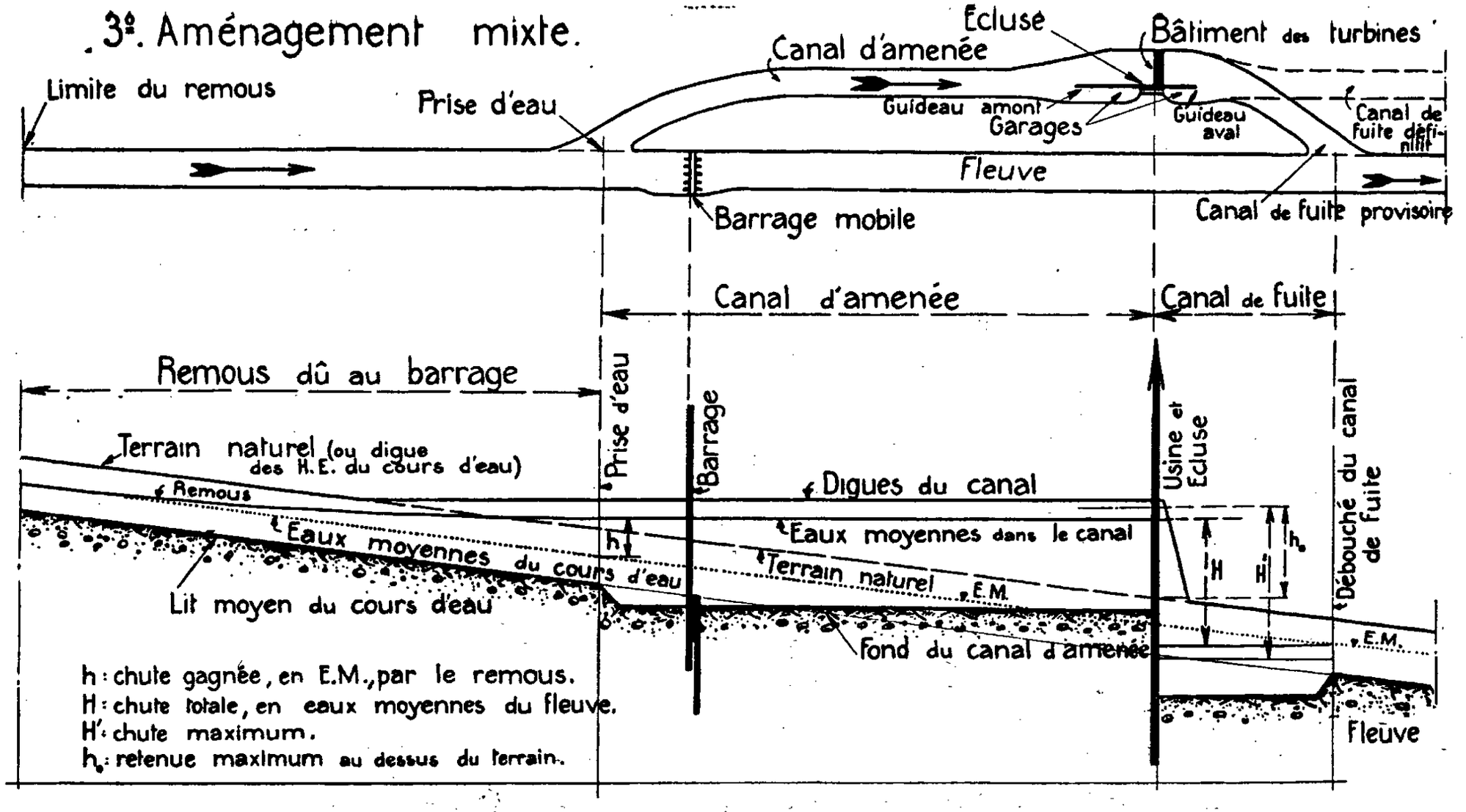

3e. Aménagement mixte.
Limite du remous
Prise d'eau
Canal d'amenée
Ecluse
Bâtiment des turbines
Guideau amont
Garages
Guideau aval
Canal de fuite définitif
Fleuve
Barrage mobile
Canal de fuite provisoire
Canal d'amenée
Canal de fuite
Remous dû au barrage
Prise d'eau
Barrage
Usine et Ecluse
Débouché du canal de fuite
Terrain naturel (ou digue des H.E. du cours d'eau)
Remous
Digues du canal
Eaux moyennes du cours d'eau
Eaux moyennes dans le canal
Terrain naturel
E.M.
Lit moyen du cours d'eau
Fond du canal d'amenée
E.M.
Fleuve
h : chute gagnée, en E.M., par le remous.
H : chute totale, en eaux moyennes du fleuve.
H' : chute maximum.
h0 : retenue maximum au dessus du terrain.

Fig. 3

au plan d'eau en amont du barrage une surélévation aussi grande que le permettront les circonstances locales, la première usine de la dérivation constituant alors une solution mixte.

Voici les avantages et les inconvénients des différentes solutions :

Dans la solution par canal latéral, le débit du canal est réglé à l'usine par l'écoulement de l'eau à travers les turbines et les vannes-déversoirs, de manière à ce que la vitesse ne dépasse pas une certaine limite et cette vitesse sera, en général, constante sur tout le parcours du canal et *sensiblement inférieure à la vitesse naturelle du fleuve.* Il en résulte une économie de traction correspondante (1). La profondeur d'eau dans le canal pourra également être choisie de manière à être notablement supérieure à celle du fleuve aux basses eaux. La navigation dans le canal est donc indépendante du débit du fleuve et *pourra se faire à toute époque de l'année.*

Dans un fleuve canalisé par des barrages, le relèvement du plan d'eau aux barrages provoquera également une diminution de la vitesse du courant en amont de ceux-ci, mais cette diminution de vitesse se réduira plus on remontera le cours d'eau en amont de chaque barrage, le surélèvement du plan d'eau allant en diminuant. Au pied du prochain barrage vers l'amont, où le relèvement du plan d'eau sera insignifiant, on retrouvera la vitesse naturelle du fleuve, ce qui constituera toujours un gros inconvénient pour la navigation. Les bateaux trouveront donc, dans le cours du fleuve canalisé, des vitesses variables. La vitesse du courant augmentera, en outre, avec le débit du fleuve et la navigation devra être interrompue par les crues, lorsque les vannes des barrages seront complètement levées. La durée des périodes de navigation ne sera donc pas sensiblement augmentée par ce mode d'aménagement.

Il résulte de ces considérations que l'aménagement par canal latéral sera toujours préférable au point de vue de la navigation. Il le sera également au point de vue de l'utilisation de la force motrice, si les circonstances de terrain s'y prêtent, c'est-à-dire lorsque les berges du fleuve sont peu élevées, car la puissance disponible ne sera pas réduite ou ne le sera que très peu aux hautes eaux, tandis que, dans les usines constituées uniquement par les barrages, effacés en temps de crues, il n'y aura plus de puissance disponible aux hautes eaux.

(1) Voir à ce sujet l'étude de MM. Antoine et Libault dans « La Navigation du Rhin » du 10 avril 1924.

R. L. SALMON

DEVELOPPEMENT DE L'EMPLOI DU BETON ET DU BETON ARME DANS LES OUVRAGES SOUS VOIE FERREE

Pendant longtemps, le béton et le béton armé ont été peu employés dans les ouvrages de chemin de fer. Ils avaient pour adversaires les habitudes acquises. Mais pendant et après la grande guerre, ils ont acquis droit de cité ; la pénurie et le prix élevé tant dela main-d'œuvre spécialisée que des aciers laminés ont conduit les ingénieurs à employer de plus en plus ces nouveaux modes de construction. Les murs de soutènement, les culées et piles d'ouvrages d'art, les pieux et caissons de fondation, les bâtiments, réservoirs et passages supérieurs en béton et en béton armé se sont multipliés. Seuls, les ouvrages sous voie ferrée sont encore discutés en raison des conditions spéciales dans lesquelles ils ont à travailler.

Le passage de lourdes charges lancées à grande vitesse provoque, en effet, des vibrations considérables. Les éléments qui constituent le béton ne se désagrègeront-ils pas sous l'effet de ces vibrations ? Les aciers resteront-ils adhérents à la masse du béton ? Dans les ouvrages sous lignes électrifiées, les phénomènes d'électrolyse ne causeront-ils pas des dégradations ?

Ces 3 questions ont jusqu'ici préoccupé gravement les administrations responsables des vies humaines qui leur étaient confiées et des intérêts matériels dont elles avaient la garde, et les ont incitées à une très grande prudence. Seule l'expérience pouvait montrer ce qu'il y a de chimérique dans ces craintes. A l'époque où nous sommes parvenus, il existe suffisamment d'ouvrages sous voie ferrée pour répondre aux objections soulevées.

Ouvrages en béton.

Pendant et après la guerre, les Compagnies françaises des Chemins de fer du Nord et des Chemins de fer de l'Est ont reconstruit en gros béton la plupart des ponts en maçonnerie détruits pendant l'avance allemande de 1914. Les voûtes ont été refaites avec les mêmes épaisseurs que les anciennes voûtes en maçonnerie.

Les dosages employés ont été les suivants :

Chemins de fer de l'Est : 450 litres de sable.
800 litres de gravillon.
400 kilogs de ciment.

Chemins de fer du Nord : 400 litres de sable.
800 litres de cailloux.
et 150 k. de ciment dans les ouvrages de moins de 5 m. de portée
et 175 k. — — 5 à 10 m. —
250 k. — — plus de 15 m. —

Un des grands avantages de la voûte en maçonnerie est de pouvoir se construire par rouleaux successifs, ce qui diminue l'importance des cintres. La Compagnie de l'Est a employé ce procédé dans ses voûtes en béton ; elle a pris la précaution de découper en dents de scie la surface supérieure de chaque rouleau pour assurer une bonne liaison avec le rouleau suivant.

La Compagnie des Chemins de fer P.-L.-M. a construit de son côté des viaducs en béton non armé sur la ligne de Nice à Coni.

Les Chemins de fer belges ont construit des passages inférieurs de faible portée et de grande longueur près d'Ath et de Ligne. Les voûtes ont les mêmes épaisseurs que celles des ouvrages analogues en briques, il a été ménagé des claveaux aux joints de rupture, bétonnés après achèvement. Le dosage employé a été de 200 k. de ciment par mètre cube dans les culées et de 300 k. dans les voûtes.

En Italie, il a été construit en 1917-1918 une arche en bêton de 50 m. de portée près de Chambage sur la Dora Baltea.

Cette énumération, tout incomplète qu'elle soit, suffit pour fournir des exemples d'ouvrages en béton sous voie ferrée. Ces ouvrages se sont parfaitement comportés. Ils démontrent que les vibrations dues aux surcharges des plus grosses locomotives passant à toute vitesse sont sans influence spéciale sur le béton et qu'il n'y a pas davantage à craindre la dislocation des éléments constitutifs de ces matériaux que ceux des maçonneries ordinaires de moellons ou de briques.

Ouvrages en béton armé.

a) *Voûtes et arcs.* — Les exemples de voûtes et arcs en béton armé sous voies ferrées sont assez nombreux à l'étranger. Il en existe en Suède, au Danemark, en Russie, en Angleterre, aux États-Unis, dans l'île de Java. Nous citerons, à titre d'exemple :

Le viaduc sur l' « Ore-älv » des Chemins de fer du Nord de la Suède, comportant une arche centrale à 3 articulations de 90 m. 70 de portée et de 29 m. de flèche. Le dosage employé a été de 1/3/3; près des articulations. il a été fait usage de béton fretté au dosage de 1/21/2/21/2. Ce viaduc comporte, en outre, une arche d'accès à 3 articulations de 32 m. 50 de portée et 3 arches d'accès de 16 m. 20 de portée. Ces arches d'accès ont été coulées au dosage de 1/3/4. Les fatigues maxima adoptées dans les calculs pour les matériaux sont de 55 k. 8 par cm2 pour le béton et de 785 K/ cmq pour l'acier. Ce viaduc a été construit 1917-1919.

Le viaduc sur la Delaware, sur le raccourci de Slateford-Hopatcong

(États-Unis) construit en 1908-1911 et comportant pour une longueur totale de 442 m., 5 travées de 45 m. 72, 2 travées de 36 m. 60, 1 de 16 m. 15 et une de 15 m. 40.

Le viaduc sur le Paulinskill (même ligne) (1908-1911) longueur 335 m., hauteur 35 m. 66, 5 travées de 36 m. 60 2 de 30 m. 50.

Ces 3 ouvrages sont soumis au passage des trains normaux à grande vitesse et se comportent parfaitement.

Citons encore en Grande-Bretagne, une voûte en béton armé de 8 m. de portée, sur l'embranchement de Filton à Avonmouth du Great Western Ry, construite en 1917. Il a été fait choix du béton armé de préférence aux voûtes en maçonnerie pour alléger l'ouvrage en raison du peu de consistance du terrain. La voûte est très mince. Quelques fines craquelures ont été relevées sur l'intrados de la voûte et sur les reins, et quelques traces de rouille sont visibles ; cela ne compromet pas la solidité de l'ouvrage qui reste en service et n'a jusqu'ici subi aucune réparation.

Les Chemins de fer du Nord ont construit sous des voies parcourues en vitesse, 6 voûtes en béton armé de 12 à 18 m. de portée. Il a été réservé, entre le niveau du rail et l'extrados à la clé, un intervalle de 58 cm. Ces ouvrages se sont parfaitement comportés.

Le pont en arc le plus proche de nous, celui qui, pour les réseaux français et belges, constitue l'épreuve et la démonstration des qualités du béton armé pour les ouvrages sous voie ferrée est le pont Candelier construit en 1921 sur la Sambre, sur la ligne de Paris à Berlin (Nord Belge).

Sa portée est de 64 m., sa flèche de 6 m. environ.

Il a été coulé au dosage de 350 k. de ciment.

Le travail calculé pour les matériaux est, dans les arcs, de 67 k. pour le béton et de 630 k. pour les aciers, et dans le tablier, pour les parties sous ballast, de 18 k/cm_2 pour le béton et de 670 k. pour l'acier.

b) *Poutres droites.* — Les poutres droites, en raison des efforts de tension qu'elles imposent aux armatures, constituent le type d'ouvrage dont l'emploi sous voie ferrée nécessite le plus de précautions, et exige un examen attentif des expériences déjà faites.

Nous trouvons des exemples de tels ouvrages en Danemark et en Suède, notamment dans le viaduc qui surmonte la grande arche de 90 m. de portée sur l'Ore älv et qui comporte un tablier à poutres droites reposant sur des piliers espacés de 9 m.

Nous en trouvons en Australie méridionale où un des 7 passages inférieurs existants a subi un accident capable de mettre en relief les qualités de béton armé. Dans cet ouvrage de 5 m. de portée, une des culées s'est déplacée sous la poussée des remblais ; le tablier a pivoté et s'est déplacé de 0 m. 60, endommageant plusieurs poutres armées. Après réparation de ces avaries, le tablier remis en service se comporte parfaitement bien.

Nous citerons encore un grand nombre d'ouvrages sous voie ferrée, des chemins de fer belges. Ces ouvrages du type à caisson de 1 à 6 m. d'ouverture existent dans la région de Tournai-Ath. Ils ont été coulés au dosage de 450 k. de ciment pour 400 litres de sable et 800 litres de gravillon. Les aciers travaillent à 800 k. par cmq et les bétons à 50 k. Un de ces ouvrages a subi un accident à noter. Sous l'effet d'affouillements, le caisson a basculé, un de ses piédroits s'est abaissé de 0 m. 15 par rapport à l'autre. Ce mouvement n'a entraîné ni déformation de la section rectangulaire de l'ensemble, ni fissure. Tel quel, il a été surchargé de remblais et continue à assurer son service.

C'est surtout aux États-Unis et en Italie que les ouvrages en poutre droite sont généralisés.

Les compagnies américaines ont établi des projets types jusqu'à 8 m. de portée, qu'elles exécutent au moyen de poutres et de dalles préparées à l'avance et mises en place au moyen des grues de service de leur matériel d'entretien. Elles réalisent ainsi une très grande vitesse d'avancement dans les opérations de pose. Elles emploient aussi largement les ouvrages coulés sur place, et surtout les types à caisson, donnant de très faibles surcharges, en mauvais terrain.

En Italie, on a construit depuis 1900 plus de 500 ponts sous rail, dont la portée atteint 12 à 14 m.

Il a été établi des projets de ponts-types d'un emploi courant. Le dosage est riche, il comporte 500 k. de ciment pour 500 litres de sable et 800 litres de gravillon. Un tel dosage constitue des bétons très étanches. Les chemins de fer italiens ont mis en observation 2 de ces ouvrages construits en 1900 et 1906 et qui présentaient des fissures, dès leur achèvement, au droit des reprises de béton pendant le coulage. Il a été constaté qu'au voisinage de ces fissures, les aciers ne présentaient que des traces très superficielles, d'oxydation, mais aucune filtration d'eau n'était perceptible. La mesure des armatures n'a pas permis de constater la plus petite diminution de section des aciers.

Les chemins de fer P.-L.-M. ont utilisé des dalles nervées de 8 m. de portée pour construire les sauts de mouton de Villeneuve-Saint-Georges et le pont de la rue Prudhon. Ces ouvrages se sont bien comportés sous les charges. Le pont Prudhon qui a 40 m. de largeur ne comporte ni chape ni joint de dilatation, il en est résulté quelques suintements d'eau.

Sur la ligne de Paris à Dieppe par Pontoise, les Chemins de fer de l'Ouest-État ont construit en 1905 et 1912, de part et d'autre d'un viaduc en maçonnerie sur la Troesne, deux ouvrages en béton armé de 8 m. 58 et 11 m. 09 d'ouverture biaise. Ces constructions se sont parfaitement comportées et n'ont donné lieu à aucune dépense d'entretien.

Électrolyse.

Il est fait un très large emploi du béton armé dans les centrales électriques ; les phénomènes d'électrolyse sont sans influence sur ces

matériaux. Il n'y a pas de raison pour qu'il n'en soit pas de même pour les ouvrages sous voie ferrée.

Il existe en Hollande une série d'ouvrages qui permettront de lever les derniers doutes à cet égard. La ligne du Chemin de fer électrique Rotterdam-Scheveningue-La Haye, comporte, en effet, notamment un viaduc à double voie en béton armé, de plus de 1.600 m. de longueur, formé d'une série de poutres courbes en béton armé, de 7 m. 40 à 20 m. de portée, en béton armé ; ces poutres supportent la dalle du tablier en béton armé.

Le béton de la superstructure est composé de 450 k. de ciment pour 0 m. 500 de sable et 1 m^3 de gravier. La fatigue admise pour le béton est de 61 k. mar cm_2 et pour le métal de 1.000 k./cm_2. Le tablier est recouvert d'une couche d'asphalte.

OUVRAGES AUTRES QUE LES PONTS SOUMIS A DES VIBRATIONS.

Les massifs de fondation de machines se font couramment en béton. Les machines sont fixées sur leurs bâtis au moyen de boulons scellés dans le béton. Sous l'action des chocs répétés, et appliqués directement aux fondations sans interposition d'aucun matelas élastique, et pourvu seulement que les massifs et les boulons aient des dimensions suffisantes, on ne constate ni désagrégation du béton, ni arrachement des boulons par suppression de l'adhérence.

En ce qui concerne l'emploi du béton armé proprement dit, nous citerons le remplacement qui a été fait à l'usine élévatoire des eaux de la Ville de Paris, quai d'Austerlitz, de deux voûtes en maçonnerie de moellons fissurées par les chocs des machines à vapeur qu'elles supportaient, par des dalles en béton armé. Les voûtes avaient 1 m. 02 d'épaisseur à la clé et 6 m. de portée en plein cintre. Elles étaient construites en excellente maçonnerie de ciment ainsi qu'on s'en est rendu compte au cours de la démolition qui a été extrêmement laborieuse. Elles se sont néanmoins fissurées sous l'effet des trépidations et leur reconstruction est devenue nécessaire. Elles ont été remplacées en 1922 par des dalles en béton armé de 1 m. 02 d'épaisseur. Ces dalles se sont parfaitement comportées sous les trépidations des machines, scellées directement sur elles sans interposition d'aucun matelas élastique. De semblables épreuves mettent en évidence l'aptitude du béton armé à résister aux vibrations.

CONCLUSIONS.

Le béton et le béton armé ont désormais suffisamment fait leurs preuves pour que leur emploi dans les ouvrages sous voie ferrée puisse être envisagé sans appréhension. La question est résolue par l'affirmative dans de nombreux pays tels que : la Belgique, les États-Unis, le Danemark, la Suède, l'Autriche, l'Italie.

En France, une commission est chargée, en ce moment par le Ministère des Travaux Publics, de faire une étude à ce sujet.

Il est permis, dès maintenant, de formuler quelques observations au sujet de l'établissement de ces ouvrages, principalement en ce qui concerne le béton armé.

a) *Etudes.* — En raison des masses énormes lancées à grande vitesse qui les franchissent, ces constructions doivent avoir de la masse. Il faut recourir à des dalles épaisses, à des poutres massives ; les aciers doivent être largement enrobés, et bien protégés contre les agents extérieurs (les maintenir à 3 cm. de distance minima des faces vues, exécuter des chapes soignées pour éviter les infiltrations, etc...).

L'effet des chocs s'amortit très rapidement par l'interposition d'un matelas. Il est donc tout indiqué de poser les voies sur ballast, en donnant à celui-ci une épaisseur d'une trentaine de centimètres si possible sous les traverses.

Les ouvrages en béton armé sont difficiles à renforcer. Les surcharges à prévoir dans les projets doivent donc réserver largement l'avenir.

En raison des vibrations auxquelles sont soumis les ouvrages, et des graves catastrophes qui peuvent résulter des accidents, les coefficients de sécurité à admettre seront plus forts que pour les ponts routes; les limites de travail admises seront donc diminuées dans une proportion raisonnable, en rapport avec les précautions prises pour atténuer les chocs. Dans les portions de tabliers soumises directement à ces chocs, mais avec interposition d'une bonne couche de ballast, une réduction de 20 0/0 paraît convenable par rapport aux limites réglementaires dans la construction courante.

Les dessins d'exécution seront établis avec soin et avec détail ; ils donneront les renseignements utiles pour assurer les recouvrements des barres dans des conditions correctes, et pour éviter que des reprises de béton mal placées au moment du coulage préparent des fissures ou compromettent le bon enrobement des aciers.

Ces dessins devraient également indiquer les zones où les matériaux travaillent au voisinage des limites, et, par conséquent, où une attention plus particulière devrait être apportée à la surveillance de leur mise en œuvre.

b) *Surveillance de l'exécution.* — Les ouvrages doivent être exécutés par des ouvriers soigneux sous la surveillance de contremaîtres expérimentés.

Les trois conditions essentielles d'une bonne réussite sont la mise en place correcte des aciers, l'obtention d'un béton compact non délavé, les précautions à prendre pour éviter que le béton ne se déssèche trop rapidement.

Pour obtenir une bonne compacité dans l'embarras des armatures, il est nécessaire de préparer un béton suffisamment mouillé pour qu'il soit pâteux et qu'on puisse le travailler par un brassage plutôt que par un pilonnage proprement dit ; mais il ne doit pas être noyé au point que l'on puisse observer à la fin du coulage l'apparition d'une nappe d'eau

sur la face supérieure. Il est bon d'enrichir le dosage et d'amollir la pâte au moyen d'un lait de ciment à l'emplacement des nœuds d'armatures, là où ces dernières s'entrecroisent et présentent une densité particulière. La combinaison du lait de ciment avec un béton assez sec permet aux ouvriers expérimentés d'obtenir une masse bien plastique dans les parties difficilement accessibles des grosses poutres, et d'éviter à la partie supérieure l'apparition d'eau libre.

Contrôle. — Les opérations de chantier doivent être surveillées avec soin. Les matériaux doivent être de bonne qualité, les sables et gravillons très propres et de qualité homogène, les ciments conservés à l'abri de toute détérioration.

Les essais de Laboratoire renseignent pleinement sur la qualité des aciers et des ciments. Mais les bétons, suivant les conditions de conservation du ciment, le mode de préparation et les circonstances atmosphériques accompagnant leur prise, présentent des résistances à l'écrasement extrêmement variables. On ne saurait trop recommander l'installation sur les chantiers importants de petites machines à essayer les éprouvettes de béton à l'écrasement. Ces éprouvettes, prélevées sur les gâchées elles-mêmes, conservées à proximité immédiate des emplacements où ces gâchées auront été mises en œuvre, renseigneront d'une façon directe sur la résistance de ces bétons, et seront tout particulièrement utiles pour ausculter les parties de la construction dans lesquelles le béton est soumis aux compressions maxima.

2e groupe

SCIENCES PHYSIQUES

5e section

PHYSIQUE

Président. . . . . O. DE BAST, Professeur à l'Université, Directeur de l'Institut Electrotechnique Montefiore, Liége.

Secrétaire. . . . . E. JEUNEHOMME, Professeur à l'Athénée, Répétiteur à l'Université, Liége.

J. H. COBLYN

Professeur, Membre de la Société française de Physique, Paris.

REFLEXIONS SUR LA THERMODYNAMIQUE

La thermométrie est basée sur la *loi de proportionnalité*. En opérant à pression constante, on vérifie que divers corps, plongés dans un bain ou dans une étuve, éprouvent des dilatations proportionnelles à un coefficient α dépendant de la nature du corps

$$\frac{\Delta v_1}{\alpha_1 v_1} = \frac{\Delta v_2}{\alpha_2 v_2} = \ldots\ldots = \Delta T_p.$$

De même, à volume constant, on constate une loi équivalente de proportionnalité :

$$\frac{\Delta p_1}{\beta_1 p_1} = \frac{\Delta p_2}{\beta_2 p_2} = \ldots\ldots = \Delta T_v.$$

En choisissant un corps étalon, on *définit* la température par un coefficient b, tel que

$$\frac{dp}{bp_0} = d\mathrm{T}.$$

Alors, les coefficients α, sensiblement constants, s'expriment par des formules paraboliques en T et p ; de même les β sont des fonctions paraboliques de T et v. Plus généralement, si on fait varier simultanément le volume et la pression, la température est définie, quel que soit le parcours thermique employé pour passer de la position (v_0, p_0) à la position (v, p).

Cela signifie que la température est une fonction définie de la pression et du volume spécifique ; c'est l'équation caractéristique ou équation d'état

$$\mathrm{T} = \varphi(v, p) \qquad (1)$$

dont l'équation différentielle est

$$d\mathrm{T} = \frac{\partial \varphi}{\partial v}\, dv + \frac{\partial \varphi}{\partial p}\, dp. \qquad (2)$$

La calorimétrie procède de la même loi de proportionnalité, bien que celle-ci soit moins nette qu'en thermométrie. On définit ainsi la chaleur spécifique C à pression constante, en écrivant que la quantité de chaleur dégagée ΔQ est proportionnelle à la variation de température

$$\Delta Q_v = C \Delta T_p = C \frac{\partial \varphi}{\partial v}\, dv.$$

On définit de même la chaleur spécifique c à volume constant

$$\Delta Q_p = c \Delta T_v = c \frac{\partial \varphi}{\partial p}\, dp.$$

A vrai dire, C et c ne sont pas des constantes ; C est une fonction parabolique de T et de p ; c est une fonction parabolique de T et de v.

Si on fait varier simultanément le volume et la pression, on aura

$$\Delta Q = C \frac{\partial \varphi}{\partial v} + dv\, c \frac{\partial \varphi}{\partial p}\, dp. \qquad (3)$$

Nous allons montrer que la quantité de chaleur dépend du parcours thermique suivi et non pas seulement du point de départ et du point d'arrivée. Si on pose, pour simplifier l'écriture

$$A = C \frac{\partial \varphi}{\partial v} \qquad B = c \frac{\partial \varphi}{\partial p}$$

A et B, qui sont des fonctions de v et p, ne peuvent être les dérivées

partielles d'une même fonction. Cela résulte de la *loi d'équivalence*

$$\mathrm{E}\,\Delta\varphi = d\mathrm{U} + pdv \tag{4}$$

qu'on écrit en exprimant que l'énergie thermique produit un travail total $\mathrm{E}\Delta\mathrm{Q}$, qui est la somme de la variation $\Delta\mathrm{U}$ de l'énergie interne U et du travail extérieur ; ce dernier s'exprime par pdv, si on admet que la pression est normale à la paroi, ce qui est la règle pour tous les fluides.

Le premier principe de la thermodynamique est le postulat suivant : la variation d'énergie interne ne dépend que du point de départ et du point d'arrivée ; cela signifie analytiquement que l'énergie interne U d'un fluide s'exprime par une fonction de v et de p. Dans ces conditions, on a

$$\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial v} = \mathrm{EA} - p \qquad \frac{\partial \mathrm{U}}{\partial p} = \mathrm{EB}$$

$$\frac{\partial^2 \mathrm{U}}{\partial v\,\partial p} = \mathrm{E}\frac{\partial \mathrm{A}}{\partial p} - 1 = \mathrm{E}\frac{\partial \mathrm{B}}{\partial v}$$

d'où

$$\frac{\partial \mathrm{A}}{\partial p} - \frac{\partial \mathrm{B}}{\partial v} = \frac{1}{\mathrm{E}} \tag{5}$$

Si A et B étaient des dérivées partielles d'une même fonction, on aurait

$$\frac{\partial \mathrm{A}}{\partial p} = \frac{\partial \mathrm{B}}{\partial v}$$

et alors, dans un cycle fermé, le travail total serait rigoureusement nul en revenant au point de départ, ce qui est contraire au principe de la conservation de l'énergie. On a donc bien démontré que la quantité de chaleur n'est pas une fonction de v et de p.

L'équation différentielle des adiabatiques s'exprime par sa définition même ; c'est la variation thermique pour laquelle il n'y a ni production ni absorption de chaleur, c'est-à-dire d'après (3)

$$\mathrm{A}dv + \mathrm{B}dp = 0. \tag{6}$$

L'équation cartésienne des adiabatiques sera

$$\mathrm{S}(v, p) = \mathrm{C^{te}} \tag{7}$$

et l'entropie se définira *analytiquement* d'une façon très simple. L'entropie en un point (v, p) du diagramme de Clapeyron est la *cote* de l'adiabatique passant par ce point, de même que la température en

ce même point est la coté de l'isotherme définie par l'équation cartésienne (1) ou par l'équation différentielle

$$\frac{\partial \varphi}{\partial v}\,dv + \frac{\partial \varphi}{\partial p}\,dp = 0.$$

Pour passer de l'équation différentielle (6) à l'équation cartésienne (7), on fait intervenir un facteur intégrant θ, fonction de v et de p, tel que

$$\frac{\partial S}{\partial v} = \frac{A}{\theta} \qquad \frac{\partial S}{\partial p} = \frac{B}{\theta}$$

et, d'après ce que nous venons de voir, θ n'est pas une constante.

Le principe de Carnot-Clausius ou second principe de la thermodynamique admet que la température thermodynamique θ se confond pratiquement avec la température absolue T définie par la loi d'équivalence, de sorte qu'on a

$$\frac{\partial^2 S}{\partial v\,\partial p} = \frac{T\dfrac{\partial A}{\partial p} - A\dfrac{\partial \varphi}{\partial p}}{T^2} = \frac{T\dfrac{\partial B}{\partial v} - B\dfrac{\partial \varphi}{\partial v}}{T^2}$$

d'où l'on tire, en s'appuyant sur le premier principe de la thermodynamique, l'équation de Mayer

$$A\frac{\partial \varphi}{\partial p} - B\frac{\partial \varphi}{\partial v} = (C - c)\frac{\partial \varphi}{\partial v}\frac{\partial \varphi}{\partial p} = \frac{T}{E}. \qquad (8)$$

En somme, l'entropie et l'énergie interne, de même que la température sont des *propriétés physiques* du corps considéré et sont déterminées quand on connaît l'état physique de ce corps, c'est-à-dire ses paramètres de position v et p.

* * *

Il est intéressant de savoir si on peut substituer aux variables indépendantes (v, p) les variables S et T, c'est-à-dire l'entropie et la température. Ces deux variables sont indépendantes ; sinon, on aurait

$$\frac{\dfrac{\partial S}{\partial v}}{\dfrac{\partial \varphi}{\partial v}} = \frac{\dfrac{\partial S}{\partial p}}{\dfrac{\partial \varphi}{\partial p}}$$

c'est-à-dire

$$\frac{\dfrac{A}{\theta}}{\dfrac{\partial \varphi}{\partial v}} = \frac{\dfrac{B}{\theta}}{\dfrac{\partial \varphi}{\partial p}}.$$

Cela exigerait, d'après l'équation (8), l'égalité des chaleurs spécifiques C et c. On en conclut que l'entropie et la température sont toujours, même si on n'admet pas le principe de Carnot-Clausius, des variables indépendantes, ce qui entraîne la légitimité du diagramme entropique.

* * *

Cherchons maintenant si l'énergie interne U peut être fonction de S et de T ou seulement d'une de ces deux variables. On a

$$dU = (EA - p)\,dv + EB\,dp = \frac{\partial U}{\partial S}\,dS + \frac{\partial U}{\partial T}\,dT$$
$$= \frac{\partial U}{\partial S}\left(\frac{A}{T}\,dv + \frac{B}{T}\,dp\right) + \frac{\partial U}{\partial T}\left(\frac{\partial \varphi}{\partial v}\,dv + \frac{\partial \varphi}{\partial p}\,dp\right)$$

d'où

$$EA - p = \frac{A}{T}\frac{\partial U}{\partial S} + \frac{\partial U}{\partial T}\frac{\partial \varphi}{\partial v}$$
$$EB = \frac{B}{T}\frac{\partial U}{\partial S} + \frac{\partial U}{\partial T}\frac{\partial \varphi}{\partial p}$$

ou enfin

$$(9)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial U}{\partial S} = E\left(T - p\,\dfrac{\partial \varphi}{\partial p}\right) \\ \dfrac{\partial U}{\partial T} = \dfrac{Ecp}{T}\,\dfrac{\partial \varphi}{\partial p}. \end{cases}$$

L'énergie interne ne peut être fonction de l'entropie seulement, car alors $\frac{\partial U}{\partial T}$ serait constamment nul, ce qui est impossible. On a donc les deux cas suivants :

1° $$T - p\,\frac{\partial \varphi}{\partial p} = 0,$$

ou en intégrant

$$p = T f_0(v).$$

Puisque $\frac{\partial U}{\partial S}$ est nulle, l'énergie interne est fonction de T seulement ; elle est constante le long d'une isotherme ; on est dans le cas des *fluides isodynamiques*. Sur le diagramme entropique, l'énergie interne est représentée par un cylindre dont les génératrices sont parallèles à l'axe des entropies. Réciproquement, on démontre facilement que, si le rapport U est fonction de v seulement, le fluide est isodynamique, c'est-à-dire que U est fonction de T seulement.

Les gaz parfaits rentrent dans cette catégorie ; il convient toutefois d'ajouter que Joule, dans l'expérience où il faisait passer un gaz à travers un filtre de coton pressé, a montré qu'aucun fluide naturel n'était isodynamique.

2° $T - p\frac{\partial \varphi}{\partial p}$ est différent de zéro (*fluides anisodynamiques*) ; alors on a

$$U = F(S, T)$$

et on peut intégrer U, car du système

$$\begin{cases} S = S(v, p) \\ T = \varphi(v, p) \end{cases}$$

on peut légitimement tirer le système réciproque

$$\begin{cases} v = V(S, T) \\ p = P(S, T) \end{cases}$$

puisque S et T sont indépendants. On exprimera les *données physiques* C, c et φ au moyen des fonctions paraboliques indiquées au début de cette note, et on explicitera ainsi les dérivées partielles (9) de U. L'intégration de la fonction U se fait ensuite par la méthode classique.

3° Un *cas particulier* intéressant des fluides anisodynamiques et celui où $\frac{\partial U}{\partial S}$ est fonction de T seulement ; en intégrant on obtient le système

$$10 \quad \begin{cases} p = f_0(v) f_1(T) \\ U = ES\left(T - \frac{f_1}{f'_1}\right) + F(T) \\ \frac{Ef_1 c}{T f'_1} = \frac{ESf_1 f''_1}{(f'_1)^2} + F' \\ E(C - c) = -\frac{T f^2{}_0 (f'_1)^2}{f'_0 f_1} \end{cases}$$

Il est facile de vérifier que les fluides du système (10) obéissent aux deux principes de la thermodynamique.

Les propriétés ci-dessus sont réciproques, c'est-à-dire que, si l'équation d'état est caractérisée par la *séparation des variables*

$$p = f_0(v) f_1(T)$$

$\frac{\partial S}{\partial U}$ est fonction de T seulement, ce qui entraîne la deuxième équation du système (10), ainsi que les deux dernières.

Remarquons que l'énergie interne U est exprimée en fonction de S et de T par la deuxième équation du système (10) ; le long d'une isotherme, l'énergie interne est une fonction linéaire de l'entropie ; sur le diagramme entropique, elle sera représentée par une surface réglée à plan directeur.

La loi de proportionnalité thermométrique ne sera vérifiée que si f'_1 est une constante, ce qui nous ramène aux fluides isodynamiques.

* * *

La conclusion de cette étude est l'intérêt que présente le système (10), qui serre de plus près la réalité physique que les gaz parfaits et que nous comptons utiliser dans la théorie cinétique des gaz.

L. DIXSAUT

Professeur agrégé au Lycée Pasteur, Neuilly (Seine).

1° APPAREIL POUR L'ETUDE DE LA CHUTE LIBRE

Étude d'un appareil — actuellement adopté par le Ministère de l'Instruction publique pour les collections des Lycées et Collèges — destiné à remplacer la machine de Morin. D'un prix modique et d'une précision supérieure, il peut être mis entre les mains des élèves et par suite faire l'objet d'un exercice pratique ; il permet de plus une mesure approchée de l'accélération de la pesanteur.

Bibliographie. — Article descriptif paru récemment : *Bulletin de l'Union des Physiciens*. Bureaux : Lycée Saint-Louis, 44, boulevard Saint-Michel, Paris (VI^e), n° 175. Juillet 1924.

2° PENDULE INSCRIPTEUR SUR CHARIOT

Une expérience classique et particulièrement intéressante pour l'étude du pendule consiste à réaliser l'inscription graphique de son mou-

vement ; on peut employer dans ce but le cylindre enregistreur tournant d'un mouvement uniforme, on a également cherché à faire l'inscription sur une plaque se déplaçant d'un mouvement de translation uniforme. Dans cette expérience la difficulté est de réaliser assez exactement le mouvement uniforme.

On connaît les dispositifs précédemment employés : entraînement par moteur électrique, ou par un grand entonnoir métallique tombant dans une cuve d'eau, etc. Ces appareils sont encombrants, coûteux et donnent un mouvement du chariot qui n'est pas uniforme dès son début, il faut donc négliger une partie de la courbe construite.

J'ai cherché à réaliser le même montage en supprimant cuve d'eau et moteur, en rendant le mouvement du chariot indépendant de tout organe extérieur coûteux et encombrant, en réalisant un mouvement uniforme dans tout son déplacement, et par conséquent en construisant un instrument plus facile à mettre entre les mains des élèves dans les travaux pratiques sans nuire à la précision des résultats.

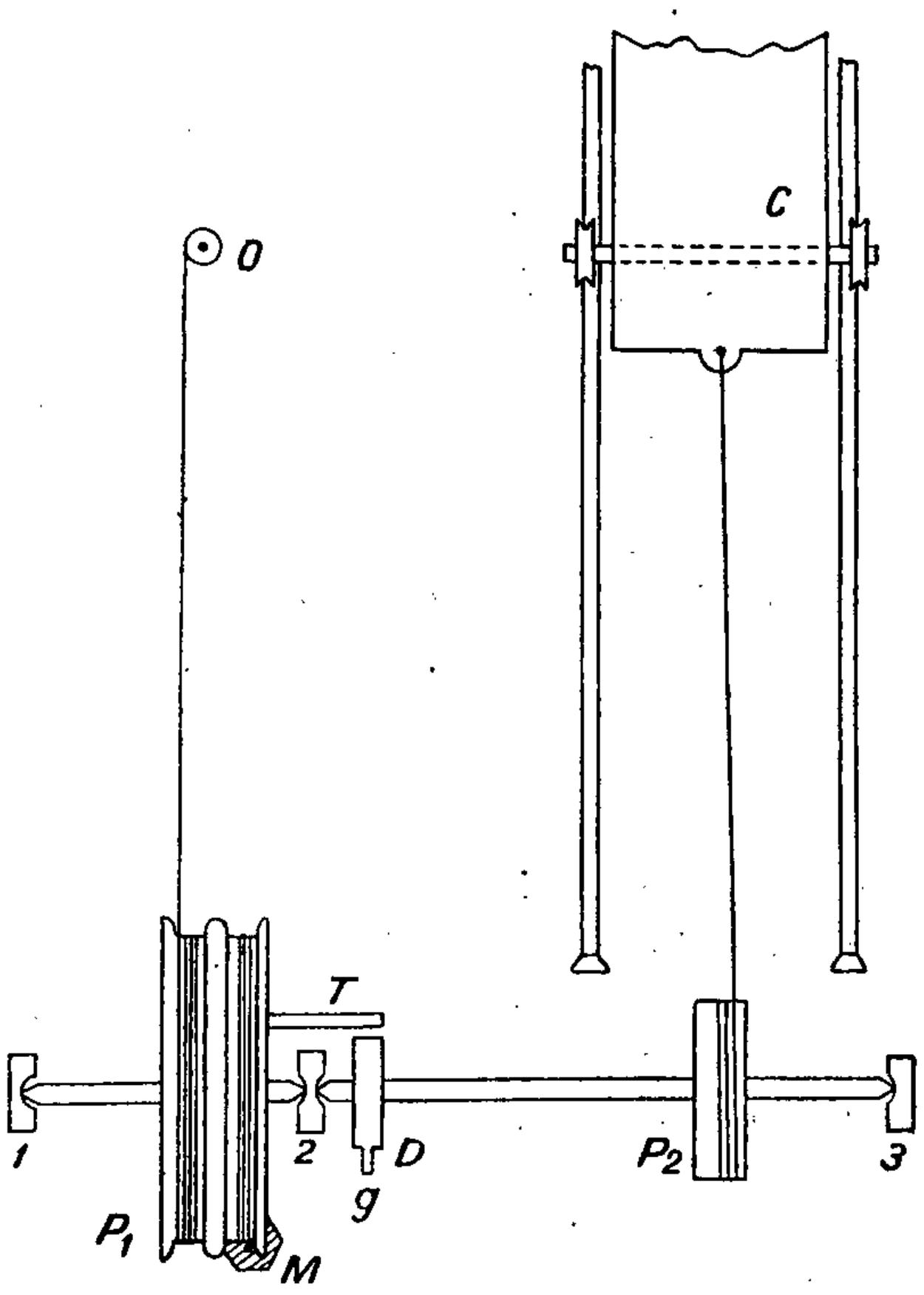


Fig. 1

L'organe moteur est un simple poids de fonte M (500 gr. à 1 000 gr. en général) suspendu à l'extrémité d'une corde enroulée sur une poulie P_1 ; le mouvement de chute serait donc uniformément accéléré, mais sur la même poulie P_1 est fixée à côté de la précédente une deuxième corde enroulée d'autre part sur l'axe vertical d'un moulinet (analogue à celui de la machine de Morin). Pour un tour de P_1 le moulinet fait 12 tours. Les dimensions de ses ailes ont été déterminées de façon que la vitesse limite du système soit atteinte après $\frac{1}{4}$ à $\frac{3}{4}$ de tour environ de la poulie P_1 (suivant la valeur donnée à M) ; on est ainsi certain d'avoir un mouvement rigoureusement uniforme après un tour complet. La poulie P_1 est montée sur deux crapaudines verticales (1 et 2) et porte

sur une de ses faces une tige T perpendiculaire au plan de la poulie. Entre les crapaudines 2 et 3 est monté un deuxième axe indépendant du premier qui porte d'abord une poulie P_2 sur laquelle est enroulée la corde de traction du chariot inscripteur, et de plus, près de P_1, un disque D muni, en un des points de son bord, d'une goupille *g* telle qu'elle puisse être accrochée au passage par la tige T. (Voir fig. 1).

Expérience. — Il faut d'abord vérifier l'horizontalité des rails (au niveau à bulle, réglage par vis calantes). On accroche un poids M et on place T contre *g*, en sens inverse du sens de rotation. On desserre un frein qui, sur l'axe O empêche le mouvement. La chute du poids devient uniforme avant un tour de P_1. Ce tour achevé, T accroche *g* et entraîne le deuxième axe, par suite P_2 et le chariot, dans son mouvement uniforme. L'accrochage se produit sans secousse et la courbe est utilisable dès la première sinusoïde.

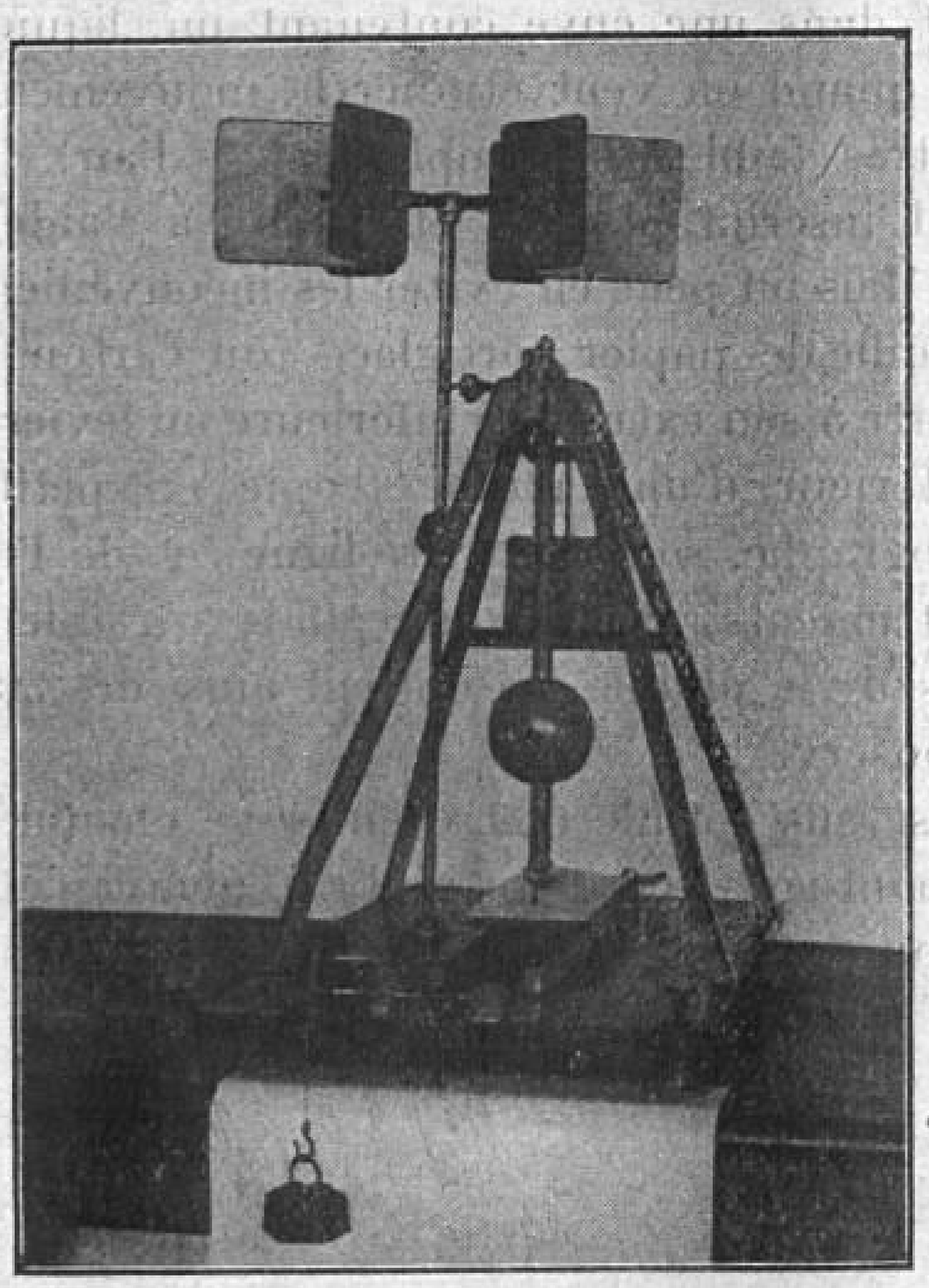


Fig. 2

Réglages. — 1° On peut, à volonté, faire varier la vitesse du chariot, il suffit de changer le poids moteur M. A condition de ne pas dépasser une certaine limite, le mouvement reste uniforme ; dans l'appareil construit la vitesse peut passer de 1 cm à 6 cm par seconde, variation suffisante pour la plupart des expériences.

2° Le pendule inscripteur est formé d'une sphère de fonte (boule d'haltère) que l'on peut déplacer le long d'un tube d'acier monté à la partie supérieure sur un couteau horizontal. En déplaçant la boule sur le tube on peut modifier la période du pendule.

Aspect général de l'appareil donné par la figure 2.

Applications.

1° L'appareil permet d'abord d'inscrire la courbe des oscillations du pendule, et même (avec la grande vitesse) d'un diapason de fréquence 50 à 100 ;

2° L'appareil permet ensuite d'étudier l'existence d'une vitesse limite. On peut construire la courbe dès le début du mouvement de chute (uniformément accéléré) puis vérifier l'uniformité du mouvement après réalisation de la vitesse limite ;

3° L'appareil permet d'étudier les courbes d'amortissement :

a) *Frottement solide.* Sur l'axe de rotation du pendule est monté un cylindre bien centré sur l'arête du couteau, sur lequel frotte un collier dont on peut à l'aide d'une vis régler la pression.

b) *Frottement liquide.* Sur le tube du pendule est (comme dans l'appareil de Lemoine) montée une tige portant à son extrémité une plaque verticale oscillant dans une cuve contenant un liquide. Cette plaque peut être retirée quand on veut étudier le mouvement avec amortissement nul (ou très faible, dû simplement à l'air).

Remarque. — L'inscription peut être faite à l'aide d'un style sur plaque enfumée. Mais on peut en éviter les inconvénients et construire les courbes sur feuille de papier fort glacé (ou carton mince). Dans ce but le pendule porte à son extrémité inférieure un levier horizontal muni à son bout antérieur d'une plume (copie en petit soit d'un bec et plume de stylographe, soit d'un tire-ligne) et de l'autre côté, pour diminuer les frottements, d'un contrepoids réglable qui équilibre à peu près le poids de la plume. On obtient ainsi des tracés fins, faciles à repérer et à conserver.

Ce dispositif est susceptible d'être employé chaque fois que l'on a besoin dans un montage expérimental d'un mouvement de translation assez lent et rigoureusement uniforme.

L.-Gustave du PASQUIER
Professeur à l'Université de Neuchâtel (Suisse).

UNE METHODE DE LIPPMANN POUR MESURER LE TEMPS ABSOLU ENVISAGEE AU POINT DE VUE DE LA RELATIVITE

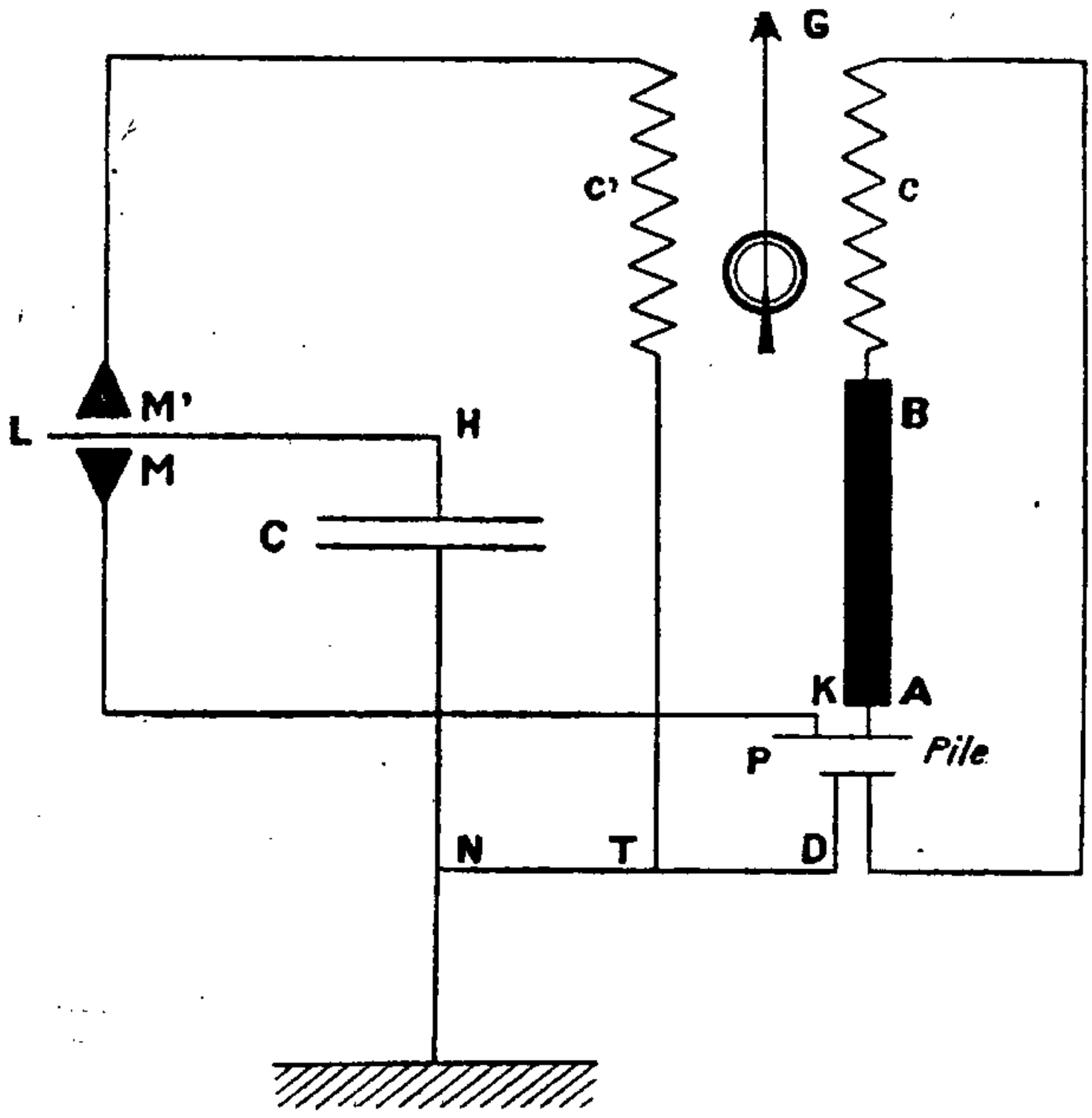
1. On sait que l'unité de temps universellement adoptée, *la seconde*, égale par définition à la 86 400e partie du jour solaire moyen, n'est pas une constante absolue au cours des âges. Elle subit des variations séculaires, excessivement lentes il est vrai, provenant du fait que le mouvement de rotation diurne de la Terre est lui-même soumis à des causes de perturbation séculaires. Parmi celles-ci, la principale est le frottement dû aux marées. Il doit produire, d'après des calculs basés sur certaines hypothèses, un ralentissement de l'ordre de grandeur du centième de seconde par siècle. D'ici à quelque 864 millions d'années, si cette cause de perturbation était seule agissante, la durée du jour devrait donc doubler et par conséquent l'année ne comprendre que 183 jours à peu près, etc. Il serait hautement désirable de posséder une unité de temps tout à fait invariable et de pouvoir déterminer avec une précision suffisante, ne fût-ce qu'une fois par siècle, le rapport de la seconde à une pareille unité, afin de contrôler les variations de la seconde indépendamment de toute hypothèse astronomique.

2. En 1887, LIPPMANN imagina un dispositif permettant de réaliser une pareille unité « absolue » avec une approximation de l'ordre du cent-millième. Cette méthode de LIPPMANN est basée sur le fait que, en unités électrostatiques absolues, la résistivité électrique du mercure prise à zéro degré, ρ, a les dimensions d'un temps, $[L^0.M^0.T^1]$. De plus, étant une propriété physique intrinsèque de la matière, ρ est une grandeur absolument invariable.

Il peut paraître singulier au premier abord qu'un intervalle de temps se trouve en quelque sorte caché sous la dénomination de résistance électrique spécifique. Mais il suffit de se rappeler que, dans le système électrostatique, les résistances sont les temps nécessaires pour l'écoulement de l'électricité dans des conditions déterminées. Rappelons en particulier ce que l'on entend par ρ, résistance spécifique du mercure, dans le système électrostatique. Si l'on considère un circuit ayant une résistance égale à celle d'un cube de mercure qui aurait pour côté l'unité de longueur, circuit soumis à une force

électromotrice égale à l'unité, ce circuit mettra, à se laisser traverser par l'unité de quantité d'électricité, un temps déterminé qui est précisément égal à ρ. A remarquer encore que le choix des unités de masse et de longueur est indifférent, puisqu'en dernière instance ρ n'en dépend pas.

3. Dans l'appareil de LIPPMANN (1), la mesure du temps ne se fait pas, comme d'ordinaire, en observant les mouvements d'un système matériel ; elle se fait par une expérience d'équilibre. Tous les organes des appareils demeurent immobiles ; seule l'électricité y est en mouvement. C'est en quelque sorte une clepsydre d'électricité. Une pile P (v. figure), de force électromotrice arbitraire E, actionne en même



temps les deux circuits antagonistes d'un galvanomètre différentiel. Dans le premier circuit, c, qui a une résistance R, par exemple celle d'une colonne de mercure AB, la pile envoie un courant continu. Dans le second circuit, c', la même pile envoie une série discontinue de décharges, obtenues en chargeant périodiquement un condensateur de capacité connue C, que l'on décharge ensuite à travers le dit circuit c'. L'aiguille aimantée du galvanomètre, G, reste en équilibre si les deux courants débitent une quantité d'électricité égale pendant

(1). G. LIPPMANN, *Sur une unité de temps absolue. Etalons électriques de temps et chronoscopes des variations.* Comptes-rendus de l'Acad. des sciences de Paris, 1887, t. 104, fasc. n° 16, p. 1070-1074.

un temps arbitraire τ. Le courant de la pile est interrompu et rétabli alternativement grâce aux vibrations d'une languette HL. On voit que, lorsqu'il y a contact avec M, le condensateur se charge par la pile ; et lorsqu'il y a contact avec M′, le condensateur se décharge à travers le circuit c'.

4. Supposons la condition d'équilibre remplie et l'aiguille immobile au zéro. Il est facile d'écrire cette condition d'équilibre. Pendant le temps τ, le courant continu débite une quantité d'électricité égale à $\frac{E}{R}\tau$. D'autre part, chaque charge du condensateur vaut $C.E$; pendant le temps τ, le nombre de décharges est égal à $\tau : l$ où l représente l'intervalle de temps entre deux décharges consécutives ; τ et l sont ici supposés exprimés à l'aide d'une unité de temps arbitraire. Le second circuit débite donc, pendant le temps τ, une quantité d'électricité égale à C. E. $\tau : l$; dès lors, on a la condition d'équilibre

$$\frac{E}{R}.\tau = C.E.\frac{\tau}{l}$$

d'où, en simplifiant, $l = C.R$; or, la capacité C du condensateur est donnée par $C = \frac{S}{2\pi e}$, où S est la surface du condensateur et e son épaisseur. D'autre part, $R = \rho.l : s$, où l représente la longueur de la colonne de mercure et s sa section. En substituant ces expressions dans $l = C.R$, on trouve

$$l = \frac{S}{2\pi e}.\rho.\frac{l}{s} = \frac{1}{2\pi}.\frac{S}{s}.\frac{l}{e}.\rho = n.\rho \qquad (1)$$

où

$$n = \frac{1}{2\pi}.\frac{S}{s}.\frac{l}{e}. \qquad (2)$$

Comme on voit, n est un nombre abstrait. Cette valeur de l est obtenue en laissant toutes les unités indéterminées.

5. Examinons cette méthode au point de vue relativiste. A cet effet, supposons que toute l'expérience, effectuée dans le système de référence S censé immobile, soit vue et observée d'un système S′ animé par rapport à S d'un mouvement de translation uniforme de vitesse v. Les observateurs liés à S′ arriveront-ils aux mêmes conclusions que l'observateur dans S ? Voilà la question. — Deux décharges consécutives de notre condensateur marquent un laps de temps qui, dans S, sera mesuré par $\Delta l = n.\rho$; je dis que, en prenant S′ pour système de référence, on aura

$$\Delta l' = n.\rho',$$

où ρ' représente la résistivité électrique du mercure à zéro degré, mesurée par les observateurs entraînés avec S′. En examinant les

bases du raisonnement de LIPPMANN, on constate, en effet, les cinq points suivants.

1) Le système électrostatique ordinaire s'accorde *en dimensions* avec le système de mesures de Lorentz, système qui est celui de la relativité. Donc, au point de vue relativiste, ρ conserve les dimensions d'un temps.

2) La loi d'Ohm, $Q = tE : R$, subsiste aussi pour les corps en mouvement, bien que E se change en E', R en R' et t en t'. Voir à ce sujet les travaux de MM. LORENTZ, EINSTEIN, LAUE, etc. (1).

3) Le fait que le second circuit du dispositif de LIPPMANN débite une quantité d'électricité égale à $C' E' \tau' : t'$ subsiste également, d'après les relativistes, pour un système en mouvement.

4) La constatation de l'équilibre, du moment où il n'y a pas à mesurer de grandeur constante ou variable, revient à la constatation de la coïncidence, à la fois spatiale et temporelle, de l'extrémité d'une aiguille avec le zéro d'une échelle. Si une telle coïncidence a lieu pour un système S, elle est réelle pour tous les autres. On arrive ainsi, pour le système entraîné S', à l'égalité $\Delta t' = n' \cdot \rho'$.

5) Le nombre n', défini par une égalité analogue à (2), est, comme n, un nombre abstrait. Quant à sa valeur numérique, on peut toujours orienter, par rapport à la direction du mouvement de translation, l'appareil de LIPPMANN de manière à avoir $n' = n$. Par exemple dans le cas de la figure, la translation se faisant parallèlement à NTD, les surfaces S et s deviennent $S' = \lambda . S$ et $s' = \lambda . s$, mais le rapport $S' : s' = S : s$ reste inaltéré. D'autre part, l et e ne sont pas changés par le mouvement, étant perpendiculaires à sa direction. On peut donc toujours s'arranger pour que $n' = n$.

6. Or, si l'on veut maintenir la théorie de la relativité, on doit recourir à la transformation lorentzienne qui la résume toute. On sait qu'il en résulte

$$\Delta t' = \Lambda . \left(\Delta t - \frac{v}{\omega^2} . \Delta x \right)$$

où $\Lambda \equiv 1 : \sqrt{1 - v^2 : \omega^2}$ est la valeur réciproque du facteur de Lorentz, $\omega = 300\,000$ km. $\sec^{-1}$ représentant la vitesse de propagation de la lumière dans le vide galiléen. D'après nos hypothèses, il faut prendre $\Delta x = 0$, puisque, dans le système S, les deux décharges du condensateur se produisent au même endroit. Donc $\Delta t' = \Lambda . \Delta t$, c'est-à-dire $n . \rho' = \Lambda . n . \rho$, d'où

$$\rho' = \Lambda . \rho ;$$

(1) M. VON LAUE, *Die Relativitätstheorie*, 4e éd. t. I. p. 176; H. A. LORENTZ, dans l'Enzyklop. der math. Wissensch., t. V 2, I, 1904, p. 94; *Weiterbildung der maxwellschen Theorie*, ibid. p. 150.

ce qui entraîne cette conséquence inattendue que la résistivité électrique du mercure est affectée par le fait du mouvement relatif uniforme et rectiligne. D'après cela, quand la vitesse de translation, v, augmente, la résistance spécifique devient plus grande ; elle finit par croître au-delà de toute limite, quand v se rapproche de la vitesse-limite $\omega = 3.10^{10}$ cm. sec^{-1}.

7. Cette conclusion est contraire à l'opinion manifestée jusqu'ici par les théoriciens. En effet, les relativistes admettaient, la plupart tacitement, que le mouvement relatif uniforme et rectiligne n'affecte en rien les propriétés physiques intrinsèques de la matière. Notamment, Messieurs H.-A. LORENTZ (1) et M. VON LAUE (2) proclament cette invariabilité physique et M. PÉTROVITCH (3), dans une récente brochure, défend à son tour ce point de vue. — Le raisonnement ci-dessus développé aboutit, au contraire, à la proposition suivante. Aux yeux d'un observateur entraîné d'un mouvement de translation uniforme, la résistivité électrique d'une substance conductrice augmente en raison inverse du facteur de Lorentz. — On doit, semble-t-il, envisager ce résultat comme un cas particulier d'une proposition générale : dans le système C-G-S, tous les coefficients de la physique sont exprimables à l'aide de trois grandeurs fondamentales : longueur L, masse M, durée T. Du moment où le mouvement relatif, même rectiligne et uniforme, modifie les nombres qui mesurent ces trois grandeurs, *il influence du même coup tous les coefficients de la physique, c'est-à-dire tous les nombres qui expriment une propriété intrinsèque de la matière.*

Remarquons que même si l'on possédait une unité de temps absolue, comme LIPPMANN le croyait, cela ne renverserait pas la théorie de la relativité restreinte, puisqu'il resterait le problème de chronométrer l'espace : comment régler l'une sur l'autre deux horloges identiques, mais très éloignées l'une de l'autre ? (4) La transformation de Lorentz ramènerait aux conclusions de la Théorie de la relativité restreinte.

Les considérations qui précèdent, appliquées à la théorie de la relativité généralisée, font prévoir que *les propriétés électriques et en général les propriétés de la matière sont influencées par un champ de gravitation.* Le calcul, il est vrai, dit que l'influence due au champ terrestre est si minime que les changements en question ne sont pas décelables par les moyens dont dispose actuellement la Physique expérimentale.

---

(1) Voir p. ex. **H. A. LORENTZ**, *Maxwell's elektromagnet. Theorie*, dans l'Enzyklop. der math. Wiss., V 2, t. I, 1904, p. 89. — H. A. LORENTZ, Weiterbildung d. maxwellsch. Theorie, ibid., p. 256.

(2) M. v. LAUE, *Die Relativitätstheorie*, 4e éd. t. I, p. 20.

(3) M. PÉTROVITCH, *Durées physiques indépendantes des dimensions spatiales*, Paris, 1924, p. 15.

(4) Voir L.G. DU PASQUIER, *Le principe de la relativité et les théories d'Eintein*, Paris, G. Doin éd., 1922, p. 86-102.

Albert TURPAIN

Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers.

1° L'HISTOIRE DE L'ELECTRODYNAMOMETRE. UN PRECURSEUR FRANÇAIS DE WEBER : LE DOYEN LALLEMAND, DE LA FACULTE DES SCIENCES DE POITIERS

A l'Exposition de Physique et de T. S. F. qui eut lieu à Paris, cet hiver, du 30 novembre au 24 décembre, figurait en bonne place, dans les vitrines de l'Exposition rétrospective, un modèle de la balance électrodynamique de Lallemand.

Ce modèle, dont la construction date de 1873, comporte des dispositifs permettant des mesures très précises : large tambour divisé,

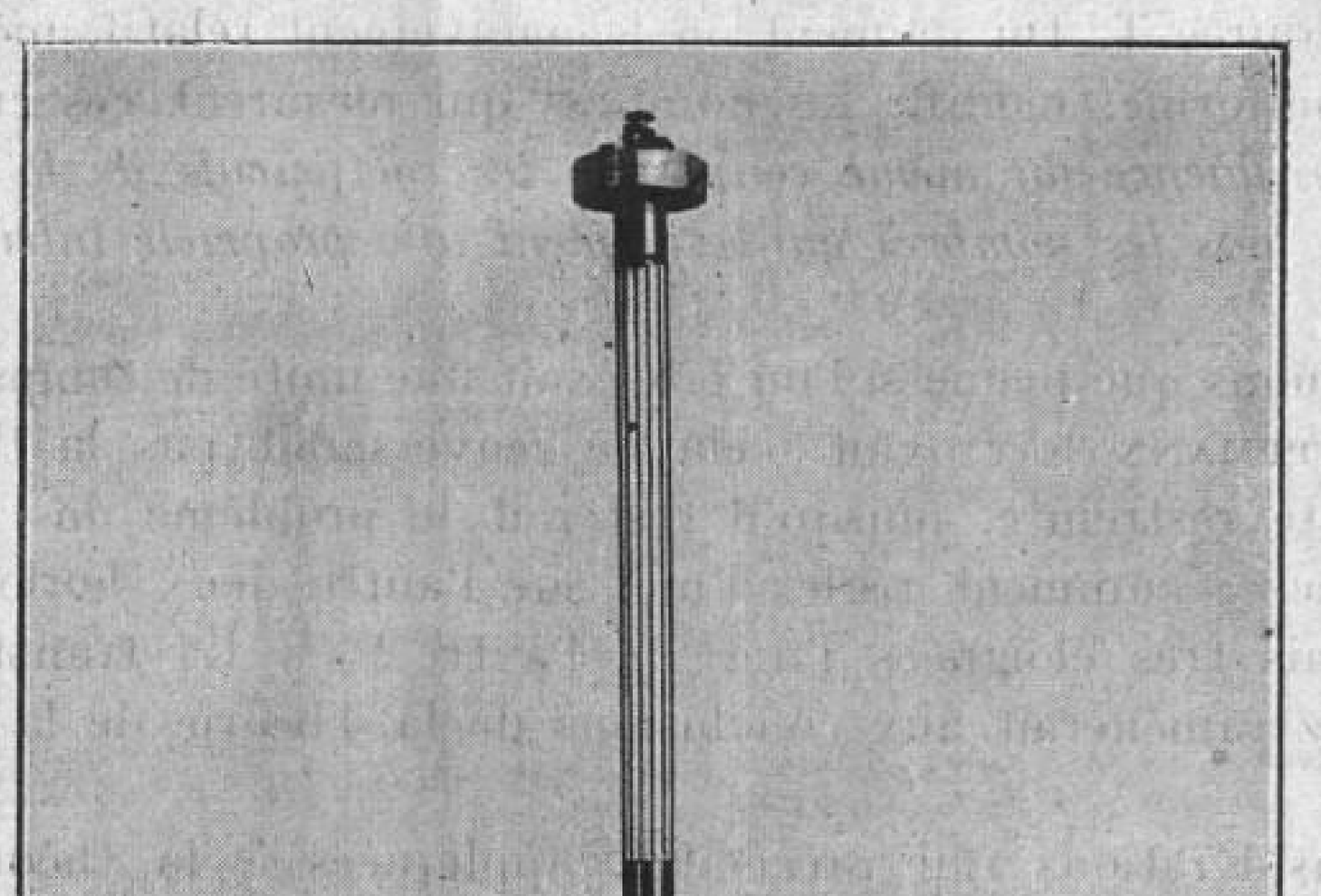


Fig. 1 : Balance Electrodynamique de Lallemand (Vue Générale).

de 0 m. 07 de diamètre, permettant d'apprécier, avec l'approximation du 1/1500, l'angle de torsion du bifildaire de suspension ; — vis calantes, vis exhaussantes, tant pour les spirales que pour les godets de prises de courants, permettant de rendre rigoureusement parallèles, les deux couples de spirales plates de fils conducteurs, isolés, — spirales l'une mobile, l'autre fixe, — qui constituent les équipages électrodynamiques.

La figure 1 donne une vue d'ensemble de l'appareil. Le schéma 2 permet d'apprécier sa sensibilité. Ce schéma est une reproduction photographique, extraite des *Annales de Physique et Chimie*, des figures accompagnant le mémoire de Lallemand publié en 1848.

Lallemand construisit lui-même ses premières balances électrodynamique, *dès* 1846, alors qu'il était professeur de physique au collège de Nîmes (*Annales de Physique et Chimie*, 1848, 3e série, t. XXII). Le laboratoire de physique de la Faculté des Sciences de Poitiers possède des modèles d'équipages électrodynamiques, que Lallemand y apporta, lorsqu'en 1870, il fut nommé professeur titulaire à notre Faculté. Il était le deuxième titulaire de la Chaire de Physique, succédant à Trouessart (1854-1870) ; il devint doyen (1871-1886) et fut le prédécesseur immédiat du professeur (1886) et doyen (1898) Garbe (1886-1914), dont je suis devenu, en 1907, le collaborateur et collègue.

On a trop laissé dans l'ombre l'œuvre de Lallemand, qui pour effectuer des mesures précises concernant les courants d'induction, imagina le premier electrodynamomètre, la balance électrodynamomique qui date de 1846.

Lallemand continua de 1846 à 1874 au moins, ses études et ses mesures à l'aide de cet instrument (voir *Annales de Physique et Chimie*, 1851, 3e série, t. XXXII ; thèses, 1852, nº 161-S, 24 mai ; — *Annales Physique et Chimie*, 4e série, 1864, t. LXXI).

Si Lallemand s'est inspiré de quelqu'un, c'est de Coulomb, dont il répète la balance, mais avec une ingéniosité extrême et une habileté rare, y remplaçant les sphères de sureau, par de délicates et larges spirales plates (80 m/m de diamètre) auxquelles il amène le courant et qu'il dispose aux extrémités d'un très léger levier d'ivoire, de 0 m. 50 de longueur, levier suspendu par un bifilaire qui conserve à l'équipage une extrême sensibilité.

Lallemand est donc sans contredit le précurseur de Weber, dans la mesure des actions électrodynamiques, et ne s'est nullement inspiré de l'appareil du physicien allemand, qui pouvait plutôt s'inspirer de la balance électrodynamique.

Aussi modeste qu'ingénieux, Lallemand n'éleva aucune contestation de priorité. Cependant lorsqu'en 1874, F. Guthrie publia, dans le *Philosophical Magazine* un dispositif renouvelé de balance électrodynamique, sans citer dans son historique, cependant développée, les travaux antérieurs du physicien de Poitiers, ce dernier, par une

note, insérée en 1874, au t. III, p. 347 du *Journal de Physique*, note intitulée : Sur les balances de tension électrodynamique, éleva une légitime protestation et rappela ses travaux alors antérieurs de plus de trente-cinq ans.

Cazin également, en 1864 (*Annales de Physique et Chimie*, 4e série, t. LXX, p. 264) décrit, avec un certain luxe d'historique, mais sans citer Lallemand, une balance électrodynamique qui, à quatorze ans de distance, répète le dispositif de ce dernier.

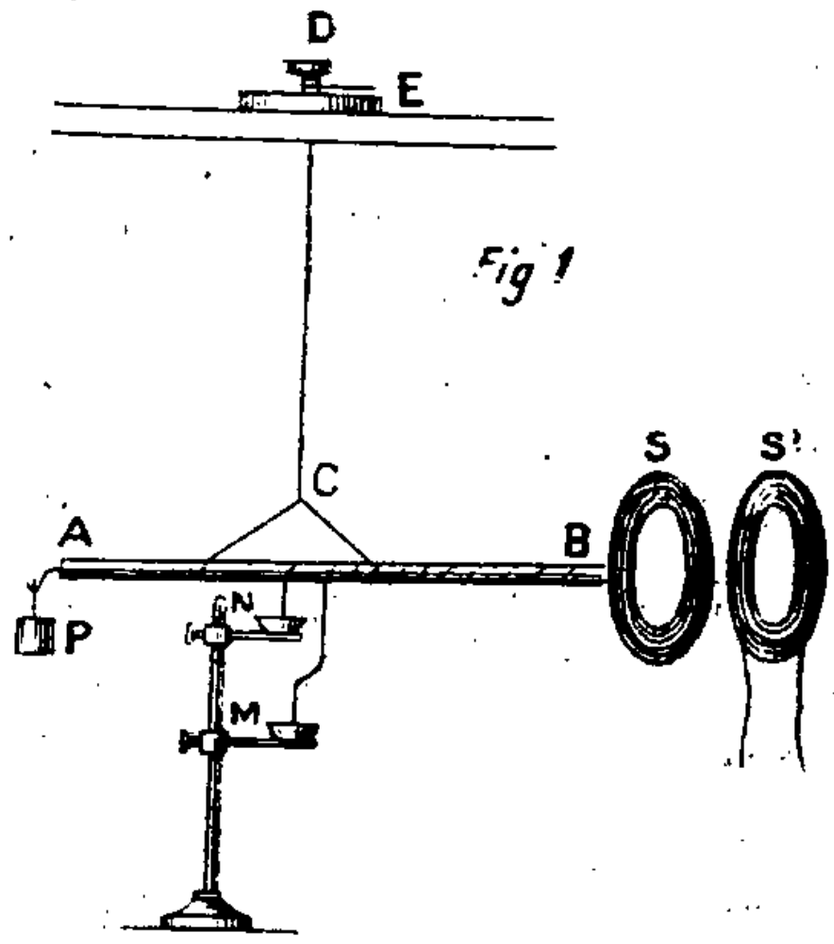


Fig 1

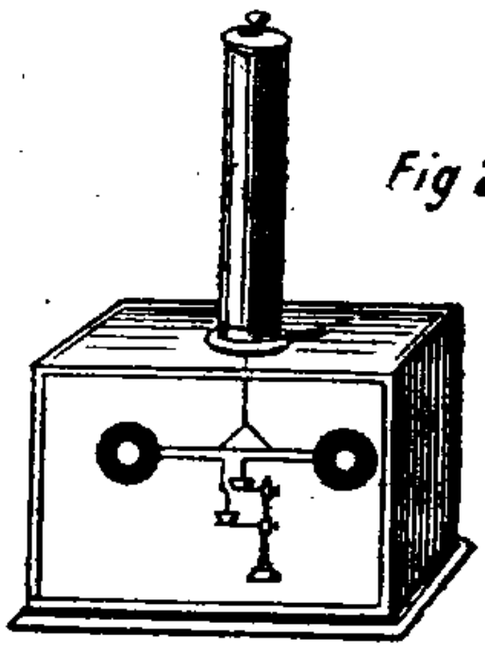
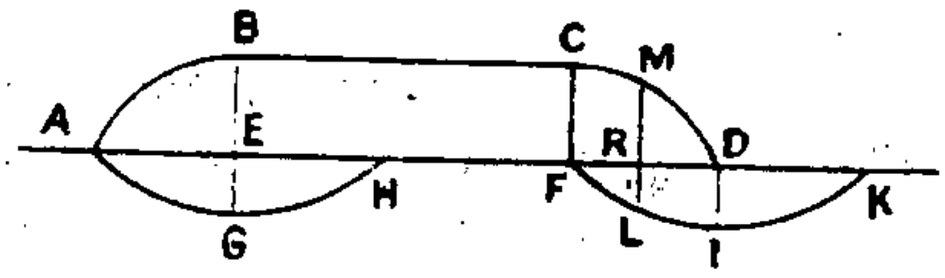


Fig 2

Fig 3



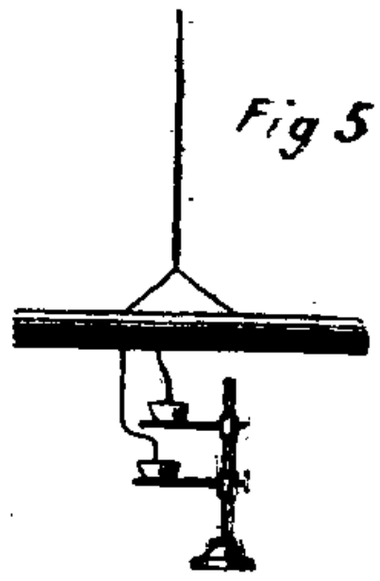


Fig 5

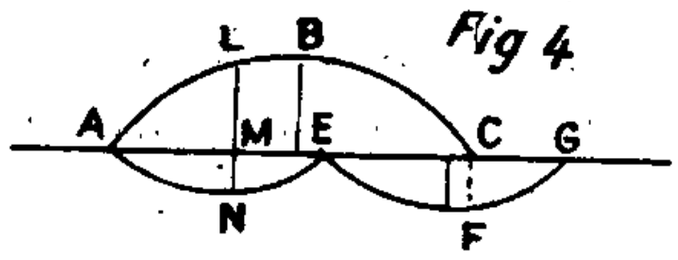


Fig 4

Fig. 2 : Schéma de la balance de Lallemand, photographie de la planche I des Annales de Phys. et Chimie, t. 22, 3e série, 1848.

Il en fût encore de même quand Pellat, en 1887, fit connaître son électrodynamomètre absolu. Il rappelle Joule, Cazin, Mascart, Helmholtz, cite Weber et Kohlraush (*Journal de Physique*, 2e série, t. VI, 1887, p. 176), mais oublie Lallemand. C'est le sort des précurseurs. Une once de présent balance, hélas ! toujours, une tonne de passé.

Le successeur actuel de Lallemand dans l'une des Chaires de Physique de notre Faculté a voulu rappeler l'antériorité *incontestable* de

la balance électrodynamique sur tout autre électrodynamomètre (1). L'intérêt et la curiosité qui accueillirent, au Grand Palais, l'exposition de l'admirable appareil de l'ancien doyen de notre Faculté, lequel appareil me fût demandé pour les collections du Conservatoire des Arts et Métiers de Paris, montre surabondemment qu'en m'imposant les soins du double voyage Poitiers-Paris et retour de ce dispositif, qu'un grand nombre de glaces, assurant la commodité et la sécurité des mesures, rend assez fragile, et en rappelant aux électriciens l'œuvre de Lallemand j'ai rempli un devoir de pieuse équité.

2e A PROPOS DE LA THEORIE DE LA PROPAGATION DES ONDES ELECTRIQUES ET DES RECENTES MESURES U. R. S. I.

Très souvent la théorie suit, et de très loin les découvertes de l'expérience.

Si quelquefois, assez rarement d'ailleurs, le calcul découvre avec beaucoup de précision, il est vrai, des faits admirables (planète Neptune ; réfraction conique intérieure et extérieure), — faits que certains théoriciens invoquent pour trouver dans l'unique calcul l'instrument fécond des conquêtes expérimentales, — l'histoire de la phyisque montre que les vastes champs d'études sont toujours le

---

(1) On pourrait croire que l'électrodynamomètre de Weber décrit aux Annales de Poggendorff par W. Weber, en un article intitulé : *Electrodynamische Maashestimmungen* est antérieur à la Balance de A. Lallemand.

En effet, Jamin, en la 3e édition de son cours de Physique, au tome IV, 2e fasc., p. 139, indique la bibliographie de cet appareil ainsi :

Pogg. Ann. 1846, t. 73, p. 193 et; à la suite de Jamin, tous les auteurs situent l'appareil de W. Weber en 1846.

Or il n'en est rien. Si l'on remonte à la source, on constate que l'article en question est bien à la page 193 du tome 73 des Pogg. Ann., mais *que ce tome date de* 1848, fasc. 2 et non de 1846.

Par contre le mémoire du jeune professeur du Collège de Nîmes, A. Lallemand, est inséré aux Ann. de Phys. et Chimie, entre un quatrième mémoire (a) de Wartman, de Genève, daté de juin 1846, et une note de Fonbos et A. Gélis, datée du 1er novembre 1847. Nul doute par suite que le mémoire du jeune et modeste professeur de collège de Nîmes, qui n'avait alors que 30 ans, parvint aux Annales au moins en juin 1846, sinon avant, c'est-à-dire deux ans avant la publication de W. Weber, du nom duquel les journaux de Physique français de l'époque sont alors pleins. La mise en vue des travaux étrangers par les publications scientifiques françaises et l'oubli des travaux des savants français contemporains, *de valeur au moins égale*, ne date pas d'hier!! Cette mode se continue d'ailleurs et s'aggrave de jour en jour, au grand détriment de la saine documentation scientifique.

(a) Il s'agit donc d'un *quatrième* mémoire et d'un travail étranger : Nul doute que le manuscrit de Wartman passa aux Annales bien avant celui de Lallemand, lequel attendait certainement.

fait de la simple investigation expérimentale toujours géniale, d'ailleurs, investigation tout à fait débarrassée d'idées préconçues.

Parmi de très nombreux exemples nous rappellerons l'électricité de contact qui aboutit à la pile de Volta et féconda à un si haut point la science de l'électricité, — jusqu'alors confinée dans le laboratoire, tellement rigoureuses demeuraient les conditions d'isolement nécessaires à la production des seuls phénomènes électriques connus avant la pile.

Avec l'électricité de contact, qui permit l'entretien de courants constants, lesquels amenèrent la découverte de l'induction, puis celle des ondes électriques, — la science électrique prend une telle ampleur que, sans exagération aucune, on peut aujourd'hui définir l'industrie toute entière : les applications pratiques du courant électrique.

Un autre exemple de l'extrême fécondité de la seule observation est donnée par la découverte du radium. Quel merveilleux champ d'études, déjà si vaste et cependant encore à peine défriché, que celui de la radioactivité !

La théorie des ondes électriques offre un exemple du peu de fécondité des hypothèses de certaines théories physiques.

A peine explique-t-elle, malaisément d'ailleurs, la propagation.

Elle ne peut rendre compte des longues portées que nos postes radioélectriques actuels atteignent. Ce sont des milliers et même des millions de fois les longueurs calculées que, comme portée, l'expérience réalise.

On s'est ingénié, sans succès, à transporter l'ancien calcul de Neumann relatif au coefficient d'induction mutuelle, au cas de deux antennes, l'une émettrice, l'autre réceptrice.

La formule de Watson n'est pas plus heureuse.

Quant à la formule empirique d'Austin, non seulement son caractère lui enlève tout intérêt théorique, mais elle donne elle-même de très grossiers résultats. — Certains veulent voir dans les dernières mesures U. R. S. I., publiées au cours de ces deux dernières années, une satisfaisante vérification de la formule arbitrairement indiquée par le physicien anglais.

Mais pour faire cadrer les nombres trouvés expérimentalement avec la formule empirique d'Austin, il faut doubler les valeurs des champs calculés. On se console en remarquant que les champs expérimentalement réalisés varient, eux, du simple au décuple au cours d'une journée.

Et voilà qu'un calcul approché à 50 0/0 près, destiné à représenter une série d'expériences où les données varient de 1 à 10 est considéré comme une vérification très satisfaisante ?

Quelle preuve plus certaine pourrait-on trouver que les théories actuelles de la radio-électricité n'ont absolument aucune valeur de représentation expérimentale ? — Et quelle autorité prennent les

mesures U. R. S. I. pour aiguiller le choix entre la formule théorique dite de Hertz-Blondel et la formule empirique de Watson ? alors qu'on se trouve en réalité en présence de résultats numériques qui varient d'une part du simple au double, de l'autre du simple au décuple.

Ne vaut-il pas mieux avouer que la théorie est jusqu'à ce jour un flambeau bien pâle et par trop fuligineux pour nous guider utilement dans le domaine de la radio-électricité ?

Quels résultats importants, quels perfectionnement vraiment fécond la théorie nous a-t-elle indiquée, en ces questions ? J'avoue n'en apercevoir absolument aucun.

La recherche expérimentale, sagace, ingénieuse, guidée comme il convient, par les principes généraux à la base de la critique expérimentale, apparaît, en l'espèce, un outil d'un tout autre rendement.

Je n'en citerai comme preuve, en ce domaine même, que la série des détecteurs d'ondes électriques, si nombreux, si divers : le résonateur de Hertz (1888) ; — le résonateur à coupure armé du téléphone que j'indiquais dès 1894 ; — le cohéreur de Calzecchi Onesti avec lequel Lodge accrut *le premier* la portée des ondes, le détecteur magnétique de Marconi ; — le détecteur électrolytique de Ferrié ; le carborundum du général Dunwoody, puis la galène ; — la valve de Fleming (1903) enfin et son perfectionnement, la triode de Lee de Forest (1907).

Qui oserait *sérieusement* trouver une origine théorique à la découverte de l'un quelconque de ces détecteurs d'ondes de plus en plus sensibles ?

Chacun de ces dispositifs de source *purement expérimentale* marque un progrès nouveau sur le précédent quant à la portée pratique des ondes électriques, lesquelles, aujourd'hui, grâce à la seule et féconde expérience, portent si aisément la pensée et la parole d'une rive à l'autre des océans.

3° A PROPOS DE L'INVENTION DU CINEMATOGRAPHE ET DES PRECURSEURS DU CINEMA : LE PHYSICIEN BELGE PLATEAU ; L'INVENTEUR REYNAUD

On a fortement discuté, récemment encore, touchant les origines du cinéma ; cette merveilleuse application de la physique, — au sujet de laquelle nous ne croyions pas exagérer en disant naguère à son propos :

« Invention d'hier, brusquement épanouie et déjà fortement char-
« pentée, la cinématographie rappelle ces fleurs tropicales, à l'éclo-
« sion rapide qui, volumineuses et colorées, fixent l'attention et
« forcent l'étonnement. »

« Peu de domaines qu'elle n'ait envahis. »

« Pour elle on s'enthousiasme, contre elle on s'insurge. Telle la
« langue, au dire d'Ésope, la cinématographie paraît capable de tout
« le bien, et provoque mêmement tout le mal. »

« Sans écouter ceux qui la dénigrent ni ceux qui la louent, elle suit
« son destin, tel un enfant vigoureux qui veut vivre et vivre totale-
« ment ; elle se développe d'une façon grandiose. »

« La plus humble cité lui bâtit des temples. Les foules vont vers
« elle comme aux sources de l'art et au foyer de la pensée. »

« Qu'est donc cette nouvelle venue parmi les expressions du geste ?
« Est-ce un art ? Est-ce une science ? D'où vient-elle ? Et si, comme
« on le dit, elle n'a d'autres expressions et d'autres moyens que ceux
« d'un rigoureux mécanisme, si le laboratoire l'a tout entière enfantée,
« comment prétend-elle lutter avec la scène et avec le théâtre ? » (1)

Quant à l'histoire de cette invention, il a été encore commis à son égard bien des injustices. Comme trop souvent, hélas, le présent a masqué le passé au point de laisser complètement dans l ombre les découvertes qui sont cependant la base et le principe essentiel de cette splendide application.

Aucune occasion ne m'a paru plus opportune pour rappeler que cette invention, en ce qu'elle présente d'absolument essentiel, est le fait d'un de vos grands physiciens belges, de Plateau, d'abord professeur à Bruxelles (en 1830) puis, plus tard, à l'Université de Gand.

En imaginant le *fantascope,* ce premier, et d'ailleurs le mieux adapté au phénomène qu'il voulait réaliser, des *phénakisticopes*, Plateau a créé la base principale, essentielle, du cinéma : il a en effet le premier réalisé l'analyse, puis la synthèse de l'image mobile d'un objet animé. — Le fait que la réalisation du fantascope par Plateau date du 20 janvier 1823, c'est-à-dire est antérieure à l'invention de la photographie (du moins de la photographie instantanée, l'invention de Niepce et Daguerre en 1830 nécessitant encore des poses de plusieurs minutes) ; — augmente le caractère merveilleux qui, dès l'origine, accompagne l'histoire du cinéma.

Au tome VII de la Correspondance mathématique et physique de l'Observatoire de Bruxelles (6e livraison, p. 365), une lettre de Plateau, dont on trouvera d'ailleurs, la reproduction partielle au Mémorial Encyclopédique de Bailly de Merlieux (juillet 1833, p. 211), fixe l'idée du fantascope, — gland sain et fécond d'où sort le splen-

(1) A. TURPAIN, Le Cinématographe, son développement, son avenir, Conférence faite le 20 avril 1918 à Limoges. Conférences de l'A.F.A.S., 3e volume, 1917-18, p. 163. — Conférences Scientifiques, Ve fasc. Gauthier-Villars, Paris 1924.

dide et vigoureux chêne aux multiples rameaux de la cinématographie actuelle.

En un article inséré aux *Annales de Physique et Chimie*, 2e série, t. LIII, p. 304) intitulé : Des illusions d'optique sur lesquelles se fonde le petit appareil appelé récemment phénakistocope, Plateau indique qu'il est complètement étranger à l'exécution de cet instrument « fait d'après l'idée qu'il a donnée, mais », ajoute-t-il, « *qui laisse beaucoup à désirer* ».

Il décrit, à nouveau le *fantascope*, qui attire la curiosité des anglais de Londres où un éditeur avisé y publia les disques (1). Il cite même, avec détails, les mouvements rapides qu'il a analysés, puis reproduits au fantascope : *Des danseurs faisant des pirouettes* ; *des hommes en marche.*

Il serait donc profondément injuste de ne pas citer et considérer Plateau comme le véritable père du cinématographe.

Ce physicien plein de génie a laissé d'admirables travaux, malgré une cécité précoce, provoquée par sa trop grande assiduité à l'observation des phénomènes de contraste (apparences visuelles succédant à la contemplation des objets vivement colorés).

Arago en présentant, en 1849, à l'Académie des Sciences de Paris, l'un des nombreux travaux du jeune savant belge, s'exprime ainsi : « Je n'apprendrai rien aux membres de l'Académie en disant que « l'auteur du mémoire est un physicien très ingénieux auquel on est « redevable de curieuses découvertes d'optique, mais peut-être ignorent-« ils qu'à la suite de travaux incessants, M. Plateau a été atteint « d'une cécité complète. — Le gouvernement belge a rendu un ser-« vice essentiel aux sciences et s'est honoré en conservant au malheu-« reux physicien la totalité des appointements dont il jouissait comme « professeur à l'Université de Gand ». (C. R. AC. des Sc., 1849, p. 881.)

Sans rappeler tous les travaux de Plateau, ce qui dépasserait le cadre de cette étude, nous citerons ses études de stroboscopie (Liége, 1829, J. de Quetelet, 1828) et sa certaine priorité à leur égard sur Faraday qui ne dédaigna pas d'étudier, après Plateau, les mêmes faits ; — les phénomènes de contraste et sa féconde discussion, à leur propos, avec Chevreuil (1835) ; — ses ingénieuses études sur le poids et la vigueur comparés des insectes (1865), sur la vision des amphibies (1866), sur les mœurs singulières de l'argyronète aquatique, sorte d'araignée (1867), sur le problème curieux du tombeau de Mahomet (1864) ; — enfin ses nombreux et magistraux mémoires

---

(1) Ces disques furent édités alors en quatre séries dont la première exécutée par Plateau lui-même. — En 1844, Plateau combinant le Fantascope à l'Anorthoscope, réalisa un disque : « *Démon soufflant le feu* » dont les apparences de vie et de mouvement étaient visibles pour plusieurs personnes à la fois (*Notice publiée en* 1883 *par Van der Mensbrugghe, p.* 30).

sur les phénomènes capillaires, qui parsèment sa carrière de chercheur et aboutissent à la publication de la Statique expérimentale et théorique des liquides soumis aux seules forces moléculaires, en 1873; (Paris, G. V. ; — Gand, F. Clemn).

Malgré sa cécité précoce, elle date de 1843, Plateau, dont la passion pour la recherche expérimentale empruntait et guidait les regards de ses préparateurs, — étudia et publia jusqu'à la veille de sa mort, survenue en 1883. En 1852, l'Académie de France s'honora en s'attachant le savant belge comme membre correspondant, le faisant succéder à Brewster.

Malgré tous ses titres à la reconnaissance des hommes c'est à peine si le nom de Plateau a été prononcé à l'occasion de la discussion qui eut lieu récemment dans la presse au sujet des origines du cinéma.

Cette antériorité, — *indéniable*, — de Plateau que nous signalions déjà dans la première édition de nos *Leçons de Physique* (Vuihert et Nony, Paris, 1905), puis dans les éditions successives de 1905 à 1920, — antériorité que nous développons dans notre ouvrage : La Lumière (Delagrave, Paris, 1913, 2e édition 1922 : ch. XVII, p. 197) et encore dans une courte note rectificative insérée au journal *La Nature*, au début de 1924, — cette antériorité indiscutable ne se trouve rappelée, — hors ces indications, — que dans un tout récent mémoire paru au *Bulletin de la Société française des Electriciens*.

Notre intention n'est pas de faire ici l'histoire complète de l'invention du cinéma. On trouvera les nombreux documents réunis, sur cette question dans le 5e fascicule de nos *Conférences scientifiques* qui paraissent actuellement chez Gauthier-Villars, à Paris et dont je suis heureux d'offrir à l'Institut Montefiore, le premier exemplaire reçu ce matin même. On y trouvera la place que nous croyons juste de donner et à Muybridge, ce photographe de San-Francisco, que Marey lui-même rappelle (La Nature, 1882) et qui le précéda dans la chronophotographie, et à l'œuvre magistrale de Marey, créateur des méthodes dont l'Institut Marey poursuit les applications au grand profit des sciences d'observation. On y trouvera également la contribution qu'apporta Demeny, l'inventeur de l'arrêt du film et enfin celle, si importante, de M. Louis Lumière à qui revient *incontestablement*, le mérite d'avoir, — le premier, — (brevet du 25 mai 1895, premières projections, automne 1894), — projeté sur l'écran, l'image animée d'un film *directement* photographié, et qui par suite doit être considéré comme le *créateur de la forme actuelle* du cinéma.

Mais il est un autre inventeur duquel je voudrais encore rappeler l'œuvre. Le sort lui fut cruel. Il mourut désabusé en 1918, après avoir détruit les ingénieux dispositifs qu'il avait construits. C'est Reynaud. Il donna au *fantascope* de Plateau la forme appelée *praxinoscope* ; ce jouet formé d'une bande, dont les dessins sont les phases successives d'un certain mouvement, bande appuyée à la surface interne d'un

cylindre et qu'on observe par réflexion sur les faces d'un miroir polygonal tournant à la partie centrale du cylindre. Reynaud alla plus loin. Le premier, il imagina et breveta la perforation et fit alors dérouler de longues bandes *dessinées* dont il projetait les sujets sur un écran. Il combina ainsi le *théâtre optique* qui fut exploité avec quelque succès au musée Grévin, à Paris et y attira plusieurs milliers de spectateurs.

* * *

A l'occasion de l'application des expériences de Plateau et de sa découverte à la réalisation du cinéma qu'on nous permette de faire remarquer que dans la conquête de ce nouveau et double champ d'investigation, la stroboscopie et la cinématographie, le nom de Plateau doit, en toute justice, dominer de haut les noms de tous ceux qui ont utilisé la découverte qu'il a faite d'une manière si désintéressée.

P. JUPPONT

Ingénieur des Arts et Manufactures, Toulouse.

ESSAI PHILOSOPHIQUE SUR LA VALEUR PHYSIQUE ET LES METHODES DE SON ENSEIGNEMENT

Georges GUEBEN
Docteur en Sciences physiques et mathématiques,
Assistant de physique à l'Université de Liége.

LE RAYONNEMENT DES SELS DE POTASSIUM

Des travaux, qui s'échelonnent depuis 1905, ont montré l'existence d'un rayonnement propre au potassium (1). Ils ont permis de conclure que ce rayonnement est une propriété atomique et spécifique du potassium et que sa nature le rapproche du rayonnement β des corps radioactifs. Les circonstances m'ont conduit à reprendre certains des essais effectués sur les sels de potassium et ce sont les résultats trouvés qui font l'objet de cette communication.

L'appareil de mesure est un petit électroscope à feuille d'or caractérisé seulement par un isolement aussi parfait que possible du support de la feuille d'or, réalisé par la combinaison d'isolants d'ambre et de soufre (2). La cage de l'électroscope est en zinc et de dimension 15 × 15 cm. et 11 cm. de hauteur. Au bas de la paroi antérieure de la cage, une fente de 1 cm. de hauteur est ménagée pour l'introduction du plateau de zinc portant le sel étudié. Les déplacements de la feuille d'or s'observent au moyen d'un microscope micrométrique.

Afin d'éviter au cours des essais, le renouvellement d'air intérieur à la cage, causé par l'introduction ou le retrait du plateau, un rebord a été ménagé à l'intérieur de la cage à 1,5 cm. de hauteur. Ce rebord est destiné à recevoir une toile métallique à très larges mailles sur laquelle se trouve une mince feuille d'étain. Cette feuille d'étain joue de plus le rôle d'écran électrique pour le cas où le sel aurait été électrisé par la pulvérisation ou le tamisage.

Le sel étudié, convenablement pulvérisé, est étendu en couche aussi régulière que possible sur un plateau de zinc d'environ 12 × 12 cm. au moyen d'un tamis très fin.

Les mesures s'effectuent de la façon habituelle : détermination de la vitesse de chute de la feuille en fuite spontanée, avant et après l'introduction du sel ; détermination de la vitesse de chute en présence du sel. Plusieurs mesures dont on prend la moyenne permettent ainsi la détermination de la vitesse de chute due à l'action isolée du

(1) Voir la bibliographie dans les Comptes-rendus de la section de radiologie de ce congrès.

(2) Annales de la Soc. Scient. de Bruxelles, 43, 1924, p. 199.

sel, vitesse qui est une mesure du courant d'ionisation. (Les résultats ont été multipliés par 10^6 pour la simplicité de l'écriture).

Les premiers essais ont porté sur le sulfate de potassium. Voici quelques-uns des résultats.

POIDS DU SEL EMPLOYÉ en g./cm².	$i \times 10^6 = I_p$.	$\frac{I_p}{I_\infty}$	$\frac{\lambda}{\rho}$
—	—	—	—
0,671	613		
0,510	607	0,99	9,07
0,336	587	0,959	9,40
0,204	532	0,869	10,04
0,094	376	0,613	10,1
0,029	183	0,3	12,1

Les résultats sont reportés sur la figure 1.

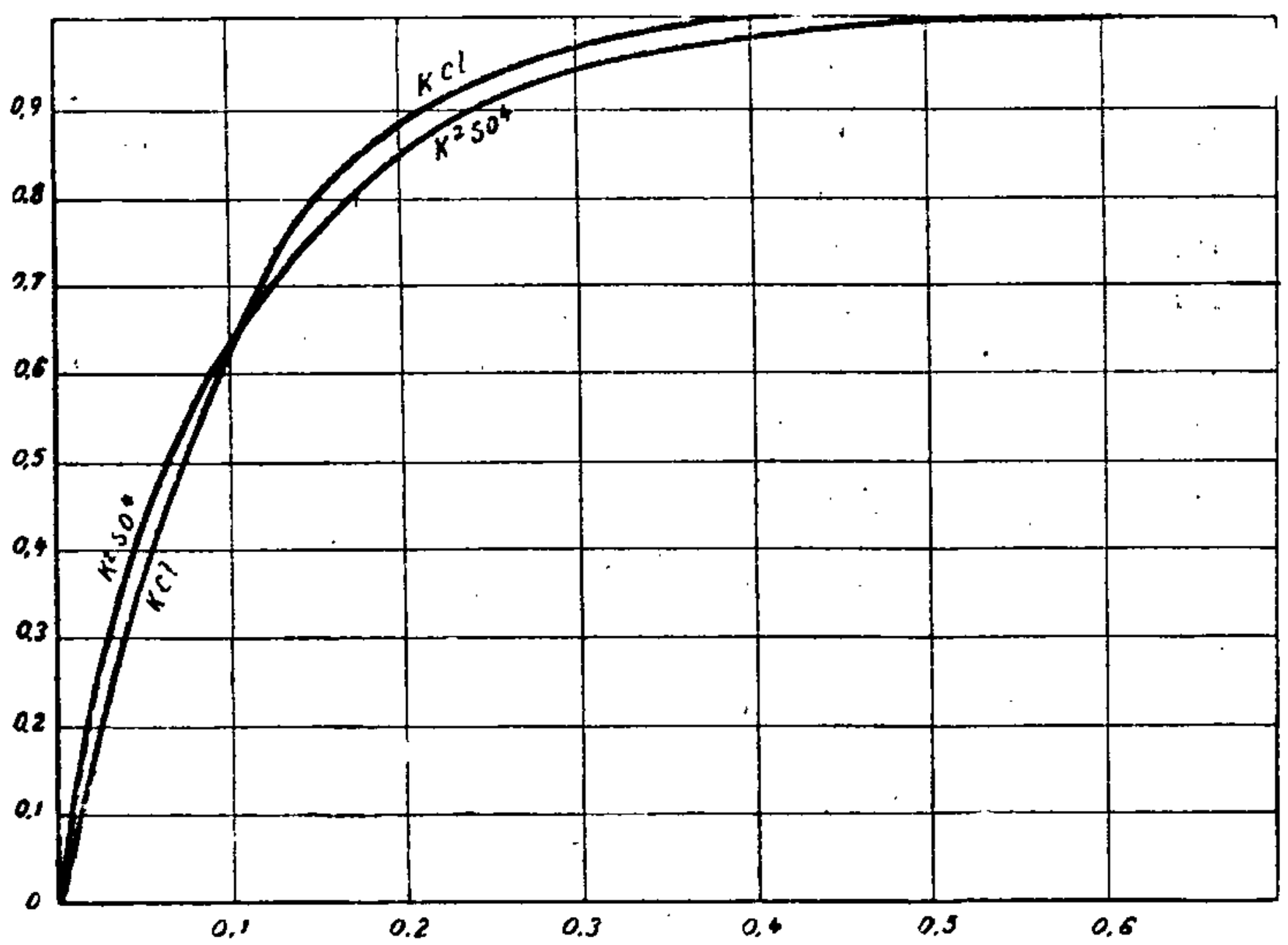


Fig. 1

L'ionisation produite par le rayonnement ne croît pas avec l'épaisseur de la couche de sel employée. A partir d'une certaine épaisseur (0,550 g /cm² environ pour K^2SO^4) le sel absorbe une partie de la radiation qu'il émet et le courant devient indépendant de l'épaisseur de la couche.

La détermination du courant maximum I_∞ et du courant pour des couches d'épaisseur moindre I_p permet de déterminer le coefficient d'absorption λ du sel sur lui-même par application de la formule

$$\frac{\lambda}{\rho} = \frac{1}{p} \log_e \frac{I_\infty}{I_\infty - I_p} \quad (1)$$

(1) E. HENRIOT. *Le radium*. 7-40 et 169, 1910.

λ : coefficient d'absorption du sel — ρ : poids spécifique du sel — p : poids de sel par cm^2.

La dernière colonne du tableau précédent fournit comme valeur moyenne de $\frac{\lambda}{\rho}$ pour le sulfate de potassium $\frac{\lambda}{\rho} = 10{,}14$, nombre qui concorde assez bien avec celui de M. Henriot qui a trouvé $\frac{\lambda}{\rho} = 11{,}32$.

Une même série de recherches fut ensuite entreprise sur le carbonate de potassium. Pour ce sel, les essais sont plus délicats à cause de sa déliquescence. Des précautions doivent être prises au cours des opérations afin d'avoir toujours à sa disposition un sel aussi sec que possible. Voici quelques-uns des résultats obtenus.

p	$i \times 10^6 = I_p$	$\frac{I_p}{I_\infty}$	$\frac{\lambda}{\rho}$
0,377	663		
0,256	621	0,936	11,5
0,136	507	0,764	10,64
0,0758	330	0,497	9,08
0,0733	322	0,485	9,06
0,0448	215	0,324	8,75
0,0358	188	0,283	9,2

La figure 1 porte également ces résultats.

La moyenne des valeurs de $\frac{\lambda}{\rho} = 9{,}71$. Cette moyenne doit être plutôt un peu trop faible. La décroissance des valeurs de $\frac{\lambda}{\rho}$ à mesure que l'épaisseur de la couche diminue doit être attribuée à ce que l'action de l'eau absorbée par le produit est d'autant plus grande que celui-ci est en plus petite quantité.

Si le rayonnement est une propriété atomique, ce que les travaux antérieurs permettent d'énoncer, le courant d'ionisation doit être à peu près proportionnel à la teneur 0/0 en potassium du sel étudié. Les nombres vérifient assez bien cette propriété.

SEL	TENEUR % EN K	COURANT MAXIMUM	RAPPORT
K^2SO^4	44,87	613	73,2
K^2CO^3	56,58	663	85,3
KBr	32,85	459	71,5
KCl	52,44	539	97,2
KI	23,55	366	64,3
KNO^3	38,67	422	91,6

De l'étude de l'absorption, Campbell [1] avait déduit que le rapport

(1) CAMPBELL, *Proc. Camb. Philos. Soc.*, 14-6-557. 1908.

$\mathbf{R} = \frac{I_x \lambda}{\alpha \rho}$ doit être constant, I_x, λ et ρ ayant les significations indiquées précédemment et α étant la fraction de potassium contenue dans l'unité de masse de la substance. En supposant le rapport R constant et en calculant sa valeur pour le sulfate de potassium, on peut déduire la valeur de λ pour les différents sels. On trouve les nombres suivants

POUR $K^2 SO^4$ $\quad R = \frac{613 \times 10,14}{0,4487} = 13.853 \qquad \lambda = 10,14 \times 2,663 = 27$

SEL	α	ρ	I_∞	λ
K^2CO^3	0,5658	2,29	663	27
KBr	0,3285	2,756	459	27,3
KCl	0,5244	1,99	539	26,9
KI	0,2355	3,07	366	27,3
KNO^3	0,3867	2,109	422	26,7

L'examen de ces résultats permet de conclure que, si le nombre de Campbell est une constante, les coefficients d'absorption des divers sels pour le rayonnement émis ont la même valeur.

L'étude de l'absorption du rayonnement par des écrans d'étain m'a conduit à des résultats également très peu différents de ceux de M. Henriot. Les feuilles d'étain sont appliquées directement sur le sel étudié, à part la feuille de fermeture de la cage qui n'est supprimée que pour la mesure du courant en l'absence d'écrans I_0. Des nombres ainsi trouvés, on peut déduire la valeur de $\frac{\lambda}{\rho}$ pour l'étain par application de la formule

$$\frac{\lambda}{\rho} = \frac{1}{p} \log_e \frac{I_0}{I_p}$$

I_p étant le courant en présence d'un écran de p grammes/cm². On trouve pour $\frac{\lambda}{\rho}$ des valeurs décroissantes, c'est-à-dire une diminution du coefficient d'absorption avec l'épaisseur de la couche. Tout paraît se passer comme si, sous l'action du rayonnement du potassium, il se produisait un rayonnement secondaire faible. Partant également de cette hypothèse émise par M. Henriot, j'ai trouvé que les résultats se représentaient bien par l'exponentielle à deux termes

$$\frac{I_p}{I_0} = 0,8e^{-13p} + 0,2e^{-109p}.$$

Voici quelques exemples de la concordance des résultats

$\frac{p}{}$	$\frac{I_p}{I_0}$ calculé	$\frac{I_p}{I_0}$: K^2SO^4
0	1	1
0,0134	0,72	0,73
0,0206	0,63	0,63
0,0247	0,59	0,57
0,0381	0,49	0,49
0,0421	0,47	0,46
0,0483	0,43	0,41
0,0566	0,39	0,38
0,0596	0,37	0,37
0,0771	0,29	0,31
0,095	0,23	0,24
0,112	0,19	0,19

La formule exponentielle diffère très peu de celle de M. Henriot (voir fig. 2) et permet de conclure à la présence de deux rayonnements

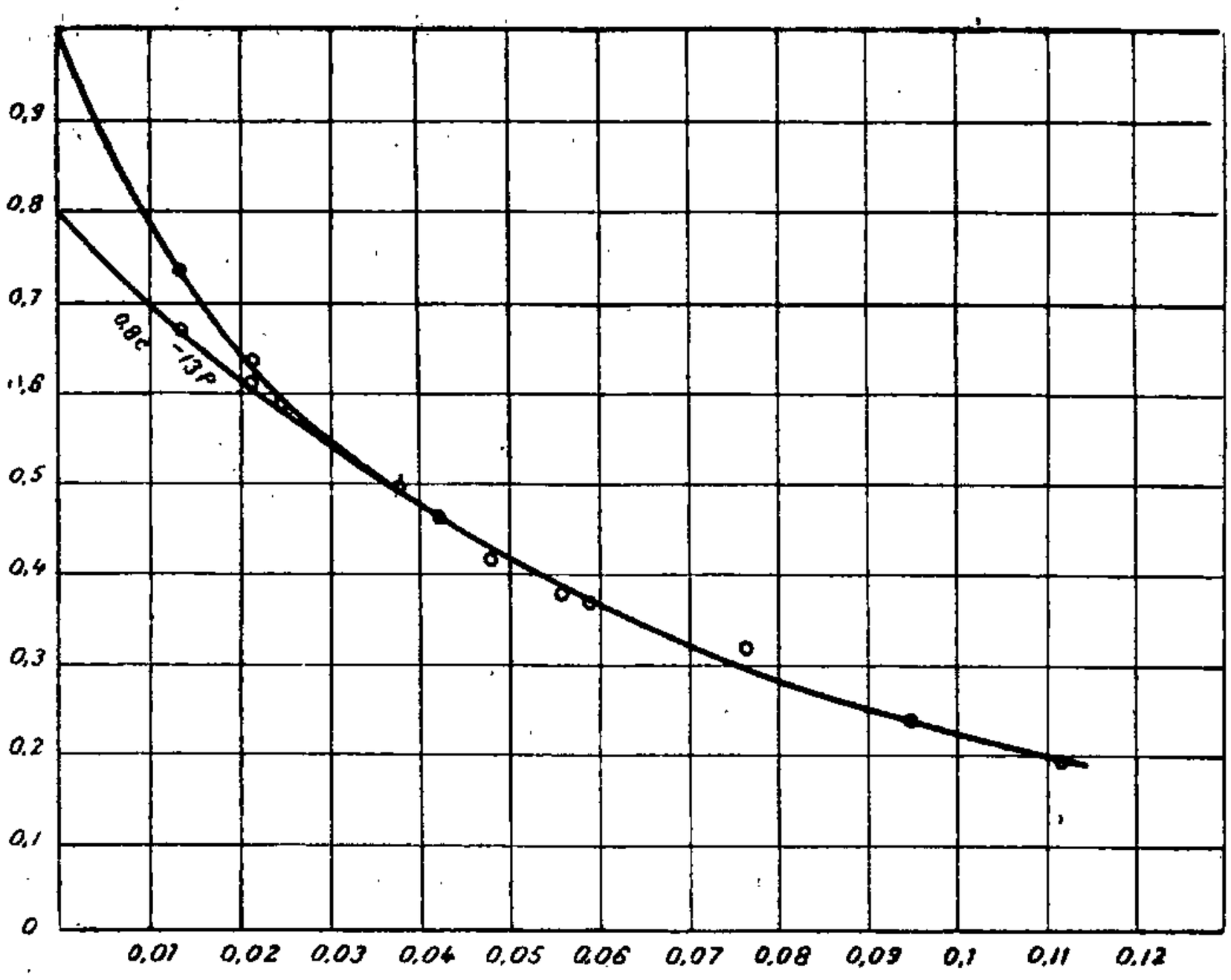


Fig. 2

superposés dont l'un produirait les 0,8 du courant en l'absence d'écrans et aurait le coefficient d'absorption $\frac{\lambda}{\rho} = 13$ pour l'étain ; le second rayonnement produirait les 0,2 du courant et serait très peu pénétrant $\left(\frac{\lambda}{\rho} = 109 \text{ pour l'étain}\right)$.

Il y aurait évidemment lieu de corriger cette formule en tenant compte de l'absorption par l'air.

On peut donc conclure à la confirmation des résultats de M. Henriot et, avec lui, à la présence d'un rayonnement homogène émis par le potassium, rayonnement analogue au rayonnement β de l'uranium et susceptible de produire par sa rencontre avec la matière un rayonnement secondaire très peu pénétrant.

Léon MOISSENET

LE DEVELOPPEMENT DE L'EMPLOI DE L'ESPERANTO POUR LA TELEPHONIE SANS FIL

Léon COUNSON

Chargé de Cours à l'Université de Liége.

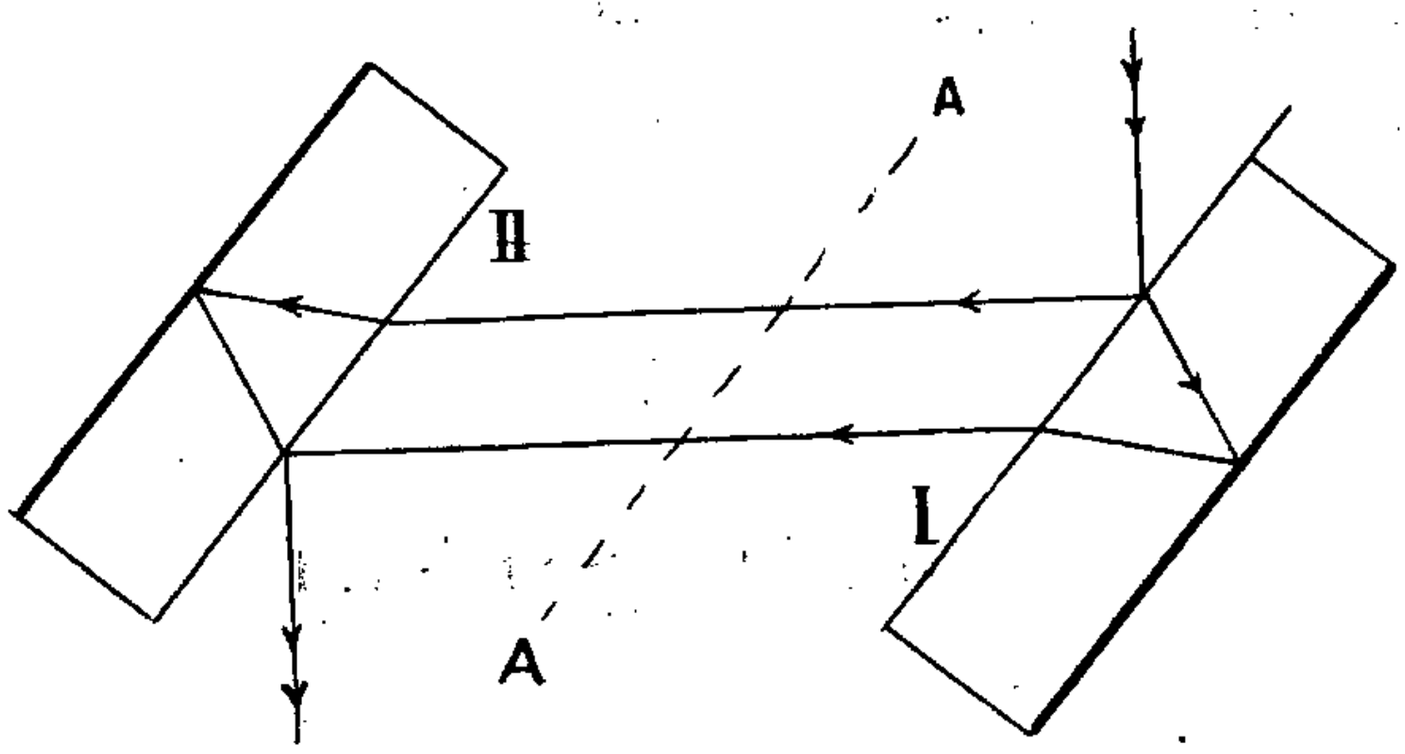
DE L'EMPLOI DE LA LUMIERE BLANCHE DANS LES REFRACTOMETRES INTERFERENTIELS

Le réfractomètre interférentiel de Jamin est constitué par deux blocs de verre à faces parallèles et de même épaisseur. Les faces réfléchissantes se coupent suivant une horizontale. L'intersection des deux faces internes se projette suivant AA (fig. 1). La lumière tombe sous un angle voisin de 45°; sa direction moyenne est horizontale. En accommodant la lunette d'observation sur l'infini on aperçoit des franges horizontales parallèles à AA, équidistantes.

Pour étudier la variation de l'indice d'un milieu en fonction d'une variable (pression, température), on fait en sorte que les faisceaux

interférents traversent chacun une colonne de ce milieu ; la variable n'agit que sur des longueurs.

Soit un point P du plan d'observation. Quand les indices des deux colonnes sont les mêmes et égaux à n_0 le point P est sur une frange de numéro m_0. Si l'indice d'une des colonnes devient n_1 le chemin



optique correspondant croît de $(n_1 - n_0)\,L$ et le numéro de la frange devient m_1 ; sur le point P passent $N = m_1 - m_0$ franges et l'on a

$$(n_1 - n_0)\,L = N\lambda.$$

Car si $\lambda_0 = \frac{\lambda}{n_0}$ et $\lambda_1 = \frac{\lambda}{n_1}$ sont les longueurs d'onde dans le milieu primitif et dans le milieu modifié on a visiblement

$$N = \frac{L}{\lambda_1} - \frac{L}{\lambda_0} = \frac{Ln_1}{\lambda} - \frac{Ln_0}{\lambda} = (n_1 - n_0)\,\frac{L}{\lambda}.$$

On trouve donc la variation de l'indice de réfraction du milieu constituant la colonne de longueur L en comptant le nombre de franges qui passent au point P.

Mais ce dénombrement par défilé n'est possible que si la variation a lieu de manière continue et simultanément dans tout le milieu. Les franges en lumière monochromatique sont en effet uniquement brillantes ou sombres ; aucune ne peut servir de repère de numérotage au cours d'opérations pendant lesquelles le système de franges disparaît aux yeux de l'observateur. S'agit-il par exemple de déterminer la variation de l'indice de réfraction de mélanges gazeux ou liquides d'après la proportion des constituants, on doit employer de la lumière blanche.

Dans le système de franges colorées qui se forment dans ce cas, il existe une frange centrale qui apparaît noire ou blanche ou blanc-grisâtre.

Chacune des ondes constituantes de la lumière blanche donne en

effet un système de raies alternativement monochromatiques et noires. Le réseau de franges qui apparaît en lumière blanche est le résultat de la superposition des différents réseaux monochromatiques. La raie centrale (repère) achromatique ne peut être qu'à l'endroit où les intensités des différentes couleurs des franges sont proportionnelles à leurs intensités dans la lumière source.

Au point de vue de l'utilisation de la frange achromatique dans la réfractométrie nous n'avons à retenir que le fait de son déplacement par rapport à l'ensemble des raies quand on modifie le chemin optique de l'un des rayons lumineux qui donnent naissance aux franges.

L'appréciation de ce déplacement (glissement) exige, pour être faite avec quelque précision, de multiples observations et reste quand même quelque peu arbitraire.

J'ai paré à ce double inconvénient de la manière suivante :

La source de lumière employée est une plaque de verre mat. La partie mate est tournée vers le miroir I du réfractomètre et en est éloignée d'une quarantaine de centimètres. Sur l'autre face de la plaque est collé un prisme à réflection totale dont les faces inutiles sont tapissées de papier d'étain. La face supérieure du prisme étant fortement éclairée par une lampe à incandescence, il se forme sur le verre mât un rectangle de lumière blanche égal à la seconde face utile du prisme. On obtient un rectangle de lumière jaune monochromatique contigu au premier en éclairant la partie libre de la lame de verre mat avec une forte flamme de sodium.

La double source de lumière étant ainsi établie, on trouve après quelques tâtonnements d'abord le réseau des franges monochromatiques du sodium. Après léger déplacement du miroir I apparaît le spectre en lumière blanche. On voit, se terminant sur la médiane verticale d'un rectangle les deux réseaux de raies horizontales.

Le parallélisme et la largeur des raies sont encore mieux mis en évidence en plaçant dans la lunette au lieu de la croix réticulaire, une plaque de verre portant une échelle micrométrique.

Pour un angle déterminé des lames du compensateur la raie achromatique coïncide avec le trait blanc, compris entre 65 et 70 de l'échelle micrométrique. La frange blanche, est bordée au-dessus de gris brun, gris noir, gris bleu ; au-dessous de gris brun, gris noir, gris bleu ; la superposition des teintes est donc bien symétrique par rapport au trait médian de la raie blanche.

On tourne le compensateur ; après une rotation de 2 1/2 divisions l'aspect des franges est le suivant : une frange noire entre les divisions 37 et 39 du micromètre, frange bordée vers le dessus par du gris noirâtre refondant vers le dessus en blanc jaunâtre et vers le dessous par les mêmes teintes dans le même ordre à partir de la frange noire.

Pour une rotation de 5 divisions du compensateur la frange noire unique (frange achromatique) a donc glissé par rapport au système

de franges de telle sorte qu'il faut compter une division en plus ou en moins pour le nombre de raies qui ont passé au point P du plan d'observation. La difficulté consiste dans l'appréciation de la frange noire achromatique.

Cette difficulté est écartée grâce au parallélisme des deux systèmes de franges.

En effet en reprenant les mêmes essais tandis que les deux sources de lumière fonctionnent, la raie noire achromatique est dans le prolongement d'une raie noire du réseau monochromatique.

La frange achromatique est donc ainsi repérée avec la plus grande précision possible et les opérations habituelles peuvent être faites à l'abri de toute erreur provenant d'une appréciation arbitraire.

Albert NODON

Bordeaux.

LES VARIATIONS ELECTROMAGNETIQUES ET LES PARASITES DANS LA TELEPHONIE SANS FIL

Une étude comparative des variations électromagnétiques du champ terrestre et des bruits parasites dans la téléphonie sans fil, fut faite à l'aide d'une boussole-magnétomètre et d'un électromètre à feuille d'aluminium, pour l'observation des variations brusques et prolongées de la composante horizontale et du potentiel de l'atmosphère. Des observations antérieures nous avaient déjà permis de constater une concordance remarquable entre ces deux ordres de phénomènes.

L'étude des ondes électromagnétiques fut faite, en même temps à l'aide d'un poste de téléphonie sans fil, permettant de recevoir nettement, à Bordeaux, les messages de la tour Eiffel.

Des observations intéressantes eurent lieu le 22 avril 1924. Un groupe de taches de grande étendue se trouvait au voisinage du méridien central du soleil. Le magnétomètre et l'électromètre subissaient depuis la veille, des oscillations brusques et ininterrompues. L'intensité magnétique était moyenne et sensiblement constante

depuis une semaine. Le temps général était beau. Des séismes furent observés sur divers points du globe, en particulier aux Philippines, le 21 avril.

Les parasites téléphoniques étaient nombreux et parfois intenses, malgré l'absence d'orages, de nuages et de troubles atmosphériques.

Des observations faites de 18 à 19 heures, le 22 avril, décelèrent des oscillations électromagnétiques brusques et ininterrompues. Les impulsions se produisaient toutes les 5 secondes en moyenne, avec des variations de 4 à 6 secondes. Des bruits secs et des crépitements se faisaient entendre au téléphone pendant les périodes de retour des instruments au zéro. Ces bruits parasites avaient une intensité variable.

Nous nous proposons de poursuivre l'étude de ces phénomènes dont une connaissance plus complète permettra peut-être de combattre efficacement les parasites si désagréables en téléphonie et en télégraphie sans fil.

En résumé, cette première étude semble indiquer d'étroites relations entre les troubles solaires; les actions électriques de l'atmosphère; les actions magnétiques et des troubles terrestres tels que les séismes.

F. ROOS

Inspecteur sanitaire, Armentières (Nord)

LES ATOMES DEVOILES (SELON RUTHERFORD-BOHR) PREUVES NUMERIQUES ET SCHEMAS

6e section

CHIMIE

Président. . . . . M. Huybrechts, Professeur à l'Université, Liége.

Secrétaire. . . . . R. Vivario, Chargé de Cours à l'Université, Liége.

Jean POUGNET

Docteur en Pharmacie, Licencié ès-Sciences, lauréat de l'Institut, Beaulieu (Corrèze).

SUR QUELQUES ACTIONS DES RAYONS ULTRA-VIOLETS (Suite) MODIFICATIONS ALLOTROPIQUES DES CORPS EN ÉTAT DE FAUX EQUILIBRE

Le « faux équilibre » chimique est l'état d'un système qui serait thermodynamiquement susceptible de se modifier spontanément si le frottement chimique ne s'y opposait à la température considérée.

De telles réactions exigent, pour se déclancher, un effort de démarrage qui est apporté par un catalyseur : la lumière ultra-violette dans nos expériences.

La chimie des hautes températures, créée par Henri Sainte-Claire Deville, a permis d'établir les lois de la mécanique chimique en supprimant les frottements chimiques qui, à la température ordinaire, donnent lieu à de continuels faux équilibres.

M. D. Berthelot a montré l'analogie étroite qui existe entre la chimie des hautes températures et celle de la photolyse par les rayons de courte longueur d'onde.

Un corps solide immobile, retenu par le seul frottement, sur la pente d'une montagne sans autre force antagoniste qui contre-balance la pesanteur, nous offre une image frappante du faux équilibre en mécanique.

Cette notion du faux équilibre a été étendue aux phénomènes chimiques par P. DUHEM et ses élèves PÉLABON et JOUNIAUX et elle s'y est montrée particulièrement féconde.

Certaines réactions qui devraient se faire puisqu'elles correspondent à une dégradation de l'énergie, ne se font pourtant pas, à basse température, parce qu'il y a frottement chimique.

Le système H et O, par exemple, n'est stable que sous la forme combinée H^2O ; cependant le système reste stable aux basses températures. Mais qu'il survienne une impulsion extérieure (étincelle traversant les gaz, échauffement local, lumière ultra-violette) (1) et les gaz se combineront avec explosion » tout comme l'avalanche qui n'attendait qu'un choc initial ou l'ébranlement d'un bruit lointain pour se précipiter dans la vallée. »

Par leur grande fréquence vibratoire, les rayons ultra-violets sont des agents de choix pour provoquer ces ébranlements et déclancher les réactions de ce genre, comme les changements allotropiques.

MODIFICATION D'ÉTAT DU SOUFRE.

a) *Soufre mou.* — Nous avons commencé cette étude de l'action lumineuse ultra-violette par un échantillon de soufre mou, préparé au moment même de l'expérience, en projetant brusquement dans l'eau froide du soufre à 300°.

Le soufre mou obtenu est jaune pâle et très élastique. On en fait immédiatement deux portions qui sont exposées sous la lampe à mercure, à 20 cm ; l'une directement, l'autre sous un écran de verre.

Après 5 minutes d'irradiation on pouvait observer sur l'échantillon qui recevait la lumière ultra-violette, la formation d'une poussière plus foncée qui, examinée au microscope, est constituée par des cristaux octaédriques de soufre

L'échantillon qui était sous l'écran de verre n'avait encore subi aucune transformation après 6 heures d'exposition.

La température de l'expérience était de 50°-52°.

b) *Action sur une dissolution de soufre dans* CS^2. — Nous avons opéré sur une solution à 10 0/0 de soufre précipité, dans le sulfure de carbone, et parfaitement filtrée.

Une portion, exposée dans un récipent en verre, n'éprouvait aucune altération même après 5 heures. Après 12 heures, on observait un commencement de dépôt insoluble.

Une autre portion, exposée dans un tube à essai en quartz, à 10 cm du brûleur, se troublait *instantanément* et le dépôt de soufre insoluble allait en s'accentuant, surtout sur la paroi recevant la lumière.

---

(1) La lumière solaire est sans action ; M. Berthelot a pu garder, pendant 30 ans un mélange d'hydrogène et d'oxygène sans qu'il y ait même un commencement de combinaison.

c) *Action sur une dissolution de soufre dans l'essence de térébenthine.* — Nous avons fait une solution saturée de soufre précipité et lavé dans l'essence de térébenthine.

Comme dans l'essai précédent, il n'y a pas d'altération appréciable dans un récipent en verre.

Dans un récipient en quartz, nous avons un trouble instantané. Après 11 minutes (1), ce dépôt se redissout entièrement et, après 12 minutes, la liqueur jaunit brusquement. La couleur, d'abord jaune paille, s'accentue un peu, mais ne change plus après 30 minutes environ.

2. Modification du Sélénium vitreux.

Les états allotropiques du sélénium ayant une analogie frappante avec ceux du soufre, il était naturel de penser qu'une action physique modifiant l'un produirait aussi une modification de l'autre.

a) *Action sur le sélénium vitreux solide.* — Nous avons exposé directement à la lumière de la lampe à mercure, à 20 cm du brûleur, des fragments de sélénium vitreux fraîchement brisés, et du côté de la cassure.

Si le fragment est sec, il commence à noircir après 20 à 25 minutes d'irradiation. Un autre fragment, humecté d'eau distillée, noircit après 10 à 12 minutes d'exposition.

La face insolée, examinée au microscope, a un aspect cristallin et, si on la grâtte légèrement, on obtient une poudre noire insoluble dans le sulfure de carbone.

Nous avons vérifié que, dans les mêmes conditions, un fragment de sélénium, protégé par un écran de verre, n'était pas altéré.

b) *Action sur une solution de sélénium dans le sulfure de carbone.* — Nous avons préparé une dissolution de sélénium δ rouge amorphe dans le sulfure de carbone. A 15° nous avons pu dissoudre 0 gr. 20 pour 1.000.

100 cm^3 de la solution très limpide sont exposés, à 20 cm de la lampe à mercure ; après 10 à 12 minutes d'irradiation le liquide se trouble et il se dépose une poudre noire insoluble de Seα.

3. Modification du Sucre vitreux.

On prépare, au moment de l'expérience, du sucre vitreux (sucre d'orge) en fondant du saccharose (point de fusion 160°) et en le laissant refroidir.

Le sucre vitreux obtenu est exposé à la lumière ultra-violette comme il a été dit dans les expériences qui précèdent.

Ce n'est qu'après 70 minutes d'irradiation que nous avons pu obser-

(1) En opérant sur 5cc de solution saturée.

ver un commencement de cristallisation sur le fragment exposé directement aux rayons ultra-violets ; il se recouvre peu à peu d'une poussière blanche cristalline.

Après 6 heures d'exposition, le fragment protégé est encore intact.

4. Modification du Phosphore.

Les observations concernant le phosphore et les expériences qui précèdent firent l'objet d'un mémoire que j'avais adressé fin 1910 à M. le professeur Jungfleisch. Le regretté maître me répondit en me priant de revoir dans un sens qu'il m'indiquait, les expériences sur le phosphore. En attendant, il fit paraître le mémoire (amputé de l'article » Phosphore ») dans le *journal de Pharmacie et de Chimie* du 16 décembre 1910.

Le travail professionnel ne m'ayant pas permis de reprendre ces recherches de suite, une communication fut faite à l'Académie des Sciences le 13 février 1911, par MM. Guntz et Minguin dans laquelle ils signalent, entre autres transformations, celle du phosphore blanc en phosphore rouge par la lumière ultra-violette.

« Un morceau de phosphore blanc, disent-ils, placé dans l'eau, à une distance de 0 m. 08 rougit rapidement ; la solution sulfocarbonique de phosphore laisse, dans les mêmes conditions, déposer rapidement du phosphore rouge. »

Comme ces deux auteurs, nous avions observé la formation rapide du phosphore rouge ; mais nos expériences, dirigées par M. Jungfleisch, ont été plus complètes.

Un fragment de phosphore blanc de 1/2 centimètre cube environ, fraîchement coupé, est exposé à 30 cm de la lampe à mercure, sous une couche d'eau de 1 mm. La température était de 37°.

Après une irradiation de 20 minutes, il s'était formé une couche de phosphore rouge suffisante pour n'avoir plus à renouveler l'eau évaporée : il n'y avait plus d'inflammation spontanée. Après 5 heures, la transformation du morceau de phosphore était complète et la substance rouge formée ne s'enflammait plus, même brisée en petits morceaux.

Nous avons obtenu 0 gr. 963 de cette substance rouge.

Si nous la traitons à l'ébullition par une solution de potasse alcoolique, elle abandonne au solvant 0 gr. 147 d'une substance qui, précipitée par HCl, paraît être le sous-oxyde de phosphore P^4O décrit par M. Jungfleisch dans son mémoire » Sur l'oxydation directe du phosphore » (1).

Nous avons remarqué aussi que, plus la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge est lente, moins il se forme de substance soluble dans la potasse alcoolique bouillante.

---

(1) Pour les détails, voir Thèse de R. Stratford, Lyon, 1924.

Si l'on fait agir la lumière ultra-violette brutalement sur le phosphore blanc à 8 cm du brûleur, la température étant de 81°-83°, le phosphore fond, devient jaune, puis rouge et il se forme 0 gr. 43 de substance soluble pour la même quantité de phosphore que dans la précédente expérience.

L'action violente serait donc surtout oxydante, tandis qu'une action modérée conduirait à une modification allotropique.

Action sur le phosphore dissous dans CS^2. — Une solution bien limpide de phosphore blanc dans le sulfure de carbone se trouble rapidement, mais moins vite qu'une solution sulfocarbonique de soufre de même concentration.

Il se forme un dépôt jaune de phosphore insoluble, sur la paroi éclairée ; en aucun cas, nous n'avons obtenu de dépôt rouge.

Action sur le phosphore dissous dans l'essence de térébenthine. — Nous avons préparé une solution saturée de phosphore dans de l'essence de térébenthine officinale. Cette solution, bien filtrée, a été exposée sous la lampe à mercure, à 15 cm. Elle reste limpide longtemps et ce n'est qu'après 50 à 55 minutes d'irradiation qu'il se forme un louche blanc laiteux qui augmente peu à peu si l'on continue l'action de la lumière ; mais il reste toujours blanc.

Les changements allotropiques sous la lumière ultra-violette sont nets et rapides ; il y a retour à la forme stable.

Georges KIMPFLIN
Docteur ès-Sciences.

LA RESINE ARTIFICIELLE. SON INDUSTRIE EN FRANCE ET LES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT

(Résumé d'une conférence faite devant les sections de Physique et de Chimie réunies).

L'attention de techniciens appartenant à des branches très diverses de l'industrie est appelée depuis quelque temps sur un produit dont l'introduction dans un grand nombre d'applications est relativement récente et qui a pris déjà un développement considérable.

Ce développement justifie la curiosité très vive qu'il suscite et cette curiosité me justifiera à vos yeux de vous en entretenir.

Suivant les firmes qui le fabriquent ce produit porte des noms commerciaux variés. Quelques-uns parmi ceux-ci n'ont eu qu'une existence assez éphémère, d'autres connaissent le succès, d'autres enfin naissent à la vie. Mais, à travers ces désignations sans liens avec la terminologie et la nomenclature chimiques, on sait que l'on est toujours en présence de composés dont le processus chimique d'obtention est sensiblement le même. On les réunit tous sous l'appellation générale de résine synthétique ou mieux ce qui est plus correct, de résine artificielle.

Qu'est-ce que la résine artificielle? — Qu'est au juste cette substance? C'est le résultat de l'union de l'aldéhyde formique et du phénol sous l'action de la chaleur en présence d'un agent de condensation basique.

Telles sont, du moins, les matières premières dans une formule de fabrication classique, celle qui jusqu'ici a donné les résultats les plus concluants. Mais d'autres formules sont possibles, dont l'étude plus ou moins poussée, a abouti parfois à l'obtention de composés résinoïdes de fort belle apparence, montrant par là qu'il y a, non pas une, mais des résines artificielles.

On a proposé par exemple : la coumarone, les naphtols, les crésols, l'acétal, l'aldéhyde éthylique, l'aldéhyde crotonique, l'aldéhyde allylique et même l'urée.

Chacun de ces composés peut être la base d'une fabrication, mais il est évident *à priori* et l'expérience confirme que, suivant le point de départ, des différences plus ou moins sensibles s'introduiront dans le produit final.

Or, pour distinguer ces produits les uns des autres, on ne dispose le plus souvent, ainsi que nous le disions tout àl'heure que d'appellations ayant un caractère plus commercial que scientifique. C'est une lacune qu'il serait bien désirable de combler.

Les progrès réalisés depuis quelques années dans cette partie de la chimie, tant au point de vue théorique que pratique sont assez importants pour qu'on se préoccupe de fixer la nomenclature de ces composés et d'établir à leur sujet une terminologie uniforme qui puisse être universellement admise. Faute de posséder ces règles de langage on ne peut à l'heure actuelle nommer spécifiquement l'une de ces résines qu'en employant une périphrase rappelant son origine.

Quiconque sait le profit qu'on peut tirer d'une nomenclature bien faite, non seulement par le soulagement quelle procure à la mémoire mais encore par la clarté qu'elle introduit dans un sujet et les facilités nouvelles qu'elle procure aux investigations futures, accordera qu'elle est chose éminemment désirable dans le domaine de la science pure. Mais son utilité n'est pas moindre lorsqu'on se tourne vers l'industrie.

L'industriel qui achète a besoin de savoir exactement ce qu'il achète. Un nom doit correspondre pour lui à la garantie de caractères finis et invariables toujours réalisés. Rien ne lui donne mieux cette garantie que le terme scientifiquement défini.

La question se présente de la même façon que pour les combustibles liquides dont une terminologie méthodique s'élabore en ce moment, à la différence toutefois que le terrain est ici moins encombré et qu'on peut par suite aboutir plus rapidement.

C'est un travail de mise en ordre à faire que seul un organisme international qualifié tant pour édicter les règles d'une terminologie que pour en imposer l'adoption par tous les pays, peut entreprendre et mener à bien.

L'*Union internationale de la chimie pure et appliquée* nous paraît être cet organisme et nous profitons de l'occasion pour émettre, en passant, le vœu qu'elle se saisisse de la question et l'inscrive à l'ordre du jour d'une prochaine conférence internationale de la chimie.

Aperçu sur l'histoire de sa découverte et de son industrialisation en France. — Les faits d'ordre purement chimique qui sont à la base de la méthode de préparation de la résine artificielle sont connus depuis assez longtemps déjà. En effet, dès 1872, le principe en avait été entrevu par Bayer.

A 24 ans de là, en 1896, un savant français M. TRILLAT serrant de plus près la question montre qu'en opérant la condensation des phénols avec le formol, on obtient des produits résineux et précise la nature des condensations réalisées par l'aldéhyde formique et le phénol suivant qu'on opère en l'absence ou en présence d'un acide minéral.

Chose plus remarquable, dès cette époque une tentative d'industrialisation est faite sur ces données en vue de substituer la résine ainsi obtenue au camphre dans le celluloïd. Des spécimens de cette résine figurent à l'Expositon universelle de 1900.

Par la suite M. TRILLAT entreprend encore la fabrication de toute une série de matières résinoïdes par condensation de l'aldéhyde formique avec les polyphénols et les goudrons d'origine végétale ou animale . Mais les conditions économiques faites à cette industrie naissante et, déjà, le prix élevé du formol ne permettent pas de poursuivre ces essais. N'empêche qu'ils prennent date et assignent une origine française à une industrie que l'on croit généralement importée d'Amérique.

D'autres noms jalonnent la période des débuts industriels : en France, DE LAIRE, HELM ; en Angleterre, AYLSWORTH ; en Allemagne, BLUMER, LEBACH, RASCHIG. Mais ce n'est vraiment que dans les mains d'un Belge — et il m'est particulièrement agréable de le remarquer ici — que l'industrialisation de la résine artificielle a pris son essor.

Ce Belge n'est autre que le Dr BEAKELAND qui vers 1909 monta son procédé en Amérique, procédé caractérisé par deux faits nouveaux :

1° L'emploi de l'ammoniaque comme agent de condensation dans la première phase de l'opération.

2° La polymérisation de la résine à ce premier stade et sa transformation par là en une matière plastique solide dure et insoluble.

Ce procédé devait en peu d'années prendre une extension prodigieuse aux Etats Unis et sur une partie de l'Europe. La France aurait pu être englobée dans cette extension, car, dès avant la guerre, une sous licence des brevets Baekeland avait été concédée à un constructeur français. En fait les objets bakelisés ne commencèrent à attirer l'attention chez nous que du jour où le matériel de l'armée américaine, introduit avec ses troupes, commença de les faire connaître.

Mais l'histoire impartiale de l'introduction et du développement de cette industrie dans notre pays voudra noter le rôle prépondérant joué dès après l'armistice par un ingénieur français, M. GÉNOT.

Dans une usine laboratoire qu'un groupement industriel fonde à Montreuil-sous-Bois en 1919, M. GÉNOT entreprend sur les seules données de sa propre expérience, la fabrication de la résine artificielle et en réalise une mise au point rapide. Sans cesse perfectionné depuis, son procédé aboutit à des résultats du plus haut intérêt.

* * *

L'auteur a passé ensuite en revue les propriétés générales de la résine artificielle, montrant l'énorme intérêt qu'elle offre par ses propriétés mécaniques, physiques et chimiques dans les applications électriques.

INDUSTRIE DE FABRICATION

L'objet propre de l'industrie de la résine artificielle est la fabrication du produit au premier stade de sa consolidation.

A cet état, en effet, alors qu'il est encore fusible et soluble dans certains solvants, il a conservé toute la malléabilité, toute la souplesse qui lui permet de s'adapter aux usages les plus variés. Et c'est, une fois fixé sur la destination qu'on lui donnera, que la résine doit être amenée à cet état d'inertie chimique qui caractérise sa molécule polymérisée et dans lequel elle acquiert ses propriétés définitives.

La technique de polymérisation rentre donc plus spécialement dans le cadre des industries d'application. A l'industrie de fabrication est réservée l'obtention de la matière brute.

Mais il est évident que son développement est lié à la possibilité pour elle de satisfaire un plus grand nombre de consommateurs.

Or, les besoins de ceux-ci ne sont pas toujours les mêmes. Suivant l'utilisation qu'ils envisagent, ils peuvent désirer des produits de caractéristiques légèrement différentes:.

Pour certains usages, une résine dure à point de fusion — exactement à point de goutte — élevé, dont la polymérisation ultérieure

sera par suite beaucoup plus rapide, est désirable ; mais ailleurs, on recherchera plutôt une résine molle, qui sans être pâteuse, fondra cependant plus facilement et, par suite, une fois appliquée, réclamera une cuisson plus prolongée.

C'est une question d'équilibre qu'une industrie en possession de ses moyens doit être à même de réaliser si elle dispose d'outillages appropriés. C'est une difficulté à laquelle se heurte une industrie naissante alors qu'elle ne possède à l'origine aucun outillage qui lui soit expressément destiné. Cet outillage se crée, au fur et à mesure qu'elle se développe.

* * *

Par une série de projections le conférencier montre alors les progrès réalisés dans l'outillage par l'industrie française et notamment, dans une usine récemment équipée à Bourg-lès-Valence qui, profitant de tout l'acquit expérimental sur le sujet, a sélectionné ses fabrications ; de telle manière que les résines coulées, les poudres à mouler et les vernis sont obtenus dans des ateliers séparés.

La production — De cet exposé il résulte qu'un effort très sérieux a été fait en France, en vue de mettre au point cette industrie, dont la production dans le monde indique toute l'importance.

Cette production est, en effet :

En Amérique de 20 tonnes par jour

En Allemagne de 12 tonnes par jour ;

En France de 4 tonnes par jour.

On estime généralement que lorsque l'usine de Bourg-lès-Valence sera en plein fonctionnement, la production française pourra être doublée.

A quels besoins, cette production répond-elle ?

Une revue des industries d'application, le montre aisément.

INDUSTRIES D'APPLICATION

Les industries qui utilisent la résine artificielle sont extrêmement nombreuses. D'une manière générale, on peut les ranger en trois groupes d'après la nature du produit de fabrication qu'elles réclament.

On distingue ainsi :

1° Les industries utilisant la résine artificielle coulée ;

2° Les industries utilisant les poudres à mouler;

3° Les industries utilisant les vernis.

Toutes, en dehors de leur travail d'usinage propre, qui a pour objet de donner la forme voulue à la matière employée, ont à amener cette matière à son stade final de consolidation chimique, c'est-à-dire à la polymériser.

L'opération se fait dans des appareils spéciaux qui peuvent être chauffés, soit à la vapeur, soit par éléments électriques, soit, s'il est

utile de réaliser de hautes températures sans pression et d'avoir une isothermie plus parfaite, par circulation d'huile.

Industries utilisant la résine artificielle coulée. — D'abord il y a les industries de luxe. Pour si étrange que cela puisse paraître, lorsqu'on connaît les propriétés si remarquables que possède cette résine comme isolant électrique, c'est la première à laquelle on a songé.

Par elle-même, transparente ou translucide, la résine artificielle a déjà un aspect assez plaisant, mais cet aspect peut être encore très facilement modifié à son avantage. L'introduction en cours de fabrication de petites quantités de substances diverses ou de matières colorantes suffit à lui communiquer des apparences flatteuses qui la rapprochent de produits de luxe estimés comme l'ambre, l'écaille, l'ivoire.

Dans cette application, elle n'est pas servie seulement par son aspect, mais aussi par ses propriétés mécaniques qui lui permettent d'être sciée, taillée, travaillée au tour, percée, limée, polie.

La résine coulée trouve aussi de multiples usages dans les constructions électriques, on l'emploie, notamment, lorsqu'on a en vue, de noyer dans une masse isolante, une armature métallique ; mais, si l'on se reporte à ce que nous disions plus haut, relativement à la tension de claquage, laquelle est moins élevée dans un matériel coulé que moulé et dans un matériel moulé que dans une pièce en papier aggloméré imprégné de résine, on voit que ce n'est pas sous cette forme qu'elle trouvera les applications les plus utiles dans l'appareillage électrique.

L'imprégnation des bois qui a été tentée avec succès mais non sans difficulté, rentre dans la catégorie utilisant la résine coulée.

L'expérience montre, en effet, que les meilleurs résultats sont obtenus avec la résine fondue et non dissoute. Celle-ci confère au bois une imputrescibilité qui assure sa conservation indéfinie, en même temps, d'ailleurs, qu'elle lui fait acquérir l'aspect de bois durs et rares, comme le citronnnier ou l'ébène.

Industrie utilisant les poudres à mouler. — Ce sont les mêmes qu'au paragraphe précédent.

Au lieu de résine pure, il est parfois bon d'utiliser des poudres qui, mélangées avec des « charges » susceptibles d'améliorer les propriétés mécaniques du produit ou sa valeur, en tant que diélectrique, englobent celles-ci lorsque, par l'opération ultérieure de la polymérisation elles sont réagglomérées.

Les poudres à mouler se prêtent bien à la construction de pièces d'appareillage électrique dans lesquelles des armatures métalliques internes doivent être noyées dans l'isolant.

Dans le même ordre d'idées, il faut citer, comme un cas particulièrement intéressant de la réagglomération à la résine artificielle de fer électrolytique pur et finement pulvérisé dans le noyau des bobines Pupin.

Industries utilisant les vernis. — Ici, encore, l'industrie électrique domine, mais l'emploi de la résine artificielle comme agglomérant ou en revêtement se développe dans diverses industries recherchant pour leurs constructions ou appareillages des matériaux imputrescibles et ignifuges.

Trois types d'applications peuvent être envisagés :

1° Les papiers, toiles et bois agglomérés au vernis;
2° Les imprégnations de bobinages;
3° Les revêtements.

* * *

Un exposé détaillé de ces diverses applications, illustré de projections particulièrement démonstratives, donna une idée de la place prise par la résine artificielle dans la pratique industrielle.

Il acheva de montrer l'activité déployée en France pour implanter et développer une industrie dont les applications justifient l'intérêt qu'on lui porte.

* * *

A la suite de cette conférence, la *Section de Chimie* a émis le vœu :

Que l'Union internationale de la Chimie se saisisse, pour étude, de la question de la terminologie des résines artificielles et l'inscrive à l'ordre du jour d'une prochaine conférence internationale de la Chimie.

Professeur GRIGNARD
Lyon.

et

R. STRATFORD
Docteur ès-Sciences.

DECOMPOSTION CATALYTIQUE D'HYDROCARBURES HEXAHYDRO-AROMATIQUES ET ALIPHATIQUES SATURES. CONTRIBUTION A L'ETUDE DU CRACKING DES PETROLES

MM. Gault, Hessel et Altchidjian (1) viennent de présenter à l'Académie des Sciences le début d'une étude sur la décomposition pyrogénée des hydrocarbures.

De notre côté, nous avons entrepris, il y a deux ans environ, une étude à peu près parallèle à la précédente et destinée, comme celle-ci, à essayer d'élucider le mécanisme de la décomposition des hydrocarbures. Mais nous avons préféré opérer en présence d'un catalyseur, afin de réduire au minimum l'influence de la température (2).

A la suite des beaux travaux de Friedel et Crafts, l'action du chlorure d'aluminium sur les hydrocarbures aromatiques substitués avait été étudiée par de nombreux chimistes. Au contraire, à peu près rien n'avait été fait sur les hydrocarbures cyclaniques et sur les aliphatiques saturés qui sont les constituants essentiels des pétroles. On savait cependant que le cracking des pétroles en présence du chlorure d'aluminium conduit exclusivement, comme produits distillables, à des hydrocarbures saturés.

Mais les recherches industrielles de M. Afee (3), aussi bien que l'étude de laboratoire effectuée par A. Pictet et Mlle Lerezynska (4), ayant porté sur des mélanges complexes, il n'avait pas été possible de saisir avec quelque précision le mécanisme des transformations.

(1) C. R. 1924, t. 178, p. 1.562.

(2) Ce travail avait été amorcé pendant la Guerre par des recherches sur les pétroles effectuées par MM. Grignard, G. Rivat et C. Toussaint, avant que leur fussent connus les résultats de Mc Afee et de A. Pictet et I. Lerezynska, auxquels d'ailleurs ils n'apportaient aucun fait nouveau.

(3) *J. Ind. Chem.*, 1915, p. 737.

(4) *Bull. Soc. chim.*, 1916, p. 326.

Il nous a donc paru intéressant d'étudier, isolément et à l'état pur, un certain nombre d'hydrocarbures analogues à ceux que l'on rencontre dans les pétroles.

A côté d'hydrocarbures aliphatiques à chaînes normales ou ramifiées, nous avons choisi uniquement, pour l'instant, une série d'hydrocarbures cyclohexaniques, plus faciles à se procurer que les cyclopentanes.

La place manque, ici, pour exposer en détail l'ensemble de ce travail (1) ; nous nous contenterons d'en indiquer les grandes lignes et d'en souligner les résultats les plus importants.

Les hydrocarbures initiaux ont été préparés par divers procédés classiques. En particulier, pour les cyclohexanes, nous avons employé très avantageusement la méthode d'hydrogénation catalytique des benzènes substitués, en présence de noir de platine oxydé, suivant la méthode de VOORHES et R. ADAMS (2), avec la modification de R. ADAMS et R. SCHRINER (3).

Nous avons ainsi utilisé : dans la série aliphatique, l'octane, le décane et l'heptadécane normaux, le diisobutyle et le diisoamyle ; dans la série cyclochexanique, le cyclohexane, le méthyl-cyclohexane, les 3 diméthyl, le m-diéthyl, les n-propyl et isopropyl, les n-butyl, sec-butyl et tert-butyl, enfin, les n-amyl et isoamyl-cyclohexanes.

Le cracking des hydrocarbures a été étudié sur des quantités de chlorure d'aluminium variant entre 20 et 30 0/0 du poids, et à des températures généralement comprises entre 120 et 150°.

Les gaz dégagés ont été identifiés par liquéfaction, détermination approximative du point d'ébullition et combustion eudiométrique. Les carbures cyclohexaniques, par déshydrogénation catalytique sur le palladium, vers 300°, selon la méthode de ZELINSKY (4), ont été transformés en carbures aromatiques correspondants, faciles à caractériser.

Voici les résultats les plus importants :

1° Le cyclohexane et le méthylcyclohexane ne sont pas modifiés. Les diméthylcyclohexanes *o* et *p* s'isomérisent en méta, le *p*, moins facilement que l'*o*.

2° Les dérivés à chaîne latérale en C^2 ou C^3, ramifiée ou non, ne subissent que très faiblement le cracking, c'est-à-dire qu'une légère proportion (1 à 5 0/0) est dédoublée en carbure saturé correspondant au radical aliphatique et en cyclohexène qui se polymérise en présence du $AlCl^3$. Mais d'autre part, tout le reste du produit initial est isomérisé : la chaîne latérale donne naissance à autant de groupements CH^3 qu'elle contient d'atomes de C et ceux-ci se fixent sur le noyau, en méta les uns par rapport aux autres.

---

(1) Pour les détails, voir Thèse de R. STRATFORD, Lyon, 1924.
(2-3) *J. Am. Ch. Soc.*, 1922, p. 1.397 ; 1923, p. 2.171.
(4) BER. 1911. p. 312.

Le m-diéthylcyclohexane est surtout transformé en tétra-méthylcyclohexane, mais quand les deux radicaux » éthyl » se détachent, ils se soudent en butane.

3° Avec les trois butylcyclohexanes, le cracking augmente un peu (13 à 15 0/0) ; avec le normal et le secondaire, l'hydrocarbure libéré est du n-butane, le tertiobutylcyclohexane donne un mélange des deux butanes. Le reste de l'hydrocarbure initial est transformé en un mélange de tétraméthylcyclohexanes.

4° Les amyl et isosmyl-cyclohexanes présentent un fait nouveau. Le cracking est beaucoup plus important (70 et 42 0/0), mais c'est encore du butane normal qui se sépare. Il y a donc rupture de la chaîne, non plus à son origine, mais entre les premier et deuxième atomes de carbone. En correspondance avec ce phénomène, il se fait aussi un peu de méthylcyclohexane.

L'isomérisation se produit comme précédemment sur le reste du composé primitif et conduit à un mélange de tétraméthyl et de pentaméthyl-cyclohexanes.

Ainsi les cyclohexanes substitués subissent une double transformation : un cracking dont l'importance, nulle au début, augmente avec la longueur de la chaîne et une isomérisation qui conduit uniquement à des polyméthylcyclohexanes.

5° Les hydrocarbures aliphatiques étudiés, n-octane et diisobutyle, n-décane et diisoamyle, heptadécane, ont manifesté une propriété encore insoupçonnée. Le cracking sépare, dans tous les cas, du butane normal et aussitôt que la chaîne devient assez longue, c'est-à-dire à partir des décanes, elle se coupe simultanément par les deux extrémités. Bien entendu, comme précédemment, le tronçon non saturé se polymérise plus ou moins.

Cet ensemble de résultats semble donc manifester nettement une aptitude particulière, aussi bien des chaînes latérales cyclohexaniques que des chaînes aliphatiques, à donner du butane normal sous l'action du chlorure d'aluminium. Les proportions varient avec la température, la durée du chauffage et la quantité de catalyseur, mais le phénomène reste le même.

On peut, dans une certaine mesure, expliquer ces faits en s'appuyant sur la théorie de » *l'affinité variable* » de MEERWEIN et de OREKHOFF, mais un certain nombre de points restent obscurs et appellent de nouvelles expériences. En particulier, il y aurait lieu d'examiner le cas des cyclohexanes substitués par des chaînes supérieures à C^5 et, dans la série aliphatique, les nonanes et les chaînes ramifiées ailleurs qu'à l'extrémité. D'autre part, les cyclopentanes sont à étudier en entier.

Enfin, il y a lieu de rechercher dans quelles conditions et sous l'influence de quels catalyseurs peuvent se former, ou se rompre, les cycles en C^5 et C^6, pour ne parler que des plus importants. O. As-

CHAN (1), par action du chlorure d'aluminium sur l'amylène, pense bien avoir obtenu, à côté d'autres produits, un peu de méthylcyclobutane et, avec le cyclohexane, un peu de méthylcyclopentane, mais ces résultats sont trop imprécis et trop isolés pour jeter quelque clarté sur le problème.

Professeur V. GRIGNARD
Lyon.

et

R. JENKINS
Ph.-D. Cornell University (Etats-Unis).

COMPOSES ORGANOALUMINIQUES MIXTES ; LES IODURES DE MONOETHYL ET DE DETHYL-ALUMINIUM

Si l'on met à part le composé $CH^2 = AlI$, préparé, en solution éthérée, par FAILLEBIN (2) et par THOMAS (3), on ne connaît pas encore de composés organoaluminiques mixtes des types $R^2 AlX$ et $RAlX^2$. Il semble cependant, *à priori*, que de tels corps soient capables d'exister, analogues à ceux déjà découverts avec le thallium et le bore.

En chauffant l'iodure d'éthyle avec de l'aluminium en poudre, à 100-130°, en tube scellé, CAHOURS (4) obtint un composé organométallique bouillant entre 340-350° et auquel il attribua la formule AlI^3, $Al(C^2H^5)^3$. Celui-ci, par action du zinc-éthyle se transformait en $Al(C^2H^5)^3$ qui a été, depuis, préparé autrement et plus complètement étudié.

Mais on peut remarquer que les résultats analytiques de CAHOURS peuvent aussi bien représenter le complexe $(C^2H^5)^2 AlI$, $C^2H^5AlI^2$; et

---

(1) LIEB, *Ann.*, 1902, t. 324, p. 1.
(2) et (3) C. R., 1922, t. 174, p. 112 et 464.
(4) *Ann. Ch. et Phys.*, (1860), t. 8, p. 20.

si l'on songe que, dans beaucoup d'autres cas, les composés mixtes se forment avec facilité ou constituent même la première phase de la réaction, il est naturel de se demander s'il n'en est pas encore de même ici.

Cette hypothèse, à la vérité, a déjà été émise par SPENCER et WALLACE (1) qui ont formulé la réaction précédente :

$$2\ Al + 3\ C^2H^5I = (C^2H^5)^2AlI + C^2H^5AlI^2$$

mais n'en ont donné aucune preuve expérimentale. C'est pourquoi il nous a paru intéressant de reprendre cette étude.

Nous avons employé l'aluminium porphyrisé du commerce et l'iodure d'éthyle exempt d'alcool et d'humidité. Ces deux corps réagissent très régulièrement en l'absence de tout solvant dans une atmosphère inerte (azote sec).

On opère dans un appareil à reflux avec tube à brome. A 7 gr. de poudre d'Al, on ajoute une dizaine de gr. d'iodure d'éthyle et on chauffe au bain d'huile, à 72°). Au bout de 10 à 15 minutes, la réaction se déclare ; après avoir retiré le ballon du bain d'huile, on entretient la réaction en faisant tomber peu à peu 40 gr. d'iodure d'éthyle et en refroidissant un peu, s'il y a lieu. Quand le reflux cesse définitivement, on remet au bain d'huile et on chauffe pendant une heure à 100-110°.

Pendant la réaction, il se dégage une très faible quantité d'éthane (0,01 à 0,02 mol.) qui est dû à des traces d'humidité restées dans l'appareil.

Le produit de la réaction est un liquide mobile qui contient, en suspension, l'aluminium en excès et quelques impuretés solides apportées par le métal.

Contrairement aux observations de CAHOURS, on ne peut le distiller à la pression ordinaire. Vers 300°, même dans l'azote, il se produit une vive décomposition avec abondant dégagement gazeux constitué par un mélange d'hydrocarbures non saturés, d'éthane et d'hydrogène. Mais la distillation peut être effectuée sous pression réduite en évitant toute rentrée d'air.

L'appareil était constitué par deux ballons à colonne de VIGREUX, montés en série et dont le second pouvait, par une allonge à fractionnement, distiller successivement dans trois tubes à essai, préalablement étranglés au voisinage de l'ouverture. Après l'avoir rempli d'azote, on y siphonne le produit précédent et on distille sur la poudre d'aluminium. Quand une fraction du premier ballon a été refractionnée en trois autres dans le second, on laisse la pression se rétablir par rentrée d'azote puis on scelle immédiatement, au chalumeau, les tubes à essai.

(1) *J. Chem. Soc.* (1908), t. 93, p. 1.827.

Nous avons pu ainsi isoler deux produits bien distincts, séparés par une portion intermédiaire importante qui est certainement un mélange des deux.

Diethyliodure d'aluminium. — Le premier de ces corps est un liquide clair, mobile, bouillant à 118-120°, sous 4-5 m/m, qui s'enflamme immédiatement à l'air en donnant une flamme rougeâtre et des fumées brunes. Il réagit explosivement sur l'eau, mais avec quelques précautions, on peut le décomposer régulièrement, il donne alors quantitativement de l'éthane. On a trouvé pour sa densité $d^4_{27} = 1{,}609$.

L'analyse a donné :

	TROUVÉ	CALCULÉ POUR $(C^2H^5)^2AlI$
Al pour 100.....	12,80	12,78
I pour 100.....	60,12 et 59, 82	59,88
C^2H^5 pour 100.....	26,46	27,34

Le poids moléculaire, cependant, présente l'anomalie déjà observée par d'autres auteurs pour les trialcoyl-aluminium. Déterminé par cryoscopie dans le benzène complètement anhydre et dans une atmosphère d'azote, il correspond à la formule double :

$$[(C^2H^5)^2AlI]^2 = 424. \qquad \text{Trouvé } 426.$$

Ethyldiiodure d'aluminium.— Le second produit de la réaction est un corps solide qui, à l'état pur, se présente en magnifiques parallélogrammes, parfois tronqués sur les angles aigus. Il distille à 158-160° sous 4 mm et fond, en tube scellé, plein d'azote, à 35-37°. Il jaunit peu à peu si on l'abandonne à la lumière ou si une trace d'air pénètre dans le tube. Il est facilement soluble dans le benzène et l'éther anhydres. Il s'enflamme à l'air après une seconde ou deux d'exposition et donne une flamme rougeâtre et un gros nuage de vapeur d'iode. Sa réaction sur l'eau est moins violente que celle du composé précédent et elle donne également de l'éthane pur.

Son analyse a donné :

	TROUVÉ	CALCULÉ POUR $C^2H^5AlI^2$
Al pour 100.....	8,98	8,74
I pour 100.....	81,06	81,91
C^2H^5 pour 100.....	9,2	9,35

Son poids moléculaire correspond encore à la formule double.
Trouvé 654 au lieu de 620.

Ethérates. — Les deux composés organoaluminiques précédents, introduits dans une petite quantité d'éther anhydre, s'y dissolvent avec un dégagement de chaleur suffisant pour provoquer l'ébullition.

En éliminant l'excès d'éther par chauffage dans le vide à 35-40° pendant quelques heures, on obtient des liquides clairs, mobiles qui, d'après les analyses, sont des monoéthérates.

Ces éthérates ne s'enflamment pas spontanément à l'air, ils ne semblent même pas s'altérer dans l'air sec, mais ils moussent fortement dans l'air humide. Ils brûlent avec flamme jaune en donnant des fumées blanches. Ils réagissent violemment sur l'eau avec dégagement gazeux et formation d'un produit solide blanc qui est soluble dans un excès d'eau. L'alcool les décompose énergiquement, mais il sont solubles dans le benzène et l'éther anhydres.

Nous avons essayé de reconnaître les aptitudes réactionnelles de nos nouveaux composés organométalliques par les quelques essais suivants :

Avec le gaz carbonique sec, aucune réaction.

Avec l'acétone anhydre, en solution benzénique et dans une atmosphère inerte, le diéthyliodure d'aluminium n'a donné qu'un peu d'oxyde de mésityle. Le benzaldéhyde, dans des conditions analogues, a donné un mélange de composés bouillant, surtout, de 180° à 215°, sous 13 mm, et desquels on n'a pu rien isoler jusqu'à présent.

L'éhtyldiodure d'aluminium contenant un peu de diéthyliodure réagit sur le bichlorure de mercure en donnant probablement d'abord de l'iodure mercurique, puis de l'iodure mercureux, à froid ; en chauffant vers 140°-150°, il y a brusque réduction avec dépôt d'une goutte de mercure. Le diéthyliodure d'aluminium réduit de façon analogue le chlorure mercureux.

Avec le bromure d'éthyle nous avons pu préparer, vraisemblablement, le complexe $(C^2H^5)^2$ Al Br, C^2H^5Al Br^2, qui distille entre 120-125° sous 15-16 m/m, mais qu'il sera, sans doute, difficile de dédoubler.

Nous continuons ces recherches avec d'autres dérivés analogues.

Robert D. LANCE
Ingénieur-Conseil, Docteur ès-Sciences, Paris.

NOTE SUR LA SUBSTITUTION DE L'OXYDE DE CARBONE, COMME ELEMENT DE CHAUFFAGE, AU COKE METALLURGIQUE, DANS LES HAUTS FOURNEAUX

Si l'on se reporte à une moyenne d'analyses des gaz, à différentes hauteurs, dans un haut fourneau, on constate que :

a) Dans la zone des tuyères, la présence d'acide carbonique est considérable, et correspond à peu près à la moitié du carbone gazéifié ;

b) A un niveau situé très peu au-dessus de la zone des tuyères (0 m. 70 environ), la destruction du carbone est totale à peu près exclusivement sous la forme de CO (exception faite pour la faible quantité fixée sur le fer par sa transformation en fonte) ;

c) Que ce pourcentage de CO se maintient et augmente même légèrement, jusqu'à ce que les gaz pénètrent dans la zone de réduction du minerai ;

d) Qu'au gueulard, c'est-à-dire après passage dans la zone de réduction du minerai et transformation de l'oxyde en fer, la teneur des gaz en CO a baissé tout au plus de 25 0/0.

Par suite, l'allure générale du H. F. sur toute sa hauteur à 1 mètre au maximum, à partir des tuyères est et demeure complètement réductrice.

C'est une caractéristique essentielle de la marche, dont on ne peut se départir.

En fait, 75 0/0 (*au minimum*), *du gaz oxyde de carbone produit dans le haut-fourneau, ne fait que le traverser et se retrouve intact au gueulard.*

Cette masse gazeuse ne constitue qu'un véhicule énorme de calories qu'elle cède à la charge descendante, pendant son ascension en apportant au minerai la chaleur et l'élément réducteur qui transforme l'oxyde de fer à une température assez basse (500°)en fer, restant sous la forme spongieuse. A 1 mètre au-dessus des tuyères, il ne subsiste pas un atome d'oxygène permettant la combustion du coke de la charge, qui doit descendre jusqu'à ce niveau sans être gazéifié.

Le combustible doit donc supporter jusqu'à ce niveau le poids écrasant de la charge totale, ce qui empêche d'employer des cokes tendres et friables, qui, par leur effrittement, obtureraient les vides

existant entre les éléments de la charge, ce qui réduirait ou annulerait le tirage, au moins dans certaines zones, rendant la marche du haut-fourneau impossible.

La plupart des perfectionnements apportés au haut-fourneau, n'ont eu généralement pour but que d'employer au mieux à sa sortie, toutes les calories contenues ou transportées par cette masse énorme de gaz chauds et combustibles dont l'utilisation vient ainsi abaisser le prix de la fonte.

Ce n'est que récemment, que des recherches en vue de diminuer la consommation du combustible, ont porté sur la qualité de ce dernier.

Elles ont démontré qu'il y avait un grand intérêt à employer un coke très inflammable, car il permet de réaliser une économie de combustible, souvent très considérable.

Mais l'obtention de ce coke demande une préparation mécanique de la houille et une distillation lente, par suite peu économique, qui lui font perdre une partie des avantages qu'apporte son emploi.

Il nous a donc paru intéressant de rechercher s'il ne serait pas plus simple, au lieu de préparer un coke éminemment oxydable, qui lui permet de se transformer le plus rapidement possible en oxyde de carbone devant les tuyères, d'insuffler par des tuyères alternant avec celles existant, de l'oxyde de carbone préparé dans des gazogènes annexes.

On aurait ainsi réalisé l'alimentation du haut-fqurneau par le combustible le plus facilement oxydable.

* * *

Il suffirait de gazéifier le carbone employé dans le haut-fourneau — et qui pourrait être pris dans des combustibles de prix moindre que le coke métallurgique (coke de gaz ou de houilles maigres, coke de lignite, de tourbe, etc...), — dans des gazogènes annexes à fusion de cendres, soufflés par la quantité d'air, venant des récupérateurs, nécessaire à la gazéification de ce carbone, l'autre partie de l'air étant injectée comme précédemment dans le haut-fourneau par les tuyères ordinaires, pour produire la combustion de la partie d'oxyde de carbone préparé extérieurement et nécessaire au chauffage. *Le haut-fourneau fonctionnerait alors, comme un four à ciment vertical, chauffé au gaz de gazogène.*

* * *

Du fait de soufflage d'air à très haute température, les gazogènes employés devront être du type très simple dit à fusion de cendres, et dans lesquels l'air chaud des récupérateurs serait injecté comme dans le haut-fourneau par un jeu de tuyères placées au-dessus d'une sorte de creuset servant à recevoir les mâchefers qui, dans les conditions de température réalisée par l'injection de l'air chaud, ne pourront être que liquides.

Si ces gazogènes, dont certains types sont déjà industriels, ont donné lieu à des difficultés pour obtenir la liquéfaction des mâchefers, cela tient à ce qu'ils étaient soufflés à l'air froid, mais dans les conditions de soufflage spécial avec l'air chaud des récupérateurs, ces difficultés n'existent plus.

Ces gazogènes ne devront avoir que des dimensions restreintes, vu la haute température du vent soufflé.

On remarquera, en effet, que la gazéification du carbone dans le haut-fourneau, s'opère presque entièrement dans la partie de l'ouvrage qui surmonte les tuyères, et que cette partie du haut-fourneau doit laisser passer en même temps le laitier et la fonte.

Un gazogène unique de volume moitié moindre que cette partie du haut-fourneau devrait suffire pour assurer la gazéification du combustible.

* * *

En dehors de l'économie immédiate qui résultera du remplacement du coke métallurgique, par des combustibles de valeur moindre, le fait de la gazéification de cette partie de la charge à l'extérieur, permettra d'augmenter la capacité de production du haut-fourneau, de toute la quantité que fournira le mélange (minerai-fondant) ajouté en remplacement du coke supprimé.

Il faudra toutefois, comme ces charges nouvelles s'ajoutent aux charges normales journalières du haut-fourneau pour lesquelles le soufflage du vent a été calculé, augmenter le volume d'air et d'oxyde de carbone de la quantité requise par ces charges.

Par suite, sans rien changer au travail du haut-fourneau, comme aux dispositifs généraux qui l'accompagnent, et par la seule intercalation entre les récupérateurs et les tuyères, d'un ou de plusieurs gazogènes extrêmement simples, alimentés par des combustibles de prix moins élevé que le coke métallurgique, on réalisera une augmentation de puissance du haut-fourneau, en même temps qu'une économie dans le prix et sans doute, la dépense du combustible.

* * *

On peut se demander quelle sera la nature du métal obtenu par un haut-fourneau ainsi alimenté par de l'oxyde de carbone.

Du fait, constaté depuis longtemps, qu'une certaine dissociation de l'oxyde de carbone se réalise dans l'ouvrage par suite de la haute température qui y règne, et qui y régnera *à fortiori* puisqu'on aura employé un combustible plus facilement oxydable que le coke même activé, on peut en déduire qu'il y aura certainement une carburation du fer, sans qu'on puisse en indiquer le degré.

Il sera toutefois facile de ne pas changer la nature de la production, en adjoignant à la charge une quantité faible de coke et en diminuant d'autant celle gazéifiée dans les gazogènes annexes.

***

Cette substitution du gaz oxyde de carbone, au coke métallurgique, serait surtout intéressante en France où nous ne disposons pas de houilles aptes à fournir du coke métallurgique, en quantité suffisante pour satisfaire à tous nos besoins.

Au lieu d'importer ces houilles ou ce coke, nous pourrions traiter dans des cokeries nouvelles, des houilles à gaz, des houilles maigres, des lignites, les caractéristiques physiques du coke important peu dans les gazogènes et particulièrement dans les gazogènes à fusion de cendres qui ne demandent pas de décrassage.

La France pourrait alors se suffire à elle-même, tout en augmentant par ces nouvelles cokeries, sa production de carburants liquides et d'hydrogène concourant à développer la synthèse de l'ammoniaque.

On éviterait ainsi une sortie d'or considérable.

Alb. COLSON

Professeur honoraire à l'Ecole Polytechnique, Paris.

ROLE DE L'HYPOTHESE DANS LA THEORIE DE LA SOLUBILITE ET LE DEPLACEMENT DE L'EQUILIBRE

L'importance de la solubilité tient à ce qu'elle fournit les meilleures preuves de la loi du déplacement de l'équilibre. Sous le nom de *loi d'opposition de la réaction à l'action*, *M. Le Chatelier* l'avait envisagée comme purement expérimentale. Mais parmi les phénomènes de solubilité invoqués à titre d'exemple figurait le sel marin qui » possède une solubilité indépendante de la température parce que sa chaleur de dissolution est nulle » (1). En réalité la solubilité de ce corps est proportionnelle à la température ; de plus, aucune mesure concernant sa chaleur de dissolution n'avait été faite, car il ne s'agit pas de la chaleur de dissolution inscrite dans les tables de BERTHELOT

(1) *Annales des Mines*, 1888, t. 13, p. 204 et Compt. Rend., t. 104, p. 679.

et de THOMSEN. ni même de la chaleur de saturation L, mais d'une chaleur d'équilibre ρ afférente à la dissolution d'une molécule dissoute dans sa propre dissolution presque saturée.

BERTHELOT ayant affirmé que la chaleur de dissolution de sel marin change de signe vers 60°, j'avais vérifié l'exactitude de cette affirmation par des expériences directes. Pour savoir si un effet semblable se retrouverait sur les chaleurs de saturation et d'équilibre, j'ai déterminé par des expériences thermo-chimiques, la valeur de ces quantités à diverses températures. En ce qui concerne le sel marin, j'ai constaté qu'entre zéro et 21 degrés centigrades :

La chaleur de saturation L décroît régulièrement de 485 à 448 cal. gr.

Celle d'équilibre ρ augmentant régulièrement de — 16 à + 298 cal. gr. s'annule vers zéro, ce que j'ai vérifié directement par dissolution du sel, en plaçant le calorimètre dans un puits de glace fondante afin d'annuler les corrections de rayonnement (1).

Il convient donc d'abandonner la supposition d'une loi expérimentale et de comparer avec VAN'T HOFF, les solutions saturées aux vapeurs saturées (2) » pour appliquer l'équation fondamentale de la thermodynamique » et conférer ainsi un caractère rationnel à la formule issue de cette assimilation de la pression osmotique à la tension maxima.

Pour les non électrolytes peu solubles, VAN'T HOFF indique :

$$L - 2T = 2\frac{T^2}{C} \times \frac{dC}{dT}.$$

C étant la concentration de la solution saturée à la température absolue T, et 2 T la valeur du produit ApV des molécules gazeuses. Cette égalité exprime que le sens de la concentration change selon que L—2 T est supérieur ou inférieur à zéro.

Dès 1886, VAN'T HOFF, au lieu de vérifier cette formule sur les six exemples reproduits dans sa *Chimie Physique* (p. 33). considérait la différence L — 2 T comme » une chaleur latente interne Q et l'identifiait à la chaleur de dissolution simple mesurable au calorimètre parce que « dans les solutions étendues il n'y a pas de travail extérieur produit » (p. 32).

D'une part la pression extérieure agit peu sur la dissolution ; de plus pour estimer au calorimètre la chaleur de dissolution de composés peu solubles il faut se rapprocher de la saturation et non des dilutions ; enfin, la chaleur Q change avec la température. En tenant compte de ces remarques, certains écarts entre le calcul et l'observation s'effacent. Pour le chlorure mercurique, VAN'T HOFF calcule

(1) Compt. Rend., t. 161, p. 424, 586 et 787.
(2) Van't Hoff, *Chimie Physique*, t. 1, p. 31 (Trad. Corvisy).

Q = 2.700 cal. entre 10 et 50 degrés et compare à la valeur calorimétrique Q = 3.000 cal. observée vers 20° ; d'où un écart de 10 0/0. Or entre 0° et 10° l'expérience donne $\frac{dC}{C} = 0{,}082$ d'où Q calculé égale 2.054 et entre 20° et 40° l'expérience donne $\frac{dC}{C} = 0{,}11115$ d'où Q calculé égale 2.706. La moyenne de ces valeurs calculées Q est 2.380; elle correspond à 20° comme température et à L—2 T, car en y ajoutant 2 T = 580, on trouve 2.960 cal. voisin du nombre 3.000 inscrit dans la table et qui, assimilé à L, donne bien Q = L — 2T (2.380 cal. environ).

La solubilité étant une action continue, la formule rationnelle établie par VAN'T HOFF pour les faibles solubilités doit résulter d'une formule générale. Mais la chaleur de dissolution idéale, souvent désignée par ρ, ne répond pas au but cherché. Ce serait, d'après l'illustre savant, « la chaleur théorique absorbée si la substance était recueillie dans sa solution saturée. Son signe déterminerait la variation $\frac{dC}{dT}$ de la solubilité sous l'action de la température, car la pression osmotique augmente avec la concentration et $\frac{dC}{dp}$ est positif ». Exprimé ou non par cette dérivée, le parallélisme entre p et C est inadmissible. Même dans le cas des solutions faibles non ionisées, si la solubilité passait par un maximum, la variation $\frac{dC}{dT}$ s'annulerait et par suite L—2 T, en vertu de l'égalité $L - 2T = 2\frac{T^2}{C} \times \frac{dC}{dT}$, tandis que l'assimilation directe de la pression osmotique aux tensions saturées exprimées par $L = ATU.\frac{dp}{dT}$ exigerait L = O pour $\frac{dp}{dT} = 0$. Or, la quantité L ne pouvant être à la fois nulle et égale à 2 T, la pression osmotique et la concentration n'augmentent pas simultanément.

Pour les dissolutions concentrées, la substitution de p à L — 2T traduit le fait que la valeur ApU n'est plus égale à 2T des gaz ; mais si l'on corrige en conséquence le premier membre de l'égalité de VAN'T HOFF, il faut aussi corriger le deuxième membre où 2T intervient dans le terme $2T \times \frac{T}{C}$. Or, tous les auteurs ont omis cette correction nécessaire à l'égalité des deux membres (1).

D'ailleurs, le parallélisme de p et de C est en opposition avec la définition de ces deux quantités ; car la concentration C est définie par le nombre de molécules chimiques n contenu dans un volume U

(1) CHWOLSON, Traité de Phys., t. 3, p. 929. — CHESNEAU, Lois générales de la Chimie, p. 164. — VAN'T HOFF, Chim. Phys., t. 2. p. 55.

de la dissolution, tandis que la pression osmotique p dépend du nombre n des particules et de leur température. Si bien que pour les solutions non ionisées, on a $p = \alpha CT$ avec $\alpha = 0{,}00366$, dont la dérivée $\frac{dp}{dT} = \alpha\left(C + T \times \frac{dC}{dT}\right)$ montre que $\frac{dC}{dT}$ reste positif quand dC s'annule.

D'autre part, l'élaboration d'un cycle réversible propre à la dissolution de tout corps défini et en léger excès, aboutit à l'égalité intégrale de Clapeyron (1) $L = AT(U - u)\frac{dp}{dT}$, où U représente le volume final de la dissolution et u le corps dissous ; l'expression complète de la loi de solubilité résultera naturellement de l'introduction dans cette égalité de la dérivée $\frac{dp}{dT}$ évaluée plus haut. Si de plus, on multiplie le second membre par p en le divisant simultanément par αCT égal à p, elle prendra la forme :

$$L - A.p(U - u) = Ap(U - u)\frac{T}{C}.\frac{dC}{dT}.$$

Enfin, si L est la chaleur de saturation rapportée à la molécule, le produit ApU se rapproche de la valeur 2 T des gaz et l'égalité devenant

$$L - 2T \times \frac{U - u}{U} = 2\frac{U - u}{U} \times \frac{T^2}{C}.\frac{dC}{dT}$$

régit tous les cas de solubilité quelle que soit l'interprétation donnée au premier membre.

Discussion. — 1° Cette relation générale doit prendre la forme indiquée par Van't Hoff pour les corps ionisés et peu solubles. De fait, u est alors négligeable donc

$$\frac{U - u}{U} = 1, \quad \text{et} \quad L - 2T = 2\frac{T^2}{C}.\frac{dC}{dT}.$$

2° Pour les solutions ionisées, la pression p qui figure dans le produit ApU devient $P = ip$; de sorte que 2T devient $2iT$; car le coefficient i d'Arrhénius est peu sensible à la chaleur pour des concentrations voisines, par exemple vers un maximum de solubilité qui, se trouve alors réglé par la condition $L = 2iT \times \frac{U - u}{U}$. Appliquons au gypse dont Marignac a fixé le maximum de concentration aux environs de 35°, soit $T = 273 + 35 = 308$. D'autre part, les mesures

(1) Compt. Rend. de l'Ac. des Sciences, t. 163, p. 157.

de résistivité électrique donnent $i = 1{,}70$, donc $L = 1.047$ cal.; loin d'être nul, ce nombre est double de la chaleur de saturation du sel marin. En dépit de sa grandeur, ce nombre est difficile à évaluer, même approximativement, à cause de la faible solubilité du gypse ; il correspond à peine à une élévation de température de 0,008 dont. les corrections de refroidissement rendent l'observation indécise Pourtant j'ai réussi à faire des mesures qui ne laissent aucun doute sur l'ordre de grandeur de la chaleur mise en œuvre dans les solutions saturées de gypse ; en voici l'exposé :

MARIGNAC (*Ann. Ch. et Ph.*, 1874, t. I, p. 274) suppose à l'état de saturation le gypse qui, après précipitation, lavages et déshydratation vers 140°, se redissout au taux de 8 à 9 % de sorte qu'en sortant peu à peu à l'état cristallisé de cette solution sursaturée, le gypse réalise l'opération inverse de celle qui définit la quantité ρ quand on admet le parallélisme de p et de C. Ici, encore cette supposition conduit à des impossibilités. La dissolution du corps sec se fait avec un dégagement de chaleur rapide, variable avec les conditions de préparation et qui comprend la chaleur d'hydratation x du sel anhydre et celle de dissolution y du gypse en sursaturation. J'ai généralement trouvé pour $x + y$ des nombres variant de 39,9 à 40,8, soit 40,4 calor.

D'autre part, en filtrant rapidement la dissolution dont la température reste momentanément constante, puis en observant son refroidissement dans un calorimètre de BERTHELOT, la température invariable pendant quinze et vingt minutes, s'élève progressivement dès que se trouble une portion du liquide conservé comme témoin.

Exemple : de 1 heure à 1 h. 15, j'observe 23°,12,
de 1 h. 15 à 1 h. 35, j'observe 23°,14,
de 1 h. 35 à 2 heures, j'observe 23°,16,
enfin de 2 h. 20 à 2 h. 40, la température se fixe légèrement au-dessus de 23°,16.

Pour une valeur en eau calorimétrique de 358, le poids du gypse déposé, puis calciné est de 1 gr. 732, soit 8 cal. par gramme de plâtre sorti à l'état de gypse de la dissolution saturée. Pour un autre poids 1 gr. 634 recueilli à 20°,9, j'ai trouvé 8,52 ; ce nombre, inverse de y correspond pour une molécule 136 à 1.158 calories.

D'autres expériences ont donné des résultats voisins de 8.

Le nombre 8,52, s'il se rapportait à ρ, exigerait une solubilité croissante du gypse à 35°. Au contraire s'il satisfait à la valeur L calculée à 35°, en tenant compte du facteur i de M. ARRHÉNIUS, beaucoup plus important que les écarts des lois de MARIOTTE et GAY-LUSSAC, la valeur L calculée égale 1.047.

Revenons au sel marin dont la chaleur de saturation L observée sur le corps anhydre varie de 485 à 448 calor. entre zéro et 21°, d'après mes expériences rappelées ci-dessus. La solubilité changeant peu entre 0° et 10° supposons i constant et calculons L. En solution

saturée à 18°, le volume dissous atteint 14,78 0/0 soit $\frac{U-u}{U} = 0{,}8522$;

le coefficient d'ionisation est 1,36 d'après la conductivité électrique. Comme $0{,}8522 \times 1{,}36$ équivaut à 1,16, le produit $2 \times 273 \times 1{,}16$, soit 633, est supérieur à $L = 485$: la valeur négative de

$$\rho = |L - 2iT| \times \frac{U-u}{U}$$

exigerait donc que, contrairement aux faits, la solubilité diminuât quand la température s'élève. Rappelons que mes mesures de ρ conduisaient aussi à considérer cette quantité comme négative à zéro. M. Le Chatelier, en corrigeant arbitrairement mes déterminations, a conclu à l'existence d'un minimum de solubilité vers — 10° qui confirme sa formule c'est-à-dire l'égalité prétendue rationnelle ρ ou $L - 2T = 2\frac{T^2}{C}\frac{dC}{dT}$ dont le terme $2T = AUp$, modifié dans le premier membre, demeure intact dans le deuxième. Il ajoutait que » cependant cette vérification n'était pas nécessaire parce que sa formule est une conséquence des principes de l'énergétique », et il terminait par cette affirmation que « la coïncidence d'une chaleur de dissolution nulle avec le minimum de solubilité vers — 10° est dans tous les cas rigoureuse et indépendante de la grandeur du paramètre *i* » (1). L'inexistence de ce minimum confirme le désaccord entre les faits et la formule, tandis que l'hypothèse d'une loi purement expérimentale est abandonnée par son auteur

Quant à la solidité des principes de l'énergétique, personne n'en doute ; c'est leur adaptation à la théorie de la solubilité par des hypothèses défectueuses que je conteste et c'est une saine interprétation des formules que je voudrais donner, car elle révélerait l'existence de conditions capitales inaperçues. L'annulation de ρ vers 2°, constatée directement et conforme à la formule rationnelle rectifiée, est située par M. Le Chatelier vers — 10° afin de justifier sa loi. Dans ces limites de température, le changement de signe de ρ, est inadmissible, car la solubilité du sel marin sec, sur lequel ont porté les mesures, croît de — 18° à 115°. Qu'il commence à — 10° ou à + 2°, le désaccord existe. Il prouve, simplement que les conditions rationnelles ne sont pas remplies. De fait, sous le microscope, l'évaporation d'une goutte de solution saturée révèle l'existence de cristaux polarisants NaCl, 2 H^2O. Donc le corps dissous NaCl se déposant sous forme d'hydrate, la réversibilité des actions exigée par la formule

(1) Compt. Rend. Acad. des Sc., 1916, t. 162, p. 32. S'agit-il du point d'eutexie fixé à 18° par M. Matignon pour le système glace+sel hydraté et qui paraît être de 23° d'après Mendeleieff pour le système glace+sel anhydre? Ce ne sont point des minimums.

n'existe plus, car LŒWEL a montré que les sels et leurs hydrates ont des courbes de solubilité propres. En d'autres termes, la formule d'équilibre suppose un système binaire (NaCl + Eau), alors que la dissolution répond au système ternaire (sel + hydrate + eau). vers zéro.

De même, le maximum de solubilité de l'isobutyrate calcique, fixé à 80° par une formule douteuse, n'est pas démontré par la constatation « d'un changement du signe de L identique à celui de ρ », car à 80° le sel déposé est moins hydraté que le sel initial (1).

CONCLUSION. — La solubilité est loin de confirmer la formule admise pour fixer le sens du déplacement de l'équilibre. Moins générale que celle de CLAPEYRON dont elle procède par suppression de *u* dans le terme (U — *u*), ce qui détruit l'influence de la contraction, si importante aux changements d'états, cette formule n'exprime plus même l'allure réelle de certains équilibres binaires : nous l'avons montré ailleurs.

A cette diminution de portée, s'ajoute la perte du caractère rationnel d'une loi résultant d'une formule basée sur l'hypothèse inadmissible que la pression osmotique augmente avec la concentration. Corrigée sur ce point, la formule devient alors l'expression pure et simple de l'assimilation des solutions aux vapeurs saturées ; mais loin de régenter les faits, ce sont les faits qui rectifient la formule, et avertissent par un désaccord avec elle de son illégitimité pour omission de conditions essentielles à l'énergétique. Ainsi la présence de cristaux hydratés dans le sel déposé à zéro supprime la réversibilité indispensable à l'égalité de Clapeyron ; d'autre part, les dérivées $\frac{dp}{dT}$ et $\frac{dC}{dT}$ ne s'annulent pas simultanément, contrairement aux suppositions admises.

(1) Compt. Rend. Acad. des Sc., t. 104, p. 679.

7e section

MÉTÉOROLOGIE ET PHYSIQUE DU GLOBE

Président. . . . . . Jules JAUMOTTE, Directeur de l'Institut Royal Météorologique de Belgique, Uccle.

Secrétaire. . . . . . Charles MAURAIN, Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur de l'Institut de Physique du Globe, Paris.

L. CHAPTAL

Directeur de la Station régionale de Physique et de Météorologie agricoles de Montpellier

---

LA DIFFUSION DES AVERTISSEMENTS AGRICOLES DANS LE MIDI DE LA FRANCE

La Station régionale de Physique et de Météorologie agricoles de Montpellier qui fait partie de l'Institut des Recherches Agronomiques a dans ses attributions l'élaboration et la diffusion des avertissements agricoles.

Les Avertissements Agricoles sont des avis basés sur les conditions météorologiques et relatifs aux opérations culturales à entreprendre, à l'opportunité des traitements contre les parasites, aux mesures à employer contre les météores, etc...

Depuis vingt-cinq ans la Station adresse, tous les jours vers 17 heures, à ses abonnés, un télégramme donnant :

a) des indications sur le temps qu'il fait à Montpellier et à l'Aigoual ainsi que le temps probable pour la journée du lendemain ;

b) des avertissements agricoles : annonce des gelées de printemps, informations sur les dégâts causés par les météores, renseignements sur l'apparition des parasites, indication du moment favorable pour l'application des traitements appropriés, etc...

En attendant la mise en fonctionnement de la Station météorolo-

gique de Marignane (Bouches-du-Rhône), qui sera spécialement chargée, sous le contrôle de l'Office national météorologique de Paris, de formuler les avis de prévision du temps pour toute la région méditerranéenne, la partie » temps probable » du télégramme quotidien reproduit la prévision, pour la région Sud, faite vers midi par l'Office national météorologique.

Pour la transmission de ces télégrammes quotidiens qui bénéficient de la priorité, l'Administration des Postes et Télégraphes a consenti des tarifs d'abonnement exceptionnellement réduits. Le montant de l'abonnement est fixé à 50 francs par semestre pour les particuliers et à 20 francs pour les communes.

Les communes rurales éloignées, ne recevant parfois les télégrammes que longtemps après leur dépôt, le Ministère de l'Agriculture avait mis à l'étude, en 1914, un projet de transmission de ces dépêches par télégraphie sans fil.

En raison des progrès faits par la téléphonie sans fil pendant la guerre, on a procédé à la Station régionale de Physique et de Météorologie agricoles de Montpellier en 1918 et en 1920 à des essais de diffusion des avertissements agricoles par téléphonie sans fil. Les expériences ont été concluantes, mais l'obligation de disposer d'un personnel spécialisé et d'un matériel coûteux n'a pas permis à l'Administration d'utiliser ce mode de transmission.

Il est indiscutable que ce procédé de diffusion offre de grands avantages, mais depuis 1922 que l'Office national météorologique emploie la téléphonie sans fil pour répandre ses prévisions météorologiques, on a pu constater que ce mode de transmission présente, surtout dans le cas qui nous occupe, un certain nombre d'inconvénients. La pratique a montré que si la réception des messages téléphonés par la Tour Eiffel est satisfaisante dans toute la France quand on se sert d'appareils récepteurs à lampes amplificatrices, toujours coûteux, elle n'était possible au moyen d'appareils économiques que dans un certain rayon autour du poste émetteur. Ce serait une erreur d'engager tous les agriculteurs et en particulier ceux qui habitent les régions méridionales à se procurer un poste d'amateur pour entendre les émissions faites dans la région parisienne. Ce conseil ne pourra leur être donné que le jour où on aura équipé dans les diverses régions de la France des postes émetteurs destinés à répéter les informations de la Tour Eiffel.

D'ailleurs, même avec des appareils permettant une bonne réception, la transmission des avertissements agricoles et météorologiques par téléphonie sans fil présente certaines difficultés.

La manipulation des appareils récepteurs, surtout celle des modèles peu perfectionnés, étant assez délicate, il ne sera pas toujours facile de trouver dans une exploitation agricole des personnes capables de s'en servir. D'autre part, celui qui sera chargé de ce travail devra se

trouver tous les jours à la même heure aux écouteurs quelle que soit l'urgence de ses autres occupations. S'il n'est pas libre au moment voulu, ce qui peut arriver, les travaux agricoles ne pouvant pas être réglés avec une précision mathématique, le propriétaire perdra le bénéfice de l'information.

Au contraire, dans la transmission par fil, l'abonné n'a pas à se déranger, on lui remet le télégramme à domicile. S'il est absent, il le trouve à son arrivée. Il reçoit régulièrement et sans se déranger ni déranger son personnel les renseignements qui lui sont utiles.

Il faut aussi considérer que dans une commune ayant un certain nombre d'abonnés, il n'y a, par la transmission par fil, qu'une personne immobilisée : l'agent des postes rétribué pour faire ce service. Au contraire dans la transmission par sans fil tous ceux qui désirent recevoir sont immobilisés au même instant.

On doit également tenir compte que si les informations données par fil ne sont qu'un faible résumé des renseignements pouvant être donnés par sans fil, ce résumé a l'avantage de pouvoir être mis à la disposition des collectivités. Un télégramme peut facilement, après traduction s'il y a lieu être affiché dans un endroit déterminé et porté ainsi à la connaissance de nombreux intéressés. Il n'en est pas de même des informations transmises par téléphonie sans fil. Si celui qui les reçoit ne connaît pas la sténographie, il ne pourra que répéter des à peu près et nous nous méfions des à peu près d'informations qui ne sont elles mêmes que des probabilités.

Nous n'insisterons pas sur le prix d'achat et d'entretien d'un petit poste récepteur de T. S. F. (poste à galène) ni sur la taxe annuelle qu'on peut avoir à payer, mais nous signalerons les ennuis des pannes et des parasites. Ce sera précisément les jours orageux où on voudrait bien savoir le temps qu'il fera le lendemain que les parasites empêcheront d'entendre la prévision.

Les amateurs de T. S. F. savent combien les canalisations électriques gênent la réception, même quand on dispose de postes perfectionnés, aussi on peut se demander comment on arrivera à recevoir convenablement au moyen de postes de fortune quand les réseaux électriques ruraux dont on préconise avec juste raison le développement seront installés. Bien plus délicat encore serait le problème de la réception si l'électroculture par haute tension et par haute fréquence entrait dans le domaine de la pratique.

Toutes ces difficultés ne sont sans doute pas insurmontables, mais elles méritent de retenir l'attention et en l'état actuel de la téléphonie sans fil, ce serait une faute de vouloir l'utiliser à l'exclusion de tous autres procédés pour la transmission des avertissements agricoles. Il est au contraire tout indiqué de l'employer concurremment avec les méthodes actuellement en usage qu'on doit d'ailleurs s'efforcer d'améliorer et de compléter.

F. ANDUZE DE SAINT-PAUL

Licencié ès-Sciences, météorologiste agricole adjoint, Montpellier

ABAQUE POUR LA DETERMINATION DU POINT DE ROSEE ET DE LA TENSION DE LA VAPEUR D'EAU DANS L'AIR

L'abaque dont nous allons exposer le principe et indiquer le mode de construction, donne rapidement le point de rosée θ en fonction de la température de l'air et de son état hygrométrique e ; il peut donner aussi facilement la tension f de la vapeur d'eau dans l'air.

Soient t_1 (inférieure à 0°) et t_2 ($t_2 > t_1$) les limites extrêmes de température que nous nous imposons, et F_2 la tension maxima de la vapeur d'eau pour la température t_2.

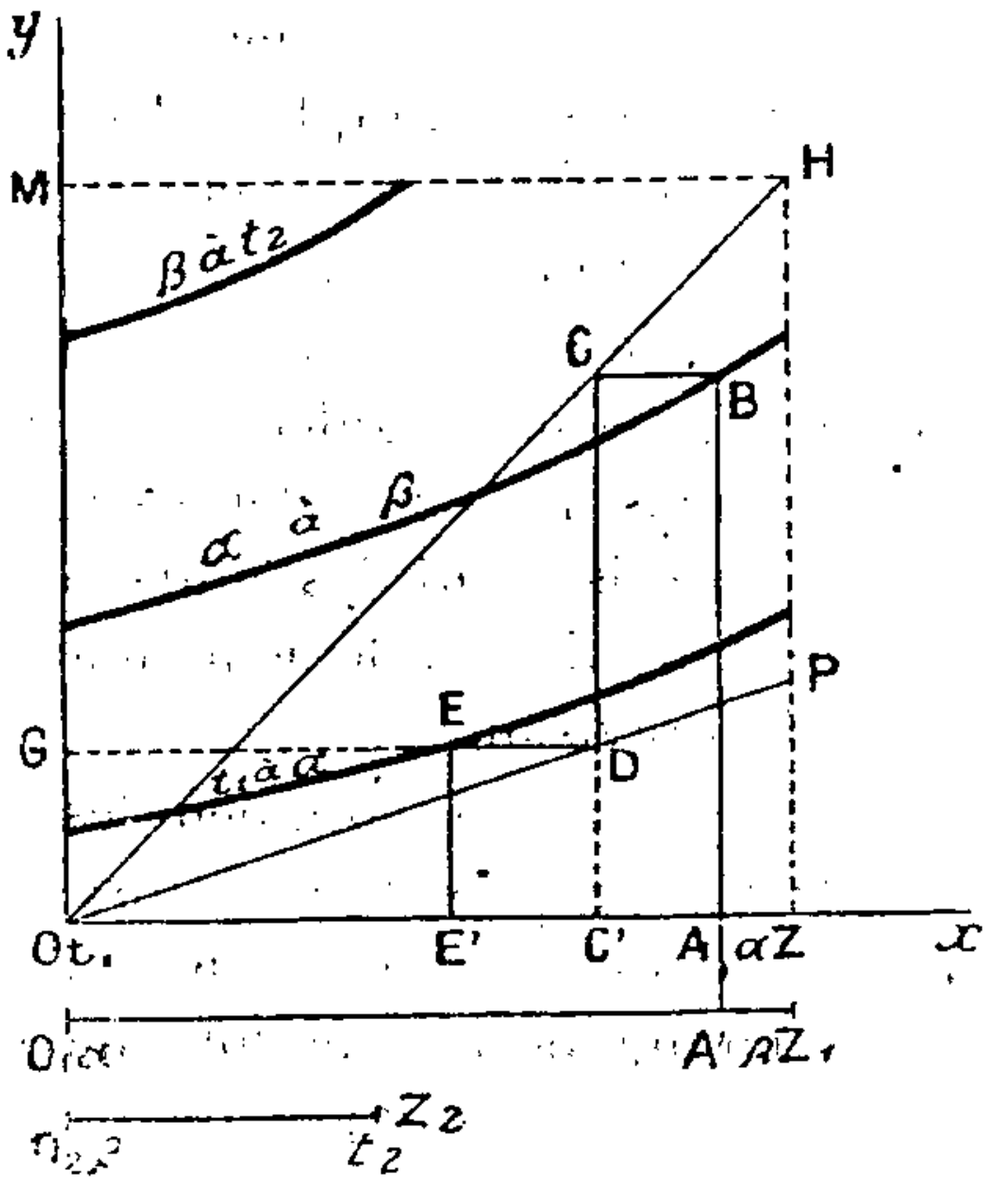


Fig. 1

Soient deux axes de coordonnées rectangulaires Ox, Oy ; nous porterons les températures suivant Ox gradué en degrés centigrades, et les tensions de vapeur suivant Oy gradué en millimètres de mercure (voir figure).

Soient $\overline{OM} = F_2$ et OMHZ un carré de côté égal à OM (d'après l'échelle de graduation de Ox, $\overline{OZ}$ correspond à n degrés).

Construisons dans ce carré, *de la façon suivante*, la courbe $F(t)$ des

tensions maxima de la vapeur d'eau, courbe donnée par les tables :

Pour des températures comprises entre t_1 et $\alpha(\alpha - t_1 = n)$, nous faisons correspondre $\overline{OZ}$ à ces valeurs de t et nous traçons la portion de la courbe $F(t)$ qui donne F dans cet intervalle de températures.

Pour des valeurs de t, entre α et β, $(\beta - \alpha = n)$, nous plaçons sous OZ un segment de droite, $\overline{O_1Z_1}$, égal et parallèle à $\overline{OZ}$, et gradué de α à β. Admettant cette graduation comme celle de l'axe des x, nous construisons dans le système xOy la portion de courbe $F(t)$ donnant F entre α et β.

Et ainsi de suite, jusqu'à la valeur t_2 de la température. Nous construisons ainsi autant de parties de la courbe $F(t)$ qu'il est nécessaire et traçons un nombre égal de segments de droites gradués $\overline{O_1Z_1}$, $\overline{O_2Z_2}$, ... sous Ox. Nous indiquons enfin sur chaque portion de courbe, à quelles températures elle correspond.

La courbe $F(t)$ étant ainsi construite, pour une température t (point A' sur O_1Z_1), la tension maxima de la vapeur d'eau est $\overline{AB}$. Si l'état hygrométrique est e, la tension de la vapeur d'eau dans l'air est :

$$f = \frac{e.\overline{AB}}{100}.$$

Menons la bissectrice $OH(y = x)$ de l'angle xOy et la droite :

$$y = e.\frac{x}{100} \qquad (1)$$

Soit OP cette droite. Rappelons horizontalement B en C sur la bissectrice. On a :

$$\overline{AB} = \overline{C'C}$$

et si D est le point d'intersection de C'C avec OP, il vient :

$$\overline{C'D} = e.\frac{\overline{OC'}}{100} = e.\frac{\overline{C'C}}{100} = f.$$

Mais $\overline{C'D} = f$ n'est autre que la tension maxima de la vapeur d'eau à la température du point de rosée. Un rappel horizontal de D au point E sur la courbe $F(t)$, (le point E et le point B peuvent ne pas se trouver sur la même portion de courbe), nous donne par l'abcisse $\overline{OE'}$ du point E, la valeur du point de rosée θ.

Ce raisonnement nous indique *les modes de construction et d'emploi de l'abaque* :

Sur un papier millimétré, dans le carré OMHZ de côté $OM = F_2$, il nous suffira de tracer, comme nous l'avons expliqué plus haut, la courbe F (t) entre t_1 et t_2 et quelques droites d'équation (1) correspon-

dant à divers états hygrométriques (par exemple, pour les valeurs décimales de e). L'abaque sera construit.

Pour trouver la valeur du point de rosée pour des valeurs t_0 et e_0 de t et de e, nous suivrons, avec la pointe d'une plume, le chemin A'BCDEE', c'est-à-dire : nous élèverons du point A' (relatif à t_0) la

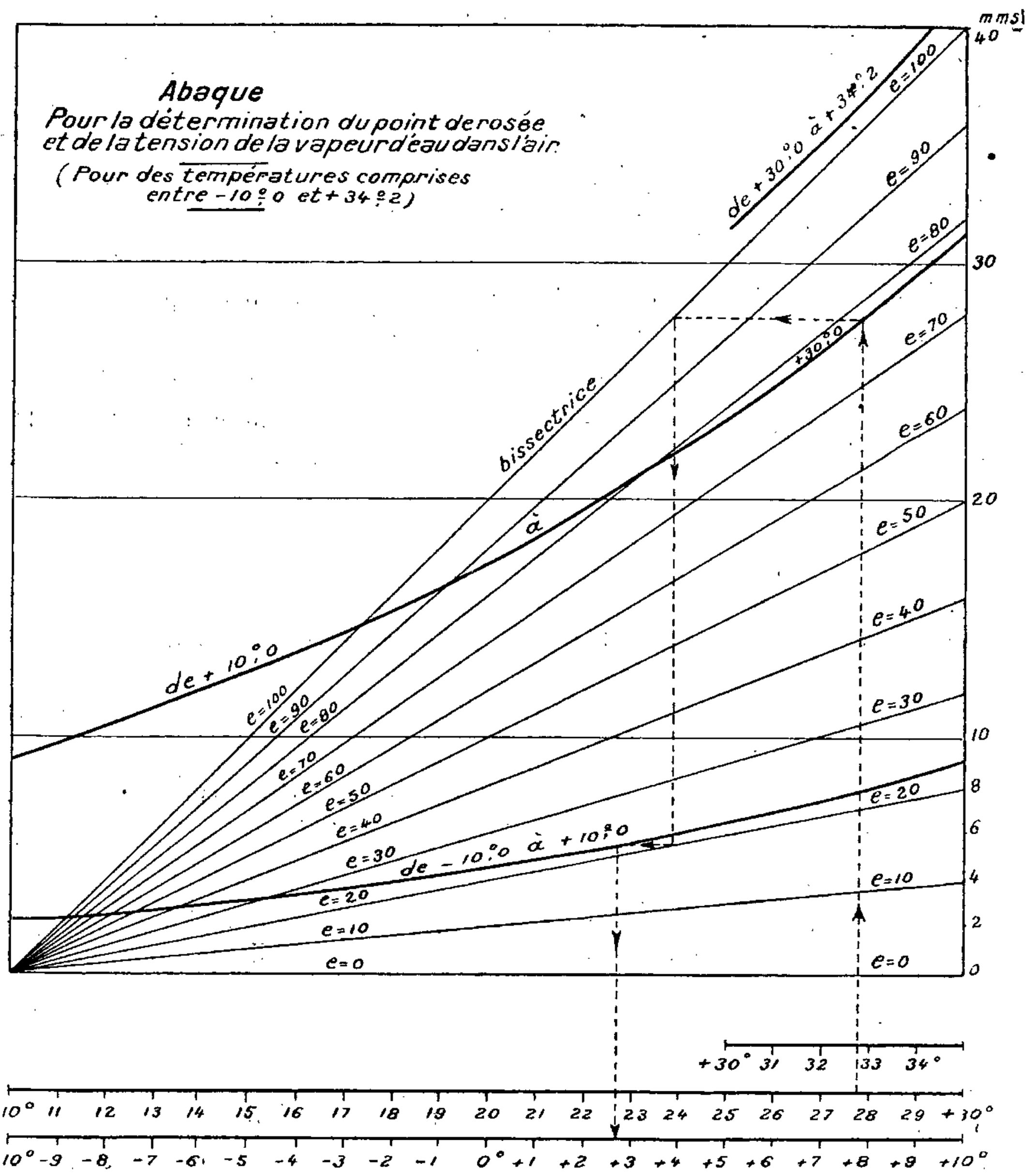


Fig. 2

perpendiculaire à Ox rencontrant en B la portion de courbe $F(t)$ qui correspond à t_0, nous rappelerons B horizontalement en C sur la bissectrice, puis C verticalement en D sur la droite (1) relative à l'état hygrométrique e_0 ; un dernier rappel, horizontal, de D en E sur la courbe $F(t)$, donne par son abcisse OE' la valeur θ_0, $\overline{OE'} = \theta_0$, du point de rosée.

* * *

Cet abaque présente les avantages suivants :

1° il est très facile à construire ; ses éléments sont, en effet, une courbe (donnée par les tables) et dix droites ;

2° il détermine le point de rosée à la même échelle que la température d'où l'on part pour le trouver ;

3° la graduation qui donne le point de rosée 0 est régulière, c'est-à-dire que θ est donné à la même échelle et avec la même précision, quelle que soit sa valeur ;

4° cet abaque occupe une très faible surface. C'est un carré dont le côté égale la tension maxima de la vapeur d'eau pour la plus grande valeur de t, dont, par conséquent, les dimensions dépendent seulement de l'échelle des tensions de vapeur et de la température la plus élevée choisie ;

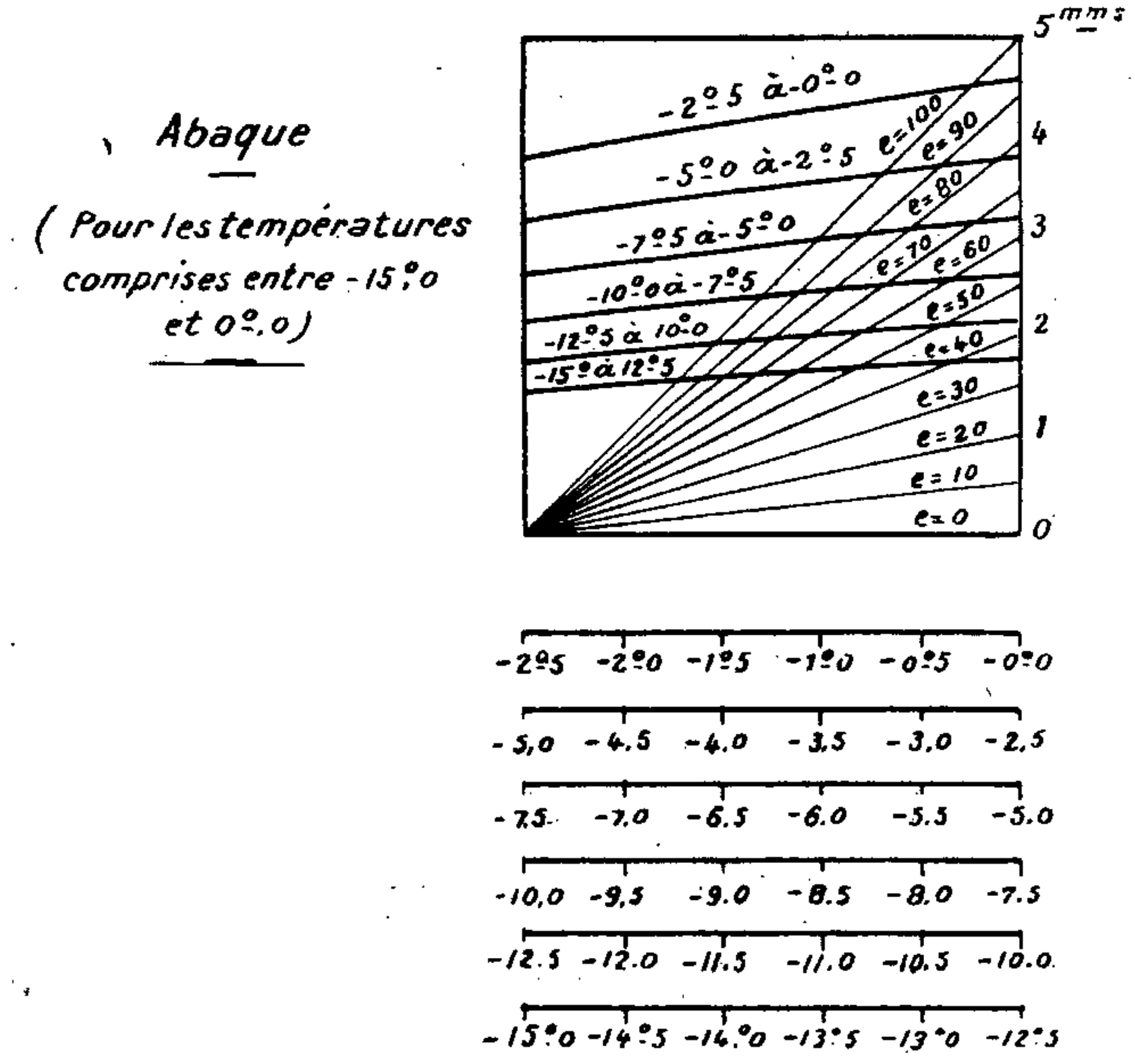


Fig. 3

5° l'échelle adoptée pour les températures sur Ox, n'influe pas sur les dimensions de l'abaque ; l'échelle des tensions de vapeur étant fixée, celle des températures peut-être aussi grande que l'on voudra, l'abaque aura toujours les mêmes dimensions.

Cet abaque donne aussi la tension f de la vapeur d'eau dans l'air. Il suffit de suivre le chemin A'BCDG ; on a :

$$\overline{OG} = \overline{C'D} = f$$

Oy étant gradué en millimètres de mercure.

* * *

On peut remarquer qu'un abaque semblable donnerait le poids de vapeur d'eau contenue dans l'air, par mètre cube, en fonction de t et de e. Il suffirait de graduer Oy en grammes, de remplacer la courbe F (t) par la courbe des poids de vapeur d'eau contenus dans l'air saturé en fonction de la température, et de décrire un chemin identique à celui qui a donné f dans le cas précédent.

EXEMPLES

On trouvera ci-après deux abaques différents construits d'après la théorie ci-jointe (figures 2 et 3) :

Pour l'un, les limites extrêmes de température sont : — 10°0 et + 34°,2 ;

Pour l'autre, les limites sont — 15°,0 et 0°,0. [La courbe F (t) des tensions maxima de la vapeur d'eau est construite sur ces abaques d'après les valeurs données dans les » Tables Météorologiques Internationales ».]

Pour rappeler le mode d'emploi, nous avons figuré sur l'un d'eux, en pointillé, le chemin suivi lorsqu'on cherche θ et f, pour une température de l'air égale à 27°,8 et un état hygrométrique de 20.

On trouve :

$$\theta = + 2°,7 \qquad f = 5^{mm}{}^{o},5$$

J. JAUMOTTE

Directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, Uccle

---

1° DETERMINATION DU POIDS DE VAPEUR D'EAU PAR KILOG. D'AIR EN FONCTION DE LA TEMPERATURE, DE LA PRESSION ET DE L'HUMIDITE RELATIVE

Soient T la température absolue, p la pression (en mb), h l'humidité relative.

La masse M (en kgr) de 1 m³ d'air sec à la température T et à la pression p est donnée par la formule

$$M = 1{,}293 \frac{p}{1013} \frac{273}{T}$$

$$= \frac{1{,}293 \times 273}{1013} \frac{p}{T}.$$

Nous prendrons pour la masse du même volume d'air humide le même nombre M. Cette approximation sera largement suffisante.

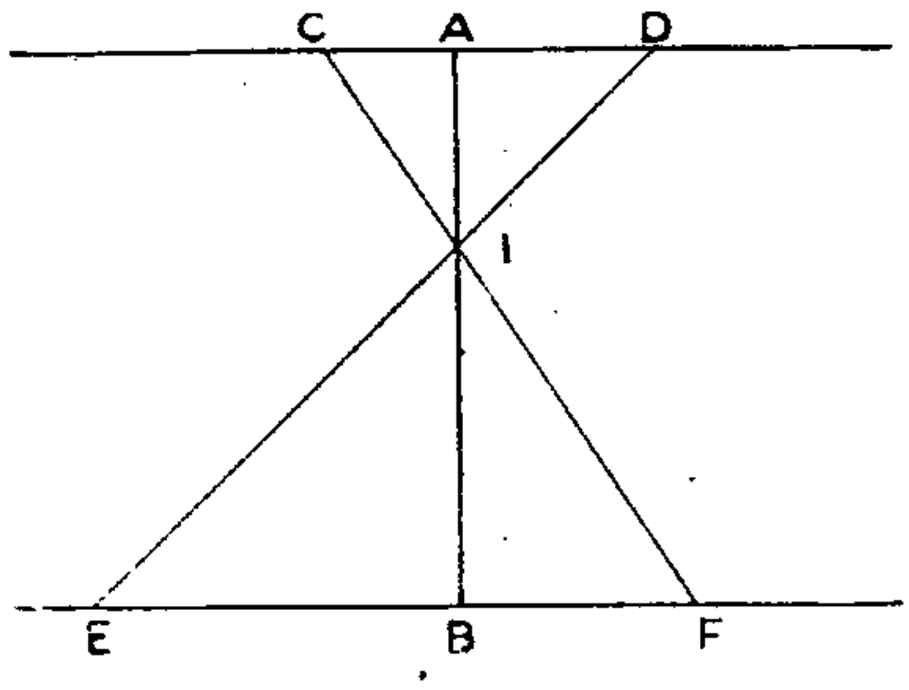
Soit s la masse de vapeur d'eau contenue dans 1 m³ d'air saturé à la température T. Cette fonction de T est donnée par les tables météorologiques internationales. La masse de vapeur d'eau m pour une humidité relative h sera $m = sh$. On a donc

$$u = \frac{m}{M} = \frac{K s T . h}{p}$$

En posant

$$K = \frac{1013}{1{,}293 \times 273}.$$

Considérons deux droites parallèles et soit AB une transversale qui sur l'abaque est perpendiculaire aux parallèles.

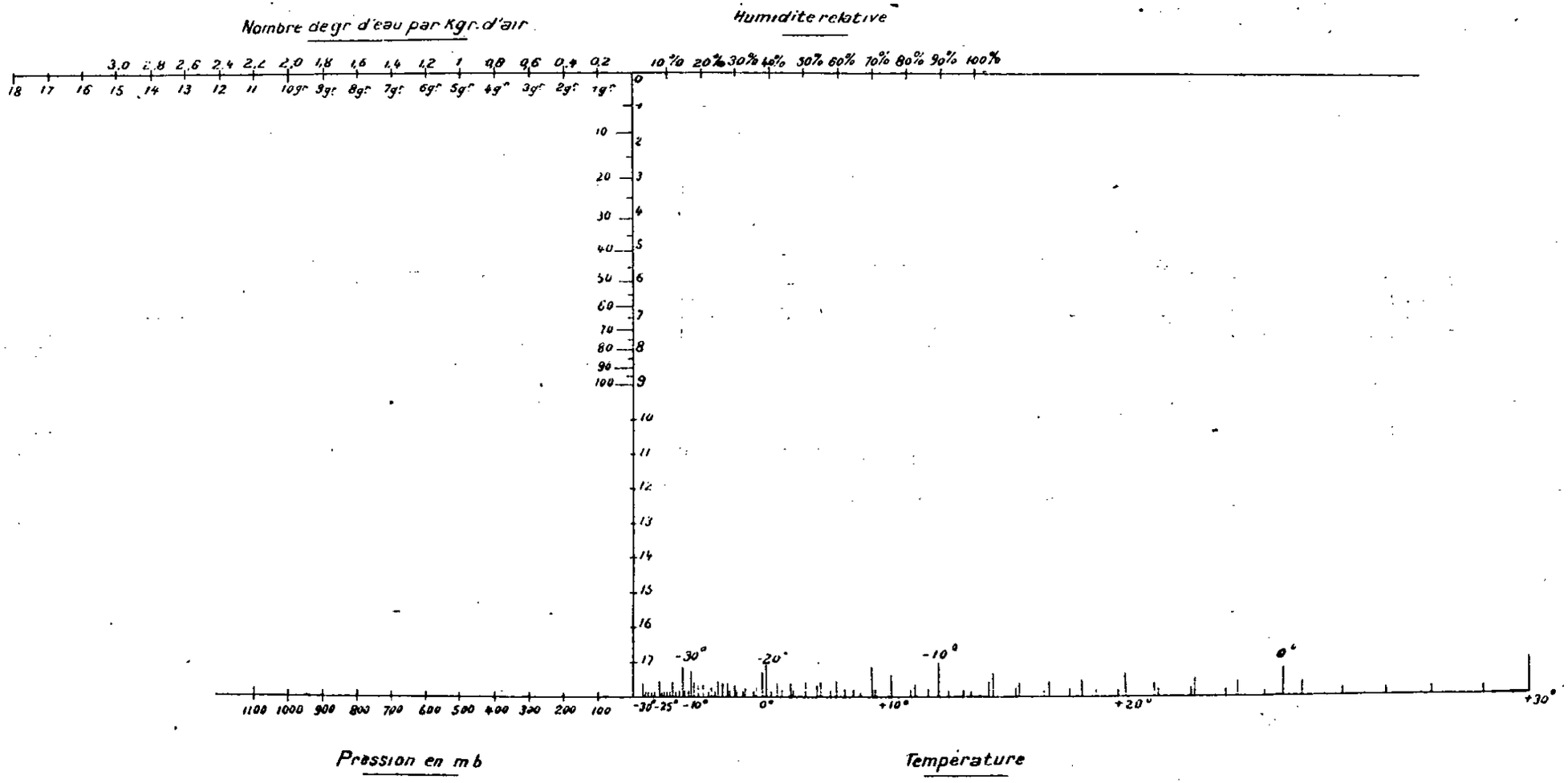


Soient CF et DE deux droites passant par un point I de AB et qui coupent la première parallèle en C et D, la seconde en F et E.
On a visiblement

$$\frac{AC}{BF} = \frac{AI}{BI} = \frac{AD}{BE}.$$

Faisons

$$AD = 100h., \qquad BE = \frac{p}{10}, \qquad BF = \frac{1}{100} K s T.$$


Nombre de gr d'eau par Kgr. d'air
3,0 2,8 2,6 2,4 2,2 2,0 1,8 1,6 1,4 1,2 1 0,8 0,6 0,4 0,2
18 17 16 15 14 13 12 11 10gr 9gr 8gr 7gr 6gr 5gr 4gr 3gr 2gr 1gr
Humidite relative
10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
1100 1000 900 800 700 600 500 400 300 200 100
Pression en m b
-30° -20° -10° 0° +10° +20° +30°
-30° -25° -10° 0°
Température

On aura

$$AC = BF.\frac{AD}{BE}$$

$$= 10\ K\,s\,T\frac{h}{p}$$

$$= 10\ u$$

GraduonsBF en degrés en portant des longueurs égales à $\frac{1}{100}$ K*s*T, BE en *mb* en faisant correspondre 1 mm. à 10 *mb*, AD en prenant 1 mm. par degré d'humidité. On voit que le point C donnera le nombre de gr. d'eau par kg d'air, 1 gr. correspondant à 1 cm.

La détermination du point C à partir de D, E, F ne nécessite aucun tracé. Il suffit de placer une règle suivant DE, pointer le point I et de placer la règle suivant IF.

Comme on a souvent besoin de calculer le rapport *u* pour la pression atmosphérique, la graduation d'humidité relative a été projetée du point 1.013 *mb* sur la droite AB. Pour les températures inférieures à 0° une graduation en rouge donne les longueurs BF et AC multipliées par 5.

2° SUR LA TECHNIQUE DES SONDAGES METEOROLOGIQUES PAR AVIONS

3° SUR UN CAS DE SURSATURATION INTENSE DANS L'ATMOSPHERE LIBRE DECELE PAR LES OBSERVATIONS FAITES AU COURS D'UNE ASCENSION D'AVION METEOROLOGIQUE

4° SUR LES RESULTATS OBTENUS EN BELGIQUE DANS LA PREVISION DU TEMPS, PAR L'APPLICATION DES THEORIES NORVEGIENNES

Ch. MAURAIN

Professeur à la Faculté des Sciences.
Directeur de l'Institut de Physique du Globe, Paris.

PROPAGATION DANS LE SOL ET DANS L'AIR DES ONDES PRODUITES PAR DE FORTES EXPLOSIONS

L'étude de la haute atmosphère ne peut être abordée que par de rares procédés. Au Congrès de la Haute Atmosphère tenu à Bergen en 1921, M. DE QUERVAIN avait fait mettre à l'ordre du jour l'examen du procédé consistant à étudier les trajectoires de rayons sonores provenant de fortes explosions. Les observations faites lors d'explosions fortuites ou d'éruptions volcaniques et celles relatives au bruit des canonnades pendant la guerre de 1914-1918 ont révélé l'existence de zones d'audition lointaines séparées de la zone d'audition qui s'étend autour du point de l'explosion par des régions où le son ne parvient pas On peut interpréter ces phénomènes en admettant que des rayons sonores qui se sont d'abord écartés du sol y reviennent après avoir parcouru des trajectoires courbes dans les régions élevées de l'atmosphère. Il semble se produire là un phénomène analogue au mirage optique. La courbure d'un rayon sonore en un point dépend de la variation de la vitesse de propagation en ce point, variation dans laquelle peuvent intervenir la distribution de la température, la distribution du vent, et aussi la variation de la composition de l'atmosphère avec la hauteur. On peut donc espérer que l'étude des rayons sonores donnera des renseignements sur ces trois facteurs. C'est pourquoi le Congrès de Bergen émit le vœu que fussent réalisées dans les divers pays des expériences comportant l'exécution d'explosions à des dates fixées, de manière que des observations systématiques pûssent être préparées. Une Commission internationale présidée par M. DE QUERVAIN et comprenant MM. VAN EVERDINGEN, FUJIWHARA, JAUMOTTE, ODDONE et MAURAIN, fût constituée avec mission de provoquer l'organisation de telles expériences. Une première eut lieu en Hollande en octobre 1922 Une série d'expériences a eu lieu en France en mai 1924.

La réalisation de fortes explosions permet aussi l'étude des propriétés mécaniques de leurs ondes ; des lois empiriques relatives à ces propriétés ont été déduites de nombreuses expériences portant sur de petites quantités d'explosif ; il est important de chercher si ces lois s'appliquent à des charges beaucoup plus fortes.

D'ailleurs, ces expériences sont précieuses aussi pour l'étude de la propagation des séismes autour de leur origine Les tremblements de terre se prêtent mal à cette étude : les mouvements originaux s'étendent généralement sur un grand espace, de sorte que le mouvement du sol dans un observatoire peu éloigné provient de diverses directions et de diverses distances et est fort complexe ; les graphiques donnés par les sismographes sont très difficiles à interprêter. La relation entre la distance d'un séisme à un point d'observation et la durée de propagation entre l'origine et ce point a surtous été étudiée, en utilisant les tremblements de terre, à partir de distances assez grandes. L'étude de la propagation dans le sol des ondes issues d'explosions bien localisées complète ces indications en donnant ce qui se passe près de l'origine, dans les couches superficielles. Comme les mesures portent alors sur de petites distances, on peut connaître la nature des terrains parcourus par les ondes et voir comment les vitesses de propagation en dépendent.

Lors des expériences de La Courtine, l'Institut de Physique du Globe de Paris avait installé trois postes d'observation munis de sismographes, et dans lesquels le temps pouvait être déterminé avec précision. Le poste le plus rapproché (5.590 ou 7.660 mètres suivant les explosions) était muni d'un sismographe spécial à trois directions étudié par MM. Eblé et Maurain et construit par la maison Richard. Les deux autres, plus éloignés (13.880 et 15.920 mètres pour l'un, 22.900 et 24.910 pour l'autre) étaient munis chacun de deux sismographes S. O. M. que la Société d'Optique et de Mécanique de précision avait bien voulu prêter à cette occasion ; ces appareils ont été installés surtout par M. Labrouste avec la collaboration de M. Escher-Desrivières et de M. Mouronval, ingénieur à la Société d'Optique, que cette Société avait bien voulu envoyer à La Courtine pendant ces expériences.

Les graphiques obtenus ont permis de déceler l'arrivée de plusieurs groupes d'ondes ; les plus rapides et les plus lentes peuvent être assimilées aux ondes P et L considérées en sismologie ; des inscriptions obtenues on a pu déduire pour ces ondes un certain nombre de mesures des vitesses de propagation ; la moyenne pour les ondes P (cinq déterminations) est 5.524 mètres par seconde, et la moyenne pour les ondes L (huit déterminations) est 2.800 mètres par seconde. Entre ces deux groupes ont été décelées faiblement d'autres ondes pour lesquelles deux mesures de la vitesse ont donné 4.000 mètres par seconde.

Les mesures les plus précises, celles relatives aux ondes P et L, se groupent en deux catégories, correspondant les unes aux première et troisième explosions, dont les emplacements étaient très voisins, et les autres aux deuxième et quatrième, dont les emplacements ont coïncidé et étaient assez éloignés des précédents : celles du premier groupe sont supérieures en moyenne de quelques centaines de mètres

à celles du deuxième, et cette différence peut être attribuée à ce fait que les trajectoires du premier groupe se développaient en grande partie en terrain granitique, alors que les trajectoires du deuxième groupe comprenaient une plus forte proportion de gneiss.

Bien que la quantité d'explosif utilisée fut assez considérable (dix tonnes dans les deux premières explosions, cinq dans les deux autres), l'amplitude des mouvements du sol dans ces stations d'observation est restée très faible, de l'ordre du millième de millimètre.

Les résultats obtenus dans ces expériences, et qui seront détaillés ailleurs (1), donnent ainsi d'intéressants renseignements sur la propagation des séismes au voisinage de leur origine.

En plus des mouvements correspondants à l'arrivée des ondes sismiques dont il vient d'être question, les sismographes ont enregistré des mouvements très marqués qui correspondent manifestement, d'après les durées de propagation, à l'arrivée d'ondes aériennes ; il est probable que ces mouvements sont dûs à l'ébranlement des édifices sous l'action des variations de pression transmises dans l'air, ébranlement qui se communique au sol.

L'étude de la propagation des ondes aériennes produites par ces explosions a donné lieu à un très grand nombre d'observations, plusieurs milliers ; parmi ces observations beaucoup ont été faites à l'aide d'appareils enregistreurs, ce qui permettra d'étudier la déformation des ondes dans leur propagation, et de comparer les résultats des observations faites à l'oreille avec ceux obtenus avec des appareils décelant des variations de pression lentes ou rapides. L'abondance des observations a été telle que leur examen n'est pas terminé actuellement ; mais on peut dire dès maintenant qu'il sera possible de faire une discussion détaillée des arrivées des ondes aériennes et des durées de propagation correspondantes.

G. GUILBERT

SUR LA THEORIE DES PRECIPITATIONS

(1) Ch. Maurain, L. Eblé et H. Labrouste, Sur les ondes sismiques des explosions de La Courtine, *Journal de Physique*, sér. VI, t. VI, 65-79; mars 1925.

E. ROTHÉ

Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg.
Directeur du Bureau séismologique international.
Strasbourg.

LES ECHELLES EMPLOYEES EN SEISMOLOGIE

L'étude macroséismique d'un tremblement de terre consiste à rechercher les endroits où le phénomène s'est manifesté avec la même intensité, à localiser la région de plus grande intensité, à étudier comment l'intensité a varié avec la distance, etc... Le lieu géométrique des points où l'intensité est la même, porte le nom *d'isoséiste* ; la surface où les effets ont été maximums, est la surface *pléistoséiste* : elle a, suivant les circonstances, une plus ou moins grande étendue.

Cette étude ne peut se faire d'une manière précise et scientifique que par l'adoption d'une échelle commune par les différents observateurs. L'adoption de cette échelle est un des points les plus importants de l'étude macroséismique.

L'histoire de cette question montre qu'au cours du siècle dernier de nombreuses échelles ont été proposées à peu près dans tous les pays, mais elles différaient notablement les unes des autres précisément parce qu'elles se rapportaient à des contrées différentes : un tremblement de terre qui en France prendrait aux yeux du public une certaine importance passerait presque inaperçu au Japon.

Il semble que le premier effort dans la constitution d'une échelle soit dû aux Italiens dont la patrie est une des plus éprouvées. Le 30 juillet 1627 eut lieu dans le royaume de Naples, dans la province des Pouilles (di Puglia) un important tremblement de terre qui donna lieu à des travaux cartographiques de Foglia et de Poardi. Pour la première fois on essaya de représenter les différentes intensités de l'ébranlement par des signes particuliers (1).

(1) Voir La Science séismologique de Montessus de Ballore, p. 49 — Günther-Handbuch der Geophysik, t. I, p. 437 — qui contient de nombreuses indications bibliographiques. Die ersten seismisch-Kartographischer Darstellung (Die Erdbebenwarte, 1901, I, p. 25). Les travaux de l'époque furent assez détaillés pour permettre à Baratta de faire l'étude de ce séisme avec une précision suffisante. Baratta : Il terremoto del 1627 (*Boll. della Soc. Geogr. ital.*, 1894, VII, p. 399, Roma. Ancora sul terremoto Garganico, nuove notizie e considerazione, ibid XI, 1897.

Ce n'était pas encore une échelle à proprement parler ; la plus ancienne est due à Egen (1) qui précéda de cinquante ans les inventeurs de l'échelle couramment employée aujourd'hui.

Nous reproduisons ici la traduction donnée par MONTESSUS DE BALLORE (2).

6. Crevasses et fissures dans les murs ; chutes de cheminées.
5. Fort ébranlement des objets ; quelques cheminées renversées.
4. Fort mouvement du sol, mais non observé par tout le monde.
3. Frémissement des fenêtres et mise en action des sonnettes des maisons.
2. Mêmes effets, mais si faibles qu'ils ne sont qu'accidentellement observés.
1. Très faibles oscillations observées çà et là.

Il ne semble pas que PERREY et MALLET en France et en Angleterre se soient préoccupés d'une façon spéciale d'une échelle précise (3) et c'est encore à l'Italie que revient l'honneur de la création d'une échelle qui resta classique pendant de longues années.

Elle a été utilisée en Italie depuis 1873 et a paru dans le *Bolletino del vulcanismo italiano* ; de Rossi (4) l'éminent séismologue de Rocca di Papa distingue dix degrés :

1. Secousse très légère, perçue seulement par un séismographe ou un séismoscope.
2. Faible. — Ressentie par quelques personnes.
3. Légère. — Ressentie par beaucoup de personnes.
4. Sensible. — Secousse suivie d'un tremblement continu des vitres et des objets très mobiles.
5. Moyenne. — Ressentie par la généralité des habitants.
6. Forte. — Accompagnée du son des sonnettes, oscillations des lampes, arrêt des horloges.
7. Très forte. — Avec chute des plâtras, son des cloches des tours, bruit séismique.
8. Extrêmement forte. — Avec chute de cheminées et dommages dans les bâtiments.
9. Ruineux. — Avec chute totale ou partielle de quelques édifices.
10. Désastreux. — Avec beaucoup de ruines et victimes.

---

(1) EGEN. Ueber das Erdbeben in den Rhein und Niederlanden vom 23 Februar 1828 (*Pogg. Ann. d. Phys. u. Ch. XII* (LXXXVIII), p. 331, XIII (LXXXIX), p. 153. Perrey cite ce tremblement dans son catalogue de la région du Rhin.

(2) Loc. cit. La Sc. Séism., p. 49.

(3) MONTESSUS DE BALLORE indique cependant dans un tableau de comparaison des degrés des différentes échelles 5 degrés utilisés par Mallet en 1857.

(4) DE ROSSI, *Bull. del Vulcanismo Italiano.* Anno I, 1874. p. 21. Quadri Sinottici e cronologici dei fenomeni endogeni italiani.

Sans connaître le travail de DE ROSSI, le physicien suisse FOREL (1) avait proposé l'échelle suivante.

1. Secousse d'ordre microséismométrique.
2. Secousse extrêmement faible, perceptible seulement par des instruments séismométriques.
3. Secousse très faible, appréciable par l'homme éveillé, ou en état particulièrement favorable pour l'observation, en repos, couché, etc.
4. Secousse faible, observable par l'homme éveillé en état d'activité, capable de réveiller l'homme endormi ; mise en balancement d'objets suspendus ou de liquides.
5. Secousse d'intensité moyenne, déplacement d'objets mobiliers.
6. Secousse forte, renversement d'objets, mobiliers, fissures aux parois et aux plafonds des maisons.
7. Secousse assez forte, dégradation aux maisons, renversement des cheminées.
8. Secousse très forte, renversement des hangars et des masures.
9. Secousse extrêmement forte, renversement des maisons de solide construction.
10. Secousse d'intensité extrême, bouleversement des couches terrestres, fentes à l'écorce de la terre, éboulement des montagnes.-

« Devant les droits de priorité évidents de M. DE ROSSI, dit FOREL' j'aurais immédiatement retiré l'échelle que j'avais établie, si nous n'avions reçu de MM. DE ROSSI et GATTA, la proposition d'étudier en commun, une révision de ces échelles d'intensité, en tenant compte de l'expérience des années écoulées. » (2)

C'est le travail résultant de cet accord entre les séismologues italiens et la Commission Suisse de séismologie qui est connu sous le nom d'échelle de Rossi-Forel. Elle a été publiée en français dans le programme dell' *Osservatorio ed archivio centrale geodinamico* (3) dressé par DE ROSSI.

1. Secousse microséismométrique, notée par un seul sésmographe ou par des séismographes de même modèle, mais ne mettant pas en mouvement plusieurs séismographes de systèmes différents, constatée par un observateur exercé.
2. Secousse enregistrée par des séismographes de système différent, constatée par un petit nombre de personnes au repos.

---

(1) F. A. FOREL. Les tremblements de terre étudiés par la commission séismologique suisse. Arch. des Sc. phys. et nat. Vol. VI, Genève 1881, p. 466.

(2) FOREL. Ibid., p. 466 en note.

(3) DE ROSSI, Programme del Osservatorio ed archivio centrale geodinamico presso il reale comitato geologico d'Italia Istruzioni per gli osservatori. *Bull. del vulcanismo Italiano*, 1883, X, p. 65, Rome.

3. Secousse constatée par plusieurs personnes au repos, assez forte pour que la durée ou la direction puissent être appréciées.
4. Secousse constatée par l'homme en action ; ébranlement des objets mobiles, des portes et fenêtres, craquement des planchers.
5. Secousse constatée généralement par toute la population, ébranlement des objets, mobiliers, meubles et lits, tintement de quelques sonnettes.
6. Réveil général des dormeurs ; tintement général des sonnettes, oscillation de lustres, arrêt des pendules ; ébranlement apparent des arbres et arbustes. Quelques personnes effrayées sortent des habitations.
7. Renversement d'objets mobiles, chute des plâtras, tintement des cloches dans les églises ; épouvante générale sans dommages aux édifices.
8. Chute des cheminées, lézardes aux murs des édifices.
9. Destruction partielle ou totale de quelques édifices.
10. Grands désastres, ruines, bouleversement des couches terrestres, fentes à l'écorce du globe, éboulement des montagnes.

Cette échelle, encore très employée aujourd'hui, a servi presque exclusivement jusqu'en 1897. Bien que très commode, elle ne remplissait pas toutes les conditions requises : pouvoir s'appliquer également aux petites et aux grandes secousses, permettre la comparaison des séismes dans des pays différents, ou suivre la séismicité d'un même pays à des époques différentes.

Ces conditions ont été nettement mises en lumière par DAVISON (1) Mais déjà quelques années auparavant on avait constaté l'insuffisance de l'échelle de ROSSI-FOREL pour les degrés élevés, tandis qu'elle est trop détaillée pour les secousses de faible intensité. TARAMELLI et MERCALLI (1) ayant étudié le tremblement de terre du 23 février 1887 eurent à coordonner les résultats de 1.100 localités (2) et furent convaincus de cette insuffisance.

C'est pourquoi MERCALLI en 1897 modifia assez profondément l'échelle sans changer le nombre des degrés (3).

Dès 1900, l'Office central de météorologie et de géodynamique de Rome substituait dans son service l'usage de l'échelle MERCALLI à celle de ROSSI-FOREL (4). On trouve l'échelle dans un mémoire de

---

(1) DAVISON. Scales of seismic intensity (Phil. Mag. july 1900, p. 44, London).

(1) TARAMELLI e MERCALLI, Il terremoto ligure del 23 febbraio 1887 (*Annali del Ufficio e di meteor. e di geod.* 1888, VIII, parte IV, p. 60).

(2) Voir mémoire précédent.

(3) G. MERCALLI. I terremoti della Liguria e del Piemonte, Napoli 1897, pages 19, 20.

(4) G. MERCALLI. Sulle Modificazioni proporte alla scala sismica De Rossi-Forel (*Boll. della Soc. Sism. Italiana*, t. VIII, 1902-1903, p. 186).

MERCALLI (5) et sa reproduction dans le *Bulletin de la Sociélé de séismologie italienne* (6).

1. Secousse instrumentale, signalée seulement par les instruments séismiques.
2. Secousse très légère. — Ressentie seulement par quelques personnes en parfait état de repos, particulièrement aux étages supérieurs des habitations ou par des personnes nerveuses et très sensibles.
3. Secousse légère. — Ressentie par plusieurs personnes, mais en petit nombre par rapport à la population d'un pays donné; d'après les rapports, elle est à peine sentie et sans crainte et en général sans qu'on ait acquis la conviction qu'il s'agissait réellement d'un tremblement de terre, avant de savoir que d'autres personnes ont ressenti le phénomène.
4. Secousse sensible ou moyenne. — Non ressentie d'une manière générale, mais par beaucoup de personnes à l'intérieur des habitations ; par contre par peu d'observateurs en terrain découvert, sans effroi, mais avec vibrations des vitres, de la vaisselle, craquement des planchers, légère oscillation des objets suspendus.
5. Secousse forte. — Ressentie d'une manière générale à l'intérieur des habitations et par un assez grand nombre de personnes dans la rue, ou réveil des personnes endormies ; quelques-unes effrayées se précipitent dehors ; tintement des sonnettes, oscillations notables des objets suspendus ; arrêt des horloges.
6. Secousse très forte. — Ressentie par tout le monde dans les maisons, et par un grand nombre de personnes dans la rue ; une panique se produit, les gens gagnent la rue ; chute des plâtras et crépis ; quelques légers dommages à des édifices mal construits.
7. Secousse extrêmement forte. — Les cloches sonnent, chute des cheminées et des tuiles. — Légers dommages à de nombreux édifices.
8. Secousse ruineuse. — Ruine partielle de quelques habitations ; considérables dégâts aux autres ; pas de victimes ; on constate seulement quelques blessés isolés.
9. Secousse désastreuse. — Ruine totale ou presque totale de quelques habitations ; de graves dégâts dans beaucoup d'autres devenues inhabitables ; victimes sinon très nombreuses, du moins en certains points des lieux habités.
10. Secousse très désastreuse. — Avec la ruine de nombreux édifices et beaucoup de victimes humaines ; crevasses du sol et éboulement dans les montagnes.

---

(5) Voir (3) p. 20.
(6) Voir (4) p. 186.

On peut immédiatement adresser un reproche à cette échelle, c'est de tenir un trop grand compte des victimes. Le nombre des victimes dépend souvent de circonstances très fortuites : ainsi lors du tremblement de terre de Cavaignac (25 août 1922) où tout le village fut à peu près détruit, il n'y eut pas de victimes parce qu'il se produisit à l'heure du repas et que les habitants ont l'habitude de prendre ce repas en plein air sous des tonnelles ; une ou deux heures plus tard, ils font la sieste à l'intérieur des maisons. Si le tremblement de terre s'était produit un peu plus tard, le nombre des victimes eût été considérable.

A la deuxième conférence internationale de séismologie qui s'est tenue à Strasbourg en 1903, M. A. CANCANI, professeur à l'Observatoire central italien (1), constatant que l'échelle MERCALLI, aussi bien pour la valeur des degrés que pour les criteriums qui président à leur définition, nous offre une différence remarquable, par rapport à celle de DE ROSSI-FOREL..., mais elle ressemble au contraire beaucoup à celle qui fut proposée par le professeur FOREL en 1881 (voir ci-dessus). Voilà pourquoi, dit-il, selon le désir que m'a manifesté tout dernièrement M. MERCALLI, nous donnerons dès à présent à l'échelle d'intensités le nom de FOREL-MERCALLI. Des considérations sur lesquelles nous reviendrons plus loin, ont conduit CANCANI à ajouter avec l'assentiment de FOREL et MERCALLI, deux degrés à l'échelle en usage, et c'est ainsi que Cancani présenta à la conférence une échelle dite Forel-Mercalli à douze degrés qui sont :

Échelle séismique Forel-Mercalli, présentée par Cancani :

1. Secousse instrumentale.
2. Bien légère.
3. Légère.
4. Sensible ou médiocre.
5. Assez forte (au lieu de fort).
6. Forte (au lieu de beaucoup fort).
7. Très forte.
8. Ruineuse.
9. Désastreuse.
10. Très désastreuse.
11. Catastrophe.
12. Grande catastrophe.

En 1911, M. Sieberg, collaborateur du Bureau Central de Stras-

(1) A. CANCANI. Sur l'emploi d'une échelle séismique des intensités empirique et absolue. Comptes rendus des séances de la deuxième conférence sismologique internationale, Strasbourg 1903, p. 281. Annexe A 10; Ergänzungsband II Beiträge zur Geophysik.

bourg de l'Association internationale, a publié un travail sur l'évaluation macroséismique de l'intensité des tremblements de terre (1).

Dans ce travail l'auteur a développé la précédente échelle, afin, dit-il, d'en rendre l'application plus facile et plus pratique. Elle est aussi accompagnée de commentaires qui en rendent l'emploi très commode.

C'est cette échelle que le *bureau séismologique international et le bureau français* utilisent actuellement dans les enquêtes. C'est celle que nous prions nos collaborateurs éventuels de bien vouloir employer.

A. HENRY

Ingénieur, E. C. P., Boulogne-sur-Seine.

SUR L'ACTINOMETRE D'ARAGO PENDANT L'ECLIPSE PARTIELLE DE SOLEIL, DU 8 AVRIL 1921

Cette élude a pour but de montrer, que les indicalions de l'actinomètre d'Arago, sont très sensiblement proportionnelles à l'intensité du rayonnement solaire global (rayonnement direct et rayonnement diffusé par l'atmosphère).

Le commencement de l'éclipse était à Paris.....	$7^h\ 31^m$
La plus grande phase de l'éclipse était à Paris.....	$8^h\ 44^m$
La fin de l'éclipse était à Paris.....	$10^h\ 03^m$

On sait que l'actinomètre d'Arago, se compose essentiellement, de deux thermomètres à réservoirs sphériques, enfermés chacun dans une enveloppe en verre, où on a fait le vide ; l'un des réservoirs est noirci (1). Les deux thermomètres sont fixés parallèlement à l'axe de la terre.

---

(1) A. SIEBERG. Ueber die Makroseismische Bestimmung der Erdbebenstärke Ein Beitrag zur seismologischen Praxis. Beiträge zur Geophysik Band XI Kleine Mitteilungen, p. 227.

(1) M. Besson, Directeur de l'Observatoire de Montsouris, a montré les graves inconvénients du noir de fumée, qu'il remplace maintenant par du verre noir.

La différence de température des deux thermomètres, donne ce qu'on appelle le » *degré actinométrique*. Celui-ci est généralement ramené à l'étalon de Montsouris, au moyen d'un coefficient convenable.

Se basant sur certaines considérations théoriques, MM. MARIÉ-DAVY et DESCROIX avaient admis que le » degré actinométrique » était proportionnel à l'intensité globale du rayonnement solaire ; mais ils ne semblent pas avoir vérifié expérimentalement, l'exactitude de leur hypothèse.

Profitant de l'éclipse de soleil du 8 avril 1921, j'ai tenté cette vérification (2), en comparant, pendant toute la durée du phénomène, la marche d'un actimomètre d'Arago, à celle d'un actinomètre idéal, dont les indications seraient rigoureusement proportionnelles à la surface non éclipsée du disque solaire (en tenant compte de la diminution d'éclat du centre vers les bords).

L'actinomètre utilisé comportait deux thermomètres, divisés en cinquièmes de degré, renfermés dans leurs enveloppes vides d'air. Il avait été étalonné à Montsouris. L'instrument était installé à 15 mètres du sol, sur une terrasse bien dégagée, d'où le regard embrassait tout l'horizon.

Pendant toute la durée de l'éclipse, le ciel est resté très clair, le vent assez fort et très frais (6°,4 à l'ombre vers 9 heures).

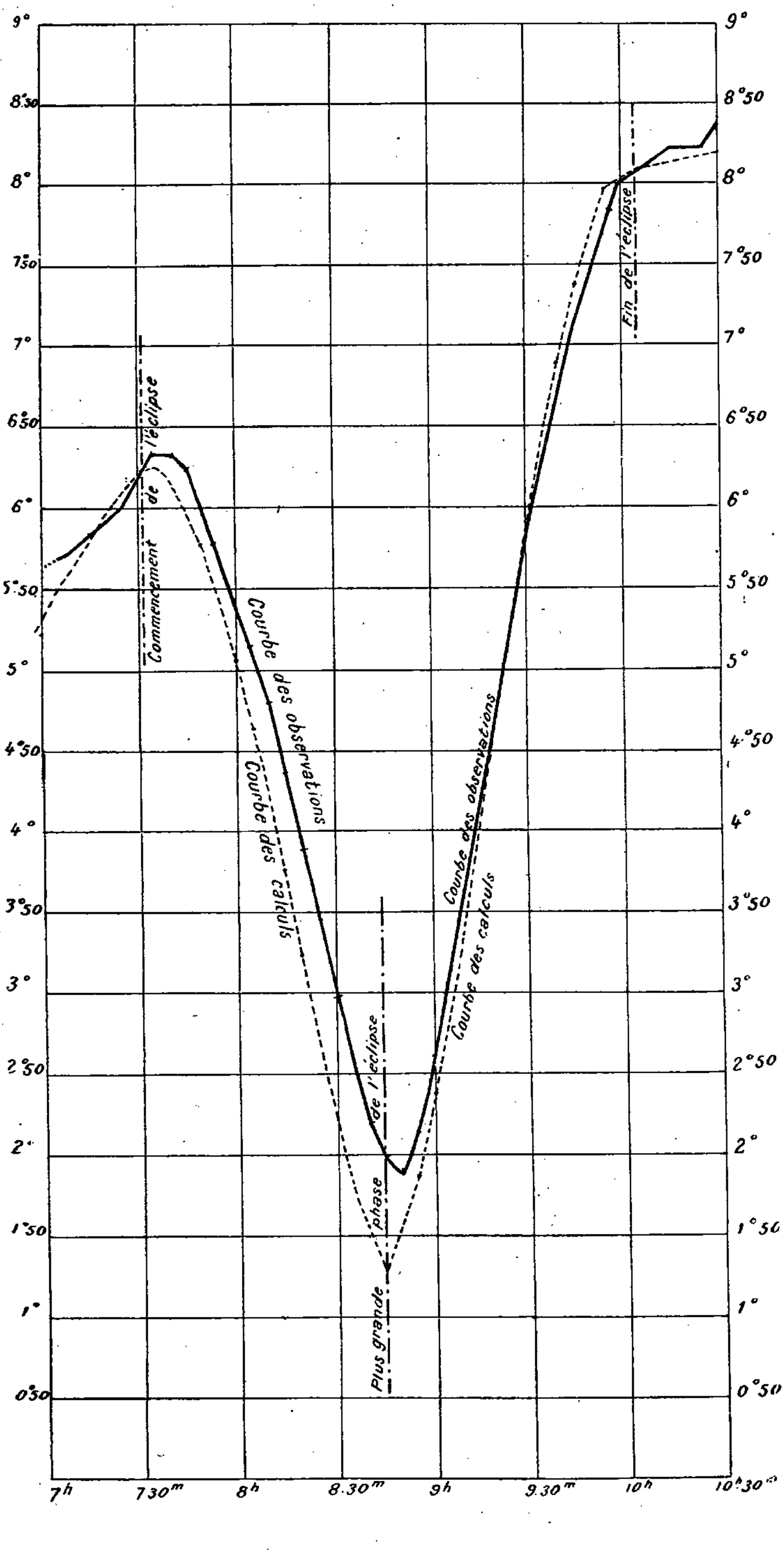
Mesure du degré actinométrique 0. — Le jour de l'éclipse, l'actinomètre fut observé de cinq en cinq minutes, depuis six heures du matin, jusqu'à onze heures. Toutes les lectures ont été faites en doublo d'abord dans un sens, puis en sens inverse, pour éliminer autant que possible, les erreurs pouvant provenir de la marche rapide des colonnes mercurielles. La moyenne de deux observations consécutives, donnait le degré actinométrique brut, qui était réduit ensuite à l'étalon de Montsouris. Ces derniers résultats ont été inscrits dans la deuxième colonne du tableau.

Calcul du degré actinométrique théorique X. — Pour ce calcul, j'ai admis avec MM. MARIÉ-DAVY et DESCROIX, que la formule de BOUGUER, pouvait s'appliquer ici (1). Toutefois, pour tenir compte des variations de la surface visible du disque solaire pendant l'éclipse, les résultats ont été multipliés par un facteur S proportionnel à la sur-

---

(1) En substituant à la formule exponentielle de Bouguer, une formule parabolique, ou même linéaire, on arrive très sensiblement aux mêmes résultats.

(2) A cette époque, je ne connais pas encore, les longues et intéressantes recherches actinométriques de M. J. Vallot.


9°
8°30
8°
7°50
7°
6°50
6°
5°50
5°
4°50
4°
3°50
3°
2°50
2°
1°50
1°
0°50
8°50
7°50
7°
6°50
6°
5°50
5°
4°50
4°
3°50
3°
2°50
2°
1°50
1°
0°50
Commencement de l'éclipse
Courbe des observations corrigées
Courbe des calculs
Courbe des observations
Courbe des calculs
Fin de l'éclipse
de l'éclipse
Plus grande phase
7h
7.30m
8h
8.30m
9h
9.30m
10h
10h30m

face non éclipsée du disque solaire (compte tenu de la diminution d'éclat vers les bords). La formule devient ainsi :

$$X = Ap^e \times S \qquad (1)$$

on

$$\log X = \log A + e \log p + \log S \qquad (2)$$

dans laquelle :

A = est l'intensité du rayonnement solaire (exprimée en degrés actinométriques) à la limite de l'atmosphère.

p = est le coefficient de transparence de l'atmosphère, que pour simplifier, nous avons supposé constant pendant l'éclipse.

C = l'épaisseur de la couche d'air traversée par le rayonnement solaire, suivant la hauteur H du soleil au-dessus de l'horizon (en prenant pour unité l'épaisseur au zénith).

Nous avons calculé d'abord H, *e* et S de cinq en cinq minutes, pendant toute la durée de l'expérience ; puis nous avons calculé A et *p*. Nous avons eu ainsi tous les éléments nécessaires, pour calculer les valeurs de X au moyen de l'équation (2).

Calcul de H = Ces hauteurs du soleil, ont été calculées au moyen de la formule classique :

$$\sin H = \sin\lambda \sin\Delta + \cos\lambda \cos\Delta \cos\alpha.$$

(Voir les résultats dans la troisième colonne du tableau).

Calcul de e = Les épaisseurs *e* ont été prises dans les tables, publiées par M. ANGOT, dans les *Annales du B. C. M.* (Voir les résultats dans la quatrième colonne.)

Calcul de S — Les valeurs de S ont été obtenues par le procédé graphique suivant:

Sur une feuille de celluloïde très régulière, on a tracé à grande échelle, de cinq en cinq minutes, les positions relatives des disques solaires et lunaires. Les portions du disque solaire non éclipsé ainsi obtenues, ont été découpées en bandes circulaires étroites, concentriques aux bords du disque, que l'on a pesé sur une balance très sensible. Les poids de ces bandes, multipliés par des » facteurs d'éclat » convenables, ont donné les valeurs de S inscrites dans la cinquième colonne.

Calculs de A et p = Pour ce calcul, nous avons admis qu'au début ($7^h,30^m$) et à la fin ($10^h,05^m$) de l'éclipse, les degrés actinométriques observés ($6^o,21$ et $8^o,14$) étaient les mêmes que les degrés calculés X. Nous avons alors remplacé dans l'équation (2) les X par ces valeurs, et les *e* par les valeurs correspondantes ; si nous remarquons que, en même temps, S = 1, nous obtiendrons les deux équations :

$$\log 6^o,21 = \log A + 2,754 \log p \qquad (3)$$

$$\log 8^o,14 = \log A + 1,481 \log p \qquad (4)$$

d'où nous tirons :

$$\log A = 1{,}04167$$

$$\log p = -\ 0{,}09023$$

qui remplacés par leurs valeurs dans l'équation (2) donnent :

$$X = 1{,}04167 - 0{,}09023e + \log S. \qquad (5)$$

Cette équation a permis de calculer les valeurs de X, inscrites dans la sixième colonne du tableau.

Dans la septième colonne, sont inscrites les différences $(\theta - X)$ ntre les degrés actinométriques observés et calculés.

Au moyen des valeurs de θ et de X ainsi obtenues, on a tracé deux courbes, que nous désignerons pour simplifier, par *courbe des observations* et *courbe des calculs*.

Causes d'erreurs. Le défaut de coïncidence que l'on remarque, entre les deux courbes ci-dessus, provient de différentes causes d'erreurs, dont les deux principales sont :

L'inertie des actinomètres.
La diffusion atmosphérique.

Inertie ou retard des actinomètres. — Le degré actinométrique donné par l'actinomètre d'Arago, n'est exact que si les variations du rayonnement sont très lentes. Dans le cas contraire, il y a toujours un retard, d'autant plus considérable, que les variations sont plus rapides. C'est ce qui explique pourquoi, entre les deux courbes, les écarts (voir septième colonne du tableau) vont en croissant, depuis 0 au début de l'éclipse, jusqu'à un maximum de 0°,83, au moment de la plus grande vitesse de marche de l'actinomètre, puis en décroissant à mesure que cette vitesse va en diminuant.

En outre, le verre étant plus transparent, pour le rayonnement visible (reçu), que pour le rayonnement obscur (émis par le thermomètre) on conçoit que, toutes choses égales, la vitesse d'échauffement soit plus grande que la vitesse de refroidissement. Ceci explique pourquoi les écarts entre les deux courbes, sont plus grands pendant la première partie de l'éclipse (refroidissement) que pendant la seconde partie (réchauffement).

Enfin, si les indications de l'actinomètre étaient instantanées, la courbe des observations devrait se relever, aussitôt après la plus grande phase de l'éclipse (8^h,44). Or, non seulement il n'y a pas relèvement, mais encore la courbe continue à s'abaisser pendant plusieurs minutes !

On peut évaluer grossièrement le retard à ce moment, en admettant qu'il est égal à la différence entre le relèvement théorique, et l'abaissement observé, c'est-à-dire :

$$\text{Retard} = (1°,97 - 1°,88) - (1°,28 - 1°,55) = 0°,36.$$

On voit que ce retard, est sensiblement égal à l'écart au même moment, c'est-à-dire que s'il n'y avait pas de retard, les deux courbes coïncideraient sensiblement.

Diffusion atmosphérique. — Pour mieux se rendre compte de l'effet de la diffusion atmosphérique, il suffit de considérer le cas d'une éclipse totale. Au moment de la totalité, le degré actinométrique calculé par la méthode indiquée plus haut, devrait être nul. Or, l'expérience montre qu'il n'en est rien, et que le rayonnement visible, n'est à ce moment, nullement négligeable. Si donc le calcul tenait exactement compte du rayonnement diffusé par l'atmosphère, la courbe calculée ne passerait pas par O, mais devrait être relevée. Ce relèvement viendrait diminuer encore l'écart déjà très faible des deux courbes.

Conclusions. — De ces considérations, nous pouvons conclure, que toutes corrections faites, l'écart entre l'observation et le calcul, doit être très faible, et vraisemblablement de l'ordre des erreurs d'expériences. *Les indications de l'actinomètre d'Arago, sont donc très sensiblement proportionnelles à l'intensité du rayonnement solaire global direct et indirect* conformément à l'hypothèse de MM. MARIÉ-DAVY et DESCROIX. Cette conclusion n'est valable que dans les limites de l'expérience qui vient d'être décrite, notamment en ce qui concerne la température (la température a peu varié pendant l'éclipse). D'autres, expériences seront nécessaires, pour étudier l'effet de la température sur la marche de l'actinomètre d'Arago.

HEURES NORMALES	θ (2)	H (3)	*e* (4)	S (5)	X (6)	θ — X (7)
7h,00m	»	16°,18′	3,519	1,000	5°,30	»
5	5°,69	17 , 7	3,359	1,000	5 ,48	0°,21m
,10	5 ,74	17 ,56	3,215	1,000	5 ,64	0 ,10
15	5 ,83	18 ,44	3,805	1,000	5 ,79	0 ,04
20	5 ,91	19 ,32	2,965	1,000	5 ,94	0 ,03
25	6 ,00	20 ,20	2,856	1,000	6 ,08	0 ,08
30	6 ,21	20 ,08	2,754	1,000	6 ,21	0 ,00
35	6 ,34	21 ,56	2,660	0,988	6°,26	0 ,08
40	6 ,34	22 ,44	2,570	0,957	6 ,17	0 ,17
45	6 ,25	23 ,32	2,491	0,912	5 ,98	0 ,27
50	6 ,00	24 ,18	2,417	0,861	5 ,75	0 ,25
55	5 ,74	25 ,05	2,347	0,806	5 ,45	0 ,29
8h,00	5 ,40	25 ,51	2,283	0,739	5 ,06	0 ,34
5	5 ,14	26 ,37	2,223	0,669	4 ,64	0 ,50
10	4 ,84	27 ,23	2,166	0,603	4 ,23	0 ,61
15	4 ,37	28 ,08	2,112	0,519	3 ,68	0 ,69
20	»	28 ,54	2,062	0,441	3 ,16	0 ,
25	3 ,47	29 ,38	2,015	0,370	2 ,68	0 ,79
30	3 ,04	30 ,23	1,971	0,303	2 ,21	0 ,83
35	2 ,57	31 ,06	1,929	0,242	1 ,78	0 ,79
40	2 ,18	31 ,51	1,890	0,206	1 ,53	0 ,65
45	1 ,97	32 ,22	1,854	0,171	1 ,28	0 ,69
50	1 ,88	33 ,14	1,820	0,206	1 ,55	0 ,33
55	2 ,14	33 ,56	1,787	0,242	1 ,84	0 ,30
9h,00	2 ,57	34 ,37	1,756	0,303	2 ,32	0 ,25
5	3 ,04	35 ,18	1,726	0,370	2 ,85	0 ,19
10	3 ,56	35 ,58	1,699	0,441	3 ,34	0 ,22
15	4 ,16	36 ,37	1,673	0,519	4 ,04	0 ,12
20	4 ,67	37 ,17	1,648	0,603	4 ,71	—0 ,04
25	»	37 ,55	1,625	0,669	5 ,25	»
30	5 ,87	38 ,32	1,603	0,739	5 ,83	0 ,14
35	6 ,22	39 ,08	1,582	0,806	6 ,39	—0 ,17
40	6 ,69	39 ,43	1,562	0,863	6 ,87	—0 ,18
45	7 ,11	40 ,17	1,543	0,912	7 ,29	—0 ,26
50	7 ,41	40 ,52	1,526	0,957	7 ,67	—0 ,26
55	7 ,75	41 ,24	1,510	0,988	7 ,95	—0 ,00
10h,00	8 ,01	41 ,53	1,495	1,000	8 ,07	—0 ,06
5	»	42 ,24	1,481	1,000	8 ,09	»
10	8 ,14	42 ,54	1,467	1,000	8 ,12	0 ,02
15	8 ,22	43 ,22	1,455	1,000	8 ,14	0 ,08
20	8 ,22	43 ,47	1,443	1,000	8 ,16	0 ,06
25	8 ,22	44 ,13	1,432	1,000	8 ,18	0 ,04
30	8 ,35	44 ,38	1,42	1,000	8 ,20	0 ,15

3e groupe

SCIENCES NATURELLES

8e section

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE

Président d'honneur .... Max LOHEST, Professeur à l'Université de Liége, Membre de l'Académie Royale des Sciences, Président de la Société Géologique de Belgique.

Président. . . . . P. FOURMARIER, Professeur à l'Université de Liége, Membre de l'Académie Royale de Belque.

Vice-Président. . . . . H. BUTTGENBACH, Professeur à l'Université de Liége.

Secrétaire. . . . . M. LEGRAYE, Ingénieur des Mines, Assistant de Géologie appliquée à l'Université de Liége.

M. MINETTE D'OULHAYE

QUELQUES NOTES SUR LA GEOLOGIE DU CONGO BELGE

(*Résumé*)

Dans sa communication, l'auteur rappelle d'abord les grandes lignes de la géologie et de la géographie physique du Congo et passe en revue la classification et les caractères lithologiques essentiels des principales formations, en faisant ressortir la difficulté qu'il y a encore à les assimiler à nos formations européennes quant à leur âge.

Il aborde ensuite l'examen des gisements minéraux, dont la valeur a le

plus retenu l'attention des prospecteurs. Deux bassins houillers sont connus au Katanga : celui de Greinerville, près du lac Tanganyka, très important, et celui, moins développé, de la Luena. Ces dépôts sont d'âge permotriasique. Les gisements très importants et très riches de minerai de cuivre sont activement exploités, on y rencontre une variété considérable de minerais oxydés et sulfurés. Le cobalt s'y présente aussi sous forme d'oxydes et de sulfures. Les minerais très riches et les plus divers de radium se substituent, sur des espaces assez étendus, aux minerais de cuivre.

Enfin, M. Minette d'Oulhaye donne la description des gisements d'or, de diamant et d'étain qui contribuent aussi, pour une si grosse part à la richesse de la colonie belge.

P. FOURMARIER

Professeur à l'Université de Liége, Membre de l'Académie Royale de Belgique

---

QUELQUES CONSIDERATIONS SUR L'AGE DES TERRAINS SEDIMENTAIRES DU CONGO BELGE

(*Résumé*)

Après avoir esquissé les grands traits de la distribution des formations sédimentaires au Congo Belge, l'auteur rappelle que, pour deux termes seulement de cette série, l'âge est déterminé avec quelque précision par suite de la trouvaille de restes organiques : dans la zone littorale, les couches supérieures renferment une faune éocène inférieure et crétacique supérieure ; dans l'intérieur du continent, la série horizontale, c'est-à-dire les couches du système Lualaba-Lubilache, les plus récentes de tout l'ensemble sédimentaire, renferment une faune et une flore à affinités rhétiennes que l'on peut donc placer au sommet du triasique ou à la base du jurassique.

Pour les dépôts plus anciens, la question reste indéterminée parce

qu'ils ne renferment pas de fossiles et qu'ils sont recouverts en discordance par les couches du Luabala-Lubilache.

Le premier système que l'on rencontre en descendant l'ordre stratigraphique est le *système du Kundelungu* ; des interprétations très différentes ont été envisagées quant à son âge géologique ; pour la plupart des géologues qui ont visité ces régions, il représente le Karroo inférieur de l'Afrique australe ; pour d'autres (Gregory), il peut être rapporté au système de Waterberg, du Transvaal (Dévonien) ; pour d'autres, enfin (Studt), il peut être plus ancien encore.

Ces déterminations sont basées sur des analogies de caractères lithologiques entre des régions fort éloignées ; elles sont évidemment fort sujettes à caution.

L'étude de l'évolution de l'Afrique australe et centrale à l'époque permo-triasique, peut conduire, à défaut d'autres caractères plus précis, à appuyer l'hypothèse d'un parallélisme entre le Kundelungu et le Waterberg.

La disposition transgressive suivant une ligne méridienne, des couches du Karroo, depuis l'Afrique australe jusqu'au Congo, est particulièrement frappante et conduit à cette conclusion que le Karroo n'est représenté au Congo que par le Lualaba-Lubilache, c'est-à-dire par ses termes les plus élevés.

La disposition des terrains appartenant sans discussion possible au Karroo, suivant une ligne est-ouest, joignant le Congo au nord de Madagascar, conduit aux mêmes conclusions.

Il en résulte qu'il est tout à fait vraisemblable de considérer le Kundelungu comme plus ancien que le carbonifère.

Les variations observées dans le dévonien du Cap, qui passe vers le nord, à des faciès lagunaires et continentaux (système de Waterberg) se rattachant progressivement, par la Rhodésie, au Kundelungu du Katanga, conduisent à penser que le système envisagé est bien d'âge dévonien.

Des considérations générales sur l'évolution du continent africain à l'époque dévonienne et sur la tectonique générale, montrent que cette hypothèse est au moins vraisemblable.

Quant aux formations schisto-calcaires (système du Lubudi ou système schisto-calcaire), elles sont séparées des dépôts plus récents par une discordance de stratification ; par cette disposition et par leur nature lithologique, elles présentent beaucoup de ressemblance avec les calcaires et dolomies de l'Afrique australe, sous-jacentes aux roches du système de Waterberg; cet horizon se suit d'ailleurs aisément dans l'ouest africain, dans l'Angola et se rattache aux calcaires du Bas-Congo. La découverte d'un orthocère dans les calcaires d'Otavi, appartenant à la même formation a montré que selon toute vraisemblance il s'agit de roches paléozoïques. Rien ne s'oppose à ce qu'on les rapporte au silurien. L'évolution générale et la tectonique du continent africain

à l'époque des plissements calédoniens, sont en harmonie avec cette interprétation.

Dans ces conditions, il faut considérer comme cambriennes ou précambriennes, les roches métamorphiques les plus anciennes.

Discussion. — M. Van Esbroeck donne après la communication de M. Fourmarier quelques remarques sur la tectonique du Congo, dans lesquelles il fait ressortir le fait qu'à la bordure d'une zone plissée de l'écorce terrestre les plis sont déversés vers la périphérie de cette zone.

M. Lane fait remarquer qu'en l'absence de fossiles il est possible au Congo de se servir du rapport Pb:U des résidus lourds des sédiments pour déterminer l'âge approximatif des formations. Les pechblendes du Katanga seraient éo-paléozoïques.

A. RENIER

Chef du Service Géologique de Belgique, Bruxelles.

LES TREMBLEMENTS DE TERRE ENVISAGES COMME LES MANIFESTATIONS LES PLUS RECENTES DES PHENOMENES DE PLISSEMENT DU SOL BELGE

(*Résumé*)

Envisageant d'abord la région du Hainaut, M. Renier fait remarquer l'accentuation continuelle des phénomènes de plissement dans le bassin de Mons, accompagnée de l'accentuation de la cuvette de secondaire recouvrant le terrain houiller.

Passant à la région orientale de la Belgique, il attribue les tremblements de terre enregistrés et étudiés ces dernières années, à un phénomène d'accentuation de la faille ondulée eifélienne. L'auteur se demande s'il n'existe pas, chez nous, une accentuation d'anticlinaux secondaires. Des nivellements de précision pourraient amener des renseignements plus complets.

Discussion. — M. Lohest présente quelques objections à la thèse de M. Renier. Il ne croit pas que la faille eifelienne ait joué un rôle dans les tremblements de terre dont il a été question. Ceux-ci seraient dus à l'accentuation des failles radiales d'effondrement de la vallée du Rhin, failles ayant joué encore au secondaire et au tertiaire.

M. Paul Lemoine a été très intéressé par la communication de M. Renier et les suggestives observations de M. Lohest. Il rappelle que dans le bassin de Paris ce sont les plis longitudinaux qui sont sismiques. Les ondulations et les failles transversales paraissent n'avoir aucune sismicité. Il pense donc qu'il n'y a aucune loi permettant de dire que telle ou telle sorte d'accident tectonique est plus ou moins sismique. La sismicité d'un accident est une question individuelle; elle est fonction du degré d'élasticité relative des couches voisines.

MM. Joleaud, Haug et L. Bertrand citent des faits appuyant cette manière de voir.

J. PENEAU

Professeur à l'Université d'Angers.

LE DEVONIEN SUPERIEUR DU BASSIN DE SAINT-JULIEN DE VOUVANTES

(*Résumé*)

Le dévonien supérieur déjà signalé dans le bassin paléozoïque de Saint-Julien-de-Vouvantes (Angers-Malestrat), par M. Barrois, mais quelquefois mis en doute, existe certainement dans cette région.

Il est représenté par deux faciès : un faciès calcaire avec *Tentaculites*, et un faciès schisto-argileux avec *Goniatites*, *Posidonomya*, *Phacops*, *Cypridines*, *Crinoïdes*, etc.

Sa position, par rapport aux étages antérieurs, est anormale.

L. BERTRAND
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

et

L. JOLEAUD
Maître des Conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

ESQUISSE GEOLOGIQUE DU PAYS SAKALAVE, ENTRE LA BETSIBOKA ET LA TSIRIBIHINA, ET DE LA REGION D'ANTSIRABE (MADAGASCAR). LES GISEMENTS DE CHARBON ET DE SABLES BITUMINISES DE L'ILE

(*Résumé*)

L'étude faite par MM. L. Bertrand et L. Joleaud, a porté principalement sur la région triasique entre les vallées de la Betsiboka et de la Tsiribihina. C'est dans ce pays qu'avaient été signalées antérieurement la plupart des manifestations bitumineuses. Cette zone est limitée à l'Est par le grand massif cristallin, et à l'Ouest par la falaise de calcaires jurassiques. Le contact par faille des terrains cristallins et de leur bordure sédimentaire est une exception; cette dernière repose en transgression sur le cristallin; ses éléments sont généralement plus grossiers près du massif et leurs dimensions vont en s'atténuant au fur et à mesure qu'on avance vers l'ouest, les zones argileuses devenant alors de plus en plus nombreuses. Une aire anticlinale divise en deux, à peu près suivant l'axe de la vallée du Ranobe, la bande des terrains secondaires de l'Ouest de l'île. Il existe, dans celle-ci, une certaine indépendance stratigraphique entre le Lias et le Trias, et des lacunes par régression s'observent dans le Lias. Le Crétacé inférieur est signalé en certains points. Le Crétacé moyen est séparé des terrains plus anciens par une phase orogénique très nette, qui s'est traduite par une grande activité volcanique dont témoigne un important complexe de tufs basaltiques. La fin du Tertiaire et le Quaternaire, correspondent de même à une période d'activité volcanique, qu'accompagnent des dislocations se traduisant par une série de cassures en gradins.

Les auteurs mentionnent ensuite les principaux caractères stratigraphiques du Permien et du Trias, ainsi que quelques faits nouveaux rela-

tifs à la stratigraphie du Jurassique ; puis ils examinent la phase orogénique du Crétacé et les caractères stratigraphiques du Crétacé moyen et supérieur.

L'étude des dépôts intérieurs de l'île est intéressante ; elle montre que le massif ancien de Madagascar a eu, à la fin du Tertiaire, une histoire rappelant celle de l'Afrique orientale.

Un des résultats économiques les plus intéressants acquis par la mission, a été la reconnaissance d'un gisement de charbon à une cinquantaine de kilomètres du littoral. Les auteurs étudient, pour terminer, les gisements de sables bituminisés du Trias de la région de Morafenobe.

Discussion. — A la suite de la communication de M. Joleaud, M. Paul Lemoine attire l'attention sur l'intérêt que présente la découverte de nombreuses *Davalia* dans le Jurassique supérieur (Tithonique) du centre de Madagascar. Il semble qu'à cette époque, des conditions favorables aient été réalisées dans cette région pour le développement de ces belemnites; elles se seraient répandues de là dans le Crétacé inférieur de la zone méditerranéenne.

C'est un nouvel exemple de l'existence, dans une contrée aussi éloignée que Madagascar, de formes à apparition précoce. On connaît d'autre part des formes attardées dans cette région (*Macrocephalites*, etc.).

M. Fourmarier fait ressortir l'importance de l'étude de Madagascar et l'aide précieuse que ces recherches peuvent apporter à nos connaissances sur la géologie du Congo Belge. La comparaison de la géologie de Madagascar et de celle de la région congolaise montre un frappant parallélisme d'évolution.

M. Paul Lemoine fait encore remarquer ensuite que dans la région de Diégo-Suarez (Madagascar), la concordance des diverses séries mésozoïques n'est peut-être qu'apparente.

Le contact du Jurassique et du Crétacé inférieur (Néocomien) n'a jamais été vu; il y a partout des coulées basaltiques récentes qui le masquent; le Jurassique supérieur n'a jamais été observé; la pente des couches représentant les deux systèmes n'est pas la même.

Il est donc très possible que dans l'extrême nord de Madagascar, comme dans le centre ouest, il existe une discordance entre le Jurassique et le Crétacé inférieur.

La question de la dérubéfaction de certaines formations rouges suivant le trajet des cassures provoque un échange de vues entre MM. L. Bertrand, Buttgenbach, Lespineux et Lohest.

M. E. DENAYER

ESSAI DE COORDINATION DES DONNEES LITHOLOGIQUES DE QUELQUES REGIONS SAHARIENNES ET SOUDANAISES

(*Résumé*)

L'ensemble des roches éruptives de ces régions embrasse toute une série lithologique, depuis des types à silice libre (granites) jusqu'aux types à déficit de silice très prononcé (roches à feldspathoïdes sans feldspaths). La majorité d'entre elles se classent dans les deux grands groupes : roches à silice libre et roches à silice saturée. Les roches à déficit de silice sont plus clairsemées et ne comprennent presqu'exclusivement que des laves récentes. Les roches alcalines, avec ou sans métasilicates sodiques, se rencontrent dans la plupart des régions dont il est question dans cet essai.

Les roches intrusives et filoniennes sont représentées par quatre ou cinq types principaux : granites alcalins, granites monzonitiques, diorites quartzitiques, diorites et gabbros et leurs équivalents microgrenus. Il faut y ajouter les formes hétéromorphes, holomélanocrates de diorites et de gabbros. Il existe également, mais moins répandus, des types intermédiaires. Cette série ne présente pas d'hiatus, chacune de ces roches pouvant passer à la suivante ou à la précédente par variation d'un des rapports magmatiques de la classification chimico-minéralogique américaine, dont l'auteur emploie les symboles pour désigner les roches de façon univoque. La continuité de cette série est très nette en Ahaggar et dans l'Adrar des Iforass. On n'a jamais rencontré de types très potassiques et, en général, il semble que la soude l'emporte sur la potasse.

Roches Volcaniques. — En plus de la présence constante de laves alcalines dans la plupart des centres volcaniques, les roches épanchées de l'Ahaggar et du Tibesti forment une série pétrographique très complète, parallèle à celle qui a été mise en évidence pour les roches holocristallines. Les laves à déficit de silice sont fréquentes en Ahaggar, au Tibesti, en Aïr, au Djebel-Marra, en Ouadaï, et dans l'Ennedi.

Les types principaux sont des phonolites et des basanitoïdes, parfois des limburgites. Les laves d'In Zize et de Toodemi ont des caractères bien tranchés : les premières sont des rhyolites, les secondes des andésites. En Ahaggar, au Tibesti, au Djebel-Marro, il existe des types inter-

médiaires assez rares dans ces régions. Dans toutes ces laves, comme dans les roches holocristallines, la soude prédomine sur la potasse, à l'exclusion des types très potassiques. Les laves de l'Ahaggar, de l'Emi Koussi, du Djebel-Marra et de l'Aïr, ont, comme caractère commun, d'être le plus souvent des roches à silice saturée ou déficitaire.

Enfin, si l'on considère l'ensemble des formations d'origine interne, dans le temps, il semble que le magma éruptif reflète un appauvrissement général en silice.

Tous ces caractères sont résumés dans plusieurs tableaux.

Georges LECOINTRE

Licencié ès-Sciences,

et

Paul LEMOINE

Professeur de Géologie au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris

---

SUR LES GRAPTOLITHES GOTHLANDIENS DE LA GUINEE FRANÇAISE

(*Résumé*)

Le vaste territoire de l'Afrique occidentale française n'a fourni jusqu'à présent aucun fossile paléozoïque, de sorte qu'on était réduit à des hypothèses sur l'âge des terrains qui constituent cet énorme pays.

Or, en 1918, M. Sinclair (1) a fait connaître l'existence de graptolithes (*Monograptus priodon*), dans une série de plaquettes de grès fin, en Guinée française : 12 kilomètres au Sud-Ouest de Télémélé, aux sources de la rivière Samarkou.

Nous avons pu retrouver ces échantillons, qui font actuellement partie des collections du Muséum National d'Histoire Naturelle (Géologie,

(1) Sinclair, Joseph-H., Sur l'âge des grès de la Guinée française. C.R. Acad. des Sciences. Paris, 11 mars 1918.

n° 24.14), et y avons reconnu une série d'espèces que nous avons cru devoir soumettre à l'examen de Miss Gertrude L. Elles, du Sedwick Meseum de Cambridge. La savante spécialiste anglaise y a déterminé :

Monograptus Riccartonensis Lapworth.

Monograptus priodon Bronn.

Rétiolites (Gladiograptus), Geinitzianus, Barrande.

Ces déterminations permettent de préciser que ces grès appartiennent à la zone de *M. Riccartonensis*, qui, on le sait, avoisine la base de l'étage du Wenlock (2).

Ce gisement est le plus méridional de ceux que nous connaissons en Afrique, cette constatation, jointe au fait qu'il est situé dans des sédiments gréseux horizontaux permet de penser qu'il est situé sur le bord nord du continent africano-brésilien et vient confirmer le caractère épicontinental de la transgression gothlandienne.

Espérons que la découverte de M. Sinclair ne restera pas isolée et que l'on pourra bientôt préciser les conditions d'extension du Silurien en Afrique et en déduire d'importantes conclusions au point de vue de la Tectonique et de l'Histoire du Globe.

(2) *Quarterly Journal Geological Society*, vol. 56, *London*, 1900, p. 399.

H. BUTTGENBACH

NOTE SUR LES MINERAUX DE SIDI AMOR BEN SALEM (TUNISIE)

(*Résumé*)

Depuis la description donnée en 1920 par M. Buttgenbach, des minéraux provenant du Djebel-Slata, des minéraux nouveaux, trouvés dans ces gisements, lui ont permis d'ajouter quelques indications à celles qu'il a exposées. Dans sa note sur les minéraux de Sidi Amor, M. Buttgenbach décrit quelques cristaux de phosgénite, d'anglésite et de galène de ce gisement. Certains cristaux de galène présentent un intéressant groupement suivant la loi de macle de la fluorine. Ce groupement se présente dans tous les grains de galène qui parsèment le calcaire.

L'auteur décrit encore un échantillon de pyrophyllite.

Discussion. — A la suite de la communication de M. Buttgenbach, M. L. JOLEAUD fait remarquer comment il a été possible dans certains cas de déterminer, paléontologiquement, l'âge de récentes remises en mouvement.

P. FOURMARIER

Professeur à l'Université de Liége. Membre de l'Académie Royale de Belgique

LES DERNIERES ONDULATIONS DU SOL DE LA BELGIQUE ET LES TERRASSES DE LA MEUSE

(*Résumé*)

Si complexe que soit l'évolution du territoire belge au cours de la période cénozoïque, on peut en ramener les traits essentiels à des bombements du sol dirigés approximativement Est-Ouest, ou plutôt parallèles à l'axe de l'Artois-Ardenne et à des fractures radiales de direction moyenne Nord Ouest-Sud Est, appartenant à la grande zone d'effondrement de la vallée du Rhin, en aval de Bonn.

Ces dernières dislocations s'observent facilement dans les terrains qu'elles traversent ; il n'en est pas de même pour les mouvements ondulatoires qui n'ont produit, aux époques récentes, que des déformations à très grand rayon de courbure, à peine sensibles, par conséquent, sur un territoire de la grandeur de la Belgique.

L'étude de l'allure longitudinale des terrasses de la Meuse conduit cependant à des considérations intéressantes sur cette question. La terrasse qui à Liége, est à la cote 125 environ, reste à cette même altitude jusque près de la frontière française d'une part, et jusqu'au voisinage de la frontière hollandaise d'autre part ; à partir de ce dernier point, elle descend relativement vite vers le Nord et le Nord-Ouest. Une telle disposition, très différente du profil longitudinal du cours d'eau actuel, s'explique facilement par un bombement du sol.

Une autre terrasse se développant en aval de Liége, à très faible hauteur au-dessus du lit du fleuve, montre une disposition analogue. Les mouvements se sont donc accentués jusqu'à une époque très récente.

La disposition des alluvions de l'Escaut vient confirmer cette interprétation ; elle montre bien qu'il s'agit d'un mouvement orienté suivant l'axe de l'Artois.

Parmi les failles de direction Nord Ouest-Sud Est, il en est qui ont encore joué postérieurement à la formation des terrasses de la Meuse, ce qui vient encore compliquer le problème.

Discussion. — M. Haug fait remarquer le grand intérêt de la communication de M. Fourmarier; son étude est basée sur des observations précises faites avec des cartes topographiques exactes.

M. Lagotala fait également observer avec combien d'intérêt on pourrait se servir de l'hypothèse de M. Fourmarier pour l'étude des autres terrasses.

G. COURTY

Professeur à l'Ecole Spéciale des Travaux Publics.
Paris

SUR LA FORMATION DE LA PENEPLAINE DES FLANDRES

(*Résumé*)

Les buttes de sables tertiaires recouvertes de limon qui traversent les Flandres suivant une ligne Est-Ouest, ne seraient qu'une reste d'une topographie bien différente de celle d'aujourd'hui. Il existait avant l'érosion un vaste plateau de limon entamé à la fin du tertiaire ou même au début du pleistocène, par des eaux de fusion glaciaire. Cette manière de voir est basée sur la découverte de fragments de granit anguleux engagés dans le limon qui recouvre le sommet du Mont Noir. Ces fragments se sont avancés lors de la débacle glaciaire de la presqu'île scandinave, en passant par la Hollande et la Belgique, jusque dans le Nord de la France.

Serge GLINKA

SUR LES ROCHES CONTENANT LE CORINDON DU DISTRICT DE KARKARALINSK (SIBERIE OCCIDENTALE)

(*Résumé*)

Le mémoire de M. Glinka contient une étude de roches contenant du corindon et de l'alunite, provenant du district de Karkaralinsk, en Sibérie occidentale, roches dont l'auteur donne la description et l'analyse. Un gisement de kaolin pur et compact accompagne ces roches. Parmi les roches du gisement, il en est qui montrent les gradations métamorphiques des roches à corindon.

Mlle Suzanne LECLERCQ
Docteur ès-sciences. Assistante de Paléontologie
à la Faculté des Sciences de Liége.

PREMIERES OBSERVATIONS SUR LA STRUCTURE ANATOMIQUE DES VEGETAUX DU HOUILLER BELGE

(Résumé)

Mlle Leclercq, assistante au laboratoire de Paléontologie de l'Université de Liége, annonce que les charbonnages de Werister ont doté le laboratoire de plusieurs milliers de kilogrammes de nodules calcaires riches en végétaux à structure conservée. Ces nodules proviennent de la couche Bouxharmont, située à la base de l'assise de Châtelet, dans le Westphalien proprement dit. Une étude préliminaire de la structure anatomique de ces végétaux houillers montre que six familles de végétaux paléozoïques y sont représentées :

Calamites (abondant)
Sphenophyllum (rare)
Lepidodendrées (très abondant)
Stigmariées —
Botryoptéridées —
Zygoptéridées —

Mlle Leclercq apporte quelques données nouvelles sur la structure anatomique de certains *Sphenophyllum*, *Stigmaria* et *Botryopteris*.

Armand RENIER

QUELQUES REMARQUES SUR LES BOTHRODENDREES

(Résumé)

Parmi le grand nombre d'espèces de végétaux de la flore carbonifère, on trouve le *Bothrodendron punctatum* (Lindley et Hutton). Ce sont de grands arbres à cîme très développée, portant sur leur tronc deux files de cicatrices de rameaux sessiles.

Les cicatrices foliaires du *Bothrodendron* sont surmontées d'une ligule ; ce végétal appartient donc au type des Lycopodinées ligulées.

Potonié a décrit un végétal : *Cyclostigma Hercynium*, qu'il range parmi les Bothrodendrées ; or, la trace foliaire de *Cyclostigma* n'a pas de ligules : ce végétal appartient au type des Lycopodinées ligulées. Il ne peut être confondu avec les Bothrodendrées.

L'erreur commise par Potonié n'est pas assez connue et beaucoup de paléontologues, continuant à classer les *Cyclostigma* parmi les Bothrodendrées, les regardent comme les ancêtres des Lycopodinées ligulées ; les *Cyclostigma* étant déjà représentées à un niveau inférieur (dévonien), où il n'existe pas encore de Bothrodendrées (carbonifère).

M^lle M. A. LEFEVRE

UN ASPECT DE LA TOPOGRAPHIE DES ENVIRONS DE LOUVAIN

(Résumé)

La topographie des environs de Louvain se caractérise par l'extension d'un repli sur les deux versants de la vallée de la Dyle ; on y reconnaît sans peine une terrasses. Par son niveau moyen, 25 à 30 mètres au-dessus de la vallée actuelle, elle se range parmi les terrasses moyennes de la Moyenne Belgique.

Il y a lieu cependant de noter une légère dénivellation entre le replat de la rive gauche, à la cote 50, et celui de la rive droite, se maintenant près de la cote 40.

Nous voyons dans cette disposition la formation d'une terrasse en deux étapes. Dans le cas présent, le phénomène semble fonction du banc de grès diestiens qui barre la vallée en aval de Louvain.

La résistance à l'érosion de ce banc gréseux aurait prolongé localement, pour la Dyle, la période d'élargissement des vallées correspondant aux terrasses moyennes. Bloquée sur la rive gauche par ces mêmes grès, la rivière se serait étendue sur sa rive droite jusqu'à ce que le banc résistant fût traversé. Le contact entre la formation gréseuse et les sables bruxelliens se fait à la cote 40, qui est aussi le niveau de la terrasse sur la rive droite de la Dyle.

Discussion. — M. LAGOTALA signale des faits analogues à ceux mentionnés par Mlle Lefèvre, en plus grand, en Suisse.

P. L. MICHOTTE

ESSAI DE CARTE LITHOLOGIQUE DU SOUS-SOL DE LA BELGIQUE

(Résumé)

M. P.-L. Michotte présente un essai de carte lithologique de la Belgique, essai dont une réduction au 1 : 1.000.000 vient de paraître dans l'atlas Vidal-Lablache.

On distingue, sur cette carte, trois séries pétrographiques principales, représentées chacune par une couleur différente : celle des sables et des grès, celle des argiles et des schistes, celle des craies et des calcaires. Dans chaque série, plus la roche est ancienne, plus la teinte est foncée.

Complétant la carte géologique belge, à la même échelle, la carte lithologique dessine, dans leurs grands traits, les régions naturelles de la Belgique.

Henri LAGOTALA

Docteur ès-sciences, Genève.

LE NEOWURMIEN ET LES DEPOTS QUATERNAIRES DU BASSIN DU LAC DE GENEVE

(Résumé)

M. Lagotala a entrepris l'étude des dépôts glaciaires du territoire compris entre le Jura d'une part, le Rhône et le lac de Genève d'autre part. Dans une première partie, l'auteur étudie la question du Néowürmien et arrive à la conclusion que les nouvelles recherches de Penck

n'infirment en rien les résultats des travaux de Gutzwiller, Meister, Haug, Kilian et Lagotala, concernant l'existence, durant la phase de retrait des glaciers würmiens, d'une nouvelle avance des glaciers. En étudiant une série de gravières et en général tout ce territoire, l'auteur a reconnu deux types de formations glaciaires ou fluvioglaciaires. L'un dé ces types correspond à des dépôts jeunes (Néowürm) où l'on peut voir des dépôts fluvioglaciaires compris entre deux moraines de fond. L'autre type comprend du fluvioglaciaire ou de la moraine de fond plus âgée (Würm). Les glaciers locaux du Jura sont relativement jeunes et correspondent au Néowürm.

Le glacier rhodanien néowürmien n'aurait pas franchi la barre de la Sarraz, tandis que vers le Sud-Ouest, il aurait stationné dans les environs de Léaz (Kilian) et plus longuement vers Chancy-Aversy-Seral-Saint-Julien.

M. Lagotala est d'accord avec Kilian lorsque ce dernier déclare, au sujet de la récurrence néowürmienne : « Son existence constitue un fait incontestable... quelle que soit l'interprétation que l'on donne à l'Oscillation de Laufen. »

ANTEN et CHARLES

VARIATIONS DU FACIES DU BRUXELLIEN

(Résumé)

Ayant été amenés à rechercher certaines catégories de sables utilisées dans l'industrie, nous avons eu l'occasion d'étudier la formation bruxellienne au Sud de la province de Brabant.

Seuls étaient susceptibles de nous intéresser, les sables donnant un refus de 10 0/0 minimum sur un tamis de 484 mailles au centimètre carré.

Les observations que nous avons pu faire sur le terrain nous ont montré que les sables recherchés n'étaient pas répartis dans la formation d'une façon uniforme.

1° Fait remarquable, partout où le sable est satisfaisant quant à la grosseur du grain, les gisements sont d'une homogénéité parfaite,

exception faite pour la carrière de la Basse-Nouvelle, à Wautier-Braine, où il existe deux niveaux, l'un composé d'éléments grossiers, l'autre composé d'éléments fins.

A ce sujet, nous ferons remarquer qu'à Mont-Saint-Guibert, la hauteur du sable exploitée atteint à certains endroits 25 mètres environ ; qu'à Braine-le-Comte, la formation est exploitable sur 20 mètres et plus ; à Chaumont-Gistoux, la carrière offre également un front de taille de plus de 20 mètres ; enfin, à Tilly, on peut donner au gisement exploitable une épaisseur de 15 mètres.

Tous ces gisements sont homogènes du haut en bas.

2° Si nous les repèrons sur une carte, nous observons qu'ils paraissent s'aligner suivant une bande de cinq kilomètres de largeur moyenne, passant par Braine-le-Comte, Plancenoit, Tilly, Mont-Saint-Guibert, Chaumont-Gistoux.

Nous n'avons pu, faute d'affleurements, nous rendre compte si cette bande est continue ou sub-continue.

Il résulte de nos observations. qu'en dehors de cette bande, il ne semble pas exister de grands gisements de sable grossier dans le Bruxellien.

Nous avons cherché un critère différentiel dans la nature des minéraux denses des sables examinés. Malheureusement, tous les échantillons ont montré la même composition en ce qui concerne ceux-ci.

Le zircon, le rutile, la tourmaline, l'andalousite, la staurodite et le disthène existent plus ou moins largement représentés.

A quelle cause attribuer des gisements aussi importants et d'une constitution aussi homogène, alors que ces formations sont à stratification entrecroisée du haut en bas.

Doit-on y voir l'influence des courants marins classant les éléments arrachés au rivage selon certaines directions, ainsi que cela se produit encore de nos jours dans la mer du Nord, où l'on voit d'énormes bancs de sable constitués de cette façon ?

Cette hypothèse permettrait d'expliquer que dans certaines conditions de vitesse, des éléments fins ne se mêlent pas aux éléments grossiers.

Ne voit-on pas, de nos jours, dans le Pas-de-Calais, la craie mise à nu par les courants marins. Ceux-ci ont une vitesse telle que les sables ne peuvent se déposer.

Un phénomène de ce genre rendrait compte également de la stratification entrecroisée des dépôts considérés.

Nous soumettons ces quelques suggestions à l'attention de nos confrères, en regrettant qu'il nous ait été impossible de rassembler un nombre plus grand d'observations ; ce qui nous aurait peut-être permis d'arriver à des conclusions plus catégoriques.

P. FOURMARIER
Professeur à l'Université de Liége

et

M. LEGRAYE
Ingénieur des Mines. Liége.

LES COURBES ISOANTHRACITIQUES DANS LE BASSIN DE LIEGE

(*Résumé*)

Dans le bassin de Liége, comme dans tous les autres bassins houillers, les combustibles présentent des variations soit dans l'étendue d'une même couche, soit dans l'ensemble des couches. Il nous a paru intéressant d'essayer de fixer pour une même couche, ou pour un groupe de couches, les lignes suivant lesquelles les combustibles conservent la même teneur en matières volatiles. Nos conclusions sont basées sur les résultats de plusieurs centaines d'analyses faites de la même manière et par la même personne, afin de rendre leurs résultats comparables. Cette étude se complique du fait que le bassin houiller est fortement plissé et que les questions de profondeur doivent aussi entrer en ligne de compte.

Dans leur allure d'ensemble, les courbes isoanthracitiques du bassin houiller de Liége, sont orientées non pas suivant l'axe du pli, mais suivant une direction Est-Ouest. Ce n'est que dans la région de Huy, qu'elles tendent à reprendre la direction de l'axe du bassin. Les courbes du bassin de Herve, joignant celui de Liége, ont également une direction générale Est-Ouest, mais elles ne se raccordent pas à celles du bassin de Liége : elles sont reportées plus au Nord. On constate également des variations de part et d'autre des grandes failles, variations résultant du déplacement des formations suivant ces failles.

La cause de ces modifications n'est pas d'origine tectonique ; elles sont antérieures aux grandes dislocations et datent probablement du début des grandes compressions. Les combustibles du bassin présentaient certainement des différences originelles.

Il est à remarquer encore que les zones isopiques du bassin ont une allure analogue à celle des zones isoanthracitiques.

F. KAISIN

M. F. Kaisin fait une communication au sujet de la faille de Charlemont, et à la suite de cette communication, développe ses idées sur l'ampleur possible des phénomènes du charriage en Belgique.

Discussion. — M. L. Joleaud trouve les vues de M. Kaisin très intéressantes; ce qu'il a cru voir en Belgique, allure des grès d'Anor et du poudingue de Fépin, correspond exactement aux conceptions de M. Kaisin.

M. Dollfus fait remarquer que si les vues de M. Kaisin sont exactes, on pourrait en tirer des conclusions intéressantes pour le bassin de Paris.

Un échange de vues s'engage encore à ce sujet entre MM. Kaisin et Lemoine.

BELLIERE

M. Bellière fait une communication au sujet d'un fossile du Couvinien Belge.

Colonel HENRY

ETUDES GEOLOGIQUES DANS LA PROVINCE ORIENTALE DU CONGO BELGE

(Résumé)

Dans sa communication, l'auteur trace à grands traits une synthèse de ses recherches dans la province orientale du Congo Belge. Il utilise à cet effet quatre grands itinéraires descriptifs, dont il dégage en dernière analyse les faits principaux suivants :

a) Les systèmes sédimentaires non métamorphiques se superposent

régulièrement en discordance de stratification sur le bord Nord-Est de la cuvette congolaise, dans l'ordre suivant, de bas en haut : Lubudi, Kundelungu, Lualaba, mais à Irumu et à Kilo, il y a des lambeaux Lualabiens en contact direct avec le soubassement cristallin.

b) Le Lualabien est légèrement plissé dans la région de Stanleyville, ainsi que dans celles de Kindu, de Kongolo et d'Irumu-Kilo.

c) Un arc montagneux cristallophyllien, d'un seul tenant, très puissant, s'étend de la Lukuga à la Semliki au moins. Il forme comme un grand rebord à la cuve congolaise à l'Ouest, et aux effondrement lacustres à l'Est.

d) On peut concevoir ce gros bourrelet et les hauts plateaux du centre africain comme étant une vaste forme anticlinale produite par des forces tangentielles de sens contraire, *grosso modo* Est-Ouest, qui s'y sont rencontrées et neutralisées vers la fin du Tertiaire. Les distensions subséquentes seraient la cause des effondrements et affaissements.

e) Les failles ainsi produites forment des réseaux compliqués, jalonnés par des évents volcaniques et des sources thermales.

f) Des tremblements de terre et des éruptions volcaniques indiquent que l'équilibre géologique n'y est pas établi.

L. JOLEAUD

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris

SUR L'ORIGINE DES CASSURES AFRICAINES

L'existence à Madagascar d'anciens lacs néogènes délimités par des cassures parallèles à la faille de la côte Est, montre l'identité de certains accidents tectoniques de la grande île avec les fossés de l'Afrique orientale. N'y aurait-il pas une relations génétique directe entre ces dislocations de l'Est africain et de Madagascar, le géosynclinal du Mozambique, apparaissant dès lors comme encadré entre deux systèmes de fractures présentant entre elles d'étroites analogies ?

Quand on reporte sur une même carte le tracé du géosynclinal du Mozambique à l'ère secondaire, tel que l'a reconstitué E. Haug, et le réseau des cassures africaines, d'après, par exemple, la dernière carte de W. J. Gregory, on ne peut s'empêcher d'être frappé de l'allure géo-

graphique grossièrement parallèle de ces deux ordres de données tectoniques.

Or, on sait que ce qui distingue le géosynclinal du Mozambique de tous les autres anciens géosynclicaux du globe, c'est que, sur son emplacement, aucune grande chaîne de montagnes ne s'est formée à l'ère tertiaire. Cependant, l'histoire de ce géosynclinal révèle l'existence d'une phase volcanique néogène excessivement importante, ayant elle-même succédé à une période éruptive du Crétacé moyen, tout aussi remarquable. Dans la région du géosynclinal du Mozambique, les phases orogéniques andine et pyrénéoalpine n'auraient donc point déterminé de plissements, alors qu'elles auraient été suivies, là, comme partout ailleurs dans les zones de dislocations récentes, par des manifestations volcaniques très accusées.

On admet généralement aujourd'hui qu'il y a une liaison originelle directe dans tout cycle de diastrophisme entre cette période éruptive subséquente et la phase orogénique antécédente. Les poussées tangentielles du milieu du Crétacé et surtout celles du Tertiaire, se seraient donc produites ici, comme dans les autres géosynclinaux, mais elles n'auraient pas donné naissance finalement à de véritables plissements à Madagascar et dans l'Afrique orientale.

L'histoire géologique des cassures africaines, telle qu'elle vient d'être synthétisée par J. W. Gregory, montre que les grandes dépressions, qui se succèdent du pied du Taurus à l'embouchure du Zambèze, se sont constituées en plusieurs étapes, principalement au Miocène et au Pliocène. Les nappes d'eau lacustre établies dans ces cuvettes ont fourni des gisements de fossiles qui ont permis de déterminer l'âge exact de leur formation. Les deux faunes les plus caractéristiques de cette contrée datent, l'une du Burdigalien, dans la région du lac Victoria Nyanza, l'autre du Pliocène récent, sur les bords du fleuve Omo ; la première a été décrite par G.-W. Andrews ; de la seconde, j'étudie en ce moment les matériaux. Les périodes de genèse des dépressions occupées par les Grands Lacs, qui sont ainsi immédiatement antérieures, l'une u Burdigalien, l'autre au Pliocène supérieur, ont été suivies de phases volcaniques intenses, tout à fait comme l'auraient été normalement des époques de plissements. On peut donc se demander si ce ne serait pas les forces tangentielles, devant théoriquement donner naissance à la chaîne de montagnes du Mozambique, qui se sont résolues en grandes cassures, dans les pays riverains de l'océan Indien occidental.

Le réseau des fractures de l'Est africain et de Madagascar devrait donc être envisagé comme se liant à des mouvements tangentiels de l'écorce terrestre et non à des mouvements verticaux, ainsi qu'on le pense généralement. D'ailleurs, on remarquera que l'allure subméridienne de ces accidents n'est pas sans rappeler celle des plissements sahariens, dont on peut rapprocher, avec plus ou moins d'exactitude

chronologique et géographique, presque toutes les rides africaines et malgaches, hormis celles de la Berbérie, de la colonie du Cap et du pays sakalave.

Quoiqu'il en soit, un fait bien frappant est le parallélisme des deux bords des cassures africaines. Quand on regarde l'image sur la surface de notre globe de ces accidents, qui en constituent d'ailleurs peut-être le trait le plus remarquable, on ne peut s'empêcher de songer aux conceptions de Wegener. Comme je l'ai dit ailleurs, je ne crois pas à l'explication tectonique de la Terre, telle que la donne le géophysicien allemand, mais peut-être en ramenant l'hypothèse du professeur de Hambourg, à une interprétation régionale, pourrait-on expliquer par elle l'origine des cassures africaines.

Les continents éthiopien et indo-malgache, par suite d'un léger déplacement tangentiel de leurs masses, se rapprochant sensiblement l'une de l'autre, auraient été quelque peu disjoints. Dans cette dérive de très faible amplitude, les compartiments plus proches du géosynclinal du Mozambique auraient été ceux qui se seraient le plus avancé, leurs séparations se produisant de préférence suivant la direction des plis calédoniens-sahariens qui les avaient affectés. Cette disjonction aurait entraîné la rémission des forces tangentielles, qui ne se seraient dès lors pas propagées jusqu'au géosynclinal même et n'y auraient point, par suite, donné naissance à une chaîne de montagnes.

Discussion. — M. Belot a été frappé également par les cassures signalées par M. Joleaud. L'application de ses hypothèses donnerait un renflement du périmètre équatorial de 45 kilomètres.

M. P. Fourmarier fait remarquer qu'il faut considérer la chose en très grand : ces fractures ne constituent pas une ligne déterminée, mais un réseau à deux directions dominantes. Sur les bords du Lac Tanganyka, les cassures traversent le lac ; c'est du reste par le jeu de deux directions de fractures qu'on peut expliquer les particularités de certains lacs ; ceux-ci sont orientés suivant la cassure dominante. Il est remarquable qu'en Europe on connaisse l'équivalent de ce phénomène : deux directions principales de fractures ayant joué à des époques successives, une direction étant prédominante à une époque, la seconde à une autre époque.

LECRENIER

Directeur technique des Cristalleries du Val Saint-Lambert

M. Gilard, ingénieur, au nom de M. Lecrenier, docteur en sciences et directeur technique des Cristalleries du Val-Saint-Lambert, empêché, donne lecture d'une note « Expériences de Géogénie ».

En étudiant le refroidissement de sphères de verre fondu, de sphères métalliques entourées de toutes parts d'une enveloppe vitreuse, de sphères de stéarine emplies de paraffine (de façon à le rapprocher de plus en plus de la constitution du globe, qui, à l'extérieur, se trouve formé d'une enveloppe de roches cristallines et comporte à l'intérieur une masse pâteuse), M. Lecrenier met en évidence la formation, à une distance relativement faible de la première couche solidifiée, de cavités dans lesquelles règne un vide prononcé, de grandeurs et d'emplacement variables. La production de ces cavités au cours de ses expériences, le porte à croire que des poches analogues se sont formées dans la masse en cours de solidification, lors du refroidissement du globe, poches dont l'existence et les dimensions permettent peut-être d'expliquer certains phénomènes mal connus jusqu'ici : les variations de la gravité aux divers points du globe, les tremblements de terre de grande envergure, les éruptions volcaniques par explosion, les raz de marée, etc. Les expériences de M. Lecrenier ont une portée intéressante, car elles apportent une contribution positive à la théorie du refroidissement et de la contraction de terre, fort discutée actuellement et confirment les vues de nombreux savants qui expliquaient leurs idées sur les phénomènes terrestres par la présence de vides souterrains dont aucune expérience n'avait jusqu'ici permis d'établir l'existence.

Discussion. — M. le Colonel Périer remercie M. Gilard et le prie de transmettre des remerciements à M. Lecrenier.

Une vive discussion s'engage à propos de cette communication entre MM. Belot, de Margerie, Gilard, Joleaud, Lemoine et M. le Colonel Périer au sujet de l'application de ces expériences de laboratoire aux phénomènes de la nature, et au sujet de l'intervention des eaux marines ou juvéniles dans les phénomènes volcaniques.

Van ESBROECK

UN DIAGRAMME CHIMICO-MINERALOGIQUE POUR COMPARER LES ANALYSES DES ROCHES ERUPTIVES

(*Résumé*)

Le diagramme présenté est le premier qui montre directement, à la fois les proportions d'oxydes, telles qu'elles sont fournies par l'analyse, et la répartition de ces oxydes entre les grands groupements minéra-

logiques. On peut y lire les proportions des silicates alumino-alcalins, alumino-calcique (anorthite), et ferromagnésiens. On peut également, selon les cas, lire la proportion de silice libre (quartz), ou juger, soit des proportions de métasilicates et d'orthosilicates ferromagnésiens (pyroxènes-amphiboles et péridot), soit de celles des polysilicates et orthosilicates alumino-alcalins (feldspaths orthose-albite et feldspathoïde néphéline). Enfin, on estime facilement à vue l'abondance relative de l'orthose et de l'albite. L'interprétation minéralogique de l'analyse est ainsi poussée aussi loin qu'il est désirable, vu sa nature essentiellement approximative.

Ce résultat est obtenu non par le calcul, mais par des constructions graphiques très simples, basées sur le choix d'une inclinaison déterminée pour le secteur représentant chaque oxyde ; de la sorte, les projections verticales deviennent proportionnelles aux « proportions équivalentaires », c'est-à-dire des proportions moléculaires si l'on écrit toutes les molécules d'oxydes avec une même teneur en oxygène. Grâce à l'emploi de ces « proportions équivalentaires », et aussi à un choix convenable de la succession et de l'orientation des secteurs qui représentent les différents oxydes, la répartition des oxydes entre les différents groupes s'effectue très aisément le long d'une même verticale.

Le diagramme peut être rendu symétrique par duplication et présente alors une forme extrêmement caractéristique, aussi « parlante », mais beaucoup plus significative que les « étoiles », de Michel-Lévy, le contour étant constitué par les vecteurs eux-mêmes, et la répartition en groupes de minéraux apparaissant pour ainsi dire automatiquement.

9e section

BOTANIQUE

Président. . . . . . A. GRAVIS, Professeur à l'Université de Liége, membre de l'Académie Royale de Belgique.

Vice-Président. . . . . . Paul BERTRAND, Professeur à l'Université de Lille.

Secrétaire. . . . . . H. LONAY, Chargé de Cours à l'Université de Liége.

Secrétaire adjoint. . . . . . MONOYER, étudiant au doctorat en Botanique à l'Université de Liége.

Joseph COULOUMA

Docteur en Pharmacie. Licencié ès Sciences.

Expert chimiste, Béziers.

FLORE DE CEILHES ET DE LA HAUTE VALLEE DE L'ORB

I. GÉOGRAPHIE.

Avant de développer devant vous les caractères de la haute vallée de l'Orb, je tiens à situer cette région et à expliquer les motifs qui ont pu déterminer l'originalité de sa flore. Le petit pays qui nous intéresse est à 130 kilomètres de Montpellier, et aux confins de deux départements : l'Hérault et l'Aveyron.

a) *Hydrographie.*

L'Orb, fleuve côtier méditerranéen, naît en terrain volcanique entre le Larzac et l'Escandorgue.

Notre cours d'eau coupe bientôt la falaise du plateau calcaire au « causse », pour descendre rapidement de 800 mètres à 500 mètres.

Arrivé à la hauteur du village de Ceilhes, il forme déjà une véritable rivière à l'altitude de 430 mètres.

Les montagnes qui dominent notre petit chef-lieu de 300 mètres sont calcaires et ont des pentes douces.

La direction de la vallée va de l'Est à l'Ouest et tandis que des sommets élevés, formant massif, séparent Ceilhes de la plaine Languedocienne, des cols et des montagnes de moindre altitude limitent notre vallée à l'Ouest et font communiquer cette région avec les rivières qui prolongent la dépression vers l'Océan. Cependant, au-delà de Ceilhes, l'Orb est rejetée vers le Sud par des roches schisteuses et porphyriques.

Pendant sept kilomètres, notre rivière coule dans une gorge étroite très tourmentée, en terrain schisteux ou sur du calcaire cristallin.

Notre étude s'est poursuivie de la source de l'Orb à Avène, sur un parcours de vingt-six kilomètres, et nous nous sommes limités au versant de l'Orb .

b) *Climat.*

Le climat de notre haute vallée de l'Orb est froid et pluvieux avec prédominance des vents d'Ouest ou Nord-Ouest. J'ai compté cent jours de pluie en 1917, et des différences moyennes de 3° à 4° avec la plaine méditerranéenne.

Les vents du Sud ont perdu, par contre, une partie de leur humidité quand ils arrivent à Ceilhes.

II. Géologie.

Nous avons vu que l'Orb naissait dans le basalte, éruption volcanique relativement récente, pour passer rapidement ensuite dans le terrain secondaire calcaire, où il traverse le Médiojurassique, le Lias supérieur, inférieur, moyen, auquel nous devons les falaises et les bancs successifs que l'on trouve dans tous les ruisseaux.

Nous rencontrons, plus bas, le Trias, où nous avons remarqué le grès bigarré et les marnes irisées du Keuper.

Enfin, les terrains primaires sont largement représentés à l'Ouest de notre carte. Ils sont métamorphiques et on ne trouve pas de fossiles chez eux, par suite justement de la présence au milieu d'eux de roches éruptives porphyriquees. Les schistes dominent et nous étudierons spécialement leur flore.

L'âge de ces montagnes daterait de l'époque silurienne et nous aurions une chaîne Calédonienne contre laquelle serait venue battre la mer Jurassique.

III. La Végétation.

Par l'altitude, notre région comprise entre 360 mètres et 850 mètres, appartient presque entièrement à la zone du châtaignier et du chêne blanc.

Nous ne pouvons donc pas étudier les zones végétales échelonnées

suivant l'altitude et nous nous contenterons de constater les rapports étroits qui lient la flore à la nature du terrain, tout en remarquant la banalité de ces faits qui obéissent, comme partout, aux lois de la phytogéographie.

a) *Plantes des terrains calcaires.*

Dans la région qui s'étend de la source de l'Orb à Ceilhes, les végétaux sont de petite taille et les plantes xérophyles dominent. Nous devons faire, dans cette bande de terrains calcaires, une distinction entre les versants et les plateaux ou Causses.

Dans la vallée, le versant exposé au Nord, ou Ubac, possède plus de fraîcheur. Aussi, on trouve là des arbres de taille moyenne, et parmi eux le Hêtre (*Fagus sylvatica*) et le Tilleul (*Tilia platyphylla*), quoique rares.

Par contre, l'Adret, ou versant Sud, ne possède que les arbres de la région calcaire et sèche : Chêne blanc (*Quercus sessiliflora*), Noisetier (*Corylus Avelana*), Sorbier blanc (*Sorbus Aria*), Erable de Montpellier (*Acer Montpessulanum*), Viorne lantana (*Viburnum lantana*), Bois odorant de Sainte-Lucie (*Cerasus Mohabb*). Nous y avons cueilli l'*Aphyllandes Monspeliensis*, *Inula montana* ou faux-arnica, *Thymus vulgaris*, *Lavandula latifolia*.

Les plateaux sont caractérisés par deux espèces : le Buis (*Buxus sempervirens*) et le Genevrier ceommun (*Juniperus communis*), qui couvrent d'immenses espaces sans eau, sans végétation et sans vie.

Les troupeaux de brebis contribuent, avec la sécheresse et l'excès de calcaire, à donner à cette région un caractère désertique.

Nous devons signaler dans la vallée, une intéressante colonie de Lavandes vraies (*Lavandula officinalis*), située sur le versant Nord.

Les bords de rivière constituent les terrains fertiles cultivables : Ils sont réservés généralement aux céréales : blé, orge, avoine, paumelle, maïs.

Nulle part, dans cette zone, nous n'avons rencontré le Chêne vert, l'Arbousier, le Térébinthe, le Lentisque, si fréquents cependant dans la vallée moyenne de l'Orb.

Le *Cistus albidus* fait totalement défaut alors que nous le trouvions sur le Causse de Cabriac. Le Romarin, le Garon, le Fenouil et la Rue sont totalement absents de cette vallée.

En revanche, nous trouvons des plantes inconnues dans la région méditerranéenne : Viorne, Sorbier blanc, *Cirsium acaule*, *Cirsium eriophorum*, etc.

Cette zone calcaire rappelle, à s'y méprendre, la vallée voisine de la Sorgues, où nous avons observé les mêmes espèces botaniques.

b) *Plantes des terrains dolomitiques.*

La végétation est, dans l'ensemble, la même qu'en terrain calcaire.

Signalons cependant deux ou trois espèces qui, sans être absentes du calcaire, y prospèrent moins : *Arenaria capitata, Campanula speciosa, Alsine liniflora, Aster alpinus.*

c) *Plantes des terrains grézeux.*

Aux environs du village de Ceilhes, nous avons noté, sur les grès bigarrés, trois espèces remarquables qui semblent avoir une prédilection pour ce terrain : *Tussilago Farfara, Coriara myrtiflora* et *Scirpus maritimus.*

d) *Plantes des terrains siliceux.*

Ici, la distinction entre l'Ubac et l'Adret est moins nette qu'en terrain calcaire, parce que la vallée se dirige du Nord au Sud.

Nous distinguons la végétation des sommets, où dominent le *Sarothamnus scoparius*, le *Genista purgans*, les Bruyères, la Fougère Aigle et les gracieux *Aira caryophyllea.*

Signalons un essai de reboisement par le *Pinus Laricio*, dont les résultats sont peu encourageants.

Dans les ravins, le Châtaignier domine : c'est l'arbre caractéristique de ces terrains schisteux. A côté de lui, nous devons citer le Chêne blanc, le Frêne, l'Orme et l'Aune.

Le Hêtre est plus répandu qu'en terrain calcaire, mais il ne forme jamais de véritables bois.

Les Fougères et les Digitales abondent.

Nous devons aussi signaler la présence, tout près de la limite de notre circonscription botanique, de quelques représentants malingres du *Quercus Ilex* et de l'*Erica arborea.*

Lavandula Stœchas est inconnu ainsi qu'*Olea europea*, et *Clematis Flamula.*

Le genre *Cistus* n'est représenté que par le *Cistus salvifolius.*

Les cultures sont les mêmes qu'en terrain calcaire, avec prédominance cependant des prairies.

Dans le tableau des espèces silicicoles, nous devons noter l'abondance des *Trifolium, Epilobium, Sedum*, des Cypéracées et des Graminées, tandis que les Crucifères, les Ombellifères et les Graminées sont moins bien représentées qu'en terrain calcaire.

Cette flore spéciale se retrouve en allant à Cenomes et Camarès, dans les vallées schisteuses du Nuéjouls et du Dourdou, dirigées vers l'Océan.

e) *Plantes des terrains volcaniques.*

Les terrains volcaniques sont caractérisés par l'absence complète des Bruyères, aussi bien à l'Escandorgue que sur le sommet basaltique du Morgis.

Nous devons signaler le *Sedum amplexicante* et le *Sedum elegans*,

trouvés sur l'Escandorgue avec le *Neottia Nidus avis* et l'*Orchis sambucina*. Le Morgis possède l'*Orchis viridis*, le *Saxifraga hypnoïdes* et bien d'autres espèces rares.

IV. — Caractères de la Végétation du Bassin supérieur de l'Orb.

La circonscription de Ceilhes appartient toute entière à la région des basses montagnes, mais sa flore, malgré la faible altitude, n'est pas du tout voisine de la flore languedocienne.

A côté de quelques espèces méditerranéennes comme le *Silene italica*, *Linum campanulatum*, *Spartium junceum*, *Genista Scorpius*, *Lavandula latifolia*, *Thymus vulgaris*, qui sont peu répandues, nous devons signaler l'absence de l'Olivier, du Chêne vert, des Cistes, à part le *salvifolius*. Le Micocoulier, le Pin d'Alep, le Laurier, Laurier Tin, le Térébinthe, le Lentisque, la Camalée, le Tamarix, le Romarin, la Lavande Stœchas, le Garou et le Roseau sont totalement inconnus dans la haute vallée de l'Orb.

Un certain nombre d'autres espèces, telles que *Clematis Flamula*, *Cistus albidus*, *C. laurifolius*, *C. monspeliensis*, *C. Pouzolzii*, *Euphorbia Vegetalis*, *Quercus coccifera*, *Juniperus Oxycedrus*, *Jniperus phœnicea*, *Phyllyrea angustifolia*, *Osyris alba*, franchissent l'axe des Cévennes ou de l'Espinouse et se retrouvent dans les chaudes vallées du Tarn, du Rance, du Dourdou et de la Sorgues.

L'absence de ces plantes prouve que la région de Ceilhes appartient au point de vue botanique à la flore de l'Europe tempérée, car elle a bien peu de points communs avec la zone méditerranéenne. Cette flore est particulièrement riche, malgré le petit nombre de plantes méridionales, puisque nous avons reconnu 950 espèces.

Nous attribuons cette richesse à la variété des terrains de notre circonscription, puisque nous avons passé en revue les terrains calcaires jurassiques, les dolomies, les grès bigarrés, les schistes primaires et les calcaires cristallins.

Entre eux, les porphyres éruptifs et, plus récemment les basaltes volcaniques du Morgis, nous ont fourni des espèces très remarquables comme la région éruptive de l'Escandorgue.

L'étude de la flore de Ceilhes nous a fait découvrir un certain nombre d'espèces rares ou nouvelles pour notre région :

Dans l'Aveyron, nous avons trouvé le *Bonjeania hirsuta* et le *Sedum amplexicaule*.

Dans l'Hérault, nous avons découvert *Dianthus deltoïdes*, *Spergula Morisonii*, *Orchis viridis*, *Neottia Nidus avis*, *Botrychium Lunaria*, *Sedum amplexicaule*, *Arabis perfoliata*.

Enfin, une vingtaine de plantes n'ont été signalées ailleurs que dans une à deux localités de notre département.

Indiquons en terminant que les plantes médicinales sont nombreuses à Ceilhes : Deux seulement méritent d'être signalées : ce sont le Tussilage et la Digitale.

Dans l'ensemble, la flore de la haute vallée de l'Orb, enclavée dans l'axe des Cévennes, appartient, d'une façon très nette, à la végétation d'une région plus élevée, celle des plateaux calcaires du Causses et des hauts plateaux du Ségala.

Nous pouvons même la rattacher à la flore de l'Europe moyenne.

Paul BERTRAND

IMPORTANCE DES PHENOMENES DE COALESCENCE POUR L'EDIFICATION DU CORPS DES VEGETAUX VASCULAIRES
(Observations sur quelques végétaux anciens)

L'évolution et l'organisation des végétaux vasculaires sont dominées par deux notions principales :

1° Coalescence plus ou moins étendue entre les ramifications de tout ordre, constituant le corps de la plante. — 2° Répercussion de la structure des ramifications d'ordre supérieur sur les rachis et les axes supports. Dans les remarques ci-après, nous laisserons de côté la *répercussion basipète* pour porter toute notre attention sur la *coalescence*.

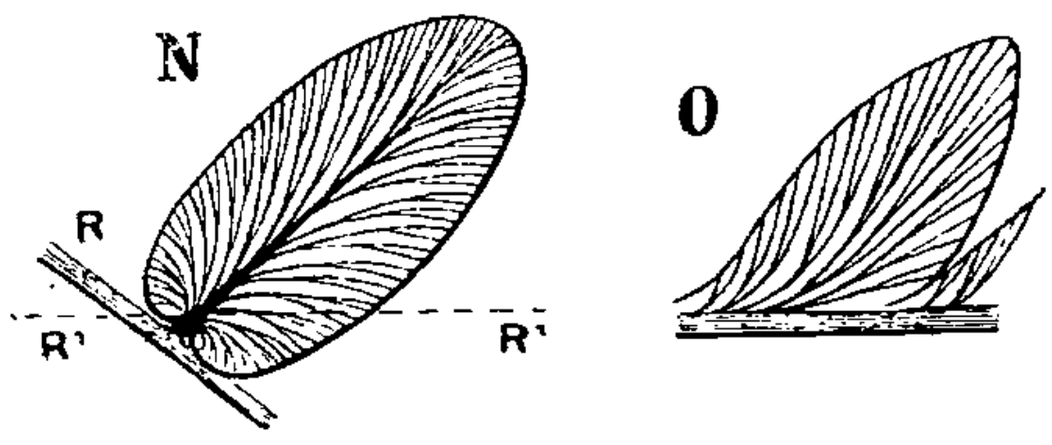


Fig. 1. — N, *Neuropteris* du groupe de l'*heterophylla*; pinnule attachée au rachis R par un seul point. — O, *Odontopteris Reichi*; pinnule largement adhérente au rachis.

H. Potonié est l'auteur qui a le mieux compris le rôle capital joué par les phénomènes de coalescence dans l'édification du corps de tous les végétaux, quels qu'ils soient ; il nous suffira de citer ses deux ouvrages fondamentaux : *Die Pericaulom theorie* (1903) et *Die Pflanzenmorphologie* (1912).

Pour nous, nous ne nous occuperons que des végétaux vasculaires.

La présente note fait suite à deux autres notes publiées en 1920 (1) ; elle a pour objet d'éclairer par des exemples corrects et de rendre plus frappants, certains des résultats énoncés précédemment.

Pour l'intelligence de ce qui suit, il convient de rappeler les notions suivantes :

Dans un schéma très général, comme celui proposé par Lignier (2) on peut imaginer que le corps des premiers végétaux vasculaires était composé tout entier d'axes, offrant tous une même structure très simple et ramifiés par dichotomie (3). Au début, les dichotomies se produisaient dans toutes les directions de l'espace ; plus tard, elles ont pu se localiser dans certains plans privilégiés. Dans cette hypothèse, les différentes parties du corps des plantes plus évoluées doivent leur origine aux métamorphoses de systèmes d'axes, spécialisés en vue de telle ou telle fonction ou modifiés au contact du milieu.

Nous appelons *axes primitifs* les axes élémentaires (*cauloïdes* de Lignier) constituant les plantes vasculaires primitives ; *faisceau primitif* ou *faisceau primordial*, le petit faisceau indéterminé, que ces axes renferment. Les cordons de protoxylème, contenus dans le système ligneux des types anciens, représentent presque toujours des faisceaux primitifs. Quand ces cordons renferment quelques éléments parenchymateux, ils prennent l'aspect *annulaire* en section transversale.

Enfin, nous rappellerons qu'un *faisceau mésarque* est un faisceau à structure concentrique, comprenant un faisceau primitif central, enveloppé de métaxylème centrifuge et de liber.

I. Observations morphologiques.

Bien des phénomènes de coalescence, reconnaissables au seul aspect des formes extérieures, ont été signalés chez les végétaux anciens (voir la *Morphologie végétale* de Potonié) ; nous rappellerons seulement : la formation d'une nervure médiane par coalescence progressive entre des nervures, primitivement disposées en éventail (nervures dichotomes, qui conservent à très peu de chose près, la valeur de faisceaux primordiaux).

Personnellement, nous avons été frappé par les coalescences entre limbes et rachis, chez les Ptéridospermées houillères. Nous nous bornerons aux remarques suivantes :

La pinnule d'*Odontopteris* paraît dérivée d'une pinnule de *Neuropteris* (*N. heterophylla*, par ex. :), dont la base serait devenue coalescente avec le rachis support (fig. 1). Le *Mixoneura ovata* Hoffmann,

---

(1) P. Bertrand, Valeur du métaxylème primaire des végétaux anciens ou primitifs. *C.-R. Acad. Sc. Paris*, t. 170, p. 1:001, 1920: — Constitution du système vasculaire des Fougères, des Ptéridospermées et de toutes les phanérogames anciennes. *C.-R. Acad. Sc. Paris*, t. 170, p. 1.282, 1920.

(2) O. Lignier. Essai sur l'évolution morphologique du règne végétal. *A.F.A.S.*, Clermont-Ferrand, 1908, p. 534.

(3) Nous laissons de côté, bien entendu, les parties initiales qui pouvaient être des lames vertes étalées sur le sol (schéma de Tansley).

espèce très abondante dans le Westphalien supérieur (fig. 2), est, par tous ses caractères, intermédiaire entre les *Neuropteris* westphaliens du groupe de l'*heterophylla* et les *Odontopteris* stéphaniens; or, les frondes

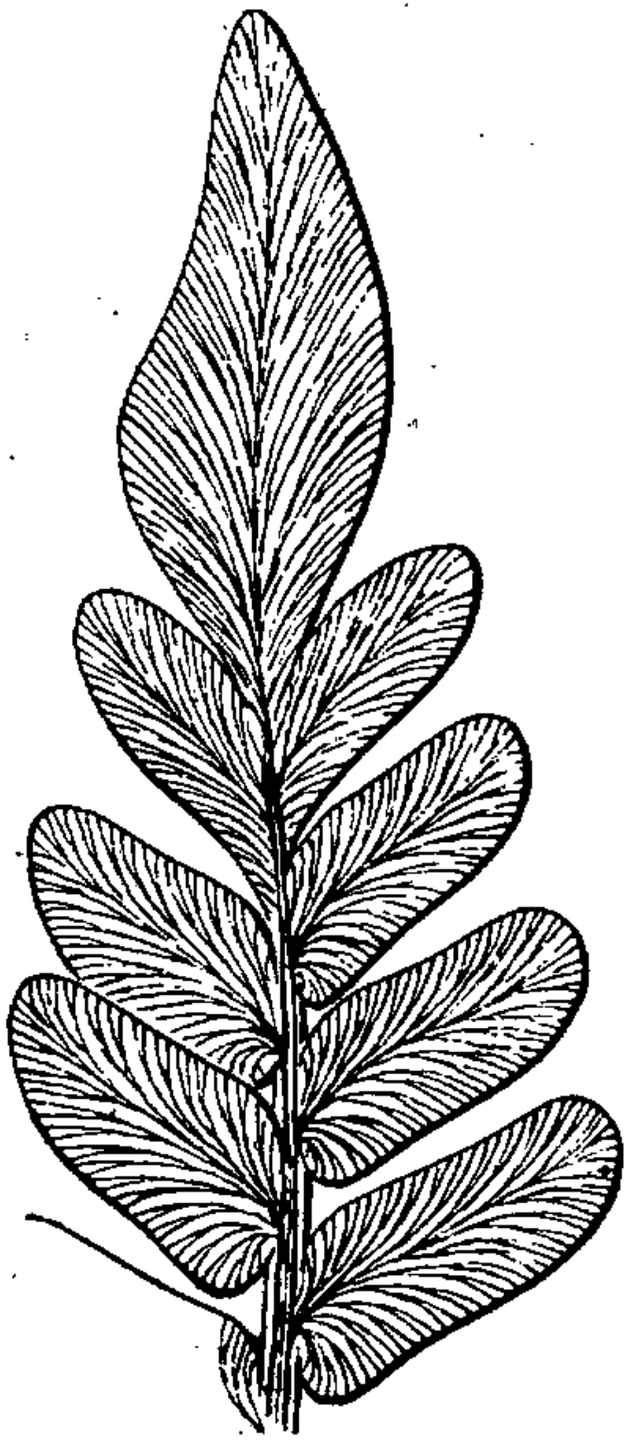


Fig. 2. — *Mixoneura ovata* Hoffmann; extrémité de penne, garnie de pinnules odontoptéroïdes.

de *Mixoneura* possèdent à la fois des pinnules neuroptéroïdes et, vers le sommet des pennes, des pinnules adhérant de plus en plus largement au rachis support, donc de plus en plus semblables à celles des *Odontopteris*.

La comparaison des pinnules de *Neuropteris Schlehani* Stur et d'*Alethopteris lonchitica* Zeiller, donne lieu à la même remarque que celle des pinnules de *N. heterophylla* et d'*O. Reichi* (fig. 3).

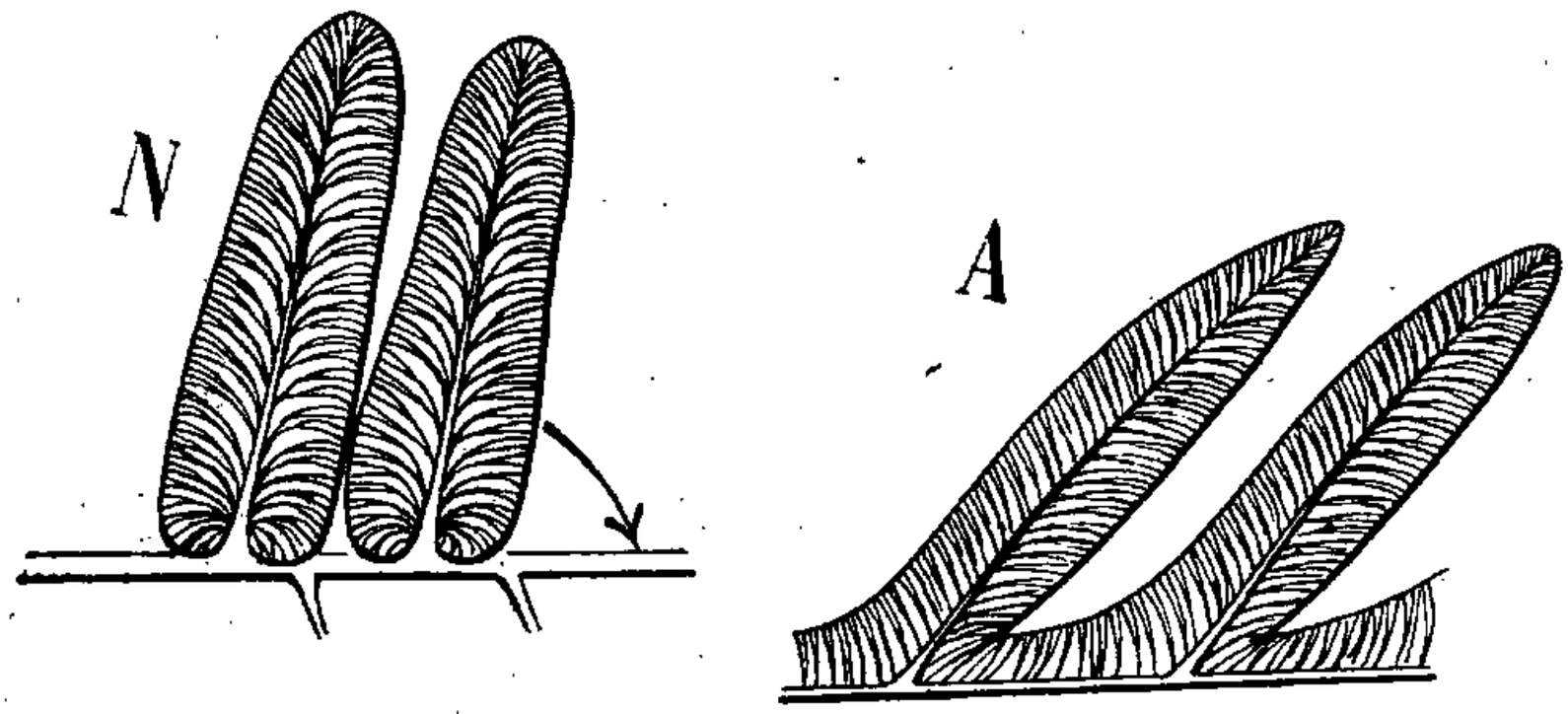


Fig. 3. — N, *Neuropteris Schlehani, Stur.* — A. *Alethopteris lonchitica*, Schloth.

D'une manière générale, les genres *Alethopteris*, *Lonchopteris*, *Pecopteridium* (1), *Callipteridium* et *Callipteris*, semblent dérivés de formes neuroptéroïdes, par coalescence progressive des limbes foliaires avec les rachis supports et par coalescence des rachis entre eux. Les *Callipteridium*, en particulier, ressemblent aux *Neuropteris* du groupe du *gigantea* Sternb. ; les *Pecopteridium* aux *Mixoneura* du groupe de l'*obliqua* Brongn., etc.

Nous ne prétendons nullement établir des relations phylogénétiques certaines entre ces différents types. Nous constatons seulement que le degré d'évolution de chacun d'eux paraît en rapport avec le degré de coalescence des différentes parties de la fronde. Géologiquement d'ailleurs, les périodes d'apogée des principaux genres de Ptéridospermées se distribuent dans un ordre sensiblement en accord avec leur degré d'évolution. Les *Callipteris*, qui possèdent à cet égard les frondes les plus évoluées, sont aussi les plus récents (Permien).

II. Observations anatomiques.

Rachis primaires des frondes de Zygoptéridées. — La masse vasculaire de ces rachis peut être considérée comme un système de quatre cordons primitifs, issus d'un seul cordon, bifurqué deux fois, suivant deux directions rectangulaires. Ex. : *Asteropteris*, *Diplolabis*, *Zygopteris Etapteris* (C, fig. 4). Chez quelques types, toutefois, la masse vasculaire ne renferme que deux faisceaux primitifs : *Dineuron*, *Asterochlœna*, *Clepsydropsis* (B, fig. 4).

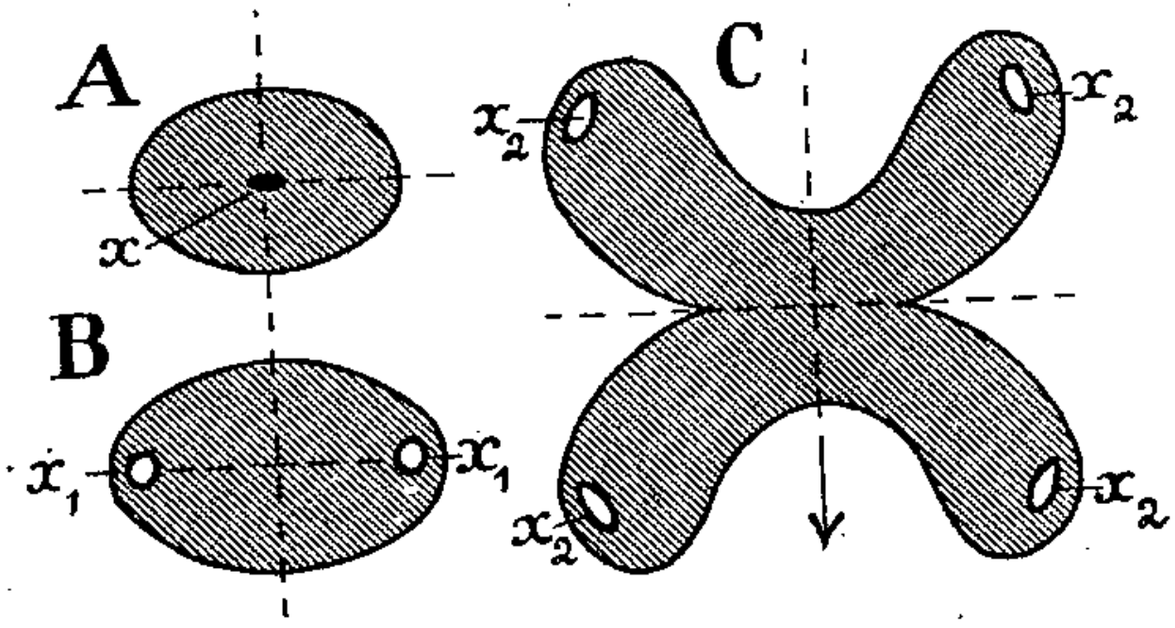


Fig. 4. — Etats de la trace foliaire des Zygoptéridées à divers niveaux : A, état mésarque ; B, état bipolaire (*Dineuron*) ; C, état quadripolaire (*Asteropteris*, *Diplolabis*).

Frondes des Stauropteris (2). — Ces frondes, très ramifiées, sont constituées tout entières par des rachis cylindriques, de tailles décroissantes ; il n'y a pas de limbe foliaire, pas de pinnules. La structure des

(1) Nous proposons de créer le genre *Pecopteridium* P. Bertrand, pour recevoir les espèces : *P. Defrancei* Brongn., *P. Armasi* Zeiller, *P. Costei* Zeiller, *P. plebeium* Weiss., intermédiaires entre les genres *Alethopteris* et *Callipteridium*.

(2) Fougères carbonifères appartenant à la classe des *Inversicaténales* Bertrand (ou *Coenoptéridales* Seward), voisines des Zygoptéridées, mais certainement très primitives.

rachis de tous ordres et leur mode de ramification s'expliquent, semble-t-il, très aisément, si l'on suppose que la fronde était, à l'origine, un système d'axes élémentaires soumis à des dichtomies répétées, les plans des dichotomies successives étant à angle droit, les uns sur les autres (fig. 5). La plupart des rachis sont formés par la coales-

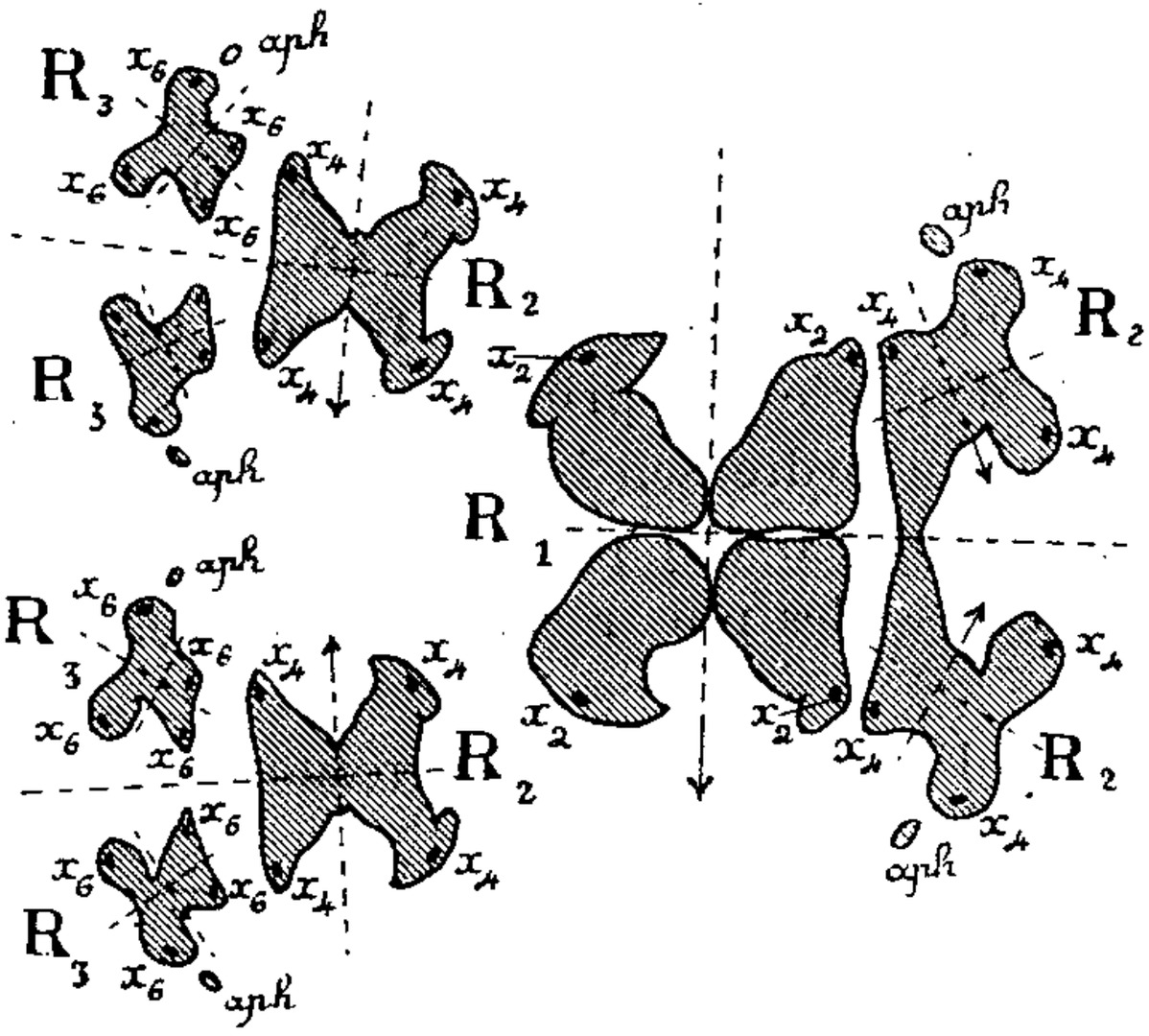


Fig. 5. — *Stauropteris oldhamia* Binney; mode de ramification de la fronde.
R_1, rachis primaire. — R_2, rachis secondaires. — R_3, rachis tertiaires. — x_2, x_4, x_6, cordons de protoxylème. — *aph*, aphlébies.

cence de quatre axes primitifs; les rachis d'avant-dernier ordre renferment seulement trois faisceaux primordiaux (B, fig. 6) ; les plus fines

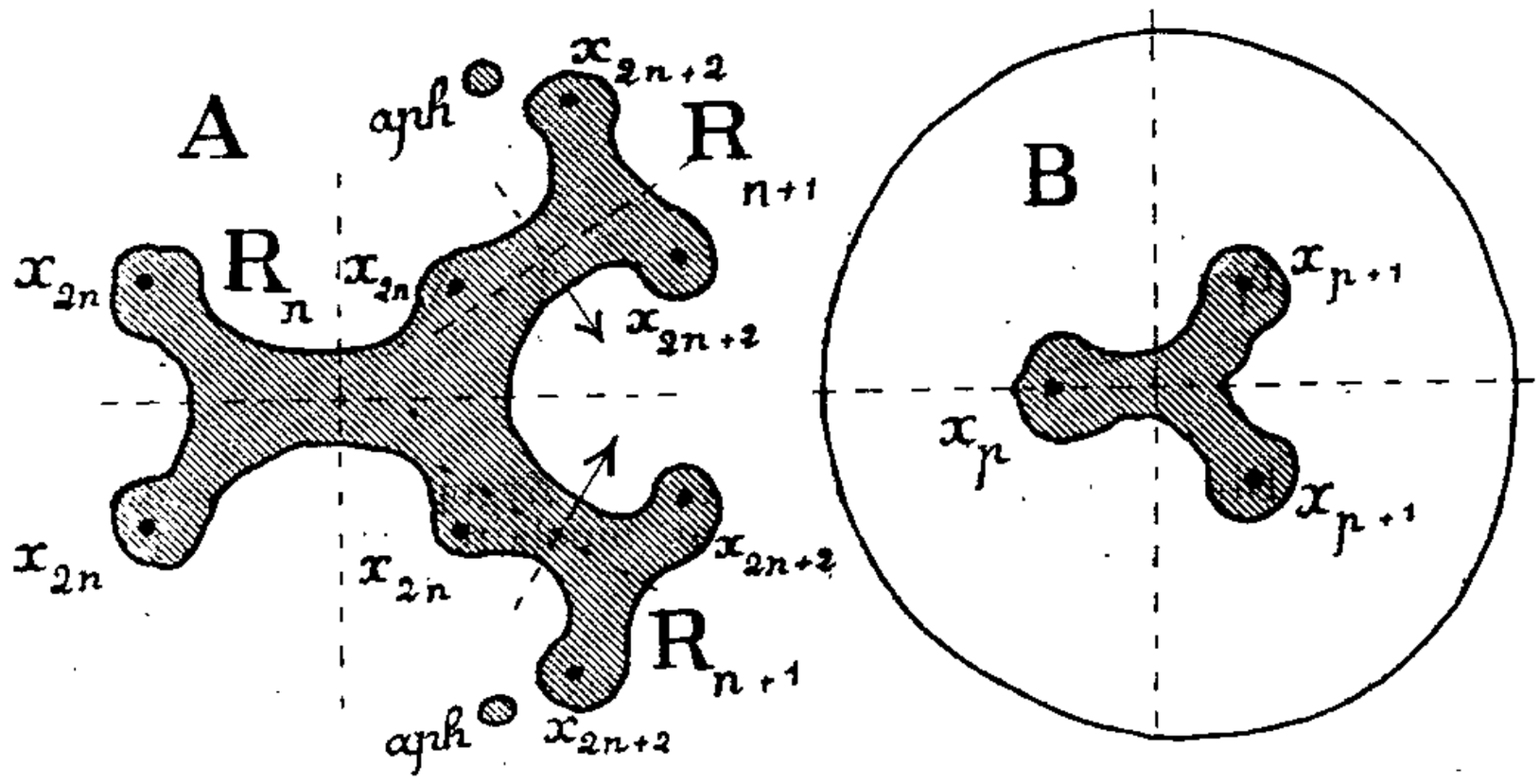


Fig. 6. — *Stauropteris oldhamia* Binney. — A, masse ligneuse hexapolaire d'un rachis d'ordre n, en voie de ramification. — B, masse ligneuse tripolaire d'un rachis d'avant-dernier ordre.
R_{n+1}, masses ligneuses destinées aux rachis d'ordre n+1, coalescentes avec R_n.—
x_{2n}, x_{2n+2}, x_p, x_{p+1}, cordons de protoxylème (=faisceaux pri-

ramifications, très grêles, ont la structure typique d'axes primitifs

(fig. 7). En outre, on observe partout une coalescence, évidente celle-là, entre la masse vasculaire des rachis d'ordre n et les masses sortantes,

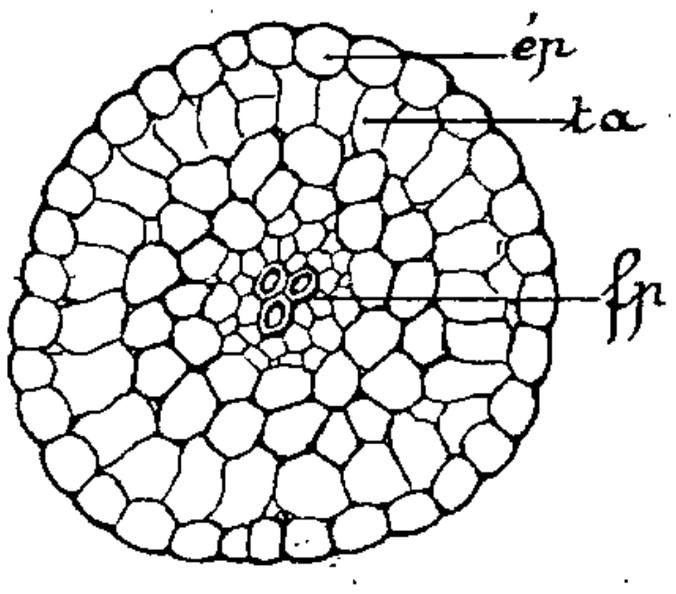


Fig. 7. — Fine ramification de la fronde, du *Stauropteris*. — *ép.* épimitifs). — *aph.* aphlébies.
derme. — *ta*, tissu assimilateur. — *fp*, faisceau primitif.

destinées aux rachis d'ordre $n+1$ (fig. 6, A. — Voir aussi fig. 5; à un niveau légèrement inférieur à celui de la figure, on verrait, en effet, les deux masses sortantes de droite, R_2, R_2, coalescentes avec la masse ligneuse R_1, tout le long de la ligne x_4 x_4).

3° *Stipes des Zygoptéridées.* — Les stipes de quelques Zygoptéridées : *Asteropteris*, *Asterochlœna*, ont une masse vasculaire étoilée. Les lames ligneuses rayonnantes semblent produites par la coalescence de bas en haut des traces foliaires sortantes avec le système vasculaire du stipe. Plus le nombre des appendices augmente (1), plus les branches de l'étoile ligneuse s'allongent radialement et se compliquent (fig. 8 et 9).

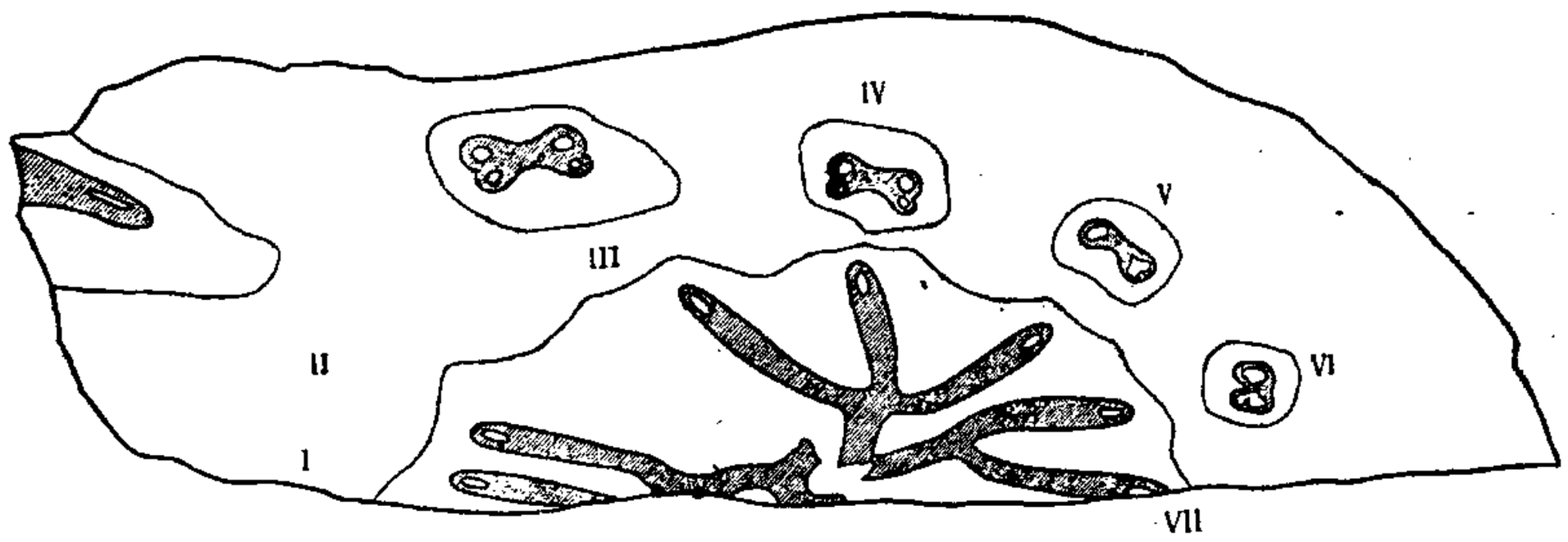


Fig. 8. — *Asteropteris noveboracensis* Dawson. Fragment de stipe, montrant l'étoile ligneuse, entourée d'un verticille de traces foliaires, issues chacune d'un sommet de l'étoile.

Chaque trace foliaire sortante a d'abord la valeur d'un faisceau mésarque ; si on la suit vers le haut, le cordon primitif central subit deux dichotomies successives, situées dans deux plans rectangulaires ; il en résulte que la trace foliaire devient bipolaire, puis quadripolaire, et qu'il s'établit un métaxylème contripète entre les quatre pôles (fig. 4 et 8).

(1) Soit sur un même rayon de la section transversale, soit dans les verticilles successifs.

4° Tige des *Sphenophyllum*. — La tige des *Sphenophyllum* renferme une masse ligneuse centripète, à section transversale triangulaire, pourvue de trois cordons primitifs, situés aux trois sommets du triangle.

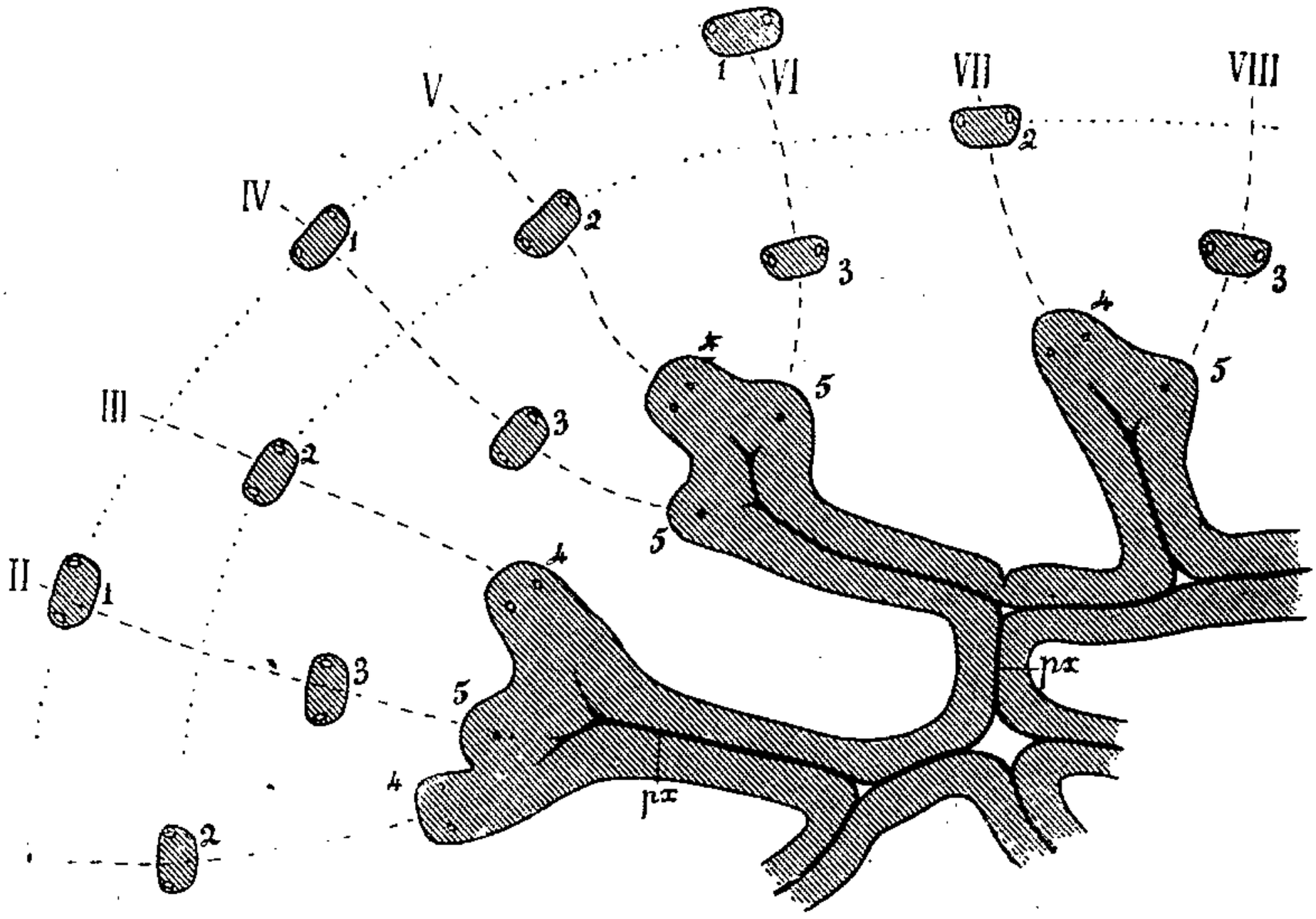


Fig. 9. — *Asterochloena laxa*, var. Solmsi P. Bertr. Fragment de stipe, montrant que les traces foliaires, situées sur un même rayon, proviennent d'un même sommet de l'étoile ligneuse.
I à VIII, séries radiales de traces foliaires.
1 à 5, verticilles foliaires successifs.
5, 5, 5, traces foliaires à l'état mésarque.
px, bandes médianes de protoxylème.

Chez le *Sphenophyllum insigne* du Carbonifère inférieur, chacun des cordons primtifs a une section transversale annulaire.

La figure 10 montre comment les traces foliaires sont engendrées constamment aux dépens des trois faisceaux primitifs. Les feuilles sont verticillées par 3 ; il y a, en effet, émission de 3 sorties à la fois

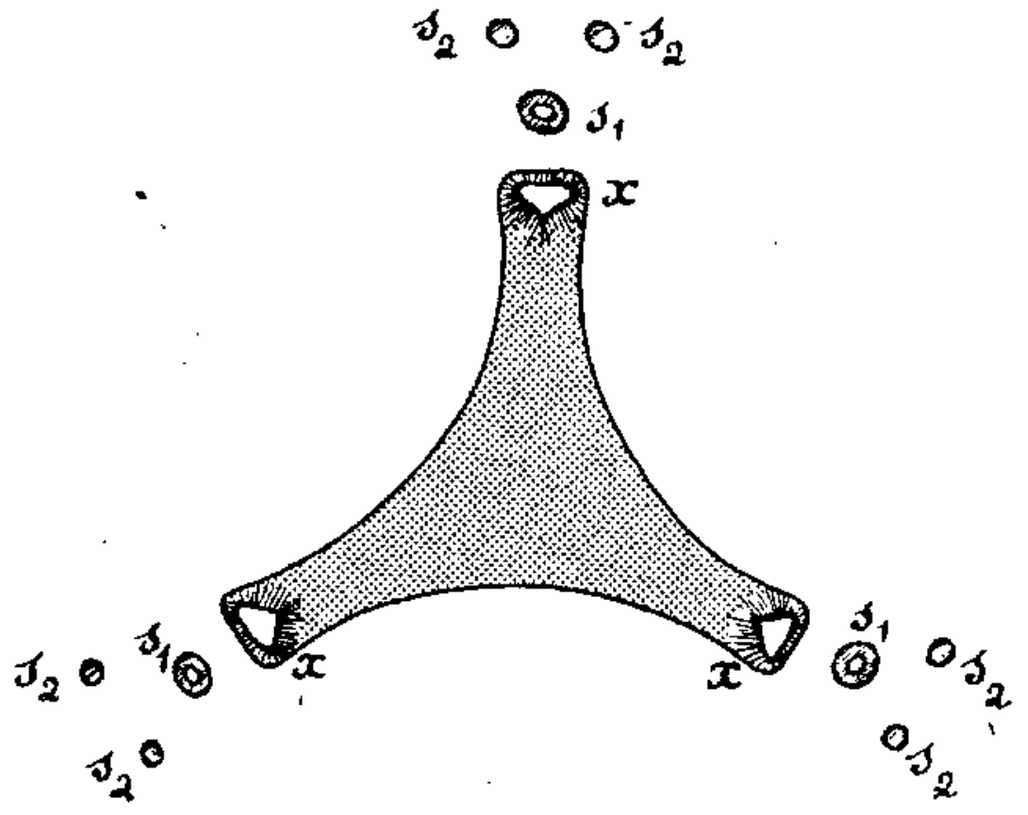


Fig 10. — *Sphenophyllum insigne* de Saalfeld. — *x*, *x*, *x*, les 3 faisceaux primitifs. — s_1, s_2, *traces* foliaires, supposées coupées transversalement à deux niveaux successifs.

à chaque nœud ; mais, en raison de la bifurcation précoce des cordons sortants, la tige semble porter six feuilles à chaque nœud. Il y a, on le sait, superposition d'un verticille au suivant.

Ainsi, la tige des *Sphenophyllum* possède une structure de tige et non pas une structure de racine ; c'est une tige parce qu'elle renferme des cordons primitifs, qui ont précisément pour rôle de donner naissance aux cordons foliaires.

Les trois faisceaux primitifs sont produits vraisemblablement par deux bifurcations successives d'un faisceau unique ; le métaxylène centripète à grosses trachéides, qui les réunit, semble jouer simplement le rôle d'un tissu ligneux de conjonction. En se différenciant entre les trois faisceaux primitifs, il assure la liaison des différentes parties, en même temps qu'il accroît la résistance de la tige et le volume de la masse vasculaire.

Si cette manière de voir est exacte, *la tige elle-même nous apparaît comme résultant de la coalescence de trois axes élémentaires* (*trois cauloïdes*).

Autre remarque : chez les *Sphenophyllum* westphaliens (A, fig. 11), chaque cordon trachéen s'étale en forme de gouttière, x ; chez certains types permiens (B, fig. 11), il y a deux pointements polaires

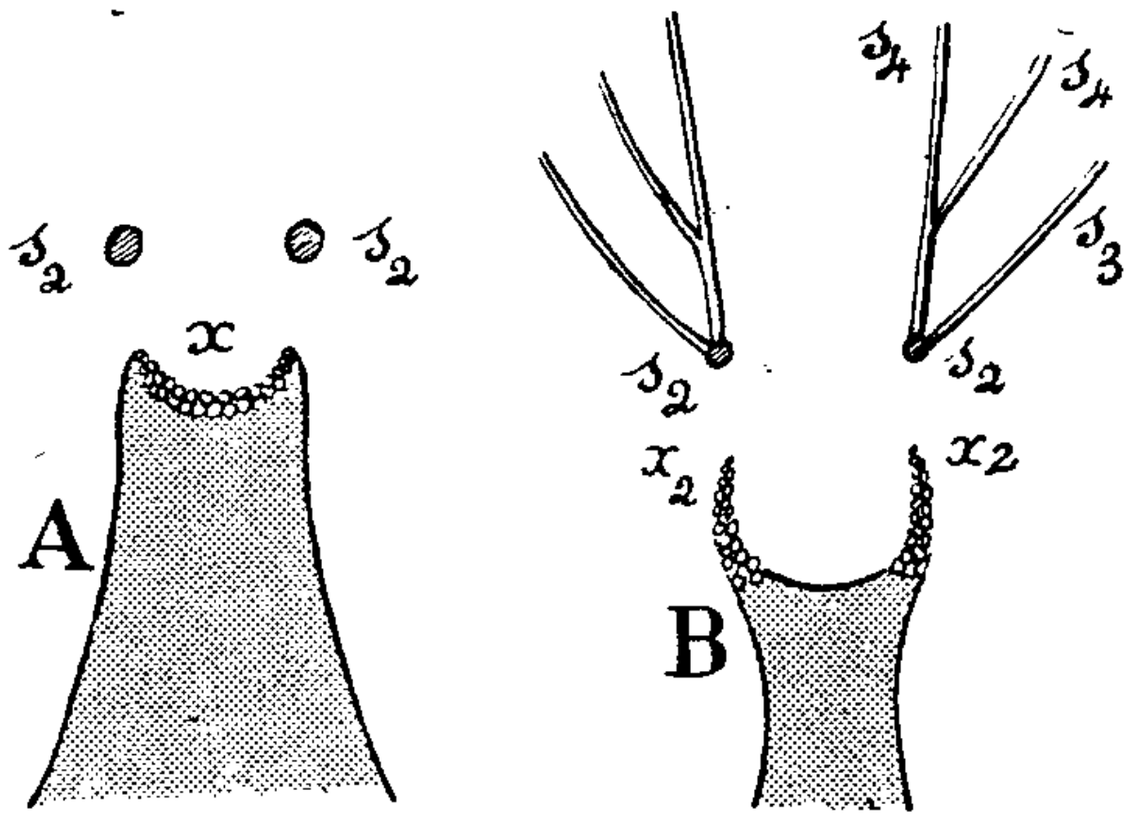


Fig. 11. — A, *Sphenophyllum plurifoliatum* Will. du Westphalien d'Angleterre. — B, *Sphenophyllum* sp., du Permien d'Autun x, $x_{,2}$ x_2, premières trachées, pointements polaires. — s_2, s_3, s_4, cordons foliaires sortants, à trajet presque horizontal.

bien distincts à chaque sommet du triangle. Ces modifications de structure semblent dues simplement à une coalescence plus prolongée entre les cordons foliaires et le bois primaire de la tige : la bifurcation du cordon sortant entraîne celle du pôle correspondant.

En résumé, nous trouvons dans l'organisation interne des végétaux vasculaires anciens, comme aussi dans leurs formes extérieures, de nombreux phénomènes d'addition, de coalescence. On peut dire que : les différentes parties du corps de la plante doivent leur origine soit

à de véritables phénomènes de coalescence (coalescence progressive se produisant de bas en haut entre les organes résultant d'une subdivision), soit à des phénomènes de division incomplète (la division n'intéressant que le système vasculaire et non l'organe tout entier).

Nous n'avons voulu citer ici que quelques exemples choisis parmi les plus frappants. Dans les cas les plus simples ,la coalescence de deux organes sur un trajet restreint est évidente ; dans d'autres cas (organisation du système vasculaire), il faut, nous l'avouons, plus ou moins de bonne volonté pour accepter notre interprétation : c'est que les phénomènes en question sont là d'origine très ancienne et que d'autres phénomènes leur sont superposés.

Malgré toutes les critiques justifiées, qui pourraient être faites à ces idées, nous jugeons intéressant de les publier, parce qu'elles paraissent susceptibles d'expliquer facilement bien des particularités de structure. Il faut seulement se garder de généraliser trop vite et ne pas oublier que d'autre principes, également très importants (1), ont présidé, concurremment avec celui de coalescence, à l'évolution du corps des végétaux vasculaires.

L. BLARINGHEM
Faculté des Sciences, Paris.

HYBRIDES ET MUTANTES DE PRIMEVERES (« PRIMULA OFFICINALIS » SCOP ET « P. VULGARIS » HUDSON)

Les hybrides des Primevères communes sont connus dans toute la France. Depuis 1910, j'étudie plusieurs lignées rapportées au *Primula variabilis* Goupil, et j'ai pu mettre en évidence à la fois la fixité relative de cet hybride, qu'on peut classer à divers titres parmi les bonnes espèces systématiques et quelques variations discontinues, héréditaires du type des mutantes étudiées par Hugo de Vries, chez l'*Œnothera*.

Mes lignées dérivent du croisement accidentel de *Primula officinalis*

(1) Nous rappellerons notamment le principe de répercussion basipète, cité plus haut.

Scop et de *Pr. vulgaris* Hudson (=*Pr. grandiflora* Link) ; elles présentent les caractères décrits par G. Rouy (*Flore de France*, 1908, t. X, p. 203) pour *Pr. brevistyla* et j'ai pu m'assurer, par des semis répétés jusqu'à cinq générations, que *c'est un hybride fixé se reproduisant de graines*. Je n'ai obtenu aucun retour, même partiel, ni à *officinalis* type, ni à aucun degré à *vulgaris*. Comme les caractères morphologiques sont très nets : scapes pluriflores avec pédicelles radicaux uniflores, feuilles atténuées assez brusquement en pétiole, fleurs grandes planes d'un jaune vif, calices à lobes aigus, capsules courtes, on y trouve tous les éléments d'une diagnose de bonne espèce linnéenne.

*
* *

En 1921 (1), j'ai signalé les variations de fertilité des hybrides. Depuis, j'en ai observé plusieurs totalement stériles, très vigoureux et multipliés par éclats ; le pollen est avorté et les ovaires difficilement fécondés par d'autres lignées. Mais, le plus souvent (26 cas pour 30 lignées), la fécondité du pollen est assez élevée (20 à 40 0/0 de bons grains) et les graines obtenues d'un même groupe isolé sont fertiles. J'ai donné, en 1921 (2), quelques résultats confirmés par mes expériences des trois dernières années.

Dans l'ensemble, *Pr. variabilis* donne un peu moins du tiers des graines fournies par les parents, mais le pourcentage des grosses graines (diamètre > 2mm.) est très élevé. Comme j'ai constaté que les grosses graines germent mieux et donnent des plantules plus fortes, j'explique par ce processus la persistance du *variabilis* en certaines stations, malgré l'absence des parents.

Or, mes observations des trois années écoulées sur diverses lignées cultivées à Bellevue (Seine-et-Oise), à Angers et au Plessis-Macé (Maine-et-Loire) permettent de préciser les résultats :

1° La fertilité relative des individus se maintient au cours de leur vie, à peu près au même taux, les plantes à pollen stérile ne donnant que du pollen stérile, les plantes à pollen fertile à 50 0/0 conservant sensibement cette proportion au cours des années successives.

2° Le choix des plantes à grosses graines donne des lots où les grosses graines sont la majorité ; le choix des plantes à petites graines est aussi suivi d'une ségrégation de ce caractère. A cause des réussites dans les semis, j'ai surtout suivi les dérivés de grosses graines et j'ai obtenu des monstruosités partiellement ou totalement héréditaires.

---

(1) Variations et fertilité de l'hybride *Primula variabilis* Goupil comparées à celles de ses parents (*C.R. Ac. Sciences*, Paris, 18 avril 1921, t. 172. p. 992).

(2) Sur la fécondité de l'hybride *Primula variabilis A.F.A.S.* Congrès de Rouen, 1921, p. 546.

*
* *

Vers 1910, j'ai récolté dans les bois de Beuvry-Cuinchy (Pas-de-Calais), un assez grand nombre de *Primula officinalis* à calices divisés plus ou moins profondément. M. Souché, de Pamproux (Deux-Sèvres), m'adressa, en 1912, une plante sèche, puis en 1913, des plantes vivantes, d'une forme dont tous les calices étaient à sépales libres, étoilés à maturité (*Bull. Soc. bot. Deux-Sèvres*, 1913). J'ai constaté que le caractère aberrant, instable dans mes lignées de *Pr. officinalis*, était tout à fait fixé, héréditaire sans retours pour l'hybride stabilisé *Pr. variabilis*; je lui ai donné le nom de *Pr. variabilis* var. *dialysepala*. Cette mutation est très frappante (fig. 1) ; le caractère nouveau donne aux hampes fleuries et surtout aux hampes de fruits murs, un aspect très particulier. La forme porte à la fois des scapes et des fleurs isolées, parfois aussi (1 *a*) des houppes de sépales foliacés .On notera le grand nombre des fleurs groupées en houppe, la longueur des pédicelles 3 à 5 fois celle des calices, et la fréquente dissociation des hampes, qui ont une tendance marquée à la fascie avec fleurs détachées à diverses hauteurs, avec pédicelles d'autant plus longs que les séparations sont plus près de la rosette (fig. 1, *b*, *e*). Les bractées des pédicelles sont tou-

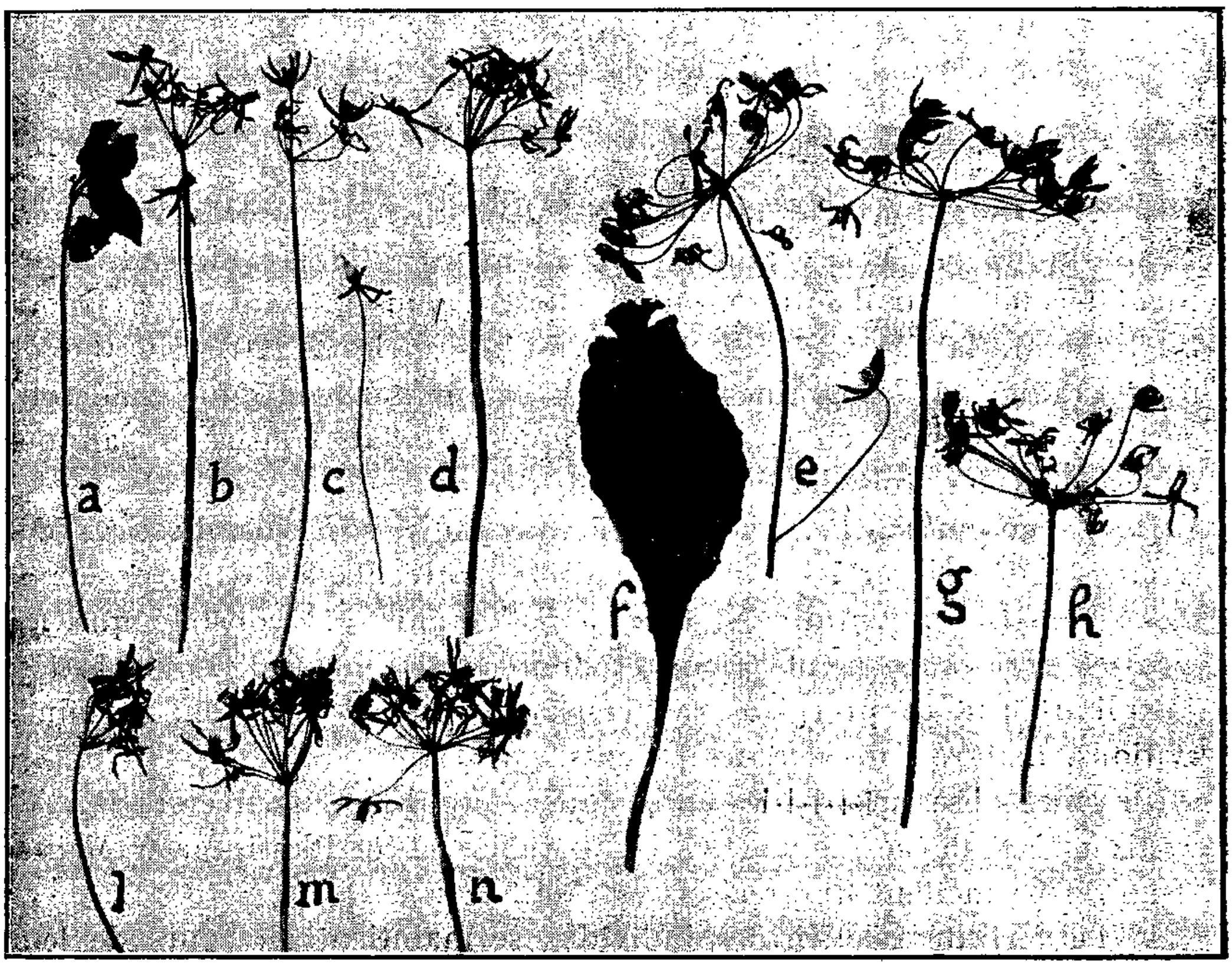


Fig. 1

jours très marquées (*l*, *m*, *n*). Enfin, les capsules globuleuses un peu allongées n'atteignent pas la moitié de la longueur des sépales. Cette lignée est très vigoureuse et l'ensemble des hampes représentées sur la figure 1 n'est que le tiers de la récolte renfermant, en outre, plus de vingt fruits à très longs pédicelles sessiles (fig. 1, *c*). La feuille adulte du centre de la rosette rappelle celle de *officinalis*, mais à pétiole plus long.

L'hybride de cette forme avec un *Primula officinalis* type de Bellevue (*Pr. variabilis dialysepala* ♀ × *Pr. officinalis* ♂) est représenté sur la figure 2. Les hampes sont beaucoup plus fortes et la fréquence des fascies avec pédicelles détachés à différentes hauteurs élevée (fig. 2,



Fig. 2

b, *c*.). Le caractère sépales libres est partiellement dominant, mais avec des intermédiaires nombreux se traduisant par des sutures de 2, 3, 4 sépales, des pointes plus arrondies ; la figure 2 *d*, montre, de gauche à droite, la série des termes de passage ; les fruits restent très petits, enfermés dans la cloche formée par les sépales plus ou moins soudés; il y a très peu de graines (15 grosses + 22 moyennes + 62 petites pour une plante), alors que la lignée maternelle donne souvent plus de 500 graines par plante. La feuille 2 *f* rappelle certains traits de la feuille du *Pr. vulgaris*, grand-parent.

J'insiste surtout ici sur la persistance marquée et la dominance du caractère mutant *dialysepala*, dans le croisement avec *officinalis*.

L'opposé a lieu pour le croisement *Pr. variabilis dialysepala Pr. grandiflora* (fig. 3). La plante dont j'ai représenté quelques parties est ex-

trêmement vigoureuse, quoique peu fertile, avec 3, 4 et au plus 8 graines par fruit, qui sont toujours très petites, insérées au fond d'un calice tubuleux peu renflé, à côtes accentuées, comme chez *grandiflora*. Les hampes sont ou très largement fasciées (3 *e*), portant 54 fleurs à pédicelles de longueur variable, ou grêle (3 *a*), avec 6 fleurs. Mais il faut surtout noter ici l'irrégularité de la longueur et des points d'attaches des pédicelles (fig. 3, *c*, *d*, *e*) poussée à l'extrême sur la hampe *b*, où il

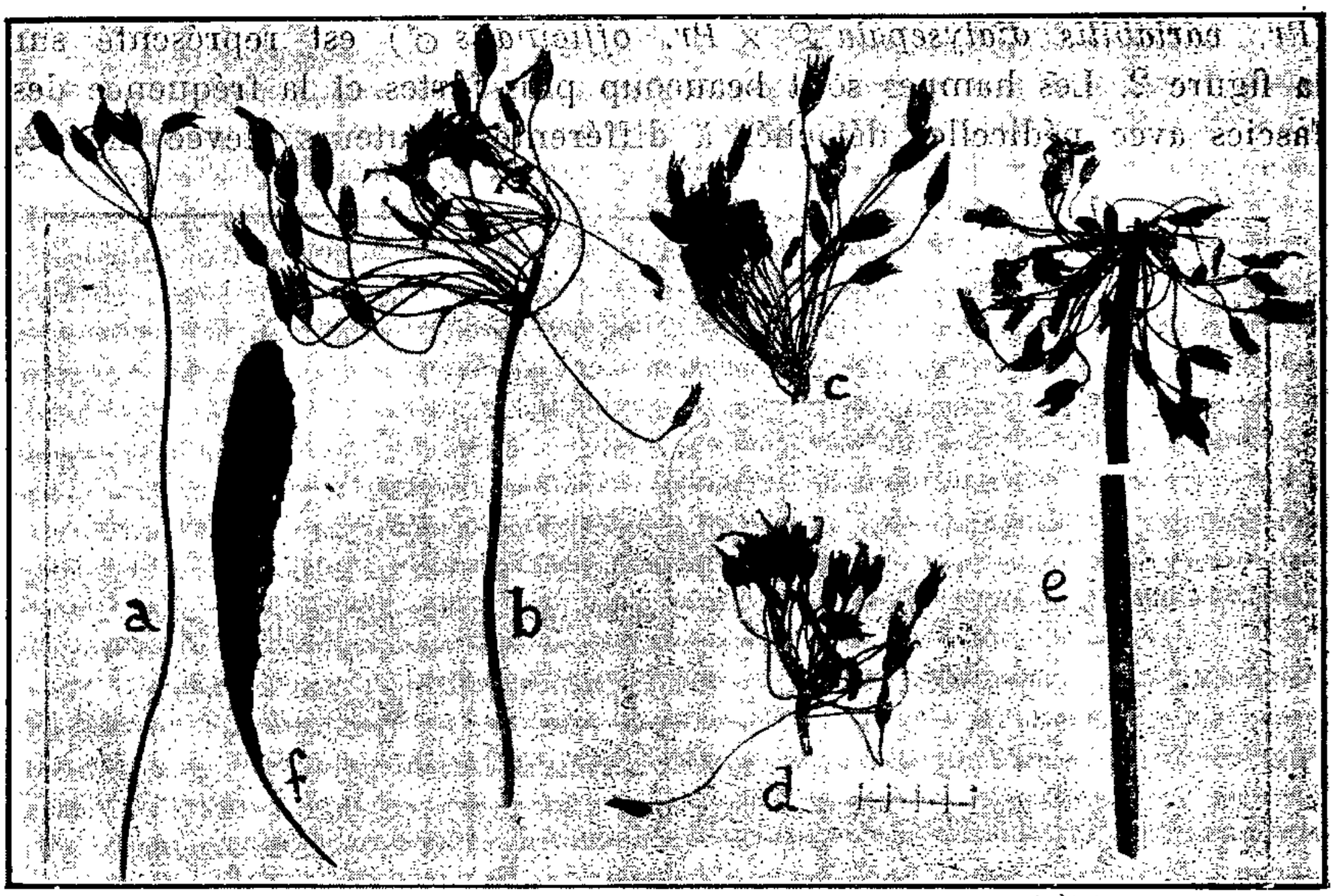


Fig. 3

y a deux étages de pédicelles, celui du bas avec 11 fleurs, celui du haut avec 9 fleurs, distants de 3 centimètres où se détachent 6 pédicelles insérés en spirale. Je trouve dans cette plante hybride l'indice d'un caractère totalement inconnu dans nos Primevères indigènes, la superposition de deux ombelles de fleurs qui est, au contraire, un caractère spécifique pour certaines *Primula* d'Extrême-Orient (*Pr. japonica* Asa Gray, *Pr. Forbesi* Franchet), circonstance qui me permet de tenter, avec chance de succès, la fixation de ce trait nouveau sur nos Primevères indigènes.

*
* *

Mais j'insiste tout particulièrement sur la nature hybride de la forme *Pr. variabilis*, qui porte en elle, malgré sa stabilité relative, le désordre héréditaire, « l'affolement », qui accompagne toujours la pulvérisation du type en diverses espèces élémentaires et en individus aberrants fasciés ou à périanthes foliacés.

E. DE WILDEMAN
Directeur du Jardin Botanique, Bruxelles.

NOS PROGRES DANS LA CONNAISSANCE DE LA FLORE CONGOLAISE

L'étude de la flore de notre colonie du Congo a pu, dans ces dernières années, grâce aux explorations de Belges et d'étrangers, largement encouragées et même soutenues par le Gouvernement, faire des progrès considérables.

Nous ne pourrions ici citer les noms de tous ceux qui ont collaboré à cette progression, cela nous mènerait fort loin, mais nous avons tenu à faire voir, par quelques chiffres, les résultats des études poussées vigoureusement, surtout au Jardin botanique de l'État à Bruxelles.

Lorsqu'en 1896, T. Durand, aidé par le Docteur Schinz, de Zurich, essaya d'établir pour la première fois, un relevé des plantes signalées dans l'État indépendant du Congo, il put dresser une liste de 951 espèces, végétaux inférieurs non compris.

En 1900, avec l'aide de Durand, nous avons, à une des réunions du Congrès de botanique de Paris, fait voir les acquisitions de la flore congolaise et énuméré 1.922 espèces.

Th. Durand, grâce à l'intervention du ministre des Colonies, put, en 1909, établir un relevé plus étendu encore, car nos efforts, secondés largement par les ministres des Colonies et leurs fonctionnaires, avaient fait amener, et continuèrent à faire affluer à Bruxelles, des matériaux dont l'étude se poursuit. Grâce aux études des botanistes de Belgique, et de certains collaborateurs de choix à l'étranger, le nombre des espèces signalées au Congo, fin de 1908, atteignit 3.546. Il ne s'agit, dans ces chiffres, que de Phanérogames et de Gymnospermes, auxquels il faut ajouter, pour cette époque, 690 espèces :

Cryptogames vasculaires	199
— cellulaires	491
	690

ce qui, pour la totalité de la flore, comportait un chiffre de 4.236 espèces.

C'était, on le voit, un progrès considérable et il faut féliciter les agents de l'État et les fonctionnaires du Gouvernement qui ont fait

de notables efforts pour arriver à ce résultat ; ce chiffre est loin de représenter la flore congolaise, car vu la multiplicité des zones de végétation, les différences de constitution chimique et physique de leurs sols, la flore est beaucoup plus variée qu'on l'a pensé.

Durant la guerre, M. V. Goossens, actuellement directeur du Jardin botanique d'Eala, se prépara, au Jardin botanique de Bruxelles, sous notre direction, à une étude de la flore congolaise et nous lui avons fait dresser un catalogue des plantes reconnues, à cette époque, comme existant au Congo. Il obtint le chiffre de 6.372 espèces phanérogames et gymnospermes, auquel il faut ajouter :

Cryptogames vasculaires	276
— cellulaires	749
	1.025

formant le total de 7.397 espèces.

Si nous pouvions actuellement compléter ce travail, nous augmenterions dans une très forte proportion le chiffre des espèces congolaises, dont beaucoup sont, dans les conditions présentes, des types endémiques ; des recherches postérieures les feront peut-être découvrir dans les pays voisins.

Pour les cryptogames, en particulier, le chiffre de 1.025 est de beaucoup inférieur à la réalité, et sur nos instances, M. Goossens, directeur du Jardin botanique d'Eala, s'est, avec l'aide de Mme Goossens, consacré à réunir une collection de Champignons à chapeau de la région ; elle comporte déjà plus de 200 numéros, dont l'étude est entamée.

Nous ne pourrions évaluer les accroissements de la flore congolaise en familles et genres ; mais afin de faire mieux saisir l'importance du développement de nos connaissances, citons des chiffres relatifs à des genres dont l'étude est reprise sur des matériaux de récoltes récentes :

		1909	1914	1924
		—	—	—
Rubiacées :	*Psychotria*	30	36	54
	Grumilea	3	3	12
Légumineuses :	*Crotalaria*			
	Indigofera			
	Tephrosia	16	21	36
Loranthacées :	*Loranthus*	30	52	68
Orchidées :	*Bulbophyllum*	17	34	45

Ces quelques exemples font voir que si la même proportion croissante existe pour les autres genres composant actuellement la flore congolaise, ce que nous avons tout lieu de considérer comme exact, il faut considérer la flore de notre Congo comme riche, déjà actuellement, de

plus de 10.000 types spécifiques différents. Nous estimons d'ailleurs ce chiffre en dessous du chiffre réel, car de très nombreuses espèces nouvelles sont en manuscrit et la liste des genres est notablement à allonger.

Souhaitons, et espérons, que les Gouvernements de la Colonie, qui, jusqu'à ce jour, se sont intéressés à l'étude de la végétation indigène du bassin du Congo, continueront à faire réunir par les agents de divers de leurs services, par des missions spéciales, dont il est désirable de voir augmenter le nombre, des documents de plus en plus nombreux, et par suite de plus en plus intéressants sur les plantes sauvages et cultivées.

L'étude de ces matériaux permettra une connaissance plus approfondie de la végétation centro-africaine ; elle fera petit à petit mettre en vedette les plantes dont l'exploitation, et la culture, peuvent avoir grand intérêt pour l'avenir économique de la colonie et de la mère-patrie.

Hyacinthe LONAY
Chargé de Cours à l'Université de Liége.

SUR LA PRESENCE DE BOURGEONS ADVENTIFS SUR LES PETIOLES D' « HAEMANTHUS » ET LEURS RAPPORTS ANATOMIQUES AVEC CES PETIOLES

Le genre *Haemanthus*, de la famille des Amaryllidacées, comprend une trentaine d'espèces, la plupart originaires de l'Afrique du Sud.

Beaucoup d'entre elles, vingt environ, sont recommandables comme plantes ornementales, à cause surtout de leurs fleurs qui, réunies en grosses ombelles, ont un aspect filamenteux. Il provient de ce que leur périanthe est formé d'une partie inférieure formant un tube cylindrique assez long et grêle, que surmontent six pièces égales, souvent très étroites, et que, de la gorge du périanthe, se dressent six filets staminaux, souvent plus longs que le périanthe. Cette ombelle, qu'encadre inférieurement une spathe divisée en plusieurs segments plus ou moins larges, est portée au sommet d'une hampe robuste et généralement assez longue. Dans certaines espèces, celle-ci surgit du milieu

de deux ou d'un petit nombre de feuilles larges et obtuses ; dans d'autres, les feuilles se développent à une autre époque que les fleurs.

Cette conformation de l'inflorescence, rehaussée par l'éclat que lui communique le plus souvent une vive coloration rouge sang, qui affecte non seulement le périanthe et les filets staminaux, mais aussi, dans certaines espèces, les lobes de la spathe et parfois même, en partie, la hampe florale, éveille chez l'observateur une impression saisissante, qui a certainement frappé l'inventeur du nom du genre.

Cinq ou six espèces d'*Haemanthus* sont originaires de l'Afrique tropicale. De ce nombre est l'*Haemanthus Lindeni* N. E. Br., que l'on rencontre au Congo et qui est en culture, avec trois ou quatre autres espèces, dans les serres du Jardin botanique de Liége. Les caractères de la végétation de l'*H. Lindeni*, dans nos serres, sont les suivants : Pendant l'hiver, le bulbe souterrain est à l'état de repos plus ou moins complet : le plus souvent aucun organe aérien ne se montre pendant cette période qui va de fin novembre jusqu'à fin février. A cette dernière époque, on voit s'élever de terre la hampe florale, terminée par un gros bourgeon que recouvre la spathe et garnie à la base de quelques feuilles écailleuses très courtes. Cette hampe s'accroît très lentement et c'est vers avril que les fleurs s'épanouissent. La floraison dure assez longtemps et, vers juillet, les feuilles végétatives apparaissent, tandis que les fleurs, puis la hampe se détruisent.

Ces feuilles, qui peuvent atteindre une longueur totale de 30 à 40 centimètres, comportent une gaîne basilaire fermée, continuée par un pétiole en forme de gouge et un limbe vert arrondi à son extrémité et dont la plus grande largeur peut aller jusqu'à 8 centimètres. Pétiole et limbe sont plutôt minces et à peu près d'égale longueur. Les feuilles, au nombre de six à huit, restent en végétation jusqu'en novembre, puis disparaissent. Cependant, certains individus, surtout lorsqu'ils sont maintenus dans une serre chaude, humide, et qu'ils sont arrosés de temps en temps, montrent des feuilles juqu'en février, voire même jusqu'en mai ; mais c'est plutôt exceptionnel.

*
* *

C'est sur un *Haementhus Lindeni*, à végétation ainsi retardée, que j'ai eu l'occasion de recueillir, en mai 1913, deux feuilles dont les pétioles présentaient des formations tout à fait anormales de bourgeons adventifs (fig. 1). Ceux-ci étaient insérés à la face externe ou inférieure des périoles. On doit les ranger parmi les cas tératologiques désignés par M. T. Masters, sous le nom d'hétérotaxies (1).

Un de ces pétioles, *A*, avait 20 centimètres de longueur, l'autre, *B*, en

(1) Maxwell T. Masters : Pflanzen-Teratologie ins Deutsche übertragen von Udo Dammer. Leipzig, 1886, p. 197.

avait 28. C'est dans la région de transition du pétiole au limbe que les bourgeons adventifs se sont manifestés. Sur une longueur de 5 centimètres, dans le premier pétiole, de 7 centimètres dans le second, cette région de transition présentait une modification assez profonde de ses tissus et visible à l'œil nu. Au lieu d'être molle, mince et translucide comme les autres parties du pétiole, elle était, au contraire, beaucoup plus consistante, plus épaisse et tout à fait opaque. Cette partie opaque est teintée en grisaille sur la figure I représentant les pétioles *A* et *B*. Elle n'affectait pas toute la largeur du pétiole à ce niveau ; les portions latérales, en effet, avaient conservé les caractères normaux, comme le

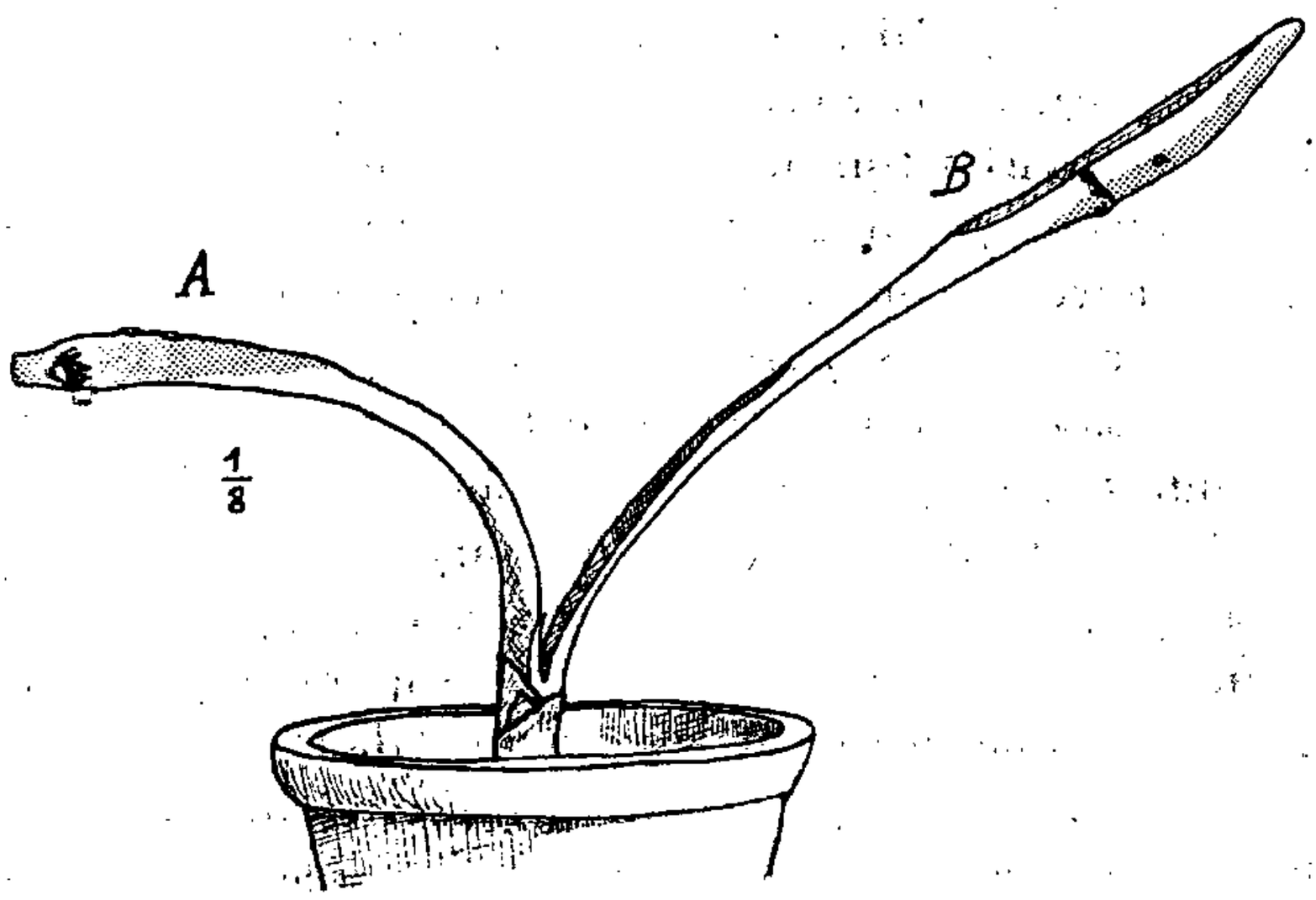


Fig. 1. — *Haemanthus Lindeni* ; plante en pot à la fin de sa période végétative présentant deux pétioles bourgeonnant. Gr. 1/4.

montre la figure 2 représentant un schéma d'une coupe transversale dans cette partie du pétiole. Les expansions latérales que montre cette coupe — celle du côté gauche étant la plus complète — ne sont, en somme, autre chose que la partie basilaire, encore étroite, du limbe.

C'est, nous l'avons dit, à la face externe de cette partie épaissie et opaque des pétioles, que les bourgeons adventifs étaient insérés. Le pétiole *A* en portait un déjà assez développé (*bg*), tandis que le pétiole *B* en présentait deux beaucoup moins évolués, l'un *a* un peu plus gros que l'autre *b*. Je voulais attendre, pour en étudier l'organisation, que j'eusse l'occasion de récolter encore des pétioles portant de ces formations anormales, afin d'approfondir le plus possible l'examen de cette question. Malheureusement, je n'en ai plus vu se produire depuis. L'occupation allemande a eu des conséquences néfastes pour les plantes cultivées dans nos serres et les *Haemanthus* en ont été victimes. Leur collection commence à se reconstituer, mais il peut se passer encore bien du temps avant que je sois en possession de nouveaux pétioles intéressants. Dans ces conditions, je me suis décidé à utiliser les maté-

riaux dont je disposais. Mais, vu leur pénurie, il va de soi que les résultats que je puis obtenir de leur étude ne peuvent faire l'objet que d'une note ayant la valeur d'une communication préliminaire.

Mais une autre circonstance encore m'a déterminé, c'est la publication récente d'une note de MM. GRAHAM et STEWART sur la propagation par voie asexuée, de l'*Haemanthus hirsutus* Baker (1). Ces confrères écossais ont répété, sur des morceaux de tuniques du bulbe de cette plante quelques-unes des expériences auxquelles j'ai autrefois soumis des morceaux de gaines charnues d' *Ornithogalum caudatum* Ait. (2). Ils semblent ne pas avoir connaissance de mon travail antérieur à celui de GREEN, qu'ils citent, pas plus que de celui de TURPIN (3), beaucoup antérieur à celui cité par eux de BALFOUR. Leurs résultats ne concordent pas toujours avec ceux que j'ai relatés dans mon mémoire (4), notamment en ce qu'ils affirment, contrairement à ce que j'ai constaté dans l'*Ornithogalum*, qu'il n'y a jamais de connexion vasculaire entre les bourgeons adventifs nés sur les morceaux de tuniques et les faisceaux libéroligneux de ces dernières.

Les auteurs écossais peuvent être dans le vrai. Pour s'en rendre compte, il faudrait refaire leurs observations dans les mêmes conditions qu'eux. Cependant, bien que les bourgeons adventifs que j'ai recueillis eussent une autre origine que ceux qu'ils ont observés, j'ai cru intéressant de comparer les phénomènes qui accompagnent leur formation à ceux que décrivent ces auteurs, dans la mesure très restreinte où mes matériaux me permettaient cette comparaison. Je n'ai pas voulu sacrifier, à cet effet, le pétiole *A*, dans le but de conserver un échantillon entier de ce cas tératologique et avec l'espoir que l'examen du pétiole *B* suffirait à établir certains faits positifs. Cet espoir, comme on va le voir, n'a pas été déçu.

*
* *

La partie épaisse et opaque des pétioles était le résultat d'une véritable tubérisation. Le parenchyme mésophyllien y était fortement hypertrophié. L'hypertrophie s'était réalisée par un accroissement considérable des dimensions des cellules suivies de recloisonnements dans tous les sens de chacune d'elles, de telle manière que les contours primitifs des cellules ancestrales bien reconnaissables, entouraient chaque groupe de cellules-filles. Celles-ci étaient bourrées de réserves alimentaires consistant en grains d'amidon et en mucilage. Cette constitution

---

(1) R.J.D. GRAHAM and L.B. STEWART : Vegetable Propagation of *Haemanthus hirsutus* Baker. *Trans. and Proceed. of the Botanical Society of Edinburgh* XXVIII-IV. 1922-23, p. 183.

(2) HYAC-LONAY : Recherches anatomiques sur les feuilles de l'*Ornithogalum candatum Ait. Mém. de la Société Roy. des Sciences de Liége*, 3e sér. t. IV, 1902 et *Archives de l'Institut bot. de l'Univ. de Liége*, vol. IV, 1907.

(3) P.J. Fr. TURPIN : Mémoire sur la possibilité d'obtenir un jour à volonté, la reproduction d'un végétal phanérogame, etc. — *Ann. Sc. Nat.*, t. XXIII. 1823.

(4) *Op. cit.* p. 55 et p. 57.

donnait à chacun des groupes cellulaires un aspect muriforme caractéristique, surtout après la disparition du contenu des cellules par

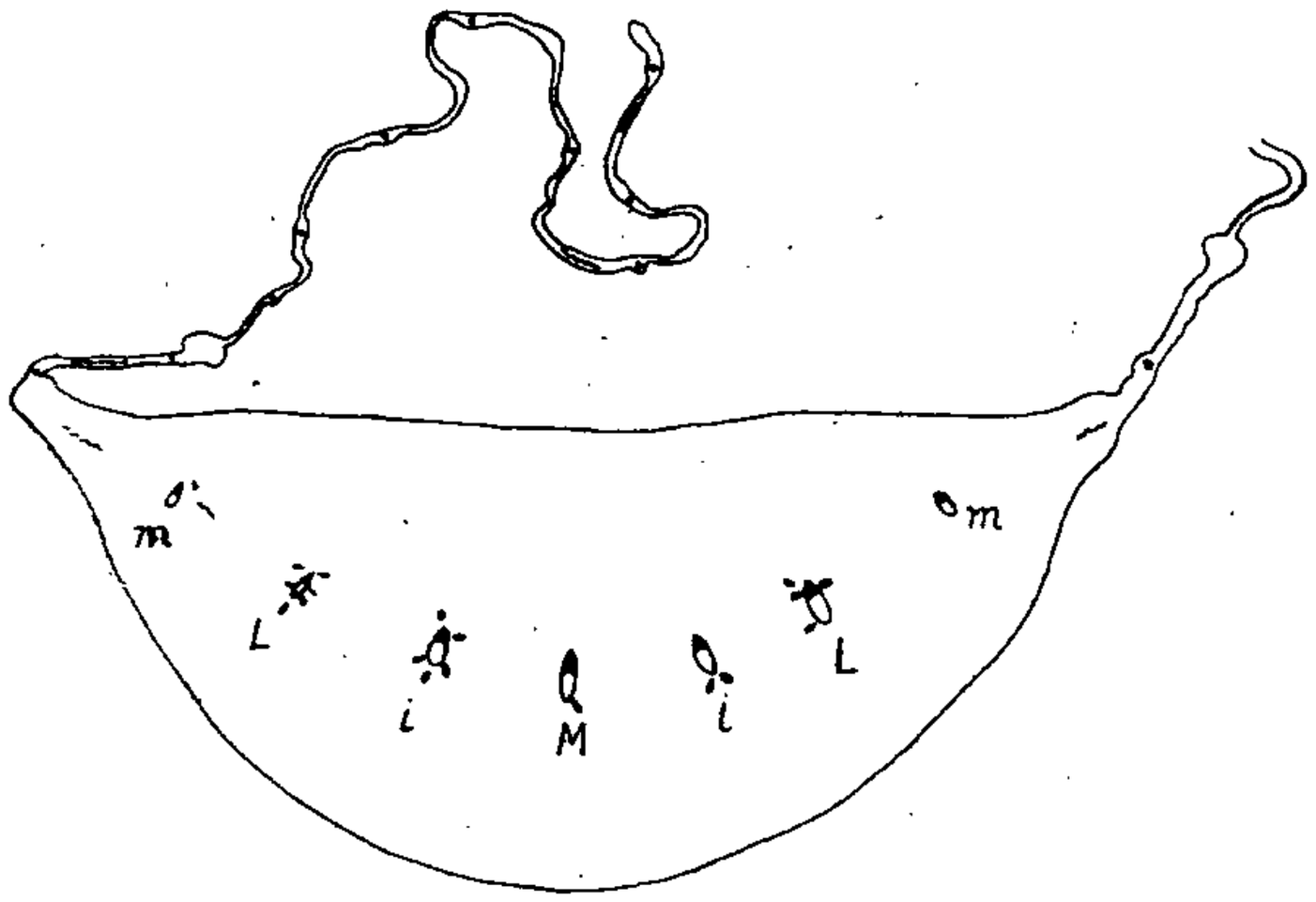


Fig. 2. — Coupe transversale au milieu de la partie tubérisée du pétiole B. Dessin d'ensemble. Gr. 5/1.

l'action des réactifs, et l'ensemble du parenchyme en affectait un aspect spumeux ou mousseux d'apparence très délicate et fragile. On peut voir représentés deux groupes cellulaires semblables dans le haut à gauche de la figure 8.

Cet organe de dépôt, qui s'organise pendant le plein épanouissement des feuilles, ne doit entrer en jeu que lorsque le limbe est en train de se flétrir, comme en témoigne d'ailleurs l'état d'oblitération très prononcé des portions laminaires latérales des parties qui nous intéressent. L'entrée en jeu consiste, entre autres phénomènes, dans l'apparition, à la face extérieure, de petites verrues peu visibles d'abord, éparpillées çà et là, et parmi lesquelles un très petit nombre, une ou deux, comme dans nos pétioles, évolueront en bourgeons. Mais ceux-ci n'apparaîtront nettement, comme dans le pétiole *A*, que lorsque la feuille aura depuis longtemps déjà acquis l'aspect lamentable qu'ont ces organes, surtout chez les Monocotylées, lorsqu'ils sont frappés par les phénomènes de

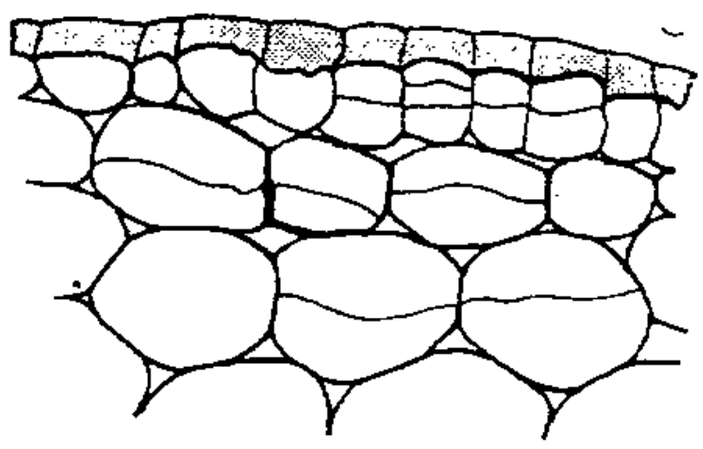


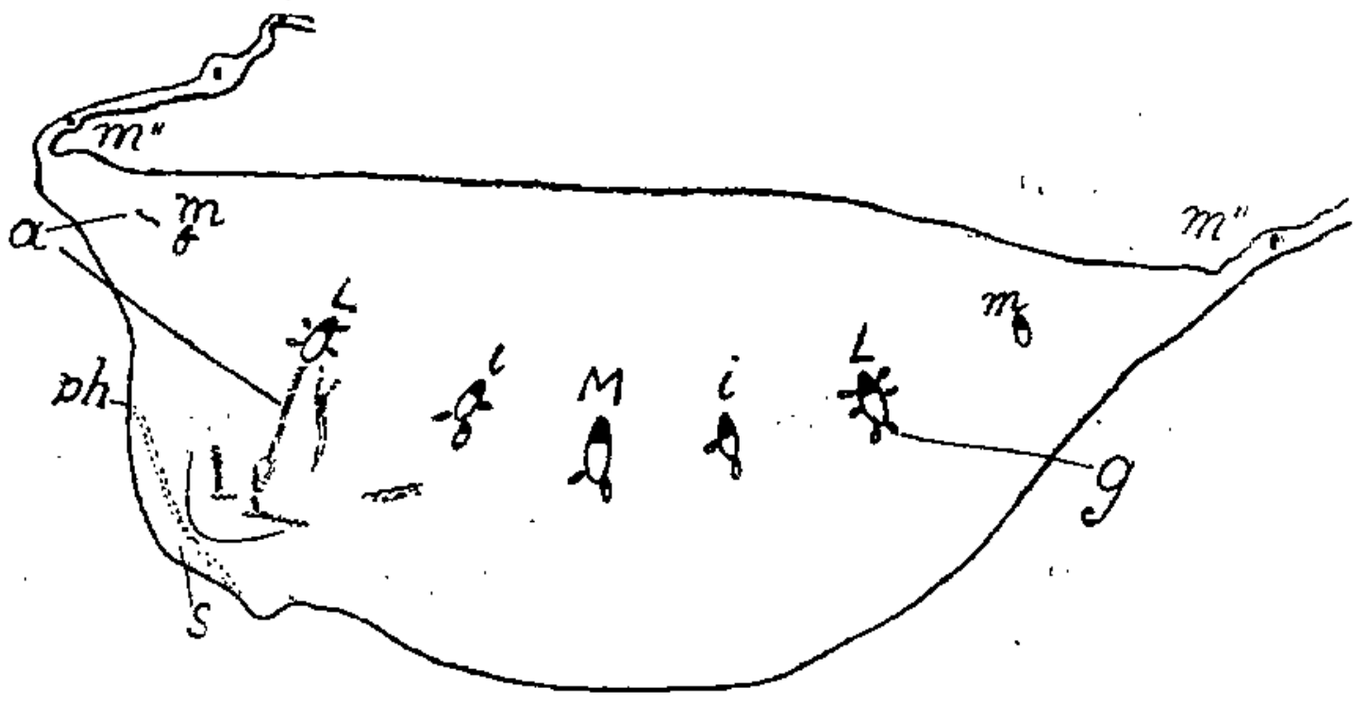
Fig. 3. — Premiers cloisonnements tangentiels dans l'épiderme et dans les assises sous-jacentes préludant à la formation d'une verrue (bourgeon adventif ?) Gr. 122/1.

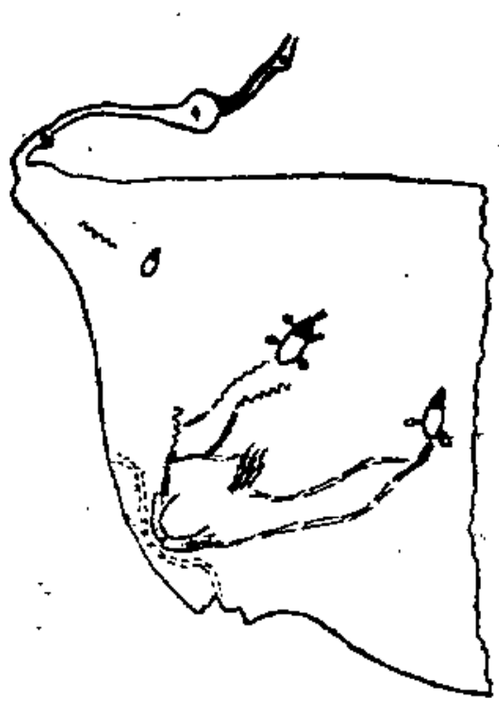
la désassimilation. Les jardiniers soigneux ne leur laissent pas atteindre cet aspect, et voilà pourquoi, sans doute, on a le moins souvent possible l'occasion de rencontrer ces productions tératologiques.

Une coupe transversale du pétiole passant par le milieu d'une de ces verrues en voie de formation (fig. 3) montre très bien que celles-ci

doivent leur origine à des recloisonnements actifs dans le sens tangentiel des cellules épidermiques de la face externe, dont la paroi interne est très épaissie. Une cellule de l'épiderme se divise par une cloison tangentielle, suivie bientôt dans cette voie par trois ou quatre cellules collatérales d'abord, puis de proche en proche par un nombre de plus en plus grand. A ce premier cloisonnement en succèdent d'autres dans le même sens, jusqu'à ce qu'un mamelon d'une certaine dimension se montre au jour. A partir de ce moment, le tissu constituant le manchon se transforme en un véritable méristème. En même temps que les cellules épidermiques, les cellules des deux assises hypodermiques du parenchyme externe du pétiole se cloisonnent aussi tangentiellement et contribuent à la formation d'un tissu méristématique qui s'ajoute au méristème issu des cellules épidermiques. Ces mamelons naissent isolément et, à un moment donné, on voit apparaître à leur base organique un massif procambial qui ne tarde pas à devenir libéroligneux et qui affecte les allures d'un réseau radicifère. Ce dernier est lui-même relié

Fig. 4





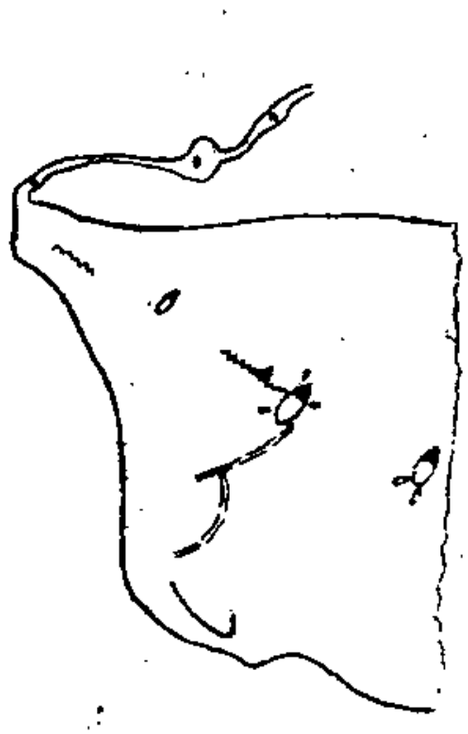


Fig. 5 Fig. 6

Fig. 4, 5 et 6. — Trois coupes successives passant par un bourgeon naissant. Dessins d'ensemble Gr. 5/1 : *a*, anastomoses : *g*, groupements libéro-ligneux ; *ph*, phellogène ; *s*, suber.

avec les faisceaux libéroligneux propres au pétiole par un système d'anastomoses parfois assez compliqué et où les éléments libériens prédominent (fig. 4, 5 et 6, dessins d'ensemble de trois coupes successsives).

C'est lorsqu'il est arrivé à cet état d'organisation, que le mamelon se transforme en bourgeon ; c'est-à-dire qu'on y voit apparaître un som-

met végétatif caulinaire et des protubérances foliaires en bourrelet (fig. 7, un bourgeon naissant).

Je n'ai pas pu suivre plus loin l'évolution de ces bourgeons. Mais mes observations suffisent pour établir : 1° que ces bourgeois adventifs ont essentiellement une origine épidermique ; 2° qu'ils sont en rapports vasculaires avec la feuille-mère. Il est assez rationnel qu'il en soit ainsi, attendu que celle-ci, non seulement s'est au préalable partielle-

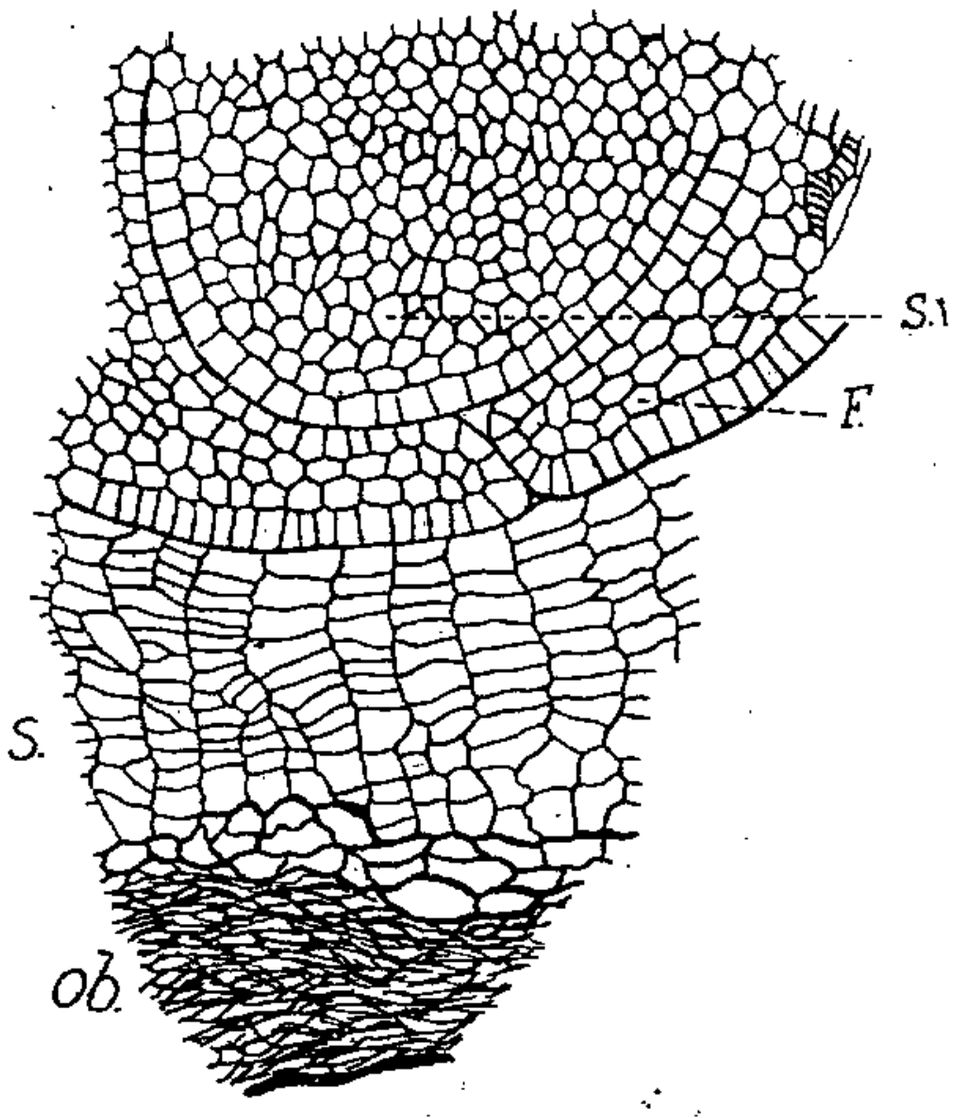


Fig. 7. — Coupe médiane du bourgeon naissant de la fig. 5. Gr. 69/1. *S. V.* sommet végétatif ; *F.* protubérance foliaire ; *S.* Suber ; *Ob-* tissu périphérique oblitéré.

ment tubérisée pour assurer aux bourgeons les moyens de subsistance jusqu'au moment où ils sont aptes à végéter pour leur propre compte, mais encore qu'elle a transformé l'organisation de ses faisceaux dans cette partie tubérisée, de manière à intensifier et à accélérer la circulation des matériaux nutritifs vers les bourgeons naissants.

*
* *

Le moment est venu, je pense, de donner un aperçu de la course des faisceaux de la gaîne. Non loin de la base, on en pouvait compter vingt-deux, diminuant généralement d'importance en allant du milieu vers les bords, et disposés suivant la formule :

$$m^3 m^4 m^2 m^3 m^1 m^2 m^3 m^2 mLiMiLm m^2 m^3 m^2 m^1 m^3 m^2 m^3 \quad (1).$$

Ces faisceaux y présentent une composition très simple : quelques trachées et un petit massif de liber normalement orientés dans le sens interne-externe. Rarement les anastomoses qui les relient sont transversales ; elles sont plus fréquemment obliques, avec un parcours longitudinal assez marqué.

---

(1) Cf. Hyac-Lonay, op. cit., p. 15.

Ces faisceaux se retrouvent plus haut, mais leur nombre a augmenté aux dépens des faisceaux *mn* et au niveau de la partie tubérisée qui nous intéresse, il peut atteindre environ vingt-sept, y compris évidemment ceux qui innervent les expansions laminaires latérales (fig. 2). Ces derniers, d'ailleurs fort petits, ont conservé leur structure simple et nous n'avons pas à nous en occuper.

Quant à ceux qui se trouvent dans la partie tubérisée même, ils sont au nombre de sept ; ce sont *m L i M i L m*. Ils présentent une structure remarquable, à laquelle je faisais allusion il y a un instant, et qui résulte de leur adaptation aux nouvelles conditions de milieu et aux

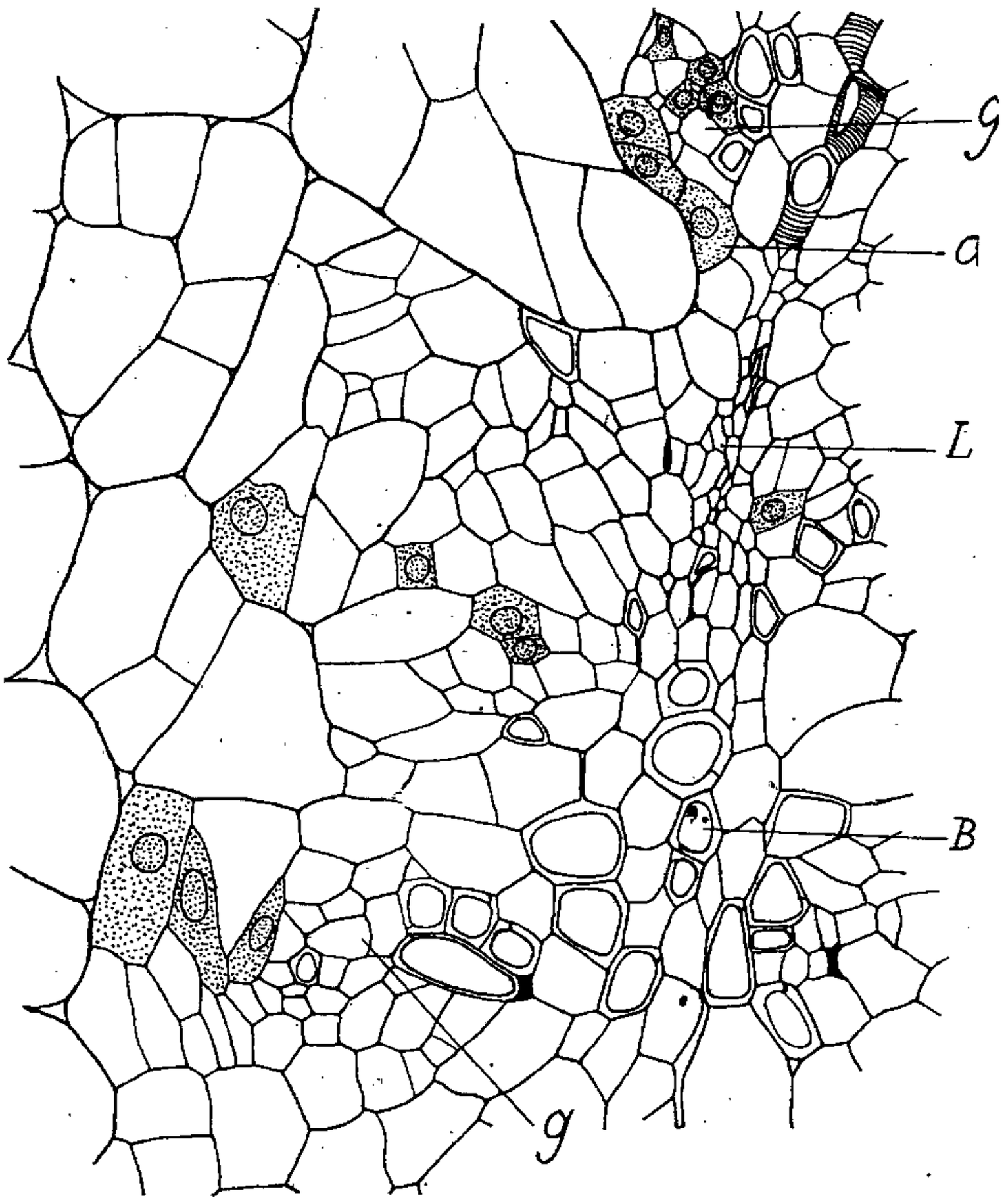


Fig. 8. — Faisceau *L* de gauche de la fig. 2 avec ses satellites (*g*) de droite (à gauche dans la figure). Gr. 173 1. L liber et B bois du faisceau *L* ; *d* cellules digestives.

fonctions supplémentaires qu'ils ont dû assumer. En effet, plongés dans un tissu rempli de réserves alimentaires, on conçoit qu'ils doivent intervenir dans la distribution de ces réserves et dans leur utilisation par les organes qui en ont besoin.

Dans ce but, outre les éléments libéroligneux qui leur sont propres ou, si l'on veut, normaux, et qu'on peut retrouver à tous les niveaux,

on voit ici, accompagnant constamment ces faisceaux, de petits groupements le plus souvent libéroligneux, parfois seulement libériens. Tantôt ils font un parcours de plusieurs dixièmes de millimètres, voire même de deux ou trois millimètres dans le sens longitudinal, tantôt, et c'est plus fréquent, ils rayonnent souvent plus ou moins obliquement autour de chacun des faisceaux en se renouvelant très fréquemment tout le long du trajet parcouru par ces derniers. Ces groupements sont surtout nombreux tout autour des faisceaux *L* et parfois des faisceaux *i* (fig. 2, 4, 5 et 6). Comme on peut le voir dans la figure 8 qui est le dessin détaillé du faisceau *L* de gauche de la coupe représentée par la figure 2, ces groupements — dont je n'ai reproduit que ceux de droite, dans leur entiéreté — sont composés de une à trois trachées, de quelques cellules grillagées et de deux ou trois cellules (annexes ?) ou parfois davantage encore, à contenu protoplasmique très dense et à noyau volumineux. Les trachées ont souvent une course transversale. L'orientation de ces complexes libéroligneux est généralement telle que le bois est tourné vers le faisceau et le liber vers le parenchyme ambiant. Il en résulte que chaque faisceau, avec les groupements libéroligneux qui l'entourent, a l'apparence d'une stèle.

Enfin, ajoutons que les anastomoses qui relient les faisceaux sont d'autant plus fréquentes qu'on s'éloigne de part et d'autre du faisceau *M*.

*
* *

Quelle est donc la signification des groupements libéroligneux qui accompagnent les faisceaux du pétiole dans leur course à travers la partie tubérisée ?

Leur rôle est probablement double et se manifeste aux deux périodes extrêmes de l'existence de l'organe de dépôt.

Au début, il est probable qu'ils jouent comme appareils de conduite et de distribution des substances élaborées amenées par le liber des faisceaux. Comme celui-ci est insuffisant pour assurer le ravitaillement de toutes les parties hypertrophiées du parenchyme destiné à emmagasiner ces substances qui s'y transforment principalement en amidon, il est suppléé dans ce travail par ces néoformations libéroligneuses qui fonctionnent comme des robinets déversant aussi loin que possible les substances élaborées. Il y a lieu, d'ailleurs, de faire intervenir dans ce travail les anastomoses qui peuvent aussi présenter, à certains endroits de leur parcours, de ces espèces de satellites libéroligneux.

Mais ce qui paraît certain, c'est qu'à la fin, ces groupements ont pour rôle d'amener la dissolution des substances de réserve contenues dans les cellules du parenchyme, notamment de l'amidon, de les diriger

de nouveau vers les faisceaux qui, par leurs anastomoses, les conduiront en définitive vers les bourgeons adventifs en voie de développement.

Cette interprétation des phénomènes ne peut guère être révoquée en doute et se base sur plusieurs circonstances.

Remarquons d'abord que ces groupements libéroligneux manquent totalement en dehors de la partie tubérisée du pétiole. En second lieu, ce sont les faisceaux *L* et *i* qui possèdent le plus de satellites. Ce sont précisément ces faisceaux et surtout les *L*, dans les cas du moins que j'ai pu observer, qui se mettent en rapport direct avec les bourgeons adventifs ; je n'ai pu constater qu'une seule fois qu'un faisceau *m* présentait quelque indice — bien discutable d'ailleurs — d'une participation à la fourniture d'une anastomose vers un bourgeon. Au surplus, c'est toujours en un point de l'épiderme externe situé sensiblement en regard de l'un ou de l'autre des deux faisceaux *L* ou de l'espace compris entre les faisceaux *i* et *L* que les bourgeons prennent naissance. C'est dans ces situations que ces faisceaux sont intéressés directement dans cette formation, le premier par l'envoi d'une anastomose ou deux, le second, *L*, par celui d'un nombre plus grand d'anastomoses, pouvant aller jusqu'à neuf et reliées entre elles en une sorte de système réticulé assez compliqué (fig. 4, 5 et 6). En troisième lieu cette émission d'anastomoses fournissant le bourgeon se fait toujours à proximité immédiate d'un niveau où le faisceau *L* intéressé est relié, de part et d'autre, par une forte anastomose horizontale ou à peu près, avec les deux faisceaux *i* et *m* qui se trouvent à sa droite et à sa gauche. Ces grosses anastomoses peuvent être considérées comme des canaux collecteurs chargés d'amener au faisceau *L*, en grandes quantités, les substances dissoutes qu'il doit distribuer, à son tour, aux anastomoses multiples qu'il envoie au bourgeon, en même temps que celles de ces substances qu'il recueille lui-même par l'intermédiaire des groupements ou satellites libéroligneux qui lui sont propres.

En quatrième lieu, ces groupements comprennent, comme je l'ai décrit plus haut, un certain nombre de cellules à contenu très dense et à noyau volumineux. Elles affectent tout à fait l'aspect et la constitution des cellules entrant dans la formation des tissus digestifs ou des assises digestives que l'on rencontre dans d'autres parties de plantes (1). Elles sont situées d'ailleurs, dans chaque groupement, dans le voisinage immédiat des cellules du parenchyme amylifère sur lesquelles elles peuvent ainsi exercer directement leur action digestive. Les produits de cette digestion sont déversés dans les cellules libériennes des groupements qui les amènent dans celles du faisceau dont elles dépendent.

Il y a lieu aussi de mettre en relief la très grande analogie que pré-

---

(1) Cf. H. LONAY : Genèse et Anatomie des péricarpes et des spermodermes chez les Polygonacées. A. *Polygonum aviculare L. Mem. de la soc. roy. des Sciences de Liége*, 3e sér., t. XI, 2e partie, 1922, p. 63 et *passim*.

sentent souvent certains éléments ligneux de ces groupements avec les éléments cellulaires que E. HEINRICHER a appelés « Speicher-Tracheïden » (1) et VESQUE, « réservoirs vasiformes » (2).

Quoi qu'il en soit, il se produit ainsi, au moment opportun, un courant intense de matières dissoutes des différents points du parenchyme vers le bourgeon. C'est ce qui peut expliquer sans doute le fait que les anastomoses qui relient les faisceaux sont plus fréquentes et à course plutôt horizontale dans la région tubérisée que dans les régions qui ne le sont pas.

***

En résumé, on peut déduire de cette étude les conclusions suivantes :

1° La production de bourgeons adventifs sur les pétioles de l'*Haemanthus Lindeni*, est précédée de la tubérisation, avec formation de tissus de dépôt de matières alimentaires, de la région où ils doivent s'organiser.

2° Ce n'est que dans cette région que les faisceaux principaux du pétiole acquièrent une structure particulière par suite de la formation dans leur voisinage immédiat, de petits groupements libéroligneux plus ou moins nombreux, qui se répètent tout le long de leur trajet à travers la région tubérisée.

3° Les anastomoses qui relient ces faisceaux entre eux sont plus fréquentes dans la région tubérisée qu'en dehors de celle-ci. Elles peuvent aussi être accompagnées de petits groupements libéroligneux.

4° Ces derniers sont indiscutablement destinés à faciliter la digestion des substances de réserve (amidon, etc.), et à les amener aux faisceaux qu'ils entourent.

5° Ils sont plus nombreux autour des faisceaux *L* et *i*, à proximité desquels les bourgeons adventifs sont insérés, qu'autour des autres faisceaux.

6° Les bourgeons adventifs prennent naissance, aux dépens de l'épiderme externe et de deux assises hypodermiques plus ou moins en face des faisceaux *L*.

7° A leur base, se différencient des formations libéroligneuses qui prennent une disposition rappelant celle des réseaux radicifères.

8° Les faisceaux *L*, par de nombreux rameaux anastomotiques, les faisceaux *i* par un ou deux seulement de ces rameaux, se mettent en rapport avec les éléments libéroligneux propres aux bourgeons.

9° Il résulte de ce qui précède que toute cette organisation a pour but de produire, au moment voulu, un courant intense de matières dissoutes des différents points du parenchyme tubérisé vers ces bourgeons.

---

(1) E. HEINRICHER : Ueber einige im Laube dikotyler Pfanzen trockenen Standortes auftretende Einrichtungen, etc. *Botanisches Centralblatt*, Bd. XXIII, 1885, p. 25.

(2) VESQUE J. L'espèce végétale considérée au point de vue de l'anatomie comparée, *Ann. des Sc. nat. Botanique*, 6e sér. 13, 1882.

Jean FRIEDEL
Docteur ès-sciences.

FLEURS ANORMALES D' « ASPERULA ODORATA » L., PRESENTANT LE TYPE 3 AU LIEU DU TYPE 4 NORMAL SIMPLES REMARQUES SUR QUELQUES ANOMALIES DE SYMETRIE FLORALE

En 1921, dans une courte note présentée à la réunion biologique de Nancy, j'ai cherché à indiquer comment on pourrait ramener les divers types de symétries florales à un petit nombre de types principaux qu'on pourrait comparer en quelque mesure aux systèmes cristallins I. J'ai proposé le tableau suivant à titre provisoire, je le rappelle tout en faisant remarquer qu'il ne faut pas donner la même importance aux divers types indiqués.

Types homogènes

1 Type 3 — 3 s + 3 p + 6 e + 3 c
2 Types Crucifères 4 s + 4 p + 4 è + 2 e + 2 c.
3 Type 4 — 4 s + 4 p + 4 e + 2 c.
4 Type 5 — 5 s + 5 p + 10 e + 5 c.

Types hétérogènes

5 Types 5—2. — 5 s + 5 p + 10 e + 2 c.
6 Types 5—3. — 5 s + 5 p + 10 e + 3 c.

S = Sépales.
P = Pétales.
e = étamines.
C = Carpelles.

Les autres types floraux peuvent aisément se rapporter à l'un de ces types, dont ils dérivent, les uns par multiplication de certaines pièces florales dont le nombre peut devenir indéfini, les autres par avortement de telles ou telles pièces florales.

J'ai pensé que les anomalies de symétrie florale indiqueraient peut-être quelque parenté entre certains des six types floraux indiqués dans le tableaux ci-dessus.

---

(1) Cette comparaison veut dire seulement que la multiplicité des types floraux peuvent être ramenée à un petit nombre de types comme la multiplicité des formes cristallines peut être ramenée aux sept systèmes cristallins. Il ne faut pas oublier que les symétries cristallines qui sont des symétries de *direction* sont quelque chose de complètement différent des symétries biologiques qui ont des symétries de *position*.

On sait que le type 3 est habituel chez les monocotylédones, le type 4 et le type 5 plus fréquents que le type 3 chez les dicotylédones.

Les anomalies amenant le passage du type 4 au type 5 sont fréquentes. J'ai rencontré, aux environs de Nancy, assez souvent des fleurs de *Stellaria holostea* L., ayant 4 pétales au lieu de 5.

Deux années de suite, j'ai observé, dans un jardin de Nancy, une fleur trétamère sur un pied de *Vinca minor* L. (variété *alba*) et dans un autre jardin le même fait sur un pied de *Vinca major* L. Ces fleurs, bâties sur le type 4 au lieu de l'être sur le type 5 normal, sont parfaitement constituées ; elles ont 4 sépales, 4 pétales, 4 étamines, l'ovaire est formé de deux carpelles comme dans une fleur du type 5 habituel avec cette seule différence que les faisceaux externes du carpelle sont au nombre de 8 au lieu d'être au nombre de 10 comme dans une fleur normale.

Ces observations tératologiques sont un argument en faveur d'une parenté profonde entre le type 4 et le type 5. Les fleurs de *Fuchsia* normalement tétramères, peuvent être assez souvent pentamères. Enfin, dans le *Ruta graveolens* L., les fleurs sont, pour la plupart, tétramères, mais la fleur terminale d'une inflorescence est toujours pentamère.

Le type 3 semble, par contre, s'opposer nettement aux types 4 et 5, qui se transforment aisément l'un dans l'autre. Habituel chez les monocotylédones, il est relativement rare chez les dicotylédones. Les fleurs trimères existant, à titre d'anomalie dans des espèces à fleurs normalement tétramères, ne sont pas très fréquentes, pourtant Penzig en signale un certain nombre.

Je crois donc intéressant d'indiquer l'observation suivante faite sur une touffe d'*Asperula odorata* L., dans un jardin de Nancy. On sait que la fleur d'Aspérule a normalement la formule suivante :

4 s + 4 p + 4 e + 4 c. Les étamines sont alternes avec les pétales. Parmi de nombreuses fleurs normales, j'ai observé quelques fleurs trimères ; j'ai fait l'étude morphologique ou anatomique de deux de ces fleurs anormales. J'ai trouvé 3 pétales en triangles et trois étamines alternant avec les pétales. Sur l'une de ces fleurs, l'extrémité de l'un des pétales était bifurquée, ce qui indiquerait une tendance au retour du type 4 normal. L'ovaire présentait toujours deux carpelles, comme dans une fleur ordinaire.

L'existence de fleurs trimères a déjà été signalée chez diverses Aspérules, surtout chez l'*Asperula tinctoria* L. (voir Penzig, Pflanzenteratologie, II[e] vol., p. 39, 1894). On a signalé aussi des Aspérules à fleurs pentamères, ce qui est beaucoup moins extraordinaire que les fleurs trimères, puisque le type 5 est normal chez un très grand nombre de Rubiacées. Dans la Garance (*Rubia*), le nombre des pétales peut être soit de 4, soit de 5, chez quelques gaillets (*Galium*), le type 3 est normal.

On sait que la symétrie, dans cette famile, présente une certaine instabilité.

J'ai observé une fleur trimère chez une autre Rubiacée à fleurs normalement tétramères, un *Bouvardia*, horticole à belles fleurs blanches, dont l'aspect général rappelle des fleurs de Jasmin. Cette fleur, avec ses longs sépales, se prête très bien à l'examen des pièces florales ; la fleur anormale présentait 3 sépales, 3 pétales, un ovaire normal à deux carpelles.

Ce genre d'anomalie, comme celui de la Pervenche, présente un intérêt particulier, parce que la fleur, tout en étant anormale, reste fonctionnelle. Ainsi une fleur trétamère de *Vinca major* a donné deux capsules parfaitement saines. Tandis que dans la plupart des anomalies il y a déformation de certaines pièces florales entraînant souvent la stérilité normale. On peut dire, par exemple que la fleur anormale de Pervenche dont je vient de parler, a pris le type d'une Aspérule dont l'ovaire serait super.

Les fleurs d'*Aspérule* et de *Bouvardia* à symétrie ternaire, ne correspondent à aucun type normal existant, ce serait à des fleurs de Graminées à 3 étamines et 2 carpelles qu'on pourrait le mieux les comparer. Ce qu'il y a d'important à retenir, c'est une anomalie produisant la transformation d'une symétrie par quatre en symétrie ternaire.

On voit donc que, s'il y a plus d'affinités entre le type 4 et le type 5 qu'en ces deux types et le type 3, il n'y a pas incompatibilité absolue entre le type 3 et les deux autres.

Par contre, il existe un type de symétrie tétramère en apparence qui semble s'opposer à tous les autres types de symétrie ; c'est le type Crucifère, dont la formule bien connue est : 4 s + 4 p + 4 e + 2 e + 2 c.

C'est, en réalité, plutôt une symétrie par 2 que par 4.

Personnellement, je n'ai jamais constaté d'anomalie de symétrie florale dans cette famille et Penzig, qui signale des monstruosités très variées chez des Crucifères, n'en indique pas une seule portant sur le type de symétrie.

Le type Crucifère serait quelque chose de très spécial, absolument différent de tous les autres types floraux (1). La précocité des formations secondaires dans le pédoncule floral des Crucifères empêche de retrouver dans ce pédoncule la structure vasculaire correspondant au type de la fleur.

La symétrie des enveloppes florales est sujette à d'assez grandes variations chez les fleurs à étamines en nombre indéfini. On sait la grande variabilité du type chez les Anémones.

Chez l'*Anemone nemorosa* L., les fleurs à 6 sépales dominent, mais les fleurs à 5, 7, 8, 9, 10 sépales sont assez fréquentes pour qu'on puisse

(1) Cette stabilité du type floral n'exclut pas la possibilité de parentés entre les Crucifères et d'autres familles, les Capparidées, par exemple. Quelques Crucifères s'écartent un peu du type habituel, le *Lepidium ruderale* n'a que 4 étamines, le *Megacarpaea* en a un grand nombre. Le fait important à retenir, c'est qu'une Crucifère appartenant à une espèce présentant le type normal ne s'écarte jamais de ce type par quelque anomalie de symétrie.

se livrer à des calculs de biométrie. Chez, l'*Anemone ranunculoïdes* L., le type de symétrie est moins instable mais il est encore assez variable, les fleurs à 5 sépales dominent, mais on trouve encore une quantité notable de fleurs à 6 ou 7 sépales.

Le *Clematis vitalba* L. a presque toujours des fleurs du type 4, avec sépales pétaloïdes nettement en croix. Exceptionnellement, j'ai observé quelques fleurs à 5 sépales dans un jardin, au Pouliguen (Loire-Inférieure). Le nombre des faisceaux dans le pédoncule des fleurs normales ou anormales est le plus souvent de 7, ce que ne permet aucun rattachement avec le type de la fleur. On sait que, dans la plupart des espèces de Clématites exotiques cultivées dans les jardins, le nombre des sépales est très variable.

Les Papavéracées ont un type 4 extrêmement net et assez spécial. On trouve deux sépales opposés qui tombent quand la fleur s'épanouit et deux paires de pétales opposés, qui se superposent en croix. On voit que cette disposition est, en réalité, fort différente de quatre pétales en verticilles. Ce type, si nettement défini et si particulier laisse place à des anomalies de symétrie florale.

Penzig (l c. 1 vol., p. 337) signale des variations du type chez le *Chelidonium majus* L., variations que j'ai retrouvées sur des échantillons récoltés sur les pentes du plateau de Malzéville (près de Nancy). Il y avait notamment une fleur à 6 sépales (2 verticilles de 3, comme dans un *Anemone nemorosa* normal) et une fleur à 5 pétales, les deux fleurs anormales étant l'une et l'autre sur le même pied que plusieurs fleurs normales du type 4.

Chez les Rosacées, le nombre des sépales et des pétales est très variable. Ainsi, chez le *Prunus spinosa* L., en particulier, sur un rameau couvert de fleurs normales à 5 sépales et 5 pétales, on trouve souvent plusieurs fleurs à 4 sépales et à 4 pétales ou à 6 sépales, parfois aussi des fleurs à calice normal et corolle tétramère ou hexamère. Mêmes faits, bien que moins fréquents, chez le *Cerasus avium* D. C. (où la sous-espèce *C. acida Gaesln.*) et le *Pirus communis* L.

D'autres observations pourraient être faites avec fruit sur les anomalies de structure florale, notamment chez les Monocotylédones, chez qui, grâce à l'absence de formations secondaires, on peut aisément compléter l'étude de la morphologie florale par celle de l'anatomie du pédoncule.

Dans la forêt de Haye, aux environs immédiats de Nancy, j'ai trouvé plusieurs échantillons de *Scilla bifolia* L., avec 4 ou 5 sépales, les étamines et les carpelles étant en nombre normal.

Au jardin botanique de Nancy, j'ai eu entre les mains un échantillon de *Scilla sibirica* avec 8 sépales au lieu de 6, une 7e étamine stérile en plus de 6 étamines normales et les 3 carpelles normaux. Au jardin botanique, également, j'ai trouvé un échantillon de *Tulipa silvestris* L., à 7 sépales, 7 étamines, 1 ovaire normal à 3 carpelles.

En général, chez les Monocotylédones, le type 3 est très constant. Par contre, dans le *Paris quadrifolia* L., Liliacée du type 4, les anomalies de symétrie florale sont fort fréquentes (voir à ce sujet le Diplôme d'Etudes supérieures de Mme Valentine Gatin, Paris, 1918).

En résumé, parmi les types de symétrie florale que l'on peut regarder comme primitifs, le type Crucifère apparaît comme le plus stable ; le type ternaire des Monocotylédones présente une assez grande stabilité ; les types tétramères et pentamères passent très aisément de l'un à l'autre et, dans quelques cas plus rares, il peut y avoir substitution d'une symétrie ternaire à une symétrie tétramère.

G. ARNAUD
Docteur ès Sciences.
Directeur adjoint de la Station de pathologie végétale de Paris

---

LA DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES CHAMPIGNONS ASTERINOIDES (ASTERINA, MELIOLA, ERYSIPHEES, etc.) ET LE CLIMAT

La distribution géographique des champignons parasites et ses rapports avec le climat, sont encore peu connus ; cependant, certaines espèces, surtout celles qui causent de graves maladies aux végétaux cultivés, ont fait l'objet d'études importantes, mais les indications générales manquent encore. Sans prétendre résoudre un problème très complexe, nous désirons exposer ici quelques considérations concernant les champignons astérinoïdes, c'est-à-dire les champignons parasites, qui, comme les *Asterina*, présentent des conceptacles et un mycélium superficiels ; ce dernier rampe à la surface de l'hôte et envoie à son intérieur des suçoirs ou plus rarement un mycélium ramifié. Cette disposition se retrouve chez les éléments de divers groupes de Pyrénomycètes, c'est un *facies* dû à une adaptation spéciale. Le groupe le mieux représenté dans nos régions est celui des Erysiphées ; mais il est exceptionnel à plus d'un titre et sera traité à part à la fin de cette note.

Au point de vue climatique, nous avons déjà montré (1) que la répar-

---

(1) *G. Arnaud.* Les Astérinées I (*Ann. Ecole Agricult. Montpellier* 1918) ; — Les Astérinées (Etudes sur les champ. parasites) II° (*Annales Epiphyties*, Paris 1921 ; III° (id. 1923).

tition des champignons astérinoïdes proprement dits, était en rapport avec la pluviosité du climat ; et, pour préciser en schématisant les faits, on peut dire que ces parasites ne se rencontrent que dans les régions où il tombe plusd'un mètre de pluie par an. Cela explique très simplement la répartition en apparence paradoxale de ces champignons qui sont surtout abondants dans les régions tropicales (mais seulement dans les parties pluvieuses) et dont les rares espèces des régions tempérées se trouvent presque uniquement dans les parties montagneuses (où la pluie est plus abondante que dans les plaines). On sait que certaines espèces ou familles de plantes phanérogames présentent des disjonctions analogues (Gesnéracées tropicales représentées en Europe par le genre *Ramondia* des Pyrénées et des Alpes de Dalmatie ; et d'une façon moins précise, par les Dioscoréacées, les Fougères, etc.).

Bien entendu, la valeur climatique de la pluie ne peut pas être donnée exactement par la hauteur d'eau qui tombe annuellement, et le chiffre indiqué précédemment est loin d'avoir une valeur absolue ; l'influence de la pluie peut être modifiée par la température (en hiver et dans les pays froids, l'eau s'évapore plus lentement et il en faut une moindre quantité pour saturer l'atmosphère), par le vent et par l'exposition, par l'action du relief du sol et des végétaux qui le recouvrent, (qui conservent l'eau en certains points), enfin, par la répartition des pluies au cours de l'année (l'existence de périodes sèches étant néfaste aux végétaux hygrophiles). Ces considérations permettent d'expliquer certaines exceptions apparentes dans la distribution géographique des champignons astérinoïdes que l'on peut rencontrer dans les régions, non pas sèches, mais où les cartes indiquent une chute de pluie inférieure à un mètre.

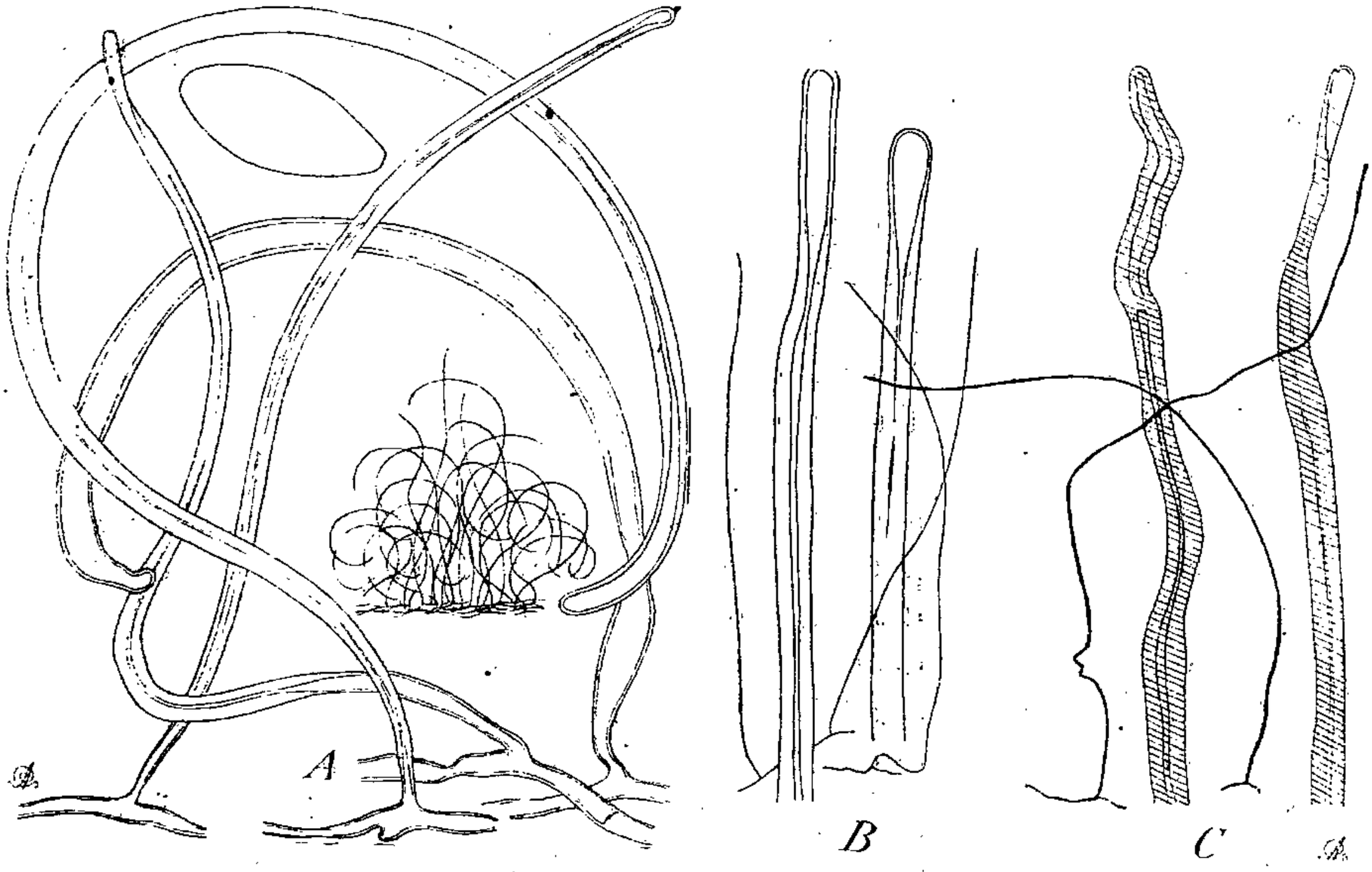
Neger a signalé la présence du *Meliola nidulans* dans le Sud de la Suède, mais la région est relativement froide et marécageuse, et le champignon n'existait que sur la partie inférieure des tiges, qui étaient enfouies dans des sphaignes formant un revêtement protecteur contre la dessiccation; v. Höhnel a appelé récemment l'attention sur une vieille espèce oubliée qu'on peut désigner sous le nom de *Meliola calostroma* (Desm.), récoltée autrefois par Roberge en Normandie; la région doit à ses pluies estivales un climat humide qui lui permet d'avoir de gras pâturages, même pendant la période chaude.

Une autre espèce que l'on a trouvée dans les plaines est l'*Asterina Veronicae* (Libert) Cooke, publiée par Mlle Libert (de Malmédy) en 1832 (*Pl. Crypt. Ard.* II, n° 173); elle a été signalée depuis dans diverses parties humides de l'Europe, et en particulier dans quelques régions de plaines (près d'Avesnes, dans le Nord de la France; près de la Haye, en Hollande; dans le Sud de l'Angleterre); ces régions ne sont pas extrêmement pluvieuses, mais l'hôte, le *Veronica officinalis*, est une plante basse, souvent placée dans les prairies, et du reste le parasite paraît être localisé dans certaines stations, car il a été rarement signalé.

En résumé, les champignons astérinoïdes des régions très pluvieuses de l'Europe peuvent s'étendre dans des régions un peu moins humides grâce à des conditions locales spéciales ; mais ces espèces manquent complètement dans les régions méditerranéennes proprement dites, à période sèche estivale plus marquée. On peut noter que le cas de l'*Asterina Veronicae* se retrouve avec une extension plus accentuée chez le Gui (*Viscum album*) qui n'existe pas dans les plaines du Sud-Est (Bas-Languedoc), tandis qu'il est très commun dans le Nord de la France. L'*Arceuthobium Oxycedri* n'existe pas non plus dans la plaine du Languedoc, mais c'est un parasite plus rare que le Gui ; cette espèce de l'Eurasie a été signalée par TURRILL dans une montagne humide de l'Afrique centro-orientale (Mont Aberdare, dans le Kenia).

Un cas plus exceptionnel est celui des Erysiphées et il n'est plus possible d'expliquer la grande extension géographique de ce groupe par des conditions locales augmentant l'humidité du milieu ; ces champignons doivent être considérés comme présentant un cas d'adaptation à un climat plus sec que celui où vivent habituellement les champignons astérinoïdes. Les Erysiphées se rencontrent presque partout où la végétation phanérogamique peut se développer, jusqu'au bord des régions désertiques. Mais il est nécessaire de donner ici quelques considérations systématiques, les affinités du groupe ayant été méconnues. Les Erysiphées sont en général placées dans les Périsporiacées, groupe hétérogène absolument sans valeur. Nous avons indiqué (*Astérinées* II et III) que les Erysiphées étaient apparentées à des groupes de champignons tropicaux, auxquels nous les avons réunies pour former la famille des Parodiellinacées (Pyrénomycètes). Cette famille se divise en quatre tribus dont deux sont très voisines : les Parodiopsidées et les Erysiphées ; ces dernières sont constituées, l'une et l'autre, par des champignons astérinoïdes. A cette occasion, nous attirerons l'attention sur un point de la structure des Erysiphées ; chez les Parodiopsidées, le mycélium est pourvu de soies simples, dressées, à peu près dans toute son étendue ; ces organes manquent sur le mycélium conidien des Erysiphées ; mais ils sont extrêmement abondants sur le mycélium de certaines espèces, là où se forment les périthèces. Ces soies (fig. A, B et C) forment même un feutrage serré très abondant, en particulier chez le *Sphaerotheca mors-uvae* et surtout chez l'*Erysiphe graminis* et le *Sphaerotheca pannosa* du rosier. Chez la dernière espèce au moins, les soies doivent régler la dissémination des périthèces ; en effet, ces derniers, quoique d'abord inclus et étroitement serrés dans le feutrage, se détachent à un moment donné de la plante, arrivent à la surface du feutrage et tombent sur le sol à l'automne ; le feutrage de soies persiste sur les rameaux tout l'hiver. Ces soies sont très analogues à celles de certaines Parodiopsidées (*Cleistosphaera macrostegia*). Les Parodiopsidées sont mal connues au point de vue biologique, mais, à certains détails, on peut penser que ces champignons sont moins hygrophiles

que les *Asterina* et les *Meliola* ; on ne les a signalés cependant jusqu'ici que dans les régions tropicales humides. Les Erysiphées paraissent en être dérivées par adaptation au climat moins humide des régions tempérées. La résistance des Erysiphées à une sécheresse relative n'est pas le seul phénomène inexpliqué; la résistance à la lumière de ces champignons à mycélium incolore est également curieuse ; on peut penser que la structure de la paroi cellulaire joue un rôle, il est probable que les champignons végètent activement la nuit ; enfin, il faut considérer que même les espèces qui se développent dans la région méditerranéenne, relativement sèche (*Uncinula necator* de la vigne, par exemple), ne sont pas spécialement adaptées à ces conditions et n'y trouvent pas l'optimum des conditions nécessaires à leur développement ; leur appareil végétatif prend une extension bien plus grande dans les régions humides du Nord et de l'Est de la France, et surtout sur les plantes cultivées en serre. Dans les régions sèches, ces champignons sont surtout abondants dans les stations humides et sur les plantes à feuillage touffu. Le Erysiphées montrent donc une hygrophilie, moins accentuée que celle des autres champignons astérinoïdes, mais qui est cependant nettement marquée.



A. *Erysiphe graminis*, du Blé; soies (gr. 75 et 600) ; une conidie (gr. 600). B. *Sphaerotheca pannosa*, du rosier ; soies entières (gr. 75) et extrémités de soies (gr. 600). — C. *Sphaerotheca Mors-Uvae*, du Groseillier à maquereau ; soies entières (brunes, gr. 75) et extrémités de soies (gr. 600).

Mme G. ARNAUD

SUR LES FORMES PARFAITES DES CHAMPIGNONS DU GENRE « SPHŒROPSIS », PARASITE DES ARBRES FRUITIERS

Divers *Sphæropsis* attaquent les arbres fruitiers. La synonymie de ces espèces est assez obscure. Deux des plus répandues peuvent être désignées, d'après GRIFFON et MAUBLANC, sous les noms de *Sphæropsis pseudodiplodia* (FUCK.) DELAER, et *Sphœropsis malorum* PECK. L'aspect extérieur des dégâts est souvent le même et les deux espèces ont été souvent confondues.

Ces deux espèces diffèrent notamment par la forme des stylospores, celles-ci sont allongées en forme de cylindre arrondi aux deux extrémités pour le *Sph. Malorum*, tandis que celles du *Sph. pseudo-diplodia* ont une forme ellipsoïdale, ou plus souvent celle d'un œuf atténué aux deux bouts ou d'un citron. Ces dernières sont donc renflées au centre tandis que celles de *S. Malorum* ont une largeur plus uniforme.

G. ARNAUD a indiqué que la forme parfaite du *Sph. Malorum* était le *Physalospora Cydoniae* ARN. ; cette relation a été confirmée par les cultures de HESSLER.

En étudiant le *Sphæropsis pseudo-diplodia*, parasite sur pommier, nous avons trouvé, contigus aux pycnides un peu âgées, des périthèces qui nous semblent être la forme parfaite du même champignon, bien que la preuve expérimentale par cultures pures, n'ait pas été faite.

Une section dans la région attaquée de la branche montre, à la loupe, les cavités noires du *Sphæropsis* à côté des périthèces dont le contenu est blanc. La disposition et l'aspect de ces deux formes est tout à fait identique à celle du *Physalospora Cydoniae*, mais l'examen microscopique montre des *ascospores* bien différentes. Les stylospores du *Sphæropsis pseudo-diplodia* sont brun-clair et restent longtemps unicellulaires ; presque toutes celles que l'on trouve à l'intérieur de la pycnide sont sans cloisons; cependant, il n'est pas très difficile de trouver des spores cloisonnées dans les pycnides bien mûres. Par contre, les stylospores émises au dehors et que l'on trouve à la surface de l'écorce sont en général cloisonnées et de couleur brun foncé. Il semble donc que ces spores ne se cloisonnent que tardivement et, le plus souvent, après leur sortie de la pycnide. C'est ce qui explique sans doute que la plupart des auteurs n'aient pas observé la cloison. La paroi de ces spores est finement chagrinée mais les granulations ne sont plus guère visibles lorsque la spore a fortement bruni.

Fuckel avait rapporté le *Sph. pseudo-diplodia* à un *Otthia* (1869). Le champignon que nous avons étudié ne se rapporte pas à ce genre. Théoriquement, les périthèces d'*Otthia* sont plus ou moins superficiels et groupés, alors que les nôtres sont enfoncés dans l'écorce au même niveau que le *Sphæropsis* et sont isolés. D'autre part, Fuckel dit : « Sporidiis *ovato-oblongis*, utrinque obtusis, didymis, medio constrictis, *fuscis*, 28 Mik. long., 14 Mik. crass... »; dans notre espèce les ascospores sont nettement plus fusiformes et n'ont pas montré de coloration. La disposition des périthèces n'est pas un critérium très sûr, mais le caractère des ascospores montre que l'espèce de Fuckel est différente de la nôtre.

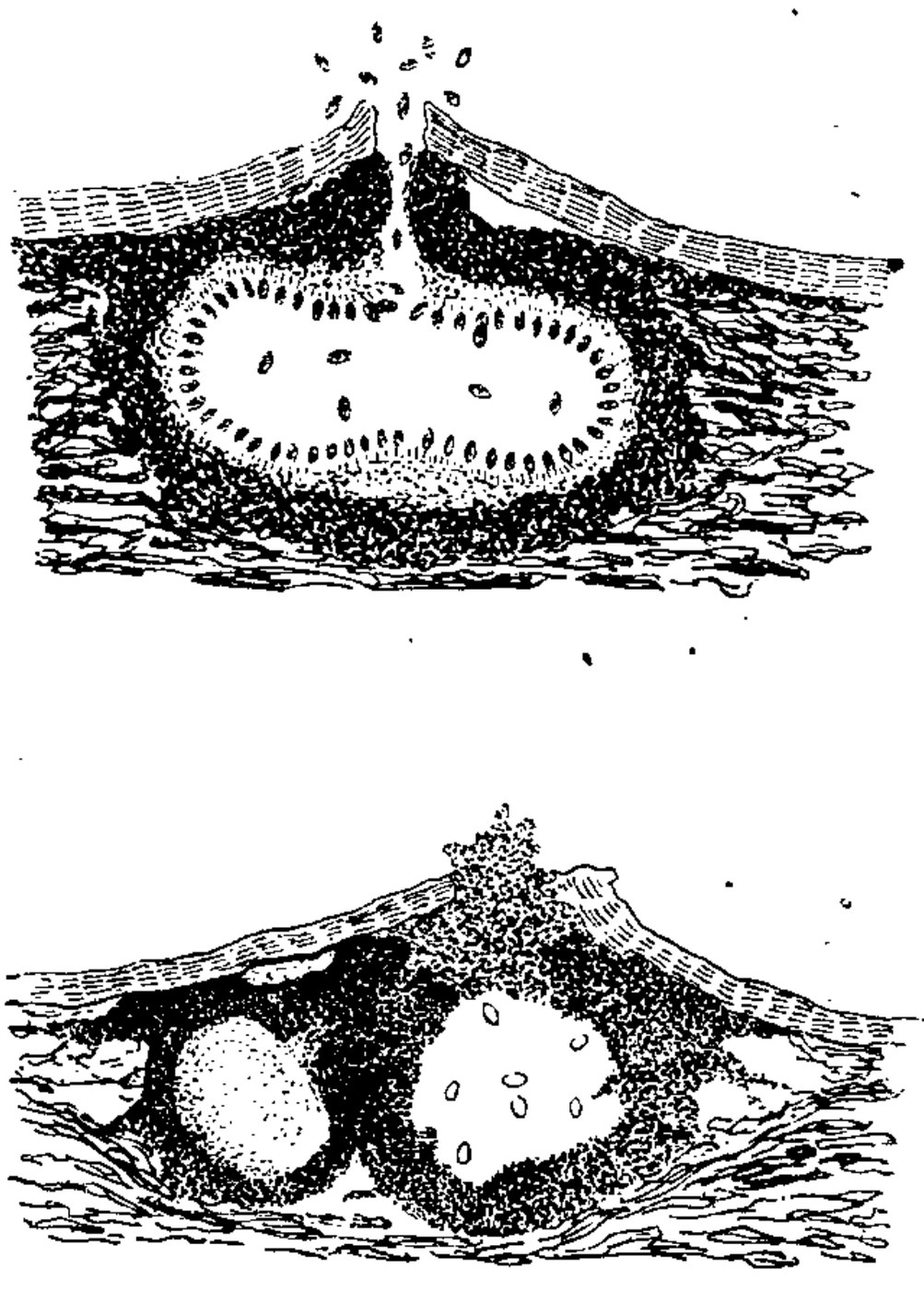


Fig. 1, en haut : Pycnide de *Sphaeropsis pseudo-diplodia*, gr. 75,
En bas : Vieille pyenide (à droite) et périthèce (à gauche) de *Didymella Mali*.

Dans nos échantillons, les périthèces sont globuleux et possèdent souvent un col court ne dépassant pas le niveau de l'écorce. Les asques sont entourés de paraphyses filiformes, parfois anastomosées. Les ascospores sont bicellulaires et présentent quatre grosses gouttelettes qui pourraient faire croire à la présence de 3 cloisons, mais nous n'avons observé nettement qu'une seule cloison, sauf peut-être dans une spore qui paraissait triseptée (?).

Si les spores étaient quadricellulaires, on devrait ranger cette sphériacée dans le genre *Metasphæria*, mais, comme toutes nos observations nous les montrent bicellulaires, nous placerons provisoirement l'espèce dans le genre *Didymella* sous le nom de *Didymella ? Mali*.

DIDYMELLA MALI *n. sp.* : diagnose : *Périthèces* inclus dans l'écorce, globuleux, à paroi carbonacée-membraneuse, noire, pourvus souvent d'un col court ne dépassant pas la surface, diamètre des conceptacles 200 μ. à contenu de couleur blanche. *Asques* cylindriques-allongées, octosporés, atténués à la base en un pédicelle, entourés de paraphyses abondantes, filiformes, plus ou moins anastomosées. *Ascopores* de 23 μ

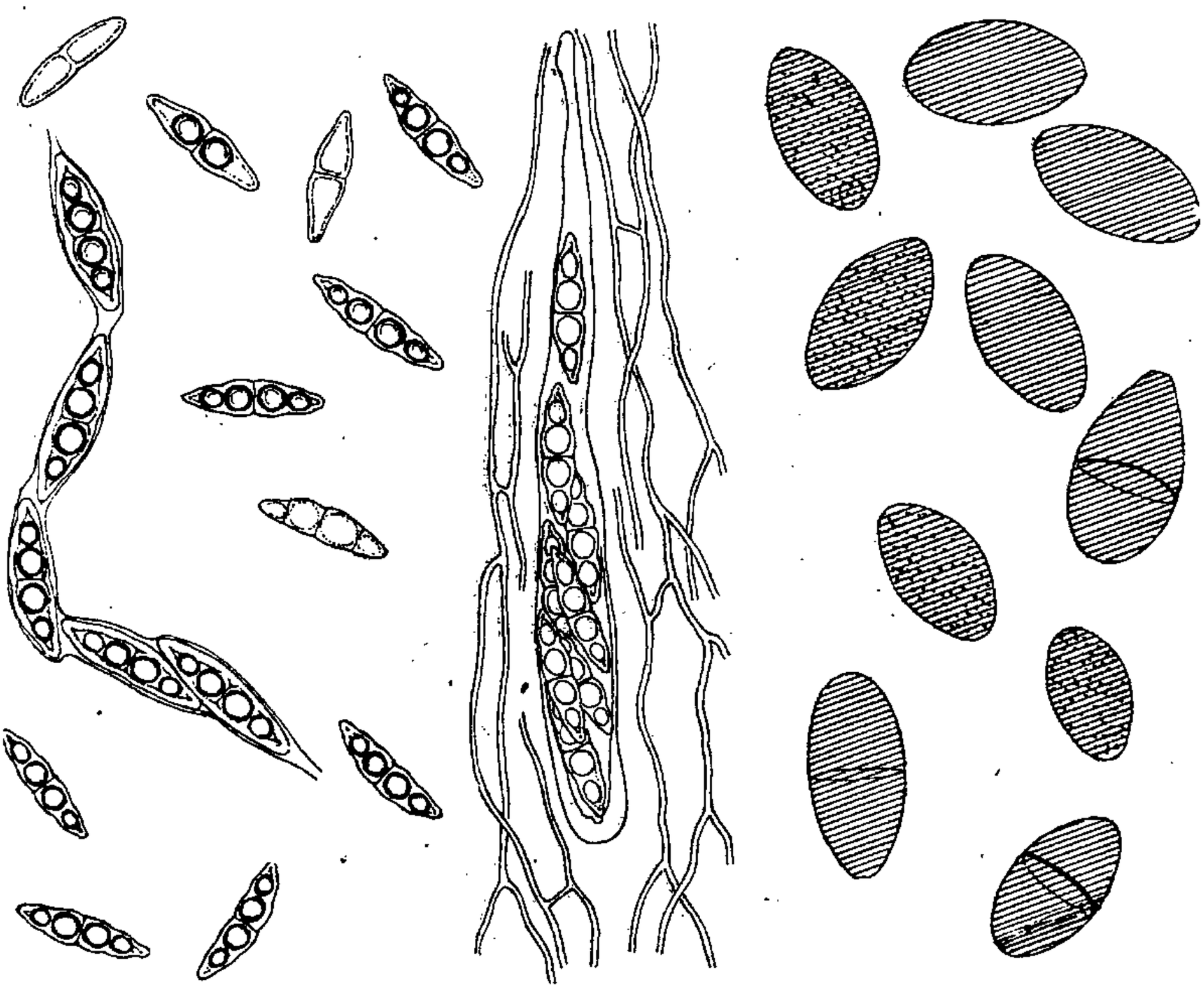


Fig. 2 : *Didymella Mali* : stylospores, asque et paraphyses, et ascospores à divers états.

sur 5 μ allongées, subfusiformes, bicellulaires et incolores, pourvues dans chaque moitié de deux grosses gouttelettes réfringentes ; à paroi étranglée légèrement au niveau de la cloison et entre les gouttelettes. — *Pycnides* (*Sphaeropsis pseudo-diplodia*) globuleuses-déprimées de 360 μ de diamètre. *Stylospores* brunes, unicellulaires, puis tardivement cloisonnées au milieu, ovoïdes ou légèrement fusiformes, de 26,5 μ sur 15 μ.

Sur écorce de Pyrus Malus, à Gagny (Seine-et-Oise, France), septembre 1923.

René VANDENDRIES
Professeur à l'Athénée Royal d'Anvers.

LES RESULTATS ACQUIS AU SUJET DE LA SEXUALITE DES BASIDIOMYCETES

Les spores de Basidiomycètes, que l'on fait germer isolément dans des milieux de culture stérilisés, produisent des végétations mycéliennes dont l'évolution, suivant l'opinion unanime des auteurs, prend deux directions nettement distinctes (1).

Chez les espèces dites « *hétérothalles* », les mycéliums haploïdiques primaires, que nous désignerons sous le nom d'*haplontes*, restent indéfiniment haploïdes. S'il apparaît des carpophores, comme Kniep l'avait déjà observé (2) avant nous (3), ceux-ci sont haploïdes comme le mycélium dont ils ont surgi et ne jettent que des spores, toutes de même polarité sexuelle. Ces carpophores sont dits *apogames*. Par des prélèvements au fil de platine, repiqués en milieu stérilisé, Mlle Bensaude (4) est parvenue à faire croître côte à côte deux végétations mycéliennes de ce genre, issues chacune d'une spore de *Coprinus fimetarius*. Elle observa que de ces cultures mixtes il surgissait bientôt une végétation nouvelle, diploïdique, secondaire, caractérisée par des éléments cellulaires binucléés, appelés dicaryons. Elle émet l'hypothèse que « les dicaryons naissent à la suite d'une plasmogamie entre une cellule provenant du thalle α et une cellule provenant du thalle β ». Ces cultures mixtes deviennent fertiles et produisent bientôt des carpophores secondaires.

Ces résultats ont été confirmés par Kniep (5). Les deux auteurs sont d'accord pour considérer comme secondaire un mycélium qui présente des *anses d'anastomose*. Ce sont des organes qui, lors de la mitose

(1) Nous recommandons au lecteur qui voudrait avoir un aperçu général sur l'évolution des idées en matière de sexualité des Basidiomycètes, le remarquable mémoire de Mlle Bensaude : La sexualité chez les Basidiomycètes Nemours. Imprimerie Némourienne, Henri Boulay, 1918.

(2) Kniep. Beitrage Zur Kenntnis der Hymenomyceten, III. Zeitschrift für Botanik. 1915. Heft 6.

(3) René Vandenchies. Recherches sur le déterminisme sexuel des Basidiomycètes. Mémoire couronné par l'Académie royale de Belgique, 1923.

(4) M. Bensaude, loc. cit.

(5) Kniep. Berträge Z. Keuntnis d. Hymenomyceten. IV (Zeitschrift f. Bot., T. VIII). Id. Beiträge id. (Zeitschrift f. Bot., T. IX).

conjuguée des deux noyaux de l'élément binucléé assurent la répartition par paires, des 4 noyaux, issus de cette mitose, aux deux cellules, provenant de la division de l'élément cellulaire apical d'un filament mycélien. Ces anses d'anastomose reparaîtront à chaque nouvelle mitose conjuguée de la cellule terminale jusqu'à la baside même, assurant ainsi à celle-ci les deux noyaux haploïdes qui vont s'y fusionner.

Déjà, en 1902, R. Maire (1) avait observé le caractère sexuel des divisions qui s'opèrent dans les basides et identifié notamment le stade *Synapsis* de la première division réductionnelle. Dans notre premier mémoire, nous avons pu retrouver quelques-uns de ces stades chez d'autres Basidiomycètes. La présence des anses d'anastomose étant un témoignage indubitable du caractère secondaire, diploïdique, d'un thalle, nous l'utiliserons comme *critérium de fertilité*, dans tous les croisements qui seront relatés ultérieurement.

Telle est l'évolution généralement admise en ce qui concerne les *espèces hétérothalles.*

Au contraire, chez les Basidiomycètes « *homothalles* », après une évolution haploïdique plus ou moins prolongée, le mycélium monosperme devient spontanément diploïde, et les anses d'anastomose font alors apparition sans l'intervention d'éléments étrangers. Il peut alors donner naissance à des carpophores où les basides seront le siège de cinèses réductionnelles, identiques à celles dont il a été fait mention, et qui produiront des générations de spores de sexe différent. Les espèces de cette catégorie semblent moins nombreuses que les précédentes.

Nous avons soumis au test du croisement entre haplontes, diverses espèces qui se sont montrées hétérothalles :

Collybia velutipes; Hypholoma fasciculare, dont 7 haplontes, issus d'un même carpophore, ont fourni, au total, 50 croisements. Parmi le lot des 7 individus analysés, ces croisements nous ont permis d'établir l'existence de 4 spores de même sexe et de 3 spores de polarité sexuelle opposée.

Sept haplontes, issus d'un même carpophore de *Panœolus Campanulatus*, ont permis 20 croisements dont les résultats sont de même nature.

La même série, augmentée de 4 nouvelles unités, prélevées sur la même sporée, ont fourni 55 croisements, tous effectués en double. D'après nos formules, 30 croisements devaient se montrer fertiles dans l'hypothèse d'une bipolarité sexuelle. 26 ont répondu à notre attente, les 4 autres sont restés indéfiniment stériles.

Les 25 cultures mixtes entre haplontes de même sexe, sont, au contraire, restées toutes stériles (2).

---

(1) R. Maire, Recherches cytologiques et taxonomiques sur les Basidiomycètes (Bull. de la société mycologique, 1902).

(2) Aucun caractère extérieur ne peut désigner les sexes. Les Basidiomycètes sont donc « *isogames* ».

Nous avons conclu de ces expériences, à l'existence d'une bipolarité sexuelle bien déterminée, chez les individus d'une même sporée sauvage. Les cas d'*apogamie* furent nombreux et confirmèrent les résultats de Kniep.

Nos cultures de cette dernière espèce nous ont donné l'occasion de prouver expérimentalement que l'*oïdie*, petit élément haploïde, produit en quantités prodigieuses par certains haplontes, peut jouer un rôle de multiplication purement végétative et propager un thalle primaire qui garde les propriétés de son ascendant ; mais qu'elle peut aussi fertiliser un thalle haploïde de sexe contraire, et qu'elle présente alors les attributs d'un gamète. Ce fait avait été signalé par Mlle Bensaude.

Enfin, nous avons observé dans nos croisements un haplonte qui dérogeait aux lois du déterminisme bipolaire. Après l'avoir signalé comme hermaphrodite, nous avons reconnu, dans des expériences ultérieures, qu'il s'agissait d'une *mutation sexuelle*, comme nous en avons constaté de très nombreuses chez d'autres espèces.

Les 36 cultures mixtes de *Panaeolus separatus* obtenues en laissant croître deux à deux, 9 haplontes congénères de cette espèce, ont fourni la preuve que 5 individus de même sexe et stériles entre eux pouvaient copuler avec 4 individus d'un sexe opposé, également stériles entre eux.

La plupart de nos cultures fertiles ayant produit des carpophores, nous eûmes l'occasion de vérifier le sexe de nos haplontes, par leur croisement avec des individus de deuxième génération. 53 croisements de vérification nous permirent d'affirmer que le déterminisme sexuel se maintient avec le caractère des ascendants et que la sexualité d'un haplonte garde sa polarité dans tous les croisements ultérieurs. Cette invariance des sexes s'est maintenue sans la moindre fluctuation parmi les descendants de deuxième génération. Leurs croisements obéirent aux lois, établies dans nos précédentes expériences.

De nos multiples essais d'*hybridation* entre les trois espèces du genre *Panaeolus*, étudiées par nous, une seule culture mixte s'est montrée fertile : ce fut un croisement entre *P. fimicola* et *P. campanulatus*. Nous n'avons pu maintenir cet hybride en vie.

Afin d'étudier de près les mutations sexuelles que nous venons de découvrir, nous résolûmes d'opérer avec les mêmes espèces, sur une plus vaste échelle. Ces opérations ont été relatées dans un second mémoire (1).

Des essais préalables, opérés sur des haplontes de *P. campanulatus*, confirmèrent l'existence d'individus à pouvoir fertilisant étendu, et d'individus dont la puissance de copulation était plus restreinte. Au contraire, 79 croisements entre individus de même espèce, issus de carpophores étrangers, se révélèrent tous fertiles. La nature garantit donc la

---

(1) René Vandendries : Nouvelles recherches sur la sexualité des Basidiomycètes. Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique. Tome XVI, fasc. 1, 1923.

fertilité entre haplontes étrangers de même espèce. Cette loi, déjà formulée par Kniep, domine la question de la sexualité des Basidiomycètes et elle nous a servi à interpréter les phénomènes que nous avons observés dans la suite.

Dans une série de 462 cultures mixtes entre 22 haplontes de *Panaeolus separatus*, tous issus d'un même chapeau, la bipolarité sexuelle apparut à toute évidence, quoique les mutations fussent nombreuses. Dix-sept de ces haplontes, croisés avec dix-huit de leurs descendants, nous ont fourni un tableau où les caractéristiques sexuelles des deux groupes d'haplontes, sans être identiques dans toutes leurs particularités, ont cependant, une similitude remarquable ; les divergences qui s'y manifestent deviennent plus rares, et nous les avons attribuées à l'influence des ascendants sauvages. Elles deviennent rarissimes dans les croisements entre haplontes de deuxième génération. Dix-neuf individus, ainsi croisés entre eux, nous ont fourni 342 cultures mixtes. Neuf haplontes se sont avérés de même sexe, dix, de sexe opposé. Les opérations ayant été effectuées en double dans un but de contrôle, le calcul prévoit 162 croisements stériles : expérimentalement nous en avons obtenu 154. Les huit cultures fertiles de ce lot trahissent des mutations des haplontes, intéressés dans ces croisements. Parmi les 180 croisements que le calcul annonçait comme devant être fertiles, deux seulement n'ont pas fourni les anses d'anastomose qui devaient déceler leur nature diploïde. Nous avons expliqué cette divergence manifeste entre les résultats de l'analyse d'une sporée sauvage et celle d'une sporée, issue d'une carpophore disperme de nos cultures, en admettant « que le pied sauvage provenant probablement de la mixion de mycéliums polyspermes, est un complexe d'individus, conjugués deux à deux, indépendants par paires les uns des autres et qu'il n'a pas d'individualité propre, à moins qu'il ne soit lui-même, d'origine disperme. Pour un lot de spores-sœurs, germant ensemble et donnant un mycélium complexe, il suffirait qu'une spore étrangère vienne se loger pour que, dans la descendance des haplontes, certains individus se montrent capables de copuler avec l'immense majorité de leurs congénères ». Pour expliquer les mutations, observées par lui dans de multiples croisements, Kniep a admis l'existence de plusieurs déterminants sexuels. Opérant sur *Aleurodiscus polygonius* (1), il a mis à profit la faculté unique de ces basides de libérer simultanément leurs 4 spores, pour isoler celles-ci et obtenir 35 tétrades, dont il sépara ultérieurement les individus. Leur analyse par croisements a démontré l'existence de 4 polarités sexuelles. Kniep admet que le diplonte, représenté par le noyau de la baside après conjugaison, possède 4 déterminants sexuels : A, B, a, b. Lors de la séparation des sexes, la ségrégation peut s'accomplir en

(1) Kniep. Uber Geschlechts-bestimmung und Reduktions-teilung. Verhaudlungen der Physikalisch. Medic. Gesellschaft zu Wurtburg. 1922.

donnant ou bien deux groupes de deux haplontes AB, AB et ab, ab, ou bien deux groupes Ab, Ab et deux groupes aB, aB. Seront fertiles entre eux, les haplontes dont les déterminants sont spécifiquement en opposition et qui rétabliront par leur conjugaison le diplonte A B a b. Toutes les autres combinaisons demeureront stériles. Les expériences ont confirmé cette hypothèse. Si une mutation vient à affecter un des quatre déterminants du diplonte (A muant en A') les haplontes qui en naîtront, verront leur faculté de conjugaison augmenter dans des proportions que le calcul peut établir. Il en fut ainsi pour certains individus de *Schizophyllum commune*, analysés par Kniep (1). Cet auteur est même parvenu à récolter des diplontes dont les quatre facteurs déterminants avaient subi une mutation pareille ; tous les descendants de ces types se montrèrent féconds pour tous les ascendants primitifs. Ainsi, s'expliquerait, d'après Kniep, que dans la nature, les haplontes étrangers sont toujours fertiles entre eux.

Nous ne pouvons admettre que cette théorie s'applique aux espèces, observées par nous. Tous nos croisements plaident en faveur de l'existence d'une *bipolarité sexuelle* chez les descendants d'un même carpophore diploïde. Voici encore des résultats d'expériences que nous publierons ultérieurement (2), et qui confirment nos vues dans cette question.

Nous prîmes comme sujet d'étude, *Coprinus radians*, Desm., une espèce à spores noires qui poussa sur le mur d'une classe de l'Athénée d'Anvers.

Vingt-trois haplontes, prélevés à un même chapeau et désignés par les chiffres 1... 23, furent cultivés deux à deux, sur un milieu méthodiquement préparé par nous. Ces cultures fournirent les résultats suivants : Huit haplontes de même sexe copulèrent avec les quinze congénères, de sexe opposé ; toutes les cultures mixtes entre haplontes de même sexe, restèrent stériles. Les opérations, effectuées en double, comportaient en tout 506 croisements. Le calcul démontre la possibilité de 266 croisements stériles, de 240 croisements fertiles. *Ces résultats mathématiques ont été obtenus expérimentalement.*

Un deuxième carpophore de la même espèce, récolté à deux kilomètres du premier, nous a donné 24 haplontes, indiqués dans nos registres par les lettres a, b..., y. De ces individus, quatorze avaient le même sexe, dix le sexe opposé. Pour eux, nous avons aussi effectué les croisements en double ; le calcul affirme 552 croisements possibles, dont 272 stériles et 280 fertiles : *nos résultats expérimentaux ont donné exactement les mêmes chiffres.*

Preuve plus éclatante ne pouvait être fournie de la bipolarité sexuelle d'une population sauvage de spores de Basidiomycète.

---

(1) Kniep. Uber erbliche Anderungen von Geschlechtsfaktoren bei Pilzen. Zeitschrift fur induktive Abstanmungs und Vererbungslehre, 1923.

(2) Ces expériences seront relatées dans un mémoire, publié par la revue « La Cellule » de l'Institut Carnoy, de Louvain, qui paraîtra en novembre 1924.

Vu la concordance mathématique des résultats obtenus, il semblerait que les deux sexes, constatés dans le premier pied, sont aussi les sexes du second. Il n'en est rien. Les 120 croisements, effectués par nous entre haplontes du pied 1 et du pied 2, se sont tous montrés fertiles.

Ce dernier travail a nécessité environ 1.500 cultures pures. Nos opérations ont été commencées en janvier 1924, et nous avons arrêté l'analyse de nos derniers croisements en juin. Pour assurer le succès de nos cultures, nous nous sommes astreint à rajeunir périodiquement nos haplontes par des repiquages.

Le cinquième repiquage, effectué en mai, a donné des végétations aussi vigoureuses que celles directement issues des spores et se sont maintenues haploïdiques jusqu'en juillet.

Un sixième repiquage, effectué sur un milieu identique à celui qui nous avait déjà servi, a produit soudain un changement profond dans l'allure de nos végétations monospermes. L'analyse, faite le 22 juillet, nous révèle que dans la série 1-23, huit individus sont devenus diploïdes et présentent des anses d'anastomose. Dans la série a-y, seize individus jusqu'ici ont subi le même sort. Nous pouvons garantir la pureté de nos cultures; et d'ailleurs le phénomène que nous venons d'observer a un caractère trop général pour que nous l'attribuions à une cause infectante d'origine oïdienne. Nous avons, d'autre part, la certitude que la mutation extraordinaire va frapper d'autres individus de nos séries.

Kniep a observé une mutation pareille sur deux individus, âgés d'un an, qui s'étaient montrés haploïdes dans de nombreux croisements.

Brefeld, ayant isolé des spores de *Coprinus Stercorarius*, obtient sur ces cultures des carpophores diploïdes. La même observation a été faite par Miss Mounce (1). Elle signale ensuite des individus du même Coprin nettement hétérothalles (2). Kniep reconnaît avec nous le caractère hétérothallique de *Coprinus Stercorarius*. Miss Mounce conclut qu'il existe, pour une même espèce, des individus homothalles et des individus hétérothalles. Après nos observations sur *Coprinus radians*, voici la conclusion qui s'impose : Un même individu hétérothalle semble présenter dans son évolution, une période haploïdique, où il peut jouer son rôle de *gamétophyte* en émettant des oïdies ou en copulant avec un gamétophyte de polarité sexuelle oposée à la sienne, et une période diploïdique avec anses d'anastomose, qui le conduit à la formation du carpophore diploïde. Serait-il téméraire de supposer que les résultats contradictoires ci-dessus, résultent du fait que les observations faites précédemment n'avaient porté que sur une seule période de l'évolution? Si la phase haploïde est trop courte, l'occasion échappe de la soumettre

---

(1) Irène Mounee : Homothallism and the Production of Fruit bodies by Monosporous Mycelia in the Genus *Coprinus*. Trans. Brit. Mycol. Soc. VII, 1921.

(2) Irène Mounee : Homothallism and heterothallism in the Genus Coprinus. Transact. Brit. Mycol. Soc., Vol. VII, past. IV, 1922.

au test de croisements et le champignon est déclaré homothalle. Si elle est plus prolongée, ces opérations de croisements auront pris fin et l'individu, déclaré indéfiniment stérile en lui-même, trouve sa place dans la catégorie des hétérothalles. Nous avons la conviction qu'en soumettant *Coprinus Stercorarius* à de nombreux repiquages, comme nous le fîmes pour *Coprinus radians*, on arriverait à la phase diploïde. Nous croyons que cette observation peut s'étendre à bien d'autres espèces, considérées jusqu'ici comme hétérothalles. En fait, *Coprinus radians* est *hétérohomothalle*. Nous attendons avec confiance les résultats des études qui se feront dans la voie indiquée par nous. Nos résultats ont cette heureuse conséquence de nous rassurer sur l'exactitude d'observations qui semblaient se contredire et laissaient supposer des négligences opératoires dont les auteurs sentaient le besoin de se défendre eux-mêmes.

Nous concluons : Si l'homothallie est constatée pour une espèce donnée, l'hypothèse de l'existence d'individus indéfiniment hétérothalles y devient précaire. Si l'hétérothallie est admise pour toute autre espèce, elle ne peut plus l'être « que sous bénéfice d'inventaire ». Rien ne prouve qu'en prolongeant l'existence des cultures par des repiquages renouvelés, le caractère diploïde ne se manifeste à un moment donné.

Quant au méacnisme même de ces mutations spontanées, nous réservons notre opinion pour le moment.

Ray. BOUILLENNE
Docteur en Sciences Naturelles
Institut Botanique de l'Université de Liége.

IRIARTEA EXORRHIZA MART.
PALMIER AMAZONIEN

Je voudrais rendre compte sommairement, dans cette note préliminaire, de la structure curieuse et compliquée des racines d'un Palmier. L'anatomie en est aberrante et nous intéresse d'autant plus que l'organisation des racines, parmi les Phanérogames se montre très uniforme. La structure typique consiste, comme on sait, en un cylindre central, cercle parfait, limité extérieurement par un endoderme et un péricycle à la courbe desquels s'oriente un certain nombre de pôles ligneux centripètes, et de pôles libériens en alternance.

A l'état jeune, on ne distingue guère une racine de Dicotylée d'une racine de Monocotylée sinon par le nombre, moindre chez les premières, des pôles ligneux et libériens. A l'état adulte, les différences se marquent davantage : les Dicotylées, par la présence et le fonctionnement d'un cambium, manifestent un accroissement de leur diamètre ; tandis que les Monocotylées qui n'ont pas de cambium, gardent leur structure et leur diamètre primitifs.

Lors d'un récent voyage en Amazonie brésilienne (1), nous avons eu l'occasion de rencontrer dans les forêts des bords du grand fleuve, *Iriartea exorrhiza* Mart., palmier dont nous avons étudié les racines au point de vue anatomique.

Une humidité excessive caractérise ces régions. D'une part, le climat est tout à fait équatorial : l'abondance des pluies quotidiennes et la permanence d'une température élevée donnent à la végétation un maximum de luxuriance. D'autre part, la plaine couverte de forêts dépasse à peine le niveau moyen des eaux. Les crues annuelles l'envahissent quatre mois environ. Il n'y a plus qu'un marécage forestier, dont le fond, boue molle et fétide, est mise à jour par le retrait des eaux. La période des eaux basses ne diminue guère le degré d'humidité du sol et du sous-bois.

La persistance des pluies, durant toute l'année et l'absence d'évaporation, font de cet immense territoire, un pays de boue perpétuelle.

L'influence des inondations est considérable :

1° La submersion du terrain spécialise la flore. En effet, on n'y trouve que des espèces continuant à vivre dans des conditions qui, même si elles étaient accidentelles sur des plantes régulièrement terrestres, provoqueraient l'asphyxie des organes noyés et la mort des plantes.

2° Le courant très violent arrache aux rives des pans de forêts. Les troncs d'arbres emportés constituent l'interminable procession de cadavres végétaux flottants qui se déroule au milieu du courant.

3° Loin des berges, l'érosion fluviale se fait moins sentir, mais le séjour prolongé de l'eau et après les crues, la grande humidité de la forêt maintiennent le sol à l'état de vase molle et de sable boulant.

C'est parmi le fouillis inextricable d'une de ces forêts que nous avons aperçu *Iriartea Exorrhiza* Mart. C'est un palmier de 15 à 20 mètres de hauteur, portant une couronne de grandes feuilles élégantes ; il frappe dès l'abord par la présence, à la base de la tige, de grosses racines aériennes. Celles-ci prennent naissance sur la tige au-dessus du sol et s'y enfoncent obliquement. Il y en a environ une quinzaine. Les plus récentes n'ont pas encore atteint la vase et apparaissent à plus de deux mètres de hauteur. Ce sont elles qui montrent le diamètre

(1) Mission biologique belge au Brésil 1922-1923, organisée et dirigée par M. Jean Massart, Professeur de botanique à l'Université de Bruxelles, sous les généreux auspices du Gouvernement et de la Fondation universitaire belge.

le plus considérable (5 à 6 centimètres). La portion inférieure de la tige ayant pourri, a disparu, de sorte que la plante semble établie sur ces racines comme sur des échasses.

L'observation de ces racines fut pour nous l'objet d'un double étonnement :

D'abord, la présence de racines-échasses chez un Palmier, ce qui, à notre connaissance, n'est signalé que chez *Iriartea exorrhiza* Mart.; ensuite, le fait que ces racines sont grosses, ce qui est unique chez les Palmiers et exceptionnel chez les Monocotylées.

Une disposition analogue de grosses racines aériennes en échasse chez les Monocotylées, est seulement connue dans la famille des Pandanées. Mais *Pandanus* est un genre caractéristique de Madagascar, de l'Archipel malais, de l'Australie, de l'Océanie, où il vit au bord de la mer, tandis que *Iriartea exorrhiza* Mart., spécial au bassin de l'Amazone, en habite les forêts riveraines régulièrement inondées.

Sa distribution est très étendue ; partout assez fréquent, il n'est jamais prédominant.

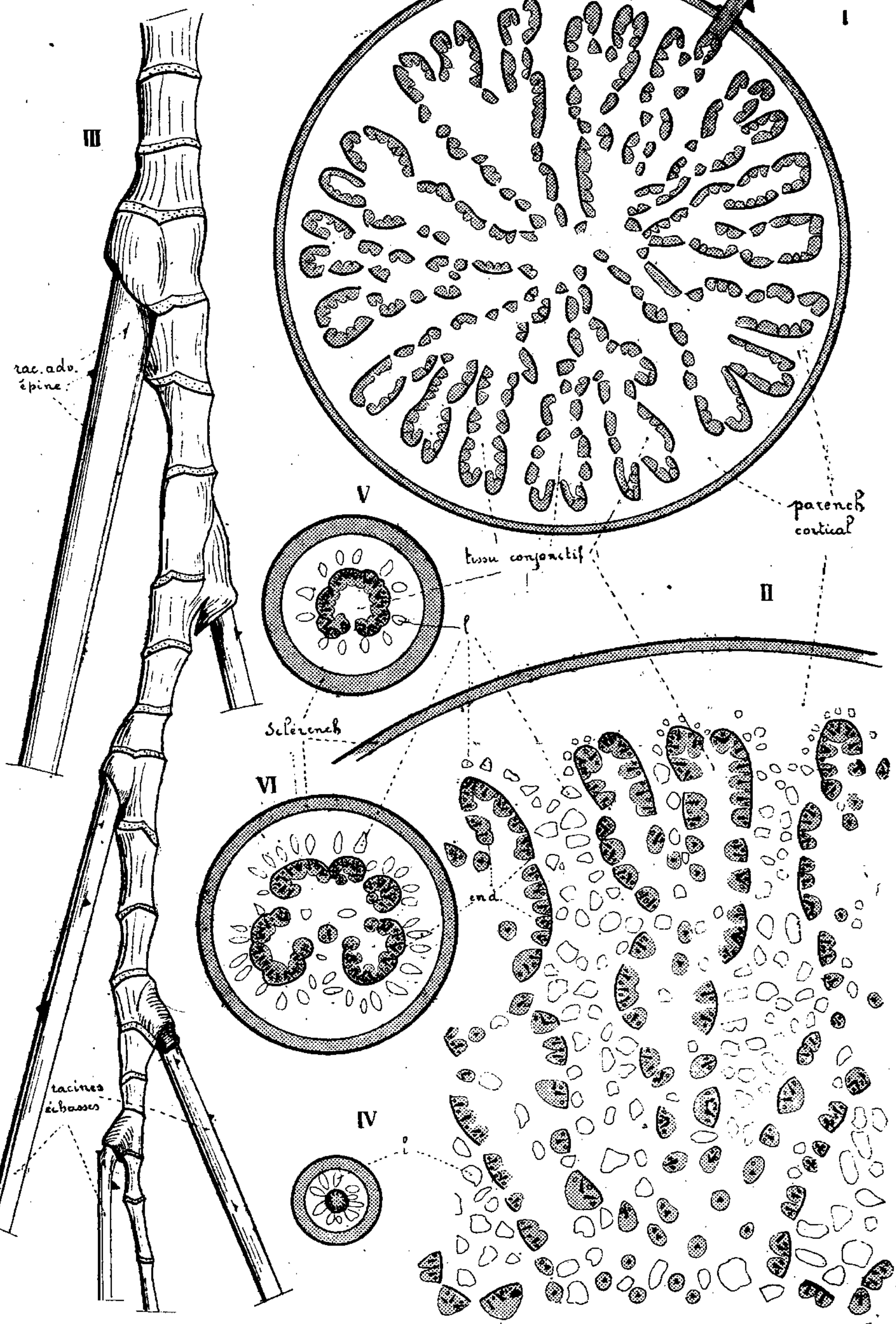
Le même type de disposition des racines se présente donc au sein de deux familles différentes dans les régions équatoriales de deux mondes lointains et séparés. Nous nous bornons ici à considérer le Palmier.

Nous avons recherché si la disposition en échasses des racines correspond aux particularités du milieu et constitue pour cette plante un bénéfice œcologique.

Il nous paraît qu'il n'est pas abusif de la considérer comme adaptée au sol inconsistant des forêts boueuses de l'Amazone. Les échasses, en effet, élargissent le plan de sustentation et multiplient les points d'attache avec le sol. De plus, au voisinage, dans les mêmes forêts, nous avons rencontré des plantes dicotylées : *Mangroves*, sur les rives du fleuve, *Tovomita* div. p. (Guttiferacées), *Cecropia* div. sp. (Moracées) dans la forêt, manifestant une disposition en échasses analogue.

Ensuite, nous nous sommes posé la question de savoir, au point de vue anatomique, de quelle manière cette Monocotylée réalise le diamètre considérable de ses racines. La structure typique des racines chez les Monocotylées ne révèle pas la possibilité d'un accroissement secondaire. Il n'y a pas de cambium. Les racines restent telles que le méristème les a constituées.

Les racines de l'Iriartea gardent un diamètre de 5 à 6 cm. sensiblement constant dans toute leur portion aérienne. Une coupe transversale pratiquée à travers une des plus grosses, à quelque distance de son insertion sur la tige, montre un curieux dessin qui occupe toute la coupe : une sorte d'étoile à lobes obtus (fig. 1). Il y a des lobes de différentes grandeurs, séparés par des sillons profonds, composés eux-mêmes de lobes plus petits, secondaires et tertiaires. La ligne des lobes



Explications de la Planche

Fig. 1 : Dessin d'ensemble schématique d'une coupe transversale faite dans une grosse racine de palmier adulte; cette racine a 5 mm. de diamètre, gros. 1.3 fois.

Fig. 2 : Schéma d'une portion du cylindre central lobé et segmenté d'une grosse racine (5 cm. diam.), montrant les pôles ligneux, les pôles libériens ,l'endoderme discontinu. Les pôles ligneux sont représentés par une flèche très aiguë; les vaisseaux isolés dans le tissu conjonctif et entourés de sclérenchyme sont marqués par un triangle équilatéral; les pôles libériens par un rond blanc. Le sclérenchyme périphérique et le sclérenchyme autour des éléments libéro-ligneux sont ombrés. Les lacunes aérifères l sont laissées en blanc, gros. 3 fois.

Fig. 3 · Partie d'une plantule ayant 0,50 cm. de hauteur, la base et le sommet de la tige ont été supprimés, gros. 1/3.

Fig. 4 : Dessin d'ensemble d'une coupe transv. d'une racine de 2 mm., gros. 6 fois.

Fig. 5 : Coupe transv. d'une racine de 4 mm. de diamètre, gros. 6 fois.

Fig. 6 : Coupe transv. d'une racine de 6 mm. de diamètre, gros. 6 fois.

est discontinue ; elle se divise en segments nombreux de diverses grandeurs.

La zone périphérique de la coupe est fortement sclérifiée.

Le parenchyme cortical, parsemé d'îlots scléreux, ne se distingue guère du tissu conjonctif central, avec lequel il communique par les sillons qui séparent les lobes de l'étoile.

Ce dessin en étoile se compose de pôles ligneux centripètes fig. 2), orientés perpendiculairement à la ligne du dessin, constitués de trois à cinq trachées et de 1 ou 2 grands vaisseaux. Le nombre de ces pôles ligneux est tout à fait exceptionnel. Nous en avons compté de 1.300 à 1.500. Les pôles libériens sont le plus souvent (pas toujours) en alternance avec les pôles ligneux. Leur nombre est encore plus considérable, 1.600-1.800.

Nous réservons à une publication ultérieure l'interprétation de cette anomalie.

Les différents pôles ligneux et libériens sont environnés de sclérenchyme.

La structure de ces racines n'a été étudiée, à notre connaissance, que par Mohl (1824) (1), mais ne semble pas avoir été comprise. Mohl, en effet, explique qu'il ne retrouve pas, dans ce palmier, tous les caractères distinctifs des racines, entre autre le cylindre central.

De notre côté, nous pensons que les caractères distinctifs des racines, ainsi que le cylindre central, existent réellement. C'est grâce à l'étude de quelqués plantules que nous avons eu la fortune de recueillir au pied du palmier adulte que nous sommes arrivés à cette opinion (fig. 3).

En effet, les plantules portent déjà des racines aériennes sortant de la petite tige à différents niveaux. Les racines inférieures sont d'un diamètre plus mince que les racines insérées plus haut, aux divers nœuds, jusque tout près des feuilles existant actuellement. Or, les racines très minces ne comptent qu'un petit nombre de pôles et révèlent un cylindre central en cercle parfait disposé de la même manière que dans les racines de la plupart des Monocotylées (fig. 4).

Les racines, plus grosses, montrent des états intermédiaires de structure permettant de relier la disposition si abérrante des grosses racines de 5 à 6 cm. de diamètre au type de l'organisation normale des racines. Ces états de transition sont en rapport avec le diamètre du membre et le nombre des pôles (fig. 5 et 6).

Nous nous bornerons dans cette note, à signaler deux exemples : une racine de 4 mm. de diamètre (fig. 5) et une racine de 6 mm. (fig. 6). Le cylindre central s'y reconnaît aisément ; mais il est lobé. Les lobes sont simples.

---

(1) Mohl, dans Historia Naturalis Palmarum, Martius, Vol. I, 1824, p. XX.

Le cylindre central n'est pas seulement lobé, il est aussi segmenté. L'endoderme s'interrompt à certains endroits et les segments sont séparés par du tissu parenchymateux.

Lobes et *segments* sont les deux modifications que subit le cylindre central. Par leur complication de plus en plus grande, réalisée dans des racines de plus en plus larges, la structure du cylindre central des grosses racines devient tout à fait aberrante. Mais les transitoires l'interprètent aisément.

Conclusions.

Nous pouvons ainsi affirmer :

1° que les grosses racines du palmier adulte, ayant 5 à 6 cm. de diamètre, possède véritablement un cylindre central, mais que celui-ci y est lobé et segmenté (fig. 1);

2° que le cylindre central en cercle parfait existe dans l'espèce *Iriartea exorrhiza* Mart.; mais uniquement dans les racines minces de 2 à 3 mm. de diamètre (fig. 4) ;

3° que cette structure aberrante et exceptionnelle permet la présence d'un nombre considérable de pôles ligneux et libériens, respectivement 1.300 à 1.500 et 1.500 à 1.800 ; elle aboutit, sans formation de tissus secondaires, à un accroissement diamétral considérable.

D'autres points anatomiques sont intéressants à signaler ; ils ne peuvent entrer dans les limites de ce bref exposé.

Armand MONOYER
Etudiant.

CONTRIBUTION A L'ANATOMIE DES PALMIERS

Certaines circonstances m'ont permis de disposer d'un palmier adulte, un *Cocos botryophora* Mart., qui avait grandi dans les serres du jardin botanique de Liége.

Sa tige mesurait 9 m. de hauteur, non compris la partie cachée par le bouquet terminal de feuilles, et comportait plus de 40 entre-nœuds.

Cette tige présentait quatre régions :

1° La région supérieure, cylindrique, d'un diamètre de 15 cm. (fig. I), s'étendait sur une longueur de 2 m. 40.

2° La région moyenne, conique, montrait un accroissement progressif vers le bas ; le maximum de cet accroissement progressif était atteint à 20 cm. au-dessus du sol : le diamètre à cet endroit était 21 cm.

3° La région inférieure avait la forme d'un cône court, atteignant 30 cm. de diamètre au niveau du sol (fig. II).

4° La région basale se trouvait cachée dans la terre et présentait l'aspect d'une calotte sphérique, aplatie suivant son pôle ; cette dernière portion, la plus anciennement formée, était toute entière recouverte par les insertions de plus de 500 racines longues et ramifiées. D'autres racines encore avaient pris naissance en certains endroits du premier et du second entre-nœud visibles au-dessus du sol.

Cette forme conique des 4/5 inférieurs de la tige, contrastait avec l'idée que l'on se fait généralement du stipe d'un palmier, qu'on s'imagine comme étant une haute colonne cylindrique, partout de même diamètre. Cependant, certains palmiers, tels les *Oreodoxa regia*, présentent un renflement de la partie moyenne, ce qui leur donne l'aspect des fuseaux; d'autres, tels les *Latania Loddigesii*, montrent un épaississement de la base, tout comme le *Cocos Botryophora* qui nous occupe.

Scoute, dans son ouvrage tout récent sur l'accroissement en épaisseur des Palmiers (1), conclut, semble-t-il, à un épaississement dû à l'accroissement, et aussi aux divisions répétées des cellules du parenchyme. J'ai cru utile de saisir la rare occasion qui m'était offerte d'étudier l'anatomie d'un palmier adulte, en me plaçant, moi aussi, au point de vue de l'accroissement diamétral de sa tige.

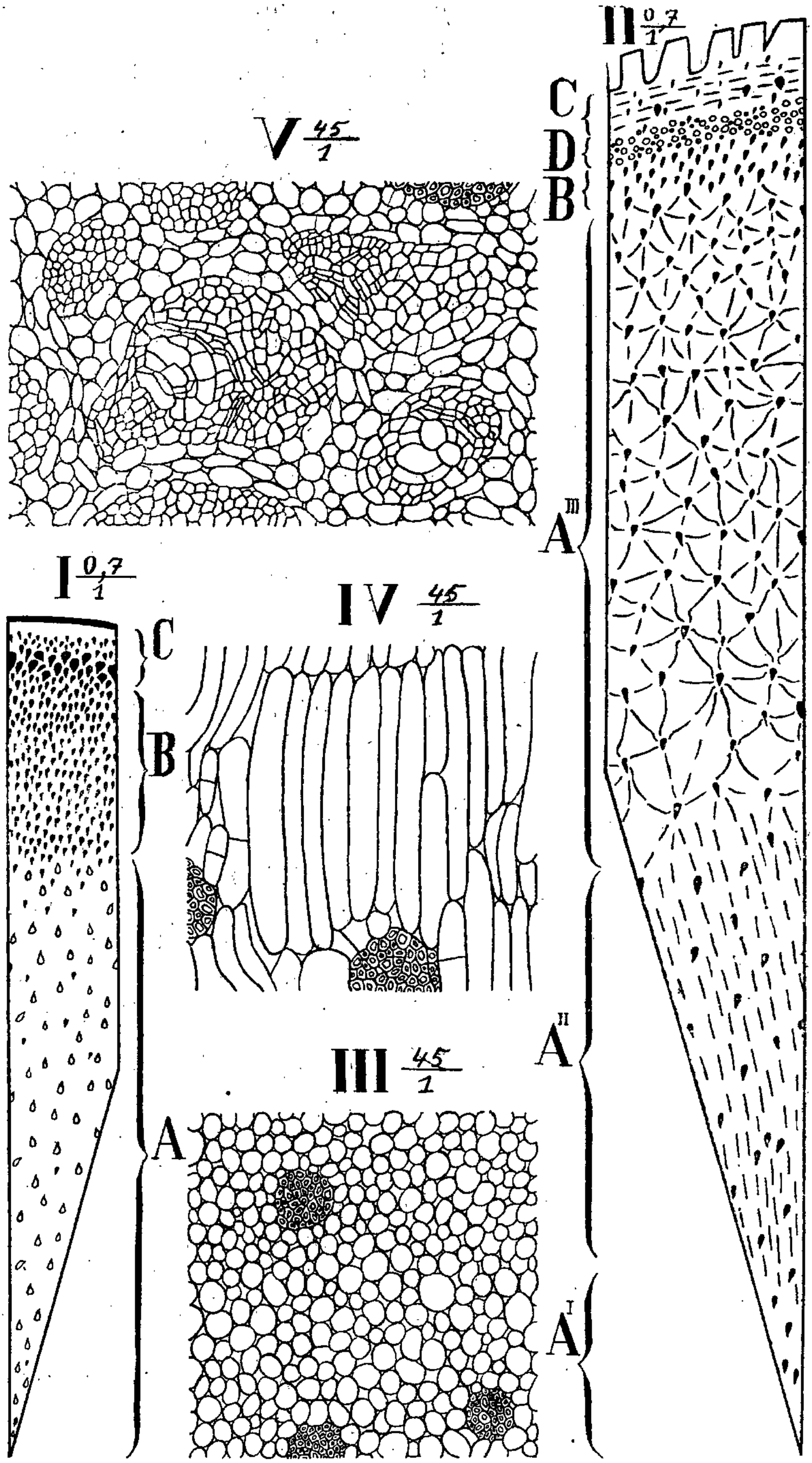
Dans la région cylindrique, à partir de 6 m. 60 au-dessus du sol, des coupes transversales montrent que les cellules du parenchyme interfasciculaire sont petites et isodiamétriques dans toute l'épaisseur de la tige ; l'état primitif de ces cellules est caractérisé par cette manière d'être (fig. III).

Malgré cette uniformité dans l'aspect du tissu fondamental, on peut cependant y délimiter trois zones qui se distinguent par la constitution et l'espacement de leurs faisceaux ; nous les désignerons en partant du centre par les lettres A, B, C (fig. I).

Dans la zone A, les faisceaux sont petits, espacés, certains montrent des trachées, la plupart n'ont pas l'orientation normale, ce qui paraît n'avoir pas encore été signalé; nous nous proposons d'en exposer la signification dans une publication ultérieure. Les cellules de la gaine des faisceaux ont des parois minces, sauf celles qui sont le plus rapprochées des tissus conducteurs. Dans la zone A, comme dans toutes les

---

(1) Uber das Dickenwachstum der Palmen : Von J. S. Scoute. Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg, 2e série, Vol. XI, page 1-209, 1912.


II 0,7/1
C
D
B
A III
V 45/1
I 0,7/1
C
B
IV 45/1
A II
III 45/1
A
A I

autres, notons la présence de cordons sclérenchymateux isolés, composés de cellules à membranes très épaissies.

Dans la zone B, les faisceaux ont la même constitution qu'en A, mais tous sont normalement orientés; ils sont beaucoup plus nombreux et très rapprochés les uns des autres. Les cellules du parenchyme ont l'air de s'insinuer dans les espaces étroits laissés entre les faisceaux. Mohl, qui les avait figurés, désignait ces espaces interfasciculaires par la phrase suivante : « *cellulæ radiis medularibus simi-les* » (1).

En C, les faisceaux sont assez espacés, ils ont une gaîne de cellules sclérenchymateuses à membranes extrêmement épaisses. On y rencontre aussi des faisceaux sortants ; les cellules du parenchyme y sont isodiamétriques, avec parfois une tendance à s'allonger tangentiellement. Enfin, nous trouvons un parenchyme chlorophyllien et un épiderme avec stomates.

Dans la région moyenne, à partir de 20 cm. au-dessus du sol, nous retrouvons les trois mêmes zones, mais la zone A s'est subdivisée en trois parties caractérisées par l'aspect des cellules du parenchyme (le schéma fig. II donnera une idée de l'aspect de cette région, si toutefois l'on fait abstraction de la zone D, qui à ce niveau n'existe pas).

Dans la partie toute centrale A', les cellules ont conservé leur état primitif ; en A'' elles se sont accrues radialement dans des proportions énormes, jusqu'à vingt fois leur diamètre primitif ; la comparaison des figures II et III, est à cet égard très suggestive ; en A''' les cellules du parenchyme se sont accrues en rayonnant autour des points de résistance, faisceaux ou cordons de sclérenchyme ; elles y forment des figures étoilées qui ont été décrites par Scoute. Celui-ci semble ne pas avoir rencontré la partie A''. En A', A'', A''', les faisceaux sont normalement orientés, ils ont une gaine presque complètement sclérifiée.

La zone B est restée, quant à sa constitution, ce qu'elle était dans la région supérieure, mais elle est ici plus étroite.

Dans la zone C les cellules du parenchyme se sont allongées dans le sens tangentiel jusqu'à cinq fois leur diamètre primitif ; les faisceaux n'ont pas subi de changement.

Dans la région inférieure fortement conique, commençant au niveau du sol et mesurant 20 cm. seulement de hauteur, les zones (A' A'', A''') et B sont à peu près semblables à celles de la région moyenne (fig. II) ; les cellules du parenchyme sont plus étirées encore, les faisceaux plus gros et leur gaine s'est complètement sclérifiée ; cependant ceux de la zone B ont conservé une marge finement cloisonnée. On remarquera que cette sclérification coïncide avec un déve-

(1) Historia naturalis Palmarum de Martius, 1823.

loppement plus considérable de la gaine, non quant au nombre des cellules, mais quant à leurs dimensions.

La zone C est restée identique.

Mais à ce niveau, il apparaît quelque chose de nouveau : une zone D, inexistante dans les parties moyennes et supérieures du palmier, s'est intercalée entre les zones B et C. Elle est constituée de massifs conducteurs à tous les états de différenciation, depuis quelques cellules polygonales, sans méats, jusqu'à l'indication d'une paire de vaisseaux accompagnée de quelques cellules libériennes ; leur orientation est quelconque, le parenchyme qui les entoure n'a rien de particulier (fig. V). Si nous faisons des coupes de plus en plus bas dans la région inférieure, nous voyons d'abord cette zone D augmenter en épaisseur, contribuant ainsi à accroître le diamètre du palmier. Nous voyons aussi des racines adventives s'aggripper par de nombreuses anses vasculaires aux massifs conducteurs que nous venons de signaler. Nous sommes donc en présence de ce que Mangin (1) a nommé « réseau radicifère ».

Ce réseau radicifère est parfaitement à sa place ; c'est évidemment contre la zone du retour des faisceaux à la périphérie qu'il devait prendre naissance, puisqu'il est le trait d'union entre le cylindre central des racines adventives et les faisceaux de la tige (2).

Conclusions

Les végétaux, dont la hauteur augmente pendant de nombreuses années, sont dans la nécessité d'élargir leur base de sustentation.

La manière dont les Dicotylées accroissent leur tige est assez uniforme : chez toutes, il y a un cambium, c'est-à-dire un tissu générateur engendrant du bois secondaire vers l'intérieur de la tige, et du liber secondaire vers l'extérieur.

Chez les Monocotylées, au contraire, il existe plus de diversité dans les moyens mis en œuvre : chez les Cordyline et Yucca, c'est un périméristème qui engendre des faisceaux secondaires vers l'intérieur seulement ; chez les Pandanées, la tige ne s'accroît pas mais des racines adventives forment des échasses et augmentent la base mécanique du végétal ; chez les palmiers, enfin, un simple étirement des cellules du parenchyme, étirement considérable dans le sens radial, arrive à doubler le diamètre primitif de la tige.

Parfois, enfin, comme c'est le cas chez le *Cocos Botryophora* l'accroissement des cellules de la gaine des faisceaux et la formation d'un réseau radicifère viennent s'ajouter à l'accroissement causé par les cellules du parenchyme.

---

(1) Dans les régions où il y a eu un accroissement diamétral, l'épiderme est tombé, il n'y a plus de chlorophylle et un suber abondant, sillonné de crevasses profondes, recouvre toute la surface de la tige.

(2) Origine et insertion des racines adventives et modifications corrélatives de la tige chez les Monocotylédones. Annales des Sciences Naturelles, 6e série, page 217, 1882.

10e section

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE

Président. . . . . Charles JULIN, Professeur à l'Universié de Liége, directeur de l'Institut d'Anatomie, Membre de l'Académie Royale de Belgique.

Secrétaire. . . . . Dr G. LEPLAT, Liége.

Dr Jacques PELLEGRIN

Docteur ès sciences, Assistant au Muséum National d'histoire naturelle

---

LES MORMYRIDES DU BASSIN DU CONGO

Les Mormyridés constituent une des familles les plus intéressantes et les plus caractéristiques des eaux douces africaines. Ce sont des Poissons à physionomie bizarre avec leurs téguments épais recouverts de mucus ou criblés de pores, leur museau parfois prolongé en trompe rigide, leur pédicule caudal grêle et allongé. Quoique de formes et de proportions très variables, ces Malacoptérygiens ont néanmoins un faciès spécial, un aspect particulier qui permet de les réunir facilement en une famille vraiment naturelle. De celle-ci, toutefois, il me semble qu'il y a lieu de séparer le genre *Gymnarchus*, de même origine, mais dépourvu de ventrales et au corps très allongé et qui représente le dernier terme de spécialisation du groupe dans le sens anguilliforme.

Strictement confinés dans les eaux douces de l'Afrique tropicale et le Nil, les Mormyridés sont très abondámment répandus dans le bassin du Congo (1), particulièrement dans le fleuve lui-même et ses affluents

---

(1) Il est inutile de rappeler ici qu'au point de vue politique, ce bassin est avant tout belge, qu'une assez grande partie est sous la domination française et que le reste appartient aux possessions anglaises ou portugaises.

(*sous-région mégapotamique équatoriale*) ; ils paraissent beaucoup plus rares dans les grands lacs comme le Tanganyika, par exemple, qui, comme je l'ai montré (1), appartient à une sous-région spéciale ou *mégalimnique équatoriale*.

Certaines formes, comme le *Mormyrops deliciosus* Leach, atteignent une taille assez considérable : 1 mètre 50, et l'épithète donnée à cette dernière indique assez en quelle estime elle est tenue au point de vue alimentaire.

Enfin, les Mormyridés possèdent de chaque côté de la queue des organes électriques, à la vérité de faible puissance, mais qui, néanmoins, ajoutent à l'intérêt présenté par ces curieux Poissons.

En 1901, M. G. A. Boulenger (2), auquel on doit tant concernant la faune ichtyologique de cette région, signalait seulement 54 espèces, réparties en 8 genres, dans le bassin du Congo. Dans la liste donnée ci-dessous, si le nombre des genres est resté le même, le total des espèces s'élève à 91, donnant ainsi une idée des progrès réalisés durant ce premier quart de siècle. On les doit à une longue suite d'explorations méthodiques et fructueuses, entreprises principalement par les Belges, les Français, les Anglais et les Américains.

Un exemple permettra, d'ailleurs, de juger de l'importance des résultats obtenus par certains voyageurs. Parmi les riches matériaux ichtyologiques rassemblés au Congo belge par le Dr Schouteden, de 1920 à 1922, et dont je poursuis actuellement l'étude, sur 42 espèces de Mormyridés rencontrées, 7 étaient nouvelles pour la science (3).

Liste des Mormyridés du Congo

1. *Mormyrops deliciosus* Leach; 2. *M. breviceps Steindachner*; 3. *M. engystoma* Boulenger; 4. *M. parvus* Blgr.; 5. *M. masuianus* Blgr.; 6. *M. batesianus* Blgr.; 7. *M. sirenoides* Blgr.; 8. *M. zanclirostris* Günther; 9. *M. Boulengeri* Pellegrin; 10. *M. curtus* Blgr.; 11. *M. lineolatus* Blgr.; 12. *M. nigricans* Blgr.; 13. *M. microstoma* Blgr.; 14. *M. Mariæ* Schilthuis; 15. *M. attenuatus* Blgr.; 16. *M. furcidens* Pellegrin.

17. *Petrocephalus Sauvagei* Blgr.; 18. *P. Ballayi* Sauvage : 19. *P. simus* Sauvg.; 20. *P. binotatus* Pellegr.; 21. *P. grandoculis* Blgr.; 22. *P. Christyi* Blgr.; 23. *P. Haullevillei* Blgr.

24. *Marcusenius nigripinis* Blgr.; 25. *M. pulverulentus* Blgr.; 26. *M. Kingsleyæ* Günther; 27. *M. sphekodes* Sauvage; 28. *M. retrodorsalis* Nichols et Griscom; 29. *M. brachyistius* Gill; 30. *M. brevis* Blgr.; 31. *M. Stappersi* Blgr.; 32. *M. adspersus* Günther; 33. *M. squalostoma* Blgr.; 34. *M. Hutereaui* Blgr.; 35. *M. Weeksi* Blgr.; 36. *M. fasciaticeps* Blgr.; 37. *M. tumifrons* Blgr.; 38. *M. æquipinnis* Pellegr.; 39. *M. plagiostoma* Blgr.; 40. *M. discorhynchus* Peters; 41. *M. macrops* Blgr.; 42. *M. psitaccus* Blgr.; 43. *M. Os-*

---

(1) Dr J. Pellegrin. — La distribution géographique des Poissons d'eau douce en Afrique, *C.R. Ac. Sc.* t. 153, 1911, p. 297 et *Ass. fr. Av. Sc.* Congrès de Dijon, 1911, publication hors volume.

(2) G. A. Boulenger. — Les Poissons du bassin du Congo, Bruxelles, 1901, p. 54.

(3) Dr J. Pellegrin. — Description de Mormyridés nouveaux récoltés au Congo belge par le Dr Schouteden. *Rev. Zool. Afr.* XII, 1, 1924, p. 1.

berni Nichols et Griscom; 44. *M. macroterops* Blgr.; 45. *M. Wilwerthi* Blgr.; 46. *M. intermedius* Pellegrin.

47. *Stomatorhinus puncticulatus* Blgr.; 48. *S. humilior* Blgr; 49. *S. Corneti* Blgr.; 50. *S. polylepis* Blgr.; 51. *S. ater* Pellegr.; 52. *S. microps* Blgr.

53. *Myomyrus macrodon* Blgr.; 54. *M. macrops* Blgr.

55. *Gnathonemus Moorei* Günther; 56. *G. Lambouri* Pellegr.; 57. *G. Schilthuisiæ* Blgr.; 58. *G. Petersi* Gthr.; 59. *G. echidnorhynchus* Pellegr.; 60. *G. brevicaudatus* Pellegr.; 61. *G. leopoldianus* Blgr.; 62. *G. Friteli* Pellegr.; 63. *G. Bentleyi* Blgr.; 64. *G. Levingstonei* Blgr.; 65. *G. Monteiroi* Günther; 66. *G. stanleyanus* Blgr.; 67. *G. moëruensis* Blgr.; 68. *G. cyprinoides* Linné; 69. *G. macrolepidotus* Peters; 70. *G. kutuensis* Blgr.; 71. *G. Greshoffi* Blgr.; 72. *G. macrophthalmus* Pellegr.; 73. *G. tamandua* Günther; 74. *G. mirus* Blgr.; 75. *G. Christyi* Blgr.; 76. *G. elephas* Blgr.; 77. *G. alces* Blgr.; 78. *G. rhynchophorus* Blgr; 79. *G. compressirostris* Pellegr.; 80. *G. ibis* Blgr.; 81. *G. curvirostris* Blgr.; 82. *G. numenius* Blgr.

83. *Genyomyrus Donnyi* Blgr.

84. *Mormyrus bumbanus* Blgr.; 85. *M. ovis* Blgr.; 86. *M. caballus* Blgr.; 87. *M. asinus* Blgr.; 88. *M. Bozasi* Pellegr.; 89. *M. longirostris* Peters; 90. *M. Jubelini* Cuvier et Valenciennes; 91. *M. proboscirostris* Blgr.

Comme on le voit, sur un total de 91 espèces, ce sont les genres *Gnathonemus* avec 28, *Marcusenius* avec 23, *Mormyrops* avec 16, qui sont les mieux représentés dans le bassin du Congo. On remarquera le nombre assez faible, 8, de vrais *Mormyrus*, genre qui paraît plus abondant dans le Nil et la région mégapotamique sus-équatoriale.

Au point de vue de la répartition dans le bassin, presque toutes les espèces citées plus haut proviennent du Congo même ou de ses affluents, bien peu habitent les grands lacs plus ou moins voisins de ses sources. Dans le Kivu, en effet, aucun Mormyridè n'a été signalé, dans le Tanganyika, seulement 2 espèces (*Marcusenius discorhynchus* Peters, *Mormyrus longirostris* Peters), dans le lac Banguélo, 4 (*Marcusenius discorhynchus* Peters, *Gnathonemus Monteiroi* Gthr., *G. macrolepidotus* Peters, *Mormyrus longirostris* Peters), dans le lac Moéro, 7 (*Mormyrops deliciosus* Leach, *Gnathonemus Monteiroi* Gthr., *G. stanleyanus Blgr.*, *G. moeruensis* Blgr., *G. macrolepidotus* Peters, *Mormyrus asinus* Blgr., *M. longirostris* Peters).

Les Mormyridés paraissent donc être surtout des Poissons de fleuves et de grandes rivières, mais il n'est pas étonnant dans un groupe si vaste de rencontrer des différences assez grandes, aussi bien dans le régime que dans l'habitat.

F. CARPENTIER

Docteur ès sciences. Conservateur à l'Université de Liége.

UNE CHENILLE ANORMALE D'Acherontia atropos

L'énorme chenille du Sphinx à tête-de-mort est généralement rare dans la province de Liége ; en 1920, elle y devint, par exception, assez commune et j'en reçus plusieurs exemplaires. Un de ceux-ci, qui me fut communiqué par M. J. Sibille, entomologiste à Hannut, était fort remarquable car il se trouvait dépourvu de la corne postérieure, caractéristique de l'espèce.

La chenille anormale me parvint, alors qu'elle avait déjà atteint le maximum de sa taille. Rien qu'à voir le brunissement affectant la région dorsale, il était évident qu'elle se trouvait dans la période de transition qui précède immédiatement la nymphose. Elle fut néanmoins sacrifiée et préparée, tant bien que mal, par insufflation, mon correspondant désirant pouvoir l'épingler dans un des cadres de la belle collection qu'il a rassemblée.

Pour ma part, je ne pouvais manquer de consacrer au moins quelques lignes au signalement et à l'interprétation de la curieuse anomalie qu'il m'avait été donné de rencontrer. Cependant, diverses préoccupations m'empêchèreent quelque temps de réunir tous les éléments de comparaison nécessaires ; ceux qui se trouvent actuellement en ma possession (1) me paraissent suffisants pour autoriser la publication de cette simple note.

La question qui m'avait surtout intéressé peut s'exprimer comme suit : pourrait-on déterminer à quel moment de l'évolution individuelle de la chenille anormale est venue se placer la suppression de la corne ordinaire de l'espèce ? Faut-il attribuer cette suppression à une *atrophie progressive* ou à un *arrêt de développement ?*

A un certain point de vue, l'hypothèse d'une atrophie progressive n'était pas indéfendable. La corne des Sphingides tend, en général, à se réduire fortement depuis le moment de l'éclosion jusqu'à celui de la nymphose. La régression est des plus évidente, par exemple chez *Sphinx ligustri*, espèce commune dans notre pays et facile à élever. L'œuf de ce

---

(1) Plusieurs personnes ont bien voulu me favoriser de leurs conseils. Je citerai : M. William T. M. Forbes de la Cornell University (Ithaca, N.Y., U.S.A.) et M. l'abbé Frionnet de Saint-Dizier (France) ; qu'ils reçoivent ici mes vifs remerciements.

papillon livre une larve d'un vert très pâle, sur lequel tranche nettement la coloration noire de la corne. Celle-ci, qui est cylindrique et presque rectiligne, est d'ailleurs d'autant mieux visible que sa longueur est considérable : elle dépasse la moitié de la longueur totale de l'organisme. La même corne considérée immédiatement avant la nymphose est, comme chacun le sait, assez fortement courbée et mesure à peu près 1/10e de la longueur du corps : proportionnellement à celui-ci, elle est donc devenue, avec l'âge, au moins cinq fois plus courte.

Ce qui est vrai de la chenille très vulgaire de *Sphinx ligustri*, l'est, paraît-il, tout autant d'*Acherontia atropos*, dont le premier stade larvaire resta fort longtemps, pour ainsi dire, inconnu (1). Il y a quelques années, M. l'abbé Frionnet (2) en donna une bonne description : il est établi que la chenille porte au sortir de l'œuf une corne noire proportionnellement aussi longue que celle de *Sphinx ligustri*. Plus tard seulement, elle acquiert la « queue de chien » caractéristique.

D'autres Sphingides montrent une décroissance progressive de la corne beaucoup plus sensible que celle des deux espèces dont je viens de parler. Comme exemple, je me bornerai à citer les *Pholus*, formes d'Amérique, dont la corne courbée en S rappelle un peu, à un certain moment de la vie, la « queue de chien » qui distingue la chenille d'*Acherontia* à son entier développement. Cette corne est précédée, dans le jeune âge, par une formation cylindrique très allongée; elle est remplacée au dernier stade larvaire par une simple tubérosité (3).

Au reste, il existe aussi des Sphingides, tels que notre *Metopsilus porcellus*, dont la corne est, dès l'éclosion, au moins aussi réduite (4) que celle des chenilles de *Pholus* prêtes à se chrysalider.

Cela étant, on est amené à penser que la corne de la chenille de Hannut a pu s'atrophier secondairement, sinon durant la vie larvaire, au moins, comme c'est le cas de *Metopsilus*, avant la sortie de l'œuf.

Pourtant, à un autre point de vue, il est impossible d'admettre qu'une involution s'est produite, même à un stade reculé du développement. Si l'on examine avec soin, sur l'individu monstrueux, la place où s'attache normalement la corne, c'est-à-dire le dos du 8e segment abdominal, on ne trouve pas une tubérosité *unique* et médiane comme chez *Metopsilus* et *Pholus*, mais *deux* plaques chitineuses. Celles-ci sont vaguement

---

(1) Engramelle (Papillons d'Europe peints d'après nature, par Ernst, Paris, Delaguette (Roret), 1779-1793, T. 3, p. 81) en parle déjà, mais pour nous prouver qu'on pourrait confondre la jeune chenille avec... le ver de terre! Dans ses Britt. Lepidoptera (vol. VI), Tutt considère le premier âge comme à peu près inconnu (voy. Lambillion L. J., *Rev. Mens. Soc. Ent. Namuroise*, 1905, p. 47).

(2) Voy. *Rev. Mens. Soc. Ent. Namuroise*, 1906, p. 6.

(3) de Rothschild, W, et Jordan, K., Lepidoptera Heterocera, Fam. Sphingidae (Gen. Insect., F. 57, 1907, p. 90).

(4) Voyez : Piepers, M. C., Ueber das Horn der Sphingiden-Raupen (Tydschr. v. Entom., XL, 1897, p. 22) où l'auteur parle cependant tout autant d'un arrêt de développement que d'une réduction de la corne.

triangulaires ; la gauche est un peu plus étendue que l'autre, parce qu'elle a englobé en arrière une petite tache chitineuse restant libre du côté droit. On trouve aussi trois points, irrégulièrement semés dans l'espace séparant les deux grandes plaques. Cet espace est appréciable, car la corne habituelle pourrait y prendre place.

En vertu de l'existence de deux formations chitineuses principales aussi nettement isolées chez la chenille de Hannut, nous devons reporter l'origine de l'anomalie à un stade antérieur à celui de la formation d'une corne quelconque.

Il est, en effet, aujourd'hui bien connu que la formation de cet organe impair suppose nécessairement le rapprochement, le soulèvement, et enfin, la fusion de deux des tubercules sétigères qu'on trouve typiquement au premier stade, dans tous les segments du tronc des chenilles en général. Ces tubercules, occupant une situation subdorsales, sont ceux que Dyar (1) a numérotés I (2).

Chez la chenille nouvellement éclose de beaucoup de Sphingides, par exemple chez *Sphinx ligustri*, l'unification des tubercules I n'est pas encore consommée. On peut encore les distinguer l'un de l'autre sous la forme de deux petites saillies portant chacune un poil et qui divergent au sommet de la corne (3).

On ne connaît, je pense, aucune chenille de Sphinx qui présenterait encore après l'éclosion les tubercules I du 8e segment abdominal, tout à fait séparés et situés à ras du corps, comme le sont ceux des autres segments. Mais, chez les Cératocampides que Packard (4) considère comme les ancêtres directs des Sphingides, on trouve, avec des formes à corne primaire énorme (5), d'autres espèces appartenant au genre *Anisota*, n'acquérant pas cet organe. Chez *Anisota*, les tubercules subdorsaux du 8e segment abdominal, demeurent fort distants l'un de l'autre, non seulement au premier stade, mais durant toute la vie larvaire (6).

En définitive, et pour tirer une conclusion de ce bref examen, il semble bien qu'on ne peut considérer comme valable qu'une seule des deux hypothèses envisagées d'abord pour fixer le moment de l'apparition de l'anomalie chez la chenille de Hannut, la seconde, c'est-à-dire celle d'un arrêt dans le développement de la corne chez l'embryon. Pour

---

(1) Dyar, H.G., A Classification of Lepidopterous Larvae (Ann. N. Y. Acad. Sc. 1895, pp. 194-232).

(2) Ils correspondent aux tubercules α du système proposé par Fracker (The Classification of Lepidopterous Larvae, Ill. Biol. Monogr., II, n° 1, 1915).

(3) Poulton (1884) considérait déjà la présence de ces détails comme relativement primitive.

(4) Packard, Alpheus, S., Monograph of the Bombycine Moths, Part II (Mem-Nat. Ac. Sc., Washington, 1905, p. 39).

(5) Voy. id., op. cit., p. 31; pl. XXXIV, fig. 1a (*Ceratomia amyntor*).

(6) Id., op. cit., p. 18.

une cause quelconque, les deux tubercules I n'auront pu se rapprocher, ils seront restés à peu près dans la même situation mutuelle que ceux d'*Anisota;* lorsque la chitinisation particulière de la corne a tout de même apparu, elle a dû s'étendre, plus ou moins irrégulièrement, autour de deux points au lieu d'un seul.

Commandant CAZIOT

Conservateur du Musée d'Histoire naturelle, Nice

1° SUR LE GENRE BULINUS D'ADANSON

Il existe, en malacologie, un nom de genre qu'on a tort d'employer pour désigner des mollusques aquatiques européens ; ce genre est, d'ailleurs, mal défini et a donné lieu à des interprétations différentes ; on ne comprend pas, dès lors, que les auteurs modernes cherchent encore à le rétablir. C'est le genre *Bulinus*, établi par Adanson en 1757, dans son Histoire Nat. Sénégal, Coquillages, page 5.

Son emploi actuel est d'autant plus regrettable que ce nom de Bulinus est employé en médecine pour désigner une maladie provoquée par un Trématode parasitaire de l'homme (1). Ceci est à la fois nuisible à la science médicale et à la science zoologique.

Adanson donna ce nom générique à une coquille petite, chétive et probablement non adulte de 3,5 millimètres de longueur, dépourvue des prolongements digitiformes du manteau qui, chez les *Physa*, sont réfléchis sur la coquille. La forme d'Adanson est donc indéterminable (2).

O.-F. Müller, en 1781, (*Geschichte der Perlen-Blasen* « Der Naturforscher », XV, pp. 1-20), adopta cette épave et lui donna le nom spécifique de *senegalensis*, en l'associant, dans son *Vermium Historia*, aux trois espèces suivantes: *Planorbis bulla* (lequel fut rebaptisé: *B. perla*), *Planorbis turritus* et *Planorbis gelatinus*. C'est de lui que date l'adoption du nom d'*Adanson* comme type du genre.

---

(1) Voir à ce sujet : Caullery, Parasitisme et Symbiose (Edition in Annales du Bulletin Pathologique exotique, années 1908-1912 et Rob. Dolfus, Bull. Soc. Pathologique exotique, XV, n° 4, 1922.

(2) Ce fait a été établi par A. S. Kennard et B.B. Woodward, dans les « Precedings of the malacological Society of London, en septembre 1920, vol. XIV, partie II à III.

Oken, en 1815 (« Lehrb. Naturgeschichte, iii Abth. I, p. 302), suivit Müller, mais émenda le nom générique en ajoutant un I au nom du genre, pour être d'accord avec la langue latine (1).

Il ajouta au genre ainsi adopté la *Potella fluviatilis*, augmentant encore la confusion. D'ailleurs, ce nom n'a pas été conservé.

Le nom de *Bullinus* se présente encore dans le Catalogue original de Bishop O. Fabricius, intitulé : « Fortegnelse over en... Bogsamling... tillegemed en betydelig Deel Naturalier, hvoriblandt en Conchyliesamling, afgange Bishop Fabricius's... som ved auction... forstkommende », etc..., lequel a été publié à Copenhague en 1823. A la page 71 dudit ouvrage, il cite les *Bullinus fontinalis*, *hypnorum* et *terebellum*.

Beck, en 1838 (Index Mollusc., p. 116) suivit aussi Müller et employa le vocable d'Adanson en distinguant deux sous-genres :

1° *Aplexa*, Fleming pour *A. hypnorum* (L.), *B. elongata*, Say, etc..., et 2° *Bulinus* B., pour B. *fontinalis* (L.), B. *contortus*, *acutus* (Drp.), B. *senegalensis* O. Müll., etc...

Presque en même temps, quoique un peu avant, Ehrenberg, en 1831 (Symbol. Phys. Anim. Evert., p. 87) mentionnait le genre *Isodora* pour certains mollusques égyptiens et syriens.

En 1869, Dohrn (Malk, Blätt., p. 18) et Von Martens (Malk Blätt., p. 213) se demandaient si le genre *Isidora* devait être réuni au genre *Bullinus*... Jickeli, en 1874 (Nova acta K. Acad. Leop. Carol. XXXVII, n° 1, p. 202) était d'avis que cela était probable.

H. Adams, en 1861, lorsqu'il décrivit certaines coquilles de la collection Cuming (Proc. Zool. Soc Lond., 1861) créa, page 143, un nouveau sous-genre de *Physa* : *Ameria*, pour certaines formes d'Australie, aux tours aplatis et anguleux, carénés à leur partie postérieure.

Fischer, en 1883 (Manuel Concyl., p. 509), acceptant la décision des auteurs anciens, fit revivre le nom de *Bulinus* pour un genre distinct des *Physa*, dans lequel il plaça, en synonymie, les *Isidora* d'Ehrenberg et les *Diastrophia* de Gray (Manuel de *Turton*, 1840, p. 16), lequel genre a été établi pour la *Physa contorta* de Michaud, espèce européenne ne se trouvant en France qu'en Corse et dans les Pyrénées.

Cooke, en 1889 (Proc. Zool. Coc. Lond., 1889, pp. 136-43), estima qu'on avait tort de placer les coquilles sénestres d'Australie dans le genre *Physa* et pensa, d'après l'étude de leur radule, qu'elles devaient appartenir au genre *Isidora*, et, ignorant évidemment l'historique de la question adopta, comme Fischer, le nom de *Bulinus*

En 1895, pourtant, ce même auteur (Cambridge Nat. Hist., iii), aban-

---

(1) C'est ainsi qu'opéra Germain en 1921, dans sa Faune malacologique terrestre et fluviatile des îles Mascareignes, p. 233. Il a adopté encore le genre d'Adanson pour désigner la *Physa borbonica* de Férussac et la *Physa Fori* pour lesquels il établit la famille des Bullinidoe.

donna cette appellation en faveur des *Isidora* en faisant remarquer que, pour être logique, le nom d'*Ameria* d'Adams devrait avoir la priorité.

La comparaison faite par Jickeli des radules d'espèces du genre *Isidora*, avec les radules des coquilles australiennes ont permis à Cooke d'établir que les différences sensibles qui ont été remarquées permettaient de différencier nettement lesdites coquilles australiennes d'avec les *Isidora*, mais, comme Adams a établi son genre *Ameria* sur des échantillons ornés de côtes spirales et qu'on a constaté depuis qu'il existe des espèces de ce genre qui ont la coquille lisse ou costulée, on ne peut conserver ce dernier que pour des coquilles des antipodes; toutefois, il n'est pas certain que l'on puisse facilement séparer les coquilles de ce genre de la Nouvelle-Zélande d'avec celles des coquilles australiennes.

Tate, en 1896 (Rept. Horn Exped. Centr. Austral., ii, p. 212) proposa le nom d'*Isidorella* pour certaines formes alliées aux *Physa Newcombi* Ad. et Ang., dans lesquelles la columelle n'est pas tordue.

Les conclusions de cet exposé sont, d'après les auteurs anglais ci-dessus mentionnés, que l'on doit donner le nom de *Physa* aux formes qui ont été rapportées au *Bulinus;* que les coquilles d'Egypte, parasitées par le *Bitharzia* doivent être reconnues comme *Isidora* et qu'on doit réserver le nom d'*Ameria* et d'*Isidorella* aux formes d'Australie et de la Nouvelle-Zélande; enfin, que le fossile : *Physa prinsepii* Sowb., qui a été référé dernièrement aux *Bullinus* par Annandale (Journ. and Proc. Asiatic. Soc. Bengal, n. s. XVI, 1920, p. 24) doit, probablement, faire partie d'un genre distinct.

2° LES MYRIAPODES DU DEPARTEMENT DES ALPES-MARITIMES

Charles PEREZ
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

SUR LA TRANSFORMATION DES FORMES CRYPTONISCIENNES EN MALES CHEZ LES BOPYRIENS

On sait qu'en général, chez les Bopyriens adultes, on ne rencontre qu'un mâle pygmée, vivant en parasite sur la femelle dont il assure la fécondation, tandis que la femelle est directement parasite du Crustacé Décapode qui héberge le couple associé.

Il m'est cependant arrivé, à quelques reprises, de rencontrer plus d'un mâle sur une même femelle, fait analogue à celui que Giard et Bonnier ont signalé chez les Entonisciens.

Ainsi, dans une *Porcellana longicornis* Pennant, j'ai observé une femelle de *Pleurocrypta porcellanæ* Hesse, venant tout juste d'effectuer une ponte (très vraisemblablement sa première ponte) et qui portait, outre un mâle typique, occupant sur le pléon sa place ordinaire, un autre individu jeune, au stade cryptoniscien, circulant sur les oostégites.

D'une façon analogue, sur un *Eupagurus cuanensis* Thompson, j'ai observé une femelle d'*Athelges lorifera* Hesse, n'ayant pas encore pondu, et qui portait, en situation normale, sur la face ventrale du pléon, un mâle adulte atteignant presque 3 millim. 5 de longueur, et un mâle surnuméraire, déjà métamorphosé, mais plus petit (2 millim. 75), fixé sur les oostégites.

Enfin, dans la cavité branchiale d'une *Galathea squamifera* Leach., j'ai observé une jeune femelle de *Pleurocrypta galatheæ* Hesse, n'ayant pas encore pondu, et qui portait, outre un mâle adulte en situation normale, un second mâle déjà transformé, mais petit, sur la face ventrale du second segment thoracique, et enfin un troisième individu, encore sous forme cryptoniscienne, cramponné au coxopodite d'une patte de la 7e paire.

A la suite des travaux de Giard et Bonnier, on admet comme vraisemblable que le premier individu qui vient, sous forme cryptoniscienne, s'installer sur un hôte approprié, s'y métamorphose en femelle, et qu'il est ensuite rejoint par une ou plusieurs autres larves cryptonisciennes, dont une seule, en général, réussit à s'installer définitivement, et se métamorphose en mâle fonctionnel.

Les faits mentionnés plus haut montrent que c'est au moment où la jeune femelle approche de sa première ponte, qu'un tropisme spécial

attire vers elle les larves cryptonisciennes de son espèce. Et cette attraction doit durer un certain temps, permettant l'installation, au moins temporaire, de plusieurs arrivants. Le premier s'établit en situation physiologique privilégiée, et devient le mâle légitime ; les retardataires sont obligés de se reléguer un peu n'importe où, sur le corps de la femelle, et je serais assez porté à croire qu'ils doivent finalement disparaître, puisque, sur les femelles en incubation de leur ponte, on n'observe qu'un mâle unique. Au moment d'une ponte ultérieure, la femelle peut-elle, de nouveau, attirer les larves cryptonisciennes, et un mâle plus jeune se substituer à l'ancien conjoint légitime, c'est un point qu'aucune observation précise ne me permet d'élucider pour le moment.

Lorsque plusieurs larves cryptoniciennes sont ainsi venues successivement se fixer sur une même femelle, même si, pour la plupart d'entre elles, c'est une tentative vouée à un échec prochain, on peut admettre, ce me semble, que leurs transformations individuelles sont normales, et qu'à un moment donné, ces divers individus nous présentent des étapes successives de la métamorphose par laquelle une larve épicaridienne, installée sans compétitions, évolue normalement vers le mâle adulte fonctionnel.

Je me bornerai ici à l'indication de quelques caractères extérieurs. Dans les diverses espèces que j'ai pu observer, les formes cryptonisciennes libres sont caractérisées par l'état diffus de la pigmentation, les chromatophores bruns dessinant sous les téguments un réseau extrêmement délicat. Au fur et à mesure que la métamorphose s'accomplit, cette pigmentation se concentre, les chromatophores rétractant leurs fines ramifications et se tassant en taches volumineuses, de plus en plus compactes, et dont la situation n'est pas très exactement définie. Un autre système de coloration est constitué par des taches de pigments puriques, jaune très pâle, ou un peu verdâtre, dont la distribution est peut-être encore plus irrégulière.

Je signalerai enfin une observation plus exceptionnelle. J'ai trouvé une *Pleurocrypta porcellanæ* Hesse, incubant une ponte récente, peut-être bien la première, qui portait un mâle adulte, plutôt petit, et relégué sur la face dorsale du pléon, tandis que la place où il aurait dû légitimement se trouver était occupée par une jeune femelle, longue de 1800 μ, ayant déjà subi une mue à partir de la forme cryptoniscienne, mais n'étant encore que très peu transformée. S'agit-il d'une anomalie fortuite, ayant permis le développement en femelle d'une larve cryptoniscienne attirée par l'autre femelle déjà établie, et qui aurait dû, suivant la règle, évoluer vers le sexe mâle ? Ou bien faut-il conclure que le sexe est déjà déterminé chez les larves cryptonisciennes, et que nous sommes ici en présence d'une femelle qui s'est fourvoyée en pénétrant dans une cavité branchiale déjà occupée ? Le fait, jusqu'ici isolé, ne me permet pas de conclure.

R. ANTHONY
Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

et

Mlle F. COUPIN
Docteur ès sciences.
Préparateur au Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris

NOTE PRELIMINAIRE SUR LES SINUS ET LES CORNETS NASAUX DE L'OKAPI (OKAPIA JOHNSTONI SCLATER)

M. Derschied, chef de section au Musée de Tervueren, a bien voulu mettre à notre disposition une tête d'Okapi femelle et nous demander d'en étudier les cavités nasales ; une telle étude n'avait point encore été faite : M. R. H. Burne, le seul auteur qui ait examiné jusqu'ici les parties molles de l'Okapi, ne parle pas, en effet, des cavités nasales dans son excellent mémoire. Celles-ci se rapprochent beaucoup de celles de la Giraffe.

L'animal dont il est question ici n'avait pas encore atteint son complet développement, et, ceci est à noter avec soin, car l'on sait que, dans tous les groupes, la disposition des sinus aériens du crâne et de la face et, dans une certaine mesure aussi, celle des cornets nasaux, varie considérablement avec l'âge.

I. Sinus cranio-faciaux.

Chez l'Okapi que nous avons examiné, on compte de chaque côté six sinus crânio-faciaux individualisés.

1° *Sinus nasal antérieur* : Le sinus nasal antérieur est une très petite cavité débouchant à l'intérieur du cornet naso-turbinal par un orifice situé à l'avant de la cavité de ce dernier.

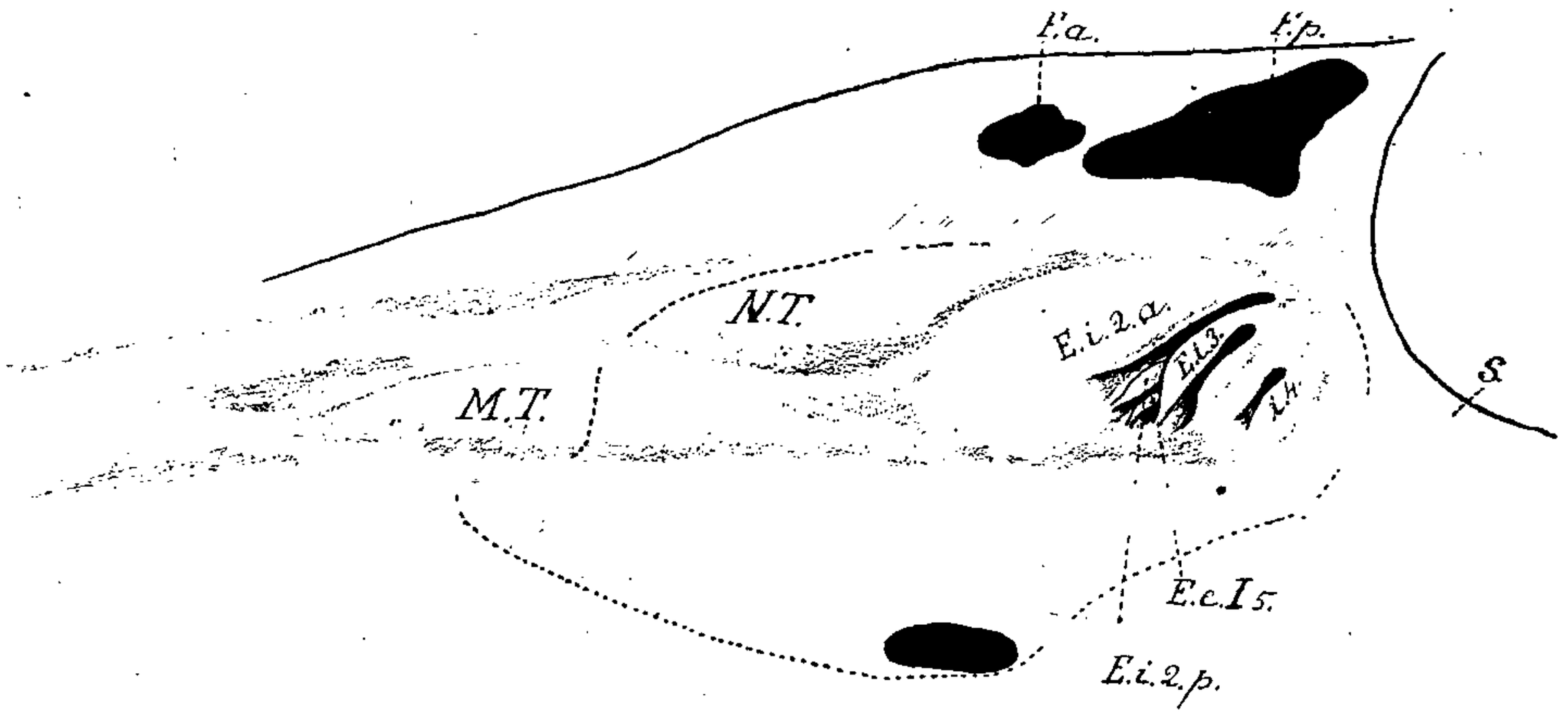
2° *Sinus nasal postérieur* : Ce sinus est beaucoup plus important que le précédent. Il communique largement par son plancher, avec la cavité du cornet naso-turbinal.

Remarquons que, parmi les Ruminants, l'Okapi et la Giraffe sont les seuls à posséder des sinus nasaux.

3° *Sinus frontal antérieur* : Le sinus frontal antérieur est une vaste cavité qui communique directement avec la cavité nasale, débouchant

entre les ethmo-turbinaux externes N° 1 et 2 de la première série. Il est en contact en bas avec le sinus maxillaire supérieur, en étant séparé seulement par une mince cloison osseuse dont on voit la tranche au milieu de la lacune lacrymo-fronto-naso-maxillaire.

4° *Sinus frontal postérieur* : Ce sinus affecte, en coupe horizontale, la forme d'un angle dont le sommet est occupé par le canal osseux où passe le nerf sus-orbitaire. Il débouche dans la cavité nasale par un orifice situé entre les ethmo-turbinaux externes 2 et 3 de la première séric.



Coupe parasagittale de la tête de l'Okapi de Tervueren.
E.e.I.5. — Ethmo-turbinal externe de la première série (n° 5).
E.i.2.a. — Ethmo-turbinal interne n° 2; lobe antérieur.
E.i.2.p. — Ethmo-turbinal interne n° 2; lobe postérieur.
E.i.3. — Ethmo-turbinal interne n° 3.
E.i.4. — Ethmo-turbinal interne n° 4.
F.a. — Sinus frontal antérieur.
F.p. — Sinus frontal postérieur.
M.T. — Maxillo-turbinal.
N.T. — Naso turbinal (ethmo-turbinal interne n° 1).
5. — Sinus sphénoïdien.

4° *Sinus maxillaire supérieur* : C'est, comme chez tous les Ruminants, à l'exception des Tylopodes, une vaste cavité. Elle débouche dans le méat moyen suivant une fente courbe à concavité postéro-supérieure et qui est située immédiatement au-dessus de la lame horizontale du maxillo-turbinal. Cet orifice est, chez les autres Ruminants, généralement situé plus haut et plus en arrière.

Le sinus maxillaire envoie dans le palais osseux un diverticule qui n'existe chez les Cavicornes et chez les Cervidés, que lorsqu'ils atteignent une certaine taille, comme le Bœuf et l'Elan.

6° *Sinus sphénoïdien* : Le sinus sphénoïdien est bien développé et s'ouvre dans la cavité nasale par un orifice situé en avant de l'ethmo-turbinal interne n° 5.

II. Cornets nasaux.

1° *Ethmo-turbinaux internes :* Comme chez les autres Ruminants, y compris la Giraffe et à l'exception de la Chèvre, où Paulli n'en a trouvé que 4, on compte chez l'Okapi 5 ethmo-turbinaux internes. Nous n'insisterons ici que sur les deux premiers.

α Naso-turbinal ou ethmo-turbinal interne n° 1. Le naso-turbinal est creusé d'une cavité qui communique en haut, ainsi que nous l'avons vu, par un très large orifice, avec le sinus nasal postérieur, en avant avec le sinus nasal antérieur, en arrière avec la cavité nasale, (partie postérieure du méat moyen).

β Ethmo-turbinal interne n° 2. Eu égard aux autres Ruminants, ce cornet est peu développé chez l'Okapi, son lobe postérieur étant particulièrement réduit. En raison d'ailleurs de son faible développement, il ne vient pas, comme chez les autres Ruminants, s'accoler au naso-turbinal et au maxillo-turbinal. De ce fait, ces trois cornets ne présentent pas ici le même resserrement qu'on constate partout ailleurs, même chez la Giraffe.

2° *Ethmo-turbinaux externes.* Ici, comme partout, les ethmo-turbinaux externes peuvent être divisés en deux séries. Chez l'Okapi, nous en avons compté huit à la première et six à la seconde.

3° *Maxillo-turbinal.* Ce qui caractérise principalement le maxillo-turbinal de l'Okapi, c'est le faible enroulement de ses deux volutes ; mais il ne faut pas oublier que nous avons à faire ici à un sujet jeune.

Enfin, il nous reste à noter que l'Okapi que nous avons étudié ne possédait pas de canal lacrymal. Ce fait est à rapprocher de la constatation que nous avons faite sur un grand nombre de crânes de Giraffe, à savoir que les orifices d'entrée du canal lacrymal au bord antérieur de la cavité orbitaire sont inconstants.

Le mémoire définitif doit paraître prochainement dans la *Revue Zoologique Africaine.*

Dr Léon JAMMES

Directeur de l'Institut d'hydrologie et de pisciculture
de l'Université de Toulouse.
Professeur à la Faculté des Sciences

LE LABORATOIRE BIOLOGIQUE DU LAC D'OREDON HAUTES-PYRENEES)

Il y a exactement un an que, sous les auspices du Ministère de l'Agriculture et de l'Université de Toulouse, l'Institut d'hydrobiologie et de pisciculture de cette Université a pu inaugurer, au centre des Pyrénées, à 1851 mètres d'altitude, dans la région lacustre de Néoubielhe, sur les bords du lac d'Orédon, un laboratoire consacré à l'étude

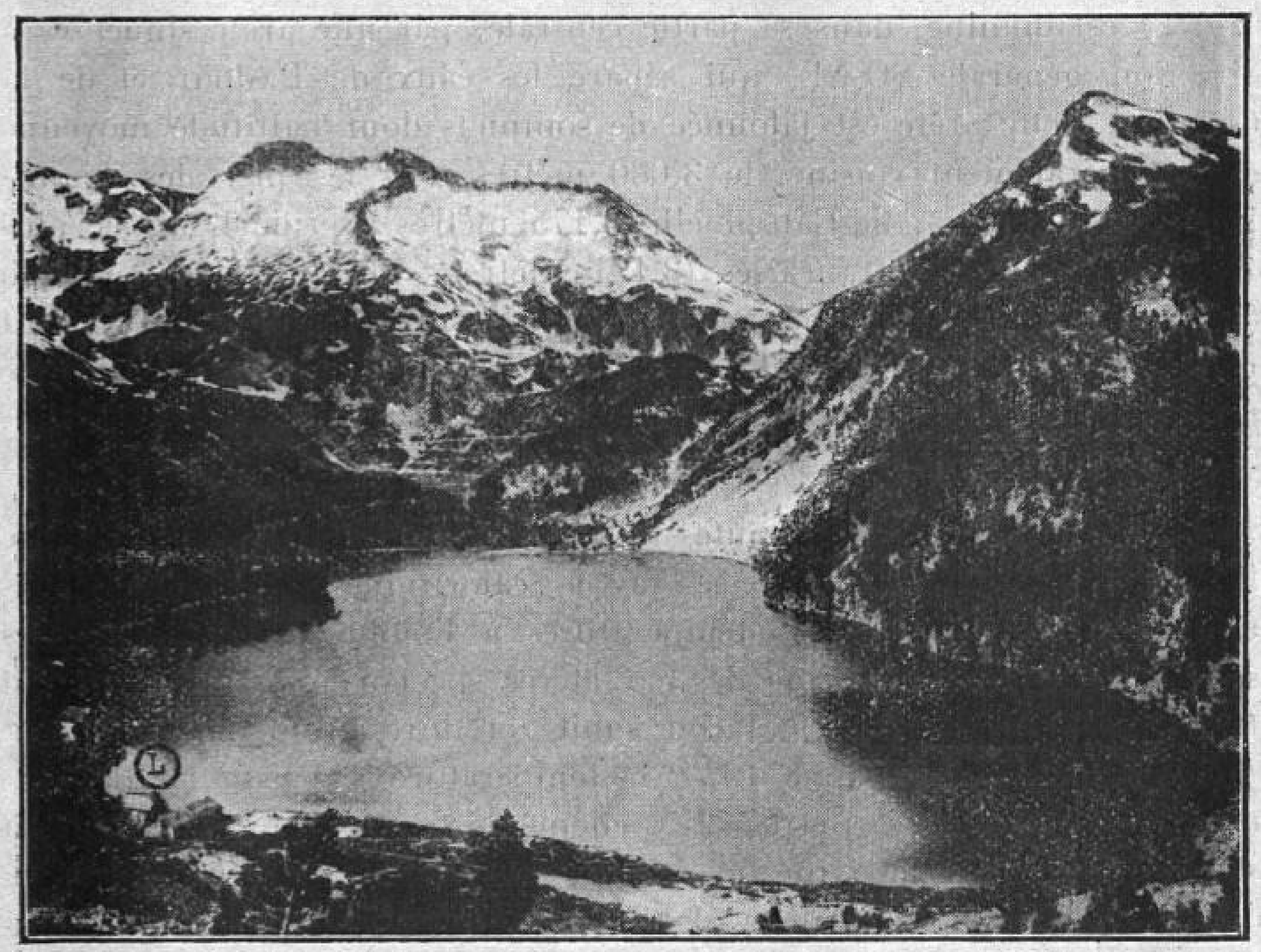


Fig. 1. — Le lac d'Orédon vu des hauteurs dominant le Laboratoire.
Ce dernier, désigné par la lettre L, est visible à gauche, au bas du dessin. A l'arrière-plan, dans la dépression que l'on remarque sur la droite, au bas du massif neigeux dominant le paysage, se trouvent les lacs de Cap-de-Long et de l'Oustalat, aux altitudes de 2.093 et 2.140 mètres.

des phénomènes biologiques de haute montagne, et d'une façon plus spéciale, aux recherches limnologiques.

Au moment où cette installation entre dans son fonctionnement normal, il nous semble utile d'en donner une description rapide et de faire connaître le milieu qu'elle permettra d'explorer.

Le laboratoire est placé sur les bords mêmes du lac. Il se compose d'un corps rectangulaire, maçonné en granit, de 8 mètres de long, sur 4 mètres 25 de large et 6 mètres de haut, comprenant un rez-de-chaussée et un premier étage. Le rez-de-chaussée forme une salle unique, disposée en laboratoire, pourvue d'une baie de 3 mètres 50 de large. ouverte sur le lac. Le premier étage est divisé en deux pièces munies de couchettes et possède, en outre, un cabinet noir pour les travaux photographiques. Une aile de 3 mètres 50 en carré, annexée au rez-de-chaussée, sert de magasin de réserve et peut permettre la préparation des repas.

Au point de vue du nombre, et de la diversité de caractères des lacs, la région de Néoubielhe est l'une des plus importantes des Pyrénées françaises. Elle correspond à l'ensemble d'un massif qui mesure environ 15 kilomètres du nord au sud et 30 de l'est à l'ouest. Ce massif (fig. 2) est dominé, dans sa partie centrale, par une arête sinueuse, à direction générale SO-NE, qui sépare les eaux de l'Adour et de la Garonne. Cette arête est jalonnée de sommets dont l'altitude moyenne reste généralement voisine de 3.000 mètres, tels les pics des Aiguillous (2.960 mètres), de Campbielh (3.175 mètres), le pic Long, le plus élevé des Pyrénées françaises (3.191 mètres), le pic de Néoubielhe (3.091 mètres) etc. Les lacs, au nombre de soixante-dix environ, sont répartis de part et d'autre de cette ligne dominante en une dizaine de bassins inclinés sur les versants. Les plus grands, tels les lacs d'Orédon, de Cap de Long, ont une surface voisine de 50 hectares.

Le climat est celui des hautes montagnes : grande transparence de l'air, énergie lumineuse intense, rayons calorifiques puissants, opposition considérable entre les températures à l'ombre et au soleil. Les saisons présentent de même des caractères spéciaux : le printemps est tardif, l'été apparaît d'une façon subite et dure lui-même assez peu. Au cours de la campagne 1923, la température s'abaissa le 31 août, autour du laboratoire, jusqu'à 2°5, en même temps que la neige faisait son apparition sur les cimes avoisinantes ; des gelées nocturnes se produisirent dès le 1er septembre ; le 13, la neige couvrait la région. L'automne présente en général un rétablissement de l'atmosphère, mais reste froid. L'hiver est de longue durée : les lacs se couvrent d'une couche de glace qui, à Orédon, mesure en moyenne 0 m. 30 d'épaisseur; un tapis de neige, qui peut atteindre une hauteur de trois mètres, s'étend sur la contrée entière. Le thermomètre enregistra, dans le laboratoire,

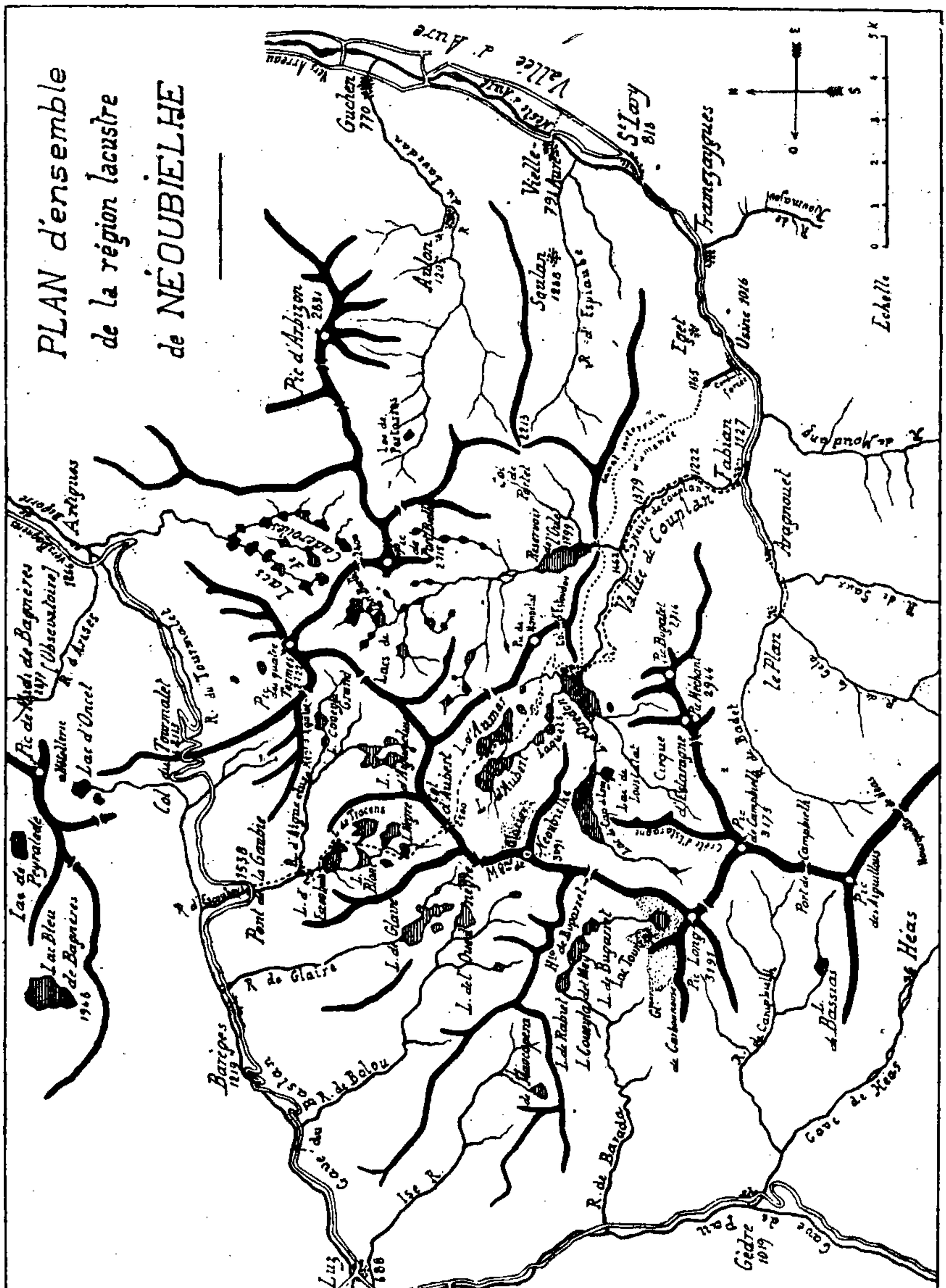


Fig. 2. — Dispositions générales du massif lacustre de Néoubielhe.

Les voies d'accès principales du Laboratoire sont indiquées sur ce plan. La plus aisée, desservie jusqu'à Arreau par la Compagnie des chemins de fer du Midi, traverse la vallée d'Aure, atteint Fabian, puis emprunte l'excellent chemin charretier aménagé par l'Administration des Ponts et Chaussées à l'occasion des travaux d'adduction des eaux des réservoirs supérieurs de la Neste. Ce chemin, indiqué en traits hachés, part de Fabian, suit les bords de la Neste de Couplan, passe à Orédon et se prolonge jusqu'aux lacs d'Aumar et d'Aubert. Sur le versant opposé, un sentier muletier se détachant de la route thermale de Luz à Bagnères-de-Bigorre, non loin de Barèges, au pont de la Gaubie, permet de s'élever, par le bassin d'Escoubous, jusqu'au col d'Aubert, et de rejoindre le chemin charretier indiqué plus haut, allant d'Aumar à Orédon.

pendant l'hiver 1923-24, la température minima de — 17°. Généralement, la surface des lacs est libre au début de juin.

Les premières études faites dans la région d'Orédon, montrent tous les services qu'est appelé à rendre le laboratoire nouvellement installé. Indépendamment des travaux de peuplement en Truites inaugurés par moi-même, dès l'année 1910, au lac de Loustalat, peu distant du lac d'Orédon, l'étude des phénomènes multiples de la biologie montagnarde, les recherches fauniques, s'offrent de tout part à l'activité des travailleurs. Qu'il me soit permis de signaler ici les premiers naturalistes qui ont voulu tirer profit des ressources nouvelles qui leur étaient offertes : MM. E. Rabaud, professeur à la Faculté des Sciences de Paris ; Vandel, maître de conférences de zoologie à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse ; Despax, préparateur de zologie appliquée à la même Faculté.

L'outillage scientifique du laboratoire comprend, dès maintenant, les instruments indispensables. Il va être augmenté, cette année, grâce à une généreuse subvention de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, d'une robuste embarcation, spécialement équipée pour les travaux afférents à l'étude des lacs : pêches, récoltes de plancton, prises de température, mensuration diverses, etc.

Bien que de proportions restreintes, l'installation d'Orédon peut, en raison de conditions locales particulières, offrir simultanément ses moyens de recherche à un certain nombre de travailleurs. Elle est placée, en effet, à proximité d'un refuge-hôtel de montagne, récemment construit par les soins du Touring-Club et du Club Alpin français, assez vaste pour recevoir, pendant la belle saison, de nombreux visiteurs. La limitation du nombre des hôtes du laboratoire ne sera donc à envisager que lors des moments de fermeture du refuge.

Une Station permanente à Orédon, permettant des observations continues pendant de longues périodes, constitue pour l'avenir de la biologie pyrénéenne un élément de premier intérêt. Sans doute, de nombreux efforts restent à accomplir encore, l'auteur de ces lignes s'estimera suffisamment récompensé si la création qu'il a provoquée peut encourager l'étude de phénomènes biologiques nouveaux et faire naître les initiatives qui conduiront à leur connaissance complète.

Dr Marcel BAUDOUIN
Croix-de-Vie (Vendée).

CROISSANCE DES CANARDS SAUVAGES EN CAPTIVITE

Georges TEISSIER
Agrégé-préparateur à l'Ecole Normale Supérieure, Paris.

NATURE ET DESTINEE DANS L'ONTOGENESE DU PIGMENT NOIR-GRIS DES ŒUFS DE « CLAVA-SQUAMATA » L.

Les embryons de *Clava squamata* L. présentent pendant leur ontogénèse, des changements de coloration très frappants, qui n'ont cependant, ne semble-t-il, jamais été signalés, bien que l'embryologie de cet Hydraire soit bien connue (HARM).

Les oocytes, d'abord jaune-grisâtre, prennent, en grossissant, une couleur de plus en plus foncée et sont, lorsque leur taille maxima est atteinte, d'un noir-gris opaque. Pendant la segmentation, la coloration ne change pas, mais, immédiatement après la délamination de la morula, les régions de l'embryon qui commencent à se différencier, prennent une teinte orange vif qui devient peu à peu celle de la planula toute entière.

Le pigment noir-gris n'est jamais figuré et imprègne uniformément les balles vitellines qui remplissent l'œuf et les jeunes embryons. Il disparaît avec celles-ci et est remplacé peu à peu par le pigment orange, qui se présente, au contraire, en grains individualisés, disséminés irrégulièrement entre les balles vitellines encore intactes, et qui finit par exister seul donnant à la planula sa couleur définitive.

Une étude chimique, dont je me bornerai aujourd'hui à donner le résultat, montre que le pigment noir-gris est un *pigment albuminoïde* : tous les agents qui altèrent les albumines le détruisent en libérant le pigment orange, *lipochrome* du groupe des *carotinoïdes*. Nous pouvons donc, à l'imitation de VERNE, qualifier le pigment noir-gris de *lipochromalbumine*.

La nature chimique de ce dernier pigment permet de comprendre les fait morphologiques précédemment décrits. La lipochromalbumine mise en charge dans l'oocyte en voie de développement, est une réserve qui se trouve utilisée au cours de l'ontogénèse : elle se scinde alors en deux parties, l'une incolore, albuminoïde, constitue la portion véritablement utile de la réserve, et entre dans le métabolisme de l'embryon. L'autre, colorée, le lipochrome, reste, semble-t-il, inutilisée et constitue un véritable excretum, chaque grain coloré représentant vraisemblablement le reste d'une balle vitelline disparue. Les modalités du changement de teinte s'expliquent par une loi bien connue de l'ontogénèse : la diges-

tion des réserves ne devient notable qu'après la fin de la segmentation, lorsque débute la différenciation histologique ; c'est-à-dire, dans le cas particulier, lors de la délamination de la morula qui représente morphologiquement la gastrulation.

Il est intéressant de rapprocher les faits qui précèdent de phénomènes analogues sur lesquels BRACHET a insisté à plusieurs reprises : lors de l'ontogénèse de la grenouille, des pigments mélaniques, déchets du métabolisme, s'accumulent dans les régions en voie de différenciation, exactement comme le fait dans l'embryon de *Clava* le lipochrome, de nature chimique pourtant très différente.

Enfin, on peut remarquer que la lipochromalbumine n'existe chez *Clava* que dans le seul occyte dont il caractérise le métabolisme propre. A ce point de vue, on peut comparer sa destinée à celle de l'acide ascarylique (FAURÉ-FRÉMIET), qui présente chez *Ascaris megalocephala* la même localisation stricte dans les gamètes femelles.

TRAVAUX CITES

1917 BRACHET (A.) : L'Œuf et les facteurs de l'Ontogénèse. *Encyclopédie scientifique*, Paris.

1913 FAURÉ-FREMIET (E.) : Le Cycle germinatif chez l'*Ascaris megalocephala* (*Arch. Anat microc.*, T. XV).

1902 HARM (K.) : Die Entwicklungs geschichte von *Clava squamata* (*Zeitsch. wiss. Zool.*, T. LXXIII).

1921 VERNE (M.) : Les Pigments tégumentaires des Crustacés décapodes (*Thèse Fac. Sc.*, Paris).

P. SPEHL
Bruxelles.

QUELQUES VARIATIONS DE LA GLYCEMIE CHEZ LE COBAYE

Je ne prétends pas, dans cette étude, traiter complètement la question de la glycémie chez le cobaye. Je n'ai voulu qu'apporter une contribution limitée à l'examen d'un problème pour la solution duquel les documents sont encore peu nombreux.

En effet, ni l'ensemble des monographies consacrées à la glycémie, ni même les auteurs classiques ne donnent à ce sujet de renseignements bien précis. Ainsi, Bang (1) ne cite, pour la glycémie du cobaye, que

deux expériences personnelles — alors qu'il prodigue les références pour d'autres animaux — et Lépine (2) n'y fait aucune allusion.

C'est pourquoi, le cobaye continuant à être utilisé couramment en biologie, j'ai voulu rechercher comment se comportait son sucre sanguin. Pour éviter tout malentendu, je tiens, dès maintenant, à définir l'objet de cette communication : étudier, chez le cobaye, à jeun ou non, et fixé sur le brett, la glycémie, ou, plus exactement, le sucre libre du sang total obtenu, sans narcose, par ponction du cœur (ventricule gauche) et dosé par la méthode de Fontes et Thivolle modifiée (3). Je me place donc moins au point de vue zoologique proprement dit qu'au point de vue des conditions habituelles d'expérimentation chez le cobaye.

I. — Technique. — Les animaux employés sont des adultes des deux sexes pesant de 300 à 500 grammes ; ils sont nourris, sauf indications spéciales, de carottes, de son et de pain. Certains d'entre eux ont servi plusieurs semaines auparavant, à des expériences sur le choc sérique ; ces animaux ont été laissés au repos dans l'intervalle ; ils étaient revenus à leur état de santé antérieur et leur glycémie ne différait pas de celle d'animaux neufs.

Fixés rapidement et sans brutalité sur l'appareil à contention, les cobayes sont immédiatement ponctionnés, avec les précautions ordinaires d'asepsie, à l'aide d'une seringue munie d'une aiguille à biseau court, un peu à gauche du sternum et au-dessus de son extrémité inférieure. Si l'aiguille est bien aiguisée, l'animal supporte la piqûre sans se débattre. On parvient ainsi dans le ventricule gauche ; on aspire doucement 2 centim. cubes de sang, on retire l'aiguille d'un coup sec et on hémolyse immédiatement le sang recueilli dans 14 centim. cubes d'eau, conformément à la technique que j'ai adoptée (3).

Le cobaye est délié aussitôt après la ponction. Ordinairement, l'immobilisation ne dure que deux minutes. Outre que ce mode opératoire est très rapide (beaucoup plus que la saignée carotidienne), il a encore l'avantage de permettre un nombre indéfini d'expériences sur le même animal. C'est d'ailleurs pour des raisons analogues qu'il a été employé par Scott et Ford (4) chez le lapin, et par Honeywell (5) chez le pigeon. Pendant les expériences, la température du laboratoire a été de 18 à 24 degrés centigrades.

Quant au dosage proprement dit, il se fait sur du sang hémolysé avant la défécation, de manière à libérer le sucre des hématies. Chaque dosage comporte les trois contrôles prévus (3). De plus, pour uniformiser la dilution du réactif cupro-tartrique, le contenu des 4 tubes a été ramené au même volume total par adjonction d'eau distillée. L'erreur ne dépasse pas +1.5 %.

II. Glycémie selon l'alimentation ou le jeune. — Les cobayes ont été soumis aux conditions diététiques suivantes. Elles sont rangées par ordre décroissant des glycémies qui leur correspondent. Quand il s'agit

du même animal, les analyses successives sont faites à des intervalles d'environ huit jours

1° *Alimentation abondante par carottes.* — 11 cobayes :

N° 15 : 1.52, 1.44, 1.61 ; n° 16 : 1.32, 1.77, 1.66 ; n° 26 : 1.84, 1.57 ; n° 30 : 1.27, 1.46 ; n° 32 : 1.31, 1.36 ; n° 38 : 1.3, 1.91 ; n° 56 : 1.34, 1.82, 1.41, 1.74 ; n° 62 : 1.63 ; n° 63 : 1.23 ; n° 64 : 1.36, 1.63 ; n° 77 : 1.47.

Ecart maximum : 1.23 à 1.84. Valeur moyenne : 1 gr. 52 0/00.

2° *Alimentation abondante au trèfle.* — 3 cobayes :

N° 65 : 1.27 ; n° 68 : 1.18 ; n° 69 : 1.44, 1.88.

Ecart maximum : 1.27 à 1.88. Valeur moyenne : 1.44.

3° *Alimentation ordinaire* (voir plus haut). — 50 cobayes (certains d'entre eux ont ultérieurement servi aux épreuves de jeûne) :

1.55, 1.09, 1.64, 1.02, 1.77, 1.35, 1.44, 1.07, 1.3, 1.04, 0,82, 1.15, 1.15, 0,96, 1.05, 1.32, 1.41, 1.4, 1.96, 1.36, 1.54, 1.67, 1.23, 1.41, 1.8, 1.38, 0.84, 1.06, 1.94, 1.45, 1.94, 1.62, 0.92, 0.89, 1.13, 1.24, 1.71, 1.65, 0.96, 1.04, 1.2, 1.38, 1.36, 1.47, 1.16, 1.44, 1.36, 1.12, 1.74, 1.83.

Ecart maximum : 0.84 à 1.96. Valeur moyenne : 1.34.

4° *Jeûne de* 16 *à* 17 *heures, sans boisson.* — 15 cobayes :.

N°s 1 à 10 : 1.24, 1.33, 1.17, 1.39, 1.33, 1.35, 1.22, 1.32, 1.1, 1.27 ; n° 26 : 1.28 ; n° 30 : 1.25, 1.36, 1.25 ; n° 32 : 1.13, 1.44, 1.27 ; n° 38 : 1.24, 1.1, 1.23 ; n° 56 : 1.34, 1.01, 1.34.

Ecart maximum : 1.01 à 1.44. Valeur moyenne : 1.26.

5° *Jeûne de 22 à 24 heures, avec eau de boisson.* — 50 cobayes :

1.47, 1.77, 1.34, 0.59, 1.17, 1.28, 1.28, 1.11, 1.34, 1.16, 1.15, 1.35, 1.04, 1.46, 1.01, 1.06, 1.13, 1.33, 1.01, 1.27, 1.41, 0.97, 1.07, 1.19, 1.05, 1.18, 1.07, 1.16, 1, 1.15, 1.04, 1.12, 1.18, 1.25, 1.09, 1.47, 1.09, 1.17, 1.38, 1.28, 1.29, 1.34, 1.28, 1.11, 1.35, 0.95, 0.95, 1.04, 1.01, 1.29.

Ecart maximum : 0.59 à 1.77. Valeur moyenne : 1.12.

6° *Jeûne de 22 à 24 heures sans boisson.* — 8 cobayes :

N° 32 : 0.53 ; n° 38 : 1.21, 1.16 ; n° 56 : 1.12, 1.1 ; n° 68 : 0.59 ; n° 74 : 1.32 ; n° 75 : 1.09 ; n° 87 : 1.03, 0.94 ; n° 89 : 1.15.

Ecart maximum : 0.53 à 1.32. Valeur moyenne : 1.02.

Note. — 2 cobayes de moins de 300 grammes n'ont pu supporter ce jeûne et sont morts pendant les dernières heures de l'épreuve.

En parcourant ces chiffres, nous pouvons faire immédiatement deux constatations : 1° d'un animal à l'autre, la glycémie du cobaye est très variable ; la lecture des écarts maxima le prouve. Il faut donc bien se garder de croire que les valeurs représentant la moyenne arithmétique des résultats permettent de prédire la glycémie d'un cobaye en expérience. Chaque animal possède sa glycémie individuelle qui est elle-même sujette à bien des variations. Sur les 65 cobayes des catégories 4 et 5, dont la glycémie moyenne est de 1.1 à 1.3, trente seulement avaient, au moment du dosage, un taux de sucre compris entre ces limites.

2° La valeur moyenne elle-même change selon le régime alimentaire des animaux. Entre un régime riche en hydrates de carbone et une diète absolue de 24 heures, nous constatons dans le taux moyen du sucre une différence de $1.52 - 1.02 = 0.5$ 0/00. Remarquons d'ailleurs que le taux moyen de glycémie du cobaye donné par Bang (1) et par Zunz et La Barre (6), soit 1.2 ou 1.1 à 1.3, correspond à celui de nos catégories 4 et 5.

Quelles sont les causes possibles des variations constatées ? Nous pouvons envisager, me semble-t-il, les facteurs suivants :

a) Excitation psychique. — La glycémie émotive n'est un secret pour personne ; de nombreux travaux en ont démontré l'existence. Bang (1) la signale chez l'homme et aussi, avec Lepine (2), Morawitz (7), Hirsch (8), Jacobsen (9), Cramer et Coffin (10), Jones (11), Scott et Ford (4), Albertoni (14), chez le chien, le chat, le lapin. Elle paraît la plus forte chez ce dernier animal. Scott et Honeywell (12) l'ont rencontrée chez le pigeon. Aucun de ces auteurs ne fait mention du cobaye. Les résultats normaux de Zunz et La Barre (6), obtenus par ponction carotidienne et après immobilisation prolongée, plaident plutôt contre l'existence d'une hyperglycémie émotive nette chez le cobaye. Je n'ai pas fait de recherches précises à ce point de vue, mais l'absence d'agitation chez les animaux en expérience (ponctionnés dans le silence et toujours par le même personnel) m'inclinent à penser que, dans les conditions où je me suis placé, on peut négliger le facteur émotif.

b) Conditions physiques de l'expérience. — Les cobayes ont toujours été opérés à l'abri des courants d'air et à une température ambiante qui ne modifie pas la glycémie chez le chien (13). Il est vrai qu'ils étaient attachés et que l'immobilisation forcée peut être, pour diverses raisons, un facteur d'hyperglycémie chez certains animaux. Son influence a été admise (1, 8, 9, etc.) et niée chez le lapin (1). Je n'ai pas trouvé de renseignements précis pour le cobaye, mais il est à remarquer que Zunz et La Barre, prélevant le sang de leurs cobayes à la carotide, n'ont utilisé que des animaux fixés pendant un temps fort appréciable. Or, les taux de sucre qu'ils ont trouvés correspondent à la valeur moyenne que j'attribue moi-même aux cobayes soumis à un jeûne modéré (1.1 à 1.3). Il ne semble donc pas que cette hyperglycémie d'immobilisation qui, si elle existait, aurait dû se déclarer en 5-10 minutes (Jacobsen, 9) chez les cobayes de Zunz et La Barre, doive être envisagée comme cause perturbatrice dans mes expériences, où le temps de fixation a été réduit au minimum. Remarquons encore que le placement d'une canule carotidienne qui peut provoquer de l'hyperglycémie chez le chat (28) paraît rester sans effet chez le cobaye, si l'on compare les chiffres de Zunz et La barre à ceux de Bang et aux miens. C'est un nouvel indice du peu d'irritabilité de cet animal.

c) Passé pathologique des cobayes. — J'ai dit que certains de mes animaux avaient antérieurement servi à des expériences d'anaphylaxie

au sérum de cheval. J'ai dû les utiliser parce que les cobayes m'ont été, à certains moments, difficiles à me procurer. Comme je l'ai dit, je ne les ai employés qu'après des intervalles de plusieurs semaines à deux mois. Leur glycémie était équivalente à celle d'animaux neufs.

d) Variabilité de la glycémie pour les individus d'une même espèce animale, soumis à des conditions biologiques semblables. — Il semble bien que certains auteurs classiques, en ne donnant, pour la composition chimique du milieu intérieur des mammifères, que des valeurs moyennes, aient contribué à répandre l'opinion trop absolue de la « fixité » de ce milieu. C'est ce qui s'est produit pour le sucre sanguin. Cependant, quand on consulte les mémoires originaux, on constate que la glycémie normale des mammifères présente, pour une même espèce, des variations assez étendues.

Ainsi, par la microméthode de Bang, Leire (cité par Bang) trouve, chez l'homme normal, des glycémies de 0.6 à 1.1 0/00 ; Liefmann et Stern, cités par Epstein et Ashner (15), des taux de 0.65-1.05 (méthode de Knapp) ; Gettler et Baker (16) des valeurs de 0.5-1.2 (méthode de Lewis et Benedict). Ces auteurs (16) rapportent une série de résultats obtenus par divers chercheurs, parmi lesquels on relève comme limites normales 0.4-1.2, 0.5-1.5, 0.5-1.1, 0.55-1.2. Ce sont évidemment des variations importantes que l'on ne soupçonne guère si l'on ne retient que la glycémie de 0.9 0/00 proposé comme moyenne normale.

Il en est d'ailleurs de même chez les animaux de laboratoire. Pour le lapin, Mcrawitz (7) admet comme limite supérieure 1.3 à 2 ; Bang (1) des valeurs moyennes comprises entre 0.8 et 1.3 ; par la polarisation, Oppler et Rona (17) trouvent des écarts de plus de 1 0/00 ; citons encore les résultats de Jones (11) : 0.68-1.16 ; de Eadie et Macleod (18) : 0.95-1.73 ; de Eadie (19) : 0.83-1.54 ; de Scott et Ford (4) : 0.7-1.77. Je pourrais de même montrer la mobilité de la glycémie chez le chien (0.82-2.2) et chez le chat (0.75-3.6) d'après les auteurs cités par Bang, mais je crois que les variations signalées ci-dessus sont suffisamment convaincantes.

Nous avons vu plus haut que, chez le cobaye, la glycémie est également dissemblable d'un animal à l'autre, qu'il s'agisse d'un régime abondant ou de la diète absolue. Il semble toutefois que ce soit par le jeûne de 16 à 17 heures que l'on rencontre les écarts les moins grands.

D'autre part, malgré les variations constatées, la glycémie *moyenne* se montre nettement influencée par l'alimentation et par des périodes de jeûne qui, en physiologie, sont cependant considérées comme courtes. Contrairement à ce que soutient Honywell (5) pour le pigeon, le jeûne a donc une action sur la glycémie *moyenne* du cobaye. Cette action est rapide à cause, probablement, de la petitesse de l'animal : les dépenses en calories sont considérables chez les homéothermes de taille exiguë. Le cobaye épuise sans doute assez vite ses réserves ; la mort spontanée

de deux de nos sujets, après un jeûne de 20 heures, semble bien le prouver.

e) Cette *importance de la nutrition* apparaît encore plus nettement si, comme le conseille d'ailleurs Honeywell (5), on observe les *mêmes* animaux pendant un certain temps, en les soumettant à des régimes différents. Ainsi, le cobaye 56, nourri aux carottes, donne une glycémie moyenne de 1.57 (valeurs extrêmes : 1.34-1.82) ; soumis au jeûne pendant 17 heures, il descend à 1.23 (1.01-1.34) ; enfin, il a une glycémie de 1.15 à la suite d'un jeûne de 24 heures avec boisson. Ce sont précisément les valeurs moyennes trouvées pour les différents types de régimes. Le cobaye 68 tombe de 1.18 à 0.59 quand il passe du trèfle au jeûne de 24 heures. D'autres exemples sont aussi nets, d'autres le sont moins, mais il importe de remarquer que les variations sont souvent imprévisibles (quelle que soit d'ailleurs leur étendue), comme le montrent les statistiques de Honeywell où l'on voit certains pigeons jeûneurs diminuer de 70 0/0 leur glycémie normale, tandis que l'autres, dans les mêmes conditions, l'augmentent de 100 0/0. Chez le pigeon inanitié pendant 48 heures, Honewell attribue cette hyperglycémie paradoxale à une développement excessif de l'irritabilité. Après une diète de 24 heures, je n'ai pu faire, chez le cobaye, la même constatation.

Si l'on considère comme une moyenne typique du cobaye la glycémie du jeûne de 17 heures ou celle du jeûne de 24 heures avec boisson (soit 1.26-1.12 0/00), j'ai montré tout à l'heure que la chute rapide du sucre par une diète plus sévère pouvait être attribuée à la petite taille de l'animal. De même, une augmentation du sucre lorsque le cobaye se nourrit, peut s'expliquer par l'énormité relative des quantités d'aliments ingérés. Ainsi, l'influence du régime, de son abondance et de sa richesse en hydrates de carbone permet de comprendre jusqu'à un certain point la mobilité de la glycémie du cobaye.

f) Il existe cependant, chez le cobaye, des *variations* (dans la glycémie individuelle) *que les changements de régime ne suffisent pas à expliquer*. Il en est d'ailleurs de même chez l'homme (20), le lapin (4, 17), le pigeon (5, 12). Le lapin III d'Oppler et Rona (17) a des glycémies de 1.16, 0.86, 1, 0.61, 1.05, 1.88 ; le lapin 13 de Scott et Ford (4) donne, à des intervalles de 4 à 38 jours, des chiffres de 0.99, 1.29, 1.7, 1.55, 1.47 ; le pigeon B de Honeywell (5), à une semaine d'intervalle, les chiffres suivants : 1.4, 1.7, 1.7, 1.75, 2.15, 1.75, 1.7, 1.75, 1.65, 1.9, 1.75. A côté d'une indiscutable régularité, on constate des écarts brusques dont on ne démêle pas les causes. Il s'agit évidemment d'une adaptation nécessaire de la glycémie à certaines conditions biologiques que l'animal présente à ce moment, et c'est en somme dans ce sens d' « adaptation » qu'il faut comprendre ce terme de « fixité » appliqué à la glycémie. L'adaptation est sans doute constante, le sucre pour 1.000 ne l'est pas, tout au moins dans les limites des variations normales qui

peuvent atteindre, surtout chez l'animal à jeun 100 0/0 et même un peu plus.

Est-il besoin de dire que chez le cobaye, comme chez les animaux que je viens de citer, les mêmes oscillations existent. Elles sont très différentes d'un animal à l'autre ; on peut s'en convaincre en consultant les données numériques de ce travail. Certains animaux paraissent plus « fixes » que d'autres, mais ce qui demeure important au point de vue expérimental, c'est, encore une fois, l'imprévu des variations.

Conclusions. — 1° Relativement aux conditions expérimentales établies plus haut, les cobayes ont une glycémie moyenne décroissante de 1.52 à 1.02, selon qu'on les fait passer d'un régime riche en hydrates de carbone à la diète hydrique ou absolue de 16 à 24 heures.

2° Les valeurs moyennes arithmétiques des glycémies de chacun de ces groupes ne doivent pas faire perdre de vue les variations parfois inattendues et importantes (jusque 100 % et plus pendant le jeûne), que la glycémie présente, soit d'un cobaye à l'autre, soit, selon les jours, chez le même animal.

III. Influence des saignées modérées sur la glycémie. — Depuis Cl. Bernard, l'hyperglycémie de la saignée est décrite par tous les auteurs classiques. Elle a été étudiée expérimentalement, surtout chez le lapin, où elle se manifeste plus nettement que chez le chien (Rinderspacher, cité par Bang).

Une prise de 2 c.c. de sang (quantité fréquemment nécessaire pour diverses analyses) constitue, pour le cobaye, une véritable saignée, puisqu'elle représente souvent le 1/200 ou le 1/150 du poids du corps. Il m'a donc paru intéressant de rechercher ce que devenait à ce moment la glycémie, en me plaçant dans les conditions d'un expérimentateur qui, ayant enlevé 2 c.c. de sang à un cobaye de grosseur moyenne, a besoin de connaître les variations subies, de ce fait, par la glycémie, au cours des heures qui suivent.

Les animaux employés, d'un poids de 250 à 450 grammes, sont mis à la diète hydrique pendant 24 heures. Chaque expérience comporte 2 ponctions cardiaques de 2 c.c. chacune, séparées par des intervalles variant entre 45 secondes et 5 heures. Ces ponctions ont toujours été bien supportées. Une troisième peut même être faite une heure après la seconde. Les expériences n'ont été répétées chez le même animal qu'à des intervalles d'au moins huit jours.

Voici, réunis en tableau, les résultats de mes expériences. La première colonnes à gauche indique le temps écoulé entre les deux ponctions ; la seconde, la glycémie de la première ponction (pour 1.000) ; la troisième, la glycémie de la deuxième ponction ; la quatrième la valeur de cette deuxième glycémie calculée en 0/0 de la première ; la cinquième enfin, indique, dans un certain nombre de cas, la présence éventuelle de sucre dans l'urine correspondant à la deuxième ponction (réactif de Trommer).

45 sec.	.....	1.06	1.07	100	
90 sec.	.....	1.41	1.56	110	
2 m.	.....	0.97	0.91	94	
2 m.	.....	1.05	1.16	110	(1)
2 m.	.....	1.33	1.38	104	
2 m. 1/2	.....	1.23	1.14	93	
3 m.	.....	1.01	0.94	94	
3 m. 1/2	.....	1.07	1.14	107	
4 m.	.....	1.27	1.32	104	
4 m.	.....	1.18	1.22	104	
4 m. 1/2	.....	1.19	1.18	100	
5 m.	.....	1.07	1.18	110	
5 m.	.....	1.34	1.54	115	+
6 m.	.....	1.35	1.34	100	
6 m.	.....	0.95	1.02	108	
8 m.	.....	1.72	1.91	111	
8 m.	.....	0.95	1.09	114	
10 m.	.....	1.16	1.45	125	+
10 m.	.....	1	1.13	113	
20 m.	.....	1.12	1.38	122	
30 m.	.....	1.15	1.3	113	0
40 m.	.....	1.04	1.22	117	+
1 h.	.....	1.47	1.69	115	(2)
1 h.	.....	1.29	1.48	115	0 (3)
1 h.	.....	1.47	1.75	119	+
1 h.	.....	1.34	1.66	124	+
1 h.	.....	1.17	1.18	100	
1 h.	.....	1.28	1.79	140	+
1 h.	.....	1.38	1.32	96	+ +
1 h.	.....	1.48	1.8	122	
1 h.	.....	1.28	1.85	144	+
1 h.	.....	1.11	1.54	139	0
1 h. 1/2	.....	1.35	1.32	98	+
2 h.	.....	1.04	1.16	111	0
2 h. 1/2	.....	1.46	1.63	112	+ +
2 h. 1/2	.....	1.27	1.77	140	
3 h.	.....	1.01	1.33	132	+
4 h.	.....	1.29	1.04	81	0
5 h.	.....	1.42	1.45	103	

(1) Les expériences 1 à 4 ont été faites sans retirer l'aiguille du cœur entre les deux ponctions.

(2) Une troisième ponction faite 1 heure après la seconde donne 2.06.

(3) Une troisième ponction faite 1 heure après la seconde donne 1.48.

(4) Il est à remarquer, d'une manière générale, que les glycosuries sont inconstantes, comme chez le lapin (Hirsch, 8).

A la lecture de ce tableau, les résultats paraissent d'abord irréguliers. Ils le sont, jusqu'à un certain point. Nous constatons, en effet, que, pour le même intervalle, une heure par exemple, la glycémie de la deuxième ponction peut valoir, selon les animaux, 144 ou 96 0/0 de la première. D'autre part, j'ai remarqué aussi que, chez le même animal pour des intervalles identiques, le rapport entre les deux glycémies n'est pas non plus toujours constant.

Ces différences individuelles ont été signalées par Hirsch (8) qui a fait, chez le lapin, de l'hyperglycémie de la saignée, une étude assez complète. Il a notamment constaté l'irrégularité d'action des saignées qui ne dépassent pas le 1/100 du poids du corps, l'apparition rapide de l'hyperglycémie, sa disparition habituelle après 3 heures, enfin, une glycosurie transitoire et inconstante (que Bang signale avoir été mise en doute). De son côté, Jacobsen (9) rapporte trois expériences chez le lapin où, par de petites saignées (12 à 20 grammes), il obtient chaque fois une hyperglycémie modérée commençant également très vite après l'hémorragie et durant de 2 à 6 heures. — Mes expériences chez le cobaye me donnent, en somme, des résultats assez analogues à ceux de ces deux auteurs.

Malgré l'irrégularité des hyperglycémies dont j'ai parlé il y a un moment, les dosages correspondant aux secondes ponctions me paraissent cependant autoriser quelques conclusions si l'on veut bien les grouper en séries. Ce groupement permettra de faire les constatations suivantes :

1° Les intervalles de 45 secondes à 4 minutes 1/2 donnent, d'une ponction à l'autre, un écart maximum de +10 et —7 0/0, et la valeur moyenne, de la deuxième glycémie, est de 104 0/0 par rapport à la première.

2° Pour les intervalles de 5 à 8 minutes, on remarquera que l'écart maximum hyperglycémique est un peu plus élevé (+15 0/0) et que la deuxième ponction vaut en moyenne 110 0/0 de la première.

3° Pour les intervalles de 10 minutes à 3 heures, l'écart maximum atteint de —4 à +44 0/0 et la valeur moyenne de la deuxième ponction s'élève à 120 0/0 de la première.

4° Enfin, à partir de 4 heures d'intervalle, il semble que l'on revienne au point de départ ou que l'on passe par l'hypoglycémie réactionnelle signalée par Hirsch (9) et d'autres auteurs.

Nous constatons ainsi que, chez le cobaye, une ponction ventriculaire de 2 c.c. de sang est suivie d'une hyperglycémie fréquente dont la valeur moyenne atteint 104 0/0 entre 1 et 5 minutes (maximum 110), 110 0/0 entre 5 et 10 minutes (maximum 115), 120 0/0 entre 10 minutes et 3 heures (maximum 144), pour décroître ensuite jusqu'à la normale, en passant par une période facultative d'hypoglycémie.

Après des saignées de 2 c.c., le sucre sanguin ne subit pas de variations régulières pendant les jours qui suivent. En effet, le cobaye n° 87,

ponctionné de 2 c.c. à des intervalles de 1 à 5 jours, donne les glycémies suivantes : 1, 1.25, 1.39, 0.91, 0.97, 1.03, 0.94 0/00.

Quelles sont donc les causes possibles de l'hyperglycémie faible ou modérée que nous voyons se produire chez nos animaux ?

a) On peut tout d'abord songer aux *conditions expérimentales* dans lesquelles je me suis placé. Je n'ai rien à ajouter à ce que j'en ai déjà dit ; je ne pense pas que le temps très court d'immobilisation et les perturbations apparemment légères auxquelles les animaux sont soumis puissent suffire à expliquer des réactions qui durent plusieurs heures.

b) Des *accidents* peuvent survenir pendant l'expérience. Je ne tiens pas compte de 2 ou 3 immobilisations de 10 minutes ; je me suis expliqué antérieurement sur ce point. D'autre part, au cours de rares essais infructueux de ponction cardiaque, il peut arriver que l'on blesse les poumons ou le cœur et que l'on produise des accidents asphyxiques. Mais, alors, la dyspnée est apparente. J'ai écarté les expériences réalisées dans ces conditions ; elles donnent d'ailleurs, comme j'ai pu le constater, des glycémies beaucoup plus fortes (255 0/0 en 30 minutes par exemple).

c) Nous en venons ainsi à *l'action de la saignée* proprement dite. D'après ce que j'ai dit du lapin (selon Hirsch, etc.) et me basant aussi sur l'opinion exprimée par Zunz et La Barre (6) au sujet du cobaye, je pense que la quantité de sang soustraite dans mes expériences est suffisante pour produire une réaction d'hyperglycémie.

Comment, alors, s'expliquer l'action de cette perte de sang ? Les réponses à cette question diffèrent beaucoup d'un auteur à l'autre. Après avoir d'abord évité de se prononcer, Bang (cité par Morawitz, 7) invoque un mécanisme nerveux agissant sur le foie et éventuellement sur d'autres dépôts de glycogène de l'organisme. Epstein et Baehr (21) pensent que le sucre en excès remplace simplement celui qui a été perdu ; l'hyperglycémie ne serait que l'expression d'une concentration plus grande du sang. Lépine objecte, à juste titre, que l'hémorragie est souvent trop faible pour que l'on puisse expliquer de cette façon l'hyperglycémie constatée. Il invoque, comme théorie personnelle, une transformation rapide du sucre virtuel en sucre libre. Sans vouloir citer d'autres opinions encore, je me demande si l'on ne pourrait pas expliquer l'hyperglycémie de la saignée par les causes suivantes :

1° *Diminution du volume sanguin*, chute de la pression artérielle qui se produit certainement chez mes cobayes, puisque, chez le lapin, de petites saignées de 5 à 10 c.c. font baisser la pression d'une manière apparente au kimographe.

2° *Conséquences sanguines* : ralentissement circulatoire, modifications éventuelles de la composition du sang (Zunz et Govaerts (22) en ont constaté de très nettes pendant des saignées ne dépassant pas 20 0/0 de la masse sanguine totale du chien) ; modifications de la respiration et de la teneur du sang en oxygène et en CO^2 (anoxémie ou acidose gazeuse, par exemple).

3° *Répercussion sur le foie* : les changements de pression, même faibles, paraissent libérer le glucose aux dépens des dépôts de glycogène ; des modifications dans la composition du sang peuvent avoir le même effet (Griffith, 23). L'anoxémie (Albertoni, 14 ; Lépine, 2 ; Griffith, 23), l'acidose gazeuse ou non gazeuse (Lépine, 2 ; Elias, 24 ; Macleod, 25 ; Underhill, 26) ont la même action.

La cause initiale de ce phénomène étant, dans le cas qui nous occupe, une perte de sang, on pouvait se demander si, par une transfusion ou une injection isotonique pratiquées immédiatement après la ponction, on ne parviendrait pas à combattre l'hyperglycémie.

Outre que ces manœuvres peuvent ne pas empêcher une hypotension transitoire jouant tout de même un rôle excitateur, elles sont susceptibles, d'autre part, de modifier le milieu humoral, de déclencher un choc léger avec acidose possible, de provoquer même, peut-être, une esquisse de ces hypotensions secondaires, que Zunz et Govaerts (23) ont observées chez des chiens transfusés après collapsus hémorragique. D'autre part, les solutions salines injectées dans le sang circulant sont capables de provoquer par elles-mêmes de l'hyperglycémie.

Toutes ces raisons, ou si l'on veut, toutes ces hypothèses, montrent que l'on ne supprime pas les causes d'hyperglycémie en remplaçant, par un volume liquide équivalent, le sang retiré du cœur. J'ai essayé néanmoins ces manœuvres chez le cobaye ; pour des intervalles de 20 minutes entre les deux ponctions, j'ai obtenu les résultats suivants, dans lesquels la première glycémie correspond à la première ponction et la deuxième à la deuxième prise de sang :

1° Transfusions (2 c.c. de sang citraté) : n° 14 : 1.74 et 2.18 (124 0/0); n° 17 : 1.25 et 1.62 (130 0/0) ; n° 18 : 1.09 et 1.59 (146 0/0).

2° Ringer (2 c.c.) : n° 20 : 1.09 et 1.39 (127 0/0) ; n° 21 : 1.47 et 1.55 (105 0/0).

3° Sérum physiologique à 8 0/00 contenant 1 0/00 de glucose : n° 22 : 1.02 et 1.19 (116 0/0).

Il existe donc constamment, au bout de 20 minutes, malgré le remplacement du sang retiré, une poussée d'hyperglycémie.

Conclusions. — 1° Relativement aux conditions expérimentales décrites après une ponction de 2 c.c de sang chez le cobaye, il se produit une hyperglycémie qui devient nette au bout de 5 minutes. Elle peut atteindre, dans les 2 à 3 heures qui suivent, une valeur maxima correspondant à 144 0/0 de la glycémie initiale.

2° Cette hyperglycémie est toutefois irrégulière d'un cobaye à l'autre et aussi chez le même animal.

3° Elle persiste si, immédiatement après la ponction, on rend à l'animal, par transfusion ou par injection isotonique, le volume de liquide qu'on lui a soustrait.

Conclusion générale. — Il est de toute nécessité, quand on fait sur le cobaye des expériences où le sucre sanguin entre comme facteur, de

doser ce sucre au préalable (après avoir soumis l'animal à une diète déterminée), la glycémie du cobaye étant soumise à des variations fréquentes, parmi lesquelles il est utile, au point de vue expérimental, de tenir compte de celles qui sont dues au régime, au jeûne et à la saignée de 2 c.c. nécessaire pour certains dosages.

BIBLIOGRAPHIE

(Parmi les nombres qui suivent les noms d'auteurs, le premier indique le tome de l'ouvrage ou de la revue; le second. la page où commence l'article; le troisième, l'année de sa publication.)

1. I. Bang. — Der Blutzucker. Wiesbaden, 1923.
2. R. Lépine. — Le Sucre du Sang. Paris, 1921.
3. P. Spehl. — *C. R. Soc. Biologie*, 90, 638. 1924.
4. E. L. Scott et T. H. Ford. — *Americ. Journ. of Physiology*., 63, 520, 1923.
5. H. E. Honeywell. — *Am. J. of Phys.*, 58, 152, 1921.
6. E. Zunz et J. La Barre. — *C. R. Soc. Biol.*, 91, 121, 1924.
7. P. Morawitz. — In Handbuch der Biochemie (C. Oppenheimer), 4, 114, Iéna 1923.
8. E. Hirsch. — *Biochem. Zeitschr.*, 70, 191, 1915.
9. A. T. B. Jacobsen. — *Bioch. Zeit.*, 51, 443, 1913.
10. B. Kramer et H. W. Coffin. — *Journ Biol. Chem.*, 25, 423, 1916.
11. M. R. Jones. — *Journ. Biol. Chem.*, 43, 507, 1920.
12. E. L. Scott et H. E. Honeywell. — *Am. Jour Phys.*, 55, 362, 1921.
13. F. B. Flinn et E. L. Scott. — *Am. Jour. Phys.*, 66, 191, 1923.
14. P. Albertoni. — *Ergeb. Physiol.*, 14, 421, 1914.
15. A. A. Epstein et P. W. Aschner. — *Journ. Biol. Chem.*, 25, 151, 1916.
16. A. O. Gettler et W. Baker. — *Journ. Biol. Chem.*, 25, 211, 1916.
17. B. Oppler et P. Rona. — *Bioch. Zeit.*, 13, 121, 1908.
18. G. S. Eadie et J. J. R. Macleod. — *Am. Journ Phys.*, 54, 285, 1923.
19. G. S. Eadie. — *Am. Journ. Phys.*, 63, 513, 1923.
20. W. V. Moraczewski. — *Bioch. Zeit.*, 71, 268, 1915.
21. A. Epstein et G. Baehr. — *Journ. Biol. Chem.*, 18, 21, 1914.
22. E. Zunz et P. Govaerts. — *Arch. Int. Physiol.*, 17, 113, 1921.
23. F. R. Griffith, J. R. — *Am. Journ. Phys.*, 66, 618, 1923.
24. H. Elias. — *Bioch. Zeit.*, 48, 120, 1913.
25. J. J. R. Macleod. — *Am. Journ. Phys.*. 23. 278, 1909.
26. F. P. Underhill — *Journ. Biol. Chem.*, 25, 463, 1916.
27. E. Zunz et P. Govaerts. — *Arch. Int. Phys.*, 17, 350, 1922
28. F. R. Griffith, J. R. — *Am. Journ. Phys.*, 66, 659, 1923.

F. VILLEMIN
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Bordeaux

LES NOTIONS ANATOMIQUES NOUVELLES SUR LE DUODENUM ET LEURS APPLICATIONS FONCTIONNELLES

Jacques ROSKAM
Chef de travaux de clinique médicale à l'Université de Liége

QUELQUES ASPECTS NOUVEAUX DE LA PHYSIOLOGIE DES GLOBULINS (Plaquettes de Bizzozero)

Outre qu'elle présente un intérêt propre, la physiologie des globulins ou plaquettes sanguines acquiert une importance notable du fait qu'elle est intimement liée à maints grands problèmes de la biologie des mammifères : immunité naturelle ou acquise, coagulation sanguine, hémostase spontanée, anaphylaxie, etc. Ces problèmes, elle permet de les aborder sous un jour particulier, d'en saisir des aspects imprévus, parfois d'en orienter l'étude dans une voie nouvelle.

Il serait trop long d'évoquer ici, même à grands traits, toutes les questions que soulève la physiologie des globulins ; aussi résumerai-je simplement et de façon succincte, certains chapitres de cette physiologie spécialement étudiés dans les laboratoires belges, depuis que la libération du territoire y a permis la reprise de la vie scientifique.

Considérons d'abord le rôle des globulins dans quelques phénomènes biologiques auxquels ils participent grâce à la propriété qui leur est, au plus haut point, dévolue : l'agglutinabilité.

I. — Rôle des globulins dans l'immunité naturelle et acquise.

Injectons une émulsion de staphylocoques en eau physiologique dans la veine jugulaire d'un lapin non immunisé contre ce microbe, puis, à intervalles assez rapprochés, examinons, au point de vue bactériolo-

gique, le sang de cet animal ; nous constaterons que les *cocci* injectés disparaissent rapidement du torrent circulatoire. Au lieu de staphylocoques, injectons des pneumocoques : cette fois, le sang ne se stérilisera pas spontanément ; au contraire, le nombre des microbes par millimètre cube de sang va croître progressivement jusqu'à la mort de l'animal, par septicémie. Quel mécanisme conditionne, chez le premier lapin, l'élimination des *cocci* du torrent circulatoire ? Pourquoi les pneumocoques se multiplient-ils sans entrave dans le sang du second ? Quels sont, en somme, les facteurs qui règlent le sort immédiat des particules étrangères introduites dans l'arbre vasculaire ?

Bull avait cru pouvoir affirmer que les agglutinines, naturelles ou acquises, jouent un rôle décisif dans la défense de l'organisme contre l'envahissement septicémique du milieu humoral. Delrez et Govaerts montrèrent qu'en réalité, la disparition des microbes ne résulte pas seulement de leur agglutination les uns aux autres, mais aussi — et davantage, chez les animaux non immunisés — de la formation, dans le sang circulant, d'amas mixtes, composés et de microbes et de globulins ; ces amas, assez volumineux, sont ultérieurement retenus au niveau des capillaires de certains viscères, où les microbes ne tardent pas à être phagocytés.

Certes, Govaerts, Bull et Mc Kee ont établi que, chez des lapins traités par le sérum antiplaquette, l'élimination des microbes injectés n'est en rien ralentie ; Delcourt-Bernard a montré que des injections de peptone peuvent entraver l'accolement des staphylocoques aux globulins sans retarder leur disparition du torrent circulatoire. D'autre part, Manwarring et Coe ont prouvé, au cours d'expériences de circulation artificielle, qu'en l'absence de tout élément figuré du sang, l'endothélium hépatique peut retenir des microbes en suspension dans le liquide de perfusion.

Il n'en demeure pas moins vrai que, dans les conditions physiologiques, l'accolement aux plaquettes des particules étrangères injectées dans le torrent circulatoire favorise leur disparition du sang circulant et que celle-ci s'accélère lorsque l'on augmente artificiellement le nombre des globulins (Govaerts).

L'étude, *in vitro*, des conditions nécessaires à la production de cet emplaquettement permit à Govaerts d'établir qu'il dépend essentiellement d'une certaine modification de la surface des particules étrangères au contact du plasma ou du sérum frais. Cette modification est, en tous points, semblable à celle dont dépend le premier temps de la phagocytose : elle est donc identique à l'opsonisation. Ce fait, établi par Govaerts, fut bientôt confirmé par Le Fèvre de Arric et moi-même. Le Fèvre de Arric et Govaerts montrèrent, d'autre part, que l'opsonisation des particules étrangères préparatoire à leur emplaquettement leur est conférée tant par les sérums et plasmas naturels que par les immun-sérums : ainsi que l'avaient fait prévoir les recherches de Delrez

et Govaerts, l'emplaquettement des particules étrangères appartient également au mécanisme de l'immunité naturelle et de l'immunité acquise, bien qu'il semble intervenir à un moindre degré dans le déterminisme de cette dernière.

II. — Rôle des globulins dans l'hémostase spontanée.

Les très beaux travaux de Hayem, de Bizzozero, d'Eberth et Schimmelbusch, de Loeb, ont établi que la partie essentielle du caillot mettant fin à une hémorragie : le thrombus blanc ou clou hémostatique, résulte de l'agglutination entre elles et aux lèvres de la plaie, des plaquettes sanguines. L'endothélium vasculaire est-il traumatisé ? Aussitôt des globulins s'y accolent ; ils deviennent eux-mêmes le siège d'une agglutination de plaquettes nouvelles ; tardivement seulement, de la fibrine concrète apparaît, des hématies et des leucocytes sont englobés dans les parties superficielles du caillot. En fait, la partie réellement efficiente du bouchon cruorique est surtout formée d'un magma de globulins. Faut-il en conclure que la grande pauvreté d'un organisme en plaquettes sanguines entraîne *ipso facto* une tendance marquée à la prolongation, à l' « incoercibilité » des hémorragies ? Les globulins sont-ils des agents essentiels de l'hémostase spontanée ?

On serait tenté de le croire à la lecture de tant de récents travaux cliniques ou de pathologie expérimentale, et c'est d'ailleurs l'opinion généralement admise. Elle se base sur l'étude histologique du clou hémostatique ; elle trouve un argument impressionnant dans la possibilité de produire expérimentalement des états hémorragiques nets par injection de substances abaissant toutes le nombre des plaquettes sans modifier de façon sensible la coagulabilité sanguine, substances parmi lesquelles figure le sérum antiplaquette (Ledingham, Bedson, Lee et Robertson, etc.); plaide enfin en sa faveur l'existence, en pathologie humaine, d'états hémorragipares caractérisés par des hémorragies incoercibles, une coagulabilité sanguine normale et une diminution extrême du nombre des globulins (Denys, de Louvain ; Hayem et son école, Duke, Frank, etc.) ; dans ces cas de purpura hémorragique (maladie de Werlhoff ou hémogénie), il y aurait, selon les auteurs, un parallélisme étroit entre la prolongation des hémorragies, spontanées ou provoquées (temps de saignement de Duke), et l'intensité de la thrombopénie (pauvreté du sang en globulins).

Très séduisante à première vue, cette conception repose pourtant sur des bases contestables ; c'est ainsi qu'il m'a été aisé de produire artificiellement, chez le chien, des thrombopénies intenses non accompagnées d'incoercibilité des hémorragies provoquées et j'ai pu constater chez l'homme — observations cliniques bientôt confirmées par des observations semblables de Mouzon, P. E. Weil, Bocage et Coste, Cori, Steinbrinck — des temps de saignement normaux ou à peine pro-

longés chez des sujets dont le sang était extrêmement pauvre en globulins. Ces observations cliniques et ce fait expérimental, d'autres encore qu'il serait trop long d'énumérer ici, ne peuvent s'expliquer que si l'on admet, du côté sanguin, l'existence de deux processus susceptibles de produire, chacun isolément, une hémostase spontanée rapide ; le premier est l'agglutination des globulins aux lèvres de la plaie vasculaire ; le second, le dépôt à son niveau de couches de fibrine réticulée. Qu'un de ces facteurs soit déficient, l'autre intervient et suffit à obturer le pertuis vasculaire dans les délais normaux. Y a-t-il à la fois déficience des deux processus ? Les hémorragies sont toujours énormément prolongées.

Cette conception de l'hémostase spontanée entraîne la faillite de la pathologie actuelle du purpura hémorragique. D'après nous, cette affection n'est pas une maladie des plaquettes, comme on le répète depuis Denys. Elle est, selon l'expression de Nolf, une « endothéliite parcellaire hémorragique », une affection de l'endothélium vasculaire le rendant par endroits à la fois moins « opsonisable », puisqu'il ne fixe plus les globulins, et moins thromboplastique, puisque son action coagulante sur le plasma est fortement diminuée. Cette interprétation permet seule d'expliquer que, chez les purpuriques, on puisse trouver, au même moment mais en des endroits différents, des temps de saignement d'une durée extrêmement variable (Roskam) ; elle seule permet de comprendre que, dans certains purpuras hémorragiques secondaires, on puisse observer, avec une coagulabilité sanguine normale et sans diminution sensible du nombre des globulins, des temps de saignement extrêmement prolongés (Roskam).

Notons enfin que, selon nous, les hémorragies incoercibles des hémophiles dépendent vraisemblablement non d'une moindre agglutinabilité de leurs plaquettes sanguines (recherches inédites), mais de la labilité de leurs clous hémostatiques, pauvres en fibrine réticulée.

III. — Rôle des globulins dans l'anaphylaxie.

On sait que lors du choc anaphylactique — comme d'ailleurs au cours des chocs colloïdoclasiques ou thromboplastiques — les plaquettes disparaissent momentanément du sang circulant (Achard et Aynaud, Sacerdotti, Pesci). Doit-on, avec Behring, rattacher la plupart des symptômes du choc anaphylactique à l'agglutination des globulins et aux troubles circulatoires qui en résultent ? L'étude de l'action du sérum antiplaquette sur l'anaphylaxie sérique et sur les effets toxiques du sérum traité par l'agar ont permis à Zunz et Govaerts de répondre négativement à cette question : les plaquettes interviennent peut-être dans la genèse des accidents anaphylactiques ; elles n'en sont pas l'agent essentiel.

IV. — Mécanisme intime de l'agglutination des globulins.

L'agglutination des globulins entre eux et aux surfaces étrangères opsonisées, dépend-elle de la vie de ces éléments ? Aynaud a montré que des plaquettes tuées par du sulfate de quinine ou congelées deux fois, puis réchauffées, sont parfaitement agglutinables par la peptone dans leur plasma originel, citraté ou oxalaté. D'autre part, il m'a été donné de constater que, tués par la chaleur, le fluorure de sodium, l'eau distillée, additionnés de chlorhydrate de cocaïne ou maintenus à la température de la glace fondante, les globulins s'accolent énergiquement à la surface des particules étrangères opsonisées. L'agglutination des plaquettes ne nous paraît donc pas liée à la vie de ces éléments. De quoi dépend-elle donc ?

Govaerts a prouvé que l'emplaquettement des microbes n'est pas le résultat d'une attraction entre des particules dont les charges électriques sont de signe contraire : il s'effectuerait en vertu d'une « force cohésive » l'emportant sur la répulsion électrique.

En quoi consiste cette force cohésive ? Voici, à son sujet, une hypothèse qui, dans l'état actuel de nos connaissances, me paraît assez rationnelle.

Mentionnons d'abord que l'étude de diverses propriétés des plaquettes isolées et lavées, finalement émulsionnées en solution physiologique ma' conduit à admettre l'existence, autour de ces éléments, d'une mince atmosphère de protéines plasmatiques adhérant intimement à leur surface (1921) ; cette conception a été confirmée tout récemment par des recherches de Feissly sur le globulin des hémophiles (1923).

D'autre part, mes travaux sur l'emplaquettement des particules étrangères m'ont fait considérer l'opsonisation comme le résultat de la floculation au niveau de certaines surfaces, de protéines plasmatiques ou sériques particulièrement instables.

L'agglutination des globulins aux particules étrangères ne résulterait donc pas de l'adhésion de la surface propre, de la surface nue des plaquettes à la surface nue des particules ; elle dépendrait, selon moi, d'un accolement intime, d'une fusion de l'atmosphère plasmatique entourant les plaquettes au revêtement protéinique adsorbé par des corps étrangers opsonisés, et floculé à leur surface.

Comment cette fusion s'opère-t-elle ?

Dans son mémoire consacré au rôle de l'adsorption dans certains phénomènes biologiques, Gengou a fourni de nombreux exemples d'adhésion de colloïdes à des particules insolubles, organiques ou inorganiques, en suspension dans divers liquides ; il a montré que la formation de pareils complexes peut aboutir soit à la dissémination, à la dispersion des éléments de la suspension, soit, au contraire, à leur agglutination. Considérons une émulsion de globulins en solution physiologique : elle représenterait, selon mon hypothèse, une suspension de

particules organiques stabilisées par l'adsorption, à leur surface, d'une atmosphère colloïdale d'origine plasmatique. Coagulons, au moins partiellement, cette atmosphère : aussitôt, la stabilité de l'émulsion diminuera et, de fait, le chauffage à 60-65° d'une suspension de globulins en solution physiologique entraîne l'agglutination de ces éléments les uns aux autres.

Ce serait d'un phénomène analogue que dépendrait l'emplaquettement des particules étrangères. La floculation des colloïdes opsonisants pouvant se transmettre par contact à des colloïdes semblables, dès que l'atmosphère d'un globulin entre en rapport avec une surface opsonisée, l'équilibre de cette atmosphère serait rompu : il s'en suivrait une certaine floculation des colloïdes entourant le globulin, une diminution de leur pouvoir dispersant et l'accolement à la surface opsonisée, accolement que la floculation au contact même de cette surface rendrait plus intime encore. Une grande partie, sinon la totalité de l'atmosphère colloïdale participant à cette floculation, on comprend dès lors que des globulins fixés à des particules étrangères puissent, à leur tour, fixer d'autres globulins et qu'ainsi de véritables houppes de plaquettes se forment autour d'un corps étranger unique, houppes dont beaucoup d'éléments n'ont aucun rapport direct avec la surface opsonisée.

L'agglutination des globulins serait donc, en dernière analyse, fonction de l'atmosphère plasmatique adsorbée par ces éléments ; elle serait, dans son essence, humorale et non cellulaire.

Le rôle mécanique des globulins dans l'immunité, leur intervention dans l'hémostase spontanée et l'anaphylaxie dépendent, nous l'avons vu, de leur agglutination. Celle-ci nous est, d'autre part, apparue comme un phénomène passif, de nature extrinsèque, humorale. Les globulins participeraient donc, selon nous, aux phénomènes que nous avons considérés jusqu'ici d'une façon secondaire, médiate, en servant de support à une atmosphère d'origine plasmatique, atmosphère dont la composition diffère vraisemblablement de celle du plasma en raison même des lois de l'adsorption, peut-être aussi — mais c'est là pure hypothèse — du fait d'une sécrétion des plaquettes sanguines.

Considérons maintenant d'autres propriétés des globulins et de leurs extraits.

V. — Les globulins secrètent-ils des ferments ?

La participation des globulins à l'immunité, la présence de substances bactéricides dans les plaquettes de certains mammifères (Gruber et Futaki), leur incorporation au caillot rendaient intéressante la question de savoir si ces éléments secrètent des ferments. Abderhalden et Deetgen ont trouvé, dans les globulins du cheval, une diastase dédoublant les polypeptides. Par contre, Barreau n'est arrivé à mettre en évidence aucun

ferment peptique, tryptique, lipolytique, amylolytique ou autolytique dans les plaquettes du cheval, du bœuf et du lapin; le seul ferment qu'il y découvrit est un ferment catalytique, de présence banale dans toute substance vivante. Me rappelant que les polynucléaires, riches en ferments protéolytiques chez les carnivores, n'en contiennent pas chez le cheval, les rongeurs et les oiseaux, j'ai repris, avec de nouvelles techniques, la recherche des ferments protéo- et lipolytiques dans les globulins du lapin et du chien : mes résultats, confirmant partiellement ceux de Barreau, ont été négatifs.

VI. — ACTION HYPOTENSIVE ET VASOMOTRICE DE L'EXTRAIT DE GLOBULIN.

a) Le Sourd et Pagniez ont montré que l'injection d'extrait aqueux de plaquettes de lapin détermine, chez un animal de même espèce, une chute profonde de la pression artérielle ; le principe actif, thermostabile, est soluble dans l'alcool ; son injection ne détermine pas de skeptophylaxie. D'autre part, les mêmes auteurs, bientôt confirmés par Tomasinelli et Frondoni, ont établi que, dans l'espèce humaine, le nombre des globulins est grand chez les hypotendus, faible au contraire chez les hypertendus. Fallait-il conclure à un lien de cause à effet entre ces deux phénomènes ? Pour résoudre ce problème, j'ai recherché l'action qu'exerce sur la pression carotidienne du chien, l'extrait aqueux des plaquettes de différents mammifères : alors que chez cet animal également, l'extrait des globulins de lapin est fortement hypotenseur, celui des plaquettes du chien et de l'homme est absolument inactif. Il semble donc que, conformément à la suggestion de Tomasinelli et Frondoni, il faille plutôt faire dépendre les variations numériques des globulins de la pression artérielle que celle-ci de la plus ou moins grande richesse du sang en plaquettes.

b) L'action hypotensive de l'extrait aqueux de globulins de lapin paraissait peu conciliable avec le fait, observé par de nombreux auteurs (Stewart et Zucker, Le Sourd et Pagniez, etc.), que l'extrait de plaquettes des mammifères, et surtout du lapin (Clark et Gross) exerce une action vaso-constrictive nette sur des lambeaux artériels. Cette apparente contradiction disparaît lorsque l'on étudie l'action vaso-motrice de l'extrait de globulins de lapin au moyen de procédés plus adéquats : oncométrie, méthode des trois manomètres de Nolf, méthode des circulations artificielles. Le plus souvent alors, cet extrait est nettement vaso-dilatateur ; mais son action sur certains organes, comme la rate, tend à faire admettre que la vaso-dilatation généralement observée est la résultante d'une dilatation intense du réseau capillaire et d'une contraction, plus faible dans son ensemble, des artères et des veines. L'action vaso-motrice de l'extrait de globulins serait donc semblable à celle de l'histamine selon Dale (Roskam).

Des expériences en cours nous apprendrons peut-être si un rôle

physiologique des globulins correspond à ces actions hypotensive et vaso-motrice de leurs extraits.

Telles sont les notions dont les derniers travaux des expérimentateurs belges ont enrichi la physiologie des globulins. Si leurs recherches ne nous ont pas révélé la fonction particulière de cet élément dans l'organisme, du moins ont-elles contribué à préciser son intervention dans maints phénomènes importants de la biologie des mammifères.

BIBLIOGRAPHIE

On trouvera la bibliographie détaillée de ces différents problèmes dans : Mouzon, Les plaquettes du sang humain. *Th.*, Paris, 1921, et dans : J. Roskam, Contribution à l'étude de la Physiologie normale et pathologique du globulin (plaquette de Bizzozero). *Arch. intern. de Physiol.*, XX, 1923.

A cette bibliographie, il convient d'ajouter les travaux suivants parus depuis :

Govaerts, Accolement des microbes aux plaquettes sanguines et charges électriques. *C. R. Soc. Biol.*, LXXXVIII, 1923.

Pesci, Recherches expérimentales sur la théorie de l'anaphylaxie. *Journ. de Physiol. et de Pathol. génér.*, XIX, 1921.

Roskam, De l'action, sur la pression sanguine, de l'extrait aqueux de globulins (plaquettes de Bizzozero). *C. R. Soc. Biol.*, XC, 1924. — De l'action, sur le calibre vasculaire, de l'extrait aqueux de globulins (plaquettes de Bizzozero). *Ibid.*, XC, 1924. — Les globulins (plaquettes de Bizzozero) contiennent-ils des ferments protéolytiques et lipolytiques? *Ibid.* XCI, 1924.

Zunz et Govaerts, Action du sérum antiplaquettique sur l'anaphylaxie sérique. *C. R. Soc. Biol.*, LXXXV, 1921.

M. IDE

Professeur à l'Université de Louvain

LE SYSTEME NERVEUX METASYMPATHIQUE

Nous appelons metasympathique, avec notre collègue Nélis, le plexus nerveux local des organes sur lequel viendraient aboutir les deux branches para- et orthosympathiques du système nerveux végétatif.

Nous nous occuperons spécialement du tube digestif. Le métasympathique existe-t-il, d'abord ? La plupart des anatomistes le croient. Parmi les physiologistes, Magnus le localise dans le plexus d'Auerbach, Ischikawa, étudiant le mégacolon hypertrophique, l'admet aussi.

Mais beaucoup ne semblent pas y croire ou y penser. D'abord ceux qui cherchent quelle fibre ortho- ou parasympathique aboutirait sur les muscles, comme Gaskell, Boeke, Agduhr. Or, cette hypothèse est illusoire, ce ne pourrait être que la parasympathique postganglionnaire, mais alors, où aboutirait l'orthosympathique ? Sur le synapse du parasympathique ? Ce n'est guère admissible. D'autres ont espéré voir chaque fibre végétative aboutir sur le muscle (De Boer, Maier) : la découverte de la seconde innervation de Boeke les a encouragés, mais Boeke et Agduhr n'ont jamais vu qu'une seule fibre accessoire hypolemnale, et jamais deux. Boeke admettrait que la majeure partie des accessoires serait orthosympathique et la faible partie serait parasympathique, mais ce partage est difficile à concilier avec la physiologie.

Nous croyons que le métasympathique existe et que sur lui aboutissent les deux végétatifs ; ainsi le méta qui préside aux réflexes locaux reçoit les ordres des centres supérieurs : il peut les accepter pour une coordination générale de réflexes, il peut les refuser quand il est en lutte urgente contre une irritation locale.

La preuve anatomique serait meilleure par la dégénérescence des ortho- et des parasympathiques : mais les neurones vagues périphériques sont difficiles à atteindre.

En attendant, la pharmacodynamie, qui a si bien servi à déchiffrer le système végétatif, pourra peut-être servir aussi à prouver l'existence du métasympathique. Il faudrait montrer que certains poisons influencent les organes de telle façon qu'on ne puisse l'expliquer ni par le système végétatif, ni par une action directe sur les muscles.

Ce sont des faits pareils que nous croyons apporter ici ; les expériences seront publiées *in extenso* dans les Archives internationales de pharmacodynamie par mes élèves D'Haenens et Warmoes.

Il s'agit d'expériences faites principalement sur l'intestin de lapin, isolé selon la méthode de Magnus.

On connaît l'influence des deux branches végétatives sur les contractions intestinales : le vague les excite, l'orthosympathique les inhibe, il n'y a pas de doute là-dessus.

En conséquence, l'adrénaline inhibe, l'atropine affaiblit les spasmes, la pilocarpine et la choline les provoque, mais l'atropine coupe les effets de ces deux derniers; le même antagonisme a été affirmé pour l'érésine-atropine. *In vivo* sur l'animal entier, il en est bien ainsi : *in vitro*, sur l'intestin en suspension dans un bain de Locke, il en est *souvent* de même.

Mais nous sommes tombés sur une circonstance où ces poisons agissent tout autrement : cette circonstance est facile à réaliser, il suffit d'ajouter d'abord au bain suffisamment d'adrénaline pour arrêter les contractions de l'intestin (effet orthosympathique).

Alors, on rencontrera avec une fidélité surprenante les faits suivants : l'*atropine* au lieu d'aider l'adrénaline, réveille de vives contractions,

la *pilocarpine*, au lieu d'être excitante, affaiblit les contractions, et on se trouve devant ce paradoxe (effets contraires de ce qu'on obtient régulièrement quand l'adrénaline est absente), ici la pilocarpine affaiblit les contractions et c'est l'atropine qui les exalte.

L'*érésine* exalte les contractions et l'atropine ne fait qu'accentuer l'effet de l'érésine : c'est d'ailleurs ainsi que cela se passe même sans la présence d'adrénaline, et c'est le premier effet anormal qui nous a poussé à chercher plus loin. Explique qui pourra, sans intermédiaire métasympathique.

L'action d'autres poisons nerveux n'est pas moins suggestive, même en l'absence d'adrénaline.

La *cocaïne* excite d'abord sans que l'atropine coupe son excitation, puis elle paralyse de façon irrémédiable, alors que l'électricité ou le barium peut encore mettre les muscles en spasme : elle a coupé les fibres nerveuses allant vers les muscles.

La *nicotine* à 1 0/00, à la dose qui coupe les synapses, paralyse aussi de façon irrémédiable, sans avoir tué les muscles. Elle a aussi d'abord excité par une voie que l'atropine ne coupe pas. Cela ne s'explique naturellement que par l'existence de centres réflexes au-delà des voies végétatives.

La *strychnine*, le poison convulsifiant des centres nerveux, exalte au plus haut point les spasmes intestinaux, l'atropine ne les coupe pas : au contraire, en présence d'adrénaline, l'atropine et la strychnine surenchérissent l'une sur l'autre.

Les médicaments électifs des organes périphériques se montrent ici très violents (en présence d'adrénaline).

La *digitale* excite les contractions, sans que l'atropine les inhibe ; mais on arrive vite à la mort pour des doses qu'on injecte impunément dans le sang de l'animal entier.

La *quinine* excite et tue à des doses qui correspondraient à moins de 25 centigrammes pour nos 5 litres de sang.

L'*ergotamine* est aussi très toxique.

On nous objectera sans doute : « c'est un effet musculaire, peut-être ! » Nous obtenons ces effets aux doses qui agissent sur les nerfs (mais autrement) en l'absence d'adrénaline : les poisons nerveux, en général, n'atteignent les muscles qu'à des doses décuples au moins.

De plus, ici, nous trouvons des effets contraires à ceux qu'on attribue aux muscles : à haute dose, l'atropine curarise, la pilocarpine excite, la digitale paralyse. Or, ici, l'atropine excite, la pilocarpine affaiblit et la digitale exalte.

L'hypothèse d'un système métasypathique rend tous ces phénomènes très explicables, et sans elle c'est le chaos.

Quand les fonctions du métasympathique se manifesteraient-elles dans la vie normale et pathologique ?

Peu ou pas dans les organes sains, soumis à aucune difficulté ; mais

elles prédomineraient dans les organes irrités ou intoxiqués. Le métasympathique serait le centre des luttes locales.

En effet, les remèdes du système nerveux végétatif font faillite dans les lésions des organes.

Et il y a une circonstance de laboratoire où cela devient aussi évident, au moins pour l'intestin. Immédiatement après la mort, les intestins de lapin et de chien montrent les plus vives péristaltiques ; l'intestin lutte contre un poison agonique, et ni l'atropine, ni l'adrénaline ne coupent ces contractions postmortelles : par contre, la cocaïne et la nicotine les arrêtent nettement, tandis que la strychnine les rend d'une violence exceptionnelle.

Le mégacolon hypertrophique étudié par Ischikawa, se produit quand les voies parasympathiques sont coupées : alors, cet intestin ne parvient plus à coordonner l'expulsion des matières, mais chaque partie lutte contre son contenu et s'hypertrophie dans sa musculature. Chose curieuse, il est avéré qu'alors, les purgatifs restent inefficaces, et c'est la strychnine qui réussit le mieux.

Nous croyons que la pathologie et la thérapeutique seront fort éclairées quand on admettra dans leur jeu le système nerveux métasympathique. Au premier plan, nous comprendrons les dangers communs de tous les anesthésiques locaux, les mauvais effets de la digitale parfois, et les surprises de la quinine pour le cœur : et, d'autre part, nous admettrons certains succès de la strychnine, que son action médullaire n'explique pas.

L'hypothèse du métasympathique est à fouiller dans tous les organes, la pharmacodynamie est à même de reprendre ici son rôle d'explorateur. Elle est aussi la plus intéressée en la matière, car nous ne pourrions négliger plus longtemps l'action des poisons les plus usuels sur un système nerveux intermédiaire entre le système végétatif et le muscle.

J. DEMOOR
Professeur à l'Université de Bruxelles.

LE RYTHME DU CŒUR

On sait que la contraction cardiaque débute dans l'oreillette droite, au niveau de l'orifice de la veine cave supérieure ; mais on ignore pourquoi et comment elle s'y produit et s'y renouvelle régulièrement.

Comme l'activité persiste normale dans le cœur isolé, convenablement irrigué, il est certain qu'elle a son origine dans les seules propriétés tissulaires entretenues par le liquide de perfusion. On admet souvent que la succession des systoles et des diastoles est due à l'intervention d'une stimulation ayant une périodicité identique à celle du rythme cardiaque et qui provoquerait les ripostes du tissu musculaire. Le cœur se contracterait en réalité parce que, périodiquement, l'ordre d'agir surgirait de la mystérieuse irritabilité qui siège ou dans le système nerveux de l'organe ou dans son système musculaire.

Mais cette conception suppose qu'une fonction stabilisée existe dans l'organe, née de l'intervention intermittente d'excitations qui éveillent des réactions autonomes. Ainsi se déroulent en réalité les choses dans un ensemble neuro-musculaire différencié qui produit des réflexes s'enchaînant ensuite dans le temps.

Or, une telle interprétation ne correspond pas à nos connaissances sur la structure du cœur et son activité.

L'étude de l'anaphylaxie locale, à côté de bien d'autres, a, en effet, démontré que le cœur a des propriétés changeantes qui peuvent intensifier ou affaiblir ses sensibilités caractéristiques vis-à-vis des antigènes ayant provoqué la transformation organique. Le complexe humoral du cœur se modifie dans ces circonstances, en même temps que toutes les humeurs subissent de notables changements.

Le milieu chimique du cœur est fluctuant au cours des états d'allergie. N'est-on pas, dès lors, autorisé à envisager cette variabilité au point de vue physiologique, et à lui attribuer éventuellement une certaine importance dans le travail régulier de l'organe ?

Quelle que soit la valeur de l'hypothèse, l'expérience démontre que l'extrait aqueux du cœur de la grenouille ou du cœur de la tortue modifie l'activité cardiaque de la grenouille, de même que les extraits du cœur du chien influencent typiquement celle du lapin.

Le milieu humoral du cœur jouit donc de propriétés biologiques déterminées. Il est, dès lors, intéressant de chercher si les extraits des différentes régions de l'organe sont identiques. En réalité, il n'en est rien. En effet, l'extrait de l'oreillette droite du chien exagère l'intensité et la vitesse des contractions du cœur de lapin, tandis que celui de l'oreillette gauche ne produit pour ainsi dire aucun effet, et que celui des ventricules est nettement déprimant.

Retenons que l'extrait de l'oreillette droite intensifie le travail du cœur et qu'il est le seul à le faire ; rappelons-nous aussi que l'oreillette droite est l'origine du travail rythmé ; et fatalement nous nous demanderons aussitôt si un rapport de causalité n'existe pas entre ces deux données.

Il est relativement facile de scruter la physiologie des divers territoires du cœur, du moins en ce qui concerne les oreillettes, car les oreillettes

droite et gauche, complètement isolées, travaillent très bien dans le sérum de Locke glucosé.

L'oreillette droite bat, tout comme le cœur entier ; elle répond aux chocs d'induction en séries, par des réactions tétaniformes, cessant dès que l'excitant finit d'agir.

L'oreillette gauche (sans septum interauriculaire), après une inertie de 60 ou 75 minutes, produit pendant des heures, des secousses plus ou moins violentes, irrégulières et apériodiques ; ses réactions, d'ordre fibrillatoire ou trémulatoire, aux chocs en séries, persistent un certain temps après l'intervention de l'excitant.

Les allures des deux oreillettes sont donc très dissemblables. La cause de cette différence est d'ailleurs facile à dépister. L'ablation d'un territoire auriculaire de surface très limitée, situé en dessous de l'orifice de la veine cave supérieure, entraîne l'arrêt immédiat des battements de l'oreillette droite, qui se comporte alors comme une oreillette gauche, provoque bientôt des secousses apériodiques et manifeste des « réactions consécutives » sous l'influence des chocs d'induction. Toutes les expériences faites à ce propos sont concordantes et permettent de dire que toute partie des oreillettes qui restent en connexion avec la région avoisinant l'orifice de la veine cave supérieure se comporte comme l'oreillette droite normale, et que tout tissu auriculaire séparé de ce territoire a l'allure de l'oreillette gauche.

La région remarquable de l'orifice de la veine cave supérieure, renferme le nœud de KEITH-FLACK, partie essentielle du tissu nodal, dont la distribution, quoique bien connue dans ses parties essentielles, n'a cependant pas encore été complètement décrite par les anatomistes. Or, cette même région auriculaire joue le rôle de facteur-déterminant des propriétés d'irritabilité caractéristiques du tissu cardiaque normal, et d'agent provocateur du mouvement rythmé, régulier et rapide du cœur. — Il n'est donc pas illogique de considérer le nœud de KEITH-FLACK comme le point de départ des particularités fonctionnelles du tissu qui est en rapport avec lui ; particularités qui s'évanouissent aussitôt que l'association est rompue, le tissu libéré manifestant alors une activité très différente de celle qui lui était imposée jusque-là par le nœud, déjà dénommé le pace-maker par FLACK.

Cette idée est justifiée par les résultats des expériences poursuivies sur les deux oreillettes droite et gauche, détachées des ventricules, mais adhérentes l'une à l'autre, et ultérieurement disjointes, grâce à quelques sections successives.

Les deux oreillettes réunies battent synchroniquement et répondent identiquement aux chocs. Au cours du sectionnement progressif, elles conservent toutes deux la même allure aussi longtemps qu'un pont, quelque mince qu'il puisse être, les unit. Mais dès que l'isolement est total, elles manifestent leurs propriétés caractéristiques.

Cette expérience, après toutes les autres déjà décrites, prouve que l'irritabilité fondamentale du tissu auriculaire, caractérisée par la secousse apériodique et la « réaction consécutive » aux chocs d'induction, la même dans toute l'étendue des oreillettes, est physiologiquement modifiée — rythmée et uniformisée — par l'influence du nœud de KEITH.

L'extrait de l'oreillette droite, nous l'avons vu, a un pouvoir spécial. Ce pouvoir ne lui serait-il pas donné par l'extrait du nœud de KEITH qu'il renferme ?

Pour obtenir l'extrait de nœud, il faut utiliser exclusivement la région auriculaire remarquable de la veine cave supérieure. L'extrait obtenu par l'alcool, après action préalable de l'acétone, a une activité très manifeste.

Il suffit, en effet, d'ajouter la substance ainsi isolée, conservée à sec, et dissoute seulement au moment de l'expérience, au bain dans lequel une oreillette gauche produit depuis des heures ses secousses typiques pour obtenir immédiatement une activité rythmée cardiaque normale. Ainsi est prouvé que le système humoral du nœud est capable de modifier le travail spontané du muscle cardiaque et de lui donner toutes ses qualités définitives.

Rien ne permet de penser que la substance active soit périodiquement élaborée par le nœud, et rythmiquement évacuée ensuite vers la trame contractile. Les expériences font croire, au contraire, qu'elle est formée d'une façon continue, et qu'elle impressionne constamment le tissu auriculaire.

L'influence du nœud se communique aux tissus gauches par le plus délicat faisceau myocardique qu'il soit possible de réaliser expérimentalement : un système morphologique, spécialement différencié, n'est donc pas nécessaire à sa transmission.

Tous ces faits plaident en faveur de l'intervention physiologique d'un réglage humoral au cours du travail du cœur.

Le tissu auriculaire sans nœud de KEITH, exploré dans les conditions expérimentales habituelles, produit des secousses spontanées et des ripostes typiques aux chocs d'induction.

Ce même tissu, physiologiquement en rapport avec le nœud, ou soumis à l'action des substances extraites du nœud par l'alcool, donne lieu à des battements rythmés identiques à ceux du travail cardiaque normal, et répond aux chocs d'inductions ainsi que le fait le cœur lui-même.

Voilà le fait essentiel.

Le rythme du cœur n'est donc pas le résultat de l'action d'excitants mystérieux périodiques qui sollicitent à intervalles réguliers le myocarde; il est l'expression de la modification, sous l'influence des substances provenant du nœud et peut-être du tissu nodal, de la propriété

fondamentale du tissu cardiaque de produire des secousses irrégulières.

Sa régularité est fonction des propriétés physico-chimiques des tissus, d'ailleurs variables, comme l'a démontré RYLANDT, influencées humoralement par les substances actives d'origine nodale.

(*Institut de Physiologie, Université de Bruxelles.*)

Edgard ZUNZ

Professeur à l'Université de Bruxelles.

LE METABOLISME DE BASE

Les physiologistes comprennent sous ce nom la dépense énergétique inéluctable, l'apport absolument nécessaire pour l'entretien d'une vie normale. Pour pouvoir mesurer cette valeur, il importe de supprimer complètement ou, si cela est pratiquement impossible, de réduire au minimum les dépenses contingentes occasionnées par le travail digestif, le travail extérieur et la régulation de la température. On ne peut y parvenir qu'en faisant des mesures calorimétriques de personnes placées dans un bain à 36° et respirant de l'air saturé d'eau à 36°, ainsi que Jules Lefèvre l'a nettement mis en évidence. Mais la méthode du bain à 36° est passible de critiques au point de vue de son utilisation dans certains états morbides et la respiration d'air saturé d'eau à 36° est souvent supportée difficilement. Ces considérations et les nécessités de la pratique médicale ont amené Francis G. Benedict (de Boston), Graham Lusk et Eugen F. Du Bois (de New-York) ainsi que leurs collaborateurs, à une conception un peu différente du métabolisme de base. On entend d'habitude en clinique aux Etats-Unis et ailleurs, par cette expression, *la quantité de chaleur, exprimée en grandes calories, produite par heure et par mètre carré de surface du corps, lorsque le sujet est au repos complet, à jeun depuis quatorze à seize heures, dans une atmosphère à température moyenne de* 16° *suffisamment couvert pour n'avoir à réagir ni contre le froid ni contre la chaleur du milieu extérieur.*

Le métabolisme de base ou métabolisme fondamental, ainsi compris, est une valeur toute conventionnelle qui correspond à l'énergie d'entretien de Lefèvre, c'est-à-dire: 1° à l'énergie physiologique minimum ou à

la dépense continue provenant de la combustion propre de toutes les cellules et de l'activité des fonctions (circulation, respiration, sécrétions, tonus musculaire) indispensables au maintien de l'existence, ainsi que des réactions provoquées par l'apport alimentaire dans l'intimité des tissus ;

2° A la chaleur de thermogénèse ou chaleur complémentaire de défense contre le froid, utilisée par l'organisme pour maintenir sa température, malgré les différences entre la température interne du corps et celle de l'air ambiant.

D'après Krogh, le métabolisme réel de base ne correspond qu'aux trois quarts environ du métabolisme de base des cliniciens. Il propose de désigner cette dernière valeur sous le nom de « métabolisme étalon », parce qu'elle permet de comparer les diverses variations du métabolisme amenées par l'activité fonctionnelle à une quantité déterminée toujours dans les mêmes conditions expérimentales.

On estime le métabolisme de base par calorimétrie directe ou par calorimétrie indirecte. La première méthode consiste à mesurer directement la chaleur dégagée, la seconde à déterminer les échanges respiratoires et à calculer, en partant de cette donnée, la quantité de calorique émise par l'organisme. Il existe des procédés classiques de thermochimie respiratoire et de calorimétrie bien connus des physiologistes. Ces appareils sont compliqués et d'un maniement délicat. Aussi s'est-on efforcé en clinique de simplifier la technique en négligeant malheureusement parfois la précision indispensable des mesures. On compare les valeurs obtenues aux valeurs normales établies par Aub et Du Bois, Harris et Benedict, Dreyer et Stoner pour les adultes, par divers auteurs pour les nouveau-nés, les enfants et les adolescents. On exprime les résultats obtenus en pour 100 des valeurs normales de comparaison.

Le métabolisme de base est influencé par de nombreux facteurs :

1° L'état de nutrition du sujet et le régime suivi pendant les jours qui précèdent la détermination du métabolisme de base : Un régime riche en aliments excitant les échanges (protéines, sucres cétoniques) accroît le métabolisme fondamental.

2° La nature et l'intensité du travail fourni pendant les jours qui précèdent la détermination du métabolisme de base : L'entraînement sportif augmente le métabolisme fondamental.

3° L'âge : La production quotidienne de chaleur reste relativement constante du deuxième au huitième jour, puis s'accroît brusquement en passant de 1.75 à 1.88 calorie par kilogramme et par heure à 2.14. La dépense inéluctable croît ensuite jusqu'au milieu de la seconde année environ, puis diminue peu à peu jusqu'à la vingtième année. Le métabolisme de base reste à peu près constant jusqu'à trente ou quarante ans ou davantage, pour s'abaisser par la suite très lentement. Il représente, à quatre-vingts ans, environ les 7/8 du chiffre constaté entre vingt et trente ou quarante ans.

4° Le sexe : A partir du moment où l'enfant atteint dix à douze kilogrammes, le métabolisme de base est plus élevé d'environ 7 0/0 dans le sexe masculin.

On admet parfois une légère augmentation prémenstruelle du métabolisme de base et une légère diminution pendant ou immédiatement avant la menstruation. Le métabolisme propre des mammifères s'accroît pendant la grossesse et cette augmentation se poursuit pendant la lactation. Il paraît en être ainsi, mais à un moindre degré, chez la femme.

5° *Le climat* : D'après certains auteurs le métabolisme de base à les mêmes valeurs dans les pays tempérés et tropicaux. Selon d'autres observateurs, le métabolisme fondamental est abaissé dans les régions tropicales pour les personnes acclimatées.

6° *La race* ; On n'observe pas de variations entre les individus appartenant à diverses races humaines (colorées ou non) habitant le même pays.

7° *L'activité circulatoire et respiratoire* : L'élévation du métabolisme de base s'accompagne d'augmentation du nombre des pulsations et des mouvements respiratoires et d'accroissement de la pression différentielle, c'est-à-dire de la différence entre les pressions artérielles systolique et diastolique.

Le calibre des vaisseaux cutanés et le volume plus ou moins considérable de sang qui circule en l'unité de temps dans la peau et les tissus sous-jacents intervient dans la régulation de la température de notre organisme.

8° *La fièvre* : Elle accroît le métabolisme de base par suite de l'élévation de la température et de l'accroissement de la destruction des protéines de l'organisme.

9° *Divers médicaments* : Chez l'homme, l'injection sous-cutanée de morphine diminue, celle d'une forte dose de caféine augmente le métabolisme de base.

10° *L'état des glandes à sécrétion interne* : La détermination de l'intensité du métabolisme de base ou métabolisme fondamental a acquis une importance de tout premier plan dans le diagnostic et le traitement des affections du corps thyroïde, dont la sécrétion interne joue un rôle si important dans la régulation de l'organisme. Dans les maladies de cet organe, le calcul de la dépense d'après la surface du corps fournit de bons résultats. Mais il n'en est pas toujours ainsi; et l'estimation de la dépense à jeun et au repos par heure et par mètre carré paraît donner des résultats très aléatoires lorsqu'il s'agit de comparer un individu à lui-même à diverses périodes d'un état morbide qui se caractérise par de grandes différences de poids, comme c'est le cas pour le diabète. Il se peut qu'en pareille occurrence, le clinicien doive préférer le calcul des calories dépensées à jeun par kilogramme et par heure, ainsi que L. Hédon le pense. C'est également ce mode de calcul que justifient

les recherches de Terroine, Brenckmann et Feuerbach quand il s'agit d'étudier les variations dans le temps du métabolisme fondamental d'un même sujet lors de modifications de poids importantes, telles que celles provoquées par l'inanition partielle ou complète.

Dans la pratique courante, on est obligé de comparer les valeurs obtenues lors de la recherche du métabolisme de base dans les divers états morbides avec les valeurs normales proposées par Benedict et Harris, Aub et Du Bois, Dreyer. Il y a grand intérêt à poursuivre les déterminations de la dépense calorique à l'état normal, de manière à disposer d'un grand nombre de chiffres aux divers âges et à rendre ainsi de plus en plus exactes les valeurs normales de comparaison.

L'action calorigène si intense de la thyroxine est influencée par toute une série de glandes à sécrétions internes. Le lobe postérieur de l'hypophyse et les glandes génitales paraissent agir synergiquement avec la thyroxine. Peut-être en est-il de même du thymus. Les capsules surrénales semblent exercer une influence régulatrice sur l'activité du corps thyroïde. L'adrénaline possède, en outre, une action calorigène propre, de loin inférieure à celle de la thyroxine. Il se peut que la rate et le foie interviennent aussi dans les échanges respiratoires en agissant sur les fonctions du corps thyroïde. On est loin d'être fixé sur toutes les interrelations entre ces diverses glandes à l'état normal.

Aussi ne faut-il pas s'étonner si l'accord n'est pas encore complètement établi sur les variations du métabolisme de base dans bon nombre de maladies, et surtout sur les causes des modifications de la dépense de fond dans certains états morbides.

Le métabolisme fondamental est accru dans la fièvre, l'hyperthyroïdie, l'acromégalie, la leucémie, l'anémie pernicieuse. Il est diminué dans l'hypothyroïdie, l'insuffisance hypophysaire, l'insuffisance ovarienne non compliquée d'hyperthyroïdie.

Souvent plusieurs sécrétions internes interviennent au cours d'un processus morbide et influencent la dépense de fond, tantôt dans le même sens, tantôt en sens opposé. La fièvre, l'accroissement du travail cardiaque et respiratoire, l'augmentation de la vitesse du courant sanguin périphérique, d'autres facteurs encore entraînent une élévation du métabolisme de base. La dénutrition diminue, au contraire, le métabolisme fondamental, sauf si l'organisme combure ses propres protéines, ce qui a pour conséquence l'accroissement de la dépense de fond. Ces diverses circonstances ne permettent pas toujours de se rendre exactement compte des modifications du métabolisme de base provoquées par le processus morbide lui-même. Aussi convient-il d'être très réservé à cet égard dans bien des maladies.

Les nombreuses investigations expérimentales et cliniques auxquelles a donné lieu le métabolisme de base ont déjà permis de mettre en évidence bien des faits intéressants et bien des données utiles pour le diagnostic et le traitement. Mais il reste encore de nombreux points

obscurs ou controversés, souvent parce que les recherches n'ont pas été effectuées avec une rigueur suffisante. Il importe de multiplier les déterminations du métabolisme de base che l'homme sain et chez l'homme malade en s'attachant strictement aux conditions indispensables de jeûne et de repos, et en suivant une technique irréprochable. On parviendra ainsi, peu à peu, à mieux comprendre le réglage de la production et de la dépense de chaleur dans les conditions normales et pathologiques.

Dr Henri DE WAELE

Professeur de physiologie à l'Université de Gand

LES PHENOMENES DE CHOC

Le titre : les phénomènes du choc, est, je le reconnais, assez vague. Car il y a le choc anaphylactique, le choc chirurgical, le choc nerveux : bref, le mot s'applique à une série d'états différents, et je voudrais préciser quelles sont les relations entre ces états différents et montrer que le choc est, en somme, un syndrome complexe, mais qui le semble surtout parce que, d'après les circonstances où il se produit, tel ou tel élément prédomine et donne à l'ensemble un aspect plus ou moins différent que, tour à tour, on a voulu considérer comme typique pour l'ensemble.

Un autre mode de division du phénomène, auquel je me rallie complètement, sur la base de mes recherches personnelles, a été proposé par des auteurs américains et anglais : ils distinguent un choc primaire et un choc secondaire.

Nous tâcherons de passer rapidement les principales formes en revue, analysant les théories auxquelles elles ont donné lieu et, chemin faisant, nous verrons ce que la pratique a pu y emprunter.

La forme la plus simple du choc primaire est réalisée par l'expérience classique de Goltz, qui date de 1862 : si sur une grenouille l'on vient à porter un coup sur l'un des organes abdominaux, préalablement exposés à l'air pendant quelques instants, le cœur s'arrête en diastole, ce qui ne se produit plus quand les pneumogastriques ou vagues ont été coupés. Un autre cas typique, c'est celui du boxeur qui reçoit un coup à l'épigastre.

Cet effet d'excitation du vague est un symptôme constant, on le trouve dans le choc traumatique simplement nerveux, le vague réagit à une excitation périphérique. On le trouve dans le choc anaphylactique, dans le choc peptonique du chien. Tous les tracés indiquent presque aussitôt après l'injection, un ralentissement cardiaque avec tendance à baisse de pression. Le plus souvent, cela est précédé d'une courte élévation de pression et pour ma part j'ai vu se produire l'excitation du vague surtout dans les cas où s'était produite d'abord l'élévation de pression et l'on sait que toute hausse de pression (par exemple après l'injection d'adrénaline) retentit sur le centre du vague en ralentissant par exemple le cœur et en troublant le rythme respiratoire.

Biedl et Kraus avaient attribué à l'excitation du vague le symptôme si caractéristique pour le choc du cobaye : la dilatation pulmonaire aiguë. Nous croyons avoir montré qu'au contraire celle-ci est produite pendant une phase de parésie du vague qui suit. Cette crise aiguë asthmatique est particulière au cobaye du fait d'une disposition anatomique spéciale de la circulation cérébrale (exiguité des artères vertébrales). La ligature des carotides chez cet animal donne tous les troubles du centre du vague que l'on a attribués au choc.

Bref, l'excitation du vague ne suffit pas pour expliquer le choc : Richet dit de façon expresse : chez un animal souffrant de faim ou de maladie, en état d'hémorragie forte ou d'anesthésie, jamais l'excitation du vague n'a suffi pour entraîner l'arrêt du cœur.

D'ailleurs, cette excitation du vague est toujours de courte durée, elle fait baisser brusquement la pression sanguine et de ce fait l'excitabilité du centre du vague diminue sans tarder.

La paralysie, ou mieux la parésie du centre du vague est le second symptôme qui se retrouve dans la plupart des formes du choc et a une durée assez longue. Ainsi, dans le choc du chien, après injection de peptone, de nucléine et d'autres substances, une section des deux vagues n'accentue pas l'accélération cardiaque, tandis que le bout périphérique reste relativement excitable : la parésie est donc surtout centrale et il ne paraît pas impossible que la parésie du centre du vague relève avant tout de la baisse de la pression sanguine. En effet, l'injection de nitrite d'amyle dans le bout périphérique de la carotide produit la vasodilatation et le ralentissement de la circulation dans le cerveau; cela suffit à provoquer les manifestations classiques de la parésie du vague : accélération du pouls et ralentissement respiratoire. Cornil a signalé, d'autre part, l'abolition du réflexe oculo-cardiaque, c'est-à-dire l'abolition d'une manifestation vagotonique.

Le relâchement des sphincters, manifestation de l'excitation du parasympathique sacré, participe plutôt de l'exagération de l'excitabilité médullaire par l'état asphyctique ; elle ne survient d'ailleurs pas au début du choc.

L'on a évidemment recherché de divers côtés l'influence des poisons agissant de façon spécifique sur le vague et le sympathique.

L'adrénaline et la pituitrine, en relevant la pression sanguine, ne sont cependant pas nettement préventives ni curatives du choc.

La pilocarpine d'une part, l'atropine de l'autre, essayées par Arloing et Dufourt, par Besredka et par nous, apportent des troubles de l'équilibre circulatoire et respiratoire. Elles ont paru favorables en ce sens qu'elles diminuent à des degrés variables l'intensité des manifestations du choc. En présence de la longue parésie du vague, il est logique de songer surtout à la pilocarpine, mais on observe des effets tout à fait insuffisants. Ce n'est donc pas là le nœud de la question.

Arrêtons-nous maintenant à un troisième élément important : la longue baisse de la pression artérielle. Crile avait attribué le choc à un épuisement du centre vasomoteur. Toutefois, on a constaté dans le choc anaphylactique et dans le choc peptonique, que le centre reste excitable, mais avec un effet moindre, soit que l'on excite un nerf sensible, soit que l'on provoque un certain degré d'asphyxie ; enfin les ondulations de troisième ordre (variations du tonus vasculaire) persistent. De même l'excitabilité vasomotrice périphérique est conservée : l'adrénaline produit de la vasoconstriction, mais moins énergique ; il en est de même d'une injection précoce de sel de Baryum. Enfin, Thompson a confirmé par des mesures pléthysmographiques la conservation de l'activité vasomotrice.

Sur la base de sa théorie nerveuse du choc, Crile avait proposé l'anesthésie locale du nerf sensible de la région à opérer de façon à éviter, même sous l'anesthésie générale, la production de réflexes inconscients qui pourraient réagir sur les centres du pneumogastrique ou des vasomoteurs. La pratique de la méthode, vrai contrôle expérimental, vient démontrer que la conception de Crile n'est nullement suffisante pour éviter un choc.

Les anesthésiques ont d'ailleurs donné des résultats contradictoires.

Besredka a protégé par l'éther des cobayes contre le choc déchaîné par des injections *intracérébrales*. Au contraire, la Commission anglaise a observé que l'anesthésie aggrave le choc traumatique et Kopaczewsky insiste sur le fait que les anesthésiques diminuent la tension superficielle, ce qui favorise le choc. La Commission anglaise signale, d'autre part, que le Protoxyde d'azote est moins dangereux. Ceci peut tenir au fait que nous avons pu observer : pendant l'anesthésie à l'éther ou au chloroforme, le vague devient moins excitable, tandis qu'il conserve toute son action pendant l'anesthésie au protoxyde d'azote, semblablement par l'état plus ou moins asphyctique qui accompagne cette anesthésie.

A part la méthode de Crile, la doctrine du choc par épuisement nerveux surtout vasomoteur, conduisit à l'abstention opératoire et on se bornait à un traitement symptomatique : réchauffement des malades

et injections stimulantes. Parmi celles-ci, l'adrénaline n'a pas donné satisfaction : on connaît l'action vasodilatatrice secondaire de cette substance. L'huile camphrée s'est montrée plus efficace. Même Gautrelet et Lemoignic ont proposé de la donner par voie intraveineuse, sans crainte d'embolies graisseuses. L'addition de strychnine nous a paru recommandable.

Une autre interprétation proposée par Nolf et par nous-même pour expliquer la baisse de pression se base sur le fait qu'au début du choc la *coagulabilité du sang augmente considérablement* et que la *proportion de fibrine* s'abaisse. De plus, l'hirudine empêche le choc dans une assez large mesure (Zunz, nous-même). Ne se produit-il pas une précipitation pariétale de fibrine sur les endothéliums. entraînant ainsi la parésie des parois vasculaires ? Nous avons cependant vainement essayé de déceler des dépôts de fibrine à ce niveau dans des coupes microscopiques. De plus, les globulines diminuent aussi, sans coagulation. Enfin, des expériences récentes telles que l'injection de thromboplastine de Parke et Davis nous montrèrent qu'un effet thromboplastique, si intense et si prolongé qu'il soit, ne suffit pas pour déclancher un choc.

Les auteurs qui ont interprété le choc surtout comme un phénomène physique, précipitation de colloïdes, tels Kopaczewsky, Lumière, attribuent aussi un rôle capital à la coagulation : ainsi Kopaczewsky, se basant entre autres sur des observations microscopiques, croit le choc dû à une floculation micellaire, qui, par l'obstruction du réseau capillaire, produit l'asphyxie avec son cortège habituel des symptômes et des lésions.

Un élément important est, certes, l'énorme vasodilatation abdominale, mais un pas de plus fut fait par Dale et Laidlaw, en 1923, à l'occasion de leur étude du choc par l'histamine. Ils observèrent qu'au moment où la pression est devenue basse, le sang s'est concentré en hématies, il y a donc eu sortie de liquide (eau et matières dissoutes) hors des vaisseaux vers les tissus, les globules rouges participent d'ailleurs à cette modification de l'équilibre des liquides (Descamps) ; le cœur reçoit moins de liquide, il bat, pourrait-on dire, à vide. La diminution du volume sanguin maintient la pression basse et affaiblit le travail cardiaque. La perméabilité plus grande des parois vasculaires agit en sens inverse du mécanisme d'appel de liquide qui, sinon restaure la pression sanguine après une hémorragie.

Cette diminution de la masse du sang fut retrouvée par nous-même dans le choc peptonique du chien et dans d'autres formes du choc. Elle a été constatée aussi par la Commission anglaise sous l'inspiration de Dale dans des cas de chocs traumatiques et une diminution allant jusque 51 0/0 du volume primitif fut observée.

D'ailleurs, ici encore, les auteurs que nous avons cités et qui ont donné une théorie purement physique du choc reconnaissent que les

« phénomènes anaphylactiques s'accomplissent non seulement entre les humeurs de l'organisme vivant, mais entre les cellules ; alors les forces de diffusion et d'osmose y interviendraient, et la lenteur de ces réactions expliquerait le temps d'incubation, cet apanage de l'anaphylaxie » (Kopaczewsky).

Enfin, signalons que Arloing, Langeron et Spassitch, ont réalisé un choc protéïque par la voie digestive en augmentant la perméabilité intestinale par l'administration préalable de bile ; Diétrich a montré de la même façon que la souris peut résorber de la toxication tétanique sinon inactive par voie buccale.

Cette augmentation de la perméabilité des parois capillaires est donc, bien plus que les actions nerveuses, le symptôme essentiel du syndrome et au point de vue pratique, il peut s'énoncer par ces mots : l'état du choc a les plus grandes analogies avec l'état posthémorragique.

Cette question de l'état posthémorragique a été beaucoup étudiée. *A priori*, il y a deux points à considérer : l'hémoglobine et la masse liquide. Le premier est exclu : dans le choc non compliqué d'hémorragie externe, il y a, comme on vient de le voir, concentration en hématies : un déficit en hémoglobine n'est donc pas à envisager. Reste la perte de liquide. On a essayé d'y remédier successivement par l'injection de liquide physiologique, de liquides physiologiques mieux composés (formules de Locke de Ringer) ou additionnés de glucose ou encore d'adrénaline, et les résultats sont restés tout à fait insuffisants. Cela se conçoit : les vaisseaux sont plus perméables et on constate bien vite que faire ces injections c'est essayer de remplir le tonneau des Danaïdes. Bayliss a montré que 14 o/o de l'hémoglobine habituelle suffit à entregique 6 0/0 de gomme arabique ; après avoir montré que dans ces conditions le liquide injecté s'échappe moins facilement des vaisseaux. La méthode a été beaucoup appliquée dans les hôpitaux anglais du front ; cependant, Gautrelet et Lemoignie ne l'estiment pas très supérieure à l'emploi des autres solutions. On a proposé aussi l'administration abondante de boissons ou de lavements : ces liquides pénétrant dans les vaisseaux entraîneraient des colloïdes des tissus et seraient de ce fait mieux retenus.

Il est évident qu'une méthode encore supérieure est réalisée par la transfusion sanguine, surtout quand le choc est compliqué d'hémorragie externe. Je n'insisterai pas sur les résultats admirables obtenus pendant la guerre. Les statistiques ainsi que l'étude des indications et du pronostic de son emploi, faite entre autres par Depage, Zunz et Govaerts, ne donnent pas des chiffres directement applicables à notre sujet, précisément à cause de la complication habituelle de l'hémorragie externe. La transfusion ne doit pas être très abondante, car Bayliss a montré que 14 0/0 de l'hémoglobine habituelle suffit à entretenir la vie, qu'à 10 0/0 seulement la situation devient fatale.

Pour pallier à la perte de liquide, on a proposé aussi l'emploi des

sels de calcium en injection à haute dose et on leur a attribué la propriété de rendre les capillaires moins perméables. Des expériences faites dans mon laboratoire, m'ont montré que l'attribution de cette propriété est basée sur une erreur d'interprétation (Descamps). Elle est inexistante, mais on peut compter sur une action vasoconstrictive des sels de calcium sur les capillaires et à ce titre je crois ces sels plus efficaces et surtout d'une efficacité plus prolongée que l'adrénaline. Comme les sels de calcium sont compatibles avec la solution de gomme arabique, cette association nous paraît tout à fait logique.

L'animal en état de choc ne présente pas seulement des troubles nerveux et circulatoires, il a aussi des troubles respiratoires. Ceux-ci diffèrent d'après les animaux : chez le chien, il y a souvent d'abord polypnée (peut-être parallèle à l'excitation du vague). Si la polypnée a été forte, elle est suivie d'apnée et enfin vient une respiration calme comme dans le sommeil. Chez le lapin, il y a généralement polypnée ; chez le cobaye, la crise asthmatique entraîne la polypnée, mais à cause de l'obstruction de l'entrée des alvéoles pulmonaires, bientôt le cyanose l'emporte et le choc s'aggrave.

Y. Henderson, en 1910, avait appelé l'attention sur l'acapnie produite par la polypnée première et avait fait de cette apnée un élément essentiel du choc. Une forte douleur ou de fortes irritations afférentes excitent la ventilation pulmonaire d'où acapnie et apnée. Or, le cœur ne supporte un manque d'oxygène que pendant huit minutes au plus. En outre, il se développe de l'acidose. On a dit que déjà la seule hémorragie suffit pour produire de l'acidose et l'acidose signifie une diminution de la réserve alcaline. Seulement, la Commission anglaise a pu établir que, si forte qu'elle soit, la diminution de la réserve alcaline ne donne pas de choc. D'ailleurs, la question est encore en discussion. Zunz et Bigwood ont observé de l'acidose dans le choc expérimental une fois qu'il est bien constitué. A la suite de recherches faites dans notre laboratoire, il semble qu'il y a tantôt acidose et tantôt l'acidose est précédée d'une alcalose passagère et ces états seraient, en grande partie du moins, fonction des conditions plus ou moins troublées de la respiration.

La constatation de ces troubles respiratoires avaient entraîné comme application dans la pratique, l'administration d'acide carbonique ou d'oxygène, puis aussi des manœuvres de respiration passive. L'emploi du premier se justifie comme excitant du centre respiratoire, les deux derniers s'appliquent aux cas où il y a complication de perte d'hématies.

Pour lutter contre l'acidose, on a proposé l'addition de bicarbonate au liquide physiologique à injecter. La pratique n'a pas confirmé la valeur de ce perfectionnement.

Tous les phénomènes nerveux circulatoires et respiratoires s'observent en un très court délai et certains auteurs ont voulu en faire un syndrome spécial qu'ils ont appelé collapsus. Cette dénomination est avantageuse

parce qu'elle parle à l'esprit, mais elle est très désavantageuse en ce qu'elle tend à séparer du choc ce qui n'est que la manifestation brutale extérieure des débuts d'un choc violent.

J'aime mieux l'expression de choc primaire employée plus haut. Ce choc primaire peut ne pas être très accusé ni très apparent quand le processus se développe lentement, ainsi l'on pourrait dire que le choc secondaire est l'analogue d'un choc primaire mais tardif et au ralenti.

Ce choc secondaire, nous l'avons vu apparaître avec retard, mais avec tous les caractères d'un choc primaire, chez les animaux insuffisamment anaphylactisés ; il se produit 1 heure 1/2 à 2 heures après l'injection dite déchaînante.

On obtient un choc chirurgical expérimental par une large lésion contuse d'un membre. De même, la ligature de l'artère principale d'un membre maintenue pendant une heure, est suivie d'un choc dès qu'on lève l'obstacle ; mais il est difficile de classer exactement ce choc comme primaire ou secondaire : il tient des deux.

La chirurgie de guerre a fourni des exemples frappants et tragiques de chocs de ce genre : un blessé supporte bien un garrot pendant 9 heures ; il est transporté à un centre chirurgical et y est opéré ; des résorptions peuvent se faire et 3 heures après l'opération il est en plein choc (Quenu). Devant des cas innombrables de ce genre, on conçoit comment l'idée d'une intoxication, d'abord défendue par quelques auteurs français (Quenu, Delbet) et puis par des auteurs anglais et américains (Bayliss, Cannon, Fraser) s'est imposée peu à peu aux esprits.

Dans le choc anaphylactique, c'est aussi l'idée d'une intoxication qui s'est imposée tout d'abord, mais plutôt dans le sens du concept toxine du genre de celles que manient les bactériologistes, car ce sont eux surtout qui se sont intéressés d'abord à l'anaphylaxie. On constate bientôt que n'importe quelle substance injectée dans les conditions requises pour constituer une injection déchaînante développe un choc d'allure toujours pareille. De là naquirent des interprétations nouvelles : le choc est l'expression du trouble de l'équilibre colloïdal du milieu sanguin.

La théorie purement physique est certes très séduisante, mais elle ne peut être générale : elle explique le choc, mais elle ne peut rendre compte que difficilement du temps d'incubation, de la spécificité et encore plus difficilement, du fait qu'à une seconde injection, les phénomènes sont plus graevs qu'à une première injection, ce qui est le fait capital du choc anaphylactique.

Mais les conditions réalisées dans le choc anaphylactique expérimental sont un peu spéciales. Le choc chirurgical ajoute au problème ce fait essentiellement intéressant que les tissus propres de l'organisme peuvent donner naissance aux substances toxiques qui vont développer le choc, ce qui cadre d'ailleurs avec les expériences de Bordet.

En même temps, il nous rapproche de ce que nous avons vu être la manifestation la plus importante : la perméabilisation des parois

capillaires. Quel est le facteur auquel nous devons cette modification tissulaire ? Il semble bien qu'une interprétation purement physique : une floculation micellaire ne puisse suffire à produire cette altération. Comme à côté de celle-là on a pu établir l'existence de troubles chimiques, on est certes plus tenté de recourir à ces derniers.

Des recherches de Bayliss et Cannon ont établi que les liquides qui rentrent dans la circulation après un traumatisme ou après la ligature d'un membre, renferment des métabolites qui abaissent la pression sanguine. Nous-même nous avons pu constater qu'au moment du choc anaphylactique par voie péritonéale, le liquide péritonéal acquiert des propriétés protéolysantes. Ces études ont été poussées encore plus loin par plusieurs auteurs français. Une heure après le traumatisme, Gautrelet et Le Moignic ont trouvé de façon régulière, dans le sang carotidien du chien, une quantité à peu près double de l'azote représentatif de l'azote aminé et de l'ammoniaque. Cette augmentation de l'azote total du sang et d'azote résiduel est d'ailleurs constante; légère pour la majorité des blessés, elle prend naissance aussitôt après la blessure et passe par un maximum vers le deuxième jour. On sait d'ailleurs que l'individu fatigué, le soldat en campagne, le boxeur, sont particulièrement prédisposés au choc. Pour Quenu, pour Duval et Grigaut, les phénomènes toxiques du choc ont pour origine directe une désagrégation azotée intense et rapide des tissus traumatisés. Mestrezat conclut aussi à un trouble du métabolisme normal. On peut y rattacher très bien les modifications observées dans la valeur de la tension superficielle du sérum, les troubles colloïdaux, etc.

Dès maintenant, la pratique a retiré de ces observations l'enseignement précieux qu'il faut éviter les résorptions par l'épluchage des plaies et un bon drainage.

Quelles sont maintenant les substances qui entre en ligne de compte ?

On a essayé de diviser les protéines au point de vue antigénique d'après la complexité de leurs molécules. Mais parmi les substances à petites molécules, il y en a d'actives et de non actives. En général, les albumoses ou protéoses sont antigéniques à des degrés divers (Zunz), les peptones le sont également, mais on sait que toutes les peptones commerciales (surtout constituées de protéoses) ne se prêtent pas à des expériences de choc peptonique ; certaines sont inactives, d'autres ne donnent qu'un choc tardif. Enfin, des protéines à grosses molécules sont, en général, peu actives. Mais, d'autre part, Thompson signale que les histones et les protamines donnent un choc au chien, tandis que les protones et les bases héxoniques qui en dérivent n'en provoquent pas.

Faute de pouvoir conclure à la faveur de ce classement, on a invoqué la structure chimique des protéines. Les protéines qui ne contiennent qu'en faible variété d'acides aminés ne sont pas antigéniques, les protéines racémiques de Dakin (non attaquées par les ferments protéo-

lysants) ne le sont pas non plus. La gélatine n'est pas antigénique, ce que l'on a attribué à l'absence d'acides aminés aromatiques, et les protéines végétales le sont, bien que peu riches en ces éléments.

Nous avons montré avec A. J. J. Van de Velde, qu'un lapin injecté d'ovalbumine émet par l'urine beaucoup plus d'azote qu'il n'en a reçu : les protéines du corps participent donc à la forte désagrégation protéique.

Toujours est-il que la décarboxylation des bases hexoniques donne des amines très toxiques, l'exemple le plus typique est celui de l'histamine dérivée de l'histidine.

Il semble donc que l'explication devra réunir à la fois un certain degré de désintégration des protéines et une participation des protéines de l'organisme. Ceci remet en mémoire les « ferments de défense », notion introduite par Abderhaleden, mais qui ne paraît pas s'être confirmée autant que ne l'espérait l'auteur.

Les substances actives ont donc la double caractéristique d'augmenter la coagulabilité du sang et de préluder probablement par protéolyse à la perméabilisation des parois des capillaires.

Nous avons rappelé tantôt que le liquide péritonéal acquiert des propriétés protéolysantes à la réinjection. Cela n'est qu'un premier pas : il faudra encore beaucoup de travail pour préciser pourquoi, à une seconde injection, les symptômes sont incomparablement plus accentués qu'à la première : c'est l'essence même de l'anaphylaxie.

Peut-être la voie est-elle aussi tracée pour la lutte contre l'intoxication par ces métabolites. Nous avons pu montrer dans quelles conditions l'antithrombine qui se forme à la seconde phase du choc peptonique peut communiquer une immunité peptonique passive. Ces recherches sont l'objet de notre attention actuellement.

Le vaste problème du choc est donc encore loin d'être bien connu, mais les efforts accomplis pendant ces vingt dernières années ont apporté certaines lumières qui nous guident vers ce but suprême des recherches médicales : le soulagement et la guérison des malades. Je vous ai montré ce que la pratique a déjà adopté et je crois vous avoir fait apercevoir ce que nous pouvons attendre d'un avenir plus ou moins prochain. Comme toujours, ces résultats pratiques seront précédés de longs tâtonnements, en grande partie d'ordre purement expérimental, dépendant des progrès dans la technique physiologique et de l'avancement de la chimie biologique.

ANTHROPOLOGIE

Présidents d'honneur. . . . Max LOHEST, Professeur à l'Université de Liége. Membre de l'Académie royale des Sciences.
Marcel DE PUYDT, Anvers.
A. DE MORTILLET, Professeur à l'Ecole d'Anthropologie, Paris.
L. MANOUVRIER, Professeur à l'Ecole d'Anthropologie, Paris.

Président. . . . . . Charles FRAIPONT, Professeur de Paléontologie et d'Anthropologie à l'Université de Liége.

Vice-Président. . . . . . Georges COURTY, Professeur à l'Ecole spéciale des Travaux Publics, Paris.

Secrétaire. . . . . . Charles GENEAU, Préparateur à la Faculté des Sciences.

L. FRANCHET
Asnières.

LA POTERIE DITE DOLMENIQUE

A l'époque où le Néolithique, presque inconnu encore, se voyait attribuer tout l'outillage en pierre polie, ainsi que les silex taillés qui ne pouvaient être considérés comme appartenant au Paléolithique; à l'époque où, sur de vagues hypothèses, il avait été décidé que l'âge du Bronze ne pouvait avoir existé en France, les plus anciens monuments mégalithiques furent incorporés au Néolithique.

Ne trouvait-on pas, en effet, dans la plupart des dolmens, des haches, polies, des pointes de flèches en silex et de la poterie que l'on déclarait primitive, sans en avoir jamais étudié la technique.

Mais, parfois aussi on y rencontrait du cuivre et du bronze. Il fallut donc admettre que les dolmens se prolongèrent pendant l'âge du Bronze,

mais la théorie de leur origine néolithique fut conservée et subsiste encore : c'est celle qu'a adoptée Déchelette dans son *Manuel d'archéologie préhistorique*, mais son autorité, sur ce point, ne saurait être invoquée, car il ne faut pas oublier que ce Manuel est, avant tout, un ouvrage de compilation dans lequel les idées personnelles de l'auteur, lorsqu'il en émet, ne sont pas toujours très heureuses.

Au milieu des discussions auxquelles ont donné lieu l'âge des dolmens et leurs mobiliers funéraires, il est une autre théorie qui n'a jamais varié : c'est celle qui concerne la poterie dont on fait une classe particulière et que l'on désigne sous le nom de *poterie dolménique*.

En effet, puisque les plus anciens dolmens sont attribués au Néolithique en raison de la présence, dans leurs mobiliers funéraires, de haches polies que l'on considère, à tort, comme j'en suis maintenant convaincu, comme néolithiques, comment se fait-il que la poterie témoigne d'une technique aussi évoluée?

Mais, attribuer la poterie des dolmens à une époque *postérieure* au Néolithique, c'eût été rajeunir les haches polies et par conséquent attenter *au dogme de la hache polie considérée comme élément chronologique fondamental d'une période nouvelle succédant immédiatement au Paléolithique*.

De sorte qu'au lieu de chercher à résoudre le problème de l'âge des dolmens en déterminant celui de la poterie par sa technique ou, tout au moins, par comparaison avec des poteries de même ordre, on préféra imaginer un faciès spécial de la céramique.

C'est ainsi que naquit la *poterie dolménique*.

A dire vrai, plusieurs tentatives ont été faites pour rechercher le mode de fabrication de la poterie des dolmens. Malheureusement ces tentatives faites par des chercheurs remplis de zèle n'aboutirent pas, car ceux-ci voulurent élucider le problème sans s'éclairer suffisamment sur la composition et la constitution des matières premières ou sur leur mode d'emploi, ainsi qu'en témoignent les travaux publiés sur cette question.

La poterie des dolmens est faite d'une pâte assez fine, bien homogène, dont la couleur noire, brune et plus rarement grise, témoigne d'une cuisson réductrice. La finesse des éléments argileux rend la pâte solide, d'autant plus que la cuisson a toujours été relativement élevée (750-850°) et quoi qu'on en ait dit, *jamais* la poterie des dolmens n'a été utilisée à l'état cru. La présence du mica, dans la pâte, qui a été si souvent considérée comme un fait extraordinaire, est tout à fait normale puisque l'argile provenait d'un sol granitique dont les éléments sont incomplètement décomposés. La finesse des éléments dégraissants (quartzeux et feldspathiques) a permis au potier de réaliser, dans la pâte molle des dessins en creux, exécutés souvent avec une grande délicatesse.

Le décor, toujours géométrique, consiste principalement en traits

entre-croisés, en lignes sinueuses ou en un piquetage en dents de loup, cerné ou non par un trait; très souvent la pâte est lustrée et quelquefois lissée.

En résumé, la poterie des dolmens est identique à celle qui caractérise la céramique de l'âge du Bronze et qui, dans certaines régions, commence à apparaître dès l'Enéolithique.

C'est cette même céramique que l'on trouve, non seulement dans les dolmens à supports monolithes, mais aussi dans les grottes sépulcrales, naturelles ou artificielles, qui peuvent être considérées comme appartenant à la même civilisation que les plus anciens dolmens.

Avec cette céramique décorée, à pâte assez fine, on en trouve une autre plus grossière, associée à la première, dont le décor très primitif consiste en empreintes digitales ou quelquefois en petits mamelons disposés généralement seuls ou par paires : ces survivances néolithiques, dans le décor, se retrouvent aussi parfois dans les formes, notamment dans les vases à fond hémisphérique qui, presque partout se sont prolongés jusqu'aux temps modernes.

Il est évident que ce mélange de poteries fines et de poteries grossières constituait, à l'époque où la céramique préhistorique était peu connue, un problème troublant

Je crois, qu'aujourd'hui, il n'y a plus d'hésitation à avoir. Si on laisse de côté les hypothèses pour s'en référer seulement aux mobiliers funéraires, la céramique des dolmens les plus anciens nous apparaît comme appartenant à une civilisation déjà très évoluée que je ne puis faire remonter au delà de la connaissance du cuivre.

Ce n'est plus de la céramique néolithique; ce n'est pas une céramique spéciale.

C'est la céramique qui par sa technique de fabrication et sa technique de décor appartient, pour les dolmens à supports monolithes, au début de l'âge du Bronze, et cela, dans toute la France.

La construction de ces dolmens peut n'être pas synchronique dans toutes nos régions, *mais ils appartiennent à une même civilisation* qui a des rite funéraires qui lui sont propres, comme elle a des techniques industrielles et agricoles, encore ignorées dans les temps néolithiques.

G. COURTY
Professeur à l'Ecole spéciale des Travaux Publics, Paris.

AUTOUR DES PETROGLYPHES PREHISTORIQUES CONSIDERES COMME DES PROTOTYPES D'ÉCRITURE IDEOGRAPHIQUE EN EUROPE

Il paraît bien rationnel de considérer déjà comme une écriture idéographique, de simples traits gravés sur ossements datant de la période moustiérienne. Du moustiérien au néolithique, le procédé de la gravure linéaire est idéographique. Ce type s'est d'ailleurs conservé jusqué dans l'écriture cunéiforme. La portée et la valeur des pétroglyphes préhistoriques ne semblent pas avoir toujours été bien saisies dans leur véritable signification. L'homme primitif n'a figuré des représentations schématiques sur ossements, sur parois de grottes ou d'abris sous roche, que dans un but utilitaire. Le dessin qui est à la base de l'écriture, n'a sûrement point tardé à devenir ornemental par le jeu instinctif des combinaisons de l'œil; mais en principe tout effort humain est né de la lutte pour la vie. Imagine-t-on des préhistoriques s'adonnant à l'art pour l'art alors que le besoin d'évoquer des idées ou de conserver des souvenirs se fait impérieusement sentir chez lui? Imagine-t-on des préhistoriques esquissant avec beaucoup de difficultés à la lueur d'une lampe fumeuse des traits rehaussés par de la couleur pour un simple motif d'agrément ? Evidemment non. On comprend très bien que la matérialisation de la parole devenait nécessaire alors que cette même parole était réduite à des onomatopées. Quant aux idées de magie qui résultent d'une longue suite d'évolutions dans l'ordre de la pensée, elles ne sont arrivées chez l'homme qu'au moment où le besoin de domination s'est fait sentir, à une époque où la vie devenait moins âpre et qu'elle ne se disputait plus aussi durement contre les fauves. Le caractère zoomorphe de certaines figurations humaines ne se légitime-t-il point par le besoin d'approcher plus facilement une proie au moyen de frondes ou de flèches? La vie des préhistoriques ne se reconstitue-t-elle pas par l'étude de peuplades qui sont restées bien en arrière d'aucune civilisation. Les moyens employés par les Bushmen (Boschimans) pour correspondre entre eux, ne nous permettent-ils pas de rétablir les conditions dans lesquelles les populations civilisées se sont jadis trouvées et d'apprécier que l'écriture fut plus développée à sa naissance que la parole? La question importante chez l'homme primitif était de

pourvoir à ses besoins de nourriture. Il était chasseur, pêcheur, agriculteur, pâtre et nomade et toute son existence se rapporte à une vie maritime ou continentale, suivant qu'il habite les rivages ou l'intérieur des terres. Le délassement nécessite un milieu calme et les périodes qui sont suivi celle du Moustier nous semblent être plus particulièrement favorables aux jeux.

Les pétroglyphes reflètent invariablement les manifestations de l'activité humaine sous toutes ses formes et s'ils ne sont pas toujours facilement reconnaissables, ils sont pourtant explicables. Les représentations idéographiques ne reproduisent pas nécessairement les formes détaillées d'une image. La schématisation convenait fort bien comme signes d'idées et suivant que ceux-ci étaient situés dans des directions opposées les unes aux autres, ils devaient avoir des sens différents.

Les premières écritures n'ont pas une unité historique mais logique. Il en existe en Europe comme partout ailleurs sur le globe de plus ou moins grande ancienneté.

Si nous nous en tenons aux pétroglyphes préhistoriques qui représentent pour nous une écriture, nous voyons qu'ils ne paraissent pas être fixés d'une manière phonétique. Peut-être y avait-il des gestes, des cris pour expliquer les signes d'idées réunis en tableaux, mais ces gestes, ces cris échappent à nos investigations. Nous en sommes réduit à rechercher dans les pétroglyphes l'être ou l'objet qu'ils étaient censés reproduire.

Nous sommes arrivés en utilisant des pétroglyphes bien figuratifs, à retrouver les prototypes des principaux signes d'idées dont la répétition et en quelque sorte le meilleur garant de leur communauté d'origine et partant de leur authenticité. Il nous paraît vraisemblable d'entrevoir les pétroglyphes préhistoriques de l'Europe comme une écriture figurative gravée, dessinée au charbon, peinte ou piquetée. Qu'il s'agisse de figurations gravées et peintes ou peintes seulement, sur ossements, sur parois de grottes, sur galets, ou encore d'incisions à l'intérieur ou à l'extrémité d'abris sous roche, de dolmens et de menhirs, ce sont autant de représentations d'idées concrètes déchiffrables. L'étude comparée à laquelle nous nous sommes livré avec les pétroglyphes paléo-néolithiques de la France et ceux de la Suède et du Col de Tende qui remontent à l'âge du Bronze, nous a permis de soulever un coin du voile qui obscurcissait leur valeur explicative. Des urnes et des vases de l'époque du bronze portent aussi des figurations très nettes de types humains ou de chariots avec leurs conducteurs. Ce sont là encore des écritures qui peuvent aider au déchiffrement des pétroglyphes énigmatiques parce que schématiques, des âges de la pierre.

La tradition rapporte que les Phéniciens ont inventé l'écriture alphabétiques qu'ils tenaient eux, des Egyptiens. L'Egypte a certes eu aussi son écriture idéographique antérieurement à son système hiéroglyphique. Il y avait d'ailleurs fort longtemps, bien avant l'Egypte des

Pharaons, que l'Occident se servait de signes figuratifs comme écriture. Il ne serait donc pas impossible de supposer que les écritures européennes soient issues d'une pictographie occidentale qui permettrait alors de retourner le vieil axiome « *ex oriente lux* » en « *ex occidente lux* » tout au moins pour les temps préhistoriques.

Henri MARTIN

TRACES DE DECARNISATION SUR LES OS D'ANIMAUX DEBITES A L'EPOQUE SOLUTREENNE. VALLEE DU ROC, CHARENTE

L'étude des os d'animaux à l'époque moustérienne dans le gisement de La Quina (1) m'a permis d'établir une longue liste de traumatismes visibles sur les différentes pièces squelettiques. Ces lésions ont été produites par l'homme néanderthalien à la période très reculée du Moustérien.

Les fouilles que je poursuis dans la vallée du Roc en Charente dans le talus, au pied de deux grottes, m'ont fait découvrir une industrie solutréenne caractérisée par le mélange de feuilles de laurier et de pointes à cran.

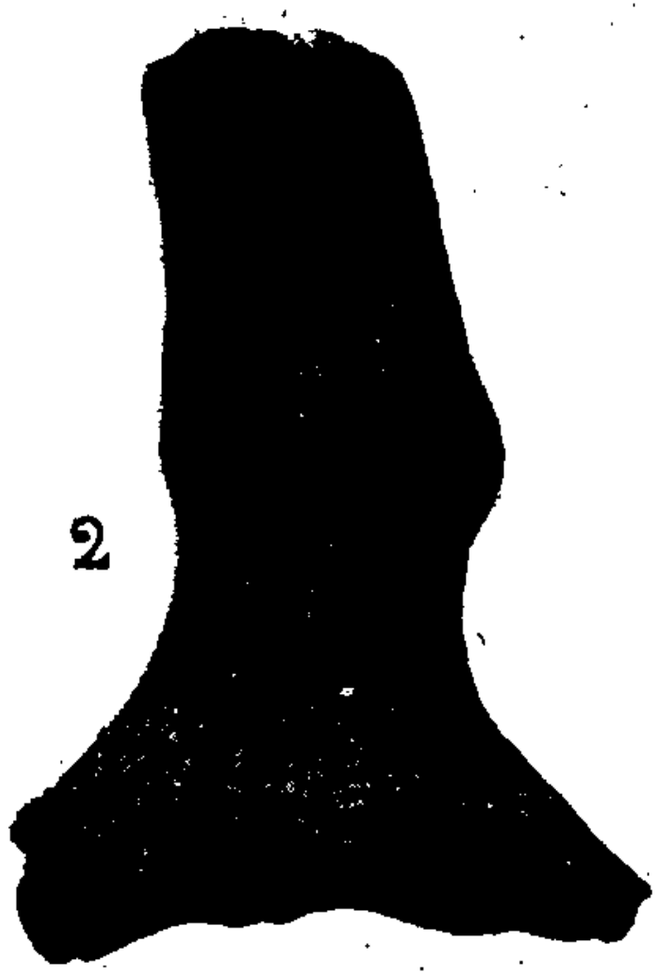
La couche archéologique solutréenne atteint par endroits un mètre d'épaisseur, elle contient des foyers avec de nombreux os calcinés et s'étend sous de gros blocs éboulés qui procurèrent à cette époque des abris assez restreints et d'une sécurité douteuse. Ces abris à l'époque suivante ont servi aux magdaléniens de lieu de sépulture et m'ont livré trois squelettes aux caractères mongoloïdes se rapprochant du type Chancelade.

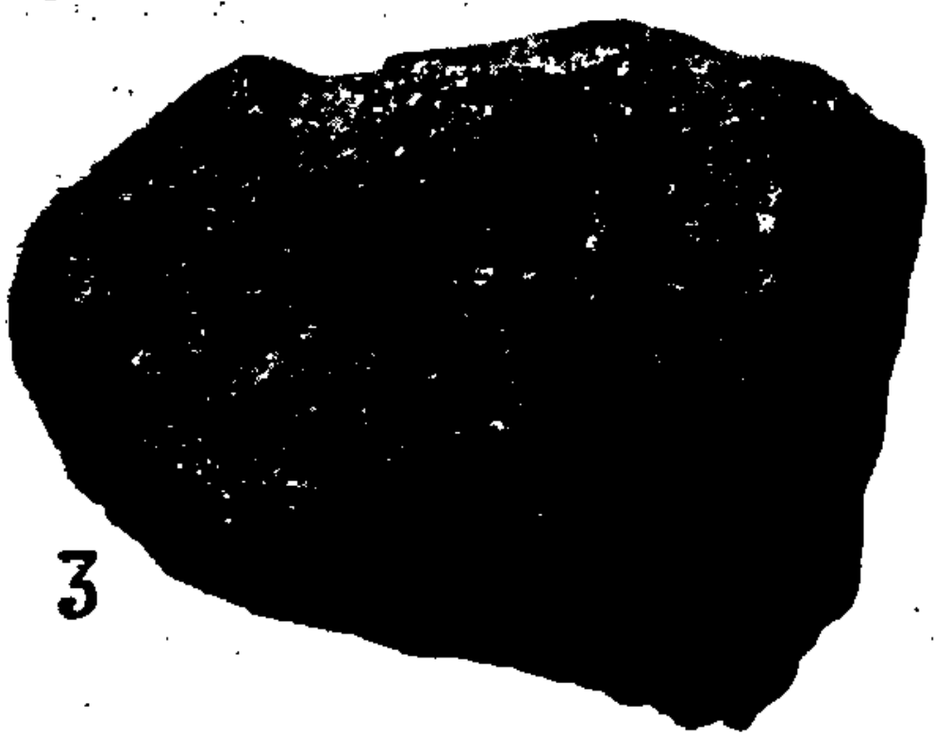
Le niveau solutréen, qui doit nous occuper ici, possède une industrie lithique assez riche; elle sera étudiée ailleurs. L'objet de la communication présente est l'exposé des marques osseuses imputables à l'HOMO SAPIENS FOSSILIS. En général, toutes les coupures que j'ai décrites

---

(1) Dr HENRI MARTIN. *Evolution du Moustérien dans le gisement de La Quina*, 1er vol. *Industrie osseuse*, 1907-1910.


1


2


3


4


5

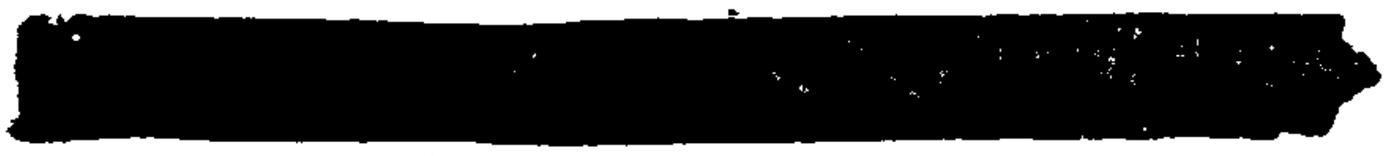

6

Fig. 1. — Nombreuses coupures répondant à une désarticulation tarsienne difficile. Le point choisi sur la face antérieure du scaphoïde du Renne, paraît habituel dans cette station.

Fig. 2. — Fragment de frontal de Renne avec le socle d'insertion du bois. Les coupures transversales visibles sous la meule correspondent aux coups de silex qui ont sectionné la peau.

Fig. 3. — Fragment de 3e phalange de cheval. Coupures sur le bord supérieur. Cette région, sur le vivant, est recouverte de corne.

Fig. 4. — Tête de fémur de Renne. Nombreuses coupures, fines, courtes et en série régulière. L'explication en est fort difficile.

Fig. 5. — Esquille portant sept coupures profondes à peu près équidistantes et de même profondeur.

Fig. 6. — Fragment de côte de petit cervidé. Nombreuses coupures équidistantes, ces marques existent sur deux faces : l'externe et l'interne.

NOTA. — (*Les figures sont à peu près de grandeur naturelle.*)

au Moustérien se retrouvent ici avec quelques variantes, mais certainement avec une moins grande fréquence. Le pourcentage dans le moustérien m'a donné 85 %; tandis qu'ici, je trouve à peine 25 %.

Coupures. Les coupures sur les esquilles sont caractérisées par des sillons dont la longueur varie de 2 à 15 millimètres, elles sont effilées aux deux extrémités et leur section transversale est en forme de V. Quand on rencontre ces sillons au nombre de deux et même davantage, juxtaposés, on peut constater entre eux le manque de parallélisme absolu, bien qu'ils soient souvent dans la même orientation. On retrouve ces marques sur tous les os et elles correspondent à la section d'un muscle à l'aide d'une lame tranchante en silex; ces marques se retrouvent à la hauteur des tendons d'insertion et au niveau des capsules articulaires. Sur certaïnes crêtes d'insertions, elles sont relativement profondes et correspondent à un effort assez vigoureux. L'une des pièces du Roc, un radio-cubital de cheval porte sur la face postérieure le long de la crête qui répond à la soudure cubitale, cinq groupes de coupures multiples; ce sont les traces certaines des efforts exercés par l'homme dans le but de dégager les muscles de la région postérieure de l'avant-bras, ou plus probablement l'aponévrose qui s'insère sur cette crête.

Toutes les coupures donneraient lieu à des considérations spéciales sur le débitage des différentes régions anatomiques et on peut affirmer que les os de tout le squelette portent les contre-coups de la décarnisation.

En majorité les os incisés ne sont pas carbonisés, les muscles étaient donc souvent séparés de l'os avant de subir l'action du feu, si toutefois les Solutréens cuisaient leur viande. Les ossements brûlés sont cependant très nombreux dans une partie de la couche archéologique, mais je pense que ce sont des déchets repoussés dans le foyer. L'un des foyers, sous l'abri d'un gros bloc éboulé, est considérable, l'amas des os brûlés et des cendres, y atteint 80 centimètres. Ces os noirs très denses prouvent que la calcination ne correspond pas à une cuisson volontaire des muscles périphériques, car ceux-ci auraient été complètement carbonisés avant que le feu n'atteigne le tissu osseux.

Raclages. Les sillons qui caractérisent cette lésion sont beaucoup plus longs que les précédents; parfois ils atteignent 5 centimètres. Ils sont disposés par groupes de deux et même plus, ils sont rigoureusement parallèles et correspondent aux dents du tranchant siliceux qui parcourait une surface osseuse dans le but de racler et de dégager un muscle. Ces marques sur une coupe transversale affectent la forme d'un U. Je les ai rencontrées peu fréquemment dans ce Solutréen charentais, alors que dans le Moustérien de la Quina elles étaient très nombreuses.

Contusions. Les contusions osseuses sont abondantes. Quelquefois légères, elles n'ont pas produit la fracture de l'os; cela permet de cons-

tater un écrasement limité de la paroi osseuse. Dans ce cas, la lésion apparaît sous la forme de sillon relativement large, d'aspect irrégulier, avec des bords festonnés. Cette marque est probablement l'effet d'un coup de hachoir. Dans un autre cas, celui de la percussion vigoureuse, et les exemples sont ici nombreux, les corps contondants ont brisé presque tous les os longs. Ici on retrouve sur les fragments l'impact de la table externe d'une étendue moindre que l'esquillement de la table interne.

Comme à toutes les époques, la moelle osseuse était une substance recherchée.

Désarticulations. Les traces de désarticulations sur de nombreuses régions mettent en évidence une technique intéressante. Je les ai étudiées longuement au Moustérien de la Quina et je les retrouve au Solutréen du Roc. Elles ne sont pas plus variées qu'à l'époque précédente; elles existent sur toutes les articulations des membres, mais la désarticulation occipito-alloïdienne, fréquente à la Quina, manque ici. Plusieurs observations méritent d'être retenues au Roc; ainsi l'articulation qui unit chez le renne la première phalange au métacarpien ou au métatarsien, en est très souvent le siège. Les premières phalanges possédant des coupures en reprise sur l'épiphyse supérieure sont au nombre de huit. La plupart de ces traces sont assez éloignées de l'interligne articulaire. Cette désarticulation phalango-métacarpienne et métatarsienne s'affirme d'autant plus que vingt et un canons de renne offrent des coupures au niveau de l'extrémité inférieure, sur la face postérieure des trochlées, ou un peu au-dessus. Pour expliquer ces marques, il faut admettre que les doigts du sujet étaient en extension forcée et que l'ouverture de l'articulation a été pratiquée par la région postérieure.

Le canon du cheval porte aussi sur les bords latéraux de la trochlée des coupures transversales caractéristiques. Cette lésion paraît plus rare dans le Moustérien, ici elle est plus fréquente.

Les os de la région du coude chez le renne m'ont fourni cinq pièces, où il existe sur la face externe de la trochlée des coupures orientées parallèlement au bord articulaire et dans deux cas elles sont très rapprochées.

Le carpe et l'épaule ont donné peu de documents.

Sur le membre inférieur du renne, dans trois cas, on trouve autour du col du fémur de profondes et nombreuses coupures qui montrent bien les difficultés éprouvées par l'opérateur et tous ses échecs sur le col avant d'ouvrir la capsule.

La région tibio-tarsienne du renne est la seule articulation où j'ai noté un procédé opératoire inusité au Moustérien de La Quina et qui d'après le nombre assez important des cas observés, paraît être une technique habituelle au Solutréen du Roc. Au Moustérien l'incision circulaire passait en avant sur les deux lèvres de la trochlée astragalienne, puis en dehors sur la face externe de l'apophyse du calcaneum et enfin

en dedans sur la face interne de l'astragale; ce procédé est identifié par des milliers d'os du tarse recueillis à La Quina. Il n'en est plus de même au Solutréen du Roc : la désarticulation du tarse a lieu plus bas sur le scaphoïde. En effet sur dix-neuf pièces j'ai rencontré des coupures transversales sur la face antérieure du scaphoïde; elles sont nombreuses, jusqu'à trente dans un cas, souvent profondes. L'effort s'est manifesté particulièrement sur l'interligne scaphoïdo-astragalien, mais aussi sur l'interligne scaphoïdo-métatarsien, y compris les cunéiformes. Sur l'extrémité supérieure du métatarse j'ai constaté des marques transversales qui dénotent l'écart commis par l'opérateur. Les multiples coups de silex observés sur cette région, et leur intensité montrent toutes les difficultés éprouvées par le chasseur de rennes.

Deux astragales portent sur les condyles des coupures ce qui est rationnel puisque cette région s'articule avec la face supérieure du scaphoïde et que dans l'extension nécessaire du pied pour réaliser cette désarticulation, les condyles étaient découverts.

Deux maxillaires inférieurs portent des coupures sur le bord postérieur de la branche montante, sous le condyle et dans mon étude précédente sur ce sujet, j'ai pensé qu'il fallait y voir une tentative de désarticulation temporo-maxillaire.

Côtes. Les côtes de renne m'ont offert six cas où les coupures répétées sont situées sur le col de la tête et sur une des pièces je retrouve non seulement les marques dans cette région, mais aussi très nombreuses sous la tubérosité. Cette localisation ne manque pas d'intérêt, car la désarticulation a été tentée en abordant la région inférieure de la côte par la voie intrathoracique. Cette côte que je signale est la deuxième ou troisième droite.

Indépendamment de ces traces de désarticulations costale, il existe souvent sur les faces des coupures correspondant à la section des muscles pectoraux et d'autres sur la face interne qui sont attribuables à l'éviscération.

Coupures a localisations spéciales. Sur le frontal des rennes autour de la région désignée sous le nom d'apophyse osseuse qui supporte le bois, j'ai trouvé, comme à La Quina, des sillons que j'ai attribués à la section de la peau lors d'une incision circulaire.

Une autre marque très intéressante a été trouvée par Miss Garrod en 1923, dans les séries osseuses du paléolithique supérieur de la Dordogne, réunies par M. Peyrony. Ce traumatisme se trouve sur la troisième phalange du cheval, c'est-à-dire sur une région recouverte en partie de corne. Les deux cas très typiques que j'ai relevés au Roc consistent en coupures obliques et transversales près du bord supérieur et antérieur de la troisème phalange au niveau du *bourrelet* où la corne n'existe pas encore, puis à la face inférieure, région de la *sole* où la résistance des tissus permet aux silex tranchants de pénétrer.

Devant cette technique, on ne peut supposer qu'une chose : le pré-

lèvement de la corne. Nos ancêtres solutréens et magdaléniens faisaient donc entrer cette substance dans leur industrie; mais la corne ne se conservant pas, nous ne pouvons malheureusement connaître la nature de son emploi. Il ne faut pas oublier que l'arrachement du sabot est une opération laborieuse, même aujourd'hui, il suffit de lire la méthode indiquée par Chauveau et Arloing pour être fixé. Ces hommes de l'âge du renne ont surmonté dans ce cas particulier de grosses difficultés; faut-il donc croire que le besoin de posséder cette corne était bien impérieux?

Limitant cette communication aux traces *créurgicales*, c'est-à-dire à celles qui relèvent du dépècement des animaux, je ne parlerai pas des gravures. De même je traiterai dans un travail d'ensemble sur le Roc, les hachures des compresseurs, ainsi que d'autres impressions osseuses, les morsures, etc.; mais néanmoins je signalerai une pièce dont l'interprétation est douteuse. C'est une tête de fémur de renne. Elle porte sur la région articulaire 21 petites lignes de 4 millimètres environ de longueur, parallèlement disposées et espacées de 2 millimètres environ. Je ne vois dans ce dispositif rien qui puisse faire penser à la section de la capsule articulaire et je n'ose y reconnaître des marques de chasse; la régularité et l'écart des sillons sont constants, leur finesse est la même, ils ont probablement été gravés successivement dans un court espace de temps et non à des moments éloignés, comme on peut le supposer pour des marques de chasse. C'est l'unique cas rencontré dans les examens que j'ai fait sur des os de plusieurs provenances.

Conclusions. Toutes ces marques osseuses montrent qu'également à l'époque solutréenne, l'homme dépeçait soigneusement ses animaux, qu'il évitait par des désarticulations la formation d'esquilles dans les quartiers de viande et que la percussion osseuse pour prélever la moelle ne survenait qu'après la décarnisation.

Nous retrouvons aussi la preuve que la peau de animaux était prélevée.

Ces solutréens du Roc employaient des procédés de décarnisation déjà connus à la période moustérienne; la technique opératoire n'a pas subi de profondes modifications, mais quelques variantes sont à signaler à propos de l'articulation tibio-tarsienne surtout et de la tête des côtes.

L'homme solutréen a eu les mêmes hésitations, a exécuté les mêmes reprises, commis les mêmes erreurs dans les régions difficiles et rien ne fait supposer que son habileté dans l'art de découper les animaux était plus grande qu'à l'époque moustérienne.

Emile SCHMIT

Conservateur honoraire du Musée archéologique de Châlons-sur-Marne.

COURONNES MORTUAIRES OU COURONNES DE MARIEES

A plusieurs reprises nos fouilleurs champenois ont trouvé des sépultures de l'Epoque marnienne dans lesquelles ils ont constaté des parures ornant la tête et qui, de ce fait, ont été dénommées : couronnes de mariées par les uns et couronnes mortuaires par les autres.

Comme M. Deschelette ne fait aucune mention de ces particularités, nous pensons qu'il est bon à titre documentaire de signaler les cas de ce genre qui nous sont connus.

M. Morel offre les détails suivants fournis (1) par une sépulture gauloise explorée par lui au lieu dit *Les grands Ayeux à Courtisols* (Marne).

« Le *torque en torsade* n'était pas passé au cou comme celui de la fosse précédente, mais il *était placé sur la tête en forme de couronne* mortuaire. Il est à remarquer que ce torque ou cette couronne ne s'ouvre pas. Et en effet, puisque c'était une couronne placée sur la tête de la morte, elle n'avait pas besoin de s'ouvrir. »

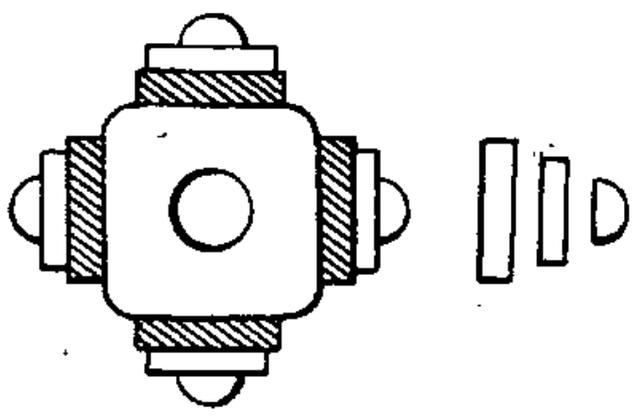
M. Falot, le consciencieux fouilleur de la vaste nécropole de Varilles de Bouy (Marne), parmi les quelques tombes qu'il explora au *Mont Gravane*, territoire de *Dampierre-en-Temple*, rencontra dans l'une d'elles, profonde de trente centimètres seulement, une femme parée des objets suivants : au cou un torque plutôt grêle et à chaque poignet un maigre bracelet, mais sur la tête et masquée en partie par le crâne se trouvait une couronne fermée composée d'un jonc de bronze très artistement ciselé en dents de loup, jonc qui maintenait suspendues une pendeloque en ambre de trois centimètres de diamètre et neuf perles de verre ou en pâte de verre incrustées de petits ronds oculés. Cette parure était considérée par M. Falot comme une couronne de mariée et en cela il était de l'avis de M. Fourdrignier qui fit l'acquisition de cet objet.

Au lieu dit *La Saintaine*, territoire de *Courtisols*, le fouilleur Chatelain découvrit un groupe de onze sépultures, parmi celles-ci se trouvait une tombe de femme qui portait au cou un collier à torsade et fermant au crochet. Sur le haut de la tête un peu en arrière du front

(1) *Premier cimetière gaulois de Courtisols dit des Grands Ayeux*, p. 126. — *La Champagne souterraine*, par Léon MOREL. Reims, Matot-Braine, 1898.

le crâne était encerclé d'un fil de bronze campé à la façon d'une couronne; échelonnées sur le pourtour de cette tigelle légèrement ovale étaient espacées seize perles de verre ou unicolores, bleues, ou incrustées de ronds oculés ou de motifs en zigzags.

Deux perles de verre bleu montraient une facture qui n'a jamais été signalée. Elles avaient été usées de façon plane sur quatre faces et sur chaque surface avaient été fixées à la colle forte deux rondelles de



verre bleu, superposées et celles-ci avaient été finalement surmontées d'un petit bouton bleu plan et supérieurement arrondi.

M. Schmit au lieu dit *Le Buisson*, à Vraux (Marne), a constaté deux sépultures féminines présentant des couronnes mortuaires. La première offre une analogie évidente avec celle de *la Saintaine* de Courtisols. Cependant l'inhumée de Vraux n'avait point de torque alors qu'elle était munie d'une mignonne fibule de bronze à timbale. Comme dans la sépulture visitée par Chatelain la tête était parée d'une couronne de mariée. Mais à Vraux le fil de bronze était remplacé par un fil de fer qui retint vingt-huit perles de verre ou de pâte de verre, c'est-à-dire les perles bleues dites phéniciennes voisinant avec les perles en pâte de verre chamois que M. Deschelette pense être de facture égyptienne. Quand je dis que le crâne de Vraux était encerclé par un fil de fer, c'est *avait dû être* encerclé que j'aurais dû dire, car la rouille avait fait son œuvre, et les perles furent recueillies *sous* et *aux alentours du crâne*.

L'ambre dès l'époque gauloise devait assurer aux jeunes épousées des promesses de fécondité car une jolie pendeloque en ambre de 25 sur 30 millimètres fut recueillie parmi les perles, et, alors qu'à un bras fut trouvé un petit bracelet de bronze cordelé, à l'autre poignet se trouvait un bracelet de trois perles d'ambre et de cinq perles de verre bleu. Enfin dans une sépulture outrageusement *profanée à l'époque gauloise*, fait démontré par un bracelet faussé à angle droit, par l'ardillon d'une fibule ployé, par un torque en spirales qui au cou de l'inhumée montrait la porte d'attache arrachée, M. Schmit trouva, en quatre morceaux épars autour de la tête, un disque plat en bronze de o m. 22 centimètres de diamètre qui sans discontinuité paraît avoir été très certainement, une couronne mortuaire.

Sous le titre : *Une sépulture d'enfant trouvée à Somme-Sous* (Marne), M. Morel, *loco citato*, p. 178, donne le récit suivant de la parure recueillie dans une sépulture non fouillée par lui :

« La forme seule du torque est intéressante parce qu'elle représente non un cercle comme la chose se voit habituellement, mais un ovale, c'est jusqu'ici le seul objet de ce genre qui soit venu à notre connaissance. Il affecte complètement la forme d'une calotte cranienne. Dans ces conditions et par analogie avec le torque de Courtisols que nous supposions une couronne funéraire, ne serait-il pas permis d'augurer que *l'objet en question que nous avons devant nous n'était pas un torque mais une couronne* ornée de fleurs qui aurait été portée sur la tête d'un enfant dont il a absolument la forme. »

M. Jouron d'Avize, au cours de l'exploration de quelques sépultures du cimetière de *Bergères-les-Vertus* qui furent découvertes isolément et postérieurement lors du tracé de la voie d'Epernay à Romilly, ayant relevé le fait, dit très affirmativement (1) :

L'*un des torques* à rubans tors et fermant à crochet, se *trouvait placé de façon à entourer une partie du crâne sur lequel il avait laissé une trace verdâtre*. M. Jouron donnait ensuite la description d'un deuxième torque porté par la même inhumée et trouvé en position normale, c'est-à-dire au cou.

Dr Marcel BAUDOUIN
Croix-de-Vie (Vendée).

LA PIERRE (MENHIR) A SCULPTURES DE LA BARRE DE MONT

---

(1) *Note sur une sépulture féminine du cimetière gaulois de Bergères-Les Vertus*, par L. JOURON. Imprimerie Michel-Lévy, Epernay, 1879, 1 pl., 8 grav.

Alphonse AYMAR
Montauban (Tarn-et-Garonne)

INDUSTRIE LITHIQUE DES ENVIRONS D'AURILLAC (CANTAL). MORPHOLOGIE DE TYPES SPECIAUX

1° *Grattoir double néolithique pour ambidextre* (Figure n° 1). — Cet outil néolithique offre un intérêt particulier, tant au point de vue de la rareté de la forme, qu'à celui du besoin qui a motivé sa fabrication.



Face Profil
(35 grammes)
Fig. 1.

Il provient du plateau de Tronquières (1) (alt. 700 m.), situé au sud d'Aurillac.

La matière est du silex de l'Aquitanien local.

Patine : blond clair.

Poids : 35 grammes.

La face inférieure est lisse; la face supérieure conserve le cortex du silex sur la crête dorsale; les extrémités seules ont été retouchées, taillées à petits éclats, et soigneusement arrondies.

Les grattoirs doubles sont toujours rares à l'époque néolithique, mais, ce qui frappe le plus dans l'outil examiné, c'est sa disposition générale. Il est asymétrique, incurvé au milieu; sa partie inférieure,

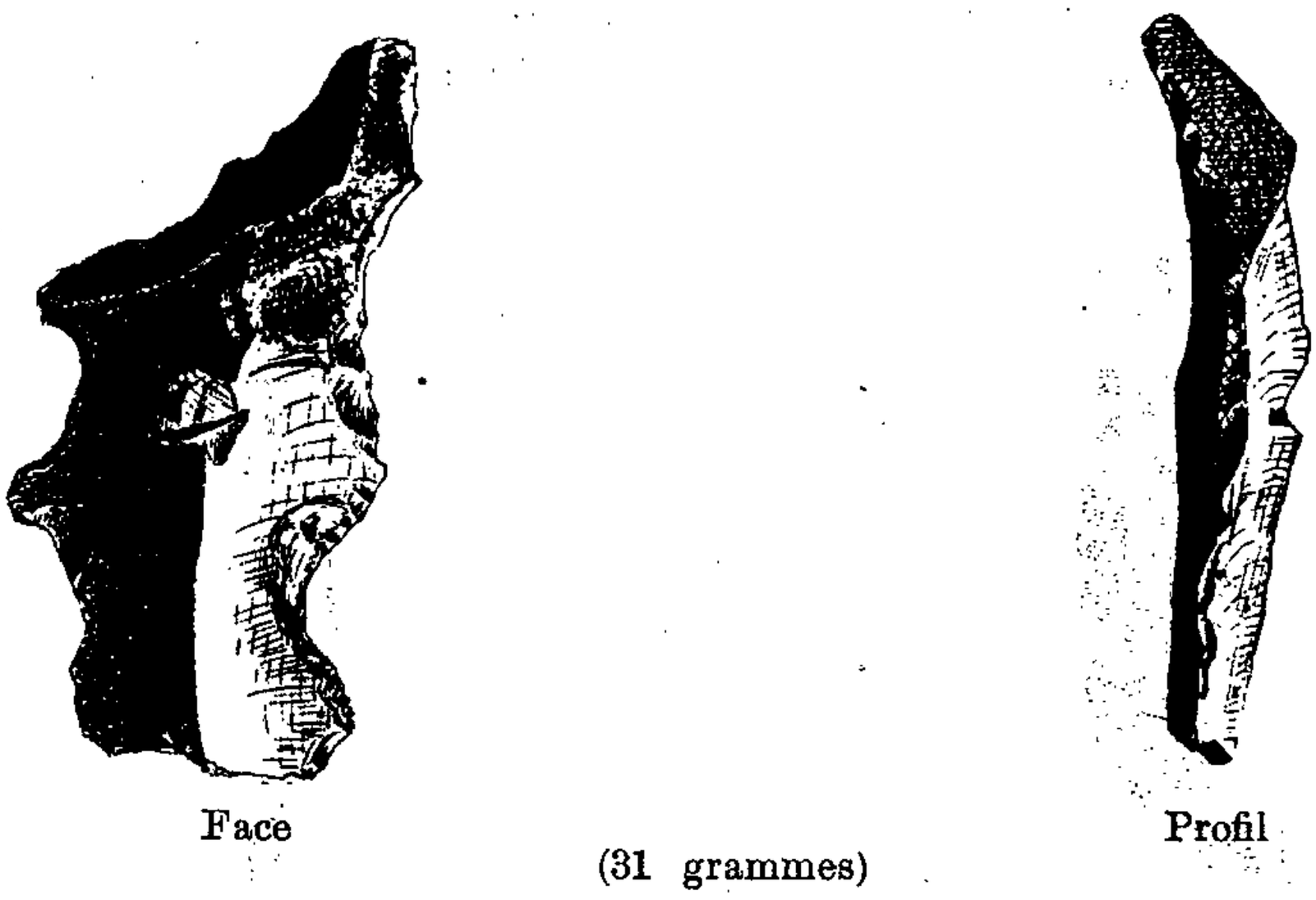
(1) Dr P. Girod et Alp. Aymar. — *Stations moustériennes et campigniennes des environs d'Aurillac. Paris*, Baillière, 1903.

contournée, est rejetée en dehors de l'axe. L'adaptation de cette partie, à l'usage de la main droite, est parfaite, tandis que l'emploi de la partie opposée n'est réellement facile qu'en se servant de la main gauche.

Il s'agit, selon toute vraisemblance, d'un instrument *pour ambidextre*.

L'année dernière, au Congrès de Bordeaux, nous avons communiqué un *coup-de-poing paléolithique* présentant le même caractère. De semblables constatations ne sauraient être trop nombreuses pour étayer quelques inductions solides.

2° *Outil néolithique propre à façonner les hampes de flèches* (Figure n° 2). — L'outil, dont il s'agit, appartient également au



Face (31 grammes) Profil

Fig. 2.

Néolithique, mais, tout à fait au début de cette période, au Campignien. Il a été recueilli à la station de Bel air (1), près d'Aurilac, sur le sommet de la colline dominant cette ville à l'ouest. La matière est encore du silex local, d'un blond un peu plus foncé que le précédent. Poids : 31 grammes.

La face inférieure est lisse; la face supérieure est partagée en trois plans, déterminés par une arête médiane, allant d'un bout à l'autre, et s'incurvant à la pointe, où l'enlèvement d'un éclat a formé le troisième plan.

Sur cet outil, sont réunis : une pointe; 2 grattoirs concaves, à gauche; un grattoir concave et un grattoir horizontal, à droite.

Les grattoirs sont très usagés. La pointe, épaisse et bombée, sur le dos de laquelle subsiste la croûte du silex, rentre dans la catégorie

(1) Dr P. Girod et Alp. Aymar. In loc. cit. sup.

des pointes à rainer (1). On remarque, en effet, à première vue, que son rôle actif consiste plutôt à creuser qu'à percer.

Dans son ensemble, l'instrument nous paraît avoir été destiné à façonner des baguettes, des hampes de flèches. La pointe devait servir à pratiquer, à la base de la hampe, une rainure facilitant l'appui de la corde de l'arc. Il serait difficile de trouver un objet mieux approprié au but indiqué.

G. HUBERT
Docteur en Pharmacie, Mayenne.

et

A. LEVEQUE
Pharmacien en chef des Asiles de la Seine, Saint-Mandé (Seine).

LE DEPOT DE HACHES VOTIVES DE SAINT-CYR-EN-PAIL (MAYENNE)

Historique. — Au cours d'une séance de la *Commission Historique et Archéologique de la Mayenne* (2), le Président, M. Laurain, présentait une hachette de bronze que venait de lui communiquer M. l'abbé Morel, vicaire à Notre Dame de Laval et qui provenait « *d'un lot d'une quarantaine de hachettes découvertes, ces jours-ci, à Saint-Cyr-en-Pail* (3).

Cette nouvelle nous intéressant fort, l'un de nous se mit en devoir d'obtenir tous renseignements sur ce dépôt. L'information donnée par M. l'abbé Morel était, comme on va le voir, un peu inexacte quant au nombre de hachettes et à la date de la découverte. En possession de tous les renseignements nécessaires, cette découverte fut signalée à la *Société Préhistorique Française* et quelques-unes de ces hachettes furent présentées (4).

---

(1) Alp. Aymar. — *Industrie lithique de la plaine d'Arpajon (Cantal). — Outils à creuser.* — Bulletin de la Société préhistorique française, année 1921.
(2) Séance du mercredi 18 avril 1923.
(3) Bulletin de la *Commission Historique et Archéologique de la Mayenne*, t. XXXIX, p. 85.
(4) Cf. *Bull. de la Société Préhistorique Française*, t. XXI, 1924, n° 3, p. 92.

Découverte. — Ce dépôt fut découvert sur le territoire de la ferme de *la Boucherie*, ferme située à l'extrémité de la commune de *Saint-Cyr-en-Pail*, à la limite d'un pré nommé le *Grand Rottoir*, cadastré sous le numéro 42 de la section D, et appartenant à M. Le Blanc, négociant à *Saint-Aignan-de-Couptrain* (Mayenne) (1). Actuellement, ce pré, comme tous ses voisins, a disparu, par suite de l'abatage des haies et des talus en terre, de façon à former un grand herbage.

Ce champ du *Grand Rottoir* était une sorte de plateau de 100 mètres de long sur environ 150 de large, terminé par un petit taillis surplombant une minuscule vallée large d'environ 50 mètres au fond de laquelle coule un petit ruisseau parallèlement à ce taillis (2).

En 1913, M. Le Blanc, voulant transformer tous ces champs en un seul herbage, occupait deux ouvriers à défricher ce taillis. En arrachant une souche d'épine (*crataegus oxyacantha*), ils virent tout à coup, tomber quelques objets métalliques. Croyant avoir découvert un trésor, ils donnèrent précipitamment quelques coups de pioche à droite et à gauche et retirèrent *cent vingt* hachettes à douille et à anneau à peu près identiques les unes aux autres. Ils en gardèrent quelques-unes pour eux, et en donnèrent environ une soixantaine au propriétaire du champ.

Cachette. — Ces hachettes étaient placées *en tas* et *sans ordre, il n'y avait pas de paquets*, quelques-unes étaient *tête-bêche*, *pas d'orientation spéciale* à signaler.

Cet *amas* de hachettes était placé dans une anfractuosité formée dans des schistes précambriens. Ce trou mesurait 0 m. 30 × 0 m. 30 et était profond (au-dessous du niveau du champ) de 1 mètre environ. Aucun couvercle ne fermait cette anfractuosité, et le fond ne présentait rien d'extraordinaire.

Ces hachettes n'étaient accompagnées d'aucun autre instrument ni d'aucun autre débris de bronze, ni de moule ou débris de moule : il n'y avait rien que des hachettes dont quelques-unes étaient très oxydées.

Ces instruments sont des hachettes à *douille* et à *anneau latéral* du *Bronze IV*. Ces hachettes sont de deux modèles qui diffèrent l'un de l'autre par leur longueur : les unes mesurent 0 m. 08 et les autres 0 m. 09.

Elles ne pouvaient constituer, à cause de leur exiguïté, ni une arme ni un outil. Le vide de la douille est très près du tranchant, un noyau d'argile cuite bouche encore la douille, les bavures de la coulée n'ont

---

(1) Nous tenons à remercier, ici, M. Le Blanc, qui a bien voulu nous conduire sur les lieux même voir avec nous ses deux ouvriers, et nous remettre quelques instruments pour cette étude.

(2) On voudra bien nous excuser de décrire dans tous les détails, ce lieu, qui, à l'heure actuelle, est absolument méconnaissable par suite de l'abattage des talus et des haies.

pas été enlevées, le tranchant est mousse : tout cela montre bien que ces petits instruments n'ont pu être utilisés.

Quelques-unes de ces hachettes sont encore entre les mains des ouvriers qui firent cette trouvaille, la majeure partie est actuellement entre les mains de M. Le Blanc, qui, sur notre demande, a bien voulu en offrir quelques-unes au Musée de la *Société Préhistorique Française.*

Analyse chimique. — Ayant à notre disposition plusieurs hachettes nous avons pu en sacrifier une pour en faire l'analyse chimique. Cette analyse a donné les résultats suivants :

Cuivre	71,9
Etain	4,5
Plomb	21,4
Fer	1,02 (1)
Zinc	traces
Soufre	traces
Argent	0,00
Arsenic	0,00
Antimoine	0,00
Phosphore	0,00
Nickel	0,00

Ce bronze, *très pauvre en étain* est *fortement mêlé de plomb*, comme toutes les hachettes votives.

Conclusion. — Nous sommes ici en présence d'un *dépôt votif* du *Bronze IV* (douille et anneau): Il faut remarquer ici la forte proportion de *plomb* et la faible teneur en *étain:* Nous disons *dépôt votif* et non *cachette* pour les raisons suivantes:

Absence d'autres pièces et surtout absence de débris métalliques et de saumons comme on en rencontre dans les *cachettes de fondeur.*

Non utilisation de ces instruments pour les raisons énumérées plus haut, raisons auxquelles nous ajouterons la teneur assez forte en plomb.

Pour nous, ces hachettes ne sont que des *ex-voto.*

*
* *

Le procès-verbal de la séance de la *Commmission Historique de la Mayenne* auquel nous avons fait allusion plus haut, dit : « elles (ces hachettes) ressemblent à celles trouvées à *Saint-Mars-sur-la-Futaie* ». A cause de cette allusion, et comme nous possédions quelques exemplaires des hachettes de ce dépôt, nous donnons également l'analyse du métal qui les constitue.

---

(1) La hachette qui nous avait servi pour cette analyse n'avait pas été lavée sous un courant d'eau et brossée et nous croyons que ce fer vient peut-être, d'un peu de terre entraînée par la lime.

Cuivre	65,1
Etain	2,18
Plomb	33,1
Fer	traces
Antimoine	traces
Argent	0,00
Soufre	0,00
Nickel	0,00
Zinc	0,00
Arsenic	0,00
Phosphore	0,00

De cette analyse il faut retenir la proportion beaucoup *plus élevée de plomb*, une quantité *moindre d'étain* et des *traces d'antimoine* qu'on ne retrouve pas dans les hachettes du dépôt de *Saint-Cyr-en-Pail.*

Ces hachettes furent trouvées le 20 mars 1908 par M. FOURNIER, cultivateur au village de *Bromer,* commune de *Saint-Mars-sur-la-Futaie*, tout près de sa maison. Il y avait 246 hachettes, plus petites que celles de Saint-Cyr-en-Pail (elles mesurent 0 m. 075 de longueur). Elles étaient déposées dans un trou dont le fond était garni d'argile.

Ce sont également des hachettes du *Bronze IV*, à douille et à anneau latéral. On y retrouvait le noyau d'argile cuite, le tranchant mousse, l'existence des bavures de la coulée et le vide de la douille très prononcé (1).

E. PASSEMARD
Docteur de l'Université de Strasbourg.

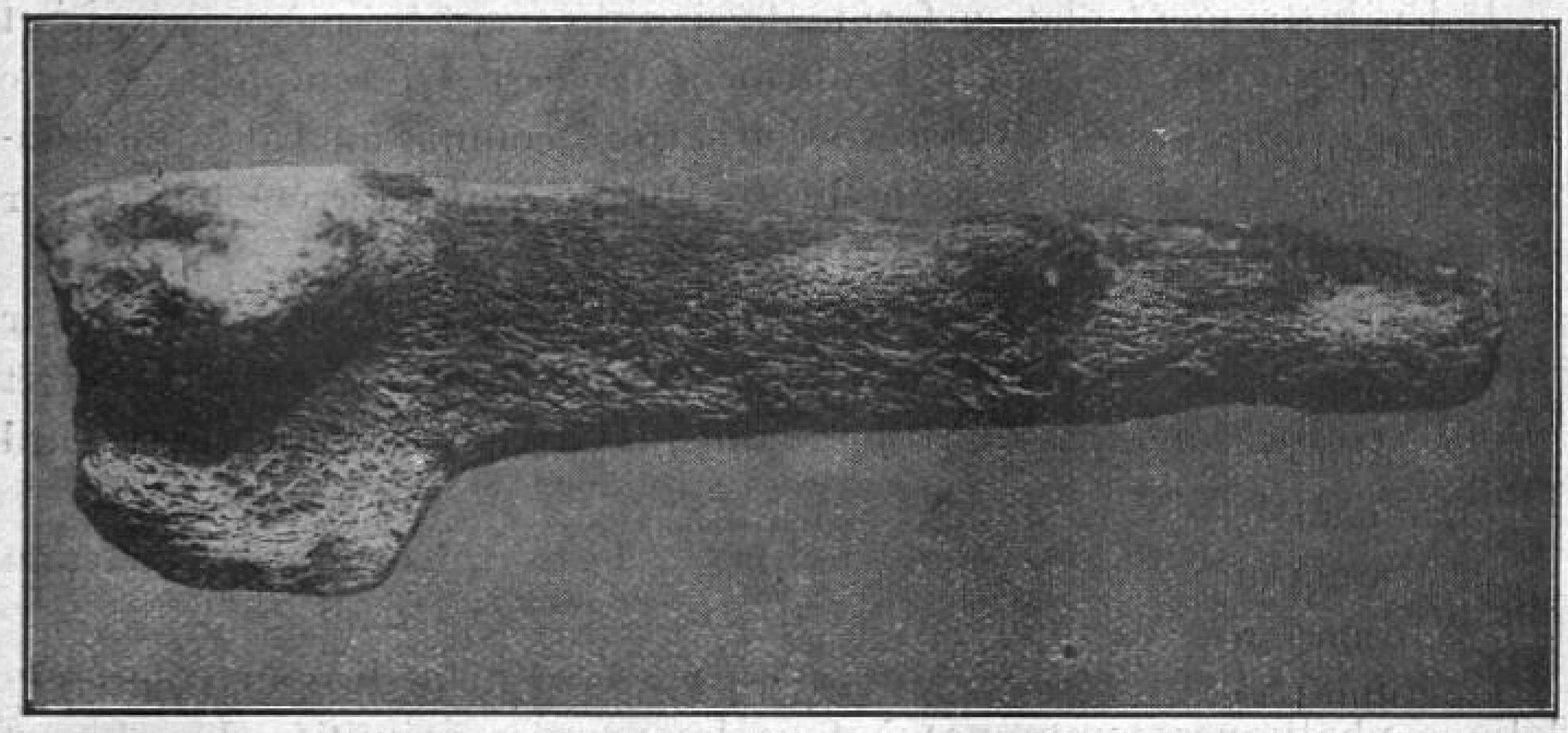
UN OBJET PHALLOIDE EN OS DE LA CAVERNE D'ISTURITZ, (BASSES-PYRENEES)

Les représentations d'organes génitaux humains, tant féminins que masculins, sont assez rares dans les gisements paléolithiques, pour que la découverte d'un objet de cette forme présente un réel intérêt. C'est

(1) Sur le dépôt de Saint-Mars-sur-Futaie, cf. abbé LEROY, *Bulletin de la Commission Historique de la Mayenne*, t. XXV, pp. 170 et 325, et CHAPELET, *l'Homme Préhistorique*, 1909, p. 277.

pour cette raison que je publie aujourd'hui la curieuse pièce figurée ici. Elle provient du Magdalénien moyen de la caverne d'Isturit et paraît taillée dans un fragment de diaphyse osseuse assez grossièrement façonnée en forme de phallus.

Je ne crois pas que malgré l'aspect fruste de cette pièce, on puisse douter de ce qu'elle veut représenter.



La partie qui figure le pénis n'est pas cylindrique, mais assez plate, évidemment à cause de la matière trop mince. Elle est également très irrégulière, ainsi que l'extrémité figurant les testicules, qui paraît empruntée à la région articulaire de l'os. La base est coupée nettement comme si on avait voulu ménager une surface plane pour pouvoir poser l'objet, qui en effet se tient facilement dans la position verticale.

La longueur totale est de 17 centimètres. Il serait je crois très hasardé, de tirer des conclusions d'une semblable découverte, car le nombre d'objets de forme analogue, que nous connaissons est très réduit. J'en donne ici une liste il y en a peut-être d'autres.

Représentations d'organes masculins :

1° Le double phallus sur bois de renne de Gorge d'Enfer. C'est un fragment de bâton de commandement qui a été publié par Girod et Massenat. Cette pièce est discutée en ce qui concerne sa forme;

2° Une lame épaisse d'os, gravée d'un phallus qui provient de la grotte du Placard, publiée par A. de Mortillet;

3° Un fragment, extrémité antérieure, d'un phallus en pierre qui provient des fouilles du docteur Lalanne dans la Vezère. Cette pièce n'est pas publiée;

4° Un caillou roulé allongé, ayant naturellement la forme d'un petit phallus avec essai de percement pour la suspension. Cette pièce a été figurée par Piette, elle provient du Mas d'Azil;

5° Une gravure représentant une tête d'ours affrontée à un phallus, fouilles de la Vezère de M. Peyrony, pièce non publiée;

6° Plusieurs emblèmes d'apparence phallique trouvés par T. Volkov, à Mézine (Ukraine) associés à d'autres objets en ivoire, à des silex et à une faune quaternaire supérieur.

Représentations d'organes féminins :

1° Un instrument plat en forme de spatule ayant lui-même un aspect général phalloïde et dont le renflement de base est sculpté en forme de vulve avec pilosité. C'est un objet perforé comme un bâton de commandement qui provient de la grotte du Placard et a été publié par A. de Mortillet;

2° Une série de gravures profondes, ovales, avec trait médian, sur pierre que Didon croit être des représentations de vulves. Il y aurait parmi celles-ci une gravure de phallus. Fouilles de l'abri Blanchard publié par Didon ;

3° Vulves également gravées sur pierre de la collection Lalanne, non publiées.

Je rappelle que l'idée érotique, n'est pas forcément liée aux représentations phalliques communes à tous les peuples primitifs. La plupart y attachent une idée de protection et de fécondité.

D'un autre côté il ne faut pas oublier que la figuration des organes génitaux est de règle pour différencier les deux sexes dans presque toutes les représentations humaines primitives.

A. de MORTILLET

1° A PROPOS D'UN TRANCHET EN PIERRE DE PROVENANCE SICILIENNE

Communication publiée dans le *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 1925.

2° QUELQUES PIECES NEOLITHIQUES DU CAP BLANC, (MAURITANIE)

Le Cap Blanc occupe, à l'Ouest du Sahara, un des points les plus occidentaux de la côte africaine. Il termine une presqu'île qui s'étend, du Nord au Sud, sur une longueur d'environ 45 kilomètres, avec une largeur variant de 3 à 10 kilomètres (*Fig.* 1). Bien que touchant la limite

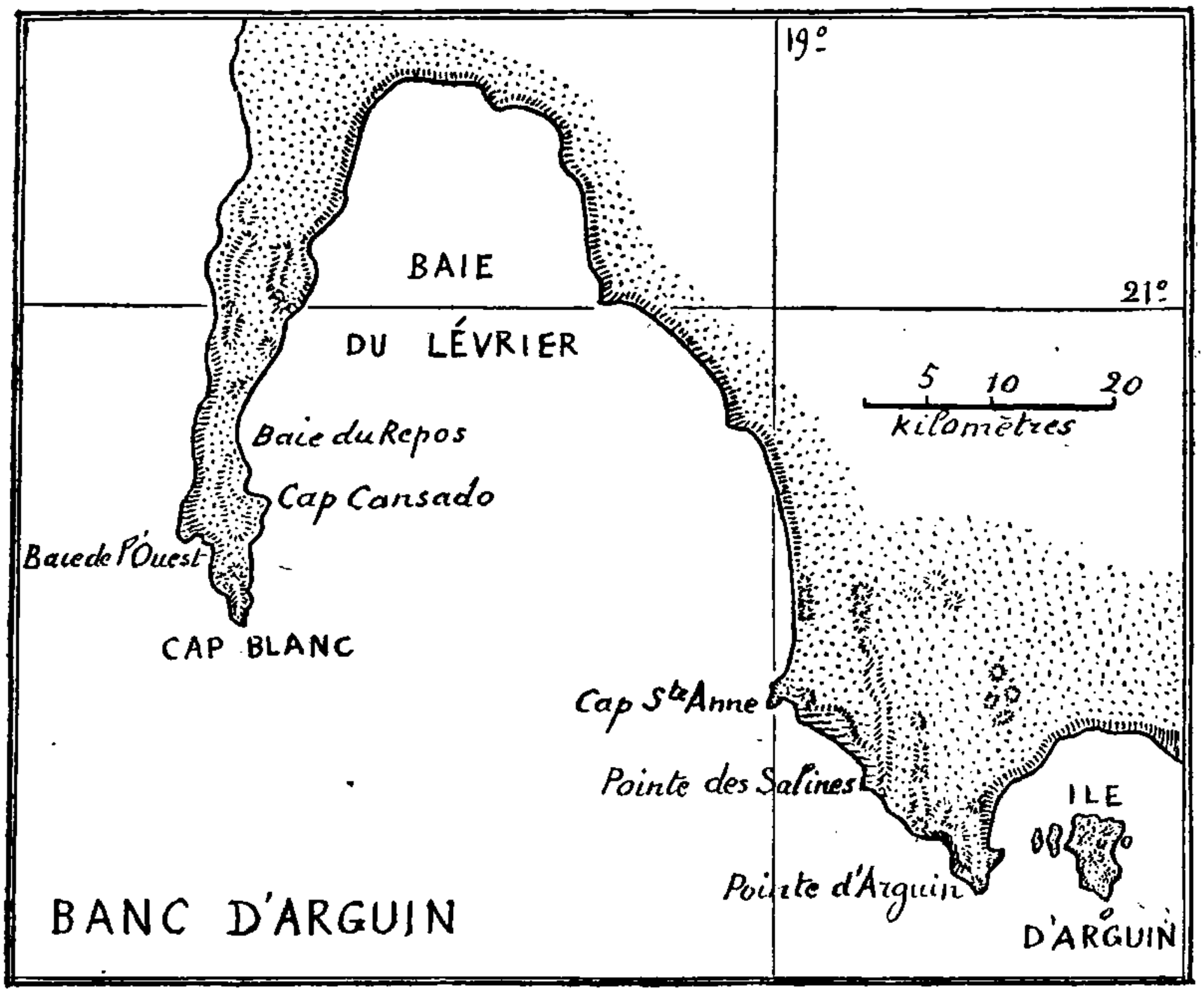


Fig. 1 — Carte du Cap Blanc (Mauritanie Française).

de la zone d'influence espagnole du Rio de Oro, cette péninsule appartient à la Mauritanie française érigée en Colonie depuis 1921, et elle fait actuellement partie du cercle de la Baie du Lévrier, dont le chef-lieu, Port-Etienne, ne compte que quelques centaines d'habitants. Ce port, le seul de la région accessible aux grands navires, est situé vers le milieu de la côte orientale du long promontoire qui borde à l'Ouest la baie.

Au Sud du Cap Blanc se trouve le célèbre Banc d'Arguin (1), qui attire depuis longtemps les pêcheurs par son extrême abondance en

(1) C'est sur ce banc que la frégate la *Méduse* est venue s'échouer en 1816.

poissons de toutes sortes. Pour la protection du personnel des pêcheries, un poste militaire a été établi dans la presqu'île, il y a déjà un certain nombre d'années. N'ayant guère de distractions, les hommes appelés à séjourner dans un milieu aussi peu divertissant s'en sont créé une en recueillant les instruments en pierre qu'on y rencontre à profusion.

Ce sont eux qui ont rapporté les belles séries que possèdent aujourd'hui beaucoup de musées et de collections particulières.

La récolte est d'ailleurs des plus faciles. De hautes dunes se succèdent le long du littoral de la péninsule et le vent, en déplaçant les sables qui les composent, laisse, par places, à découvert les éléments plus volumineux, qu'il n'a pu entraîner. On n'a dès lors qu'à choisir parmi ces derniers les pièces qui paraissent intéressantes.

Il a été ainsi ramassé un nombre considérable d'instruments en pierre, surtout de nombreuses et belles pointes de flèches en silex. Cette industrie, fort répandue, est aujourd'hui bien connue des préhistoriens. Aussi, n'avons-nous pas l'intention de nous étendre sur la série importante d'objets de cette provenance (comprenant plus de 600 numéros) que nous avons pu obtenir, avant qu'elle ait été écrémée. Nous voulons simplement présenter trois pièces qui sortent un peu de l'ordinaire.

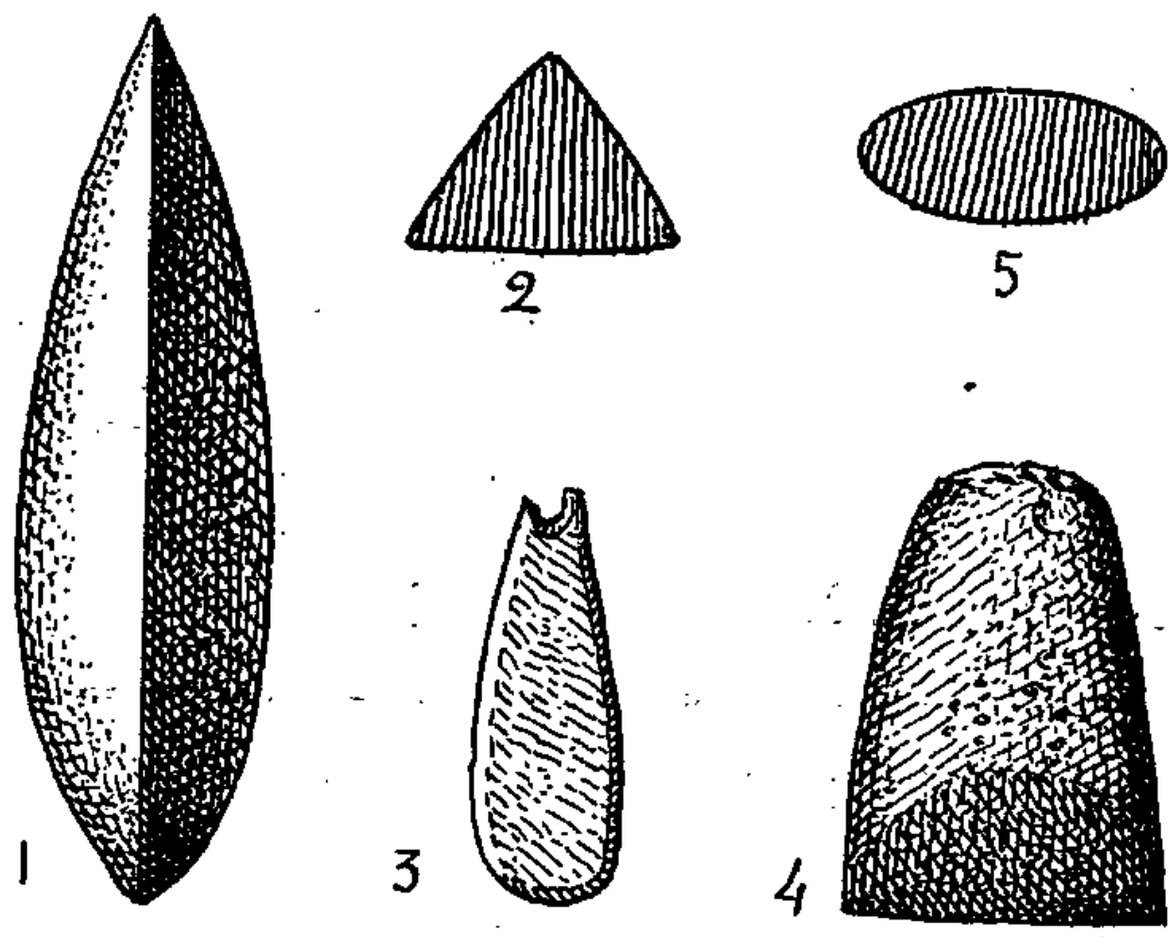


Fig. 2. — Objets en pierre recueillis au Cap Blanc. — (4/5).

La première (*Fig.* 2, n^os^ 1 et 2) a la forme d'un fuseau prismatique avec trois faces égales, très légèrement bombées. Ses deux extrémités se terminent en pointes; dont l'une est beaucoup plus aiguë que l'autre. Elle mesure 59 mm. de longueur sur 17 de largeur. Cette pièce est entièrement polie et ses arêtes ont été un peu adoucies, probablement par le sable fin et mouvant des dunes. Elle est en roche de couleur gris-verdâtre clair, assez translucide sur les bords; très dense et très dure, elle ne se laisse pas entamer par le burin d'acier.

Nous possédons une autre pièce de ce type, mais beaucoup plus grossière. Elle est imparfaitement polie et de forme moins régulière. Ses dimensions sont plus petites : 40 mm. de long sur 6 de large. Elle est en roche dure de couleur brunâtre.

La deuxième pièce (*Fig.* 2, n° 3) est une petite pendeloque percée d'un trou de suspension bi-conique à son extrémité la plus étroite. La partie supérieure de cette perforation a malheureusement été cassée. Formée d'un mince plaquette ovalaire, convexo-concave, qui devait avoir lorsqu'elle était entière, 30 mm. de longueur, sa plus grande largeur est de 10 mm. et son épaisseur, partout égale, est de 1 1/2 mm. Bien qu'elle paraisse de prime abord taillée dans un fragment de coquillage, elle est pourtant en pierre, d'une grande dureté, d'un blanc laiteux, moyennement translucide, qui paraît être de la calcédoine.

La troisième pièce (*Fig.* 2, n^{os} 4 et 5) est une petite hachette, entièrement polie, d'un beau jade vert foncé, d'une parfaite translucidité, sur lequel le sable n'a guère eu prise, bien qu'il ait plus ou moins profondément altéré la surface des haches faites d'autres matières. Elle a 30 mm. de longueur, 22 mm. de largeur au tranchant et 10 mm. d'épaisseur. L'existence de cette roche, précieuse entre toutes à l'âge de la pierre parce qu'elle était la meilleure des matières premières employées à la confection des haches polies, n'ayant jamais été constatée en Afrique, on en est réduit à admettre que les tailleurs de flèches du Cap Blanc étaient en relations avec les contrées fort lointaines où se montre la néphrite.

3° CORNES EN TERRE CUITE DECOUVERTES EN SICILE

Des travaux de terrassement entrepris au printemps de 1922 à quelques kilomètres à l'Ouest de Palerme ont mis à découvert, près de *Bocca di Falco*, une grotte sépulcrale, dans laquelle se trouvaient, associés à des crânes et autres os humains, divers objets d'industrie. Une partie seulement de ces derniers a pu être sauvée; elle consiste en quelques rares fragments taillés de silex et d'obsidienne, en poteries parmi lesquelles un petit vase avec ornementation primitive, et en un simulacre de corne de bœuf en terre cuite. Ossements et objets étaient empâtés dans un conglomérat de terre rouge, d'où il était difficile de les extraire entiers.

La pièce la plus originale est la corne en terre, que Luigi Schopen, l'éminent professeur de géologie de l'Université de Palerme, a eu l'obli-

geance de me donner. Bien que brisée en deux morceaux et un peu ébréchée à sa base, on peut cependant se rendre parfaitement compte de sa forme et de ses dimensions (*Fig.* 1). Elle mesure 16 centimètres de hauteur. Le fût, légèrement aplati, présente en coupe, vers le milieu, un ovale ayant 26 et 40 millimètres de diamètres. Le pied assez élargi sur lequel reposait l'objet devait avoir, comme diamètres, 62 et 75 millimètres.

Le dessous est creusé d'une cavité profonde de 2 centimètres. La terre dont la pièce est faite n'a subi qu'une cuisson très incomplète; elle est grossière et friable.

Ce curieux objet n'est pas unique, mais il est, croyons-nous, le premier qui ait été trouvé dans la province de Palerme.

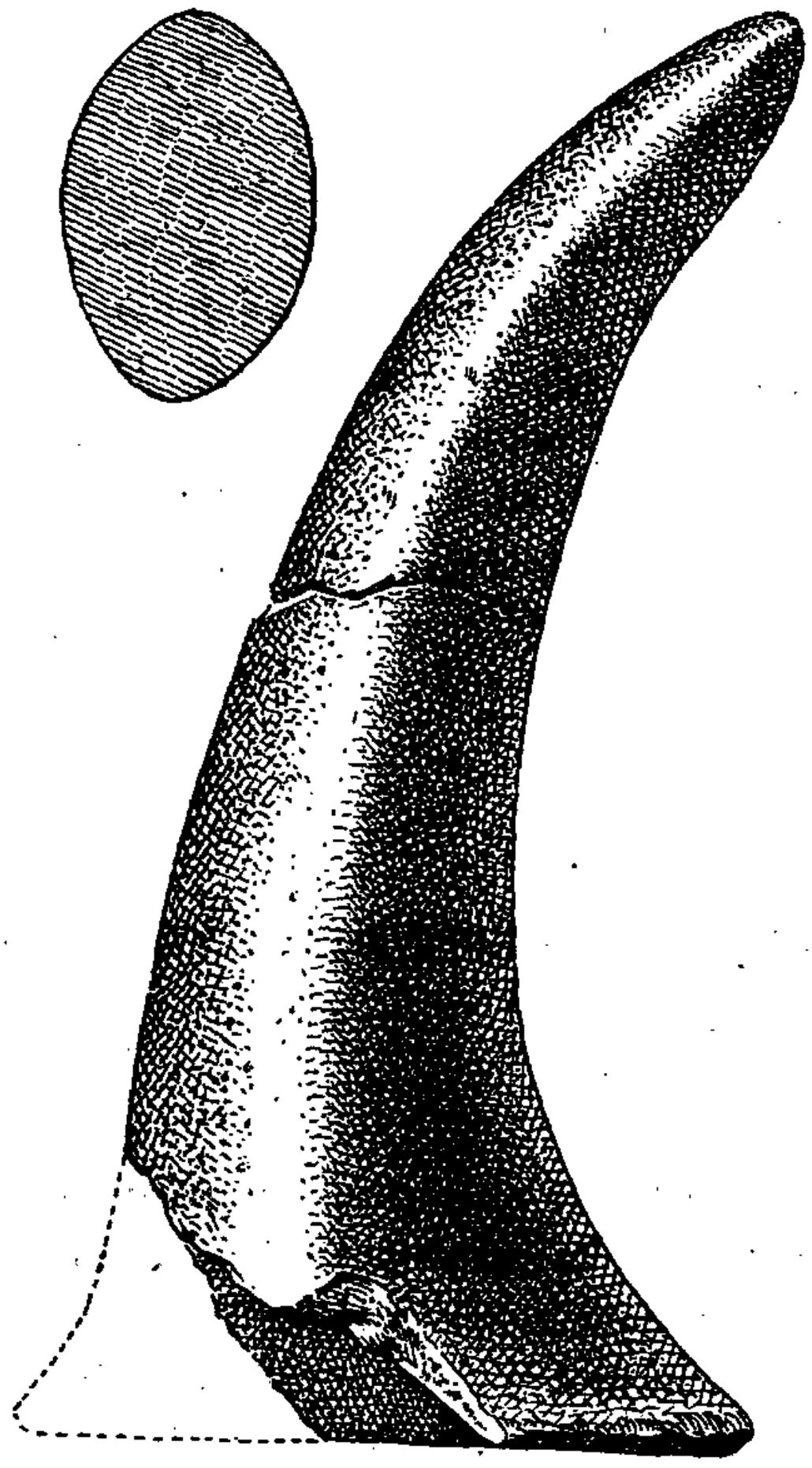


Fig. 1. — Corne en terre cuite. Bocca di Falco (Sicile). — (2/3).

Des cornes semblables ont, en effet, été signalées dès 1893 par Paolo Orsi, et G. E. Rizzo a publié en 1897 un inventaire des exemplaires alors connus. Il en a été rencontré dans presque toute la Sicile. La province de Messine, seule, paraît, jusqu'à présent du moins, faire exception. Parmi les localités qui en ont livré, on peut citer les suivantes :

PROVINCE DE PALERME. — *Bocca di Falco* : l'exemplaire ci-dessus décrit. +

PROVINCE DE TRAPANI. — *S. Ninfa* : 2 ex.

PROVINCE DE GIRGENTI. — *Cannatello* : ancien village, 2 ex. fortement courbés. — *Licata*, 5 ex.

PROVINCE DE CALTANISSETTA. — *Monte Castellaccio*, près Marianopoli : 1 ex.

PROVINCE DE SYRACUSE. — *Castelluccio*, près Floridia : ancien village, 7 ex. — *Monteracello*, près Comiso : fond de cabane, 1 ex. — *Monte Finocchito*, près Noto : sépulture, 1 ex.

PROVINCE DE CATANE. — *Barriera*, près Catane : caverne, débris.

ILE DE PANTELLARIA. — Cabane néolithique, 3 ex.

D'après nos connaissances actuelles, ces cornes paraissent pouvoir être regardées comme spéciales à la Sicile. On a, pourtant, recueilli sur le continent italien, bien loin de la grande île, quelque chose d'analogue. Il s'agit d'une corne en terre rougeâtre, ornée d'un bourrelet près de la base, ayant, comme celle de Bocca di Falco, 16 centimètres de hauteur (1). Elle a été trouvée dans la Terramare de Gorzano (province de Modène).

Les gisements d'où ont été extraites les cornes siciliennes remontent soit à la période néolithique, soit à la période énéolithique.

Reste une question assez embarrassante à résoudre : que peuvent bien être ces étranges cornes, qui n'ont, très probablement, jamais eu un usage pratique? Orsi ainsi que Rizzo, qui les désignent sous le nom de *Cornes rituelles*, les considèrent comme des objets symboliques ou des objets prophylactiques contre la « jettatura » et le « mauvais œil ». Nous sommes tout disposé à nous ranger à leur avis, bien que l'on puisse aussi se demander si ce ne sont pas tout simplement des imitations de *rhytons*, ou cornes à boire, qui, n'étant pas destinées à servir, n'avaient pas besoin d'être perforées dans toute leur longueur. Cette dernière hypothèse n'est pas dénuée de toute vraisemblance, car un véritable petit rhyton en terre assez grossière a été découvert en Sicile, dans un fond de cabane exploré à *Sette Farine*, près Terranova (province de Caltanissetta).

Toutefois, ce qui milite en faveur de la première de ces hypothèses, c'est que dans nombre de contrées, et en Italie même, s'est conservée jusqu'à nos jours la coutume de placer sur les habitations ou sur les tombes des cornes naturelles de bovidés auxquelles sont attribuées des propriétés talismaniques.

---

(1) MONTELIUS : *La Civilisation primitive en Italie*. Tome I, pl. 18, fig. 6.

Capitaine OCTOBON

LE TARDENOISIEN FRANÇAIS ET LE TARDENOISIEN BELGE

Les découvertes récentes faites par nos collègues belges jettent un jour nouveau sur la période qui termine le paléolithique, ou, si l'on veut, qui commence le néolithique. Plus les trouvailles se compliquent plus la question s'élargit, mais elle ne s'éclaicit que lentement. Une chose est certaine; jusqu'ici aucune station pure de Tardenoisien n'a été découverte en Belgique. Pour en convaincre mes amis Belges et mes correspondants, je dépose à la XI[e] Section (qui les remettra à la filiale belge de l'I. I. A.) une série de photographies représentant en grandeur naturelle toutes les pièces travaillées de la station tardenoisienne typique de Montbaini (Mont-Notre-Dame, Aisne). Ils verront que dans le détail, surtout dans la technique de taille, etc., le microlithique belge varie trop du Tardenoisien pur pour lui appliquer ce terme. Je regrette de ne pouvoir envoyer dans les mêmes conditions une série de photographies d'une station de « Tardenoisien évolué ». La plupart des stations belges appartiennent à ce deuxième niveau. Mais il y a en Belgique, comme en France, des ateliers ou des habitats antérieurs au Tardenoisien, paléolithiques par conséquent, et à allures finales aurignaciennes ou magdaléniennes. Il y a aussi des stations de contact, comme celles que j'ai décrites pour la France. Enfin, il y a des ateliers et des habitats d'aspect nouveaux pour lesquels je propose le terme de « *Tardenoisien mixte* ». Des industries du paléolithique final je ne dirai rien; elles sont représentées entre autres à Remouchamps, à Chaleux, et à Montaigle dans les conditions où nous les trouvons aux Baoussé Roussé et où elles existaient à Bise, à la Crouzade et ailleurs. Elles représentent les indigènes qui habitaient le pays à la venue des races nouvelles. Je ne m'étendrai pas davantage sur les ateliers de Tardenoisien évolué, renvoyant à la série d'études données à leur sujet par le *Bulletin de la Société préhistorique française*. J'insisterai surtout sur les faits nouveaux. Il y a en Belgique (nous ne le connaissons pas encore en France où il existe sans doute dans le Nord ou l'Est), un autre Tardenoisien que celui qui vient du sud en deux vagues (« pur » et « évolué »). La deuxième grande poussée sud paraît avoir rencontré la poussée nord vers la Belgique (poussée du campignien ancien). Certains ateliers ont les deux industries mêlées mais incomplètes et donnent l'impression d'un tout homogène, qui exclut l'idée de superposition d'occupation.

Nous avons là, probablement, un fait nouveau. Les influences maglemosiennes n'y sont pas invisibles, mais les contacts pré-campigniens sont beaucoup plus sensibles. Ce microlithique à allures nouvelles, à pièces géométriques voisinant avec les tranchets et les pics ne vient pas du sud, il vient du nord et de l'est... et nous avons peut-être là le chaînon qui boucle la boucle faite par les deux grands courants microlithiques Asie-Europe-Centrale-Belgique et Asie-Afrique-Espagne-France-Belgique.

Nous n'en suivons pas encore la filière et toute hypothèse ne peut être, pour l'instant, qu'une hypothèse d'étude destinée à stimuler les recherches, à les grouper, à les orienter si c'est possible. Dans un travail qui groupera nos connaissances pour la France nous aborderons ce problème que nous appellerons le *problème du Mésolithique*. Mais d'ores et déjà, il est des constatations que l'on peut grouper, rassembler, et qui expliqueront à mes collègues belges pourquoi je ne peux pas me résoudre à accepter le terme de Tardenoisien pour ces ateliers ou habitats.

Nous avons en France du microlithique à pièces géométriques dans presque toutes les régions. Nous n'avons, en dehors du Tardenois, que de très rares stations que l'on puisse englober dans cette catégorie, et encore y a-t-il parfois tant de différence de faciès local qu'on ne peut admettre que ces restes aient été abandonnés par les mêmes individus. Mais les caractères généraux et les caractères de détail sont assez communs pour que l'on accepte de les considérer comme des fossiles de tribus parentes et contemporaines. D'où la création du « Tardenoisien évolué ». Mais si les influences nouvelles sont sensibles, elles sont toujours néolithiques et voisines des industries à pointes de flèches à ailerons et pédoncule, ou à haches en pierre ou en silex poli. Je n'ai pas connaissance encore, pour la France, de Tardenoisien évolué à influences nordiques ou campigniennes. Or, en Belgique, à côté du Tardenoisien évolué, type africain (Français, Espagnol, Italien peut-être, bien que je n'en sois pas convaincu), il y a une industrie à silex géométrique et à pièces pré-campigniennes. Le pré-campignien se révèle ainsi, antérieur aux industries à silex géométriques, au moins pour la partie de l'Europe voisine de la Belgique.

Nous savons en effet, que les deux civilisations pré-campignienne et à outils géométriques sont très répandues dans l'Europe centrale, la Russie, la Pologne, l'Autriche et que leur étude nous ramène aux deux grandes voies de pénétration Ouralo-Caspienne et Pont-Euxine. Il semblerait donc, puisque ces industries sont, chacune en ce qui la concerne, complètes, que lemélange des deux est postérieur. L'industrie révélée dernièrement en Belgique par M. Lequeux serait donc le résultat du mélange de ces dernières, mélange qui aurait donné naissance à la civilisation de « la Roche aux faucons ». Nous assistons

alors à un nouveau changement du problème des origines des industries frustes de l'Oise et de l'Aisne qui nous intrigue si fort. M. Krukowski a bien voulu m'affirmer que le gisement de pré-campignien que je lui ai montré à son passage, ne différait en rien, ni comme forme des pièces, ni comme pourcentage, de celui des stations si abondantes dans l'Europe Centrale et la Pologne, à l'exception, je crois, des burins. Or, ce pré-campignien, que j'ai mis à jour en 1910 et que je n'ai, pour des raisons indépendantes de ma volonté, pu faire connaître, prouve qu'il y avait avant l'arrivée des Tardenoisiens des mouvements dans le sens Europe centrale, Belgique, Gaule. Il doit y avoir d'autres stations de pré-campignien, il faut les chercher et les décrire. Les stations de l'Oise et de l'Aisne dans le genre de celles qui ont été autrefois étudiées par M. Breuil, représentent peut-être l'extrême fin des premiers migrateurs pré-campigniens.

Il y a donc, semble-t-il, beaucoup de choses à connaître encore avant d'avoir une idée à peu près claire de ce mésolithique. Raison de plus pour ne pas risquer de faire ou de faire faire fausse route en englobant sous le terme général de Tardenoisien des choses qui sont peut-être aux antipodes les unes des autres, bien qu'ayant des ressemblances. Raison de plus encore pour être très prudent dans l'attribution au Tardenoisien de stations comme Remouchamps, Chaleux, Montaigle, qui sont paléolithiques; d'Amblève qui sont *Tardenoisiennes évoluées;* de la Roche-aux-Faucons (inférieure) qui sont *Tardenoisiennes mixtes* (et non mélangées).

Pour simplifier la question on peut admettre pour l'instant qu'il y a en France à cette époque :

I. — Stations indigènes possédant des industries paléolithiques finissantes venant de l'abâtardissement des types aurignaciens-magdaléniens ou Aziliens suivant les régions.

II. — Stations étrangères signalant la venue :

Par le sud : des Tardenoisiens du Tardenois.

Par le nord : des Pré-campigniens et Tardenoisiens évolués et mixtes.

(Peut-être ces deux migrations sont-elles contemporaines, mais je penche vers l'ancienneté un peu plus grande du Pré-campignien, plus rapproché de son origine de mouvement.)

Par le sud ou sud-est : des Tardenoisiens évolués.

Par le nord ou nord-est : des Campigniens classiques et des néolithiques à haches polies et à poterie.

Pour la Belgique le cas paraît un peu différent. Il peut, semble-t-il, en l'état actuel des connaissances se résumer ainsi (à la même période envisagées) :

I. — Stations indigènes : type Remouchamps, Chaleux, etc.

II. — Stations étrangères : stations type de Zonhoven inférieur (très voisines des stations égyptiennes de Vignard). (Peut-être avons-nous là un témoin du rameau aurignaco-Tardenoisien venu de l'Egypte par la mer Noire, le Danube, etc..., au lieu de l'Espagne.)

Stations de *Tardenoisien évolué* qui restent et se modifient sur place au contact des néolithiques.

Enfin, vers la même époque, un peu plus tard peut-être, mais alors que les Tardenoisiens évolués étaient dans le pays, d'autres populations tardenoisiennes, à industries microlithiques, venues probablement d'Asie par le couloir de la Caspienne mais profondément influencées par la traversée de toute l'Europe centrale alors occupée par les Pré-Campigniens ont atteint à leur tour la Belgique où elles ont laissé leurs traces à la Roche-aux-Faucons, etc. (1).

Il y aurait peut-être lieu, pour éviter les confusions inutiles et déjà assez faciles à faire dans cette période trouble, de grouper les stations d'après leurs caractéristiques générales et je propose le groupement suivant :

Paléolithique (postérieur ou contemporain de l'Azilien).
Stations microlithiques :
Type des Landes (Dordogne, etc.).
Type de Remouchamps (Grimaldi, Bize, etc.).
Type de Saint-Marc (Bouches-du-Rhône).
Mésolithique (si l'on ne veut pas englober les trois types ci-dessus ainsi que l'Azilien dans le Mésolithique).
Stations microlithiques :
Type de Zonhoven (faciès égyptien).
Tardenoisien : pur : type Montbani.
— *évolué :* type du Theil, du Gard, des plateaux belges.
— *mixte :* la Roche-aux-Faucons (faciès nordique).

Je ne crois pas en effet que l'on puisse considérer comme des stations de transition les stations du genre de la Roche-aux-Faucons. Elles ont un type spécial; il faut pour elles créer une case dans la série des industries à pièces géométriques. Elles marquent probablement le contact entre les influences nordiques (peut-être asiatiques) et les influences méditerranéennes (peut-être africaines).

(1) A moins qu'elles ne soient plus anciennes que le Tardenvisien évolué Belge et qu'elles ne se placent après Remouchamps Zouhoven.

Léon COUTIL
Les Andelys (Eure).

CACHETTE DE L'AGE DU BRONZE III DECOUVERTE A LONGCHAMPS PRES ETREPAGNY (EURE)

Ainsi que nous l'avons démontré dans notre étude générale sur l'*Age du bronze dans les cinq départements de la Normandie* (1), la IIIe période du bronze est surtout représentée dans le département de l'Eure (749 haches à talon), Calvados (521) et la Seine-Inférieure (439). Ces instruments constituent l'élément de base pour les comparaisons, car les proportions pour les haches à bords droits sont les mêmes, à quelques exemplaires près, ainsi que pour les haches à ailerons; pour les haches à douille, le Calvados l'emporte de plus des deux tiers, la Manche a donné très peu de ces instruments, alors que ses très importantes cachettes ont donné près de 27.000 haches à douilles contre à peine une centaine d'autres haches de types différents.

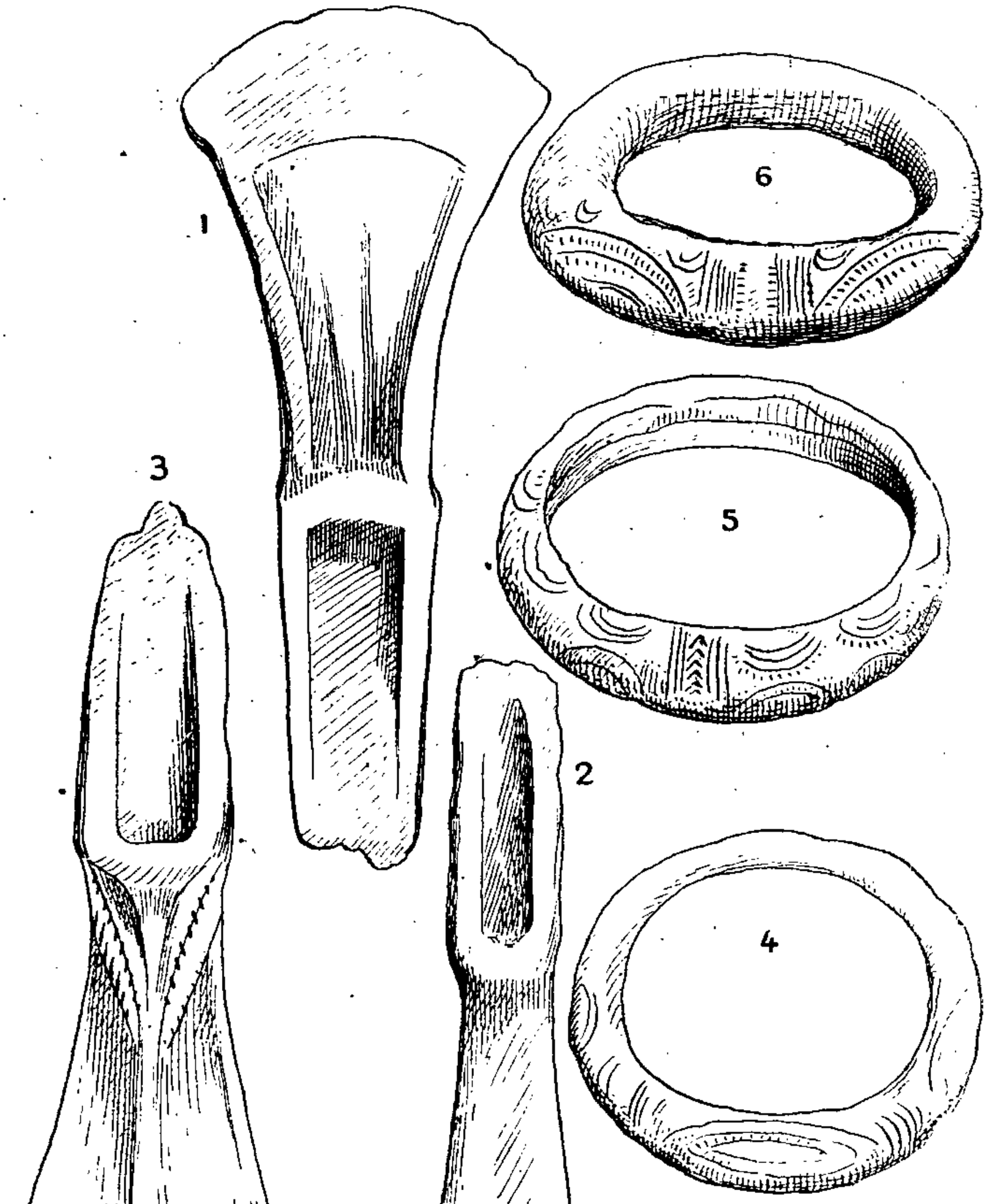
La cachette dont nous allons parler n'a donné que six objets, ce n'est donc pas une cachette de fondeur ni de marchand, mais elle offre beaucoup d'intérêt par les formes originales et uniques de deux des haches et par ses trois jolis bracelets; elle a été découverte au début de l'année, 1924, au lieu dit *le bois de Bel-Air*, commune de Longchamps, à 5 kilomètres d'Etrépagny (Eure).

Ce dépôt était constitué par trois haches à talon et trois bracelets fermés et ornés de gravures différentes.

Haches. — Les trois haches à talon diffèrent; le n° 1 constitue une transition entre la hache à bords droits et la hache à talon; celui-ci est nettement indiqué et se rapproche de notre n° 34 du Val de la Haye (cavée du Biessart) au musée de Rouen, mais on remarque sous l'épaulement, entre les trois nervures, deux autres petites lignes intermédiaires; dans l'intérieur de la douille, d'un côté, deux petites raies parallèles, et de l'autre côté cinq raies: nous avons signalé cette particularité sur les haches nos 45 à 49, également du département de l'Eure (Condé-sur-Iton, Les Andelys, Etrépagny, Saint-Léger-de-Rôtes, Fourmetot) ; de Bath et de Quantock (Sommerset), de la Tamise, près du pont de Wande, (au British Museum). On peut supposer qu'il s'agit

(1) Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, Rouen 1921 (p. 791 à 810) et Montpellier 1922 (p. 495 à 505 pl.) ; et *Bul. soc. préhist. française*, 1921, 1922.

de marques de fondeur, car ces signes ne correspondent à aucune utilité, ni comme décor, puisque la partie de la douille où ils se trouvent était cachée par l'emmanchement ; elle mesure 0 m. 16 de long, son tranchant évasé a été martelé et poli, il mesure 0 m. 065. La hache



n° 2 est sans décor sous le talon, elle présente des traces de martelage sur toute son étendue, ce qui est rare; elle mesure 0 m. 125; cette forme a été plus fréquemment trouvée dans le Calvados (cachettes de Vaux-sur-Aure, Falaise et Bayeux (voir nos planches AFAS 1921-1922).

Quant à la hache n° 3, elle constitue aussi un type entièrement inédit; elle affecte bien la forme habituelle de nos régions normandes, c'est-à-dire avec le talon au-dessous duquel se trouve un triangle divisé au centre par une ligne se prolongeant vers le tranchant; mais sur

les côtés se voient neuf petites raies perpendiculaires. Cette hache n'a pas été martelée, ni polie, elle porte encore les sutures du moule, sa patine enlève toutes espèces de doutes sur son authenticité, qui tout d'abord vient à l'esprit devant ce décor inédit; elle mesure 0 m. 15 de long et 0 m. 05 au tranchant.

Bracelets. — Les bracelets offrent les mêmes mesures intérieures et extérieures, soit 0 m. 63 à l'ntérieur et 0 m. 073 à l'intérieur, un seul a l'intérieur un peu convexe, très poli, beaucoup plus lourd comme métal, les deux côtés sont arrondis; l'extérieur est orné d'oves allongées formées de trois raies entourées de points et séparées par 8 ou 9 raies également limitées par des points. Les bracelets n°s 5 et 6 sont méplats et même un peu concaves en dedans; ils sont plus ou moins carénés ou anguleux à l'extérieur. Le moins large, n° 4, mesure 0 m 015 de large, il est orné de demi-ovés opposées par leurs convexités et formées de quatre lignes entourées de points. Le bracelet n° 5 est orné de groupes de six demi-oves opposées. Chaque groupe est isolé du suivant par quatre raies divisées par une sorte d'arête de poisson et des points.

Le bracelet n° 6 est le plus large (épais. 0 m. 02), et le plus caréné, il est orné de 9 raies parallèles limitées par des points allongés et perpendiculaires formant deux groupes parallèles; entre chaque série de ces lignes se voit une ove plus longue formée de deux groupes de 2 lignes et 3 lignes parallèles séparées par de petites lignes perpendiculaires aux angles, on remarque une demi-ove. Le décor de ce bracelet est entièrement gravé au burin, seuls les points allongés ou petites raies ont pu être exécutés au ciselet. Sur les numéros 4 et 5 de bracelets les lignes sont aussi gravées au burin, mais les points sont obtenus par percussion avec un poinçon. Nous pouvons raprocher ces bracelets de celui de Gisors (Eure), également fermé, et du Hanouard (Seine-Inférieure) semblable se voit sur ceux de Rougemontiers (Eure) et Tourville-la-Rivière (Seine-Inférieure).

G. LAPIERRE
Instituteur, Paris.

LES SEPULTURES GAULOISES DE COURTAVANT (AUBE)

I. — *Le site de Courtavant :* Courtavant est un hameau de la commune de Barbuise, situé dans l'angle nord-ouest du département, entre

la vallée de la Seine et la falaise de l'Ile-de-France, à mi-chemin de Nogent-sur-Seine et de Romilly; le village est bâti en bordure nord de la vallée; le territoire de la commune comprend, d'une part, une large bande de diluvium quaternaire de la vallée, sables calcaires partiellement recouverts de limon, coupés de fonds marécageux, de noues temporaires, parsemés de grès sauvages tertiaires qui sont les témoins du recul de la falaise; d'autre part, une série de mamelonnements calcaires, Maulénoix, le Guichet, la Tomelle, le Chanoix, pointe extrême de la Champagne pouilleuse vers l'ouest. La vallée est à une altitude moyenne de 70 mètres; les mamelons calcaires culminent à 110 ou 120 mètres; la falaise surplombe la vallée par un éperon, le Crépin, qui atteint 200 mètres.

II. — *Les découvertes archéologiques antérieures :* La commune possède à la fois des monuments mégalithiques et des sépultures de l'âge du bronze et de l'âge du fer.

L'inventaire de la commission mégalithique de France, en date de 1880, signalait 5 dolmens encore existants ou détruits et un menhir, ces monuments appartenant à la série nombreuse des mégalithes de l'arrondissement de Nogent-sur-Seine (56 dolmens et 23 menhirs en 1880), dont l'aire de répartition coïncide avec la présence des grès sauvages et tertiaires précédemment signalés.

Le dolmen de Frécul, aujourd'hui au musée de Troyes, était sur le territoire de Barbuise. Il fut étudié et dessiné dès 1832 par Camus-Chardon, puis de 1850 à 1877 par le docteur Chertier, de Nogent; il fit l'objet d'une communication du Docteur Chertier au Congrès Archéologique de France de 1854, d'une étude d'Arbois de Jubainville dans la *Revue Archéologique* de 1859, de mémoires de la Société Académique de l'Aube en dates de 1864 et 1878; il fut fouillé en 1864 et plus tard en 1877, lors de son transfert à Troyes; il fournit des couteaux et des haches de silex et des poteries. Ce dolmen et un autre encore existant, distant du premier de quelques centaines de mètres, figurent sur la carte archéologique de Bertrand. Deux autres dolmens, l'un enfoui dans le sol, l'autre dissimulé dans les broussailles, existent dans les mêmes parages (lieu dit les Grèves de Frécul) mais ne figurent sur aucun des inventaires dressés.

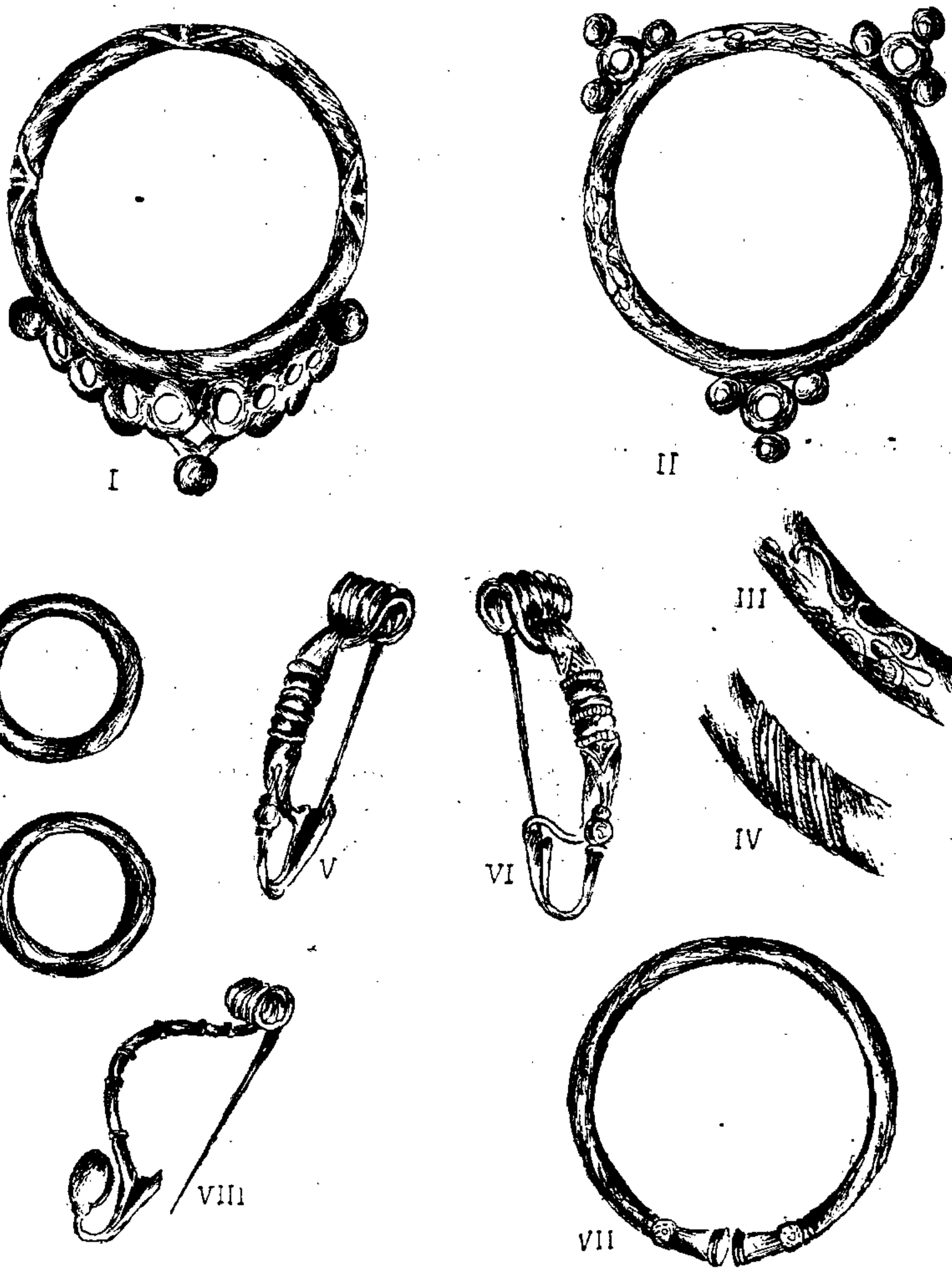
Des sépultures de l'âge du bronze et de l'âge du fer ont été également découvertes :

En 1844, 4 haches de bronze furent trouvées sous une large pierre plate, sous la butte du Chanoix; l'une de ces haches est exposée au musée de Troyes (n° 63, dans la collection des Bronzes); elle a fait l'objet d'un mémoire de la Société Académique de l'Aube en 1847.

En 1864, une tombe de l'âge du bronze fut trouvée dans les Grèves de Courtavant; les objets qu'elle contenait furent dispersés avant d'avoir été inventoriés.

En 1874, sur le même emplacement, Morel, archéologue de la

Marne, trouva une tombe de guerrier renfermant, entre autres pièces, une épée de bronze; l'épée est au musée de Saint-Germain; le dessin de la sépulture a été reproduit dans la *Champagne souterraine* de Morel, dans le *Bulletin Monumental* de 1875, dans le *Musée Préhistorique* de G. et A. de Mortillet, dans le *Manuel d'Archéologie* de Déchelette.



Objets provenant des Sépultures gauloises de Courtavant (Aube).

En 1893, une autre tombe fut découverte dans les Grèves de Courtavant, renfermant divers objets qui sont au musée de Troyes : un torques (n° 132 du catalogue des Bronzes) présentant trois groupes d'ornements composés chacun d'un cercle ajouré et de trois boules. permet de situer la sépulture dans le Marnier ou la Tène II.

Depuis, d'autres sépultures ont été trouvées, toujours dans les Grèves (sables calcaires de la vallée); mais il ne se trouva personne pour en faire l'inventaire et pour empêcher la dispersion des objets découverts.

Du moins, une enquête commencée en 1923 permettra d'établir la nomenclature aussi précise que possible des trouvailles faites et de dresser la carte archéologique de la commune.

III. — *La découverte qui fait l'objet essentiel de cette communication :*

En 1922, M. Jacquemard, agriculteur à Courtavant, heurta de sa charrue les pierres de la voûte d'une tombe, en labourant un champ situé sur la pente nord-ouest de la butte de Maulénoix, au lieu dit Les Champs Pierreux. Cette tombe fut explorée; elle consistait en une sépulture plate à inhumation; les pierres de voûte étaient à une profondeur moindre de 20 cm., coïncidant avec le niveau supérieur de la craie; la tombe était creusée dans la craie, limitée sur les 4 faces par un rempart de pierres; elle renfermait un squelette, une épée de fer et des objets divers de fer ou de bronze (tombe n° 4 de la nomenclature ci-jointe).

Des sondages opérés dans le champ et dans les parcelles contiguës (1) ont permis de repérer 12 tombes orientées, les unes est-ouest, les autres sud-est-nord-ouest, la tête étant à l'est ou au sud-ouest (2).

Le docteur Rivet a assisté à l'ouverture de plusieurs d'entre elles et a reconnu des squelettes d'enfants, de vieillards, d'adultes des deux sexes.

Sur les 12 tombes fouillées, 9 ont fourni les objets suivants :

Tombe 1 (vieillard) : une fibule de fer.

Tombe 2 (femme) : 12 perles de verre provenant d'un collier, une bague de bronze, un bracelet qui, au premier examen, et par assimilation avec les objets semblables trouvés dans les sépultures de la Marne, parut être de lignite ou de jayet; mais l'examen fait par le laboratoire de Minéralogie du Muséum établit que ce bracelet, qui ne brûle pas, qui a une densité supérieure à 1,8, est un schiste argileux de provenance armoricaine.

Tombe 3 (femme) : 1 torque à ornements ajourés formant pendentif (figure 1), un bracelet, deux fibules dont l'appendice partant du pied s'adosse ou se soude à l'arc (figures V et VI); suivant que l'on adopte la classification de Déchelette ou celle de A. de Mortillet, le torque et les fibules permettent de rattacher cette sépulture à l'époque de la Tène II ou à l'époque marnienne (IV^e^ et III^e^ siècles avant notre ère), la première classification ayant l'avantage d'être plus générale et montrant le rayonnement considérable de la civilisation celtique, la deuxième

---

(1) Par M. Jacquemard, propriétaire du champ, et l'auteur de la présente communication.

(2) Ces tombes ont été explorées au cours de l'hiver 1923-24.

marquant d'une façon plus précise le rattachement de ces tombes à la série des sépultures qui s'échelonnent dans la Champagne, au pied de la falaise, depuis la vallée de l'Aisne jusqu'à celle de la Seine.

Tombe 4 (homme) : une épée de fer à lame effilée et à bouterolle curviligne, caractéristique de la Tène II; débris divers se rattachant à l'épée; une boucle de suspension; un fer de lance en fer; une bague de bronze.

Tombe 5 (femme) : un torque avec trois groupes d'ornements composés chacun d'un cercle ajouré et de trois boules, type caractéristique de la Tène II (figures II et III), trois fibules du même type que celles de la tombe 3.

Tombe 7 (femme) : un torque semblable au précédent (figures II et IV), deux bracelets, dont un huméral, deux fibules.

Tombe 8 (homme) : une épée de fer.

Tombe 9 (femme) : un torque à tampons, caractéristique de la Tène I, donc antérieur aux précédents (figure VII); une fibule de la Tène I, avec appendice caudal non soudé et terminé par une cupule (figure VIII).

IV. *Conclusions.*

1° Les stations champenoises précédemment trouvées et explorées forment trois groupes particulièrement importants : le 1er à l'est de Reims ,le 2e à l'est de Châlons, le 3e à l'est de Vertus et s'insinuant vers la Brie par la vallée du Petit-Morin. Les sépultures de Courtavant, venant après celles qui ont déjà été découvertes à Conflans, à Bethon, au Plessis-Barbuise, semblent confirmer la présence d'un 4e groupe important au point où la falaise entre en contact avec la vallée de la Seine.

2° Ces stations gauloises se superposent, en bordure de la vallée, à des stations plus anciennes; les vestiges néolithiques, les tombes du bronze et celles du fer y sont contiguës; le fait mérite d'être signalé à l'attention de ceux qui croient, comme Pittard, à une filiation du néolithique au celtique.

3° L'identification du bracelet de schiste argileux laisse penser qu'un certain nombre d'autres bracelets trouvés en Champagne et considérés jusqu'à ce jour comme étant de lignite, pourraient bien être aussi de schiste; un examen minéralogique de ces pièces est souhaitable.

4° Il importe de mettre un terme aux destructions inconsidérées, et malheureusement trop fréquentes des sépultures; dans chaque commune, l'Instituteur est qualifié pour se faire le prospecteur bénévole et le conservateur vigilant de nos richesses archéologiques; un appel émanant de la Société Préhistorique, de l'Institut français d'Anthropologie et de la Section d'Anthropologie de l'A.F.A.S. pourrait être adressé dans ce but à tous les Instituteurs.

M. FLORANCE
Président de la Société d'Histoire naturelle et d'Anthropologie de Loir-et-Cher, Blois.

L'AGE DU BRONZE EN LOIR-ET-CHER

Populations. — Camille Jullian ne craint pas de ranger tous les peuples de la Gaule à l'Age du bronze sous le nom général de Ligures. D'après lui, la présence et la dispersion de la plus ancienne couche humaine historique est démontrée par des noms de territoires, cours d'eau et de sources. Des noms, pas une phrase, les Ligures n'écrivaient pas.

Mais la Gaule interprétée comme Ligure sera bouleversée par trois faits importants : l'établissement des Phocéens à Marseille; le passage des Ibères à travers les Pyrénées et la grande et longue série d'invasions des Hyperboréens et des Celtes venant du Nord.

Objets trouvés en Loir-et-Cher. — Il n'a été constaté pour le Loir-et-Cher que 221 objets en bronze, dont 94 se rapportant à l'époque morgienne, la plus ancienne, et 127 de l'époque larnaudienne, la plus récente. Il a été trouvé 15 autres objets de l'âge du bronze, dont 5 perles de verre ou d'ambre, 2 feuilles d'or, 3 moules de haches et 5 dents perforées d'animal.

Parmi les haches de bronze, au nombre de 82, 52 appartiennent à l'époque la plus ancienne et 30 à la plus récente. Tout en tenant compte qu'il a dû en être détruit une certaine quantité par la mise au creuset du fondeur depuis l'âge du bronze, il faut avouer que ce qui reste est de bien peu d'importance pour une période qui a duré plus de mille ans. Il est évident que les armes en si petit nombre devaient appartenir aux principaux chefs, de même que les objets de parure devaient servir à leurs femmes.

Ces chiffres témoignent aussi du peu d'importance que pouvait avoir l'industrie du bronze dans l'existence des populations du centre de la France pendant l'époque du bronze. Les populations n'ont pas dû modifier beaucoup leur manière de vivre de la fin de l'époque néolithique.

Je passe sur a période énéolithique, représentée par trois objets de cuivre seulement, et encore rien ne prouve qu'ils n'aient pas été importés en Loir-et-Cher pendant l'âge du bronze.

Les deux feuilles d'or trouvées au Theil, par l'abbé Bourgeois, avec les cinq perles, le casque, la belle ceinture avec terminaisons spiraliformes, ainsi que tout le reste de la trouvaille, devaient être la pro-

priété d'un chef important. Tout cela, venu de loin, devait avoir pour l'époque une valeur considérable et était rare.

Agriculture. — On a peu de données sur l'agriculture de l'âge du bronze. Cependant en Suède on a trouvé des gravures sur rochers représentant une charrue traînée par deux animaux et conduite par l'homme, ce qui indique un véritable progrès dans la culture; la charrue est formée d'un timon, d'un sep et d'un mancheron. Le cheval, comme le bœuf, portait le joug, même lorsqu'il traînait un char de guerre.

Le seul instrument reconnu et bien caractéristique de l'âge de bronze c'est la faucille de bronze. Dans son relevé des objets trouvés en France et en Suisse pour toute la période du bronze, Chantre en a constaté 457, ce qui n'est pas considérable. Il n'en a pas été trouvé en Loir-et-Cher, qui est éloigné des fonderies du Jura et de Suisse. Il est probable qu'on devait se servir, comme aux temps néolithiques, d'une faucille en bois, munie, au tranchant, de petits silex dentés. Parmi les nombreux silex du Loir-et-Cher, j'ai constaté certains petits silex dentés qui pouvaient provenir de ce genre de faucilles.

Céramique. — Les poteries de l'âge du bronze sont rares en Loir-et-Cher, puisque je n'ai pu en constater que 22 cas. Il en est de même des fusaïoles en terre cuite dont je n'ai vu que sept pouvant être attribuées à l'âge du bronze.

Industrie et Commerce. — Ce qui frappe le plus en étudiant la période du bronze, c'est le développement pris par le commerce avec les contrées éloignées. On peut voir par la diversité des formes des armes et aussi des objets de parure, et encore par la rareté des ateliers en France, que la plupart des objets de bronze trouvés proviennent de l'étranger ou de loin.

Dans les 747 dépôts constatés dans l'inventaire de Déchelette, pour toute la France, il ne s'en trouve que 34 contenant un ou plusieurs moules, dont quelques-uns incomplets ou brisés. Pour le Loir-et-Cher je n'en ai compté que trois. Tout cela ne prouve pas des ateliers fixes et importants. On n'a pas constaté non plus de tuyères ou creusets.

Mais si l'on considère l'importance de la découverte faite, à Larnaud (Jura), par G. de Mortillet, c'est tout autre chose. Il s'agit bien là de ce que l'on peut appeler un véritable atelier de fonderie et je comprends qu'on ait donné le nom de Larnaudienne à l'industrie qui caractérise la fin de l'époque du bronze. Chantre indique près de 1.800 objets variés qu'on y a trouvés. Ensuite c'est la station de Saint-Pierre-en-Chastres, dans la forêt de Compiègne, qui comprend 531 objets, dont plusieurs moules et 88 lingots ou culots.

M. G. de Mortillet a pensé, avec raison, que c'est à des industriels nomades, spécialistes de la métallurgie, que l'on doit les fonderies et les cachettes de fondeurs. Ce seraient des fondeurs ambulants de l'âge du bronze, comparables à nos bohémiens actuels, qui auraient importé et propagé l'industrie métallurgique. C'est très vraisemblable.

On a remarqué des saumons de bronze qui ont pu servir de poids. De même on a trouvé des haches monnaies. Le bronze a eu une valeur d'échange.

Le centre de la France, principalement le Loir-et-Cher, paraît s'être trouvé en dehors des routes commerciales qui commençaient à sillonner la France et l'Europe; les fleuves et les rivières cependant devaient être les principales routes et il y en a en Loir-et-Cher, mais les commerçants ou colporteurs pouvaient ne s'arrêter qu'aux stations les plus riches ou les les plus habitées.

Camps, Buttes et Enceintes. — Les camps et enceintes de la fin de l'époque néolithique ont dû servir encore à l'âge du bronze. Mais ce qui est particulier à cette dernière époque c'est la construction de grandes buttes en terre pour en faire des postes fortifiés d'observation ou vigies. A cette époque d'invasions fréquentes, il s'agissait de surveiller les envahisseurs pour se défendre en cas d'attaque ou pour fuir dans des refuges, si l'on était dans l'impossibilité de se défendre. En Loir-et-Cher, de l'époque néolithique moyenne, il y avait, pouvant servir, quatre camps ou enceintes sans fossés et seize promontoires barrés par des fossés et des talus, formant des camps ou des refuges de différentes dimensions. Les buttes sans fossés, mais entourées sans doute de palissades, étant au nombre de 27, cela faisait 47 endroits fortifiés pour la défense dans le département, ce qui pouvait être suffisant pour l'époque.

Les populations de cette époque remuaient facilement la terre; on en a des témoignages par la construction de grandes buttes d'observation et de nombreux tumulus, dont quelques-uns, en Bretagne, recouvrent des dolmens ou des allées couvertes et atteignent des proportions énormes.

Sépultures. — Le nombre relativement élevé des tumulus par rapport aux dolmens paraît indiquer un nombre assez grand de stations importantes. On ne devait inhumer dans les tumulus, comme dans les dolmens, que les chefs des agglomérations et leur famille. Le nombre de ces monuments funéraires doit être en rapport avec la durée des périodes et le nombre des tribus ou des stations. J'en ai compté 122 en Loir-et-Cher, de l'âge du bronze. Enfin leur composition semble aussi confirmer ma manière de voir, qu'en général, la disparition de la coutume d'élever des monuments mégalithiques correspond avec l'épuisement des gros blocs de pierre dénudés et plus ou moins erratiques, se trouvant à la surface du sol à la suite des phases glaciaires.. Les sépultures autres que les grands et petits dolmens, ainsi que les cists, paraissent être la conséquence de cet épuisement dans nos régions et ailleurs.

Religion. Culte. Fétichisme. — En Occident, on ne retrouve pas de traces de temples et les représentations figurées des divinités de l'âge du bronze y sont presque inconnues. Le culte du Soleil est celui

qui a laissé le plus d'emblèmes, principalement en Scandinavie, sur des rochers et sur des bronzes nordiques; on y a trouvé des chariots solaires, des barques solaires avec des têtes de cygne et des roues solaires. Mais l'âge du bronze n'est pas synchronique dans le Nord et dans le Sud de l'Europe, ni avec le Centre.

En France, le culte des Eaux s'est trouvé associé avec le culte solaire; on a découvrt, près de sources thermales, des cygnes et des chars solaires, ainsi qu'une inscription gallo-romaine donnant le nom d'un dieu ligure : *Borvo*, d'où proviennent les appellations de nos sources thermales : les Bourbons, les Bourbonnes et les Bourboules.

Le culte de la Hache, qui a débuté à l'époque néolithique, paraît avoir duré pendant tout l'âge du bronze.

Dans les palafittes de Suisse, on a trouvé des croissants de pierre et d'argile, qu'on a pris d'abord pour des chevets et que M. Evans croit devoir représenter la tête de bœuf des sacrifices.

On trouve des statues menhirs dans plusieurs départements du Midi, qu'on prenait pour des statues féminines grossières. Ces blocs statues ont bien pour but de représenter la maternité, mais d'après M. Louis Siret, au lieu de représenter des statues féminines, elles auraient été copiées sur des arbres qui donnent une figuration analogue, comme l'érable.

A part les haches votives, on rencontre donc peu d'idoles ou de symboles de divinités; ce sont à peu près les mêmes qu'à l'époque précédente.

Arts. — L'art religieux s'est peu développé; on peut citer divers bronzes à l'étranger, représentant des symboles solaires, chariots et barques. C'est tout, rien chez nous. La belle ceinture du Theil est artistique, mais étrangère au Loir-et-Cher.

La taille et le polissage des silex et roches diverses arrivent à leur perfection; les pointes de flèches et de lances sont de véritables bijoux, ainsi que les belles lames de couteaux et de poignards. C'est un travail d'art.

Les marteaux perforés et les casse-tête polis et perforés sont admirablement travaillés, mais à l'exception d'un seul casse-tête disque, ils proviennent tous de Vendée ou de Bretagne, étant en roches étrangères au Loir-et-Cher.

Il y a de petites haches votives fort bien taillées ou polies. Mais, actuellement, ne pouvant distinguer ceux de ces objets de pierre qui ont été fabriqués pendant l'âge du bronze, je les ai tous catalogués à l'époque néolithique; toutefois, il n'est pas douteux que les plus belles pièces sont de l'âge du bronze.

L'art industriel se manifeste également dans les vases ou divers objets de bronze, dans les parures et les bijoux. Il y a un progrès considérable dans l'art néolithique. L'art décoratif se rapporte surtout à la céramique. On doit citer comme ayant pris naissance pendant

l'âge du bronze le style géométrique, composé de lignes droites ou courbes, de chevrons et de points. En Loir-et-Cher, je n'ai pas rencontré de décors géométriques de l'âge du bronze, sauf un fragment de poterie noire avec décor genre damier, en relief, que j'ai recueilli dans un tumulus que j'ai fouillé à Maves-Pontijou.

Progrès. — En résumé, on pourrait dire, malgré l'apparition du bronze, qui devait être l'apanage seulement de certains chefs, que la période du bronze a été la continuation de la dernière partie de l'époque néolithique, celle de la pierre polie, avec le même genre de vie, si ce n'était que cette période se distingua, en plus de la métallurgie, par un progrès considérable de la civilisation sur la précédente. Elle est remarquable par la formation des grandes agglomérations de péuplades, dans toute l'Europe jusqu'en Gaule, qui représentent les premières nationalités connues. Ces nationalités diverses ayant eu un langage d'origine commune, semblable à celui des populations scandinaves, on peut penser avec raison que cette unité de langage doit avoir été causée par les Migrateurs du Nord, lesquels, irrésistibles par leur nombre, se sont répandus, à différentes reprises, dans toute l'Europe et même en Asie, comme le firent un peu plus tard les Celtes ou Gaulois; mais il n'apportèrent pas le progrès, ils le trouvèrent.

René Le COMTE
Paris.

LES BASQUES SONT-ILS DES OUGRO-FINNOIS?

Maurice PIROUTET
Docteur ès sciences,
Préparateur de Géologie appliquée
à l'Université d'Alger.

SUR DES PENETRATIONS OU INVASIONS DANS NOS REGIONS A L'AGE DU BRONZE

Pendant l'âge du Bronze, à plusieurs reprises, ont eu lieu, dans nos contrées, des pénétrations de populations nouvelles. Certaines de ces pénétrations, parfois peut-être bien véritables invasions, nous sont révélées par l'introduction de certains modèles, d'armes surtout dont l'usage ne constitue guère un progrès bien considérable.

I. C'est à un moment déjà avancé du Bronze II que s'est produite la plus ancienne de celles que l'on puisse facilement reconnaître.

Elle est marquée par des poignards d'assez fortes dimensions, triangulaires, larges, à base arrondie et munie de quatre à six ivrets, à tranchants dessinant vers la base une courbe concave, et décorés sur les plats de gravures consistant le plus souvent en une série de filets parallèles au tranchant. Ce type est un dérivé du poignard dit italiote (1).

(1) Cela semble ressortir de l'examen d'un poignard de ce genre, de Laibach (Munro-Rodet, fig. 53, n° 1) portant une ornementation tout à fait du même genre que celle des poignards italiens en question. Le modèle de ces derniers est originaire de l'Europe centrale d'où il a passé en Italie. Il apparaît déjà dans la civilisation d'Unetic en Bohême, même pourvu de sa poignée métallique. Le type le plus primitif de ce modèle rencontré en Italie, celui de Polada (Munro-Rodet, pl. 34, n° 1) a sa poignée partiellement seulement en métal, et sa lame porte une nervure longitudinale comme nombre de poignards italiens les plus anciens en métal; sa lame n'offre, d'autre part, aucune décoration. D'un autre côté, des poignards triangulaires très larges, à base arrondie, munie de nombreux rivets et dépourvus de manches métalliques, se montrent en Bohême à la phase d'Unetic, présentant sur leurs lames un décor identique à celui de certains poignards dits italiens; il en est de forts courts, signe de très haute antiquité. Je ne crois pas qu'aucun poignard italien dépourvu de poignée en bronze offre pareil décor. Enfin les types les plus anciens de poignards métalliques à base arrondie rencontrés en Italie sont généralement plus étroits et n'offrent guère que trois rivets au plus, à moins que ceux-ci ne soient disposés sur plusieurs rangées. (Pour les poignards de Bohême cf. J. Schranil, Studie o Vzniku Kultury Bronzové u Cechach, fig. 14, n° 4 et 2; pour les poignards italiens, primitifs en métal, cf. O. Montélius, Civilisation primitive en Italie). Je crois que, de même que les poignards à poignée pleine, les belles haches à bords droits allongées, avec bords dessinant une courbe gracieuse, même celles à sommet échancré, ne sont nullement originaires d'Italie, mais y ont été importées de l'Europe centrale, et très probablement en même temps, par de nouveaux venus.

Il paraît avoir été introduit en même temps que l'épingle à tête conique gravée et perforée, ainsi que celle à col perforé. Aux mêmes envahisseurs il faut, je crois, attribuer l'apparition des haches à bords droits, allongées, du type appelé italien, ainsi que celles qui en diffèrent uniquement par l'absence, à leur sommet, d'échancrure semi-lunaire. La chose est certaine pour les haches longues et étroites, parfois spatuliformes, souvent à bords en accolade, à légers bords droits ou même avec talon rudimentaire.

Ce groupe de populations est bien représenté en Suisse, notamment par des tombes plates du canton de Fribourg, et dans le département du Jura par quelques sépultures tumulaires, les nouveaux venus ayant ici adopté la tombe en usage chez la population au milieu de laquelle ils s'établissaient. Il s'est étendu jusque dans le Dauphiné et les Hautes-Alpes.

II. Au Bronze III un nouveau groupe de peuplades introduit chez nous l'épée et le poignard à lame se rétrécissant plus ou moins au-dessous d'une base trapézoïdale munie de deux rivets, plus rarement de quatre disposés sur deux rangées. Des épées et poignards étroits (ces derniers souvent à arête médiane accentuée sur le milieu des plats) à tranchants non ondulés, à base tronquée en ligne droite et munie de deux rivets, appartiennent aux mêmes tribus ou à des indigènes ayant très fortement subi leur influence. Au même groupe doivent appartenir le brassard hélicoïdal et le bracelet (ou anneau de jambe) ouvert, à extrémités allant en se rétrécissant pour se terminer chacune par une spirale verticale, les deux spirales s'enroulant en sens contraire. C'est lui encore qui paraît avoir apporté la céramique alvéolée ou excisée, ainsi que les plus anciens spécimens de la poterie lusacienne connus chez nous, avec gorges rectilignes en séries horizontales faisant le tour du vase, ou en courbes concentriques.

Peut-être dans ce groupe faut-il distinguer deux subdivisions. L'une, plus septentrionale, s'étendant jusque dans les Iles Britanniques, offrirait parfois des lames extrêmement effilées mais ne posséderait ni le brassard hélicoïdal ni le bracelet à spirales. L'autre serait caractérisée par la présence de ces deux types de bracelets; elle s'étendrait surtout en Bohême, sur l'Allemagne du S W, un peu en Suisse, principalement au voisinage de Zurich (tumulus de Weiach et tombe plate d'Unsterstammheim), sur l'Alsace, le bassin du Rhône et jusque dans les Alpes-Maritimes (1). C'est peut-être bien à elle que sont dues les pre-

(1) Le bracelet en spirale est connu en Bourgogne. Dans le Jura il s'est montré (un fragment très reconnaissable) associé au brassard hélicoïdal dans un tumulus de Lamarre. Dans les Alpes-Maritimes des tumulus ont donné un poignard de ce groupe, ainsi que deux bagues à spirales, réductions du bracelet typique (cf. C. Bottin,(Découverte et fouille de neuf tombes aux environs de Saint-Vallier de Thiey, Nice 1899). Dans le Doubs et le Jura toutes les épées, dagues et poignards du Bronze III appartiennent à ce groupe.

mières faucilles à boulons (1). C'est à l'invasion de ces peuples et à l'expansion considérable de leur influence qu'est due la remarquable uniformité de la civilisation des régions occidentales au Bronze III.

III. Au début du Bronze IV, l'apparition de l'épée à lame pistiliforme avec soie plate à rivets et bords relevés marque une nouvelle invasion. Cette arme ne constitue guère, en effet, un progrès sur l'épée à soie mince dérivée d'un modèle chypriote et d'un type auquel on reviendra au La Tène, non plus que sur celle à languette probablement d'origine indigène.

Cette épée, à soie plate à bords relevés et munie de rivets, est d'abord, en France, très répandue dans le bassin de Paris où elle est associée à la lance à ailerons ajourés ou pourvus d'œillets à leur base et avec laquelle elle passe dans les Iles-Britanniques. Les épées à soie plate munie de fentes au lieu de rivets, et celles où le logement pour les plaques de bois ou de corne garnissant la poignée est constitué, sur chaque face, par une concavité allongée sont probablement des modifications de l'arme des envahisseurs dues à des groupes secondaires postérieurs. Ce sont ces dernier types qui paraissent alors les plus répandus dans les régions (comme le Jura ou le Doubs) où n'apparaît que très rarement la soie à rivets et à bords relevés.

Pendant le Bronze IV, d'autres pénétrations (mais non de véritables invasions probablement) ont eu lieu. Aux unes, on est redevable de la grande expansion et de la fréquence que possède alors de plus en plus, dans son plus beau développement, la céramique lusacienne; aux autres, sont dues les incinérations dont les restes déposés dans un vase placé à même dans le sol, et non recouvert d'un tumulus, sont parfois rassemblés en véritables cimetières.

Enfin les commencements du Bronze V ont été l'époque, en Franche-Comté tout au moins, d'une invasion devant laquelle les habitants ont cherché asile dans des retraites bien cachées et faciles à défendre, dans des cavernes également bien abritées des regards et souvent inaccessibles; d'autres enfin se sont réfugiés dans d'anciens lieux fortifiés ou même encore en ont édifié de nouveaux. Cette invasion paraît avoir mis fin, dans le Jura, à l'âge du Bronze. En effet, très rares sont les objets du Bronze V recueillis dans nos nombreuses stations ou cachettes jurassiennes, et encore appartiennent-ils tous aux débuts seulement de cette phase. On ne connaît chez nous aucun de ces types plus tardifs fréquents à Petit-Villate, à Vénat, à Vaudrevanges, à Réallon. Les épées à poignées pleines du Bronze V notamment font défaut dans le Jura. Les envahisseurs d'alors, ou du moins des nouveaux

(1) Les faucilles à boutons apparaissent plusieurs fois associées aux poignards typiques notamment à Equevillon (Jura) avec la hache à bords droits et la hache à talon sans anneau, ainsi qu'à Percieu-Amblagnieu (Isère) avec les haches à bords droits.

venus qui s'établissent à ce moment dans le pays, ne sont autres que les premiers Hallstattiens à courtes épées de bronze qui ont introduit dans la région le tumulus en terre avec calottes internes de pierres et dont les sépultures ne font pas défaut dans la Combe d'Ain (1).

L. MANOUVRIER

Directeur du Laboratoire d'Anthropologie des Hautes-Etudes, Paris.

DOCUMENTS CRANIOMETRIQUES SUR 16 CRANES EGYPTIENS PREHISTORIQUES OU ARCHAIQUES PROVENANT DES FOUILLES DE M. DE MORGAN

Ces crânes forment 4 groupes :

1° 3 crânes provenant de *Mézaïdeh*, trouvés dans une fosse recouverte de pierres ayant formé avec le sol un conglomérat dur comme du béton (considérés comme les plus anciens);

2° 4 crânes provenant de sépultures énéolithiques d'*Adimieh;*

3° 5 crânes provenant de sépultures archaïques de *Koum Akmar;*

4° 4 crânes provenant de sépultures du type Kawamil d'*Abou Zédan*.

---

(1) Toutes ces invasions n'ont pas été sans influer sur les caractères anthropologiques de la population habitant alors la Franche-Comté.

Tandis qu'au Bronze I et au début du Bronze II domine, dans les inhumés de nos tumulus, un élément nettement brachycéphale dont la partie masculine était extrêmement robuste et parfois de taille assez élevée, on voit ensuite, parmi les inhumés, de plus en plus rares par rapport aux incinérés, s'accroître la proportion de Dolichocéphales. Les envahisseurs du Bronze II paraissent avoir été Dolichocéphales; le seul crâne utilisable, quoique incomplet, est celui d'une femme jeune, de taille peu élevée, à crâne étroit et relativement élevé, assez régulièrement elliptique, sans méplat obéliaque, et à voute tombant en pente rapide sur les côtés. Un guerrier, de taille atteignant seulement à peu près la moyenne, paraît bien aussi avoir possédé un crâne allongé.

Au Bronze III le rite de l'incinération est général; je puis pourtant citer un crâne féminin dolichocéphale, assez régulièrement elliptique, n'offrant pas de méplat obéliaque et à sommet de la voûte bien arrondi transversalement.

Enfin les sépultures de la grotte de Courchapon, du Bronze IV avancé, appartenant à un groupe à belle céramique lusacienne, montre d'après l'étude faite par mon ami le Docteur Bouchet, de Gray, une population métissée à élément dolicho prédominant. Sur quatre crânes, trois appartiennent à des types métis, tandis que le quatrième, très dolicho, est celui d'un individu de la race septentrionale à crâne élevé.

Enfin le crâne d'un inhumé de taille moyenne, provenant de la sépulture primitive centrale d'un tumulus en terre à calotte interne en pierres, du Hallstattien ancien, était dolicho-elliptique avec voûte à section tranverse régulièrement arrondie.

Tous ces crânes précieux étant restés longtemps à la disposition du laboratoire furent mesurés par l'auteur d'une façon très uniforme et très exactement selon la technique de Broca, les chiffres ci-dessous permettent des comparaisons exactes avec la multitude de données craniométriques concernant des milliers de crânes de toute provenance.

Ils sont donnés ici à titre de simple et modeste appoint documentaire aux publications antérieures de M. de Morgan.

L'auteur croit toutefois signaler un caractère morphologique très singulier qu'il a observé sur le crâne n° 3 de Mézaïdeh et jamais sur un autre crâne :

Les deux bosses sourcilières réduites à leur position interne très saillante et bien délimitée de façon à prendre l'apparence de deux petites cornes osseuse voisines de la ligne médiane du front. Il est plus que probable que cette particularité est purement individuelle mais son aspect bizarre et son extrême rareté nous engagent à la noter ici bien qu'étrangère à notre sujet exclusivement craniométrique.

ABOU ZÉDAN

Sépulture du type Kawanil

	1	2	3	4
	M	M	F	F?
Antéro-Postérieur max.	182	176	176	182
Métopique.	182	177	176,5	180
Transversal maximum.	133	137	131	138
Basio-bregmatique.	140	122	118	129
Naso-basilaire.	104	92	96	100
Frontal minimum.	94	92	92	94
Bizyhomatique.	134	125	123	122
Max.	63	57	59,5	60
Interorbitaire.	25	23	25	21,5
Orbitaire Largeur.	38	36	33,5	38
— Hauteur.	35,5	33	31	35
Nez Hauteur.	56	50	46	47
— Largeur.	25	25	23	24
Ophryo-alvéolaire.	92	87	78	87
Naso-alvéolaire.	76	68	64	68
Capacité.	1.486	1.289	1.236	1.433
Indice céphalique.	73,1	77,8	74,4	75,8
— facial.	68,6	69,6	63,4	71,3
— orbinaire	93,3	91,7	93,9	92,1
— nasal.	44,6	50,0	50,0	51,6
BM.	119	106	108	114
BA.	97	92	97	96
Prognatisme.	81,5	86,8	89,8	84,2

Courb. médiane ant.-post.	17	19	15	19
—	115	116	102	107
—	128	128	123	128
—	60	65	62	61
—	111	111	108	111
Corde occipitale.	94	94	86	94
— frontale.	116	115	100	112
Os nasaux min.	10	9	8	
— max.	13	16	16	
— rapp.				

KOUM AKMAR

Sépulture Archaïques

	1	2	3	4	5
	M	M?	F	M	F
AP max.	176	177	182	178	173
— mét.	172	177	186	176	174
— tr.	140	130,5	124	129	134
— BB.	132	130	133	128?	126
— Fr. min.	96	94	93	86	85
— NB.	99	94	95	98	93
— Biz.	131	123	124	123	121?
— Inter.	24	27	25	22,5	
— Orb. L.	38	33	36	37	
— — H.	31	31	31	35	
— Nez.	53	46	48	47	
— —	24	25,5	24	20,5	
— Max.	67	63	60	57	
— OA.	92	81	84	87	
— NA.	74,5	64	69	68,5	
— Cap.	1.425	1.300	1.364	1.289	1.352
Indices céph.	79,5	73,7	68,1	72,5	77,4
— facial.	70,2	65,8	67,7	70,7	—
— orb.	81,6	93,9	86,1	94,6	—
— nasal.	45,3	55,4	50,0	43,5	—
BM.	112	106	111	110	
BA.	104	90	91	88	
Progn.	92,8	84,8	81,9	80,0	
Courbe méd. s.-front.	19	16	16	20	15
— front.	110	110	108	102	107
— par.	123	130	135	120	123
— occ. s.	60	63	72	67	70
— occ. pot.	105	113	117	113	120
Corde occ.	89	94	94	96	96
— front.	113	109	107	109	108
Os nasaux min.	8	12	12	8,5	
— max.	19,5	21	17	15	
— Rapp.					

ADIMIEH

Sépulture énéolithique.

	1	2	3	4
	M	H?	F	F
Dap. max.	184	182	182	170
— Mét.	184	184	182	172
— transv.	141	133	134	136
— BB.	136	—	134	124
— Fr. min.	95	98	92	87
— NB.	98,5	—	100	90
— Bizyg.	—	—	—	119
Inter Orb.				23
— Orb. L.				34
— — H.				29
— Nez H.				44
— — L.				23
— max.				57
— OA.				72
— NA.				58
Indice céph.	76,6	73,1	73,6	80
— facial	—			60,5
— orbitaire.	—			85,3
— nasal.	—			52,3
Cap. approchés.	1.603	—	1.485	1.327
BM.	—	—	—	104
BA.	—	—	—	82
Progn.				78,7
Courb. méd. s.-front.	16	16	16	14
— frontale.	112	118	110	109
— pariét.	125	125	131	105
— occ. sup.	80	74	73	65
— occ. tot.	130	125	122	119
— corde front.	111	111	109	103
Cordes corde occ.	104	104	100	94
Os nasaux min..				8
— max.				15
— rapp.				

Egyptiens préhistorique de Marzan

MEZAIDEH

Fosse recouverte de pierres ayant formé avec le sol un conglomérat dur comme du béton.
Pas de mandibules.

DA-p. max.	182	180	176
— mét.	184	180	174

— transv.	132	134	130
— BB.	136	134	—
— NB.	107	102	—
— Fr. min.	98	96	
— Bizyg.	130	134	123
— Interorb.	24	26	22
— Orb. L.	36	37	36
— — H.	34	32	32
— Nez H.	49	54	49
— — L.	27	28	24
— Larg. max. ext.	61	64	—
— Ophryo-A.	82	93	83
— NA.	65	75	66
Indice céph.	72,5	74,4	73,9
— facial.	63,1	69,4	67,5
— orbitaire.	94,4	86,5	88,9
— nasal.	55,1	51,8	49,0
Capacité app.	1.432	1.469	
BM.	120	116	
BA.	102	100	
Ind. prognath.	85,0	86,2	
Courb. méd. s.-front.	18	19	
— front.	111 99,5	106	94,5
— par.	130	129	
— occ. s.	68	70	
— tot.	111 90	115	97
Os nasaux larg. min.	9,5	10	
— inf.	19	18	
— Rapp.			
— Squel.	3	3,5	

Les tableaux ci-dessus, confrontés avec les chiffres obtenus par Broca sur trois fortes séries d'Egyptiens de IV^{e}, XI^{e} et XVIII^{e} dynasties ne paraissent comporter aucune conclusion spéciale ethnologique.

Abbé H. BREUIL
Professeur à l'Institut de Paléontologie humaine.

HARPONS AZILIENS PEU CONNUS TROUVES EN FRANCE

Les trouvailles de harpons aziliens se répartissent sur un vaste espace géographique, des Pyrénées au nord de l'Angleterre et de l'Ecosse. A part un fragment conservé à l'Université de Liége et provenant de la grotte de Verlaine (Belgique), ainsi que nombre d'objets intéressants, et plusieurs faux notoires (sculpture de poisson et tête humaine), tous les harpons aziliens connus sont répartis le long des provinces littorales de la France et de la Grande-Bretagne. Ils manquent donc complètement dans les grottes d'époque azilienne de nos provinces orientales et des pays plus à l'est.

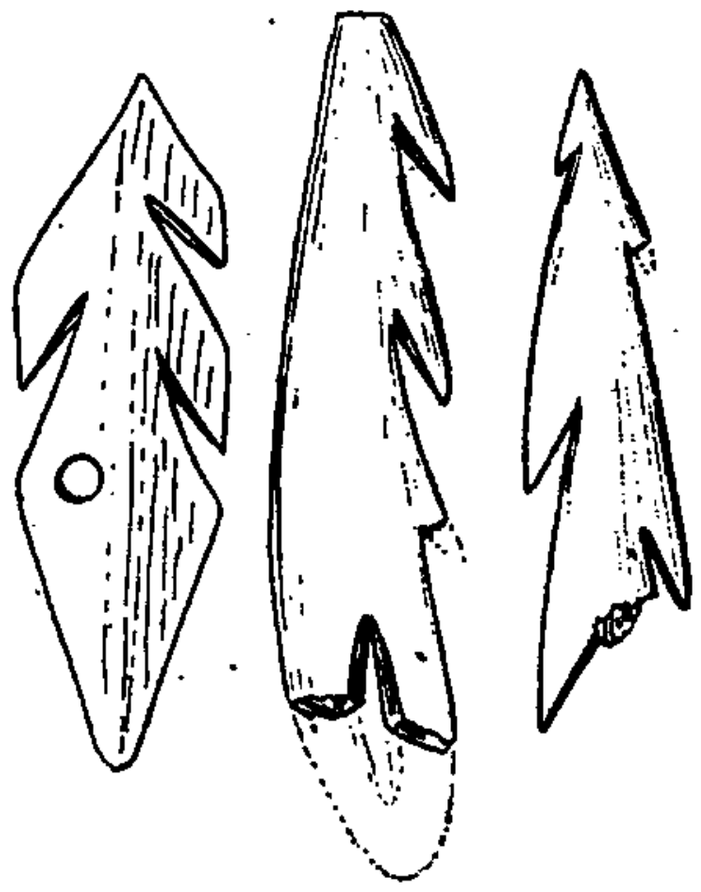


FIG. 1. — Harpons provenant de Salies du Salat. Musée d'Agen. Echelle : 1/2.

Dans les Pyrénées Cantabriques, plusieurs cavernes en ont livrés, M. H. Obermaier et moi en avons trouvés à Valle (Rasines), à la limite des provinces de Biscaye et de Santander, au Castillo (Puente-Viesgo-Santander). D'autres ont été trouvés à la Cueva Morin, non loin de cette dernière localité, à la Cueva del Rascaño (Mirones-Santander) et à celle de la Paloma (Soto de las Regueras-Asturies).

Les Pyrénées françaises sont bien connues à ce point de vue : Piette, qui en avait trouvé à Lortet et Gourdan, n'en a compris l'importance que dans ses grandes fouilles classiques du Mas d'Azil, qui en ont livré des centaines.

Bien avant lui, Garrigou, sans les comprendre, en avait recueilli plusieurs à la grotte de la Vache à Aillat (Ariège), dans la vallée du Vicdessos.

Plus tard, Félix Regnault en fit connaître de Massat, de Montfort à Saint-Lizier, de La Tourasse à Saint-Martory, et tout récemment M. de Saint-Périer en a trouvé un fragment à Lespugue (Haute-Garonne); moi-même, plus à l'ouest, en ai recueilli un morceau dans les fouilles de Sordes (Landes). Récemment M. Cazadessus en a trouvé plusieurs à Montespan (Haute-Garonne).

De la même région pyrénéenne, je tenais de M. Cartailhac qu'il existait dans les rochers en aval de Marsoulas, près de Salies-du-Salat (Haute-Garonne), un gisement azilien. C'est sans doute de là que proviennent les trois harpons du musée d'Agen, étiquetés de Salies, que je figure ici.

Les gisements aziliens sont infiniment plus rares au nord des Pyrénées.

Le seul vraiment important que l'on puisse signaler est celui de Reilhac (Lot), décrit par Cartailhac et Boule.

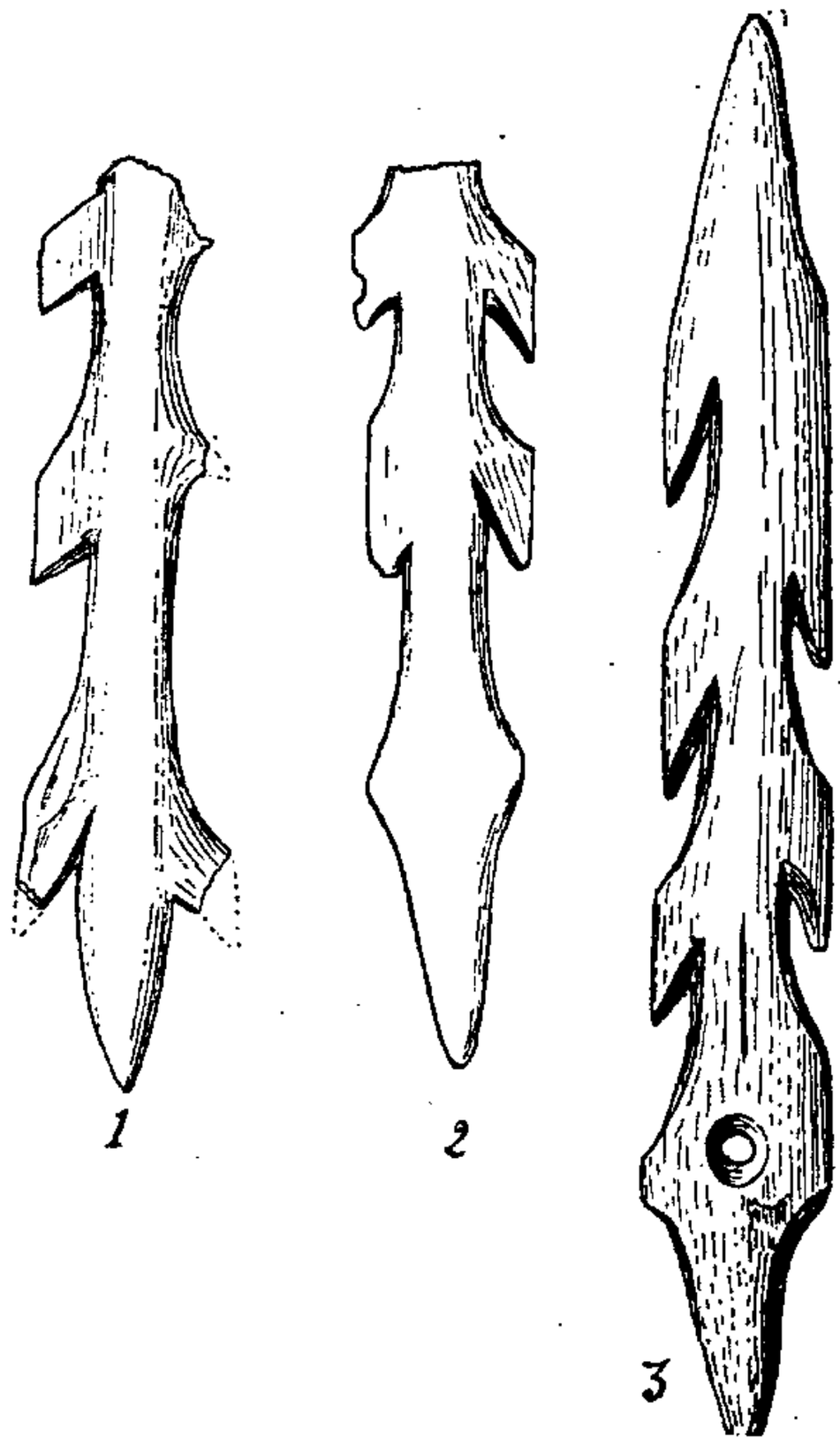


FIG. 2. — Harpons à tendance azilienne et aziliens : 1) Le Chaffaud (Vienne) ; 2) Bruniquel (Tarn-et-Garonne) ; 3) Laugerie Basse, Musée de Périgueux. Echelle : 1/2.

Récemment, près de Cabrerets, l'abbé Lémozi a découvert un petit abri azilien, où il a trouvé un harpon typique, encore inédit.

Je ne connais aucun vestige azilien certain de Bruniquel, ce qui peut paraître singulier; néanmoins, une forme transitionnelle existe, signalée par E. Cartailhac (1).

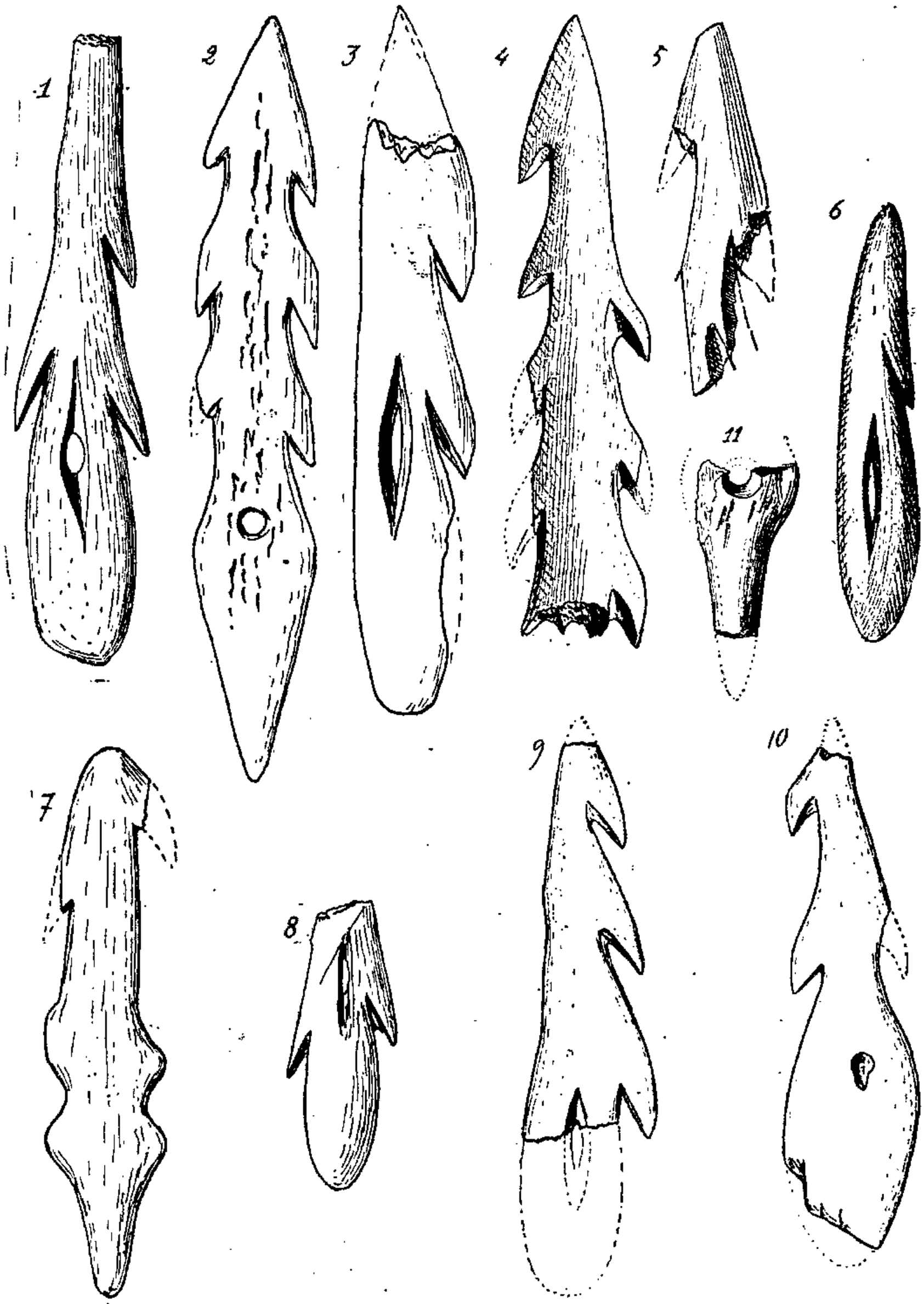


FIG. 3. — Harpons aziliens de la vallée de la Vézère : 1. Laugerie Basse, Musée de Toulouse; 2, 3. Ibid., collection Girod et Massinat au Musée de Saint-Germain; 4, 5, 6. Laugerie Haute, collection Chastaing à Senlis; 7, 8. La Madeleine, d'après Lartet et Christy; 9, 10. Le Souci à Lalinde; 11. Limeuil (Le Tuf), collection Louis Giraux. Echelle 1/2.

Mais en revanche, la région des Eyzies a fourni une série de harpons, la plupart peu connus ou tout à fait ignorés; en voici la liste :

— Le Souci, à Lalinde : deux harpons, trouvés vers 1880 par M. Lavernelle, et dont l'abbé Chastaing, curé de Bourniquel, m'a aimablement remis les dessins (fig. 3, nos 9 et 10).

---

(1) E. CARTAILHAC. Les stations de Brunique. L'Anth. XIV, p. 310.

— Limuil (gisement du Tuf), collection Louis Giraux : base de harpon protoazilien (fig. 3, n° 11) perforé d'un trou rond. J'en publie le dessin grâce à l'obligeante autorisation de notre collègue.

— Laugerie Basse. Un harpon de la collection Noulet au musée de Toulouse (fig. 3, n° 1); deux autres de la collection Girod et Massénat au musée de Saint-Germain (fig. 3, n^{os} 2 et 3, pl. LXX); l'un est à perforation circulaire, l'autre, fusiforme. Un troisième harpon à perforation circulaire, bien complet, à barbelures bilatérales, est conservé au musée de Périgueux (fig. 2, n° 3); il provient de la collection de M. A. Beney chef du Bureau militaire à la Préfecture de la Dordogne, qui, vers 1890, l'avait acquis du vieux Delpeyrat; celui-ci l'avait découvert dans les couches supérieures des foyers avoisinant sa maison. En cet endroit, il avait aussi recueilli du néolithique, haches polies et à la plume a été exécuté sur un fort beau dessin au crayon qu'a bien voulu m'en faire M. Féaux, le sympathique conservateur de la galerie préhistorique du musée du Périgord.

— Laugerie Haute. Trois harpons (fig. 3, n^{os} 4 à 6), qui faisaient partie, il y a vingt ans, de la collection de M. Chastaing, pharmacien à Senlis (Oise); ils provenaient des travaux faits à la route longeant le rocher entre les maisons d'amont de Laugerie et le Tunnel, vers 1880. l'un est très incomplet, un autre, à trou fusiforme et une seule barbelure; un troisième, très long, et à nombreuses barbelures, manque de sa base.

— La Madeleine. Edouard Lartet a trouvé dans ses fouilles avec H. Christy, deux harpons aziliens, figurés l'un pl. XXXIX et l'autre page 160 des *Reliquiae Aquitanicae*. Le premier (fig. 3, n° 7) a la base large, non perforée, mais à double tubercule accentué, de chaque côté. et paraît un type de transition avec les formes de la fin du magdalénien; le second (fig. 3, n° 8) incomplet de sa pointe, est à perforation fusiforme remontant entre les deux premières barbelures.

Dans la partie tout à fait supérieure du gisement, M. Peyrony a retrouvé le niveau azilien, mais pas de harpons.

— Longueroche, près Le Moustier. O. Hauser a publié, en carte postale, un joli harpon azilien (fig. 4, n° 3) de ce gisement exploré par lui; il est à double rangée de barbelures, et base perforée à trou fusiforme. Dans son mauvais livre, rempli de mensonges et d'inexactitudes de toute nature sur les personnes et les choses dont il parle « *Ins Paradies des Urmenschen* », il en reproduit deux autres (fig. 4, n^{os} 1 et 2), qu'il classifie comme magdaléniens, et trouvés ensemble avec des harpons des deux dernières assises du magdalénien (1); bien qu'il en taise

(1) On sait que lorsque les assises, peu importantes, ne sont pas séparées par des niveaux stériles suffisamment épais, il devient impossible de les séparer. On peut supposer, à condition d'admettre des fouilles bien conduites, qui ne sont rien moins que certaines dans le cas, qu'il en ait été ainsi à Longueroche.

la provenance, elle est vraisemblablement la même. L'un de ces deux objets est un prototype de transition avec la fin du magdalénien, à base large non perforée de forme losangique. L'autre, avec deux barbelures unilatérales, est troué d'une perforation fusiforme située entre les deux.

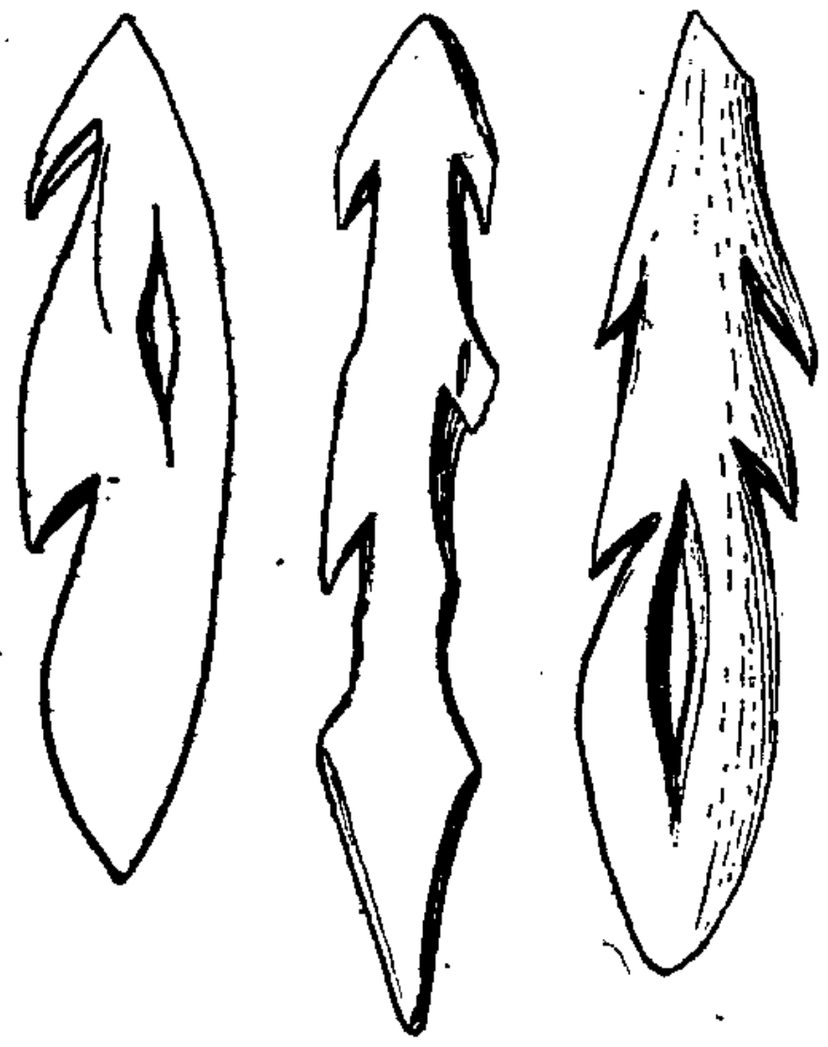


FIG 4. — Harpons protoaziliens et aziliens de Longueroche, près Le Moustier (Dordogne), sans échelle précise, d'après O. Hauser.

Il est singulier que, jusqu'à présent, on ne connaisse aucun harpon azilien en Charente, si voisine de la Dordogne.

En Poitou, nous avons une seule pièce (fig. 2, n° 1) à mentionner, au Chaffaud, Savigné (Vienne), qu'Edouard Lartet a signalée dès 1861 (*Annales des Sciences Naturelles*, 4e série, Zool. t. 15, pl. 13), et qui est un prototype azilien à base non perforée et passablement atrophiée, et barbelures anguleuses rappelant celles du Magdalénien supérieur.

Plus au nord, jusqu'aux stations de Victoria cave (Angleterre) et d'Ecosse il n'y a plus, sauf Verlaine, rien à signaler; mais il faut remarquer que les régions intermédiaires sont, à l'exception de quelques coins, dénuées de cavernes ayant facilité la conservation des gisements; de sorte que le manque de nos connaissances doit être causé par des motifs tout différents de l'absence réelle d'Azilien dans ce district.

L'Azilien de Provence, du Jura, de Suisse, de l'Allemagne de l'ouest et du sud manque de harpons jusqu'à présent, bien qu'à Bobache (Drôme) et Birsek (Suisse), il ait livré des galets peints; malgré sa contemporanité avec l'Azilien de l'ouest, et son analogie avec lui au point de vue de l'outillage en pierre, il faut probablement admettre qu'il appartient à un groupe humain différent, venu des régions méditerranéennes où le Capsien s'était développé jusqu'à la fin du paléoli-

thique supérieur, sans passer par les phases, si développées dans la région atlantique, du Solutréen et du Magdalénien, tandis que notre Azilien à harpons des Cantabres à l'Ecosse, procède sans doute d'un mélange entre les populations capsiennes méditerranéennes avec des éléments abâtardis d'origine magdalénienne.

P. RIVET.

INTERPRETATION ETHNOGRAPHIQUE DE DEUX OBJETS PREHISTORIQUES

Bien que l'ethnographie ne puisse apporter à la préhistoire que des hypothèses plus ou moins plausibles, il est du plus haut intérêt de signaler toutes les similitudes que l'on rencontre entre des objets fabriqués encore de nos jours par des populations dites primitives et certaines pièces extraites de gisements archéologiques. Quelle que soit la part d'incertitude que comportent fatalement des rapprochements basés sur des ressemblances morphologiques, c'est uniquement par cette méthode comparative qu'on peut espérer rendre la vie à l'humanité préhistorique et se faire une idée approchée de son mode d'existence, de son industrie, de ses coutumes, voire de ses croyances et de ses superstitions. C'est à ce titre que je crois devoir signaler la curieuse ressemblance, presque l'identité, que j'ai découverte entre deux objets préhistoriques et des objets encore en usage chez les Eskimo.

Le premier de ces objets a été découvert et décrit par le comte Bégouen (1), qui a bien voulu me le communiquer (fig. 1). Il provient de la caverne d'Enlène à Montesquieu-Avantès (Ariège); il est malheureusement impossible de savoir s'il est magdalénien ou néolithique.

« C'est un morceau de grès, ayant vaguement la forme d'un bout de « croissant et mesurant 0 m. 075 de longueur, 0 m. 04 dans sa plus « grande largeur et 0 m. 02 d'épaisseur. Ses différentes surfaces sont

(1) Bégouen (Comte). *Un petit affutoir pour pointes d'or.* Bulletin de la Société préhistorique française. Paris, t. XVIII, 1921, p. 300-301.

« couvertes de petites cupules fort profondes, dont la plupart, se re-
« joignant par la pointe, percent l'objet de part en part, parfois obli-
« quement sur les bords et lui donnent l'aspect des roches trouées par
« des mollusques perforants ».

Le second objet (fig. 2) provient de la grotte d'Isturitz (Basses-Pyrénées), si admirablement fouillée par E. Passemard. Il a été rencontré dans la partie moyenne d'une riche couche magdalénienne. C'est une représentation de félin taillée en ronde bosse dans un bois de renne (1). L'animal qui mesure 0 m. 10, est assez schématiquement représenté, surtout si on le compare aux sculptures d'un réalisme si merveilleux qui ont été trouvées dans la même couche. Si, au point de vue artistique, cette pièce est nettement inférieure à maintes œuvres de même provenance, elle présente, au point de vue archéologique, un intérêt exceptionnel. Elle porte en effet cinq perforations, deux grandes au niveau du thorax et de l'abdomen, trois plus petites au niveau du maxillaire inférieur et à l'extrémité des pattes. En outre, elle est ornée, le long de l'épine dorsale, d'une ligne double incisée, bifurquée en avant et de quatre gravures placées, de chaque côté, au niveau de l'épaule et de la cuisse, qui ont l'aspect de harpons barbelés stylisés.

Les inventeurs de ces deux curieux objets ont, comme ils le devaient, cherché à les interpréter.

Le comte Bégouen a vu dans la pierre perforée de la caverne d'Enlène un petit affutoir pour pointes d'os. Pour E. Passemard, le félin d'Isturitz est un animal envoûté et apporte la « preuve définitive de l'existence au magdalénien de pratiques magiques ».

Ces deux interprétations sont l'une et l'autre satisfaisantes et semblent avoir été acceptées sans discussion par les archéologues. Je crois cependant que l'ethnographie permet de suggérer une interprétation toute différente qui s'appliquerait à ces deux objets, à première vue assez dissemblables.

Les Eskimo emploient encore à l'heure actuelle des objets en ivoire qui présentent avec les pièces des cavernes d'Enlène et d'Isturitz une ressemblance morphologique frappante et qui ne sont autres que des bilboquets. J'en reproduis deux spécimens que j'emprunte au beau travail de Culin sur les jeux des Indiens américains (1); ils proviennent l'un et l'autre des Eskimo de la terre de Baffin. Le premier (fig. 3), qui rappelle si étrangement la pièce d'Enlène, représente aux yeux des indigènes une tête de chien; le second, dont la ressemblance avec la

---

(1) Passemard (E.). *Un félin sculpté en bois de renne.* Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. Paris, 1920, p. 28-31; *La caverne d'Isturitz (Basses-Pyrénées).* Revue archéologique. Paris, t. XV, 1922, p. 1-45; *Les stations paléolithiques du pays basque et leurs relations avec les terrasses d'alluvions.* Bayonne, 1924, 218 p.

(1) Culin (Stewart). *Games of the North American Indians.* Twenty-fourth annual Report of the Bureau of american ethnology to the Secretary of the Smithsonian Institution 1902-1903. Washington, 1907, p. 544-549.

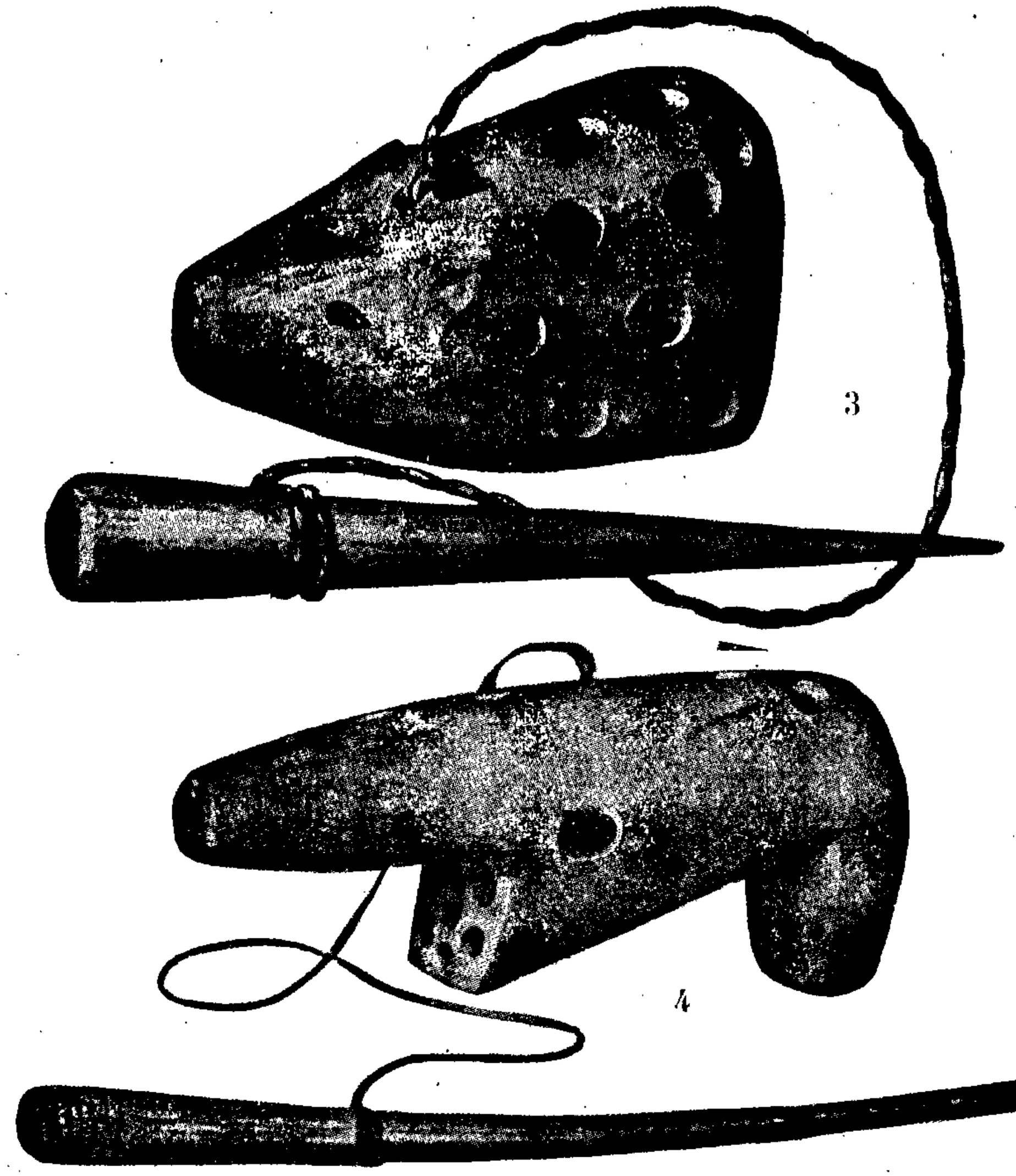


Fig. 1 : Objet en pierre de la caverne d'Enlène (1/1). — Fig. 2 : Félin en bois de renne de la grotte d'Isturitz (2/3). — Fig. 3 : Bilboquet en ivoire des Eskimo de la Terre de Baffin, d'après Culin (1/1). — Fig. 4 : Bilboquet en ivoire de même provenance d'après Culin (2/3).

sculpture d'Isturitz, pour être moins directe, n'en est pas moins manifeste, est une figuration d'ours blanc (fig. 4). On trouvera dans le mémoire du savant nord-américain plusieurs autres spécimens comparables. L'un de ceux-ci est particulièrement intéressant : l'objet qui porte les perforations n'est plus une figuration d'animal, mais le crâne même de l'animal (en l'espèce un lièvre).

Chez les Eskimo de la Terre de Baffin et de la baie d'Hudson, le jeu du bilboquet n'est pas un simple amusement. Les enfants le pratiquent au moment où le soleil reparaît après le long hiver polaire, dans le but de hâter son retour (1). Il a donc conservé dans ces tribus un rôle nettement magique. Il est probable d'ailleurs que la plupart des jeux ont eu, à l'origine, ce caractère, et ne sont devenus que secondairement de simples divertissements. Tel est le cas d'un jeu sud-américain (appelé *huayru* ou *picka*), en usage depuis l'époque précolombienne dans toute l'étendue du domaine incasique, dont j'ai eu l'occasion de faire récemment l'étude (2). Tel est encore le cas des galets coloriés qu'on rencontre au Mexique dans le lieu sacré de Teotihuacan et qui présentent de si étroites ressemblances, d'une part, avec les galets coloriés du Mas d'Azil, d'autre part, avec certains jeux encore en usage chez les Indiens américains, également décrits par Culin (3).

Le fait qu'on emploie pour la fabrication des bilboquets des figurations et même des ossements d'animaux, que la tige doit transfixer, peut suggérer une autre explication magique. La pointe du bilboquet aurait été vraiment aux yeux de nos ancêtres préhistoriques une arme avec laquelle le joueur transperçait l'animal représenté et cet acte aurait été un rite propitiatoire pratiqué avant la chasse.

Que peut-on tirer de ce rapprochement entre des objets si particuliers pour la thèse d'une parenté ancienne entre la civilisation quaternaire et la civilisation eskimo ?

Il y a en ethnographie des phénomènes de convergence si extraordinaires qu'il faut se montrer extrêmement prudent dans des conclusions de cet ordre, et si la similitude que je viens de signaler était un fait isolé, je n'hésiterais pas à y voir un simple fait de convergence; mais on sait qu'il y a entre la civilisation eskimo et la civilisation de notre quaternaire supérieur d'autres ressemblances qui ont frappé depuis longtemps les ethnographes et les archéologues : harpons, couteaux à neige, redresseurs de traits, propulseurs, gravures et sculptures, etc. Le fait présenté ici vient donc s'encadrer dans un ensemble de remar-

---

(1) BOAS (Franz). *The Eskimo of Baffin Land and Hudson bay*. Bulletin of the american Museum of natural history. New-York, t. XV, 1907, p. 151.

(2) RIVET (Paul). *Coutumes funéraires des Indiens de l'Equateur*. Congrès international d'histoire des religions (8-13 octobre 1923). Paris, 1925, t. I, p. 376-412.

(3) CAPITAN (L.). *Les amulettes de Teotihuacan* (observations de P. Rivet). Journal de la Société des Américanistes de Paris, nouv. série, t. XVI, 1924, p. 386-387.

ques de même nature et par suite, ne semble pas devoir être expliqué par une coïncidence fortuite.

L'anthropologie apporte, elle aussi, des données d'une valeur exceptionnelle pour la solution du problème que posent les similitudes d'industrie et d'art. Il est en effet certain que; dès le quaternaire, vivait dans notre pays une race dont la morphologie, entièrement différente de celle de la race Cro-Magnon, rappelle celle des Eskimo; la récente découverte du docteur Henri Martin dans la vallée du Roc (1) a rappelé l'attention sur ce fait que la trouvaille de Chancelade avait mis en lumière. Elle permettra, semble-t-il, de préciser davantage la question, notamment en établissant que ces crânes préhistoriques sont encore plus mongoloïdes qu'eskimoïdes, autrement dit, qu'ils ressemblent aux crânes Eskimo dans la mesure où ceux-ci ressemblent aux crânes des populations du Nord-Est asiatique.

A son tour, la linguistique, qui nous a donné la preuve de la parenté de l'Eskimo et des langues ouralo-altaïques (2), nous permettra peut-être, dans un avenir prochain, d'établir que la liaison entre nos hommes du quaternaire et les Eskimo, dont l'industrie, l'art et le type physique présentent tant d'affinités, a pu s'établir par les régions circumpolaires de l'Europe et de l'Asie.

La paléontologie enfin peut apporter une importante contribution à la solution du problème en établissant si le renne de notre quaternaire supérieur est plus directement apparenté avec le renne domesticable du nord de l'Europe qu'avec l'indocile caribou de l'Amérique du nord. J'ai l'espoir que mon ami L. Joleaud entreprendra bientôt cette étude délicate dont les conclusions auront un intérêt capital pour l'anthropologie préhistorique.

Ainsi, par la collaboration intime et féconde des sciences les plus diverses, voit-on se dessiner les grandes lignes d'une vaste migration humaine dont l'importance pour l'histoire de l'humanité ne saurait échapper à personne.

---

(1) Martin (Henri). *Crâne trouvé en Charente (Vallée du Roc)*. L'Anthropologie. Paris, t. XXXIV, 1924, p. 298-301.

(2) Sauvageot (Aurélien) : *Eskimo et Ouralien*. Journal de la Société des Américanistes de Paris, nouv. série, t. XVI, 1924, p. 279-316.

Dr Marcel BAUDOUIN
Croix-de-Vie

et

A. BOULAND
Paris.

CONTRIBUTION A LA RADIOGRAPHIE DES MAXILLAIRES PREHISTORIQUES. ETUDE DE QUELQUES RADIOGRAPHIES D'OS DE L'AGE DE LA PIERRE POLIE

Résumé.

Les auteurs ont étudié quelques os provenant de l'ossuaire néolithique de Bazoges-en-Pareds (V.). Le docteur Marcel Baudouin a déjà décrit ailleurs les pièces présentées au point de vue de l'anatomie macroscopique et au point de vue pathologique. La communication met en relief des caractères intimes révélés par la radiographie.

Les auteurs pensent que la radiographie peut apporter un grand secours aux anthropologistes et aux dentistes pour l'étude des pièces préhistoriques et ils conseillent la radiographie systématique des mâchoires préhistoriques, mâchoires d'adultes surtout, quand elles sont pourvues de dents devant être radiographiées, car il y a souvent intérêt à ne pas extraire les dents pour les examiner. La radiographie montre souvent des anomalies de racines, met en valeur certaines lésions, montre l'état des chambres pulpaires, des canaux, de l'intérieur de l'os, etc... Pour les pièces provenant d'adolescents, surtout d'enfants, la radiographie permet seule de renseigner exactement les relations des deux dentures, première et deuxième denture, et sur l'évolution des dents caduques ou permanentes. Elle permet de plus d'obtenir des renseignements précieux pour les fractures, traumatismes, etc... Elle montre la structure intime des pièces que l'on hésite généralement, à juste cause, à sectionner, vu leur rareté et leur fragilité.

Sous-Section

HISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE

Président. . . . . . Joseph BRASSINNE, Professeur, Bibliothécaire en chef de l'Université de Liége.

Secrétaire. . . . . . Jacques BREUER, licencié en histoire de l'art et archéologie.

Florent PHOLIEN

Trésorier de l'Institut archéologique liégeois,
et Président de la Commission des Conférences, Liége.

1° L'HORLOGERIE DANS L'ANCIEN PAYS DE LIEGE

L'encyclopédie des arts industriels dans l'ancien pays de Liége constitue pour nous, sans conteste, une page glorieuse à plus d'un titre.

Des monographies ont été écrites sur la plupart d'entre eux. Celle de l'ancienne horlogerie liégeoise n'a pas été faite.

Les auteurs étrangers qui ont écrit de savants ouvrages sur cet art intéressant, n'ont pas, faute probablement de documents, parlé de Liége.....

Pour combler cette lacune, j'ai essayé de mettre sur pied une étude aussi complète que possible; c'est de mon manuscrit que j'extrais le présent résumé. Cette monographie, qui sera largement illustrée et documentée. sera publiée incessamment.

Liége, on le sait, a été de tout temps, non seulement un centre artistique et scientifique, mais aussi avant tout un centre industriel. Le travail des métaux précieux ou usuels s'y est développé de bonne heure et a occupé une place marquante; citons en premier ordre : orfèvrerie et argenterie civile et religieuse, ciselure, gravure, émaillerie, dinanderie, fonderie, ferronnerie, armurerie, serrurerie, poterie d'étain, mécanique.

A ces productions, il sied d'ajouter les autres branches d'art industriel : sculpture sur bois, sur ivoire, marbre et pierre, verrerie, reliure, enluminure, imprimerie, céramique.

Il est opportun de faire remarquer que Liége a été pendant près de neuf siècles la capitale d'une principauté florissante; c'est précisément à raison des prérogatives dont jouit fatalement toute capitale que les arts et les sciences ont pu, dès le XIII^e^ siècle, s'y développer sous la protection des hauts dignitaires de la Cour de Liége.

Grâce également aux gisements de houille découverts en nos parages, vers le X^e^ siècle, l'industrie du fer et des armes prit un essor considérable : de là devait naître l'art de la mécanique. En effet, les maîtres de houillères liégeoises durent songer à faciliter les travaux d'extraction pour lesquels la mécanique devait être d'un puissant secours.

Nous voyons au XVII^e^ siècle, un mécanicien liégeois, RENKIN SUALEM (1645-1708) inventer et construire, en 1670 pour Louis XIV, la fameuse *Machine de Marly*, ouvrage hydraulique devenu historique. Il construisit ensuite (1681) une semblable machine pour le Château de Modave, près de Liége, où elle continue à fonctionner.

Dans la table des octrois accordés, durant le XVII^e^ siècle, nous relevons, émanant de Liégeois et d'étrangers — et parmi ces derniers plusieurs Français — des *demandes* de « *brevet pour machine d'exhaurre* ».

Les archives consultées ne nous disent pas si toutes ces « demandes » de brevet furent suivies d'exécution pratique. Ce que l'on sait, c'est qu'un horloger mécanicien liégeois, du nom de *Sarton*, en inventa et en construisit à l'usage des houillères liégeoises et d'autres industries. Nous aurons à reparler de Sarton au cours de cette notice.

Rien de surprenant donc que l'on se soit chez nous consacré très tôt à l'art de l'horlogerie, comme on l'a fait pour la construction de machines, de moteurs et de locomotives (les DEPOUILLE (1654, 1696, 1737, 1788), VILLETTE (1729-1809), ROBERTSON (1763-1837), de dynamos ZENOBE GRAMME (1826-1901) (surnommé le père de l'électricité pratique), et des automobiles; « bon chien chasse de race », dit un proverbe, qui peut parfaitement s'appliquer ici.

Le bon métier des Fèbvres. — Le premier dans l'ordre de préséance et vraisemblablement le plus ancien à Liége parce que groupant précisément les artisans travaillant les métaux (hormis les orfèvres qui constituaient à eux seuls un métier à part), le métier des fébvres, dis-je, comprenait, entre autres, les « horlogers ». J'imagine volontiers que nos premiers horlogers étaient d'habiles serruriers-mécaniciens, rompus au travail, très spécial et très délicat aux époques antérieures, de la serrurerie fine, à secrets et à combinaisons, dont de nombreuses œuvres sont conservées dans nos musées et collections particulières.

Dès la fin du XVI^e^ siècle, nous rencontrons deux *maîtres-horlogeurs* au pays de Liége.

Le XVII^e^ siècle nous apporte de nouveaux noms dont l'un, *de Befve* (1595-1652), sera le chef d'une lignée d'horlogers qui deviendront célèbres à plus d'un titre.

Le XVIII^e^ siècle voit s'éclore une telle quantité de maîtres-horlogers que l'énumération en serait trop longue pour le cadre de la présente notice. Ils sont si nombreux que j'ai pu relever plus de deux cents d'entre eux, et établir pour la plupart, leur biographie, plus ou moins étendue.

A côté du métier d'horloger, j'ai pu repérer de nombreuses petites industries connexes : fabrique de coins de cadran en étain, de cloches et de timbres pour sonneries et carillons, de verres bombés pour horloges et montres, de pièces détachées pour mouvements, de machines à faire des dents de roue, etc.

Nous constatons même qu'à la fin du XVIII^e^ siècle il fut question de la création d'une « Manufacture-Académie d'Horlogerie (l'école professionnelle avant la lettre), école qui ne put être mise sur pied à cause de l'esprit mesquin de certains horlogers qui craignaient par là de se voir supplanter! Dès ce moment, — début du XIX^e^ siècle — l'industrie horlogère commença à péricliter à cause de la concurrence des grands centres, notamment de Paris, Genève, Londres.

*
* *

Dans le principe, les mouvements d'horlogerie étaient accrochés à la muraille, tels quels, à nu; ils portaient chez nous le nom de « réveils », ne comportaient qu'une unique aiguille et sonnaient les heures.

Des poids en plomb ou en fonte, suspendus à des cordes de chanvre, constituaient le moteur. L'encrassement des rouages exposés à nu, ainsi que la vue des cordes éraillées par l'usage, amenèrent l'idée, d'abord, de construire une boîte en forme de chapelle pour y loger le mouvement et le mettre ainsi à l'abri des poussières; ensuite, d'imaginer une « gaine » destinée à cacher les cordes.

Dans les mains de nos habiles sculpteurs et ébénistes, la gaine devint un meuble artistique, à ce point réputé par la beauté de ses lignes, l'harmonie de ses proportions, la richesse et la pureté des caractères de ses sculptures, qu'à l'égal des vitrines ou buffets, si appréciés par les connaisseurs, les gaines liégeoises acquirent une notoriété qui dépassa les frontières et qui sont encore aujourd'hui citées en exemple comme types classiques.

Liége a produit des ouvrages d'horlogerie très variés et plus ou moins compliqués : pendules et montres à sonnerie et à carillon, pendules et horloges à combinaisons et à cadrans multiples (heures, secondes, dates, phases de la lune, angelus, à musique etc.); pendules dites « religieuses », horloges monumentales, carillons d'église, réveils à silence ou

à sonnerie facultatifs, etc. Pour le signaler en passant, nous avions à Liége, vers 1790, pas moins de 19 carillons publics de construction liégeoise.

Nous ne pouvons songer à retracer ici les biographies de la pléiade de nos anciens maîtres-horlogers. Nous ne parlerons que de quelques-uns parmi les principaux.

De Befve. — Famille d'horlogers qui débuta en 1580 et qui donna à la Principauté une lignée d'artistes dans le métier. Le premier, *Cloes Polis de Befve*, inventa le « détrempement de l'acier », dans le but de perfectionner la solidité des rouages. En 1663, l'un de ses fils, François, dota l'église de Thimister de sa première horloge. En 1726, deux fils de ce dernier construisirent une horloge et un carillon pour la cathédrale de Lisbonne (Portugal) : à la sonnerie de midi et de minuit se présentaient douze statues figurant les apôtres; au coup de chaque heure, apparaissait un personnage sortant d'une niche.

En 1738, un *de Befve* inventa le moyen de « faire des montres à secondes et à minutes sans roue de champ », ce qui lui valut d'être nommé « horloger de S.A.le Prince-Evêque ». Un autre est qualifié d'Horloger privilégié de S. A. », et un autre encore, d' « horloger du chapitre de la cathédrale ». Le carillon actuel de la cathédrale de Liége a été construit par *Gilles de Befve et son fils Nicolas* en 1756 ». Les De Befve ont fabriqué un nombre considérable de mouvements d'horlogerie, de pendules et de réveils, dont la plupart agrémentés entre autres de carillons de douze airs, de lunaisons périodiques, de disques à dates, etc., etc. Nous rencontrons ainsi des mouvements signés De Befve jusqu'à la fin du XVIII^{e} siècle.

Les Sarton. — Dieudonné Sarton pratiqua à Liége avec une certaine habileté le métier d'horloger. Son neveu, *D. D. Hubert Sarton*, doué de dispositions précoces, fit son apprentissage dans l'atelier de son oncle et parrain Dieudonné. Pour se perfectionner, Hubert travailla ensuite chez Julien Leroi, le célèbre horloger parisien. En 1772, il revint à Liége et s'y établit.

Nous le voyons construire non seulement des appareils d'horlogerie mais aussi des machines pour les houillères et pour les filatures de coton et de laine. Dès lors, il ne cesse d'inventer, de perfectionner, de construire des mécanismes de précision qui font l'admiration de ses contemporains tant de l'étranger que du pays. Parmi les principales inventions de Sarton, nous relevons : une grande pendule marquant le lever et le coucher du soleil, les phases de la lune, etc., pendule acquise par le Duc Charles de Lorraine; un cadran manuel de l'équation du temps (1774), une machine pour l'extraction du charbon de terre (1775), une montre se remontant par le seul mouvement qu'elle reçoit de la personne qui la porte, montre qui fut l'objet, en 1778, d'un rapport élogieux par Leroi et Fouchy, de l'Académie des Sciences de Paris; une

pendule à carillon d'un genre nouveau, exécutant à deux parties des airs très variés en 72 mesures; un système d'échappement pour les pendules (1783), ces deux dernières inventions couronnées par l'Académie des Sciences de Bruxelles; une machine hydraulique pour remplacer, avec économie, le système de la machine de Marly; une montre tenant note de la durée d'une observation; une pendule d'après le *système décimal* (cadran de dix heures au lieu de douze) 1804; une grande horloge méridienne qu'il plaça à la devanture de son magasin, qui servit longtemps d'enseigne, et en même temps, et pour la première fois, de *Régulateur public;* un fauteuil se mouvant à volonté, à l'usage des malades; un chronomètre autographique indiquant les distances que le porteur a parcourues (le taximètre avant la lettre..!); un moulin à vent, mû par quatre ailes tournant horizontalement dans deux sens opposés (1818); une machine hydraulique, propre aux dessèchements et aux évacuations des eaux et marais, destinée à la Hollande (1822), etc.

Outre ses inventions et ses ouvrages mécaniques, Hubert Sarton a publié de nombreux opuscules scientifiques relatifs à ses inventions et à des projets de machines; nous n'en citerons qu'un :

Brevet d'invention pour une machine à l'effet d'extraire le charbon de terre et tous autres minerais et de remonter les ouvriers sans employer de chaîne ni de corde (Liége, 1813, 14 pages).

Nicolas Jacquet, un autre artiste horloger, contemporain du précédent, fut également un maître dans le métier.

Lui aussi inventa des machines, perfectionna des systèmes, fit des horloges remarquables : il fut nommé en 1776 « horloger du Prince de Liége ». Outre les nombreux mouvements d'horlogerie qui portent sa signature nous relevons parmi ses autres travaux :

Une machine pour le nettoiement et l'enfoncement des rivières; une machine dite « foudroyante » (?); des carillons de clocher et des horloges à carillon; une pendule agrémentée de deux figures automates qui jouent, pour avertir de l'heure, un air sur deux petites flûtes; il y a douze airs différents.

Il conçut le projet en 1788 de créer à Liége une « manufacture d'horlogerie », destinée spécialement « à former de bons ouvriers et empêcher par là que l'industrie horlogère, déjà compromise à la fin du XVIII^e^ siècle, ne tombe en désuétude; en somme, comme nous l'avons dit... une école d'horlogerie avant la lettre...! » Il reçut des Etats une subvention de 200 florins à titre d'encouragement pour son heureuse idée. Malheureusement, des confrères jaloux firent une telle opposition par requêtes et procès, que le projet dut être abandonné.

Citons encore en passant, *Paul Conrard*, *Lohesl*, *Rouma*, *les Boty*, *Rossius*, *Ed. Smets*, dont les ouvrages d'horlogerie sont aussi nombreux que remarquables.

2° LA VERRERIE DANS L'ANCIEN PAYS DE LIEGE

L'art de la verrerie était pratiqué déjà dans l'Egypte des Pharaons ; la Phénicie en partageait avec elle le monopole et il paraît même avéré que les Phéniciens ont devancé les Egyptiens dans la fabrication du verre et des objets en pâte de verre coloré. Les verriers de Tyr et de Carthage répandirent l'usage de ces produits dans tout le bassin de la Méditerranée aux VI^e^ et V^e^ siècles avant notre ère.

Les Grecs et les Romains pratiquèrent cet art avec une grande habileté : Pompéi connut le verre à filigrane quinze siècles avant Venise!

Venise, dès le XI^e^ siècle, importa d'Asie le secret de la fabrication du verre; celle-ci s'y développa d'une façon merveilleuse. Au XIII^e^ siècle, Venise, et Murano son faubourg, ne comptaient pas moins de 46 fournaises en pleine activité : on y fabriquait des émaux, des perles, de la gobeleterie, des miroirs, des verres à vitres et des millefiori.

Dès le XVI^e^ siècle, des gentilshommes verriers (ils portaient alors l'épée), malgré la défense et les peines sévères qui étaient édictées, émigrèrent un peu partout : en Espagne, en France, en Angleterre, en Allemagne, en Belgique et ailleurs.

*
* *

De tous les lieux où les Vénitiens transplantèrent leur art, on peut affirmer que c'est pour ainsi dire à Liége qu'ils y ont laissé la plus durable trace.

Dès qu'on parle de l'histoire de l'art de la verrerie, on ne songe guère qu'à Venise ou à la Bohême..... Liége est ignorée, sinon méconnue!..... Vous allez pouvoir juger de la place considérable et séculaire que notre ville a occupée dans ce domaine.

En 1523, un inventaire signale « un verre de Liége ». La première fournaise identifiée fut établie à Liége en 1568 par un verrier italien du nom de Francisci. Un second atelier, dirigé par un sieur Centurini, fonctionna dans notre cité de 1572 à 1611. En 1607, un Liégeois, nommé Dubuisson, introduisait la gravure sur verre. En 1626, deux Liégeois, Marius et Heyne, ouvrirent une verrerie où l'on fabriqua du cristal; deux ans après, elle fut transférée en un local plus vaste et s'appliqua à produire du verre coloré et des émaux.

En 1638, les frères Bonhomme, industriels liégeois très actifs, reprirent cette dernière usine, que de Glen dirigeait alors, l'agrandirent progressivement, et, sous leur habile direction, elle prit un développement extraordinaire.

Les Bonhomme firent venir de Venise et d'Altare des artistes qui formèrent une pléiade de verriers liégeois dont la maîtrise atteignit et même surpassa celle des gentilshommes italiens.

Une fournaise établie à Fragnée, faubourg de Liége, en 1655 par les frères Furnon, fabriquait des verres dits *roemer* (verres verts pour le vin du Rhin); puis, plus tard, des fioles, des vases et autres objets en une pâte de verre opale et laiteuse, décorée de fleurs ou attributs floraux peints en couleurs, imitant ainsi l'aspect de la porcelaine ou de la faïence.

Les Bonhomme acquirent successivement cette fournaise ainsi que d'autres établissements verriers qui fonctionnaient dans maintes localités de la principauté liégeoise et même des Pays-Bas voisins. Ils détenaient, à la fin du XVIII[e] siècle l'industrie verrière de toute une vaste région.

Cependant, nous voyons une nouvelle fournaise, ouverte à Liége en 1710 par un maître verrier liégeois du nom de Denis Nizet. Ce dernier, dont l'habileté était notoire, fit prospérer son établissement au point qu'il était devenu un concurrent gênant pour les Bonhomme. Il se spécialisa entre autres dans la fabrication intensive des lustres et appliques, bien qu'on en produisît à Liége dès 1665.

A la fin du XVIII[e] siècle, les Bonhomme abandonnèrent complètement leur industrie, tandis qu'au début du XIX[e], la verrerie Nizet, qui ne fabriquait plus guère que des bouteilles à eau de Spa et de la gobeleterie de table ordinaire, cessait également de fonctionner.

*
* *

Si nous étudions les innombrables genres de verreries que nos fournaises ont produits, nous constatons non sans fierté que nos artistes se sont distingués et ont acquis une notoriété égale à celle de Venise, notamment dans le travail si délicat dit *à la pince*.

Voici un aperçu des diverses catégories de verreries fabriquées jadis chez nous :

1. — Vases à ailerons, à serpents, à godrons, à filigranes blancs ou colorés;

2. — Baromètres, bénitiers, flacons de fantaisie en forme d'animaux grotesques, pipes, pistolets, rafraîchissoires, etc.;

3. — Lustres, appliques, candélabres, chandeliers, lampes à huile, huiliers et burettes, etc.;

4. — Verres à boire à coupe gaufrée (dits frèsés) ou torsinée, à jambe en balustre ou à renflements ou à filigrane, au pied bordé d'un cordonnet, canettes, etc.;

5. — Verres en calice, taillés, gravés, armoriés;

6. — Verres à vitres, bouteilles à eau de Spa en forme de gourde

ovoïde et plate, à long col mince, bouteilles à vin ornées de cachets à chiffre ou à armoiries, etc.

Bref, toute la série des pièces que peut produire la verrerie.

*
* *

On pourrait croire qu'avec la fermeture des établissements Bonhomme et Nizet s'était éteinte à jamais cette intéressante industrie? Il n'en fut rien. Après quelques années de sommeil, elle se réveilla de plus belle. En 1825, fut fondée la grande Cristallerie qui s'installa dans l'ancienne abbaye désaffectée du Val Saint-Lambert, aux portes de Liége; cet établissement n'a fait que prospérer et s'agrandir; il est pour ainsi dire actuellement le plus important du globe. Avec ses trois sièges, il occupe plus de 3.000 ouvriers et ses produits sont répandus dans le monde entier.

Pour être complet, ajoutons que depuis le début du XIX^e^ siècle, se sont installés et fonctionnent toujours trois autres établissements de verrerie, à Chênée et à Vaux-sous-Chèvremont, localités toutes proches de la Cité.

V^r^ *Florent Pholien* : La Verrerie et ses artistes au Pays de Liége. 1 volume illustré. Imprimerie A. Bénard,Liége.

3° LA FAIENCE DANS L'ANCIEN PAYS DE LIEGE

L'industrie céramique dans l'ancien pays de Liége est assez ancienne. On en trouve des traces aux XIII^e^ et XIV^e^ siècles. Au XVI^e^, la corporation des « potiers de terre » était constituée et rattachée au « bon métier des chandelons et flocqueniers ».

Beaucoup plus tard, en 1752, octroi est accordé pour établir « une manufecture de fayances, d'étuves et de poteries à Liége sans porter préjudice aux manufactures existantes dans la principauté »; mais la manufacture ne fonctionna guère. Il n'en fut pas de même d'une autre, fondée en 1767 par deux céramistes venus de Tournai. Celle-ci connut des vicissitudes sans nombre, mais finit par s'installer au quai Saint-Léonard où elle fut dirigée par un céramiste de valeur, Joseph Boussemart, fils d'un faïencier renommé de Lille. Sous cette habile direction, la manufacture prend un nouvel essor et son avenir paraît assuré. A certain moment, elle compta 76 ouvriers.

Il ressort d'ailleurs et de son histoire et des pièces sorties de ses ateliers que ses fondateurs visaient un but industriel plutôt qu'artistique. Les décors sont en général inspirés de ceux de Strasbourg et de Marseille : bouquets et sujets chinois polychromes, en camaïeu vert ou camaïeu rose, oiseaux, guirlandes, fleurettes jetées, etc. La production connue à ce jour se compose de services à dîner et à café, d'aiguières, de porte-bouquets, encriers, cache-pots, jardinières et autres bibelots. Hors de pair se placent de délicieuses statuettes recouvertes d'un émail crème sans décor : ce sont les pièces les plus artistiques de la fabrication liégeoise.

Mais ANDENNE, au point de vue de l'art, l'emporte sur sa métropole. Ses ateliers se sont surtout distingués par leurs pièces à reliefs, sans décor, mais parés d'un émail crème particulièrement doux au toucher et à la vue. Il faut mentionner aussi, à Andenne les décors en bleu et en sépia, en polychrome, aussi remarquables par la pureté des formes — formes ajourées surtout — que par l'harmonie de la palette.

Outre ces deux centres principaux de production au pays de Liége, nous citerons les ateliers céramiques de Huy, Maestricht, Dinant, Chimay, Brée, Couvin, Verviers, Tinlot, Ouffet, Spa, Hasselt, Acosse.

V^r *Florent Pholien* : La Céramique au Pays de Liége. 1 volume illustré. Imprimerie A. Bénard, Liége.

Dr Marcel BAUDOUIN
Croix-de-Vie (Vendée).

L'ORIENTATION DES EGLISES : ORIENT DE PRINTEMPS ET ORIENT D'HIVER

12e section

SCIENCES MÉDICALES

Président. . . . . . François HENRIJEAN, Professeur à l'Université de Liége, Membre de l'Académie de Médecine, Liége.

Secrétaire. . . . . . Richard ERPICUM, Docteur en Médecine, Liége.

Secrétaire adjoint. . . . . Pierre BARBIER, Docteur en Médecine, Paris.

Jean FIRKET

Chargé du Cours d'Anatomie pathologique à l'Université de Liége

---

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES FACTEURS REGLANT LE MECANISME D'EXPULSION DES GLOBULES ROUGES DANS LE COURANT SANGUIN

D'habitude, on estime, devant un cas d'anémie, si l'organisme est plus ou moins apte à régénérer ses globules détruits, par les deux procédés suivants. D'une part, on cherche si la courbe des numérations successives de globules rouges se relève, quand le processus anémiant a cessé son action; d'autre part, on regarde, lorsque la cause anémiante continue son effet, s'il existe ou non, sur les frottis de sang, des formes d'hématies nucléées ou globules incomplètement différenciés.

Il est classique, en clinique hématologique, de considérer le passage d'hématies nucléées dans le sang comme un indice d'une grande activité du tissu sanguin formateur.

Cette opinion est basée sur la constatation suivante : lorsque, à la suite d'importantes hémorragies, ou de soustractions sanguines expérimentales, l'organisme cherche à réparer ses pertes en globules, il se produit une sorte de mobilisation de ses réserves hématopoiétiques latentes; la moelle des os longs, qui ne participe pas, chez l'adulte, à

sance à de nombreux éléments figurés du sang : globules rouges, leucocytes granuleux, etc... Souvent, des formes d'hématies jeunes apparaissent en même temps dans le sang.

Or, pour qu'apparaissent dans le sang des hématies jeunes, il ne suffit pas qu'un grand nombre de nouveaux globules rouges se différencient dans le tissu fixe de la moelle des os, mais il faut aussi, qu'une fois formés, rien ne s'oppose à leur passage dans le courant sanguin, en dehors duquel ils ne peuvent assurer leur fonction; il faut que ce passage se fasse intensément et qu'il porte sur des globules déjà mûrs, ainsi que sur des globules incomplètement différenciés, qui n'ont pas encore expulsé leur noyau, et qui sont les seuls dont le caractère de jeunesse est reconnaissable sur les frottis de sang.

Les facteurs qui amènent l'hyperplasie du tissu médullaire ne sont pas nécessairement les mêmes qui assurent le passage des cellules myéloïdes néoformées dans le sang circulant. C'est à tort que l'on croit généralement l'inverse. Récemment encore, des physiologistes américains, dans une étude histophysiologique soignée de la moelle osseuse, ont admis, à tort croyons-nous, le parallélisme de ces deux processus (Drinker, Drinker et Lund).

Peu d'auteurs ont attiré l'attention sur la nécessité de dissocier l'étude des deux phénomènes. Citons Eppinger, Jolly et nous-mêmes. L'hyperplasie du tissu médullaire, consécutive à une perte ou à une destruction globulaire exagérée est, en somme, un phénomène de même ordre qu'un processus de régénération ou d'hyperplasie vicariante, tendant à rétablir un équilibre tissulaire momentanément détruit. Le second phénomène, peu étudié, nous occupera seul ici. Nous soulignerons plus loin l'intérêt de son étude analytique, tant pour l'interprétation des signes hématologiques en cas d'anémie que pour l'étude de pas mal d'hyperplasies pathologiques primitives des tissus hématopoiétiques, ainsi que pour la compréhension du mécanisme de certaines métastases tumorales.

Montrons d'abord, par deux exemples, qu'hyperplasie médullaire et excrétion cellulaire dans le sang ne sont pas fatalement parallèles.

I. *Une observation anatomo-clinique.*

Un petit garçon, âgé de dix ans, après avoir souffert de diverses infections rhino-pharyngées, fait une stomatite gangréneuse; il s'anémie rapidement : en quatre semaines, son chiffre de globules rouges s'abaisse de 5.000.000 à 980.000; la valeur globulaire reste normale. Les hématies ont, sur les frottis comme dans le sang frais, le polymorphisme habituel aux anémies graves. Il n'y a pas d'hématies nucléées. La cinquième semaine, l'anémie s'aggrave encore; une broncho-pneumonie fatale se développe; l'enfant meurt un mois après le début de l'affection.

Le diagnostic le plus probable est : « Anémie aplastique avec broncho-pneumonie terminale. » Un doute pourtant persiste, quant à la

la réparation de l'usure globulaire journalière, et qui est graisseuse normalement, devient ferme, rouge, hyperplastique, et donne naissance à des globules rouges normaux. Il est donc probable que la nature infectieuse de cette anémie, malgré que plusieurs hémocultures soient restées négatives.

A l'autopsie, on constate une hyperplasie très marquée des moelles osseuses, contrairement à ce qu'aurait fait prévoir la chute très rapide de la courbe sanguine et, plus encore, l'absence de globules nucléées sur les frottis, si hyperplasie médullaire et passage de globules jaunes dans la circulation dépendaient du même facteur.

II. *Une expérience.*

Une injection intra-veineuse de 10 mmgr. de saponine, dans 4 cc. de liquide physiologique est faite à un lapin de 2.6 kgr. qui présentait, avant cette injection, 5.216.000 globules rouges par mmc, sans hématie nucléée visible sur les frottis de sang.

Une heure après, le nombre des globules est de 5.144.000. Une heure et quart après, apparaissent dans le sang des globules rouges à noyau pycnotique; il y a une forte polychromatophilie. Deux heures après, le nombre des normoblastes augmente. Vingt heures après, il y a, sur un frottis de sang dont les éléments sont bien séparés, jusque cinq normoblastes, par champ microscopique. Le nombre d'hématies nucléées continue à augmenter; 26 heures après l'injection, il y a de la polyglobulie : 6.496.000 globules rouges par mmc.

Certains de ces globules rouges nucléés sont des formes ancestrales si peu différenciées qu'elles auraient dû longtemps encore séjourner dans le tissu médullaire pour y achever leur évolution, avant de pouvoir servir à l'hématose dans le sang circulant. L'animal meurt 36 heures après l'injection par fixation du poison sur le système nerveux.

Nous reviendrons plus tard sur cette expérience; retenons, pour l'instant, ce qui suit : voici un lapin dont les moelles osseuses étaient, comme c'est la normale dans cette espèce, en état d'hyperplasie moyenne; il n'y a pas de signes de « régénération globulaire intense » dans le sang; on injecte un poison, de la saponine : aussitôt des normoblastes de moins en moins différenciés sont déversés dans le sang. La saponine a déclanché ce mécanisme et elle l'a fait indépendamment d'une néoformation de globules dans la moelle, néoformation qui exige plus de temps que les quelques heures de l'expérience et dont l'aspect de la moelle osseuse, à l'autopsie, ne montre d'ailleurs pas de traces.

Cette expérience démontre que le déversement des globules rouges dans la circulation peut se faire en dehors de toute régénération hyperplasique de la moelle osseuse.

Il est probable que d'autres substances que la saponine peuvent produire le même effet. Lannoy et Lévy-Bruhl ont constaté que des

normoblastes apparaissaient dans le sang peu après une injection de cyclohexane, sans pourtant qu'ils considèrent ce phénomène comme indépendant d'une hyperplasie médullaire. On l'observe aussi après la splénectomie, au moins temporairement; d'une manière permanente, on le voit dans une maladie, dont nous ignorons la pathogénie, l'érythrémie ou polyglobulie de Vaquez.

Pour aborder l'étude analytique du mécanisme de cette excrétion globulaire, nous devons insister tout d'abord sur certaines caractéristiques histophysiologiques des tissus sangui-formateurs.

Les tissus hématopoiétiques, lymphoïdes ou myéloïdes, présentent, quelle que soit leur localisation, certains éléments de structure communs. Ils sont essentiellement constitués par du tissu conjonctif, agencé en un fin réticulum de fibrilles au croisement desquelles se trouvent des cellules conjonctives fixes. Les mailles, délimitées par ces fibrilles, sont bourrées par des cellules qui ne sont accollées les unes aux autres par aucune substance unissante, ou au moins par une substance très peu agglutinante et très labile (1). Ces cellules sanguines sont donc libres et capables de passer, à un moment donné, des mailles du tissu réticulé qui les contient dans les cavités vasculaires, lymphatiques ou sanguines, où le torrent circulatoire les charriera.

Plusieurs facteurs facilitent ce passage :

1° Le dispositif même de l'endothélium qui tapisse les cavités vasculaires. Celui-ci, dont les plus minutieuses recherches histologiques ne nous ont pas encore révélé avec certitude la texture, est, en tout cas, extrêmement mince. Il est agencé de telle sorte qu'en certains points rien ne sépare plus les cellules libres du courant sanguin. Il en résulte que des facteurs mécaniques de pression sanguine, artérielle ou capillaire — ou des facteurs physiques — rapport de viscosité, de tension superficielle, etc..., entre le sang et le tissu cellulaire semi-fluide — semblent devoir présider à la rétention des cellules sanguines dans le tissu fixe ou à leur entraînement dans la masse circulante.

2° Le tissu réticulé qui nous intéresse est groupé en amas qui, presque toujours, sont enfermés dans des coques de tissu résistant inextensible (diaphyse des os longs, logettes osseuses des os spongieux pour la moelle; capsules fibreuses avec cloisons de séparation, pour les ganglions lymphatiques ou la rate); ce dispositif ajoute un facteur mécanique de pression sur le tissu bourré de cellules libres, chaque fois que celui-ci s'hyperplasie; ce facteur peut, surtout si l'on y ajoute pour certains organes tels que la rate, le jeu des fibres musculaires lisses, favoriser l'expulsion des cellules libres dans le sang circulant.

3° Les cellules libres du tissu réticulé, qui sont d'habitude des

---

(1) Key prétend qu'il existe à la surface des globules rouges jeunes une membrane agglutinante qui les fait adhérer les uns aux autres; cette membrane perdrait son caractère adhésif lorsque le globule est mûr.

éléments figurés normaux du sang (globules rouges, leucocytes polynucléaires, lymphocytes), ou des formes cellulaires ancestrales des cellules sanguines (globules rouges nucléées, myélocytes ou myéloblastes, lymphoblastes) ou encore des cellules pathologiques, sont ou ne sont pas doués de mouvements propres. Dans le cas où ils le sont — leucocytes polynucléaires — ils passent activement et isolément dans les cavités vaculaires; quand ils le sont peu (myélocytes ou lymphocites) ou pas du tout (globules rouges et leurs ancêtres, formes leucocytaires ancestrales), il semble bien que ce sont les facteurs généraux que nous avons signalés précédemment qui régleront leur passage dans le sang.

Reprenons, à la lumière de ces considérations, nos expériences d'injection intra-veineuse de saponine. Il est très probable que le phénomène, déclanché par ce poison, n'est que l'exagération du processus normal du déversement des globules rouges, suivant les besoins journaliers de l'usure sanguine. En effet, ce n'est pas à la faveur d'une destruction du tissu médullaire par la saponine, que des cellules de la pulpe médullaire sont charriées par le sang; s'il en était ainsi, il y aurait brusquement irruption, dans le sang, de toutes les formes ancestrales des globules rouges et des globules blancs, sans distinction de leur état de différenciation. Or, c'est précisément l'inverse qui se produit : peu après l'injection, ce sont d'abord des hématies polychromatophiles ou à protoplasme amphophile, mais sans noyau, qui s'observent sur les frottis; puis, dès deux heures après l'injection, des hématies nucléées à protoplasme hémoglobinifère et noyau pycnotique; plus tard, des normoblastes hémoglobinifères, mais avec un noyau à réseau chromatinien rayonné, et, vingt-quatre heures après, de véritables érythroblates lymphoïdes, formes ancestrales d'hématies sans aucune trace d'hémoglobine. Ce sont donc les hématies les plus mûres qui sont déversées d'abord, puis successivement celles qui sont de plus en plus éloignées de la maturation.

Au cours des deux premières heures qui suivent l'injection, alors que les hématies nuclées n'ont pas encore passé dans le sang, on peut suivre le début du déversement des globules, en utilisant la coloration postvitale au bleu de crésyl brillant. On sait que l'on met en évidence, par ce procédé, des hématies, dites granulo-filamenteuses, que l'on tend à considérer aujourd'hui comme les formes les plus jeunes des globules rouges qui ont déjà absorbé ou expulsé leur noyau. Le pourcentage de ces hématies qui est en moyenne, chez le lapin adulte, de 4 %, augmente dès les premières minutes qui suivent l'injection, marquant ainsi le début du processus que l'on suit plus tard facilement, par les colorations dérivées du Romanowsky, habituellement employées pour les frottis de sang.

Par quel mécanisme la saponine agit-elle pour exagérer le passage des cellules ancestrales des hématies?

Nous avons cherché à voir si les modifications physiques qu'elle cause dans le sang pouvaient être incriminées. La saponine abaisse la tension superficielle du plasma; mais lorsque l'on mesure cette dernière par le tonomètre de Kopaczewski, on voit que la saponine l'abaisse moins que ne le fait, à doses égales, l'oléate de soude ou l'un des sels biliaires. Or, aucune de ces substances ne provoque le même déversement d'hématies, dans les mêmes conditions d'expérience. L'abaissement de la tension superficielle du plasma ne peut donc être invoqué.

Le poison pourrait modifier la masse du sang en altérant l'endothélium des capillaires sur lesquels il se fixe et dont il altère la perméabilité. C'est même vraisemblablement ainsi que s'explique la polyglobulie que certains de nos animaux d'expérience ont montrée après l'injection. Ce facteur nous a paru devoir être étudié, car il semble intervenir dans d'autres processus comparables à celui que nous étudions, tels que les déclanchements de métastases dans certains sarcomes. En effet, récemment, Tadenuma a montré que, dans le cas d'une poule porteuse d'un sarcome dit infectieux, on provoquait l'apparition de métastases à distance de la tumeur d'origine par des saignées répétées de l'animal.

Diverses mesures de la masse du sang ont été faites en série par la méthode d'injection du colorant vital — le rouge trypan — préconisée par K. J. Feringha. Elles montrent que la diminution de la masse du sang ne joue aucun rôle dans la production du phénomène analysé.

Nous étudions, actuellement, d'autres causes possibles du déversement globulaire : le rôle de la viscosité du sang, celui des réactions vasomotrices des vaisseaux médullaires, l'action désagglutinante hypothétique sur les globules rouges incomplètement différenciés (KEY).

Dans cette note préliminaire, nous voulons, non résoudre le problème, mais le poser nettement et montrer de quelle façon nous l'avons abordé.

Comme nous l'avons dit, l'étude de ce problème de pathologie sanguine dépasse le cadre du simple symptôme hématologique, qui le signale à l'attention en clinique.

On connaît toute une série d'états cliniques d'hyperplasies pathologiques des tissus hématopoiétiques — myéloïde ou lymphoïde — avec ou sans état leucémique du sang. Ces états qui se rattachent les uns aux autres par des formes intermédiaires, peuvent, au cours de leur évolution, soit spontanément, soit sous l'effet d'un traitement, se transformer l'un en l'autre. Ce fait s'observe le plus fréquemment pour les hyperplasies lymphoïdes, dont on connaît l'extrême sensibilité à l'action des rayons X, sensibilité qui fait de la radiothérapie la méthode de traitement la plus vantée. Or, dans les tissus envisagés, les conditions histophysiologiques paraissent assez semblables à celles que nous

avons rappelées au début de cet article et dont nous étudions les variations pour le tissu normal, générateur des globules rouges.

Beaucoup de sarcomes, dont les vaisseaux sont lacunaires et les éléments cellulaires peu unis, se trouvent dans les mêmes conditions. Le mécanisme de leurs métastases — au moins en ce qui concerne le premier temps, l'émigration des éléments cellulaires détachés (1) — est dû vraisemblablement aux mêmes causes. Etudier l'un, c'est contribuer à éclaircir l'autre.

D'expérience personnelle, nous pouvons affirmer que, lorsque chez un malade atteint de leucémie, par exemple, on irradie un foyer de tissu hyperplasique, on assiste, dès les premières heures qui suivent la séance d'irradiation, à un déversement dans le sang de cellules blanches, mûres ou non, au point de voir quintupler le chiffre total des leucocytes circulants. Il y a tout lieu de croire que cette apparition de cellules, vraisemblablement fixées auparavant dans le tissu hyperplasié, est due à une modification brusque apportée dans les relations mécaniques, physiques ou physico-chimiques, qui unissent le sang et le tissu irradié. L'étude des modifications apportées par les irradiations dans le plasma, ainsi que celle des facteurs déterminant le passage normal ou accidentel des éléments cellulaires, non doués de mouvements propres, du tissu où ils sont nés dans le sang qui l'irrigue, nous paraissent devoir être abordées. De telles études serviront non seulement à l'hématologie clinique, mais aussi à la thérapeutique des nombreuses hyperplasies lymphoïdes ou myéloïdes et des sarcomes qui leur ressemblent. Ne serait-il pas illusoire, en effet, de détruire un foyer de tissu radio-sensible bien localisé, si, du même chef, on facilitait la dispersion de certaines cellules encore vivaces, qui eussent pu être tuées sur place?...

En résumé, nous croyons pouvoir affirmer que c'est une erreur de considérer, en clinique, que l'apparition d'hématies nucléées dans le sang soit nécessairement un indice de l'activité de la moelle osseuse et vice versa; nous croyons qu'il faut rechercher comment, normalement ou accidentellement, les globules rouges passent dans le sang et nous indiquons les moyens d'aborder cette étude; nous signalons enfin que de telles recherches peuvent servir également à préciser la thérapeutique des hyperplasies lymphoïdes et myéloïdes, ainsi que des sarcomes qui leur ressemblent.

---

(1) Le second temps, aussi important à envisager, est l'adaptation de la cellule émigrée à son nouveau terrain.

Dr RAPPIN
Professeur honoraire à l'Ecole de Médecine.
Directeur de l'Institut Pasteur de Nantes.

VACCINATION ET VACCINOTHERAPIE DE LA TUBERCULOSE

Je confirme dans cette note les résultats des expériences et des observations que j'ai présentées aux Congrès de médecine de Strasbourg et de Paris et au dernier Congrès de Bordeaux. Depuis ce temps je continue à utiliser, tant au point de vue préventif que curatif, le sérovaccin dont j'ai donné la formule à l'Académie des Sciences en mars 1917 et en février 1921. Dans le cours de ces dernières années j'ai ainsi vacciné un certain nombre d'enfants, choisis surtout dans les milieux contaminés, et les résultats que j'ai ainsi notés m'incitent à poursuivre le plus possible l'application de cette vaccination chez l'homme. Les effets que j'ai observés au cours de mes longues expériences sur le cobaye sont bien de nature à montrer l'espoir que l'on peut concevoir de son application à la prophylaxie de la tuberculose humaine. Les faits que j'ai recueillis depuis près de douze années dans mes expériences ne peuvent en effet laisser aucun doute sur l'efficacité et la réalité de cette vaccination. Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer, par exemple, le corps des animaux ainsi vaccinés et ceux de leurs témoins. Alors que chez ces derniers, morts au bout de quatre ou cinq mois, après l'inoculation virulente on observe dans toute leur étendue les lésions classiques et généralisées de la tuberculose expérimentale, cette même inoculation virulente laisse indemnes la plupart des animaux vaccinés, qui survivent parfois jusqu'à dix-huit mois et deux ans après cette inoculation sans présenter aucune lésion à l'autopsie. Même, dans un certain nombre de cas, l'inoculation de fragments de la rate de ces vaccinés à d'autres cobayes a permis de démontrer expérimentalement l'intégralité de l'immunisation ainsi réalisée. Il serait donc vain désormais de nier la possibilité de vacciner intégralement le cobaye par cette méthode, et l'immunisation ainsi obtenue dans nombre de cas chez les animaux chez lesquels j'ai ainsi expérimenté cette méthode en démontre péremptoirement la valeur.

Aussi, considérant d'une part l'extrême sensibilité du cobaye à la tuberculose, et m'appuyant de l'autre sur la longue suite de mes expériences démontrant la possibilité d'immuniser cette espèce animale par la méthode ainsi étudiée, je n'ai pas hésité à mettre celle-ci en œuvre pour entrer dans la voie de la vaccination préventive de la tuberculose chez l'homme.

J'ai d'abord pratiqué cette vaccination avec les plus grandes réserves, en n'appliquant, pour commencer, ce vaccin que par simple scarification, puis en présence de l'innocuité de ce premier mode d'application, je suis entré dans une voie plus certaine au point de vue des effets à réaliser et j'ai alors inoculé franchement le vaccin dans le tissu cellulaire sous-cutané du bras.

La technique de cette vaccination est simple : je n'utilise, pour la pratiquer, que des doses faibles de substance vaccinale ne dépassant pas plus d'un vingtième ou d'un dixième de centimètre cube que j'injecte avec la petite seringue de Barthélemy. C'est surtout chez les tout jeunes enfants, âgés seulement de quelques mois, que je m'efforce d'opérer cette vaccination, c'est-à-dire à l'âge où les causes de de contamination ont le moins de chance encore de s'être exercées.

Chez les enfants plus âgés, de même que chez l'adulte, c'est-à-dire chez les sujets qui, déjà, ont pu être touchés, je m'entoure de toutes les précautions désirables avant de pratiquer cette vaccination, faisant appel, non seulement aux données que nous fournit l'examen clinique (auscultation, percussion, radioscopie), mais encore pratiquant la réaction de V. Pirquet, et, lorsque tous les signes ainsi recueillis sont négatifs, je vaccine. Ces précautions sont, en effet, nécessaires, car, en s'adressant à des sujets déjà en puissance de bacillose, on pourrait déterminer des réactions se rapprochant de celles de la tuberculine. Chez les sujets sains, au contraire, cette vaccination ne provoque que des réactions légères : à l'inoculation on note, vingt-quatre ou quarante-huit heures après, un léger erythème et, en même temps, se produit une élévation de température d'environ un degré, puis, dans les quinze jours qui suivent, il se produit une petite induration sous-cutanée qui persiste souvent pendant plusieurs mois. Ces diverses réactions sont en tout comparables à celles que j'ai observées au cours de mes expériences chez mes cobayes vaccinés. Il convient, naturellement, de suivre ces sujets afin de pouvoir déterminer le temps et le degré d'immunité ainsi conférée. Ce que je puis dire aujourd'hui, c'est que, depuis bientôt quatre ans que j'ai commencé à appliquer cette vaccination, je n'ai pas encore eu connaissance qu'aucun des sujets ainsi vaccinés ait été encore touché, bien qu'ils aient été, le plus souvent, choisis dans des milieux contaminés.

Cette vaccination se répand du reste maintenant peu à peu, et un certain nombre de Confrères se sont déjà engagés dans cette voie. Il est à espérer que cette méthode se répandra de plus en plus, mais, en me basant sur mes expériences et mes observations, je conclus que nous sommes, dès maintenant, en possession d'une arme préventive qui sera utilisée avec succès et sans danger contre l'infection tuberculeuse et qu'elle constitue, par conséquent, un élément des plus précieux dans la lutte contre la tuberculose.

II

Aussitôt que mes expériences m'eurent permis de conclure définitivement à la réalisation de cette vaccination, en présence des heureux effets que, pour beaucoup d'autres infections, la vaccinothérapie permet d'obtenir, je résolus, en m'inspirant de l'exemple du professeur japonais, le Dr Shiga, d'utiliser les propriétés si remarquables de ce séro-vaccin au traitement de la bacillose en évolution.

Depuis l'année 1920 je suis entré activement dans cette voie et je dois dire que les effets de cette thérapeutique n'ont cessé depuis de se montrer, dans un très grand nombre de cas, réellement remarquables.

La technique de cette vaccinothérapie comporte des détails assez précis dont voici rapidement exposé le résumé. Pour accoutumer et, en quelque sorte, entraîner l'organisme aux effets de ce séro-vaccin, celui-ci est injecté d'abord à des dilutions très étendues qui permettent de tâter la susceptibilité du malade. Je commence par des fractions de ce séro-vaccin d'une partie pour vingt mille de sérum physiologique et les autres dilutions, au nombre de huit ou dix, sont ensuite de plus en plus concentrées jusqu'à l'injection du séro-vaccin en nature, lequel est alors injecté à la dose du vingtième ou du dixième de centimètre cube. L'intervalle entre chacune des injections varie de six à huit jours, suivant la susceptibilité du sujet, le degré de l'infection et les réactions générales observées.

Je ne puis, dans cette courte note, relater même les observations les plus démonstratives au point de vue des heureux effets de cette méthode et je résume seulement les résultats observés grâce à cette thérapeutique spécifique.

Appliquée plus spécialement dans les cas de tuberculose pulmonaire, chez les malades dont les lésions sont encore peu avancées et *a fortiori* chez les sujets encore au début, cette vaccinothérapie rend les plus grands services. Très souvent, après quelques injections, on remarque déjà que l'état général du malade se relève, ses forces augmentent, l'appétit revient; du côté des poumons, les signes s'amendent, l'expectoration diminue, parfois même elle est presque complètement tarie et, concurremment, la courbe thermique tend à s'abaisser et, comme l'on dit, à se stabiliser. Est-ce à dire pour cela que ce traitement puisse s'appliquer d'une façon générale, avec les mêmes résultats, à tous les cas de tuberculose et en particulier aux malades chez lesquels une hyperthermie très élevée traduit pour ainsi dire l'imprégnation, *totius substantiæ*, de l'organisme par les toxines bacillaires, ou d'un mot en pleine toxhémie? Dans de tels cas, il faut évidemment être des plus réservé. Parvenu à un degré avancé de consomption, le phtisique ne dispose plus des moyens de défense qui lui permettent de réagir heureusement à ces injections vaccinales et de produire les anticorps immunisants dont, chez les sujets encore en état de défense

organique, ces mêmes injections déterminent la formation. Même des dilutions plus concentrées de ce vaccin sont, parfois, susceptibles d'amener chez quelques-uns de ces sujets des réactions élevées. Chez de tels malades, il convient donc d'être plus réservé, tout en constatant cependant que même dans des cas semblables, il m'a été donné d'observer parfois des faits vraiment heureux.

Chez les tuberculeux en état de défense et chez lesquels les lésions pulmonaires sont encore réparables, on n'observe pas, le plus souvent, de réactions de température notables, et cette thérapeutique spécifique amène chez ces sujets des résultats vraiment remarquables. Ce que je dis ici, pour cette vaccinothérapie de la tuberculose pulmonaire, s'applique également aux tuberculoses chirurgicales, tuberculoses osseuses, localisations péritonéales ou autres. Les observations qui me sont communiquées par plusieurs Confrères sont de nature à montrer également de ce côté la valeur de cette thérapeutique.

Malgré ces résultats heureux, désormais bien établis, je cherche à donner à ce séro-vaccin une spécificité encore plus étendue.

Mes observations déjà bien longues m'ont, en effet, amené à constater que chaque tuberculeux est en puissance d'un bacille possédant en quelque sorte une personnalité, une biologie particulière. On se plaît à reconnaître et à dire, et c'est là comme une sorte d'axiome clinique, qu'il n'y a pas « une tuberculose » mais bien des tuberculeux, et cette diversité vraiment réelle ne puise pas uniquement sa source dans la variabilité du terrain sur lequel évolue le bacille, mais aussi dans le bacille lui-même. Au fur et à mesure que nous étudions, au Laboratoire, avec notre préparateur Soubrane, les différentes souches que nous isolons de multiples crachats, nous constatons qu'il y a presque autant de variétés bacillaires que de malades, chaque bacille ayant ses modalités particulières de morphologie, de réactions de coloration, de culture, et surtout de virulence. Plus donc nous posséderons de souches bacillaires, et par conséquent d'antigènes variés, plus la « polyvalence » de notre sérum sera étendue et par conséquent la valeur thérapeutique de notre séro-vaccin lui-même. Aussi est-ce dans ce sens que sont orientés nos efforts, suivant du reste les principes généraux de toute vaccinothérapie.

C'est dans le même sens que nous nous appliquons, depuis quelque temps, à la préparation d'auto-vaccins bacillaires, espérant ainsi donner à cette vaccinothérapie des effets encore plus actifs.

Dr Pierre BARBIER
Lauréat de la Faculté de Paris.

ETUDE CLINIQUE ET EXPERIMENTALE DES ORCHIDEES-IRIDIEES DANS LE TRAITEMENT DE LA TUBERCULOSE

Conclusions.

1° Devant l'échec fréquent de remèdes réputés spécifiques (tuberculines et sérums), devant les résultats peu encourageants de la Chimiothérapie dans le traitement des affections tuberculeuses, il était rationnel de s'adresser à la Phytothérapie;

2° Les orchidées ont été depuis très longtemps employées par la médecine populaire contre lesdites affections (Salep, Faham, fleurs de la Pentecôte).

Il était donc plausible d'en vérifier le pourquoi et de faire, selon Renon, « de l'Empirisme scientifique »;

3° Le docteur Rous, de Neuilly, a réussi à faire de quelques-unes de ces plantes un extrait injectable (Orchidée-Iridiée), dénommé par lui « Angiolymphe » qui a servi à de très nombreux essais thérapeutiques et lui a permis de tirer les conclusions suivantes :

4° Cet extrait injectable d'Orchidée-Iridiée est absolument dépourvu de toute toxicité et ne donne jamais lieu à des réactions générales ou de foyer : son emploi ne présente donc aucune contre-indication quels que soient la forme et le degré de la lésion;

5° Les nombreuses expériences de laboratoire, les observations cliniques recueillies jusqu'à ce jour, aussi bien en France qu'à l'Etranger, démontrent l'action éminemment favorable de cet extrait végétal sur la cicatrisation des lésions tuberculeuses, action favorable obtenue également comme contrôle sur les animaux par M. Lepinay, docteur vétérinaire;

6° Si cet extrait d'Orchidées-Iridiées ne peut, malgré l'opinion de nombreux confrères, être considéré comme un remède spécifique à l'égard des bacilles de Koch, il nous est cependant permis d'affirmer qu'il constitue, à l'heure actuelle, un agent de défense très actif contre l'infection de la tuberculose;

7° Les remarquables propriétés thérapeutiques de ce produit s'expliquent :

a) Par les réactions qu'il favorise au plus haut point dans l'organisme du sujet en lutte contre l'infection bacillaire;

b) Par les modifications heureuses qu'il imprime au terrain tuberculisable, facilitant ainsi la sclérose des lésions et la neutralisation des toxines bacillaires.

Professeur A. DEPAGE

Président de la Ligue nationale belge contre le Cancer.

COMMENT S'ORGANISE EN BELGIQUE LA LUTTE CONTRE LE CANCER

Toutes les nations civilisées s'occupent de la lutte contre le cancer.

La France, avec son large mouvement inauguré par M. Strauss et qui va doter le pays de centres régionaux établis sur un type remarquable, dont est venu nous parler l'héroïque professeur Bergonié; l'Angleterre, avec son admirable « Campagne d'Empire » (Empire Cancer Campaign); l'Amérique, avec ses puissantes institutions de propagande, ses cliniques, ses centres de traitement; tant d'autres pays sont un témoignage des efforts tentés pour combattre le cancer, dont les travaux les plus récents ont démontré la redoutable gravité comme fléau social.

Notre pays, où les œuvres pour l'enfance, l'action contre la tuberculose, l'alcoolisme et les maladies vénériennes, ont pris un tel développement, ne connaît pas, jusqu'ici, un plan d'organisation méthodique contre le cancer, surtout au point de vue des malades *indigents*.

Cela ne veut pas dire que rien n'ait été fait. Loin de là!

A Liége depuis 1904, fonctionne le service public de diagnostic microscopique des tumeurs, sous la direction du professeur Charles Firket; nous avons des œuvres du Calvaire où l'on reçoit, en dehors de malades curables, surtout des cancéreux incurables; comme centres de traitement, il faut signaler : l'Institut du Radium de la Croix-Rouge de Belgique, à Bruxelles, qui, depuis sa création en 1922, a traité plus de 700 malades, le centre privé d'Anvers, le centre hospitalier de Verviers.

Les quatre Universités du pays auront, au point de vue du cancer, des laboratoires de recherches scientifiques, en même temps qu'un service de traitement qui est en voie de formation.

Ces différentes institutions qui sont déjà créées, ou qui vont l'être, sont évidemment appelées à collaborer activement à la lutte contre le cancer.

Mais ce qui nous a fait défaut jusqu'à présent, c'est un plan général de travail, une coordination des efforts, dans tous les domaines où doit s'exercer notre action.

De commun accord avec toutes les provinces du pays, et en laissant à chacune d'elles une indépendance très large, la Ligue Nationale Belge contre le cancer, fondée sous le haut patronage de S. M. la Reine des Belges, avec l'appui des plus hautes autorités scientifiques, morales et politiques du pays, désire satisfaire à ce programme.

Que l'on me permette de dire ici comment nous concevons la lutte anticancéreuse.

La lutte anticancéreuse doit être envisagée à un double point de vue : au point de vue social et au point de vue scientifique.

Point de vue social.

La Ligue anticancéreuse, étant une œuvre essentiellement sociale, a le devoir de porter, avant toute autre préoccupation, son attention vers les malades qui souffrent. Or, nous sommes actuellement en mesure de pouvoir soigner, avec les moyens de traitement dont nous disposons, un très grand nombre de cancéreux, à condition de prendre la maladie à temps. En Belgique meurent annuellement, sans avoir reçu des soins conformes aux données de la Science moderne, de 3 à 4.000 malades indigents atteints de cancer. C'est à ces malheureux que nous avons à songer d'abord; c'est à eux que doivent aller, avant tout, nos élans de générosité et de sollicitude. Conjurer le mal dans sa racine doit être le but prédominant de la Ligue anticancéreuse.

Que pouvons-nous faire dans cet ordre d'idées en Belgique, en tenant compte, dans la mesure du possible, du facteur économique?

Notre action peut se résumer dans les trois propositions suivantes :

a) Organiser la propagande;

b) Assurer le traitement des malades indigents curables;

c) Venir en aide aux cancéreux incurables.

a) *Organiser la propagande.* — Il importe de mettre tout en œuvre pour reconnaître la maladie dès la première période de son évolution, d'instruire le public et de l'engager à consulter le médecin à la moindre alerte, au moindre symptôme inquiétant. Nous avons à compter ici, en tout premier lieu, sur l'appui du corps médical, ainsi que sur le concours des infirmières visiteuses, qui sont bien placées pour dépister le cancer dans la population indigente.

Quant à la propagande, en elle-même, elle sera assurée par des

conférences, des tracts, des brochures, des affiches, des publications diverses. Il nous paraît indispensable que, même si les groupements régionaux ont leur autonomie, ces méthodes de propagande soient unifiées.

b) *Assurer le traitement des malades curables.* — Le traitement du cancer nécessite, en dehors de la chirurgie, des installations pour l'emploi du radium et l'application des rayons X profonds. Ces deux modes de traitement ont chacun leurs indications spéciales, mais le plus souvent ils se complètent et, dès lors, il y a avantage à les réunir dans un même service ou dans un même institut. Au surplus, pour donner un bon rendement, il est indispensable que ces services ou ces instituts soient complets aux trois points de vue que nous venons d'indiquer. Le traitement du cancer est donc un traitement coûteux qui, non seulement, ne peut être mis à la disposition de tout médecin, mais qui ne pourrait même pas être appliqué dans les hôpitaux si ceux-ci devaient, par leurs propres ressources, assurer les installations et subvenir aux frais que le traitement réclame pour chaque malade.

Ces différentes considérations nous montrent les avantages qu'il y a à subventionner et à agréer un certain nombre d'établissements hospitaliers spécialement indiqués, qui consentiraient à créer de leurs propres ressources, dans leurs hôpitaux respectifs, un centre de traitement anticancéreux complètement outillé et destiné uniquement à la clientèle indigente.

Suivant le chiffre établi par la Commission gouvernementale du cancer, le fonctionnement d'un centre anticancéreux exige annuellement une somme moyenne de 350.000 francs. Des subventions sont donc indispensables à l'existence des centres de traitement.

Il est à remarquer que, dans ce budget, sont largement comprises les dépenses des laboratoires destinées aux analyses courantes, concernant les malades en traitement et dont l'utilité est incontestable. N'y sont pas prévus les installations et les frais occasionnés éventuellement par les recherches de science pure dont il sera question dans un instant.

Pour établir un budget annuel pour le traitement du cancer, dans l'ensemble du pays, il importe de connaître, outre le subside à accorder à chaque centre de traitement cancéreux :

a) Le nombre de malades pour chaque centre de traitement anticancéreux, complètement outillé et capable de traiter;

b) Le nombre de centres de traitement anticancéreux qui doivent être agréés en Belgique, pour les besoins de toute la population indigente.

Nombre de malades que chaque institut est capable de traiter annuellement. — Nous basant sur les chiffres fournis par les services de la Croix-Rouge, nous pouvons établir qu'un centre de traitement anticancéreux, disposant de 1 gr. 50 de radium et de deux appareils de

radiothérapie profonde, peut, en donnant un traitement intensif, traiter 750 malades par an et 600 malades en effectuant un rendement moyen.

Nombre de centres de traitement qu'il serait nécessaire d'agréer pour assurer efficacement la lutte anticancéreuse en Belgique. — Des considérations développées plus haut, nous pouvons conclure qu'il faudrait six centres pour les besoins de la population indigente en Belgique. A la rigueur, cinq centres suffiraient à la tâche, à condition de donner un rendement intensif. Il faut souligner ici que, pour aboutir à des résultats convenables, il est nécessaire de ne pas multiplier les centres d'une manière excessive. La répartition des fonds se ferait au détriment de la valeur d'organisation de chaque centre et de son rendement économique.

Il ne faut pas perdre de vue, d'autre part, que les frais d'installation seront, à peu de chose près, les mêmes, quel que soit le nombre de malades traités. Si ceux-ci viennent moins nombreux, par suite de la multiplicité des centres, le coût de chaque malade augmentera évidemment, et il est inutile d'insister sur les difficultés insurmontables que l'on rencontrera pour équilibrer le budget ou sur la déperdition des ressources matérielles qui en résulterait. Il ne faut d'ailleurs pas se faire d'illusion : jamais on n'arrivera à pouvoir traiter jusqu'au dernier malade cancéreux indigent qui se trouve sur notre territoire; même, en développant la propagande la mieux établie, le déchet sera assez considérable.

En fixant à une somme de 350.000 fr. à 400.000 fr. le subside à accorder à chaque centre de traitement on arrive à une somme de 2 millions au minimum pour les cinq ou six centres à prévoir. Le traitement anticancéreux reviendra par unité à la somme de 500 fr. environ, abstraction faite, bien entendu, des frais d'hospitalisation qui restent à la charge de la commune dont le malade dépend.

Grâce aux riches découvertes des minerais de radium au Katanga, la Belgique tient en quelque sorte le monopole de la production du radium dans le monde. L'Union Minière du Katanga a pris la généreuse initiative de mettre à la disposition de chacune des quatre universités, moyennant une location modeste, 2 gr. de radium dont 1 gr. 75 à l'usage des malades pauvres. Il serait désirable, au point de vue de l'organisation hospitalière, que ce 1 gr. 75 soit offert au Conseil des Hospices, pour que, sous l'administration compétente de ce dernier, usage en soit fait dans les services universitaires des hôpitaux de la ville. Les services universitaires, ayant du radium à leur disposition et étant tout indiqués pour créer des centres de traitement, seront donc les premiers à être subventionnés d'après les indications que nous venons de donner. Il y aura lieu de soutenir, dans la même mesure, les centres de traitement pour malades indigents, dûs à l'initiative privée et qui se trouveraient dans les conditions voulues

pour assurer un traitement anticancéreux complet au point de vue de la chirurgie, de la radiumthérapie et de la radiothérapie profonde. Je tiens à remarquer ici que le radium semble tenir, dans la lutte contre le cancer, une place importante. Or nous ne savons pas ce que l'avenir nous réserve à ce sujet. Il est fort possible que, dans quelques années, la radiumthérapie soit remplacée par une thérapeutique chimique, et il faut alors que nous puissions nous adapter à la situation nouvelle. Ce que je désire marquer par ces considérations, c'est qu'il ne faut pas s'arrêter d'une manière trop exclusive au rôle, aujourd'hui considérable du radium, mais qui peut n'être que passager.

c) Venir en aide aux cancéreux incurables. — A côté des malades curables, il y a ceux qui ne peuvent bénéficier d'aucun traitement curatif et qui forment en majeure partie la population des Calvaires, où des femmes généreuses et dévouées remplissent la noble tâche d'adoucir leurs souffrances, en attendant que le mal ait accompli son œuvre.

Ici également, nous avons un devoir hautement humanitaire à remplir, en apportant aux malheureux incurables, du confort et du bien-être ainsi que les soins capables de les soulager physiquement et moralement.

Comme conclusion de ce que nous venons d'exposer, il nous est permis d'affirmer qu'un budget annuel de 2.500.000 francs suffira amplement pour assurer en Belgique, dans les conditions les plus favorables, la lutte anticancéreuse au point de vue social.

La Ligue Nationale Belge contre le cancer, en se constituant, s'est assignée comme but, en ordre principal, de chercher à réunir des fonds pour couvrir ce budget.

Œuvre scientifique.

Quels que soient les progrès accomplis, le traitement du cancer est encore souvent impuissant pour arrêter les progrès du mal, et le nombre des insuccès est encore trop considérable. En dépit de ce que l'on a réalisé jusqu'ici, le cancer reste la maladie grave par excellence, la grande maladie mortelle.

Les méthodes que nous dirigeons contre lui, la chirurgie et les rayonnements, souffrent d'un défaut. Ce sont, au fond, des moyens locaux de traitement, tandis que ce sont probablement des causes générales qui interviennent dans le développement du cancer. Sans doute, on pourra trouver encore, dans la chirurgie et dans les radiations, des perfectionnements qui contribueront à améliorer le pronostic du mal. On le fait tous les jours pour le plus grand bien des malades; mais il serait insuffisant de se cantonner dans ce domaine.

Il faut, parallèlement à ces recherches de perfectionnement des techniques locales, interroger la physique, la chimie, la biologie, la bactériologie, pour voir si, de ce côté, ne se trouve pas la solution

si longtemps poursuivie. Pour cela, il faut combiner toutes les disciplines médicales et scientifiques, réunir en un ensemble cohérent la clinique et le laboratoire, faire à proximité de la salle des malades les travaux de recherche scientifique, car, c'est à partir du moment où cette coordination a été établie, qu'ont commencé les véritables progrès de la cancérologie. Il n'est pas douteux que, grâce à elle, le laboratoire nous fournira un jour la lumière concernant la nature et les causes intimes du cancer, de même que pourront être établies les bases étiologiques de son traitement.

Le professeur Delbet s'est fait l'écho de tous ceux qui connaissent les données du problème, en rappelant au grand public que la véritable lutte contre le cancer se livre dans les laboratoires; c'est ce que le professeur Bergonié a si nettemnt défini quand il a insisté sur la nécessité de réunir le chirurgien, le physicien, l'anatomo-pathologiste, le chimiste, le biologiste, dans une direction unique : celle de la recherche du remède contre le cancer.

Nous exprimons la conviction qu'en organisant le travail de cette façon nous aurons le vrai, le seul moyen de réaliser ces progrès et que ceux-ci ne tarderont pas à montrer combien nos prévisions étaient justifiées.

La Ligue contre le cancer, fondée comme œuvre sociale, sortirait de son rôle en intervenant dans le domaine scientifique. Celui-ci a cependant une telle importance qu'il ne nous était pas possible de la passer sous silence dans le présent rapport, sous peine d'être incomplet.

Nous croyons que l'action de cette Ligue correspond à un véritable besoin; mais nous voulons aussi que ses cadres fussent suffisamment souples pour permettre à toutes les initiatives de s'y développer.

Une œuvre comme celle du cancer, qui doit essentiellement s'adapter à toutes les exigences d'une situation complexe ne peut, en effet, rien avoir de rigide, c'est-à-dire que, s'il s'agit en l'occurence d'une Ligue Nationale, il ne peut être question d'une centralisation exclusive.

Il faut se garder de celle-ci aussi bien que d'un particularisme étroit, qui risquerait, lui, d'aboutir à une dissémination stérile des forces.

C'est par l'union et la collaboration de tous, dans un esprit de mutuelle confiance et de compréhension réciproque, que s'élaborent les œuvres fécondes.

Nous voulons sincèrement que la lutte contre le cancer soit de celles-là.

Nous nous mettons au travail avec le désir de faire reculer la souffrance humaine, de sauver des victimes de la maladie meurtrière dont la Science cherche à pénétrer les secrets, et nous n'escomptons d'autres satisfactions, que celle du devoir accompli.

Dr Léon ABRAMOVITSCH
Le Havre.

LA CONSULTATION DES NOURRISSONS AU SEIN ET LA DEPOPULATION

Dr Adrien LOIR
Le Havre.

THERAPEUTIQUE ET VOYAGE AU LONG COURS CLIMAT MARIN ET CLIMAT MARITIME

Les médecins français prescrivent le séjour au bord de la mer, mais jamais, comme le font les médecins anglais, ils ne font partir les malades pour un voyage au long cours, dans un but thérapeutique. Ils confondent les résultats donnés par le séjour sur le littoral avec ceux publiés par les médecins anglais sur les voyages en pleine mer. Il s'ensuit une confusion contre laquelle il est nécessaire de réagir.

Nous venons, avec le professeur Léon Bernard, d'indiquer les différences du climat marin (pleine mer) et du climat maritime (littoral). Le climat marin est en quelque sorte, comme le dit Arnould, « l'opposé du climat continental par la constance de ses allures ». Le climat côtier, climat maritime, zone de transition où ces allures, c'est-à-dire les différentes caractéristiques, se modifient brusquement, est donc très différent du climat marin, et, à tout prendre, particulièrement caractérisé par l'inconstance et la variation; c'est donc plus qu'une différence, c'est un contraste complet, puisque le climat marin est surtout caractérisé par la constance de ses attributs.

Il ne faut donc pas confondre les deux climats et il faut reprendre l'étude de leur action sur l'organisme. Nous trouvons dans la littérature médicale anglaise des études intéressantes à ce sujet :

Williams, dans le *Bristish Medical*, journal de 1876, page 219, publie une statistique de 250 phtisiques. Voici les pourcentages qu'il donne :

	Améliorés	Etat station.	Aggravés
Voyages sur mer (Amérique, Océanie, Chine).....	89	5,5	5,5
Stations du littoral de la Méditerranée.	58	21	21
Malades voyageant dans les stations de la Méditerranée et les régions du Midi de l'Europe.....	62	21	17
Egypte, Syrie.....	65	25	10
Iles de la Méditerranée et Alger.....	55	23	22
Cap de Bonne Espérance.....	58	25	17
Madère et localités voisines.....	51	15	34

On peut faire faire un voyage au long cours à des malades aux premiers stades de la phtisie, mais aussi quand des cavités limitées sont formées. On ne doit pas faire partir des malades pour qui tout espoir est perdu. Cependant, des phtisiques très affaiblis sont quelquefois améliorés. Les anémiés, les scrofuleux, les convalescents obtiennent une grande amélioration de leur état par les voyages en mer.

Il est nécessaire de reprendre l'étude de cette question et d'amener les médecins à utiliser la navigation au long cours (1).

Charles ROLLAND

Chimiste biologiste, Paris.

ACTION DES LIPOIDES SUR LE BACILLE TUBERCULEUX

---

(1) Cf. Léon BERNARD et A. LOIR : La Mer et les Tuberculeux in la *Presse Médicale*, juillet 1924.

Dr E. DELCOURT-BERNARD

Institut d'Hygiène, de Biologie et de Chimie de l'Armée, Bruxelles.

PLAQUETTES SANGUINES, MICROBES ET SANG CIRCULANT

Le problème tout entier de la septicémie repose sur l'équilibre microbien dans le sang circulant. Cet équilibre peut être stable ou instable. Les notions cliniques nous l'apprennent, les faits expérimentaux le confirment.

En clinique nous savons que la présence d'un microbe dans le sang peut exister dans des cas de valeurs pathologiques très différentes. Depuis le « véritable ensemencement du sang » qui « succède à chaque repas... chez les mammifères » (Calmette) et qui, passe subjectivement inaperçu jusqu'à la septicémie grave au cours de laquelle le microbe demeure et se multiplie dans le plasma, nous avons toute une série d'états de gravités diverses où un microbe, plus ou moins éphémère, apparaît dans les humeurs. Nous savons aussi qu'au cours de certaines formes de septicémies, le microbe en cause peut subir, dans le sang, des éclipses momentanées.

L'étude expérimentale de ces phénomènes remise sur pied par Caroll G. Bull, continuée par Delrez et Govaerts et nous-mêmes a montré que tel microbe reste dans le sang et s'y maintient en nombre, tandis que tel autre en disparaît rapidement.

A première vue, la différence de virulence microbienne suffit au clinicien, pour expliquer les différences d'équilibre. En effet, dans les septicémies les plus graves, le microbe, qui est virulent, reste stable dans le plasma. Il est, au contraire, fort instable lorsqu'il n'est pas virulent. Mais les faits expérimentaux portent à croire que le problème est autrement compliqué.

En quoi consiste, tout d'abord, cet équilibre proprement dit? Certains microbes, injectés dans le torrent circulatoire, disparaissent du sang très rapidement. Cette disparition n'est presque jamais complète, surtout à cause du nombre élevé de microbes que l'on injecte, mais elle est poussée très loin. Parfois, mais rarement, le sang devient stérile. Très active pendant les premières minutes, elle se ralentit progressivement. Cette élimination se pratique dans l'ensemble comme suit : les microbes, à leur arrivée dans le sang circulant sont en partie englobés dans des amas de plaquettes sanguines et, avec ceux-ci, sont retenus dans les capillaires des parenchymes profonds : foie principa-

lement, puis, par ordre d'importance, poumon, rein et rate. Là, les bactéries deviennent très précocement la proie de phagocytes. Voilà le problème *in vivo*, tel que Delrez et Govaerts le situaient déjà en 1918. Il apparaissait de plus à ces auteurs que cette *instabilité* à l'égard du plasma est, en général, liée à l'absence de virulence et à la phagocytose elle-même. Car, inversement, d'autres microbes qui, eux, ne sont pas éliminés, qui restent en nombre égal dans le plasma, sont, du moins habituellement, des microbes virulents qui ne seront la proie, ni des amas de plaquettes, ni des phagocytes. Ces germes, à l'opposé des autres, sont *stables* à l'égard du plasma.

Nous voyons donc dès maintenant que les facteurs auxquels obéit cet équilibre microbien sont de deux ordres : les facteurs *organiques*, c'est-à-dire ceux qui relèvent de l'organisme proprement dit et les facteurs qui dépendent du germe lui-même, c'est-à-dire les facteurs *microbiens*.

Les facteurs *organiques* sont très nombreux. Leurs actions se superposent et s'enchevêtrent. Mais, pour en connaître le rôle, il a bien fallu tenter de les dissocier. C'est ainsi que nous ayons pu amorcer l'étude d'un certain nombre d'entre eux. Nous allons très rapidement les passer en revue.

Le premier facteur organique auquel on pense, ce sont les *plaquettes sanguines*. Leur intervention dans l'élimination des microbes instables leur a fait attribuer, dès le début, un rôle actif, que Govaerts dénomma la *fonction antixénique des plaquettes sanguines*. Des recherches ultérieures de cet auteur, les travaux de Jacques Roskam, de Caroll G. Bull et d'autres, ont bientôt ramené ce rôle à celui beaucoup plus passif d'une participation non indispensable. En effet, si l'on provoque chez un animal une thrombopénie préalable, soit par le sérum antiplaquettique (Govaerts, Caroll G. Bull), soit par la saponine, soit par d'autres moyens dont nous reparlerons tout à l'heure, on constate qu'un microbe instable est éliminé dans ces conditions avec une rapidité et une régularité superposables en tous points à celles que l'on retrouve chez un animal neuf. D'autre part, dans certaines conditions, on voit les microbes disparaître au moment précis où les plaquettes reviennent nombreuses dans le sang circulant et *vice versa*. Nous retrouverons les plaquettes tout à l'heure, en parlant des phénomènes de choc.

Les autres éléments du sang interviennent-ils dans l'élimination des microbes instables? Ni les hématies, ni les leucocytes ne semblent agir sur celle-ci. Le plasma, lui, est un facteur de premier ordre. Jacques Roskam a montré son rôle essentiel dans les phénomènes d'adhésion des particules étrangères aux globulins. C'est, du reste, au sein de ce liquide, que se développent des premières phases de l'élimination. Mais comme toutes celles-ci se résument, en fin de compte, à des manifestations de propriétés physico-chimiques entre microbes, d'une

part, éléments du sang et endothélia vasculaires de l'autre, il est malaisé *in vivo* de dissocier ce qui, par exemple, est attribuable au plasma seul. En tous cas, nous retenons ce fait important que chez un animal gravement intoxiqué par la saponine, malgré les profondes modifications de la coagulation, de la tension superficielle du plasma, etc., un microbe instable est éliminé comme il le serait chez un animal neuf.

Le rôle du facteur *vasculaire* n'est pas non plus sans intérêt. Sujets à des variations incessantes d'ordre nerveux ou mécanique, les vaisseaux réagissent aux injections de substances étrangères, suivant certaines règles bien définies. Vaso-constriction, vaso-dilatation, tous ces phénomènes se traduisant par des variations de la pression sanguine, de la vitesse du courant sanguin, il était logique de penser que tout ce qui fait varier le calibre des vaisseaux pouvait avoir une influence sur l'élimination. Or, nous avons constaté expérimentalement que si l'on augmente la température de l'animal au point de rendre artériel son sang veineux; si, au contraire, on le refroidit considérablement et même si l'on fait se succéder dans la même épreuve le froid et le chaud ou réciproquement, un microbe instable s'élimine suivant une « courbe » en tous points comparable à la courbe « normale ». De plus, l'hyper ou l'hypotension artérielle due à l'action de certaines substances pharmacodynamiques, semble sans plus d'effet sur l'élimination du même microbe, le staphylocoque chez le lapin. L'adrénaline, la pilocarpine, l'atropine n'ont provoqué ni l'une ni l'autre des altérations de la « courbe microbienne ».

Nous avons étudié d'assez près, dans une autre série d'expériences, le rôle que pouvaient jouer les *phénomènes de choc* sur l'élimination d'un microbe. Pour cela, nous nous sommes adressés tout d'abord au choc *peptonique*. Nous avons pu ainsi montrer que la peptone éparpille et raréfie les plaquettes sans entraver dans son ensemble l'élimination. Celle-ci s'amorce toujours et, pour la même souche microbienne, nous n'avons jamais pu supprimer au moyen de cette substance la grande chute du début. Mais, suivant que la peptone est donnée à faible ou à forte dose et suivant la gravité du choc déclenché (lapin ou chien), on voit à cette chute inévitable succéder un ou des redressements furtifs, passagers ou définitifs de la courbe microbienne. De leur côté, les emplaquettements peuvent manquer tout à fait, même et surtout dans les premières minutes de l'expérience. Par la méthode des chocs subintrants chez le chien, au cours de la même épreuve, nous avons fait s'éliminer les microbes et reparaître, dans le même moment, les globulins.

Si nous faisons agir l'*oléate de soude* par exemple, ou le *sulfate de baryte* chez le cobaye, en véhiculant du staphylocoque dans le liquide choquant, nous voyons se reproduire cette même influence retardante. Plus active même que celle de la peptone chez le lapin ou le chien,

cette influence permet de voir la stabilisation immédiate et parfois définitive du microbe habituellement éliminé.

Mieux encore, nous avons réussi, au cours du *choc anaphylactique vrai*, non seulement à rendre stable ce même staphylocoque chez le cobaye, mais aussi à déclencher l'élimination d'un bacille typhique, qui, dans le plasma de plusieurs animaux neufs pris comme témoins, jouissait d'une stabilité à peu près parfaite.

Les *facteurs microbiens*, eux, sont au moins aussi complexes que les facteurs organiques. En tête, se présente naturellement la *virulence*. Mais cette virulence ne peut être considérée comme un facteur unique. C'est une notion essentiellement contingente. C'est un tout multiple et changeant à l'égard duquel nos procédés de mesure actuels sont fort imprécis. Cette virulence microbienne joue un des premiers rôles dans la septicémie, mais elle obéit à des influences encore mystérieuses et pourtant toutes puissantes. C'est ainsi que nous voyons un microbe parfaiement toléré jusque-là dans un recoin quelconque de l'organisme envahir brusquement celui-ci. Dans d'autres cas, la présence d'un microbe dans le sang peut être moins grave que sa localisation ultérieure. Il y a là de tels écarts d'un germe à l'autre, d'un organisme à l'autre, que, si même l'antagonisme ou l'interaction microbienne et l'immunité locale font entrevoir une possibilité d'éclaircissement, malgré tout on se demande si parfois ce n'est pas l'organisme qui fait la virulence d'un microbe plus que le microbe lui-même. Lorsque la notion d'équilibre microbien dans le sang circulant est apparue, il a semblé qu'il pût y avoir corrélation entre virulence et stabilité d'une part et, de l'autre, entre avirulence et instabilité. Mais, expérimentalement, nous voyons que certains micro-organismes parfaitement dénués de virulence à l'égard d'un animal donné sont stables dans le plasma de cet animal. Témoin ce bacille typhique chez le cobaye. Cela est en discordance avec les faits acquis au cours des recherches antérieures. Mais, d'autre part, le fait, par exemple pour le staphylocoque, de pousser pendant quelques semaines sur sang de lapin, le rend hyperinstable à l'égard du plasma du même animal, au point d'être éliminé 10.000 à 100.000 fois plus vite que le même microbe non acclimaté à ce milieu. Il y a là un paradoxe qui n'est vraisemblablement qu'apparent. Une étude approfondie de la question et, tout particulièrement, des relations physico-chimiques entre microbes et plasma, pourrait jeter quelque jour sur ce problème.

Rassemblons en quelques traits les constatations les plus évidentes qui se dégagent de ce que nous venons de passer rapidement en revue Les microbes pathogènes ont, à l'égard du sang circulant, des propriétés d'équilibre différentes, les unes concourant à l'instabilité, les autres à la stabilité du germe.

Cette notion de l'équilibre microbien conditionne toute la pathogénie des septicémies. L'élimination des microbes instables est un

ensemble homogène de phénomènes qui font en quelque sorte « bloc » dans l'organisme. Leur évolution n'est pas troublée aisément.

Seuls, jusqu'ici, les phénomènes de choc (peptone, oléate de soude, sulfate de baryte, ou choc anaphylactique vrai à l'ovalbumine), ont paru exercer une influence sur cet équilibre. Cette influence se traduit par un retard dans l'élimination ou même un arrêt complet de celle-ci lorsque le microbe est habituellement instable, par action inverse lorsqu'il s'agit d'un microbe qui, normalement, n'est pas éliminé. Au cours de ces chocs et surtout au cours du choc anaphylactique vrai, les « facteurs actifs » qui président à l'élimination semblent « changés de signe ».

Quels sont ces facteurs actifs?

Nous l'ignorons encore. Ils sont vraisemblablement multiples, mais moins nombreux ou moins sensibles qu'on pourrait le croire, puisque ni l'intoxication par la saponine, ni l'action vasculo-nerveuse puissante de certaines substances telles que l'atropine, l'adrénaline, la pilocarpine, ni le froid, ni le chaud et les variations circulatoires qu'ils entraînent, ne parviennent à en entraver l'action.

Cette résistance des phénomènes d'élimination à des perturbations organiques si diverses et si profondes est remarquable.

Elle permet l'étude de ces phénomènes avec plus d'aisance et diminue le nombre des causes d'erreur dont s'entache inévitablement la technique expérimentale.

L. MARTY

Ancien Professeur-adjoint de Clinique interne, Ecole d'application de Marseille.

PARASITISME DES CANCERS

Dr BIGWOOD

Chef de Travaux à l'Université, Bruxelles.

LA CONCENTRATION EN IONS H DU SANG SA CONSTANCE ET L'ENTRETIEN DE LA NEUTRALITE HUMORALE

INTRODUCTION

Pour que les cellules vivantes trouvent dans leur environnement les conditions favorables à leur développement normal, il est nécessaire que le milieu humoral dans lequel elles se trouvent ait une composition chimique déterminée. Une de ces conditions est la constance d'une « réaction » appropriée de ce milieu. Les exemples qui montrent l'importance de ce facteur sont nombreux : je me propose de vous en

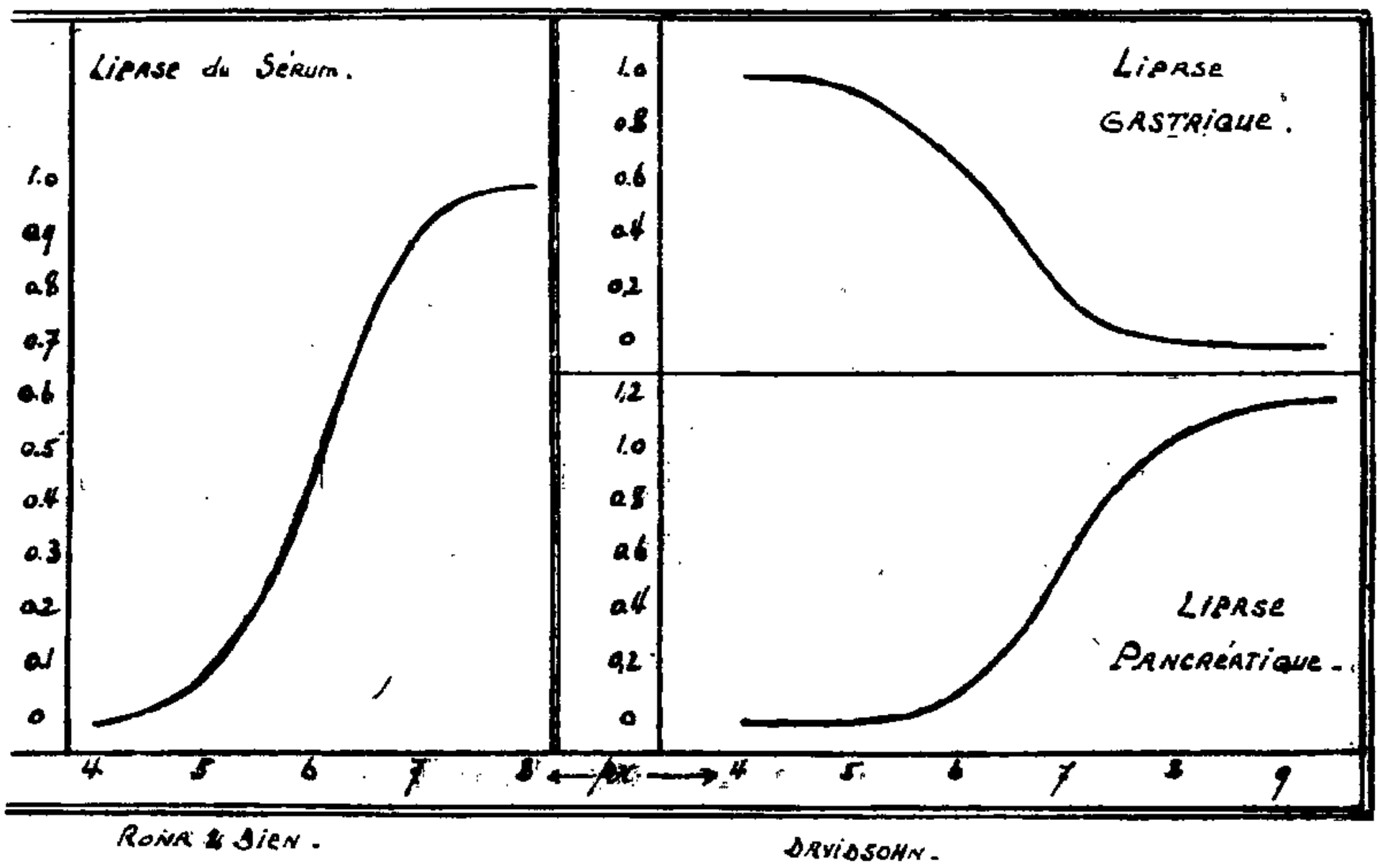


Fig. 1

signaler quelques-uns : ils justifient l'effort remarquable que déploie continuellement l'organisme pour entretenir la constance de sa neutralité humorale.

La réaction acide, neutre ou alcaline d'une solution se mesure par la concentration de cette solution en ses ions H. Cette concentration

est exprimée en ions grammes par litre et varie de 1 à 10^{-14} ou autrement dit encore, de 10^{0} à 10^{-14} (en effet $10^{0}=1$). Puisque ces concentrations ioniques s'expriment toujours par une puissance négative de 10, dont la valeur numérique varie de 0 à 14, on les désigne par cette dernière valeur, dans un but d'abréviation. On dira que l'exposant *p* de la concentrationionique (H), c'est-à-dire le *p*H, varie de 0 à 14.

Quand le milieu est neutre, $(H^{\cdot})=10^{-7}$, c.-à-d. $pH=7$; quand le milieu est acide, $(H^{\cdot}) > 10^{-7}$, c.-à-d. $pH < 7$; quand le milieu est alcalin, $(H^{\cdot}) < 10^{-7}$, c.-à-d. $pH > 7$.

L'influence du *p*H du milieu sur diverses propriétés fonctionnelles de la cellule a été recherchée chez des organismes marins, notamment dans l'étude du développement des œufs d'oursins (J. Loeb (1)) et des

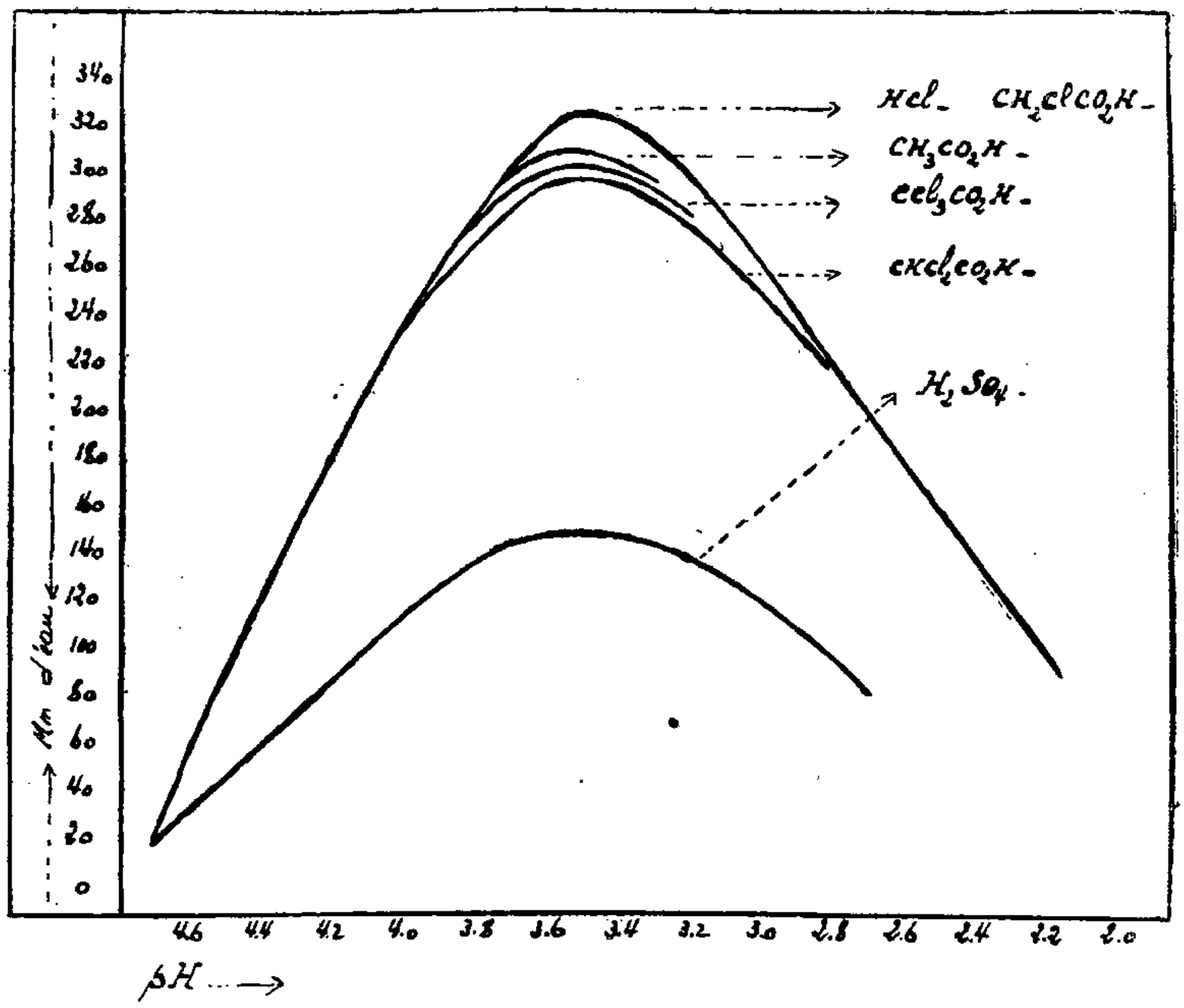


Fig. 2

mouvements rythmiques des méduses (Bethe (2)). La susceptibilité que présente la plupart des microorganismes dans leur développement, à l'égard de la réaction des milieux de culture, est aujourd'hui bien connue.

Je citerai, d'autre part, l'influence du *p*H humoral sur l'activité des ferments (3, 4, 5); sur la glycose (Rona (6), W. Lob (7)), l'hémolyse (Stadler et Kleemann) (8), la phagocytose (Hamburger et Hekma) (9).

Je signalerai enfin les travaux de J. Loeb (10) sur les modifications des propriétés physico-chimiques des protéines sous l'effet de variations du taux des ions H des solutions dans lesquelles elles se trouvent.

Ces exemples soulignent l'importance qu'il y a pour les organismes vivants de maintenir la réaction de leur milieu humoral dans des limites bien déterminées. L'étude du *p*H sanguin dans les espèces animales les plus variées a montré que ce *p*H se maintient dans des limites remarquablement constantes et étroites. Il est indispensable que l'organisme puisse s'assurer du concours d'un mécanisme neutralisateur très efficace. C'est ce mécanisme complexe que je me propose d'analyser maintenant brièvement.

Mécanisme de l'entretien de la neutralité du sang.

Les facteurs qui jouent un rôle dans ce mécanisme sont nombreux. On peut les grouper en trois catégories : 1° le sang lui-même, par ses propriétés chimiques, est capable de contribuer dans une très large mesure à la fonction régulatrice de la neutralité sanguine; 2° ces propriétés sanguines sont secondées par un facteur respiratoire; 3° trois facteurs rénaux contribuent également à assurer cette régulation.

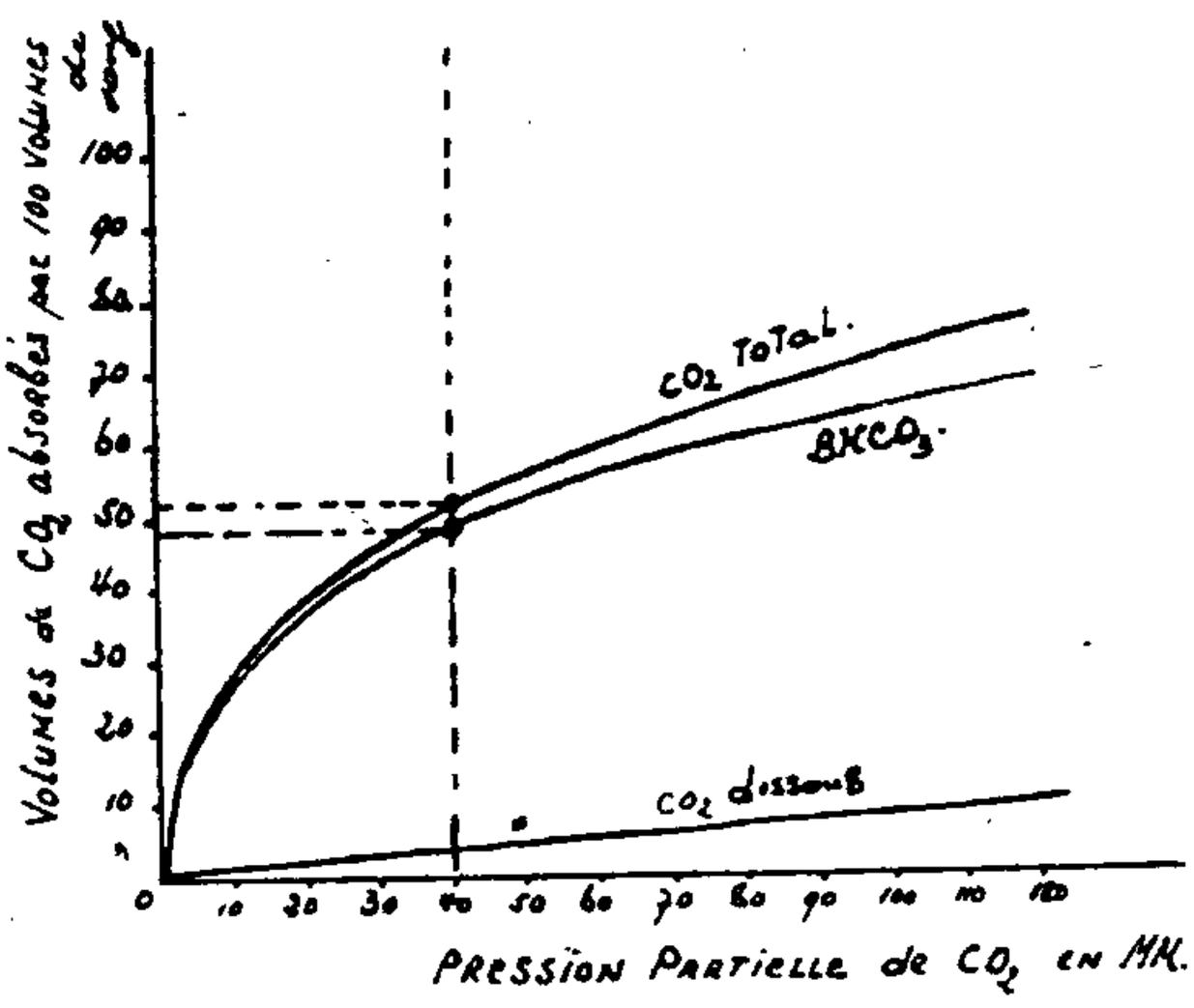


Fig. 3

I. — *Le tampon du sang.* — Le sang a une composition chimique particulière qui lui confère l'aptitude de résister *in vitro* à des modifications de « Réaction » que tendent à y reproduire des acides et des bases étrangers. On désigne cette propriété du nom de « tampon »; elle appartient notamment à toute solution contenant des acides faibles en présence de leurs sels alcalins. De pareils acides se trouvent dans le sang; ce sont : l'acide carbonique, l'acide phosphorique (en particulier la seconde fonction acide de ce corps, c'est-à-dire l'acidité des phosphates monométalliques), et les matières protéiques (Van Slyke, 11).

Mais le tampon principal du plasma sanguin est représenté par l'acide carbonique et les bicarbonates; l'addition d'acides ou de bases quelconques modifie leurs concentrations et l'altération du *p*H humo-

ral que cette modification entraîne, est moins prononcée que celle que produiraient ces acides et ces bases étrangers, si le « tampon » ne les neutralisait pas (12).

Si la régulation de la neutralité du sang se bornait à cela, sa concentration en ions H serait beaucoup moins constante qu'elle ne l'est en réalité. Il intervient donc autre chose qui renforce l'action de tampon des électrolytes sanguins et qu'il nous faut analyser maintenant.

La réserve alcaline du sang. — La concentration en ions H du sang est liée à celle de l'acide carbonique libre et des bicarbonates suivant l'équation de L. J. Henderson :

$$[H] = K \frac{[H_2\,CO_3]}{[BHCO_3]}$$

Cette équation nous montre que l'aptitude régulatrice de la neutralité humorale que l'organisme présente se traduit par le pouvoir que possède le sang de s'enrichir en bicarbonates quand la pression partielle de gaz carbonique s'élève et de s'appauvrir en ce sel quand cette pression diminue. C'est donc en assurant le strict parallélisme des deux termes du rapport $\frac{(H_2\,CO_3)}{(BHCO_3)}$ que le sang réalise le maximum de constance de son *p*H. Il lui faut, pour cela, disposer d'une « réserve de bases dans laquelle il peut, tantôt puiser l'alcali nécessaire pour élever le taux de ses bicarbonates, ou bien dans laquelle il peut mettre au contraire, de côté une partie de cette réserve afin de diminuer ce même taux. Ces fluctuations, que le sang impose à sa concentration en bicarbonates, que Van Slyke a appelé la « réserve alcaline », résultent donc de modifications de pression carbonique auxquelles il peut être soumis au cours du métabolisme.

Le fait se vérifie expérimentalement en mesurant la quantité d'acide carbonique que des portions distinctes d'un même échantillon de sang peuvent absorber quand on les soumet à des pressions de gaz carbonique variées. En figurant les résultats de ces analyses dans un système de coordonnées, on obtient la courbe dite d'absorption de l'acide carbonique du sang (Christiansen, Douglas et Haldane (15)). Dans le plasma, ce sont les bases fixes liées aux matières protéiques que l'acide carbonique emprunte pour se neutraliser.

L'étude de la courbe d'absorption de CO_2 dans le sang total, dans le plasma sanguin séparé des globules rouges, a été faite par Joffe et Poulton (16). Elle a montré que le plasma sanguin est infiniment mieux outillé pour maintenir son *p*H constant quand il peut faire appel au concours des globules rouges, que lorsqu'il ne peut avoir recours qu'à ses propres moyens. Quand le sang se trouve dans les conditions physiologiques de pression carbonique, 25 % de son pouvoir tampon sont

redevables au plasma seul, tandis que 75 % de ce pouvoir tampon sont dus aux globules. Tout se passe comme si les globules fournissaient un supplément d'ions basiques à la réserve alcaline du plasma. L'expérience a cependant démontré qu'il n'y a pas un transport de cations du globule vers le plasma quand celui-ci augmente sa teneur en acide carbonique; les parois des hématies sont pratiquement imperméables aux ions basiques et infiniment plus perméables aux ions acides. L'action indirecte, en quelque sorte « à distance », que les globules rouges exercent sur les fluctuations de la réserve alcaline du

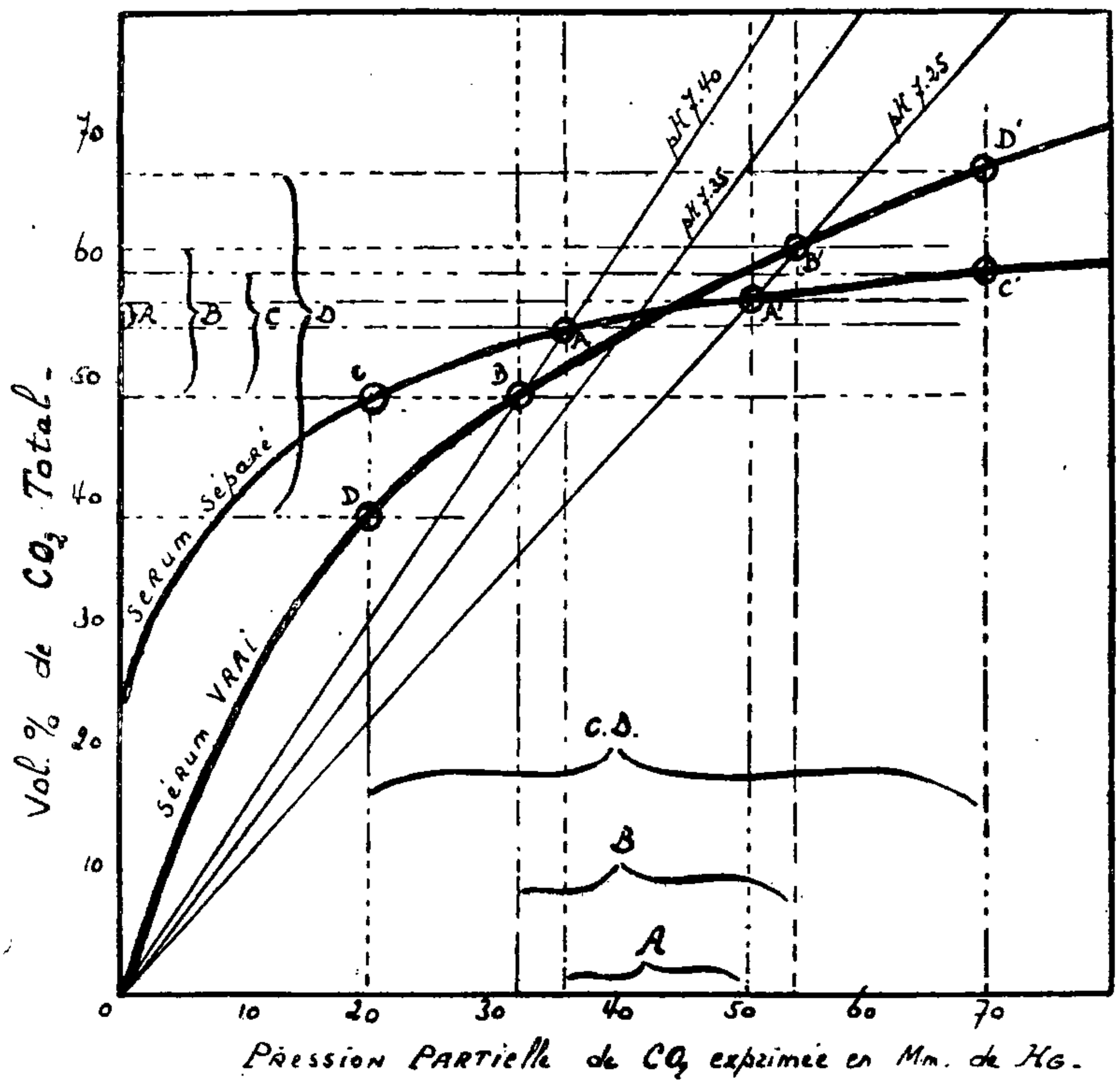


Fig. 4

plasma, s'opère par un mécanisme d'échange d'ions plus complexe, dont le principe est le suivant : Quand le plasma subit une augmentation de sa pression carbonique et, quand il se trouve en présence de ses globules rouges, l'acide carbonique est capable d'emprunter des ions métalliques aux chlorures qu'il rencontre dans ce plasma. Cet emprunt est rendu possible grâce à un appel d'ions chlore qui se fait de la part des globules rouges. Cet appel résulte des propriétés chimiques de l'élément protéique essentiel de ces globules : l'hémoglobine.

Van Slyke a montré que la mesure du transfert d'ions chlore du plasma vers les globules, quand le pH varie de 7,35 à 7,25, contribue

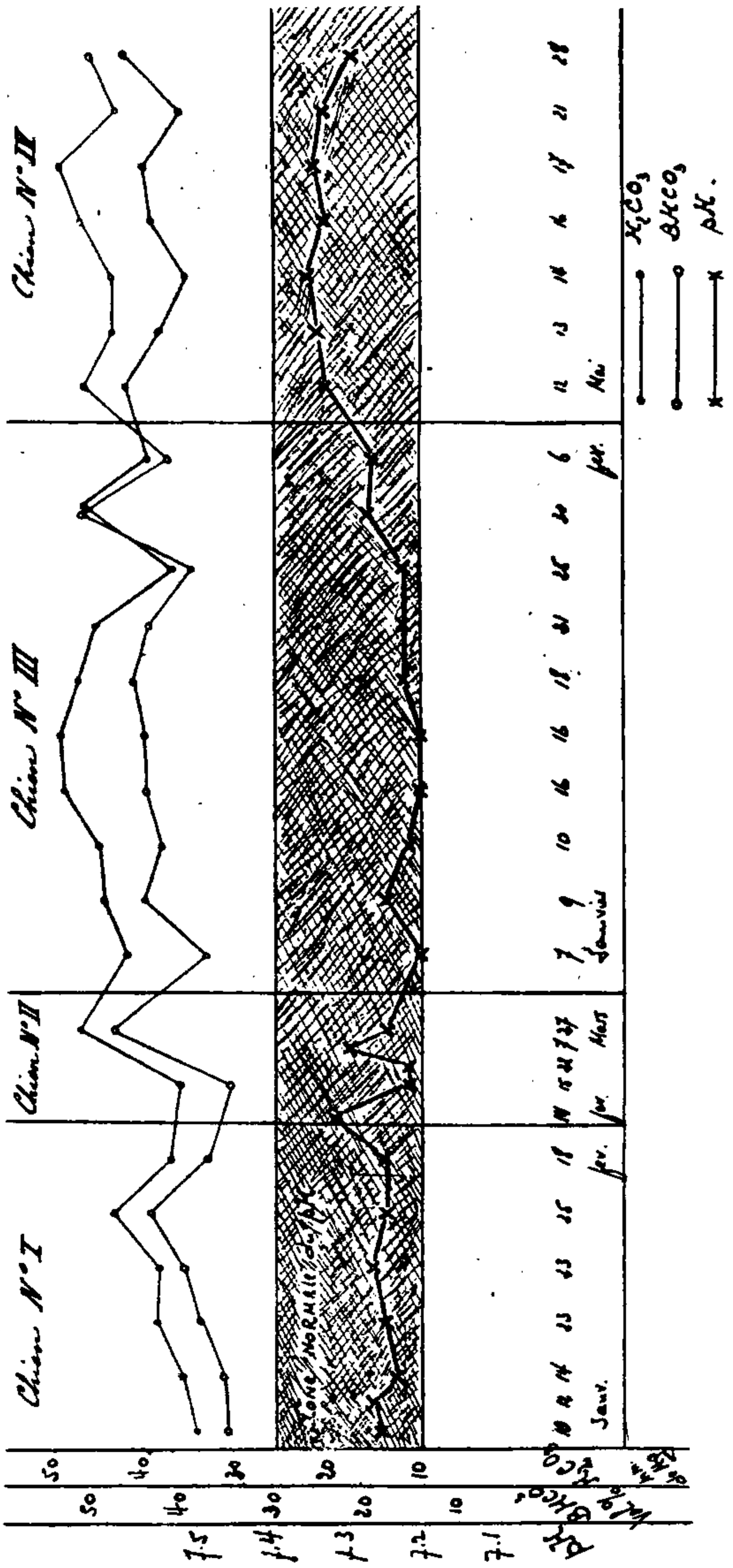


Fig. 5

au pouvoir tampon du sang, in vitro, pour une part qu'il évalue à 72 % (17). Il évalue d'autre part à 75 %, en moyenne, la part du tampon total du sang qui revient à l'hémoglobine grâce à sa propriété de se combiner à des bases (18).

Je signalerai enfin que, si l'on envisage ce qui se passe dans la circulation capillaire, il est à noter que l'apport d'anhydride carbonique du tissu vers le sang coïncide avec la livraison que fait l'hémoglobine de son oxygène aux tissus. En se réduisant, l'hémoglobine abandonne des ions basiques, même en l'absence de modifications de pH du milieu, parce qu'il se transforme en un acide plus faible. Ce fait nous permet de comprendre qu'en devenant veineux, le sang artériel augmente sa capacité en bicarbonates sans modifier appréciablement sa concentration en ions H.

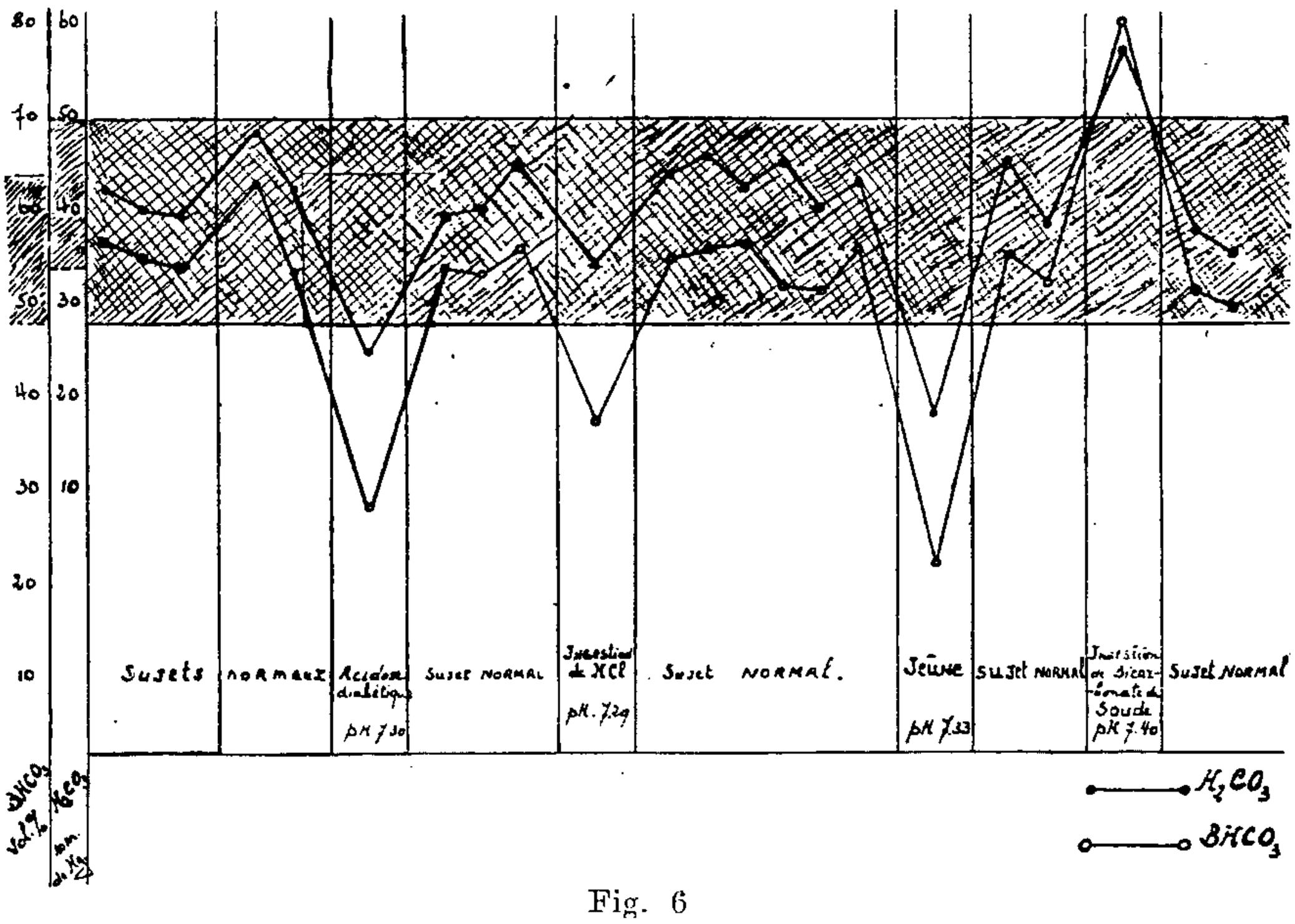


Fig. 6

En résumé, les trois facteurs sanguins, qui contribuent à modifier le taux des bicarbonates d'une façon appropriée aux fluctuations de la pression carbonique, sont :

1° La propriété acide des protéines du plasma sanguin;

2° La propriété acide de l'hémoglobine;

3° La modification de cette propriété sous l'effet de l'oxygénation et de la désoxygénation de ce pigment sanguin.

II. — *Facteur respiratoire de la Régulation neutralisatrice.* — La sensibilité du centre respiratoire, vis-à-vis de son stimulant l'acide carbonique, s'exalte quand le sang tend à devenir plus acide et diminue au contraire quand le sang devient plus alcalin. Grâce à cette adaptation appropriée de la ventilation pulmonaire, le sang règle les fluctuations de sa pression de CO_2 parallèlement à celles qui peuvent éventuellement survenir dans le taux de sa réserve alcaline. Le réglage du rythme de la respiration contribue donc dans une large mesure à stabiliser la neutralité du sang.

III. — *La Contribution rénale au Mécanisme neutralisateur du sang.* — La fonction rénale contribue à entretenir la neutralité du sang de trois manières différentes, que je me bornerai à vous signaler : Ce sont l'élimination des bicarbonates (19), la sécrétion d'une urine d'acidité ionique appropriée et enfin la sécrétion ammoniacale. Ces trois facteurs contribuent à faire subir des fluctuations appropriées à la réserve alcaline du sang, en favorisant l'élimination des déchets organiques acides tantôt à l'état d'acides libres, tantôt à l'état de sels de ces acides (20 et 21).

Limites normales et pathologiques de la concentration en ions H du sang.

Grâce au mécanisme complexe et très efficace que je viens d'esquisser, le *p*H sanguin se maintient dans des limites extrêmement

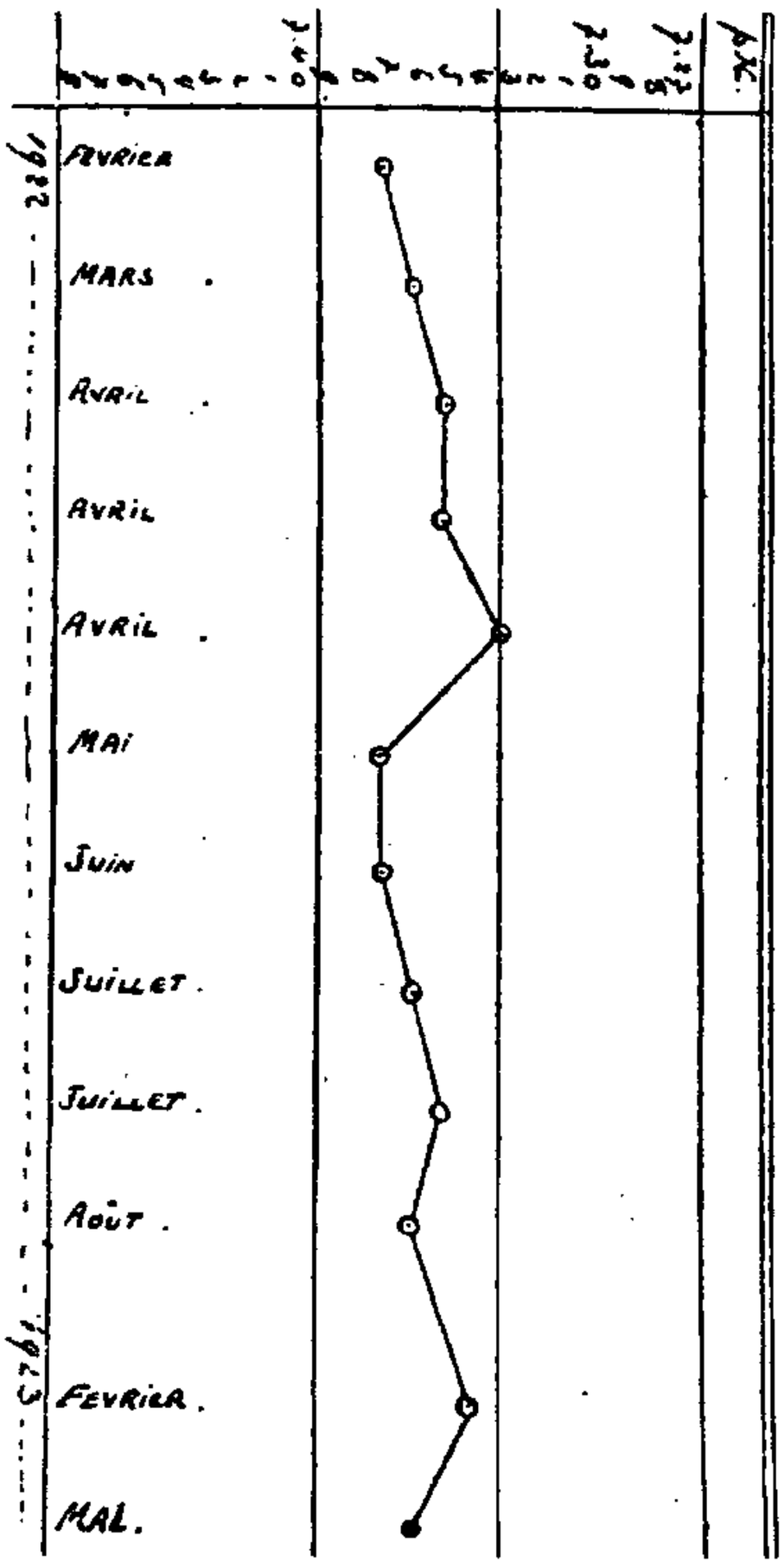


Fig. 7

étroites. D'après les principaux chiffres qu'on trouve dans la littérature (15, 23, 24, 25, 17, 4, 22; 26); le *p*H du sang humain varie normalement entre 7,3 et 7,4, à la température du corps.

Pour un individu pris isolément, il est probable que les limites sont plus étroites encore.

D'autre part, les limites pathologiques extrêmes qu'on a observées

chez des êtres vivants sont elles-mêmes encore étroites. En effet, le *p*H le plus acide qu'on a observé est de 6,8, dans un cas de coma diabétique, quelques heures avant la mort. Le même degré d'acidose peut s'observer en plein choc anaphylactique.

Le *p*H le plus alcalin que l'on ait observé atteint le chiffre 7,8 dans des cas de surventilation pulmonaire avec accidents tétaniques. Ces valeurs limites ne se rencontrent que dans des cas où les accidents pathologiques sont très graves, aussi ne peut-on guère considérer ces chiffres extrêmes comme étant compatibles avec la vie.

---

1. J. Lœb, *Bioch. Zeitsch.*, vol. 2, p. 81, 1906; *Pflueger's Arch.* 1907, vol. 118, p. 181; *Bioch. Zeitsch.*, 1910, vol. 26, p. 279, vol. 28, p. 340; 1918, vol. 37, p. 410.
2. Bethe, *Pfluger's Arch.*, 1909, vol. 127, p. 219.
3. Soerensen, *Ergebn. der Physiologie*, vol. 12, 1912, p. 393.
4. L. Michaelis, *Die Wasserstoffionenkonzentration*, 1914. Julius Springer, Berlin.
4. Davidsohn, *Bioch. Zeitsch.*, vol. 45, p. 284, 1912; vol. 48, p. 249, 1913.
5. Rona et Bien, *Bioch. Zeitsch.*, vol. 59, p. 100, 1914; vol. 64, p. 13, 1914.
6. Rona, *Bioch. Zeitsch.*, vol. 48, p. 35, 1913; vol. 32, p. 489, 1910; vol. 62, p. 1, 1914.
7. W. Lob, *Bioch. Zeitsch.*, vol. 32, p. 43, 1911.
8. Stadler et Kleemann, *Bioch. Zeitsch.*, vol. 36, 1911, p. 301 et 321.
9. Hamburger et Hekma, *Bioch. Zeitsch.*, vol. 3, 1906, p. 88; vol. 7, 1907, p. 102; vol. 9 1908, p. 275.
10. J. Lœb, *Proteins and the Theory of Colloïdal Behaviour*. Mc Graw-Hill, New-York.
11. D. D. Van Slyke, *Physiological Revieus*, vol. 1, N° 1, 1921, p. 148 et suivantes.
12. E. J. Bigwood. Une discussion plus détaillée du « tampon » se trouve dans le *Bull. Soc. Royale des Sc. Méd. et Natur. de Bruxelles*, N° 9-10, 1923, p. 3.
13. Bohr, Skand. *Arch. Physiol.*, vol. 17, 1905, p. 104; *Nagel's Handb. Physiol.*, Menschen, Braunschweig, 1909, tome I, p. 55.
14. L. J. Henderson, *Am. J. Physiol.*, vol. 21, 1908; *J. of Biol. Chem.*, vol. 7, Déc. 1909; Science, vol. 37, p. 389, 1913.
15 Christiansen, Douglas et Haldane, *J. of Physiol.*, vol. 48, p. 247, 1914.
16. Joffe et Poulton, *J. of Physiol.* 1920, vol. 54, p. 129.
17. D. D. Van Slyke, *Physiolgical Reviews*, vol. 1, N° 1, p. 161, 1921.
18. D. D. Van Slyke, Hastings et Neill, *J. of Biol. Chem.*, vol. 54, N° 2, p. 507, oct. 1922.
19. Gamble, *J. of Biol. Chem.*, vol. 51, p. 305, 1922.
20. Van Slyke et Palmer, *J. of Biol. Chem.*, vol. 41, p. 567 et 581, 1920.
21. E. J. Bigwood, *Bruxelles-Médical*, 1, nov. 1923.
Hasselbach, *Bioch. Zeitsch*, vol. 74, p .18, 1916.
Bisgaard, *Zentralb. f. d. ges. Neurol. und Psycch.*, vol. 29. H. I.
22. E. J. Bigwood, *Annales de Médecine*, tome 15, N^os^ 1 et 2, p. 142, 1924.
23. Hasselbach, *Bioch. Zeitsch*, vol. 78, p. 112, 1917; vol. 38, p. 77, 1912; vol. 49, p. 451, 1913.
24. Jarloev, *Om Syre-Baseligevaegten i det Menneskelige Blod Soerlig ved Sygdomme*, A. Busck, Copenhagen, 1919.
25. Donegan et Parsons, *J. of Physiol.*, vol. 52, 1918-19.
26. Cullen et Robinson, *J. of Biol. Chem.*, vol. 57, N° 2, p. 533, 1923.

Lucien DAUTREBANDE

Laboratoire de physiopathologie, Fondation Reine Elisabeth, Bruxelles.

LE pH, EXCITANT DU CENTRE RESPIRATOIRE

A l'état normal, chez le sujet sain au repos, le pH du sang artériel est d'une constance remarquable. A l'état pathologique et dans certaines conditions physiologiques ou expérimentales, l'organisme lutte contre toute modification du pH, et pour ramener celui-ci à la normale, il fait intervenir divers mécanismes fonctionnels dont les principaux sont le jeu des tampons du plasma, des globules et du sang total, la régulation de la respiration et de la sécrétion urinaire.

On sait que le pH du sang est réglé en dernière analyse par la relation $\frac{\text{acide}}{\text{base}}$ des tampons; mais le sang contient toujours un excès d'alcali sous forme de bicarbonate, réserve que tous les tampons du système sanguin concourent à maintenir intacte. L'action des protéines du plasma, de l'hémoglobine, des phosphates (en un mot de tous les tampons autres que le bicarbonate) se ramène à maintenir presque invariable la concentration du bicarbonate dans le sang : ils lui servent seulement d'intermédiaire et le rapport $\frac{H_2CO_3}{NAHCO_3}$ est en somme l'aboutissant et le témoin de toutes les réactions $\frac{\text{acide}}{\text{base}}$ des différents tampons autres que le bicarbonate. On peut estimer grossièrement cette relation de l'acide carbonique à 1/20e dans le plasma.

*
* *

Chaque fois que le radical acide s'élève *relativement* au radical base, on se trouve en présence d'une acidose, quelle que soit la concentration du bicarbonate. Si le radical base, quelle que soit sa concentration, est plus élevé relativement que le radical acide, on a affaire à une alcalose.

L'acidose peut elle-même provenir d'une élévation primitive du numérateur. Elle est appelée *acidose gazeuse* et elle se rencontre en

pathologie au cours de la bronchopneumonie (Meakins et Davies, I), dans l'emphysème et la tuberculose pulmonaire avancée (Dautrebande, 2). Elle est aisément produite par la respiration expérimentale d'un air chargé d'acide carbonique (Davies, Haldane et Kennaway, 3).

L'acidose peut aussi provenir d'une chute primitive du dénominateur. Il s'agit alors d'une *acidose non gazeuse* dont le type est fourni par l'acidose diabétique (Stillmann, Van Slyke, Cullen et Fitz, 4). *L'alcalose gazeuse* fait suite à l'expulsion exagérée de CO^2 libre (numérateur) par la surventilation pulmonaire, qu'elle soit volontaire ou due au besoin d'oxygène (hautes montagnes, oxyde de carbone, etc.) (Henderson et Haggard, 5).

Une élévation primitive du radical base (dénominateur) se nomme *alcalose non gazeuse.* On la produit aisément par l'ingestion d'alcali.

Dans ces différentes éventualités, pour maintenir le pH constant, l'organisme va réagir : dans l'acidose gazeuse, en élevant le radical base; dans l'acidose non gazeuse, en abaissant le radical acide; dans l'alcalose gazeuse, en abaissant le dénominateur; dans l'alcalose non gazeuse, en élevant le numérateur de la fraction $\frac{H2CO3}{NAHCO3}$ qui, ainsi, tend à demeurer semblable à elle-même (1/20e), quel que soit le niveau du bicarbonate.

* * *

Quel est le mécanisme de ces différents mouvements? Dans l'acidose gazeuse, en vue de prévenir l'accumulation excessive d'acide carbonique, le centre respiratoire établit une surventilation pulmonaire qui peut parfois atteindre des proportions considérables; pour fournir à l'organisme des bases qui lui permettront de lutter contre cette acidose, les reins expulsent une plus grande quantité d'acides et de sels ammoniacaux, le sang prélève de l'alcali dans les tissus et les tampons du sang forment du bicarbonate.

Dans l'acidose non gazeuse, l'acide carbonique en excès qui est l'aboutissant de toutes les réactions acides va agir sur le centre respiratoire et les poumons l'expulseront en quantité suffisante pour conserver le rapport primitif dans le sang; en même temps, les reins excréteront une plus grande quantité d'acides et de sels d'ammoniaque.

L'alcalose produit l'effet inverse : les urines sont pauvres en ammoniaque et en acides ou sont alcalines; elles peuvent même contenir du bicarbonate. De cette façon, les reins aident à la chute du dénominateur, relativement trop élevé par rapport au numérateur. Dans l'alcalose non gazeuse, le centre respiratoire joue un rôle secondaire important : la respiration diminue de façon à permettre à l'acide carbonique

alvéolaire et, par conséquent, à l'acide carbonique simplement dissous dans le sang artériel (H2CO3) de s'accumuler et d'ainsi lutter contre l'élévation primitive du bicarbonate.

Tels sont brièvement les principaux mécanismes régulateurs du pH artériel. On voit que le centre respiratoire joue un rôle prépondérant dans le maintien du pH, ce qu'avaient déjà démontré, bien avant l'origine de la théorie de la neutralité des humeurs, les travaux de Frédéricq (6), d'Hougardy (7) et de Bieletzky (8). Une expérience de Campbell, Douglas, Haldane et Hobson (9) souligne admirablement la délicatesse de la réponse du centre respiratoire, vis-à-vis de toute modification des gaz du sang. Ces auteurs ont constaté qu'une élévation de l'acide carbonique alvéolaire de 0,20 % doublait la ventilation pulmonaire tandis qu'un abaissement du même ordre de cet acide carbonique alvéolaire provoquait l'apnée. Or, ce chiffre ne correspond qu'à un abaissement ou une élévation de 0,01 respectivement du pH artériel.

* * *

Mais une question reste actuellement posée : le centre respiratoire répond-il au pH ou bien spécifiquement à l'acide carbonique lui-même?

Hasselbach (10), Winterstein (11), Haldane et son école (12), Barcroff (13), Fleisch (14) soutiennent la première thèse. Hasselbach, en faisant varier le régime alimentaire dans le sens alcalin ou dans le sens acide, avait remarqué que, s'il est vrai que la pression carbonique alvéolaire s'élève au cours du régime alcalin et s'abaisse au cours du régime acide, le pH n'en reste pas moins invariable, quelle que soit la pression de l'acide carbonique alvéolaire. Il en concluait que le centre respiratoire répond uniquement au pH, l'alcalose produisant une dépression de l'activité respiratoire, l'acidose une exagération de la ventilation pulmonaire. D'autre part, Hasselbach et Lundsgaard (15) observèrent que l'hyperpnée, produite chez le lapin par la respiration d'un air riche en acide carbonique, est proportionnelle à l'abaissement du pH sanguin.

Hooker, Wilson et Connett (16), Scott (17), Collip (18) ne sont pas de cet avis. Hooker, Wilson et Connett perfusent la moelle allongée d'animaux au moyen de deux échantillons de sang de même pH. Le premier échantillon de sang est normal mais soumis à une pression d'acide carbonique de 5 % d'atmosphère. Le second échantillon est traité par l'acide chlorhydrique qui en expulse tout le bicarbonate, puis est soumis à une pression d'acide carbonique de 0,04 % d'atmosphère. Le pH des deux sangs est de 7,22. La ventilation pulmonaire est évidemment accrue dans les deux cas, mais elle est beaucoup plus considérable lorsqu'on utilise le premier sang que pendant l'action du second. Ces auteurs en concluent que l'acide carbonique agit spécifiquement.

Scott, lui, injecte dans une veine 0,25 cm³ par minute d'une solution de NA2CO3 à 5 %, à raison de 0,35 gramme par kilog; il obtient ainsi un pH artériel de 7,6 à 7,8 sans modifications appréciables de la respiration. De plus, avant et après administration de carbonate, il fait respirer à ses animaux un air chargé d'un pourcentage identique d'acide carbonique et il obtient une réponse approximativement égale dans les deux cas, bien que le pH soit beaucoup plus élevé dans la seconde éventualité que dans la première. Il en conclut que l'acide carbonique non dissocié (CO2) peut agir spécifiquement sur le centre respiratoire et que le pH, dans ces conditions, n'a qu'une importance secondaire.

Collip, enfin, pratique des injections intraveineuses à 5 % de NAHCO3 et il constate une augmentation de la ventilation pulmonaire. Il en conclut que l'excitant du centre respiratoire est l'ion HCO3'.

*
* *

Il est certain que, si le centre respiratoire répondait fidèlement à l'état actuel du sang, ces expériences seraient décisives et la théorie du pH excitant du centre respiratoire serait insoutenable. Toutefois, il est permis de croire qu'il n'en est pas ainsi en réalité. Ce à quoi réagit le centre respiratoire, c'est à l'état réactionnel de son milieu intérieur, intracellulaire. Si l'on envisage la question posée de cette façon, diverses objections peuvent être soulevées contre l'interprétation des dernières expériences relatées.

A Hooker, Wilson et Connett, on peut opposer une expérience récente de Gesell (19). Cet auteur met en contact deux solutions de bicarbonate $\frac{H2CO3}{NAHCO3}$ de même pH, dont la relation est donc identique; mais l'une de ces deux solutions possède une forte pression, l'autre une faible pression de H2CO3. Dans ces conditions, il observe que l'acide carbonique diffuse de la première solution dans la seconde, bien plus rapidement que le bicarbonate et, qu'à la fin de l'expérience, la première solution est plus alcaline que la seconde. La relation de l'acide carbonique au bicarbonate s'est donc modifiée dans les deux solutions, en raison de l'extrême diffusibilité de l'acide carbonique.

On comprend donc ainsi que, dans les expériences de Hooker, Wilson et Connett, la solution qui contient un fort pourcentage de CO2 agisse sur le centre respiratoire plus efficacement qu'une autre solution de même pH, mais à faible pression de H2CO3.

Jacobs (20) a d'ailleurs montré qu'à pH égal le CO2 était beaucoup plus diffusible que l'ion H, ce qui permet au CO2 du premier sang de passer dans le centre respiratoire très rapidement et ainsi de modifier la concentration tissulaire de H2CO3 et par le fait même son pH intracellulaire.

Aux expériences de Scott et de Collip, on peut opposer un raisonnement semblable. Quand on injecte du bicarbonate, l'acide carbonique est sous trois formes dans le sang : HCO3', H2CO3 et CO2. Or Loeb (21) et Jacobs (20) ont montré que CO2 et H2CO3 (l'acide carbonique non dissocié) diffusaient très rapidement à travers les membranes, tandis que l'ion HCO3' pénétrait difficilement. Il s'ensuit que l'injection de bicarbonate, en augmentant les formes diffusibles de l'acide carbonique (CO2 et H2CO3), tend naturellement à accroître l'acidité à l'intérieur des cellules, puisque HCO3' est peu diffusible. Ces injections de bicarbonate conduisent donc à une acidose cellulaire contemporaine d'une alcalose sanguine. Ceci explique donc la surventilation obtenue par Collip, après injection de bicarbonate.

*
* *

On peut, par conséquent, s'expliquer les résultats des derniers auteurs sans devoir faire intervenir la spécificité soit de CO2, soit de HCO3'. Il y a d'ailleurs d'autres objections à leur faire. Tout d'abord, ils ne tiennent pas compte du facteur oxygénation tissulaire dans leurs expériences. Or, l'alcalinisation d'un sang augmente considérablement la stabilité de l'oxyhémoglobine; en d'autres termes cela signifie que l'oxygène se libère d'autant plus difficilement de sa combinaison avec l'hémoglobine que le pH du sang est plus élevé. L'alcalose peut donc produire du besoin d'oxygène qui agit puissamment, comme on sait, sur le centre respiratoire en abaissant son seuil d'excitation et en provoquant de la surventilation. Or, les injections de bicarbonate, dont il a été question, arrivent à produire des pH de l'ordre de 7,6 à 7,8 qui ne se rencontrent jamais que dans les cas aigus de tétanie.

Enfin, sans parler des doses élevées d'alcali employées, une dernière réserve doit être faite quant à la technique. Il faut se demander jusqu'à quel point on peut tirer des conclusions fermes dans le domaine du pH d'expériences utilisant l'injection intraveineuse. Car, si au lieu de faire passer le bicarbonate directement dans la circulation, comme Collip (qui, dans ces conditions, constate une augmentation de la respiration), on le fait ingérer, l'effet obtenu est absolument à l'inverse des résultats obtenus par l'auteur : *la respiration diminue.*

Il n'existe pas, à ma connaissance, d'examen direct du sang artériel humain dans ces conditions. Il m'a paru utile de reprendre la question de l'alcalose non gazeuse produite par l'ingestion d'alcali et son influence sur le sang artériel, l'air alvéolaire, l'air expiré et les urines.

Comme les doses massives de bicarbonate ont une action purgative manifeste qui peut, par elle-même fausser les résultats, j'ai préféré me servir de phosphate alcalin de NA. Celui-ci possède en outre, ainsi qu'on le verra plus loin, l'avantage de mettre en relief la souplesse du jeu des tampons.

Au tableau 1 sont rassemblés quelques résultats se rapportant à l'air alvéolaire et aux urines. Dès l'ingestion de phosphate (§) alcalin (3, 5 minutes), l'air alvéolaire s'enrichit en acide carbonique; les urines deviennent alcalines et contiennent du bicarbonate.

Tableau I

Sujets	CO^2 ALVEOLAIRE				URINES		
	AVANT ingestion de NA^2HPO^4		APRÈS ingestion de NA^2HPO^4		AVANT ingestion de NA^2HPO^4	APRÈS ingestion de NA^2HPO^4	
	%	mmHg	%	mmHg	Réaction	Réaction	$NAHCO^3$ en Vol % de CO^2
1	6,26	43,2	6,52	45,0	acide	alcaline	58
2	5,35	37,1	5,58	38,7	»	»	
	4,89	34,0	5,07	35,3	»	»	
	4,87	34,0	5,07	35,5	»	»	40

On voit que la réponse de l'organisme est immédiate. Aussi bien le centre respiratoire, en retenant de l'acide carbonique libre que le rein, en excrétant du bicarbonate, tendent instantanément l'un à élever le radical acide, l'autre à abaisser le radical base.

Au tableau 2, le mécanisme de la rétention de l'acide carbonique alvéolaire apparaît clairement : la respiration diminue. Le volume

Tableau 2

Sujet — Conditions	Air expiré Litres par heure	CO^2 %	O^2 %	O^2 absorbé %	Q. R.	Respiration par minute	Volume par respiration cm^3	Pouls
1) Avant phosph.	523	3,90	16,75	4,27	0,90	10	871	88
Après phosph.	375	4,23	16,24	4,82	0,87	7	893	86
2) Avant phosph.	540	3,05	17,51	3,53	0,85	17	529	73
Aprés phosph.	460	3,49	16,85	4,25	0,81	11	696	60

(1) 20 grammes de phosphate dans 300 à 400 grammes d'eau distillée tiède.

d'air expiré peut tomber de 150 litres par heure. D'autre part, le quotient respiratoire s'abaisse comme il arrive dans toutes les alcaloses non gazeuses. Cette chute de QR témoigne de la tendance qu'a l'organisme à retenir de l'acide carbonique pour combattre l'élévation du bicarbonate.

Il est clair aussi, d'après le tableau 3, que l'augmentation du radical $\frac{NAH_2PO_4}{NA_2HPO_4}$ base de la relation conduit instantanément à une modification du même ordre de la relation $\frac{H_2CO_3}{NAHCO_3}$ et que l'hyperalcalinité sanguine produite par les phosphates alcalins aboutit à une élévation de la concentration en bicarbonate.

Dans ce tableau 3 sont rassemblées différentes valeurs du sang artériel prélevé directement de l'artère radiale immédiatement après que l'air alvéolaire avait été recueilli, tout d'abord dans les conditions normales, puis après ingestion de phosphate.

Tableau 3

Conditions	CO^2 alvéolaire mmHg	SANG ARTÉRIEL		
		CO^2 Vol %	Saturation oxyhémoglobiné %	pH
normales	34,0	48,0	98	7,40
après phosph.	35,3	52,5	100	7,42
normales	34,0	67,6	95	7,40
après phosph.	35,5	52,75	100	7,42

Connaissant la pression de l'acide carbonique alvéolaire et la quantité d'acide carbonique total contenu dans le sang artériel, on peut en déduire le pH au moyen de la formule d'Hasselbach (22) :

$pH = pKI + \log. \frac{NAHCO_3}{H_2CO_3}$, pKI étant égal à 6,1.

H_2CO_3 est obtenu au moyen de la formule de Bohr : $H_2CO_3 = \frac{0{,}511 \times PCO_2}{760}$. 0,511 est le coefficient de solubilité de l'acide carbonique dans le sang total à 37 degrés et PCO_2 la pression de l'acide carbonique à laquelle le sang est soumis, en l'occurrence l'acide carbonique alvéolaire.

Ces différents faits rendent compte de la lutte soutenue par l'organisme qui, en particulier par l'intermédiaire de son centre respiratoire et des reins, tend à minimiser l'alcalose.

Toutefois, au moment de la prise de sang (5 à 10 minutes après l'ingestion), cette alcalose est loin d'être compensée encore, puisque le pH est de 7,42 au lieu de 7,40. Le pH ne retombera à la normale que lorsque les reins et le centre respiratoire seront parvenus à ramener la relation $\frac{H2CO3}{NAHCO3}$ au point de départ, quelle que puisse être, à ce moment la concentration en bicarbonate.

On voit aussi au même tableau le phénomène signalé précédemment concernant l'action de l'alcalose sur l'hémoglobine. Le sang artériel, dans les conditions normales, est saturé d'oxygène à 96, 97 % en moyenne. Après l'ingestion d'alcali, il est saturé à 100 %, ce qui fait ressortir l'avidité de l'hémoglobine pour l'oxygène en milieu alcalin.

En résumé, l'alcalose produite par l'ingestion de phosphates alcalins se traduit instantanément par une élévation du bicarbonate contre laquelle l'organisme lutte au moyen de différents mécanismes fonctionnels qu'il a à sa disposition et *particulièrement par le ralentissement du débit respiratoire.*

Il existe donc une opposition franche dans la réponse de l'organisme entre l'injection et l'ingestion d'alcali. Il semble qu'on ne peut l'expliquer que par le mode différent de pénétration; il est possible que l'ingestion, en permettant une répartition plus lente et plus uniforme de l'alcali dans les cellules de l'organisme, modifie moins brutalement le pH intracellulaire du centre respiratoire, ce qui expliquerait les résultats obtenus par Hasselbach, au cours des régimes acidosants ou alcalosants institués par cet auteur.

Une objection peut être soulevée toutefois ; comment se fait-il qu'au cours de la surventilation volontaire, une élévation du pH artériel de 0,01 provoque l'apnée alors qu'une élévation du pH de 0,02 dans l'alcalose non gazeuse produite par l'ingestion de phosphate alcalin n'abolit pas complètement la respiration? Dans l'alcalose gazeuse de la surventilation, les radicaux diffusibles de l'acide carbonique (CO_2 et H_2CO_3) sont diminués d'une manière absolue comme d'une manière relative, aussi bien dans les cellules que dans le sang et, de ce fait, il ne peut y avoir d'opposition entre le pH intracellulaire et le pH sanguin. Au cours de l'alcalose non gazeuse au contraire, le radical H_2CO_3 du sang, bien que diminué par rapport au radical base, est augmenté par rapport à sa concentration primitive, ce qui, en raison des faits exposés précédemment concernant la diffusibilité des différentes formes de l'acide carbonique, permet de supposer que le pH intracellulaire ne s'est pas élevé aussi fortement que le pH artériel.

*
* *

Que conclure de cette revue et de ces expériences? Rien de définitif évidemment. 1° Tout ce que l'on peut dire, c'est que le point important du problème n'est pas le pH artériel lui-même, mais le pH intracellulaire du centre respiratoire. Ce pH est réglé comme dans le reste de l'organisme par la relation $\frac{H2CO3}{NAHCO3}$. Or, dans les conditions ordinaires, le pH intracellulaire est évidemment soumis aux variations du pH sanguin, comme en témoignent les expériences d'Hasselbach et d'autres faits;

2° Les expériences qui sont susceptibles de créer un déséquilibre ionique entre le sang et les tissus permettent difficilement de tirer des conclusions quant à la réaction du centre lui-même;

3° D'autre part, on a vu que certains facteurs autres que le pH modifient la sensibilité du centre respiratoire (besoin d'oxygène entre autres);

4° Enfin, l'ingestion d'alcali, bien qu'augmentant $CO2$, $H2CO3$ et $HCO3'$ que certains auteurs disent être des excitants spécifiques du centre respiratoire, provoque une diminution de la respiration contemporaine d'une alcalose.

En résumé, et d'une manière générale, on peut dire que, jusqu'à présent, il n'existe aucune expérience décisive prouvant que l'excitant normal du centre respiratoire n'est pas le pH.

BIBLIOGRAPHIE

1. Meakins et Davies, *Edinburgh med. journ.*, octobre 1922.
2. Dautrebande, *Le Scalpel*, 1923, 9 et *C. R. Société Biol.*, 1923, 88, 647.
3. Davies, J. B. S. Haldane et Kennaway, *Journ. of Physiol.*, 1920, 54, 32.
4. Stillmann, Van Slyke, Cullen et Fitz, *Journ. of Biol. Chemistry*, 1917, 30, 405.
5. Henderson et Haggard, *Journ. of Biol. Chemistry* et *Amer. Journ. of Physiology*, 1910-1923, nombreux travaux.
6. Fredericq, Travaux du Laboratoire, 1889, 3, 1; 1901, 99 et *Arch. de Biologie*, 17, 561.
7. Hougardy *Archives Intern. Physiol.*, 1904, 1.
8. 8. Bieletzky, *Biol. Centralblatt*, 1882, 1, 743.
9. Campbell, Douglas, Haldane et Hobson, *Journ. of Physiol.* 1913, 46, 301.
10. Hasselbach, *Biochem. Zeitsch.*, 1912, 46, 403.
11. Winterstein, *Pflüger's Arch.*, 1911, 138, 167.
12. Haldane, Respiration. Yale University Press, 1922.
13. Barcroft. Respiratory Functions of the blood, Cambridge, 1914.
14. Fleisch, *Pflüger's Archiv.*, 1921, 190.

z

15. HASSELBACH et LUNDSGAARD. *Biochem. Zeit.*, 1912, 38, 77.
16. HOOKER, WILSON et CONNETT. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1917, 43, 351.
17. SCOTT. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1918-19, 47, 43.
18. COLLIP. *Journ. of Physiol.*, 1920-21, 54, 58.
19. GESELL. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1923, 66, 5.
20. JACOBS. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1920, 51, 321 et 457, et octobre 1920.
21. LOEB. *Journ. General. Physiol.*, 1922, 5, 255.

DISCUSSION

Discussion de M. BIGWOOD. — Au cours de son exposé, le docteur Dautrebande a rappelé certains travaux dans lesquels on a cherché à comporer entre elles les vitesses de diffusion des ions H' et HCO'_3, ainsi que de l'acide carbonique, au travers des parois cellulaires. Dans les cas de miliux humoraux, cette comparaison n'est pas toujours facile à faire : Supposons deux milieux protéiques droit et gauche séparés par une membrane cellulaire, et considérons que la pression d'acide carbonique s'élève à gauche. Une partie de cet excédent de H_2CO se neutralise aux dépens des bases qui lui livrent les proténus, le taux des bicarbonates s'élève de ce côté. L'autre partie de l'excédent de H_2CO_3 diffus eà droite. Il en résulte ici encore, et pour la même raison, une élévation du taux des bicarbonates à droite, et cela, en dehors de toute diffusion éventuelle des bicarbonates de gauche à droite. L'acide carbonique libre et le bicarbonate se sont donc élevés tous deux, à droite. Mais alors que le premier a augmenté par diffusion, le second a pris au contraire naissance sur place, en tout ou en partie. Il paraît difficile, dans ce cas, d'apprécier les vitesses *relatives* de diffusion des molécules H_2CO_3 et des ions HCO'_3.

Des exemples analogues puevent être invoqués pour les ions H' et OH'. D'un efaçon générale, quand des ions peuvent se libérer sur place, à la suite des réactions chimiques qui s'y produisent, leur vitesse de diffusion à travers une paroi n'est pas facilement comparable à celle des corps qui ne peuvent au contraire y apparaître *que* par suite d'une diffusion.

D'autre part, la question se pose encore de savoir si d'une façon générale, la diffusibilité d'une substance donnée n'est pas très variable ; peut-on apprécier cette propriété comme une grandeur fixe? Ne dépendrait-elle pas, au contraire, des conditions chimiques que la substance rencontre?

Réponse de M. DAUTREBANDE. — A l'objection théorique du docteur Bigwood, les constatations expérimentales de Gesell peuvent répondre.

Dans cette expérience de Gesell, on se trouve en présence de faits simples qui mettent en évidence les différencee de diffusibilité de l'acide carbonique et du bicarbonate dans un système qui ne comprend que ces deux substances.

13e Section.

ÉLECTROLOGIE ET RADIOLOGIE MÉDICALE

Président. . . . . Dr Bienfait, Liége (Belgique).
Vice-Président. . . . . Dr G. Haret, Radiologue des Hôpitaux, Paris.
Secrétaire. . . . . Dr E. Deleixe, Assistant à l'Université de Liége.

L. BOUCHACOURT
Paris

UN CAS DE RADIO-DIAGNOSTIC DE LITHIASE DU CANAL CHOLEDOQUE

Il s'agit d'une malade de 38 ans, qui est entrée à la Maison Dubois, le 15 mai 1922, en présentant des phénomènes graves d'obstruction biliaire, et dont l'état de faiblesse général et d'amaigrissement était tel, qu'on avait pensé à un cancer du foie venant compliquer une cholécystite aiguë. Celle-ci était caractérisée par des vomissements de bile, des selles de couleur mastic, des urines de teinte acajou, et un teint général jaune verdâtre de plus en plus marqué.

Cette malade, qui était une constipée chronique, n'a jamais eu de coliques hépatiques. Son foie ne paraît pas augmenté de volume. A la palpation, on sentait, du côté droit de l'abdomen, sous le foie, une masse allongée, de consistance ferme, que M. Ghifoliau, — dans le service duquel cette malade était entrée, — avait comparé à une *grosse figue*, dirigée obliquement de haut en bas et de dehors en dedans. Cette masse était presque indolore à la pression. Enfin, j'ajouterai qu'on crut sentir, au-dessus de cette masse, une vésicule biliaire non douloureuse à la pression.

Quatre jours après, cette malade fut radiographiée, après produc-

tion d'un pneumo-péritoine, qui fut assez pénible pour elle; il détermina chez elle, l'apparition de phénomènes syncopaux, qui nous engagèrent à abréger la séance : 2 litres d'oxygène avaient été injectés sous faible pression, et ne furent pas retirés.

J'ai fait deux radiographies de cette région hépatique rendue ainsi plus visible.

Ces radiographies, que je vous présente, montrent d'abord que cette masse ferme, qu'on avait sentie au-dessous du foie, et que M. Chifoliau avait comparée à une grosse figue, descend jusqu'au niveau de la crête iliaque (et même un peu au-dessous), et est franchement opaque en totalité. Etant donné que cette ombre paraît être nettement appendue au-dessous de la face antérieure du foie, le diagnostic de vésicule biliaire considérablement augmentée de volume parut s'imposer.

Mais ce qui fait surtout l'intérêt de cette observation, et de ces deux radiographies, c'est que, à la partie supérieure, entre cette ombre et la colonne vertébrale, on voit nettement une seconde petite traînée encore plus opaque, ayant sensiblement la même direction que la grosse masse, mais s'arrêtant à la partie supérieure, et comparable, comme forme et comme aspect, à un gros crayon.

J'ajouterai que M. Chifoliau pensa immédiatement, en présence de cette image, à un canal cholédoque rempli de calculs.

L'intervention chirurgicale, qui fut pratiquée le 23 mai, fut un triomphe pour ceux qui avaient fait ce radio-diagnostic.

Il s'agissait bien, en effet, d'une très grosse vésicule biliaire, et d'un canal cholédoque, tous deux injectés d'une véritable boue calculeuse.

Je signalerai en passant que, lors de l'incision du péritoine, tout le monde entendit nettement un sifflement, qui prouvait que, quatre jours après l'introduction de 2 litres d'oxygène, il restait encore une notable quantité de ce gaz sous pression dans la cavité péritonéale de cette malade, laquelle n'avait d'ailleurs pas quitté un seul instant la position horizontale. Je rappelle que les deux litres d'oxygène injectés, avaient été abandonnés de propos délibéré dans ce péritoine. Néanmoins, on aurait pu penser, je crois, que la résorption aurait été plus rapide.

La cholécystectomie montra, en outre, que les parois de cette vésicule biliaire calculeuse étaient considérablement épaissies.

Dans le cholédoque, qui fut ensuite incisé. on trouva non seulement de la boue calculeuse, mais des calculs de la forme et de la grosseur d'une olive, qu'il est d'ailleurs assez difficile de repérer sur les clichés que je vous présente, qui ont été faites avec dix secondes de pose.

Enfin, j'ai la satisfaction de vous dire, en terminant, que cette malade, opérée depuis plus de deux ans, a guéri sans incidents, et qu'elle a pu reprendre ses fonctions de femme de chambre. Elle a été revue tout récemment par M. Chifoliau, qui m'a dit qu'elle « était méconnaissable », ce que vous comprendrez sans peine, j'imagine,

car elle a perdu son teint jaune, et elle a engraissé, paraît-il, d'une dizaine de kilos.

Si je n'ai pas présenté plus tôt cette observation complète, de radiodiagnostic de lithiase du cholédoque, c'est que j'espérais observer d'autres cas analogues, et faire des radiographies encore meilleures que celles-ci, qui, je le reconnais, ont quelque peu souffert, de leur séjour prolongé dans le service de chirurgie, et surtout dans la salle d'opération, au moment de l'intervention.

MIRAMOND DE LAROQUETTE

Alger

EXPERIENCES SUR L'ACTION DE DIVERSES QUANTITES ET DIVERSES QUALITES DE RAYONS X SUR LA VIE ET LE DEVELOPPEMENT DES LARVES DE RANA TEMPORARIA

Expériences faites à Alger de février à juillet 1924.

Plusieurs centaines de larves de Rana Temporaria, âgées d'environ 15 jours, toutes de même origine, longueur moyenne 3 millimètres, ont été réparties dans des cristallisoirs en une quarantaine de lots.

Les lots 1, 2, 3 et 4 servant de témoins, n'ont été exposés à aucun rayonnement X, 1 et 2 laissés à la lumière diffuse du laboratoire, 3 et 4 mis à l'obscurité sous du papier noir.

Les autres lots ont reçu en doses étalées et répétées, ou en doses massives, des quantités plus ou moin grandes de rayons, soit d'un tube Chabaud, étincelle de 7,8 cm., soit d'un tube Coolidge sous diverses tensions 15 à 38 cm. d'étincelle avec ou sans filtration.

Pendant tout le cours des expériences, tous les têtards ont été immergés dans une lame d'eau d'un centimètre d'épaisseur, et maintenus dans des conditions égales de soins, de température et d'alimentation.

Les témoins ont grandi et évolué normalement. Fin juillet, un grand nombre avait atteint la forme adulte amphibie. Quelques-uns sont morts. Les autres, pourvus ou non de deux ou quatre pattes, avaient une longueur moyenne de 22 à 25 millimètres. Les lots à l'obscurité

se sont développés plus vite et ont eu moins de morts que ceux laissés à la lumière. Un lot exposé au soleil tous les jours pendant un mois, a été très retardé et a présenté un grand nombre de morts. Les larves de Rana T. ne paraissent donc pas adaptées aux rayons chimiques de la lumière et nullement favorisées par leur intervention.

I. — *Tube Chabaud, Etincelle 7 à 8 cm., sans filtre, irradiation quotidienne.*

Les lots 5, 6, 7 *et* 8 ont été exposés aux rayons de manière à recevoir chaque jour : le N° 5, 90 R. incidents; le N° 6, 180 R.; le N° 7, 270 R.; le N° 8, 360 R.

Toutes les larves sont mortes les unes après les autres, celles du lot 5 entre le 38e jour et le 102e jour d'irradiation, soit en moyenne après 50 jours, ayant reçu de 3.300 R. à 9.000 R., en moyenne 4.300 R. Deux larves seulement ont, avant de mourir, atteint la forme adulte. Plusieurs autres avaient deux pattes bien développées; longueur moyenne totale : 15 à 20 m/m.

Les têtards du lot 6 sont morts du 20e au 80e jour. Durée moyenne 40 jours, ayant reçu de 3.500 à 16.000 R., moyenne 7.000 R. Un têtard a passé à la forme grenouille, mais est mort le lendemain (24 mai); les autres se sont développés assez normalement jusqu'à leur mort. Longueur moyenne, 18 m/m.

Lot 7. — A eu une durée moyenne de 36 jours. Les premiers morts après 18 jours, les derniers après 65 jours; ayant reçu : les premiers, 14.000 R.; les derniers, 29.000 R., en moyenne 13.300 R.; croissance réduite longueur moyenne 16 m/m. Pas de forme adulte.

Lot 8. — Durée moyenne 32 jours; les premiers morts le 25e jour, les derniers, le 54e; ayant reçu de 14.000 à 29.000 R.; moyenne 19.500 R. Développement très réduit, longueur moyenne 14 m/m. Pas d'adulte.

Lot 13. — Ayant reçu, pendant une semaine, tous les jours 90 R. A reçu, à partir du 6 mars, 1.000 R. par jour. Tous sont morts : du 17 mars au 9 avril soit du 20e ou 43e jour, moyenne 28 jours. Les premiers avaient reçu : 19.000 R., les derniers 38.000 R.; moyenne 25.000 R. Pas d'adulte.

Lot 17. — Ayant reçu tous les jours 90 R. pendant un mois, reçoit, à partir du 19 mars, 1.300 R. par jour. Tous morts du 16 au 28 avril, soit en moyenne après 30 jours d'irradiation légère et 20 jours d'irradiation forte; ayant reçu en tout : les premiers morts, 26.000 R.; les derniers, 42.000 R.; moyenne 31.500 R.; croissante arrêtée nettement à partir des irradiations fortes. Pas de forme adulte.

Lot 20. — Ayant reçu pendant un mois, tous les jours, 180 R., reçoit ensuite, à partir du 29 mars, 1.500 R. chaque jour. Tous meurent du 2 au 19 avril, soit : les premiers le 5e jour d'irradiation mas-

sive, et les derniers le 22e jour. Moyenne 13 jours; ayant reçu en tout : les premiers 15.250 R., les derniers 39.750 R., moyenne 27.250 R. Croissance arrêtée; pas d'adulte.

Lot 14. — A reçu 1.000 R. par jour, pendant 31 jours, soit en tout : 31.000 R. Irradiations arrêtées le 28 mars. Tous meurent du 3 au 10 avril, en moyenne le 35e jour.

Lot 19. — A reçu 270 R. par jour, jusqu'au 28 mars, soit en tout : 7.750 R. Irradiations arrêtées à cette date. Tous morts du 9 avril au 2 mai; les premiers après 43 jours, les derniers le 65e jour; moyenne, 53 jours, dont 12 sans irradiation.

II. — Une autre série de lots à été soumise au rayonnement d'un *tube Coolidge* fonctionnant *sur appareil Casel. Etincelle* 38 *cm. sans filtre, doses quotidiennes.*

Lot 10. — Tous les jours, à partir du 26 février, 550 R. incidents. Tous morts du 28 mars au 7 avril, soit entre le 30e et le 40e jour, moyenne : le 32e jour. Les premiers morts ayant reçu 16.500 R., les derniers 22.000 R., moyenne 17.600 R. Croissance diminuée, longueur 13 m/m.; pas d'adulte.

Lot 12. — Tous les jours, à partir du 26 février, 1.100 R. incidents. Tous morts du 17 au 26 mars, soit entre le 20e et le 29e jour. Moyenne, 24e jour; ayant reçu : les premiers morts, 22.000 R.; les derniers, 32.000 R.; moyenne, 26.400 R. Croissance arrêtée. Pas d'adulte.

Lot 16. — Tous les jours 550 R., du 26 février au 28 mars, soit en tout 30 jours d'irradiation; total : 16.500 R. Tous morts du 1er au 7 avril, moyenne 38e jour. Croissance retardée; pas d'adulte. Longueur 13 m/m.

Lot 26. — Tous les jours 90 R., à partir du 10 avril. Tous morts du 15 mai (35e jour) au 13 juin (63e jour); moyenne 46e jour; ayant reçu en tout : les premiers, 3.000 R.; les derniers, 5.700 R.; moyenne 4.150 R. Croissance un peu retardée; longueur moyenne des têtards, 16 à 17 m/m; un adulte.

III. — *Tube Coolidge, appareil Casel. Etincelle* 15 *cm. sans filtre, doses quotidiennes.*

Lot 27. — Tous les jours 90 R., à partir du 10 avril. Tous morts du 15 mai (36e jour) au 30 mai (50e jour); moyenne 44e jour. Ayant reçu : les premier, 3.240 R.; les derniers, 4.500 R.; moyenne, 3.950 R.

IV. — *Dosses massives. Tube Coolidge, appareil Casel. Etincelle* 38 *cm., sans filtre.*

Lot 22. — Reçoit en deux fois (du 6 au 8 avril) 5.600 R. Tous morts du 28 avril au 10 juin ; les premiers morts après 20 jours, les derniers après 65 jours; moyenne 40 jours. Croissance continuée, un peu diminuée; longueur moyenne 18 à 20 m/m. Pas d'adulte.

Lot 24. — Reçoit en deux fois (du 6 au 8 avril) 3.200 R. Tous morts du 28 avril au 7 juin (du 23e au 64e jour), moyenne 45 jours. Croissance continuée; longueur moyenne 16 à 20 m/m. Pas d'adulte.

Lot 28. — Reçoit en une seule fois le 2 mai : 15.000 R. Morts du 30 mai (28e jourè au 17 juin (45e jour); moyenne 35 jours; croissance continuée; longueur du dernier mort 21 m/m. Pas d'adulte.

Lot 36. — Reçoit en une seule fois 25.000 R. le 20 mai. Tous morts du 27 mai (7e jour) au 7 juin (17e jour); moyenne 10e jour; croissance arrêtée.

V. — *Tube Coolidge. — Appareil Casel. — Etincelle* 15 *cm.; sans filtre.*

Lot 25. — Reçoit le 9 avril en une seule fois : 3.000 R. Tous morts du 15 mai (36e jour) au 13 juin (65e jour); moyenne 48 jours; croissance à peu près normale; longueur 20 à 22 m/m. Pas d'adulte.

Lot 23. — Reçoit du 6 au 8 avril en deux fois : 3.750 R. Tous morts du 2 mai (26e jour) au 17 juin (63e jour); moyenne 40e jour; croissance un peu diminuée; longueur : 16 à 18 m/m. Pas d'adulte.

Lot 21. — Reçoit du 6 au 8 avril en deux fois : 5.200 R. Tous morts du 28 avril (23e jour) au 10 juin (66e jour); moyenne 42e jour; croissance presque normale; longueur 18 à 20 m/m. Pas d'adulte.

VI. — *Doses massives. — Rayonnement filtré. — Etincelle* 38 *cm. — Casel. — Filtre* 5 *m/m. aluminium.*

Lot 29. — Reçoit en une seule fois le 3 mai : 25.000 R. Tous morts le 11 mai (8e jour).

Lot 32. — Reçoit en une seule fois le 20 mai : 15.000 R. Tous morts du 27 mai au 17 juin (du 8e au 28e jour); moyenne 12 jours; croissance continuée; passe de 16 m/m le 20 mai à 19 m/m le 2 juin.

Lot 33. — *Appareil Casel. — Etincelle* 38 *cm. — Filtre O.*

Trois grenouilles dans boîte carton :

Reçoivent en une seule fois : 25.000 R. Toutes mortes desséchées pendant l'irradiation.

VII. — *Lot* 37. — *Appareil Casel. — Etincelle* 38 *cm. — Filtre O.*

Trois grenouilles adultes dans une boîte en carton, avec ouate mouillée :

Reçoivent en une seule fois : 25.000 R. le 20 mai. Mortes : une le 24, une le 27 et la dernière le 30 mai.

Lot 35. — *Casel. — Et.* 38 *cm. — Filtre* 5 *m/m.*

Trois grenouilles dans boîte de carton avec ouate mouillée :

Reçoivent en une seule fois le 20 mai 15.000 R. Deux mortes le 24 mai (4e jour) et la dernière le 27 (7e jour).

Lot 34. — *Appareil Casel. — Et.* 38. — *Filtre* 5 *m/m.*

Trois grenouilles dans boîte de carton avec ouate mouillée :

Reçoivent 25.000 R. le 17 mai. Mortes : deux le 21 (4e jour) et la 3e le 24 (7e jour).

De ces diverses expériences, il paraît résulter que les larves de Rana Temporaria, bien qu'en période de croissance et de transformation,

donc de karyokinèse, sont relativement peu sensibles aux rayons X de diverses longueurs d'onde, et supportent un assez long temps des doses très élevées.

Cependant toutes les larves irradiées ont fini par mourir tandis que les témoins continuaient pour la plupart à vivre et à se développer jusqu'à l'état amphibie.

La croissance a été, pour presque toutes, retardée nettement, mais non complètement arrêtée; sauf après des irradiations extrêmement fortes, des larves ayant reçu 5.700 R. sont parvenues à l'état adulte amphibie, mais sont mortes peu après.

Les grenouilles ont paru plus sensibles que les larves qui étaient, il est vrai, partiellement protégées par l'eau dans laquelle elles baignaient. Pour toutes les larves irradiées, il y a eu une période de latence, de survie plus ou moins longue. Des différences très grandes de résistance s'observent entre les divers individus d'un même lot.

Avec les doses massives données en une ou deux fois, la moyenne des survies a été plus courte qu'avec les doses étalées chaque jour.

Doses massives :							
R. :	3.000	4.500	5.600	7.000	13.000	15.000	19.200	25.000
	45 jours		40 jours			35 jours		10 jours
Doses étalées :							
		50 jours		40 j.	36 j.		32 j.	28 j.

Avec des rayons émis sous des tensions plus élevées et filtrés, l'action des doses massives a paru un peu plus rapide, mais les différences sont en somme peu accusées et les expériences ont besoin, sur ce point, d'être reprises en tenant compte des doses absorbées plutôt que des doses incidentes.

L'irradiation quotidienne légère : 90 R., ou moyenne : 180 R., pendant 15 à 30 jours, n'a pas empêché les doses plus fortes de produire ensuite les effets destructeurs.

En aucun cas, avec les doses légères et répétées, il n'y a eu d'apparence d'excitation, accélération de la croissance, ni formation tératologique. Ce sont toujours des phénomènes d'arrêt ou de retard du développement et en dernier lieu de mort, que nous avons observés.

René GAUDUCHEAU

Directeur du Centre de lutte contre le cancer de Nantes

ACTION FAVORABLE DE LA DIATHERMIE SUR CERTAINES ARTHRITES SUBAIGUES

Nous avons constaté l'action favorable de la diathermie sur deux formes d'arthrites subaiguës très différentes.

L'une était une arthrite blennorrhagique du poignet survenue chez une jeune femme de 32 ans, avec lésions marquées des os et articulations du carpe vérifiées à la radiographie; la présence du gonocoque avait été constatée dans les écoulements vaginaux abondants dont souffrait la malade.

L'intensité des douleurs avait obligé le chirurgien à immobiliser le poignet dans un plâtre : une certaine sédation en était déjà résultée quand le sujet nous fut confié.

Les séances de diathermie furent appliquées après ablation du plâtre, le courant passant directement entre les faces palmaires et dorsales du poignet et de la main intercalée entre deux plaques de plomb mince : intensité de 500 à 600 Ma pendant quinze minutes tous les deux ou trois jours.

Un mieux notable suivit la deuxième séance, tant au point de vue de la douleur que de la diminution du gonflement et de l'ébauche des mouvements.

Six séances furent ainsi faites en l'espace de dix-huit jours.

Au moment de son départ, la malade présentait encore un degré marqué d'ankylose du poignet, mais toute douleur avait complètement disparu.

Elle fut revue récemment, plus d'un an après la fin du traitement; elle avait récupéré, de l'avis même du chirurgien qui nous l'avait adressée, la totalité de ses mouvements, tant pour les travaux de force que pour ceux exigeant une grande dextérité. Il est seulement regrettable qu'une seconde radiographie n'ait pu être prise.

* * *

La deuxième malade, âgée de 35 ans, avait présenté une série de poussées d'arthrites localisées aux petites articulations des deux pieds. Elle avait fini par en souffrir d'une façon presque continuelle avec

crises intermittentes, et, depuis plus d'une année, restait confinée chez elle, ne pouvant supporter que des pantoufles. Seuls, les traitements à base de colchique lui apportaient quelque soulagement.

La radiographie ne montrait aucune altération osseuse caractéristique. La malade ne présentait aucun écoulement vaginal pouvant faire attribuer à son rhumatisme une origine gonococcique. En revanche, on relevait dans son hérédité des antécédents goutteux indubitables.

La diathermie eut dans ce cas une action extraordinairement favorable et rapide : dès la première séance, la patiente en fut frappée.

Les deux pieds étaient appliqués sur une grande électrode de plomb; une seconde était placée sous le siège du sujet. L'intensité était de 600 à 800 Ma pendant vingt minutes.

Une série de six séances fut administrée à raison de deux par semaine, la malade habitant à deux heures de chemin de fer de Nantes. Dès la troisième séance, elle put conserver des souliers la journée entière sans en être incommodée.

Le passage du courant lui était particulièrement agréable et lui donnait au départ « la sensation de ne plus sentir ses pieds ».

Après un repos de trois semaines, nous avons, par prudence, administré une deuxième série de six séances dans les mêmes conditions que précédemment. Au cours même de cette série, la malade put assister à un bal et danser, ce qui ne lui était pas arrivé depuis quatre ans.

La guérison s'est maintenue intégralement depuis plus d'une année.

En raison des antécédents familiaux du sujet, et malgré son jeune âge, en raison de l'action quasi élective du colchique, nous pensons qu'il s'agissait bien dans ce cas de phénomènes d'ordre goutteux.

Chez nos deux malades, comme également chez plusieurs autres dont nous ne voulons pas faire état aujourd'hui, faute d'un recul suffisant, la diathermie a réellement fait merveille.

Dr ARCELIN
Lyon

1° LES ALTERATIONS DE LA SELLE TURCIQUE CONSECUTIVES AUX ANEVRISMES ARTERIOSO-VEINEUX DU SINUS CAVERNEUX

(*Résumé*)

L'auteur expose l'histoire clinique de deux malades atteints d'anévrisme artérioso-veineux du sinus caverneux et attire l'attention sur le fait que la radiographie, dans ces cas, loin d'être négative, a permis de préciser les lésions. Dans le premier cas, l'examen radiographique a montré :

1° Une fracture de l'ethmoïde (lame criblée);

2° Une lacune du plancher de la selle turcique sur plusieurs millimètres. On avait l'impression que la cloison entre la cavité crânienne et celle du sphénoïde avait disparu. La transparence est la même au-dessus et au-dessous de la selle turcique, alors que, chez un sujet normal, le sinus sphénoïdal est toujours plus transparent que la région englobée par la concavité de la selle turcique.

Dans le deuxième cas, on voyait une destruction partielle de la selle turcique portant sur les apophyses linoïdes postérieures qui avaient vraiment disparu et sur la partie postérieure du plancher. La transparence des sinus sphénoïdaux était modifiée. Ils étaient plus opaques que chez la plupart des sujets normaux. Il est probable qu'ils étaient envahis par l'anévrisme.

2° LES SELECTEURS D'ONDE SUR INTERRUPTEURS A MERCURE ET BOBINE

(*Résumé*)

L'auteur rappelle que le premier sélecteur d'onde a été construit par Drault et monté sur son interrupteur moto-magnétique.

En 1910, il a repris cette idée et fait construire, à Lyon, un interrupteur à mercure dont la cuve avait quarante centimètres de diamètre.

Sur l'axe de la turbine et du moteur, il a monté à la partie supérieure un sélecteur tournant qui fermait le circuit de la bobine sur l'ampoule au moment de la production de l'onde secondaire répondant à la rupture du courant primaire.

Le circuit secondaire était ouvert au moment de l'onde de fermeture.

Depuis 1910, cet appareil fonctionne, sans arrêt, sans aucun accident d'ampoule, à l'hôpital Saint-Joseph de Lyon.

Depuis dix-huit mois, il a modifié cet appareil en augmentant les isolants et il l'utilise pour exciter une ampoule Coolidge fonctionnant dans l'air sous 42 cm. d'étincelle équivalente.

La marche est régulière.

Ce dispositif permet d'éviter l'emploi onéreux du Kénotron. Une fois le réglage fait, il n'y a plus à s'en occuper.

GUNSETT, VAUCHER, SICHEL et WEIGEL

QUELQUES MALADIES RARES DU SANG TRAITEES PAR RADIOTHERAPIE DE LA RATE (HEMOPHILIE), ANEMIE GRAVE, POLYGLOBULE

(*Résumé*)

Les auteurs ont eu des résultats très appréciables par la Radiothérapie de la rate dans trois cas de nature très différente :

1° Dans un cas d'*hémophilie*, nous avons eu, en employant des doses relativement petites (140 à 400 R.), mais répétées, tous les huit jours d'abord, tous les mois ensuite, un résultat parfait, qui dure depuis près de deux ans. Nous croyons qu'il est nécessaire, dans ce cas, de faire un traitement assez long s'espaçant sur plusieurs mois.

2° Dans un cas d'*anémie grave*, nous avons eu une *guérison rapide* par des petites doses de 70 R. Dans ce cas, nous avons ajouté quelques irradiations du tibia également à dose de 70 R.

3° Dans un cas de *Polyglobulie*, nous avons obtenu une diminution marquée des hématies (de 6.110.000 à 4.270.000) par une dose de 1.200 R., appliquée en 10 jours.

Dr A. GUNSETT

Directeur du Centre anticancéreux de Strasbourg

LES EFFETS DANGEREUX DES GROSSES DOSES DONNEES EN PEU DE TEMPS. LES PETITES DOSES ONT-ELLES UN EFFET PERNICIEUX? EXCITENT-ELLES LA CROISSANCE D'UN NEOPLASME?

Pour se rendre compte des effets dangereux des grosses doses rapides, comme nous allons les appeler tout court, il est tout naturel de s'adresser à ceux qui les emploient, les auteurs allemands.

Parmi les auteurs allemands, ce sont surtout Seitz et Wintz, après Kroenig et Friedrich, qui, préconisèrent, fondèrent même la manière allemande de procéder par fortes doses en un temps court et la soutiennent encore maintenant de manière intégrale.

Or, ce fut précisément Wintz qui fut chargé en 1922 d'un rapport sur les *dangers éventuels* de cette méthode.

Wintz distingue les *effets locaux* des rayons X sur la région irradiée et les effets généraux.

La plupart des effets locaux désagréables signalés par Wintz, principalement les brûlures des intestins, sont plutôt dus à des fautes de technique ou à une dose exagérée, qu'au facteur temps. Il en est pourtant une qui nous semble due à la méthode rapide, ce sont les effets désastreux sur le larynx, les nécroses précoces ou tardives après application des rayons X qui, avec la méthode allemande, sont tels que les auteurs allemands ont renoncé au traitement du cancer du larynx par les radiations. Il est certain que les nécroses du larynx sont tout de même plus rares avec la méthode de la dose étalée. Je sais fort bien qu'on les a également observés en France et en Belgique, mais infiniment moins fréquemment.

J'ai moi-même traité autrefois mes larynx par la méthode rapide allemande, et j'ai observé des réactions bien plus vives et plus angoissantes autrefois que depuis que j'emploie la dose étalée sans avoir encore eu à déplorer un cas de mort, ni avec l'une, ni avec l'autre de ces méthodes.

Regaud mentionne, dans le même ordre d'idées, pour le Radium, la réaction beaucoup plus vive sur la tumeur d'une dose rapide qui provoqua, dans un cas, une hémorragie mortelle par arrosion d'un

vaisseau qui traversait la tumeur, ce qu'on n'a jamais observé à peu près avec la dose étalée.

Quant aux *effets généraux de la dose rapide*, ils sont incontestablements plus accentués et plus dangereux que lorsqu'on emploie la méthode étalée, et ceci à l'aveu même des auteurs allemands Seitz et Wintz en particulier, qui signalent des vomissements et des malaises particulièrement graves, commençant déjà pendant la séance et s'accompagnant, lorsqu'on irradie l'utérus, de diarrhées à sécrétion muqueuse ou sanguinolente qui peuvent durer huit à quinze jours.

D'autres auteurs (Hirsch) nous disent que, très souvent, ces malaises sont tels qu'une continuation ou une reprise de traitement sont souvent impossibles. D'autres encore (Bela Alexander et Hammer) avouent que ces malaises peuvent devenir suffisamment graves pour mettre en danger la vie du malade.

Siegel a suivi, dans ces cas, les altérations du sang et, se basant sur un grand nombre de cas, déclare que « les altérations du sang produites par la dose cancéricide *en une séance* sont souvent irréparables, que la destruction des globules blancs est souvent telle que la formule sanguine prend, comme il s'exprime, un aspect antélétal, et que la mort survient.

Il est certain que ces phénomènes graves n'arrivent pas lorsqu'on étale la dose. Wintz lui-même convient que le facteur temps est très important, car il a trouvé que, pour des irradiations très longues, l'altération sanguine est moins importante que pour les applications courtes et presque tous les auteurs allemands sont unanimes à dire que les altérations graves de l'état général peuvent être évitées lorsque, au lieu d'appliquer la dose en une fois, on étale sur plusieurs jours.

Je n'ai pas besoin de dire que ces phénomènes très graves sont inconnus en France, où l'on étale la dose. On connaît le mal des rayons, mais on le connaît comme un état peu grave et passager. Jamais on n'a vu un cas de mort qui lui soit imputable.

Les auteurs allemands ont reproché à la dose étalée d'être d'une efficacité moindre que la dose rapide.

Cette opinion est certainement fausse. Regaud a montré expérimentalement sur le testicule du bélier que l'irradiation prolongée était, à dose égale, plus efficace que l'irradiation courte. C'est donc à juste titre que nous employons cette méthode en France, qui nous garantit un résultat meilleur avec des risques moins grands.

La deuxième question de mon rapport ne permet pas une réponse aussi nette.

Les uns sont d'avis que les petites doses ont un effet pernicieux, qu'elles excitent la croissance d'un néoplasme, les autres le nient d'une manière formelle.

On étudie depuis très longtemps déjà cette action excitante des

rayons X à petites doses et on invoque ordinairement trois séries de faits pour la prouver :

1° L'action excitatrice des rayons X sur la croissance des plantes et du tissu animal.

2° L'action curative incontestable des rayons X à petite dose dans beaucoup d'états pathologiques qu'on a essayé d'expliquer par l'excitation d'un organe en hypofonction, ou par l'excitation directe du tissu conjonctif.

3° L'action excitatrice des rayons X sur les tumeurs malignes, le coup de fouet.

I. — *L'action excitatrice des rayons X sur les plantes* est elle-même fort controversée.

Pourtant, parmi les auteurs qui ont travaillé cette question, expérimentalement, la plus grosse partie — j'en cite au moins une trentaine de tous les pays — plaident pour l'excitation.

Je me suis occupé en 1921 d'irradiations de graines. Je voulais contrôler le système de dosage biologique que Juengling avait publié et savoir surtout si la dose profonde pouvait être évaluée par la longueur des plantes dont la graine en germination avait été irradiée.

Or, malgré une proportionnalité évidente entre l'arrêt de croissance subie par la plante et la dose irradiée, je me heurtais de suite à une très grosse difficulté qui était la *variabilité* individuelle énorme des plantes, en ce qui concerne leur croissance.

J'avais également entrepris des essais d'irradiation à *faibles* doses pour me rendre compte si l'effet stimulateur énoncé par tant d'auteurs existait réellement.

Or, les différences que je pouvais exceptionnellement constater étaient minimes et j'étais fort gêné précisément par l'extrême variabilité des plantes, quelques-uns des témoins étant souvent plus grands que les plantes excitées.

En expérimentant sur un grand nombre d'exemplaires, je me rendis facilement compte combien irrégulière était la croissance des plantes. Les différences entre les plantes laissées comme témoins sans irradiation étaient souvent considérables. De même, parmi les plantes irradiées, il y avait souvent dans le même lot des différences de tailles vraiment déconcertantes.

Dans ces conditions, je n'ai pas continué mes expériences, jugeant que les graines étaient un objet trop peu précis pour trancher une question aussi épineuse.

En même temps, j'eus la conviction que tous les auteurs qui avaient travaillé cette question devaient avoir nécessairement des résultats inexacts, vu que tous, sans exception, avaient travaillé sur un nombre de plantes beaucoup trop restreint pour éliminer la cause d'erreur provenant de la variabilité individuelle des plantes.

Tout récemment, trois auteurs autrichiens, Schwarz, Czepa et

Schindler publièrent des travaux importants qui confirment ce que j'avais remarqué moi-même sur la variabilité individuelle des plantes. Ils reproduisent une série de plantes non irradiées qui montrent des différences aussi marquées que celles que j'avais relevées. Et, pour prouver combien peu on doit se fier à ces expériences, ils citent le fait d'une excitation très marquée, obtenue sur un lot de graines de blé, mais qui ne fut plus jamais obtenue ultérieurement, quoique les expériences eurent lieu toujours strictement dans les mêmes conditions.

Ils s'arrêtèrent finalement à un mode de travail spécial qui consistait à mesurer toujours un lot entier de 100 plantes irradiées, à en prendre la moyenne et à la comparer à la moyenne des plantes non irradiées.

Or, *dans ces conditions, ils ne constatèrent jamais un effet excitateur.*

Dans le *règne animal*, je me borne à citer les très intéressantes expériences qu'Ancel et Vintemberger viennent de communiquer à la Société de Biologie, et qui les amenèrent à des conclusions absolument identiques.

Des expériences sur le tissu osseux, sur la croissance de l'ongle, entrepris par d'autres auteurs, démontrent aussi peu que les précédentes l'action excitatrice des rayons.

On a voulu citer la *production expérimentale* du cancer sur des animaux par les rayons X et le cancer des radiologues comme des preuves de l'action excitatrice des rayons X. Mais ni l'un, ni l'autre de ces phénomènes ne constituent une preuve; on a plutôt essayé de les *expliquer* par l'hypothèse de l'excitation cellulaire et les cellules à noyaux bourgeonnants qu'on trouve dans ces cas peuvent aussi bien être interprétés comme des signes de *dégénérescence* que d'excitation.

II. — *Je passe sur l'opinion très répandue en Allemagne que les petites doses par lesquelles on traite la plupart des maladies bénignes sont des doses excitatrices* sur un organe en hypofonction ou, encore, comme dans les affections bacillaires, sur le tissu conjonctif. C'est une théorie basée sur aucun fait expérimental. Il faut tout au plus avouer que nous ne connaissons pas encore le mécanisme de l'action des rayons X dans la plupart des maladies sur lesquelles nous leur constatons empiriquement un effet bienfaisant et que toute l'hypothèse des doses excitatrices, des Reizdosen, n'est qu'une hypothèse non fondée.

Si nous améliorons par les rayons une affection bacillaire, un ulcère de l'estomac, l'anurie, l'anémie pernicieuse, la polycythémie, l'hémophilie, les saignements en général, rien ne nous prouve que ce résultat favorable est dû à une excitation.

III. — *Nous en arrivons enfin à l'action excitatrice des rayons X sur les tumeurs malignes, le coup de fouet.*

On a tout d'abord essayé d'éclaircir cette question par *l'expérimentation*. L'excitation existe-t-elle sur le cancer expérimental?

Elle est fort douteuse. Quelques auteurs prétendent l'avoir trouvée; Peyron l'a trouvée sur le sarcome des poules. J'ai cru autrefois également l'avoir remarquée sur le sarcome de Rous. Mais ces expériences furent toutes faites sur un nombre trop restreint de sujets pour que l'on puisse éliminer l'erreur de la variabilité individuelle. D'ailleurs, il y a des auteurs qui ont entrepris des expériences sur les cancers des souris, spécialement dans le but d'éclaircir cette question (Nather-Schinz et Kok et Vorlaender). Or, ces auteurs n'ont jamais pu produire une excitation sur une tumeur expérimentale.

Existe-t-elle sur le cancer humain?

A faible dose, les rayons X et le Radium activent-ils la croissance d'une tumeur, favorisent-ils l'envahissement du corps par les métastases?

Cette question, longuement discutée, il y a peu de temps, à l'Association française pour l'étude du cancer, est à l'ordre du jour depuis bien longtemps; en France, les avis sont très partagés à ce sujet. Beaucoup de radiologistes, Béclère, Zimmern et d'autres nient formellement le coup de fouet. D'autres l'acceptent, comme Proust, par exemple, qui a publié le cas souvent cité où des métastases apparurent à la périphérie du champ d'irradiation postopératoire d'un cancer du sein, donc à une place où la dose des rayons X obtenue était certainement beaucoup plus petite qu'au milieu.

En Allemagne, les auteurs qui acceptent la théorie de l'excitation (Hohlfelder, p. ex.), d'une tumeur sont plutôt rares : La plupart des auteurs n'ont jamais vu d'action excitatrice sur un cancer humain.

D'ailleurs, beaucoup de cancers, même spinocellulaires, ont été autrefois guéris avec des doses peu élevées. C'était la méthode généralement acceptée et pratiquée en France. Et combien de malades interrompent encore aujourd'hui leur traitement pour une raison quelconque, sans l'avoir terminé, sans que pour cela la tumeur réponde chaque fois par une croissance plus violente.

Il n'y a rien de plus difficile à trouver dans la littérature radiologique qu'un cas de coup de fouet par une petite dose. Les centaines de mille de cas furent traités par des petites doses sans provoquer le coup de fouet.

Si ces cas existent, ils ne forment que l'exception, et on peut les expliquer tout autrement que par une excitation. Schwarz, p. ex., admet dans ces cas exceptionnels l'existence d'une inégalité, d'une hétérogénéité parmi les cellules en apparence uniformes d'un cancer;

Les unes, plus radiosensibles, sont détruites par les rayons, les autres, radiorésistantes, continuent à évoluer : d'où augmentation de la malignité par sélection.

En outre, il ne faut pas oublier que le cancer est une entité biologique qui est soumise à la variabilité individuelle, autant qu'un être organisé.

En plus, beaucoup de métastases proviennent aussi du fait qu'on a soumis à un traitement intempestif un malade déjà cachectique (ou à la limite de la cachexie) dont la résistance déjà amoindrie fut encore diminuée par le traitement.

LUBOSHEZ
Harrow (Angleterre)

L'ACTION DES RAYONS DURS ET DES RAYONS MOUS EN RADIOGRAPHIE

Cette communication a paru dans le *Journal Belge de Radiologie*, Fascicule III, page 138.

Dr Paul FRANCOIS
Anvers

DE L'EMPLOI DES BAINS GENERAUX DE LUMIERE ARTIFICIELLE PAR LES LAMPES A ARC VOLTAIQUE DANS LE TRAITEMENT DES TUBERCULOSES CUTANEES GANGLIONNAIRES ET OSTEO-ARTICULAIRES

Nous connaissons tous les beaux résultats que donne dans le traitement des tuberculoses cutanées, ganglionnaires, ostéo-articulaires,

peritonéales et uro-génitales, l'héliothérapie naturelle à l'altitude, à la plaine et à la mer.

Malheureusement, cette méthode fait appel à un astre très capricieux. Il y a des années, où tant à l'altitude qu'à la plaine et à la mer, il y a de nombreuses journées ensoleillées, tandis qu'il y en a d'autres, où celles-ci sont rares, ce qui est le cas cette année.

Mon maître Finsen qui, le premier, il y a une trentaine d'années, a attiré de nouveau l'attention du corps médical sur l'emploi thérapeutique de la lumière solaire, avait eu, dès le début de ses recherches, à lutter contre cette absence fréquente de soleil, ce qui l'a amené à étudier son remplacement par des sources de lumière artificielle. Après bien des études, il nous a conseillé l'emploi des lampes à arc voltaïque de 75 à 80 A. parce que le spectre donné par ces lampes se rapproche beaucoup du spectre solaire et qu'avec cet ampérage elles ont un rendement actinique suffisant. Pour en augmenter l'activité thérapeutique, il a même conseillé l'emploi de condensateurs en cristal de roche. L'appareillage qu'il a mis sur pied est tellement parfait que jusqu'à présent il n'a pas été modifié.

C'est sur le traitement du lupus vulgaire que Finsen a concentré au début tous ses efforts. Sa méthode, bien appliquée, donne de superbes résultats tant curatifs qu'esthétiques, que j'ai déjà, à maintes occasions, pu vous montrer.

Il est notoire que les lupiques sont moins nombreux dans le Midi que dans les contrées du Nord et qu'ils s'améliorent plus facilement pendant la période estivale que pendant l'hiver. Finsen en avait conclu que l'ensoleillement général du malade devait avoir une influence sur sa guérison. D'où ses recherches sur le bain de lumière généralisé sur toute la surface du corps. Malheureusement sa maladie, puis sa mort laissèrent ces études à l'état d'ébauche. Ce ne fut qu'en 1912 que son beau-frère Axel Reyn, après une visite chez Rollier, d'où il revint enthousiasmé, les reprit et étudia comparativement l'influence thérapeutique des bains de lumière généraux au moyen des lampes à arc voltaïque et des lampes à arc à mercure.

Ces études ont amené Reyn à conseiller plutôt l'emploi des lampes à arc voltaïque que celui des lampes à arc mercuriel.

Actuellement, les appareils utilisés à l'Institut Finsen sont constitués par un groupe de deux lampes de 75 A. 55 V. ou par un groupe de trois lampes de 20 A. 55 V. L'un et l'autre groupes n'utilisent que le courant continu, le courant alternatif ne donnant pas naissance à un cratère lumineux. Celui-ci se forme au niveau du charbon positif. Aussi ce dernier, dans la lampe, sera-t-il placé en haut, pour que la projection lumineuse se fasse bien sur le malade assis ou couché plus bas que le focus. Celui-ci doit être fixe. Jamais la lampe ne peut être enveloppée, une très grande partie des rayons surtout chimiques, étant absorbés par le verre. Elle doit donc brûler à feu nu, ce qui né-

cessite l'emploi de crayons de très bonne qualité et bien construits. Faits avec des mauvais ingrédients ou mal façonnés, les crayons se fendillent et éclatent, projetant de petits charbons incandescents, qui peuvent tomber sur le malade et le brûler, accident qu'il faut éviter à tout prix.

Dans les hôpitaux et les cliniques où l'on traite beaucoup de malades ambulatoirement, il y a un intérêt économique à se servir des grandes lampes. Celles-ci sont groupées par deux et fixées à un bâti métallique mobile de haut en bas. Les cratères sont à 60 cm. l'un de l'autre et à la hauteur d'un mètre environ du sol. Le charbon positif doit avoir 31 m/m. d'épaisseur et le négatif 23 m/m.

Autour de cet intense foyer lumineux, on peut mettre six à huit malades assis sur des chaises en bois à environ un mètre du foyer. Ces malades sont nus, simplement munis d'un petit caleçon, et sont chaussés de sabots en bois. Ils ont la tête protégée par une grande visière et les yeux par des lunettes en verre très fumé. Pendant le bain, ces malades pivotent régulièrement sur leur chaise; au premier bain toutes les 5 minutes, au second toutes les 10 minutes, au troisième toutes les 15 minutes, puis aux suivants toutes les 20, 25 et 30 minutes. A chaque séance, les malades changent de place entre eux.

Dans les cliniques particulières et chaque fois qu'il faut traiter un malade couché ou des enfants, il y a économie à se servir du petit appareillage qui comprend trois lampes de 20 A. 55 V., charbon positif 12 m/m et charbon négatif 8 m/m d'épaisseur. Il faut employer des lampes d'au moins 20 A.

Ces lampes avec leur résistance se montent en série sur 220 V. Chacune est suspendue à un fil avec contrepoids pour être élevée ou abaissée à volonté; elles sont placées en file sur la même ligne, les foyers étant distants l'un de l'autre de 50 cm. De chaque côté de la série des lampes, on couche, sur un lit roulant, un malade nu, la tête protégée par une visière ou par un voile bleu et les yeux par des lunettes en verre très fumé. Il faut élever les lampes à au moins 30-35 cm. au-dessus de la couche du malade pour que les rayons tombent obliquement sur la plus grande surface cutanée possible. Ces rayons ne peuvent jamais être tangentiels au patient. Ici aussi, le malade doit pivoter sur lui-même toutes les 5, 10, 15, 20, 25 et 30 minutes, suivant la durée du bain.

L'intensité calorifique de cet appareillage est moins forte qu'avec le grand appareil, ce qui permet de rapprocher le malade à 50 cm. des foyers lumineux. Or, comme l'intensité de la lumière croît avec le carré de la distance, on peut en conclure que le malade sera aussi fortement irradié avec le petit appareil qu'avec le grand.

La chambre d'insolation sera toujours bien aérée.

A moins de contre-indications relevant de l'état général, la durée du premier bain est généralement de 30 à 40 minutes, de façon à

provoquer dès le début un érythème intense, parce qu'on a observé que c'est dans ces conditions qu'on a obtenu les meilleurs résultats. On donne de jour à autre un nouveau bain en augmentant progressivement sa durée de 20 minutes à chaque bain jusqu'à atteindre deux heures et demie au bout de quinze jours de traitement. On ne dépasse guère ce temps d'exposition.

Si le malade est un enfant ou si sa peau est blanche et délicate, s'il est fiévreux, s'il présente des symptômes de tuberculose pulmonaire, il faut débuter par une durée de 5 à 20 minutes suivant les cas et progresser très lentement. Si, après un bain, le malade venait à présenter des malaises, des palpitations ou de la température, il faudrait en diminuer la durée.

J'ai vu certains malades, surtout des nerveux ou qui ont dépassé la trentaine, présenter un peu d'oppression, lorsqu'ils commencent leur bain par l'exposition de la face antérieure du corps. Il faut leur faire exposer d'abord le dos, puis les côtés, et finalement le thorax et le ventre.

Dès le début du bain, le malade se sent enveloppé par une chaleur douce, agréable et réconfortante, tout à fait comparable à celle d'un bain de soleil sur la plage. Cette chaleur l'enveloppe de plus en plus et, à un moment donné, le fait transpirer. Lorsque cette transpiration est un peu intense, il faut lui faire boire un gobelet d'eau. S'il transpire trop, il faut l'essuyer ou lui donner une douche ou un tub. Dans tous les cas, il faut le doucher ou le laver après la séance. L'eau sera d'abord tiède puis fraîche.

Les effets biologiques généraux provoqués par les bains à arc voltaïque donnés comme il est dit plus haut sont, au point de vue général:

1° Après une période de latence de 10 à 20 heures, un érythème plus ou moins étendu, plus ou moins intense et pas très douloureux, qui, au bout de quelques jours, desquame et laisse derrière lui une pigmentation plus ou moins accentuée. La répétition de ces coups de soleil donne lieu, au bout d'un certain temps, à une photodermite généralisée avec pigmentation rouge-brique, chaude, analogue à celle que donne le soleil. La résistance de la peau aux infections microbiennes est notablement augmentée, ainsi que sa puissance sécrétoire et éliminatrice. Les plans profonds deviennent de plus en plus résistants et il se forme une sorte de corset musclo-cutané analogue à celui qu'on observe par l'application de l'héliothérapie.

2° Une action vasculo-sanguine se traduisant par une augmentation de la tension artérielle, un pouls plus frappé, une augmentation du nombre de globules rouges et blancs et du taux hémoglobine.

3° Une respiration plus ample, plus profonde.

4° Une diurèse plus abondante.

5° Un appétit augmenté.

6° Enfin une augmentation du poids et une euphorie générale, qui

donne au malade une sensation de bien-être considérable et augmente son ardeur et sa capacité au travail.

Localement, les effets biologiques observés varient avec les manifestations tuberculeuses traitées.

Dans le lupus vulgaire, on observe quelquefois. mais rarement, la guérison d'un placard lupique cutané, tandis que le lupus des muqueuses subit bien plus souvent l'influence curative du bain de lumière. En règle générale, le lupus cutané s'améliore, les réactions inflammatoires surtout disparaissent, laissant derrière elles des lupômes isolés et bien apparents, lupômes qu'on attaquera et guérira par des applications locales de lumière concentrée. La combinaison du traitement local avec le traitement général accélère le traitement et en diminue beaucoup la durée; de plus, il élève dans de notables proportions le pourcentage de guérisons. Ainsi on obtient sur 2.000 cas de lupus vulgaire traités à Copenhague par le traitement photothérapique localisé seul, 60 % de guérisons, 35 % d'améliorations et 5 % d'échecs. En combinant le traitement localisé avec les bains de lumière, on obtient 89 % de guérisons, 8 % d'améliorations et 3 % d'échecs.

Dans les adénites tuberculeuses, il faut donner la préférence à l'extirpation chirurgicale dans les mono-adénites cervicales mobiles sous la peau et bien isolées et dans les adénites axillaires, parce que ce traitement est de beaucoup le plus rapide. Dans les adénopathies en bloc, on donnera la préférence à la radiothérapie qui y fait merveille. Dans toutes les autres formes, on préférera, malgré la longueur du traitement (quelquefois 18 à 24 mois), l'hélio ou la photothérapie générale combinée au climat marin lorsque la chose est possible, aux ponctions simples s'il y a suppuration et aux pansements s'il y a de la fistulisation.

Rollier, sur 366 malades, donne 78,15 % de guérisons, 17,76 % d'améliorations et 4,09 % d'échecs. Reyn, sur 565 cas, donne 90 % de guérisons, 6 % d'améliorations et 4 % d'échecs.

Dermatologiste, Reyn a surtout étudié la valeur de la photothérapie générale dans le traitement du lupus vulgaire et des adénites tuberculeuses. Il s'est associé avec son collègue, le chirurgien-orthopédiste Ernst pour en étudier la valeur, combinée aux pratiques orthopédiques dans un très grand nombre de tuberculoses dites chirurgicales. Ernst a publié sa statistique dans les *Act radiologica* 1922. Je la résume en un tableau :

Ernst fait suivre sa statistique de quelques remarques judicieuses :

1° Un grand nombre de malades sont guéris depuis des années.

2° Un grand nombre de malades ont recouvert l'usage de leurs articulations.

3° Un grand nombre de malades étaient des adultes (la tuberculose des adultes est plus difficile à guérir que celle des enfants).

4° Un grand nombre de malades ont été traités ambulatoirement,

restant vivre dans leurs foyers pauvres et anti-hygiéniques, tandis qu'à Leysin, tous les malades sont hospitalisés et sous surveillance médicale.

5° Un certain nombre de malades atteints d'ostéite de la colonne vertébrale, du bassin, de la hanche, étaient dans un état si misérable qu'il n'y avait pas lieu d'espérer quoi que ce soit du fraitement, qui n'a été appliqué qu'au point de vue moral.

6° On observe, comme dans la cure solaire, une congestion fréquente des foyers malades, un suintement plus ou moins abondant et de moins en moins purulent des plaies et des fistules, la formation et

TABLEAU I.

		Nombre de cas	Guérisons	Améliorés	Station. naires	Ont abandonné le traitement	Décédés
Spina-Ventosa	n.c.	22	22				
	c.	56	49			6	1
Tuberculose du poignet	n.c.	23	19	2	1	1	
	c.	24	19	1	1	3	
Tuberculose du coude	n c.	17	15		2		
	c.	31	30		1		
Tuberculose des épaules	n.c.	7	7				
	c.	8	7		1		
Tuberculose du pied	n.c.	14	14				
	c.	33	28	2		1	2
Tuberculose du genou	n.c.	42	27	2	8	4	1
	c.	14	9	2	2	1	
Tuberculose des hanches	n.c.	7	5			2	
	c.	15	8		5	1	1
Tuberc. de la colonne vertébrale.	n.c	7	4	1		2	
	c.	20	11	1	3	2	3
Tuberculose du bassin	c.	11	6		3		2
Tuberc. des côtes et du sternum.	c.	32	23		5	4	
Ostéites	c.	73	68	2	1	1	1
Tendosinovites	n.c.	8	1		7		
	c.	8	7			1	
Gommes sous-cutanées	n.c.	42	37	2	1	2	
Péritonites	n.c	8	6			2	
	c.	7	4	1	2		
Organes génitaux	n.c.	3	2		1		
	c.F.	6	4	2			
	H.	16	12	2		2	
		554	444	20	44	35	11

N.-B. — n. c non compliqué.
c. compliqué d'abcès ou de fistules.

Au total 80 0/0 de guérisons.

l'élimination de séquestres, enfin une sclérose ou une résolution des infiltrations.

Le nombre de bains nécessaires pour obtenir des résultats dans les affections tuberculeuses est très variable. Il va de 30 à 40 bains à 200-300, suivant l'étendue des lésions, leur durée et l'âge des malades.

Rollier a publié ses résultats pour la période s'étendant de 1903 à 1913 dans son livre *La cure de soleil*, paru en 1914, et pour la période s'étendant de 1913 à 1920 dans le livre de son élève Mathieu, *L'Héliothérapie à l'altitude*, paru en 1923.

Si l'on combine les statistiques des tuberculoses ostéo-articulaires compliquées et non compliquées de Rollier, de Mathieu et de Ernst, on a le tableau suivant : (tableau II).

TABLEAU II.

		Nombre de cas	Guéris	Améliorés	Stationnaires Echecs Décédés
Colonne vertébrale.	Rollier	198	171	18	9
	Mathieu	310	235	18	37
	Ernst	27	15	2	10
Bassin.....	Rollier	37	25	1	11
	Mathieu	46	32	11	3
	Ernst	11	6		5
Hanche.....	Rollier	158	125	21	12
	Mathieu	130	94	24	12
	Ernst	22	13		9
Genou.....	Rollier	120	106	10	4
	Mathieu	213	166	36	11
	Ernst	56	36	4	16
Pied.....	Rollier	94	87	4	3
	Mathieu	129	105	18	6
	Ernst	47	42	2	3
Epaule.....	Rollier	12	9	3	
	Mathieu	33	28	5	
	Ernst	15	14		14
Coude.....	Rollier	30	28	2	
	Mathieu	31	22	7	2
	Ernst	48	45		3
Mains.....	Rollier	21	17	1	3
	Mathieu	53	24	25	4
	Ernst	47	38	3	6

Ce qui donne, pour ces grosses affections tuberculeuses ostéo-articulaires un pourcentage de guérison de 78 % pour l'héliothérapie à l'altitude et 76,5 % pour la photothérapie générale avec les lampes à arc voltaïque.

J'ai, pour ma part, de janvier à avril 1924, traité à l'hôpital dermatologique Nottebohm, 48 malades atteints de lupus vulgaire. Nous leur avons donné 1.789 bains généraux. Tous ces bains ont été bien supportés, excepté chez deux malades chez lesquels ils provoquaient des palpitations et des malaises qui nous ont amené à en cesser l'application.

Des ces 46 malades restants, 4 ont abandonné le traitement, 12 sont guéris, en observation, et 30 sont encore en traitement. Ce sont, pour la plupart, de très grands et de très vieux lupus, généralement compliqués de lupus des muqueuses nasales et buccales.

Je suis persuadé que si nous pouvons poursuivre le traitement de ces malades, la grande majorité d'entre eux, si pas tous, guériront. Malheureusement, il y en a plusieurs qui habitent loin d'Anvers et dont les ressources sont très réduites. Je crains qu'ils ne viennent dans l'avenir renforcer la colonne de ceux qui ont abandonné leur traitement. Aussi voudrais-je émettre le vœu, de voir, vu la cherté des transports et les conditions économiques difficiles dans lesquelles vivent, en général, les lupiques, vu, d'autre part, les grands progrès réalisés dans le traitement du lupus, les commissions hospitalières de nos différentes provinces organiser sérieusement la lutte contre cette affection redoutable qui peut et doit disparaître.

J'ai aussi traité 9 cas de tuberculose ganglionnaire compliquée de fistules et de tuberculose cutanée; un malade a abandonné le traitement, deux sont encore en traitement et six sont guéris. Ils ont reçu ensemble 439 bains de lumière.

Parmi mes malades, il y en a 4 qui, indépendamment de leurs lésions cutanées, ont présenté des lésions osseuses ou articulaires. Celui qui avait une arthrite du genou et celle qui avait une légère arthrite du coude ont recouvert la mobilité complète de leurs articulations; celui qui avait une tuberculose fistulisée de l'articulation du gros doigt de pied est guéri avec une articulation ankylosée; enfin, celui qui avait une ostéite costale a isolé son séquestre qu'on a pu extraire.

CONCLUSIONS

1° Le bain de lumière artificielle sous la forme d'un bain de lumière à arc voltaïque peut remplacer le bain de soleil.

2° Dans le traitement du lupus vulgaire cutané, il doit être combiné avec le traitement photothérapique localisé.

3° Dans le traitement du lupus vulgaire des muqueuses, le bain de lumière peut amener la guérison sans l'intervention d'une autre thérapeutique.

4° Il en est de même dans le traitement des adénites tuberculeuses, de la péritonite tuberculeuse, des tuberculoses génito-urinaires et d'un grand nombre de tuberculoses ostéo-articulaires.

5° Le bain de lumière (solaire ou artificiel) sans les autres facteurs climatériques, est indispensable dans le traitement conservateur de la tuberculose dite chirurgicale.

6° Le bain de lumière artificiel devrait exister dans tous les sanatoria d'altitude ou marins et dans tous les services de chirurgie orthopédique et de tuberculose cutanée.

7° La lampe à arc voltaïque est supérieure à la lampe à arc à mercure. Il faut lui donner la préférence.

DE NOBELE
Gand

LA TALALGIE ET SON TRAITEMENT

(Résumé)

Dans des communications antérieures, nous avons attiré l'attention sur les bons résultats obtenus dans le traitement de la talalgie par les courants de haute fréquence.

Nous ne considérerons pas la talalgie comme une entité morbide bien définie, mais nous groupons sous ce titre une série d'affections qui, tout en ressortissant de causes diverses encore mal classées, n'ont de commun entre elles qu'un symptôme : la douleur localisée dans la région du talon.

Nous avons traité un grand nombre de sujets atteints de cette douleur caractéristique et nous avons obtenu grâce aux courants de haute fréquence, une sédation rapide en quelques séances. Nous utilisons, comme producteurs de HF ou bien le grand meuble de Gaiffe ou bien

la bobine d'Arsonval appliquée en bipolaire, et faisons jaillir sur la face plantaire du talon une grande quantité d'effluves aussi puissants que possible, pendant une dizaine de minutes.

Ensuite, réduisant l'appareil au minimum et mis en monopolaire, nous criblons le talon de petites étincelles que nous appliquons à travers le bas qui mesure ainsi la longueur de l'étincelle.

Dès la première séance, le malade ressent déjà du soulagement et la guérison se fait en quelques séances, une dizaine en général.

Quant à l'étiologie de la talalgie, on a rattaché cette dernière à différentes causes et une de celles qui a été le plus souvent invoquée, c'est la présence d'une épine à la face inférieure du calcaneum. D'après nos observations, nous estimons qu'on a beaucoup exagéré cette cause; en effet, sur un grand nombre de radiographies faites comparativement sur les deux talons, nous avons trouvé cette épine aux deux talons, aussi bien sur le côté indolore que sur le côté douloureux; dans d'autres cas, une épine existait du côté sain et non pas du côté malade. Enfin, dans un cas où il existait une épine des deux côtés, on a enlevé chirurgicalement l'épine du côté douloureux; malgré cette intervention, la douleur ne disparut pas; néanmoins, quelques applications d'effluves de haute fréquence la firent disparaître définitivement en peu de temps.

Dr BOINE

Directeur du Service de Radiologie à l'Université de Louvain

ROENTGENTHERAPIE DES SCIATIQUES

(Résumé)

Après avoir brièvement exposé l'étiologie, l'anatomie pathologique et la thérapeutique des sciatiques, l'A. note la fréquence de l'origine funiculaire de ces affections et montre les bons résultats que, dans ces cas, nous donne la radiothérapie peu profonde à doses faibles.

A l'appui de ses allégations, il cite vingt observations personnelles. Ses statistiques concordent avec celles des autres auteurs qui ont publié à ce sujet.

A l'aide de ces diverses observations, l'A. a dressé un tableau pour aider au diagnostic différentiel de ces affections.

Dr SLUYS
Bruxelles

RADIOTHERAPIE PROFONDE DES TUMEURS DU MEDIASTIN

(*Résumé*)

Le Dr Sluys présente les observations de 8 cas de tumeurs donnant un syndrome médiastinal; 5 cas sont des lymphocytomes; 1 cas est une tumeur épithéliale type spinocellulaire primitive du poumon; 1 cas est un carcinome probablement d'origine thymique; enfin, le huitième cas est une tumeur du médiastin postérieur dont on ne connaît ni l'origine ni la nature.

L'examen habituel clinique et radiologique du médiastin est complété par l'examen radiologique antéro-postérieur de l'œsophage, selon la méthode Ledoux-Paquet, afin de déceler les coudures, déplacements et pincements de cet organe et se rendre compte de l'envahissement du médiastin postérieur.

La radiothérapie profonde est actuellement le seul traitement des tumeurs médiastinales d'une grande extension.

Un examen attentif et un interrogatoire très serré a pour but de déceler les antécédents tuberculeux des malades. Chez les sujets robustes, exempts de tuberculose, et dont les symptômes de compression médiastinale sont de nature à susciter des accidents, la dose totale de rayons X peut être *étalée* sur quelques jours seulement, au contraire si les malades ont un état général précaire et des antécédents suspects de tuberculose, il faut *étaler* la dose sur un mois, même un mois et demi et plus. Le rythme de radiothérapie est un rythme de *radiotyndalisation*. Cette technique consiste à fractionner les doses de rayons X de telle sorte que toutes les portes d'entrée reçoivent chaque jour une ou deux petites doses de rayons X; on espère, de cette façon, convertir toute la tumeur sous l'action d'une *dose seuil anticaryocinétique* et de surprendre les cellules au moment de leur fragilité maximum.

Les récidives de lymphocytome du médiastin sont la règle; elles ne deviennent pas radiorésistantes et réduites à des applications successives.

R. PROUST et Lucien MALLET
Paris

L'UNITE D (DOMINICI) DANS LES TISSUS. SA NOTATION DOSIMETRIQUE

MATHEY-CORNAT
Interne au Centre régional contre le cancer, Bordeaux

1° LE TRAITEMENT PALIATIF DES METASTASES ABDOMINALES CARCINOMATEUSES

Il semble qu'en face du nombre imposant de cancers inopérables ou récidivants, à marche envahissante et défiant toute action vraiment curative, il y ait autre chose à tenter que le traitement médical symptomatique, voire la pure expectative. En effet, il est un nombre de cas restreints, mais suffisants pour justifier la méthode, où la radiothérapie employée à *titre palliatif*, peut donner des survies appréciables, s'étageant de six mois à deux ans en moyenne, sans compter les bénéfices qu'en peuvent retirer les malades, tant au point de vue moral (psychothérapie, toujours appréciable), qu'au point de vue organique : sédation des douleurs, diminution ou arrêt des hémorragies, fonte des masses tumorales, etc... On doit signaler, en particulier, les résultats parfois inespérés des irradiations intensives dans les métastases abdominales des cancers du testicule et séminomes, des sarcomes des membres, des cancers de l'estomac, de l'œsophage et du sein. L'auteur verse aux débats une observation de cancer du sein opéré (épithélioma) se présentant comme un très mauvais cas chirurgical et qui, deux mois après, fut suivi de récidive péritonéale et ovarienne avec syndrome de compression porto-cave, ictère généralisé, ascite abondante (évaluation de 55 litres en 5 ponctions successives).

Bien que l'état fût jugé désespéré (cachexie) et hors de toute ressource thérapeutique, une série de 19 séances de radiothérapie intensive au poste Gaiffe à tension constante (200.000 volts, 4.000 R. par séries de trois séances, filtration ultrapénétrante de 2 m/m de cuivre), fut suivie d'un amendement rapide des symptômes au troisième mois.

Revue *au quinzième mois*, la malade est dans un état général parfait. Disparition totale de l'ascite, de l'ictère, récupération des forces. Une masse ligneuse (néoplasme secondaire de l'ovaire?) continue à occuper le cul-de-sac latéral.

2° HYPERAZOTEMIE CONSECUTIVE AUX IRRADIATIONS

On voit dans quelques rares cas succéder aux séances répétées d'irradiations intensives, des syndromes azotémiques graves, parfois mortels. Les produits de cytolyse des *volumineuses tumeurs* traitées par la radiothérapie pénétrante (tumeurs médiastinales, cervico-médiastinales, lombo-aortiques, gros sarcomes osseux) versent à doses massives dans le sang des albumines hétérogénéisées (Loeper) qui créent de toutes pièces des accidents cérébraux et rénaux bien reconnaissables (délire toxique, convulsions, coma, albuminurie ou anurie, hyperazotémie, de 1 gr. à 1 gr. 50). Il y a là un mécanisme comparable à celui des chocs toxiques de guerre après levée du garrot (Grégoire).

Conclusion : un inventaire de l'état général et des émonctoires (fonctionnalité réno-hépatique, constante d'Ambard, tension artérielle, azotémie), doit précéder toute irradiation à fortes doses. On devra étaler les doses totales dans le temps ou procéder par rayonnement fractionné et incidences limitées. De hautes filtrations ne laissant passer que des faisceaux homogènes, s'imposent.

3° DU TRAITEMENT DES ANGIOMES PAR LE RADIUM

De quinze observations suivies sur des sujets de tous âges (de 2 mois à 48 ans), on peut conclure que la radiumthérapie offre les garanties maxima de régression et de guérison des angiomes de toute étendue et de toute gravité. Ses avantages sur l'électrolyse et la chirurgie, sont le maniement facile, l'indolence, l'action élective sur les tissus conjonc-

tivo-vasculaires dont la fibro-sclérose, la décoloration, l'affaissement, sont rapidement constitués. La roentgenthérapie peut entrer en parallèle dans les gros angiomes caverneux déformants. La technique est délicate et doit être adaptée aux cas d'espèce : rayonnement mou pour les angiomes plans ou tubéreux, doses fortes et répétées pour les tumeurs érectibles, diffuses, cutanées ou cutanéo-muqueuses. Utilisation soit des masques de cire avec appareils plats de 10 m/mgr. par séances de 6 heures entrecoupées (distance de 5 à 10 m/m, filtration de 2 m/m d'Al.), soit des punctures (aiguilles de 1 ou 2 m/mgr de Ra E, filtration 5/10 de platine). On doit veiller, dans le traitement des « taches de vin », à ménager des radiations fractionnées pour éviter toute dermite ou toute escarre qui dépasserait le but esthétique visé.

Dr GUILBERT
Paris

ACTION DES RAYONS X SUR QUELQUES FERMENTS ORGANIQUES ET CELLULAIRES

Au Congrès de l'Avancement des Sciences de Bordeaux, en 1923, M. de Broglie a dit, ou à peu près, que l'action biologique des Rayons X était vraisemblablement une réaction chimique provoquée par une action physique. Afin de pouvoir définir celle-ci, nous avons cru intéressant de nous rendre compte de l'action des Rayons X sur quelques ferments organiques et cellulaires, et, en collaboration avec le Dr Raymond Petit pour les interventions de chirurgie expérimentale et les études histologiques, Lemay et Jaloustre pour les études physico-chimiques, nous avons entrepris cette étude qui, à ses débuts, paraît ouvrir de très larges champs d'investigation.

Travaux antérieurs. — L'idée de ces recherches nous fut donnée par les travaux que MM. Jaloustre, Lemay et Maubert ont fait sur l'action des substances radio-actives sur la catalase du foie; et par les expériences de MM. Aversenq, Jaloustre et Maurin sur les oxydases leucocytaires (1).

L'influence des corps radio-actifs, et en particulier du thorium X, étudiée par MM. Maubert, Jaloustre et Lemay, est une *activation* pour

---

(1) Communication de MM. AVERSENQ, JALOUSTRE et MAURIN, Compte rendu de l'Académie des Sciences, 1924.

les petites doses, c'est-à-dire à une concentration inférieure à 5 microgrammes par litre, et une *paralysie* pour les hautes doses.

Influence des rayons X sur la catalase du foie. — Poursuivant ces recherches, nous avons essayé de substituer l'action des rayons X à celle des substances radio-actives sur la catalase du foie.

Nous avons fait agir des rayons X d'intensité et de pénétration variables, pendant un temps également variable, sur une solution de catalase dont nous avons ensuite mesuré l'activité sur l'eau oxygénée par des séries de dosages au permanganate de potassium, en présence de témoins convenablement choisis.

Les premières expériences faites au moyen de très faibles doses de rayons X, peu intenses et pendant un temps très court (moins de cinq minutes), ont donné des résultats entièrement négatifs.

Dans une deuxième série d'expériences, nous avons disposé quatre boîtes de Pétri ouvertes de 18 m/m de hauteur sur 80 m/m de diamètre contenant chacune 20 cc. de catalase au 1/500 sous un faisceau de rayons X intenses à grande longueur d'onde, *peu pénétrants*, produits au moyen d'un faisceau de rayons cathodiques, intenses et lents.

Les constantes de l'ampoule productrice de rayons X pour cette expérience étaient les suivantes : Intensité employée, 1,3 milliampère; étincelle équivalente : 14 cm.

La radiographie du radiochromomètre de Benoit a donné à l'échelle de Benoit des rayons de 5° à 6°, c'est-à-dire de durée moyenne.

La durée d'irradiation a été respectivement pour chaque boîte de 5, 15, 30 et 60 minutes. L'épaisseur de la couche du liquide diastasique était de 7 m/m, et la distance de l'anticathode à la surface libre du liquide de 28 cm. Le tableau suivant résume nos expériences :

TABLEAU I

	BALLONS TÉMOINS			BALLONS EXPÉRIENCE — Ballons contenant 10 cm³ catalase préalablement irradiée pendant			
	Témoin H^2O^2	Témoin catalase bouillie	Témoin catalase fraîche	5 min.	15 min.	30 min.	60 min.
	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³
Eau oxygénée neutre.....	40	40	40	40	40	40	40
Catalase au 1/500e.....	0	10	10	10	10	10	10
Eau distillée.....	160	150	150	150	150	150	150
Oxygène disponible du mélange total (en mg).....	144	144	144	144	144	144	144
Oxygène dégagé du mélange total (en mg) après ..... 30 min.	0	0	93	86	86	82	66
1 heure	0	0	121	115	114	113	96
4 heures	0	0	144	144	144	144	140

Résultat. — On observe un ralentissement dans l'activité de la catalase qui va s'accroissant avec la durée d'irradition.

Après quatre heures, la réaction n'est pas terminée dans le ballon correspondant à la catalase ayant subi une heure d'irradiation, alors que le dégagement d'oxygène est terminé dans le ballon témoin et dans ceux correspondant à une durée moindre d'irradiation du ferment.

Dans une deuxième série d'expériences, nous avons opéré avec un faisceau cathodique intense et rapide, producteur de rayons X intenses à courte longueur d'onde, *très pénétrants*.

Nous avons irradié pendant 45 minutes une ampoule de verre scellée contenant 20 cc. de catalase au 1/500; nous avons, ensuite, mesuré l'activité du ferment comparativement à celle d'un témoin. Les constantes pour cette expérience étaient les suivantes :

Intensité employée : 2 milliampères.

Etincelle équivalente : 40 cm.

La distance de l'anticathode à l'ampoule était de 25 cm.

On a utilisé un localisateur 6×8 et un filtre de zinc de 0 m/m 5. Le tube contenant le ferment a été immergé dans l'eau distillée afin de récupérer les rayons dispersés.

La durée de l'irradiation a été de 45 minutes.

Le tableau suivant résume ces expériences et présente les résultats obtenus :

	BALLONS TÉMOINS			Ballon expérience
	Témoin $H^2 O^2$	Témoin catalase bouillie	Témoin catalase fraîche	Ballon contenant 10 cm³ catalase irradiée pendant 45 minutes
	cm³	cm³	cm³	cm³
Eau oxygénée neutre.....	40	40	40	40
Catalase au 1/500e.....	0	10	10	10
Eau distillée.....	160	150	150	150
Oxygène disponible (en mg) du mélange total.....	144	144	144	144
Oxygène dégagé (en mg) du mélange total après :				
30 minutes.....	0	0	104	79
1 heure.....	0	0	125	92
1 heure 30.....	0	0	134	100
4 heures.....	0	0	144	119

Résultat. — Les rayons X pénétrants, à courte longueur d'onde, paralysent également la catalase (1).

Conclusions générales. — Les rayons X exercent une action paralysante progressive sur la catalase du foie, paralysie qui s'accroît avec le temps et l'intensité de l'irradiation.

Action sur l'adrénaline. — MM. Lemay et Jaloustre ont étudié l'action oxydante du Thorium X sur l'adrénaline.

Nous avons repris ces expériences avec les rayons X pénétrants qui peuvent être mieux dosés.

MM. Lemay et Jaloustre avaient écrit en janvier 1922 (Compte rendu de l'Académie des Sciences) :

« Si, à une solution d'adrénaline au milième, on ajoute 50 microgrammes de bromure de thorium X, on constate rapidement une teinte rosée, puis le brunissement complet, indice de l'oxydation de l'adrénaline. Avec une dose de 200 microgrammes, le brunissement est complet dans les 24 heures à la température du laboratoire.

Les mêmes essais faits avec les doses de 50 micros, 200 micros, 1 m/mgr. de chlorure et de lactate de manganèse, et, comme les précédents, en présence de tubes témoins, ont montré que les sels de manganèse ont une action oxydante beaucoup moins énergique; la différence d'oxydation entre le tube témoin et le tube expérimenté n'apparaissent qu'avec la dose de 1 m/mgr., au bout de 48 heures, et par la teinte rosée seulement de ce dernier.

Il semble donc que le thorium X soit le plus puissant des catalysateurs d'oxydation introduits jusqu'à ce jour dans l'organisme; et il y a lieu de rapprocher son action sur l'adrénaline, des phénomènes cliniques observés sur les malades ayant reçu de fortes injections de bromure de Thorium X (2). On observe, en effet, chez ces malades la pigmentation mélanique, l'hypotension sanguine, la diarrhée, la dépression physique, qui sont les signes de la maladie d'Addison, et l'on peut envisager l'hypothèse que, dans ce cas, il y a eu destruction de l'adrénaline dans l'organisme, destruction qui équivaudrait à une insuffisance des capsules surrénales.

Avec les rayons X, nous avons constaté que, dans une solution d'adrénaline au millième ayant reçu une dose un peu supérieure à la dose d'érythème, que l'action immédiate paraît nulle. Mais qu'au bout d'un certain temps, la solution irradiée s'oxydait avec plus d'intensité, l'oxydation étant décelée par une coloration brune plus intense.

Mais si on opère sur une solution d'adrénaline, en présence d'une

---

(1) Dans les deux séries d'expérience, se rapportant respectivement aux deux tableaux précédents, la catalase provenait de deux préparations différentes et son activité dans chaque cas n'était pas identique (Extr. des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, 3 mars 1924).

(2) Gabriel PETIT, Léon MARCHAND et Léon JALOUSTRE, *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 1.170.

petite quantité d'eau oxygénée, l'oxydation plus grande du tube irradiée se manifeste immédiatement.

Il reste à savoir si cette action est due à une plus grande oxydabilité de l'adrénaline ou à une plus grande quantité d'eau oxygénée, ce que nous pourrons vérifier.

En tous cas, cette oxydation par l'adrénaline peut déjà, dans l'état actuel des expériences, donner un commencement d'explication sur les phénomènes d'asthénie consécutive aux irradiations de la région des glandes surrénales avec pigmentation semblable à la maladie d'Addison dont quelques observations ont déjà été relevées.

Toutes ces expériences nous ont donné l'idée de resserrer la question et d'étudier, autant que possible, l'action des rayons X sur les ferments cellulaires et nous avons cherché l'action des rayons X sur les oxydases. Si ce ne sont pas les seules diastases cellulaires, elles paraissent les plus importantes. C'est pourquoi, à force de diviser la question, nous avons remis à plus tard l'étude des autres ferments.

Action des rayons X sur les oxydases leucocytaires. — Les oxydases sont des diastases à fonction oxydante. Il est à peu près certain qu'elles existent chez tous les êtres vivants.

Signalées par Schoenhein dans les plantes, par Goething, Planche, Strouve, leur véritable nature a été mise en évidence par Hirokuro Yoshida à propos du suc de l'arbre à laque et dans le suc, M. Gabriel Bertrand a caractérisé la première oxydase connue : la laccase. On en a trouvé ensuite dans les russules (tyrosinase de G. Bertrand et Bousquelot), dans la betterave, la pomme de terre, de nombreux champignons, les gommes, l'encens, la myrrhe et presque toutes les plantes sèches.

Elles existent également chez les animaux dans le sang, le lait, et la plupart des organes.

On les caractérise par un assez grand nombre de réactions d'oxydation, notamment avec le gaiac, le pyrogallol, l'hydroquinone, la paraphénylènediamine, la benzidine, l'aldéhyde salicylique, etc...

On les a divisées en deux groupes :

1° Les oxydases directes ou aéroxydases (Bousquelot) qui fixent l'oxygène de l'air sur les corps oxydables.

2° Les oxydases indirectes ou anacroxydases (Bousquelot) ou peroxydases (Linossier), qui ne peuvent fixer l'oxygène de l'air et ne donnent des réactions d'oxydation qu'avec le secours de substances peroxygénées, en particulier l'eau oxygénée.

C'est à Schultz (1) que nous devons la mise en évidence des oxydases directes dans les leucocytes et seulement dans ceux de la série myéloïde et notamment les polynucléaires. Les mononucléaires et, en général, les éléments de la série lymphoïde, en sont dépourvus.

Il peut arriver cependant que chez certains polynucléaires, la réaction soit négative — par exemple chez ceux des pus très cytolysés (pus

d'abcès de fixation par la thérébenthine, pus furonculeux autolysés (2).

Les oxydases indirectes furent signalées dans les leucocytes par Fischel (3), puis par Kreibich et M. Fiessinger et Roudowska. Les mononucléaires en sont également dépourvus.

Nous ne décrirons pas les différentes techniques qui permettent de déceler ce ferment. Nous renvoyons pour cela au livre si complet et si intéressant de M. Noël Fiessinger. Les ferments des leucocytes, Masson 1923, ouvrage dans lequel on trouvera également une bibliographie très documentée.

Nous nous sommes proposés de chercher quelle pouvait être l'action des rayons X sur les oxydases leucocytaires — suite logique de nos précédentes recherches sur la catalase du foie (Maubert, Jaloustre, Lemay, Guilbert) (4).

Pour cela, nous nous sommes procurés des polynucléaires en injectant du sérum de cheval dans le péritoine d'un cobaye; 24 heures après, on injecte à nouveau du sérum physiologique pour diluer et on retire la totalité du liquide. On a ainsi une émulsion leucocytaire à polynucléaires qu'on répartit aussitôt dans des tubes.

Nous avons pris quatre tubes. Le n° 1 a servi de témoin et les trois autres ont été irradiés avec une ampoule Muller à gaz de régime 180.000 volts, filtre zinc 0,005, à une distance de 25 cm. du liquide, respectivement pendant 10, 21, 42 minutes, ce qui correspond à des intensités d'irradiation de 25, 50, 100 de la D. E.

Si l'on représente, comme l'a fait Fiessinger, les quantités de granulations observées par la graduation +, ++, +++, ++++, voici les résultats que nous avons obtenus.

	Temps	Oxydases directes	Oxydases indirectes
Témoin	0	+	+++
Témoin	10'	++	+++
Irradié		++	++++
Témoin	21'	++	+++
Irradié		++	+++
Témoin	42'	++	+++
Irradié		++	++

L'action semble nulle sur les oxydases directes, tandis qu'avec les oxydases indirectes on a une activation avec de faibles doses et une paralysie avec de fortes doses, ce qui peut se traduire par les courbes suivantes :

Avec les oxydases indirectes, on obtient un résultat analogue à celui que l'on obtient par l'action des substances radioactives (5) ou des rayons X (6). Toutefois, avec la catalase, il n'avait pas été constaté d'activation par les faibles doses de rayons X.

Les oxydases directes semblent prendre une activité plus grande, vite stabilisée, au contact de l'air.

Il va sans dire que nous avons répété l'expérience et fait plusieurs colorations de chaque tube. Les techniques de coloration exécutées ont été les suivantes : pour les oxydases directes, celles de M. Fiessinger et Pierre Mathieu au naphtol et paraphenylènediamine; pour les oxydases indirectes, celle de M. Fiessinger et Roudowska (voir livre déjà cité de M. Fiessinger) à la benzidine. Nous signalons qu'en général, on a plutôt des colorations brunes que des colorations bleues, indice d'une oxydation plus intense.

On s'étonnera peut-être que nous ayons mesuré l'activité des ferments par le nombre des granulations. Mais si l'on veut envisager que les granulations oxydasiques correspondent, dans leur place et dans leur forme, aux granulations normales des leucocytes, on est fondé à penser que ces granulations sont le siège des oxydases et que, dans certaines, celles-ci sont trop peu actives pour donner une coloration; que, dans d'autres, elles ne donnent également pas de coloration parce qu'épuisées ou paralysées.

Au cours de ces expériences, nous avons constaté que les ferments oxydants étaient seulement paralysés. Il nous était déjà venu à l'esprit que l'hystolise définitive par seule action des rayons X était une hypothèse excessive en elle-même.

Or, dans les expériences en cours destinées à reproduire les phénomènes précédents *in vivo*, nous avons irradié *in vitro* des polynucléaires et les avons introduits — inclus dans des sacs de collodion — dans le péritoine de cobayes. Nous avons également inclus des polynucléaires dans des sacs de collodion et irradié ces sacs après introduction intrapéritonéale. (La dose de rayons X était équivalente à la H. E. D.) et nous avons constaté que, non seulement les polynucléaires avaient survécu après trois semaines de temps, mais encore qu'ils s'étaient multipliés d'une façon considérable puisque dans certains sacs la quantité avait décuplé.

Nous ne pouvons pas évidemment conclure à une non-destruction des polynucléaires, mais nous pouvons dire qu'il en restait, et que ceux-ci avaient une vitalité suffisante pour remplacer non seulement ceux qui auraient pu être détruits, mais produire d'autres polynucléaires.

D'ailleurs, nous avons pu constater des polynucléaires à noyaux, c'est-à-dire très divisés et certainement en pleine période de karyokynèse.

BIBLIOGRAPHIE

1. Skhultze. Zur differientialdiagnose der Leuâmices (Munch. medi. Woscheuschr. 1909, n° 4, p. 167.
2. Noël Fiessinger, Les Ferments des Leucocytes, Masson 1923.
3. Fischel. Wiener, Klin. Woch. 1919, XXIII, 1557 et Munch. med. 1910. LVIII, 1203.
4. Maubert-Jaloustre, Lemay, Guilbert. Action des Rayons X sur la catalase du foie. C. R. Académie des Sciences, 3 mars 1924, t. 178, p. 889.
5. Maubert, Jaloustre et Lemay. Influence du Thorium X sur la catalase du foie. C. R. Acad. des Sciences, 22 mai 1923, t. 176, p. 1502.
6. Maubert, Jaloustre, Lemay et Guilbert, loc. cit.

Dr JUARISTI

Bordeaux

L'EPILATION PAR LA RADIOTHERAPIE SEMI-PENETRANTE

Les procédés appliqués autrefois pour la dépilation faite au moyen de pinces, ou par l'électrolyse, sont très douloureux et peu commodes. Aujourd'hui, avec la radiothérapie semi-pénétrante, pas de douleur, procédé plus rapide et plus commode, qui permet de régler les doses reçues par l'épiderme et par la racine du poil. C'est ainsi que nous pouvons détruire ce dernier sans détérioration pour la couche génératrice de la peau, où la radio-sensibilité est moindre.

Nous-mêmes, à l'hôpital Saint-André, pendant la consultation dans le service de radiologie et de radiothérapie de notre cher maître, le professeur Bergonié, avons vu traiter plusieurs cas par les procédés des filtres, avec de merveilleux résultats, et croyons que ce moyen est appelé à rendre de grands services, car il n'offre aucun inconvénient, et peut être un traitement efficace dans la dépilation soit passagère, soit définitive, selon qu'il serait appliqué aux maladies de la peau, du cuir chevelu, ou exclusivement comme question d'esthétique.

MIRAMOND DE LAROQUETTE
Alger

LA DOSE D'ERYTHEME OU D'EPILATION TEMPORAIRE. — SA MESURE IONOMETRIQUE. — QUANTITES INCIDENTES ET QUANTITES ABSORBEES POUR DES RAYONS DE DIVERSES LONGUEURS D'ONDE

Il y a certainement intérêt à mesurer en unités ionométriques ou en toute autre unité physique précise, la dose d'érythème ou d'épilation temporaire qui correspond au virage à la teinte B. de la pastille Sabouraud Noiré et théoriquement à une quantité de 5 unités H.

Quoi qu'on en ait dit, cette dose d'érythème est bien, pour un observateur attentif, quelque chose d'assez constant et que l'on peut. dans des conditions rigoureuses, toujours exactement retrouver et appliquer.

C'est d'ailleurs jusqu'ici la seule dose biologique que nous connaissions bien, et l'on peut, à défaut de mieux, la prendre utilement comme base pratique d'une bonne posologie radiologique.

Les efforts dans ce sens des radiologistes allemands n'ont sans doute pas donné tout ce qu'ils avaient avancé, mais ce n'est pas une raison suffisante pour en abandonner le principe. Il faudrait seulement pouvoir mesurer et obtenir, en profondeur comme en surface, les doses d'érythème totales ou partielles qu'il importe théoriquement d'appliquer; ce n'est pas impossible, mais nous avons encore beaucoup à faire pour cela.

Les mesures ionométriques, particulièrement avec l'appareil de M. Solomon, doivent nous y aider, mais il faut énormément d'attention, de patience et de précision. Les autres moyens de mesure ne doivent d'ailleurs pas être abandonnés et les pastilles de platinocyanure de Barium ont notamment le grand avantage de se substituer à la peau, et de donner, par le virage de teinte, une équivalence pratique de la quantité des rayons absorbés par la peau pour produire l'érythème et l'épilation temporaire. Retenons seulement en passant que la pastille doit, pour cette équivalence, être placée à demi-distance; la quantité de rayons qui produit le virage de la pastille à la teinte B est donc quatre fois plus forte que celle qui produit l'érythème cutané et l'épilation temporaire; autrement dit, la dose d'érythème est égale au quart de la dose de virage de la pastille.

Les mesures en unités H. sont nécessairement un peu théoriques et

ne peuvent être déterminées que par le calcul en tenant compte des diverses conditions d'expérience, soit avec des tables, soit avec la balance radiologique. Dans tous les cas d'ailleurs, le radiologiste doit s'habituer à calculer ses doses théoriquement et à les vérifier expérimentalement, et je peux dire à ce propos que notre balance radiologique qui, comme l'a montré mon ami Stanislas Millot, peut servir à toutes sortes de calculs, même en dehors de la radiologie, est, en l'espèce, d'un précieux secours. Je l'utilise couramment avec l'ionomètre de Solomon qui est certainement un admirable instrument et dont il me semble aujourd'hui que je ne pourrais plus me passer. Mais, pour aboutir à des données exactes, la technique d'emploi de l'ionomètre doit être bien exactement déterminée et constante : l'ouverture du diaphragme, l'observation de localisateurs, la longueur plus ou moins grande de la chambre ionométrique qui est soumise au rayonnement, autant que les variations de la distance, de l'intensité ou de la tension du courant, font changer dans de très grandes proportions les chiffres obtenus.

Je rapporte, à titre d'exemple, les faits suivants :

Avec tube Standart 2 millis. Et 30 cm. distance 30 cm. la chambre de l'ionomètre étant placée normalement dans le disque de bois, j'ai obtenu en une minute 122 R. avec un diaphragme de 60 m/m, 82 R. avec un diaphragme de 45 m/m, 59 R. avec un diaphragme de 25 m/m.

Toutes autres conditions étant égales et avec un même diaphragme de 60 m/m sans localisateurs, la chambre de l'ionomètre étant à l'air libre, j'ai obtenu en une minute :

139 R. la chambre d'ionisation (graphite et partie métallique)) étant tout entière irradiée;

135 R., la partie métallique étant à moitié recouverte de plomb;

118 R., le cône terminal de graphite étant seul irradié.

La chambre ionométrique et la tige qui la supporte sont sensibles sur une trop grande surface; pour une mesure précise, il faudrait pouvoir déterminer la quantité de rayons reçue par une unité de surface, par exemple le centimètre carré. Retenons aussi que l'inclusion de la chambre dans le disque de bois d'usage courant, équivaut à une filtration par 3 ou 4 dixièmes de millimètre d'aluminium : Si, par exemple, dans la mesure d'un rayonnement non filtré sous 30 cm. d'étincelle, la chambre étant à l'air libre, on a 139 R. à la minute, il n'y a plus que 122 R. si la chambre est incluse dans le disque de bois.

Pratiquement, le plus souvent pour la mesure de la dose d'érythème, il vaut mieux que la chambre soit laissée à l'air libre.

En somme, nous n'avons pas encore en mains le moyen de mesure unique et absolument sûr qui serait désirable pour la radiothérapie; aussi est-il bon de recourir à l'emploi simultané des divers moyens déjà existants, de les vérifier les uns par les autres, et d'établir ensuite par

le calcul des moyennes dont on peut sans danger se servir dans la pratique.

MM. Belot, Jouvet-Dubreuil et Noiré ayant utilisé à la fois l'ionomètre et les pastilles, nous ont récemment apporté une évaluation en unités R. de la dose d'érythème et d'épilation temporaire dans certaines conditions d'application.

M. Solomon, M. Chuiten, M. Speder nous ont aussi, l'an dernier, donné sur ce sujet des indications personnelles qui, malheureusement, ne sont pas très concordantes.

Ayant eu l'occasion de soigner plus d'un millier de faviques, j'ai fait moi-même de nombreuses observations et expériences sur la valeur en unités H. et en unités R., sous divers rayonnements de la dose d'épilation, et j'ai pour cela employé à la fois ou successivement, des pastilles de Sabouraud Noiré, l'ionomètre de Solomon et la grille sclérométrique que j'ai présentée l'an dernier.

Un point de principe, à mon avis très important, et qui domine le problème, est la mesure de doses radiologiques, particulièrement de la dose d'érythème, non pas en *quantités incidentes* de rayonnement, mais en *quantités absorbées.*

Suivant une loi générale, une force quelconque n'agit sur un corps que dans la proportion où cette force est absorbée par ce corps. Une balle de fusil pourvue d'une très grande force vive, peut traverser en séton les parties molles presque sans faire aucun mal; un projectile presque au baut de sa course, mais frappant un organe résistant, peut produire de très grands dégâts : Nous sommes, je crois, tous d'accord sur ce point : en radiothérapie comme en balistique, l'effet dépend de la fraction d'énergie qui est retenue.

S'il en est ainsi, il est logique d'établir et de mesurer les doses radiologiques en quantités de rayonnement absorbé. On ne pourrait que s'étonner que cela n'ait pas encore été fait méthodiquement et partout si le problème n'était pas en lui-même si difficile. Il est, en effet, beaucoup plus simple de mesurer des forces incidentes que des forces absorbées, et le problème se complique encore avec les diverses qualités de rayons utilisés en radiothérapie.

Dire qu'on a appliqué en surface et à telle profondeur une dose de 1.000 R. ou de 10.000 R. ne signifie rien ou pas grand'chose. Ce qui importe, c'est de pouvoir dire : je fais absorber par telle tranche de tissus à telle profondeur, une dose de tant d'unités, de telle qualité de rayons.

En ce qui concerne la dose d'érythème, on peut la définir : la quantité de rayons qui, absorbée en une seule fois par la peau, produit sur elle vers le 20e jour un érythème léger et une épilation temporaire.

Une première condition pour la déterminer numériquement en R. ou en H., est d'adopter une unité d'épaisseur. Pratiquement, j'ai adopté l'épaisseur de 5 millimètres (un demi-centimètre), qui corres-

pond sensiblement à l'épaisseur de la peau, à la dimension du follicule pileux dans le cuir chevelu. Cette unité d'épaisseur peut d'ailleurs aussi bien servir pour les tissus profonds. Pour de nombreuses raisons, l'unité millimètre est difficile à retenir; anatomiquement d'ailleurs, elle ne correspondrait à rien d'intéressant.

Dans les expériences, le demi-centimètre de peau ou de tissu mou peut être représenté par un carton mouillé de même épaisseur ou par un demi-millimètre d'aluminium, l'absorption par ces divers filtres étant égale à peu de chose près.

Il faut, d'autre part, mesurer chronométriquement, avec des pastilles et avec l'ionomètre, de demi-centimètre en demi-centimètre de profondeur, dans des conditions d'expérience bien déterminées et constantes, les quantités incidentdes de rayonnement d'où l'on déduit les quantités absorbées. L'interposition de filtres d'aluminium de diverses épaisseurs facilite les expériences et l'on tient compte par le calcul de la variation de la distance.

Etincelle	Filtre	DOSE D'ÉRYTHÈME OU DE VIRAGE A LA TEINTE B	
		R. incidents	R. absorbés par 1/2 cm de tissu mou.
7.8 cm	0	540	275
	cm : 1/2 al	720	230
	1 cm al	810	190
10.11 cm	0	720	265
	1/2	760	234
	1	825	182
15 cm	0	735	270
20 cm	0	796	264
	1/2	834	214
	1	920	170
	3 cm al	1.030	82
	5	1.206	76
	10	1.225	70
30 cm	0	800	258
	1/2 al	830	206
38 cm	0	812	255
	1/2 al	868	184
	1	980	140
	5	1.225	72
	10	1.380	68

Pour l'emploi des pastilles, il est préférable de les placer au niveau même et à côté de la chambre ionométrique. L'inconvénient est que le temps de l'expérience est quadruplé, mais les résultats sont plus sûrs. Pour avoir la valeur de la dose d'érythème, on divise par 4 le chiffre des R. ainsi obtenus.

La quantité incidente de rayons nécessaire doit, en principe, varier, augmenter avec le pouvoir de pénétration des rayons et par conséquent avec leur longueur d'onde, la fraction retenue par les tissus étant réduite en proportions quand on augmente la tension du courant ou la filtration du rayonnement; c'est, en effet, ce que l'expression vérifie en général.

Nous allons voir d'autre part, et c'est là un fait nouveau, que, pour un même effet d'érythème ou de virage de la pastille, la quantité absorbée nécessaire va en diminuant avec la longueur d'onde des rayons utilisés; et ceci nous rapproche des physiciens et de nombreux radiothérapeutes qui pensent que les rayons de plus courte longueur d'onde ont des effets différents et sont réellement plus puissants que les autres.

Voici des chiffres qui résultent d'expériences multiples sur divers appareillages Griffe ou Casel (tubes Chabaud et tubes Coolidge : je me garderai de les donner comme définitifs). Les expériences doivent, au contraire, être reprises avec patience et minutie, mais, tels quels, ils représentent cependant des données qui peuvent être utilisées.

De l'étude de ces chiffres, il apparaît que, pour des rayons non filtrés émis sous diverses tensions, les quantités incidentes nécessaires pour la dose d'érythème, varient *grosso modo* de 500 à 850 R., et les quantités absorbées de 275 à 255 R. quand on s'élève de 6 à 40 cm. d'étincelle; toutes autres conditions étant égales d'ailleurs.

Avec les mêmes rayonnements, mais épurés par une plus ou moins grande filtration, les différences sont encore beaucoup plus accusées : les quantités incidentes montent de 600 à 1.300 R. et davantage, et les quantités absorbées tombent de 230 à 60 R. et au-dessous. De ces constatations, il semble donc ressortir ce fait très net, en principe très important et qui n'avait pas encore été, je crois, démontré :

Des actions physiques, chimiques, physiologiques, effet radiographique, effet Villard, érythème, épilation, obstruction cellulaire, peuvent être également obtenus avec des rayons de qualités très différentes avec les plus grandes comme avec les plus courtes longueurs d'onde; mais la quantité de rayons nécessaire pour produire un même effet varie avec la qualité des rayons employés : *la quantité de rayons mesurée à l'ionomètre, qui doit être absorbée ou transformée dans une épaisseur donnée de tissus, diminue avec la longueur d'onde de ces rayons;* d'où l'on peut, semble-t-il, conclure que les rayons de plus courte longueur d'onde sont effectivement doués d'un pouvoir énergique plus élevé.

Dr Marcel JOLY

L'HOMOGENEITE DES DOSES DANS LA MASSE ET DANS LE TEMPS EN RADIOTHERAPIE PROFONDE

Depuis que M. Regaud et M. Proust ont montré que la répartition homogène de la dose suffisante d'un rayonnement, soit y, soit x, dans toute l'étendue d'une zone cancéreuse était un des facteurs essentiels de succès dans le traitement des néoplasmes par les radiations, tous les radiothérapeutes se sont efforcés d'atteindre dans la mesure du possible cette homogénéité si désirable.

Sans vouloir toucher à la question des doses excitantes, sans vouloir soutenir qu'en irradiant convenablement une partie des cellules néoplasiques et insuffisamment une certaine quantité de ces cellules malignes, on active le pouvoir proliférant de ces dernières, il est logique de penser que si une irradiation défectueuse laisse subsister des cellules cancéreuses, on a toute chance d'assister à une reprise d'activité après un temps d'arrêt ou même de régression, momentanée, du cancer. Il se peut qu'une réaction conjonctive concoure à l'étouffement des cellules cancéreuses restantes dans une gangue fibreuse; mais les examens histologiques ont montré que cette réaction n'était pas constante, tant s'en faut. Et si l'on s'attarde de plus en plus à l'observation des réactions générales secondaires après les irradiations, rien n'est venu jusqu'ici ébranler la loi de Bergonié-Tribondeau, et on doit compter avant tout sur l'effet destructif direct de la cellule néoplasique. Ces considérations suffisent à respecter cette nécessité de toucher d'une même dose suffisante de rayonnement toutes les cellules suspectes.

Pour ma part, je pense qu'il est également très utile d'irradier une tumeur de telle sorte que toutes les cellules reçoivent cette dose suffisante dans un même temps.

D'expériences faites personnellement sur des souris et de jeunes lapins et sur lesquelles je reviendrai, je crois pouvoir conclure que le premier effet d'une irradiation de l'ordre de 500 à 1.000 R. est de produire dans les tissus irradiés une congestion très active avec vaso-dilatation intense des vaisseaux capillaires. Après une pareille irradiation, les capillaires lymphatiques et sanguins me semblent donc plus propres qu'à aucun autre moment à recevoir et à entraîner une cellule. Il est possible qu'on puisse trouver là une explication aux faits de métastase

fréquemment attribués à la radiothérapie. En tous cas, il m'a semblé prudent et logique de chercher à donner au cours d'une même séance d'irradiation une dose régulièrement répartie dans toute l'étendue présumée cancéreuse.

De cette façon, si les migrations cellulaires doivent se produire plus aisément après une irradiation, du moins peut-on espérer n'envoyer dans les capillaires lymphatiques ou sanguins que des cellules sinon stériles, du moins à résistance amoindrie et plus fragiles vis-à-vis des défenses leucocytaires ou fermentaires qu'elles rencontrent par la suite.

Comment peut-on, en pratique, homogénéiser autant que possible la dose de rayons jugée nécessaire? On n'y peut arriver avec une précision relative qu'en s'aidant de schémas d'irradiation.

Pour dresser ces schémas, il faut d'abord posséder tous les faisceaux d'irradiation donnés par les différents localisateurs avec les divers filtrages susceptibles d'être employés en usant des rayonnements de qualités déterminées.

L'idéal serait d'étudier ces faisceaux sur le cadavre, à l'aide de l'ionomètre, en tenant compte des plans osseux et des zones de tissus plus ou moins denses. Mais on est bien obligé, en réalité, de s'en tenir à l'étude du faisceau dans un fantôme à eau.

Le fantôme dont je me suis servi présente les particularités suivantes : c'est une boîte étanche, remplie d'eau, dont trois faces latérales sont entourées de plomb pour protéger l'opérateur contre le rayonnement diffusé. Les dimensions sont à peu près celles d'un abdomen moyen. Sur la quatrième face latérale est fixée une plaque de cuivre à frottement dur, très épaisse (5 m/m) se déplaçant de gauche à droite ou inversement. Sur cette paroi mobile est fixée une seconde plaque à glissière se déplaçant verticalement dans les deux sens. Cette dernière plaque est munie d'un orifice tubulaire à frottement dur qui est l'emplacement de l'extrémité de l'ionomètre portant la chambre d'ionisation. La partie supérieure est recouverte d'une mince feuille de contre-plaqué. Le dispositif permet d'explorer tous les plans du fantôme à toutes les profondeurs avec la plus grande facilité. Toutes les mesures sont rapportées à la mesure faite sur le couvercle au centre du localisateur : c'est aussi la seule mesure qu'il soit commode de prendre sur un malade au cours d'une irradiation. Il n'est peut-être pas correct au point de vue laboratoire de calculer les taux en profondeur par rapport à une mesure prise avec la chambre d'ionisation dans cette position. Mais il s'agit là non pas de physique pure mais de clinique, et j'ai voulu me rapprocher autant que possible dans l'étude de mes faisceaux des conditions d'irradiations thérapeutiques auxquelles ils doivent servir.

Je vous présente ci-dessous quelques faisceaux obtenus dans les conditions d'irradiation indiquées auprès de chacun d'eux. Plusieurs de ces courbes diffèrent un peu de celles que j'ai déjà publiées à la société

de radiologie médicale de France. C'est que ces premières courbes avaient été construites sur une moyenne de trois mesures pour chaque point, ce qui représente déjà un nombre considérable de mesures ionométriques. Mais depuis, je me suis aperçu que des mesures ultérieures ne coïncidaient pas toujours avec les courbes que j'avais d'abord tracées. C'est qu'il y a de multiples causes de variation du taux de transmission, pour un même point, en se plaçant dans les mêmes conditions depuis les constantes électriques qui ne méritent pas leur nom de « constantes » jusqu'à l'ionomètre qui n'est pas une balance au milligramme près. Les courbes suivantes doivent se rapprocher beaucoup plus de l'exactitude parce qu'elles ont été retouchées après d'innombrables mesures faites quotidiennement.

Comment se servir de ces faisceaux d'irradiation? A l'aide d'une lame de plomb que l'on moule sur la peau du malade, on prend, en deux parties antérieure et postérieure, le périmètre de celui-ci au niveau de la lésion à traiter. On place la lame de plomb dans la forme obtenue sur une feuille de papier transparent et on dessine ainsi la coupe transversale du malade. En s'aidant des planches d'anatomie telles que celles de Doyen et Bouchon de coupes de sujets congelés, en s'aidant des données de l'examen clinique, des données de l'examen radiographique, on dessine dans le périmètre obtenu l'emplacement des organes importants et de la tumeur ou de la zone suspecte d'envahissement cancéreux. Il reste alors à passer sous ce calque transparent les différents faisceaux jusqu'à ce qu'on ait trouvé ceux dont la combinaison des courbes donne la dose jugée convenable dans toute l'étendue présumée néoplasique. La pratique de la recherche de l'orientation des faisceaux montre que la meilleure disposition, quand rien ne s'y oppose, est l'irradiation par trois faisceaux dont les axes se coupent à 120°; cette disposition n'est malheureusement pas fréquemment praticable. Le schéma ainsi construit est alors concrété au cours du traitement du malade puisqu'on vient de déterminer toutes les données du problème de l'irradiation : les constantes électriques, le filtrage, le champ du localisateur, les portes d'entrées à la peau, l'orientation du faisceau.

Pour homogénéiser dans le temps, il semble séduisant de donner, au cours d'une même séance, la dose totale sur chacune des portes d'entrée indiquées par le schéma d'irradiation. Mais la pratique a condamné cette méthode souvent dangereuse par ses réactions et très imparfaite dans ses résultats.

Le fractionnement des doses, qui permet de surveiller les réactions et les susceptibilités individuelles qui laisse l'espoir de frapper plus sûrement le plus grand nombre de cellules pendant leur période de mitose, est beaucoup plus logique. Ce fractionnement établi, je donne donc au cours d'une même séance la même fraction de dose sur chacune des portes d'entrée choisies. Si, par exemple, mon schéma d'ir-

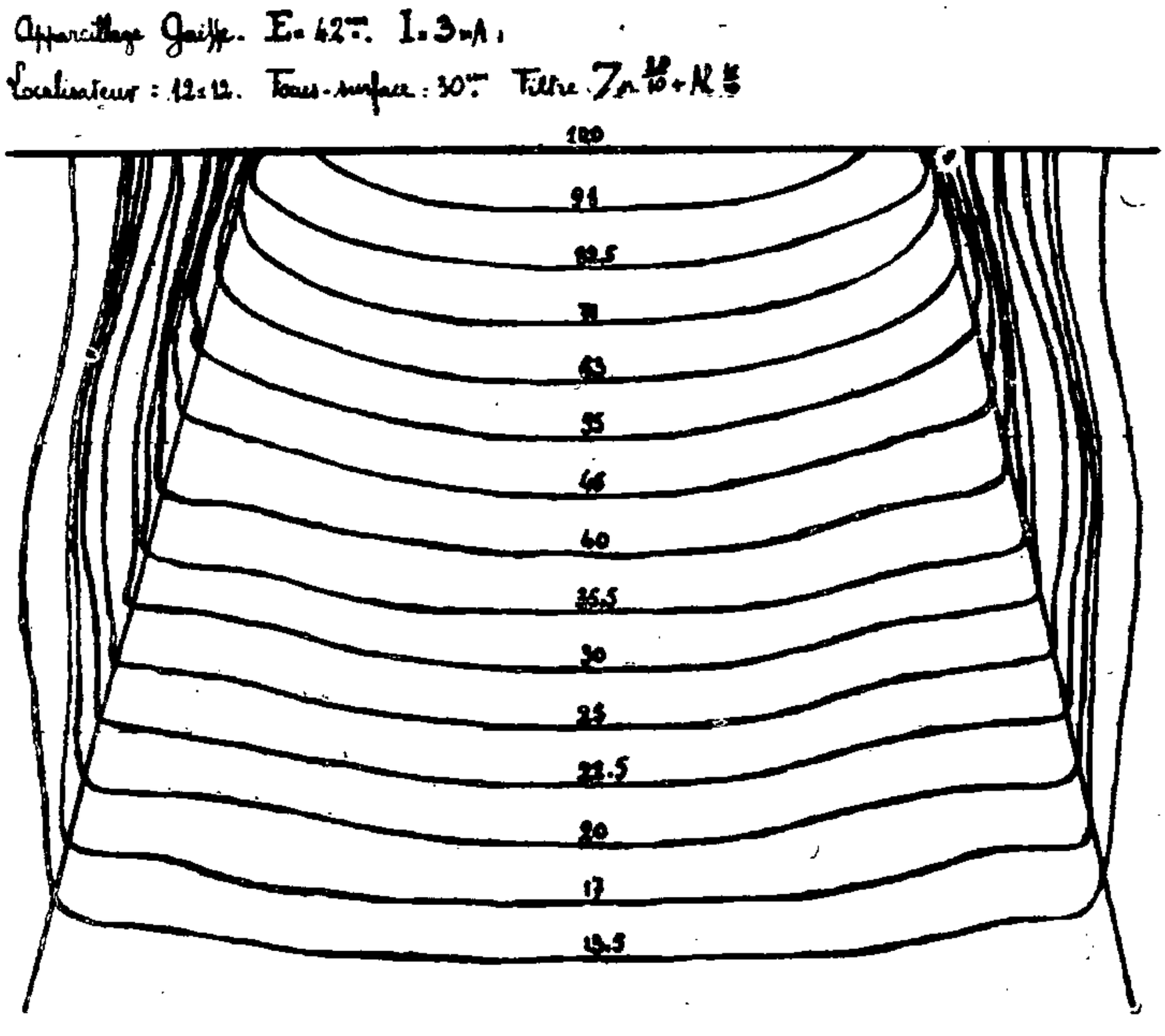

Appareillage Gaiffe. E. 42cm. I. 3mA.
Localisateur : 12×12. Foyer-surface : 30cm Filtre Zn 10/10 + Al 5/10
100
91
82.5
71
62
55
46
40
36.5
30
25
22.5
20
17
13.5

Fig. 1

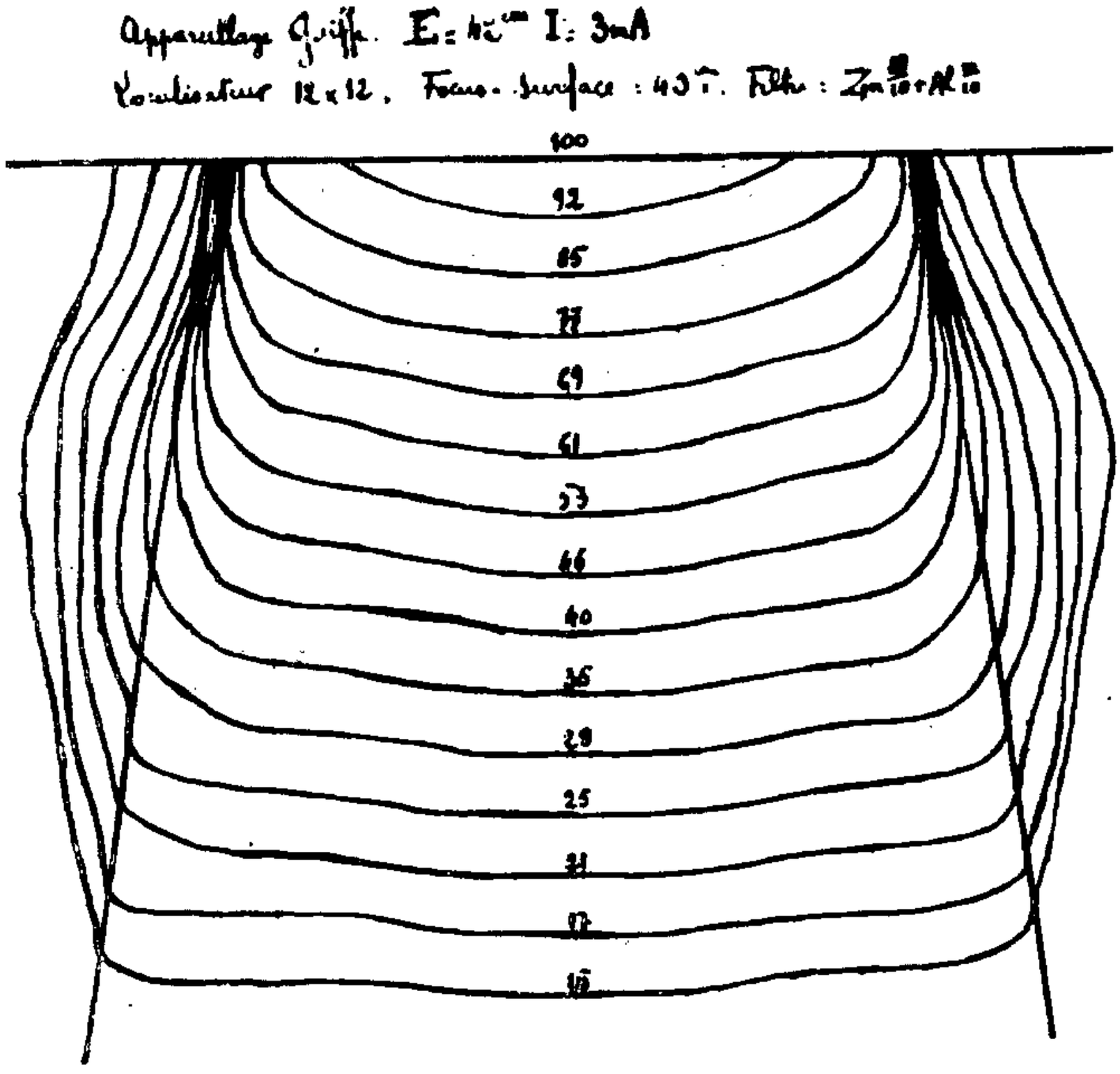

Appareillage Gaiffe. E = 42cm I : 3mA
Localisateur 12 x 12. Foyer-surface : 43 cm. Filtre : Zn 5/10 + Al 5/10
100
92
85
77
69
61
53
46
40
35
29
25
21
17
13

Fig. 2

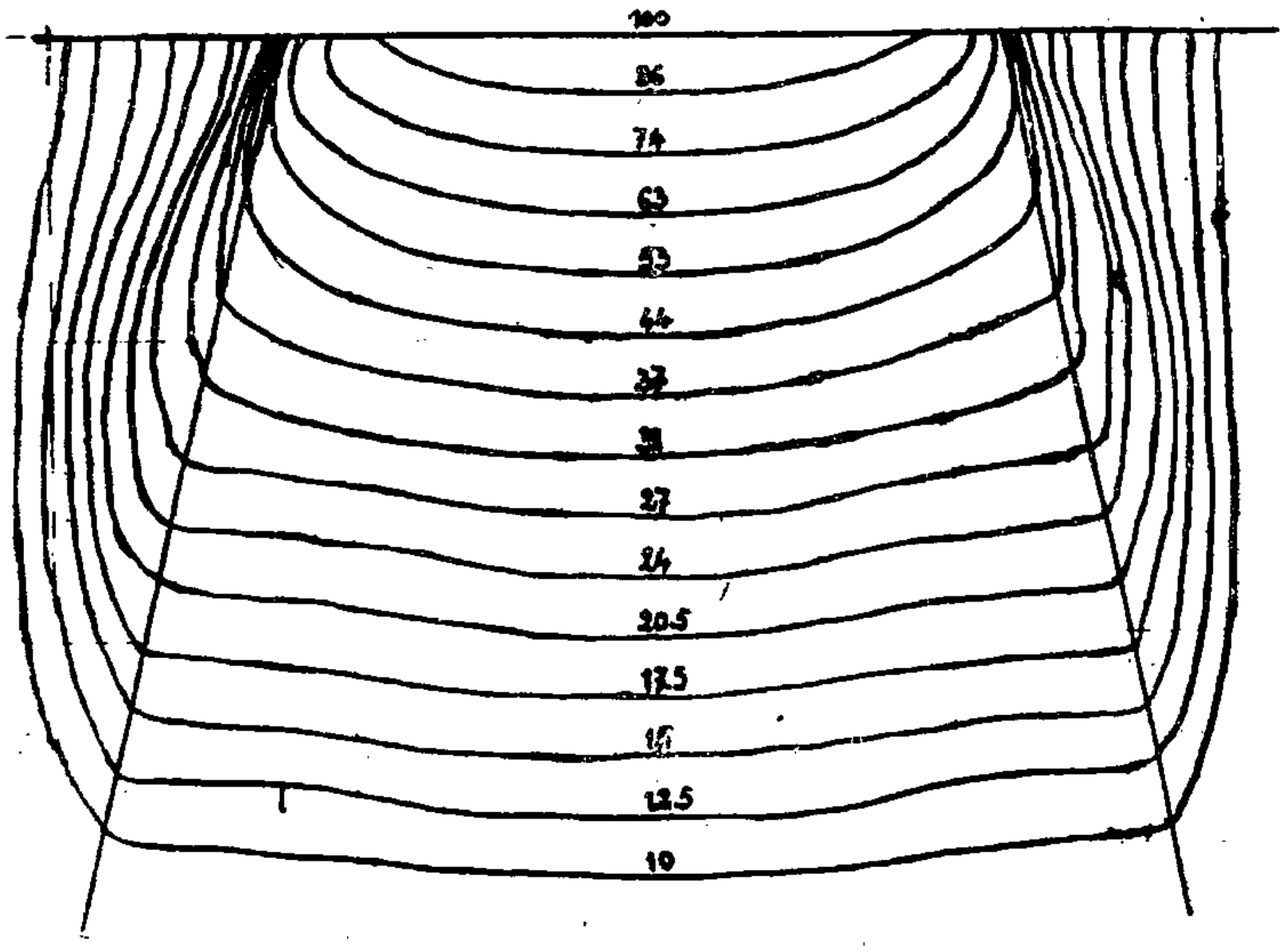

Appareillage Gaiffe. E: 42cm I: 3mA
Localisateur: 12 x 12. Foyer - Surface: 30cm. Filtre: Zn 5/10 + Al 15/10
100
86
74
63
53
44
37
31
27
24
20.5
17.5
15
12.5
10

Fig. 3

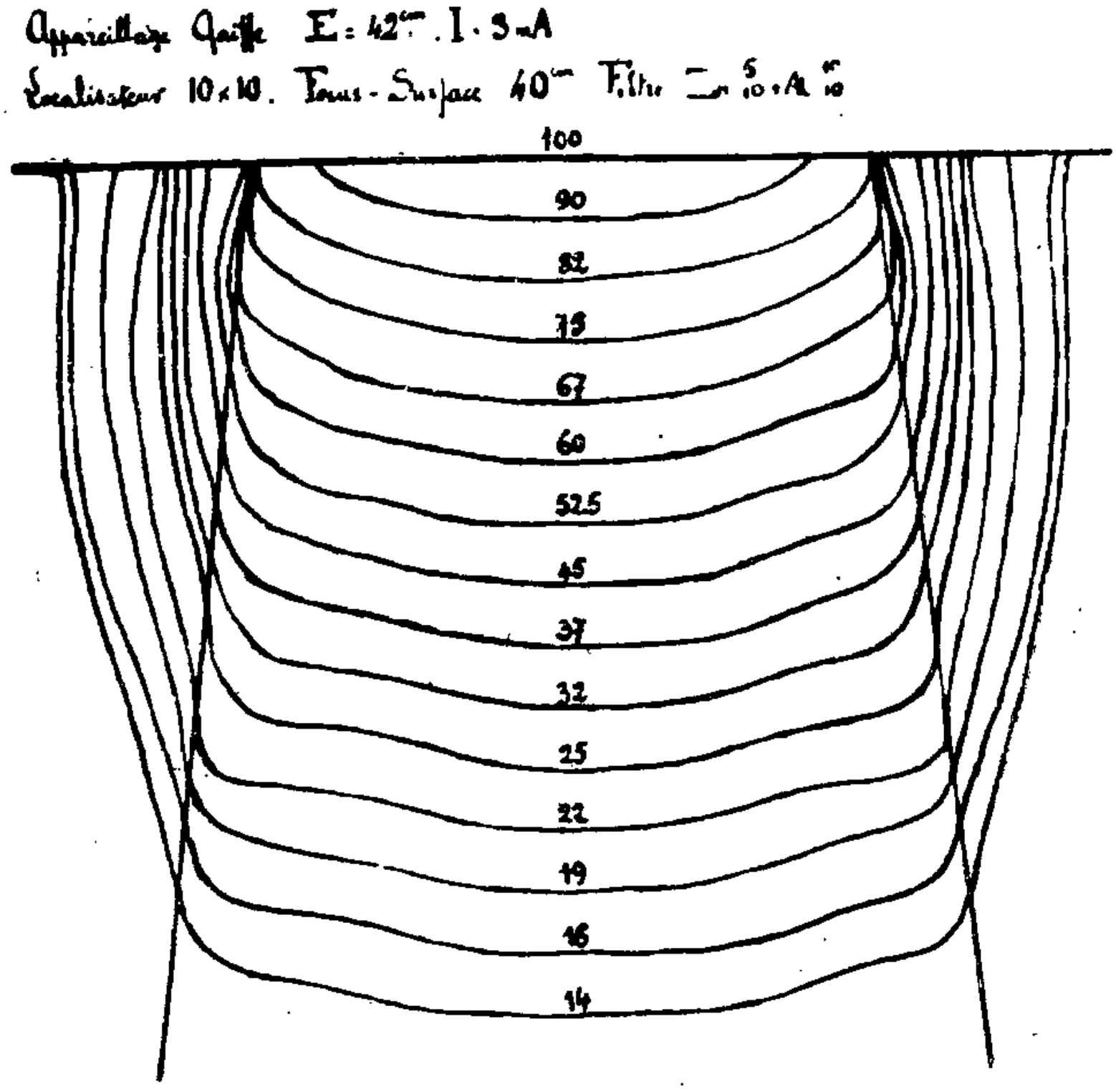

Appareillage Gaiffe E: 42cm. I. 3 mA
Localisateur 10 x 10. Foyer - Surface 40cm Filtre Zn 5/10 + Al 15/10
100
90
82
75
67
60
52.5
45
37
32
25
22
19
16
14

Fig. 4

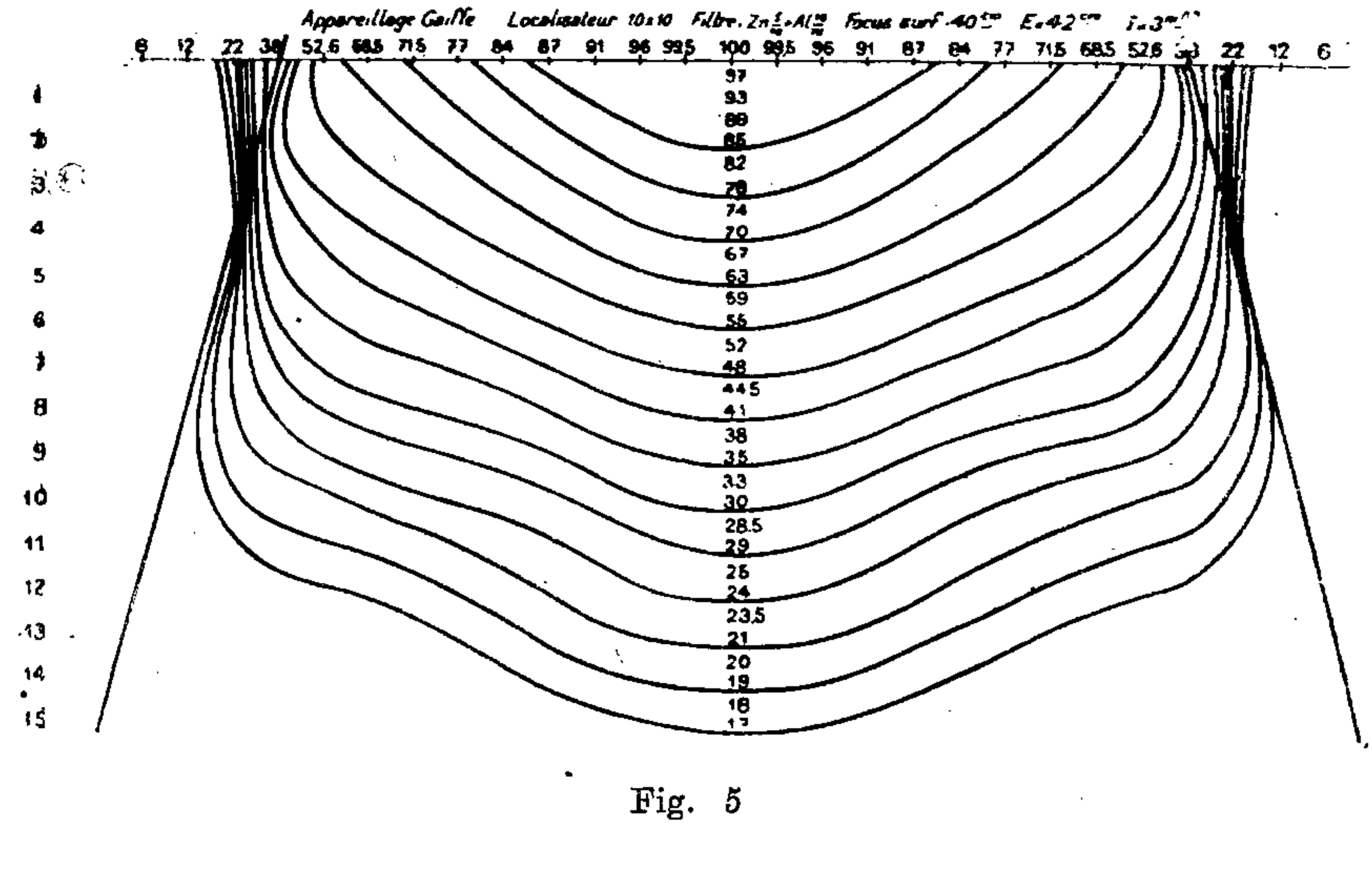

Appareillage Gaiffe Localisateur 10x10 Filtre. Zn 1/10 + Al 10/10 Foyer surf. 40cm E=42cm I=3mA
6 12 22 36 52,6 68,5 71,5 77 84 87 91 96 99,5 100 99,5 96 91 87 84 77 71,5 68,5 52,6 36 22 12 6
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
97
93
89
85
82
78
74
70
67
63
59
56
52
48
44,5
41
38
35
33
30
28,5
29
26
24
23,5
21
20
19
18
17

Fig. 5

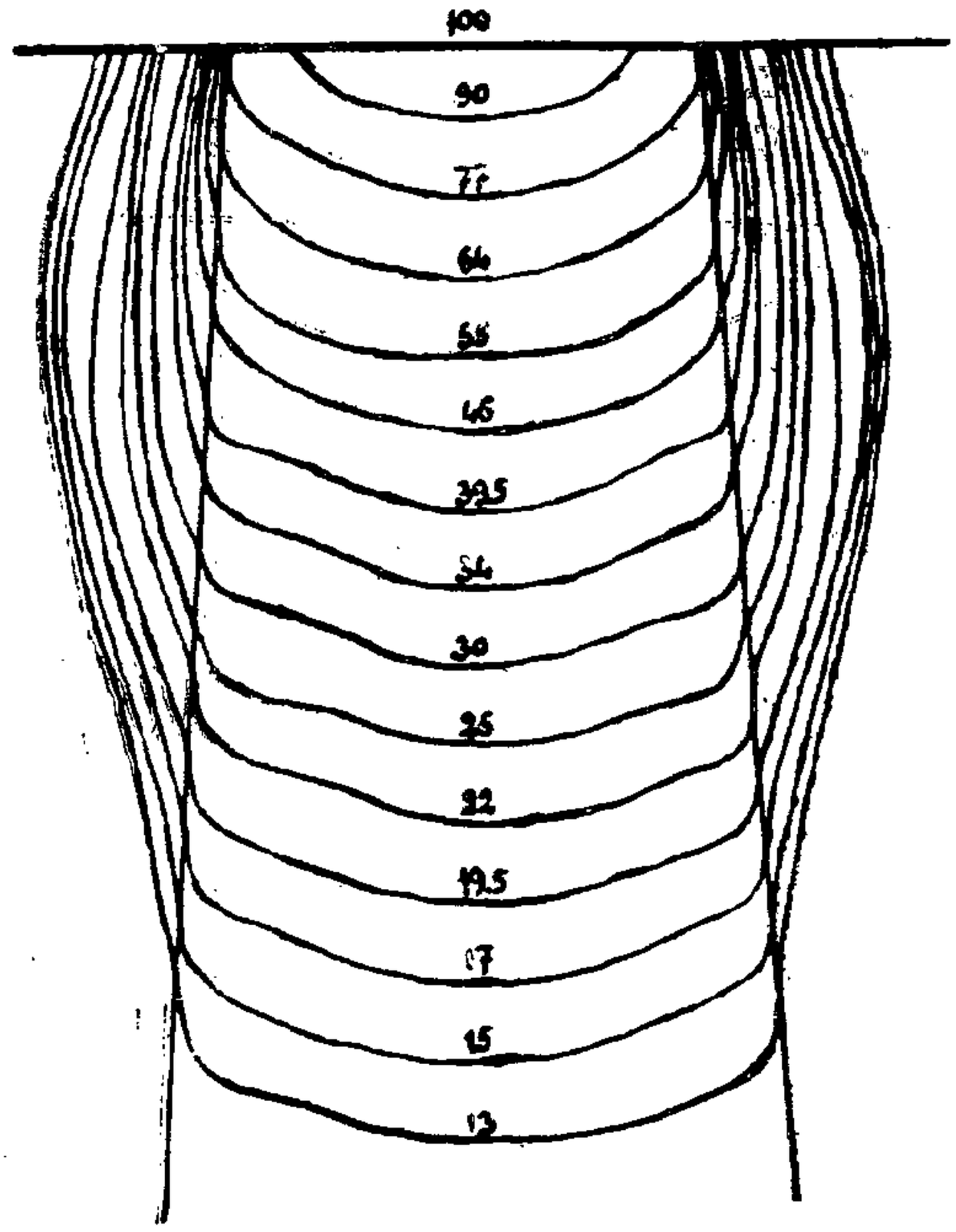

Appareillage Gaiffe E = 42cm. I = 3mA
Localisateur 6×8. Foyer-Surface : 30cm. Filtre : Zn 15/10 + Al 10/10
100
90
77
66
55
46
39,5
34
30
25
22
19,5
17
15
13

Fig 6

radiation m'indique qu'il faut donner 3.000 R. sur trois portes d'entrée, si je dois faire dix séances soit quotidiennes, soit plus espacées, je dois donner au cours de chacune de ces dix séances 300 R. sur chacune des trois portes d'entrée.

Quelques exemples de schémas d'irradiation :

Voici le schéma d'irradiation d'un cancer du rein avec propagation au foie. Toute la zone suspecte, de la face postérieure du rein à la face antérieure du foie, a reçu une dose allant de 80 à 112 % de la dose superficielle, c'est-à-dire 3.200 à 4.480 R., celle-ci étant de 4.000 R. sur chaque porte d'entrée, tout en respectant totalement le rein et la surrénale gauche.

Ceci est un schéma d'irradiation d'un estomac cancéreux. La disposition des faisceaux permet de donner 80 à 117 % sur la région néoplasique, en respectant intégralement le foie et la capsule surrénale droite.

Voici le schéma d'irradiation d'une tumeur abdominale d'origine obscure, probablement un cancer du colon transverse. La combinaison de deux localisateurs 15×15 a suffi pour donner dans la région tumorale une dose de 93 à 114 % en respectant au maximum les anses intestinales et le rein gauche.

Ceci est le schéma d'irradiation d'un sarcome du tibia avec diffusion dans les plans musculaires. 3 champs 8×10 ont permis une répartition de 140 à 150 dans toute l'épaisseur de la jambe, soit 3.360 à 3.600 R. pour une dose superficielle de 2.400 R. par champ.

Quel est l'avantage pratique de cette méthode? Je crois pouvoir l'appuyer sur la comparaison suivante : J'ai, dans mes observations, 13 traitements de cancer du rectum ou du sigmoïde. 8 ont été traités avant que je n'aie réalisé mes courbes d'isodose et, par conséquent, sans schéma d'irradiation. Il n'y a eu aucun cas d'amélioration notable, sauf peut-être pour un des malades dont les hémorragies rectales ont été atténuées et qui a eu une survie de huit mois. Pour les cinq autres, traités avec schéma d'irradiation, les résultats sont les suivants :

1° Un cancer du début du sigmoïde et de l'extrémité du rectum jugé inextricable au cours de l'opération chirurgicale qui se borne à un anus iliaque.

Cette malade avait des signes de cachexie au moment du début des irradiations qui remonte à mars 1923 (un an et demi), le rectoscope était arrêté à 14 cm. de l'anus par la tumeur. Actuellement, le malade a gagné plusieurs kilos; le rectoscope franchit sans difficulté jusqu'à 25 cm. l'ancien emplacement de la tumeur et la muqueuse rectale ne présente rien d'autre que quelques placards rougâtres avec muqueuse friable.

2° Un épithélioma cylindrique formant une tumeur ulcéreuse et bourgeonnante à 8 cm. de l'anus. Le début du traitement remonte à avril 1924.

La radiothérapie a été complétée par une application de radium.

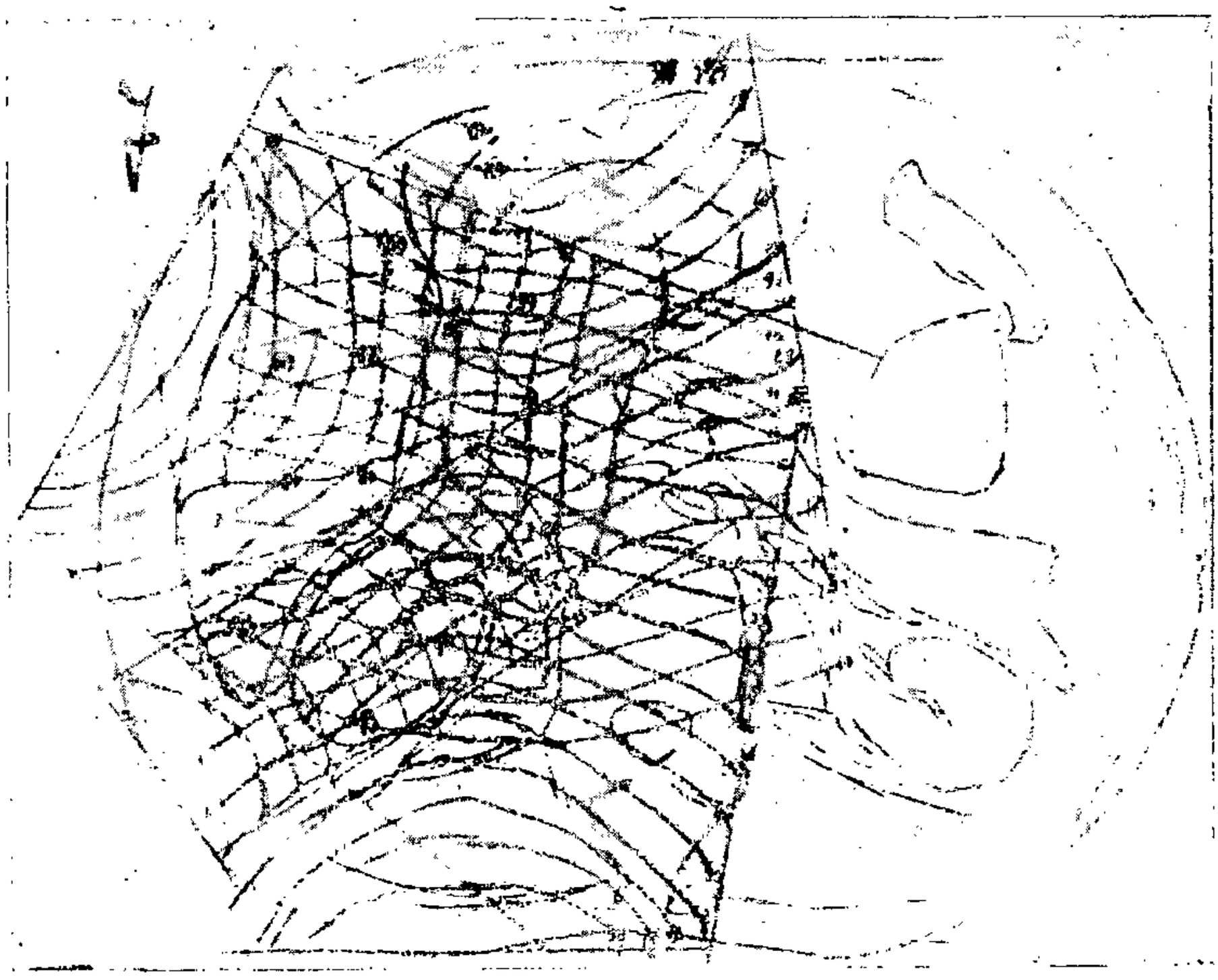


Fig. 7

Actuellement, sans anus artificiel, ce malade a un bon état général; mais il souffre d'une radionécrose étendue dans laquelle une biopsie n'a pas permis de reconnaître d'éléments néoplasiques.

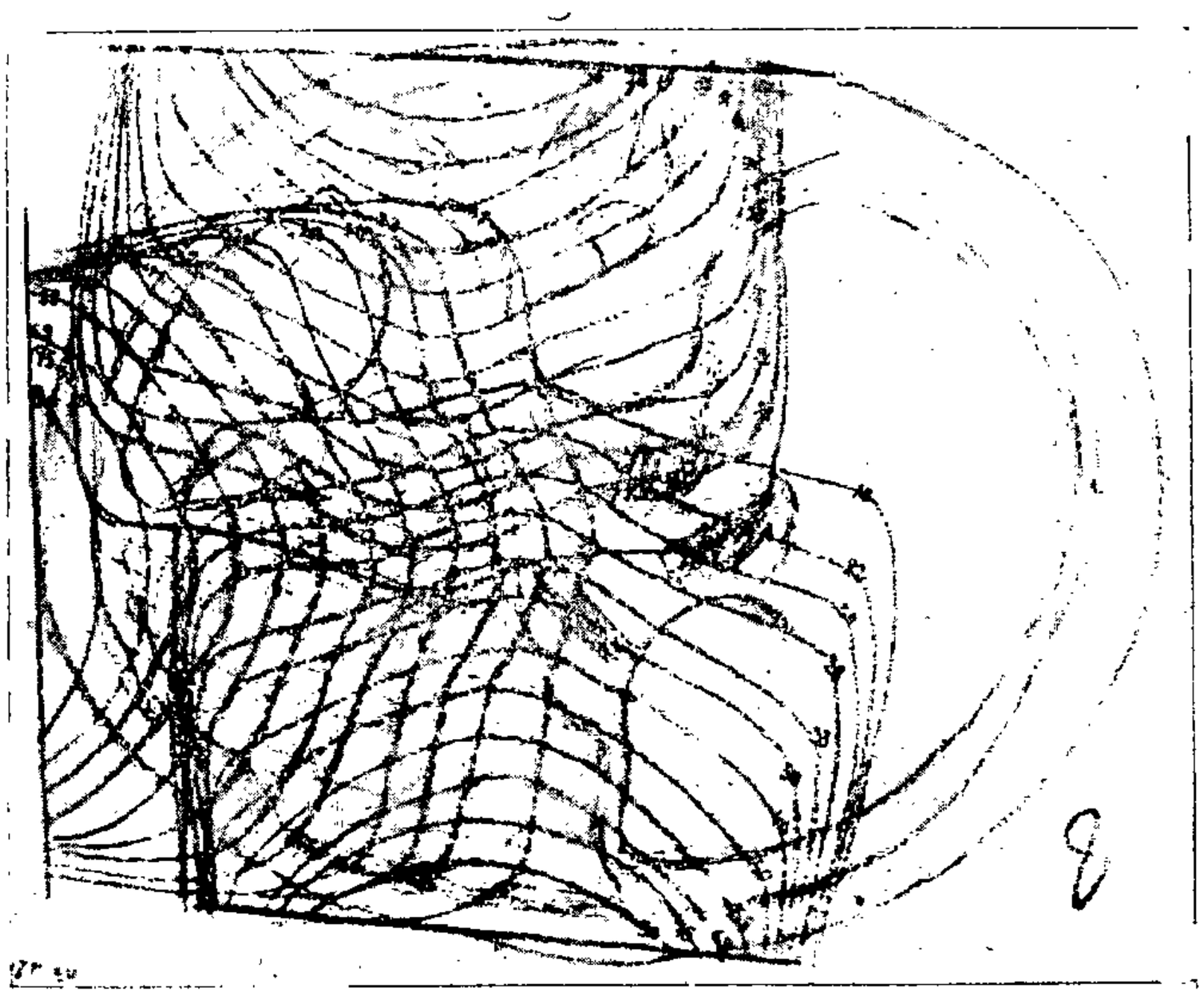


Fig. 8

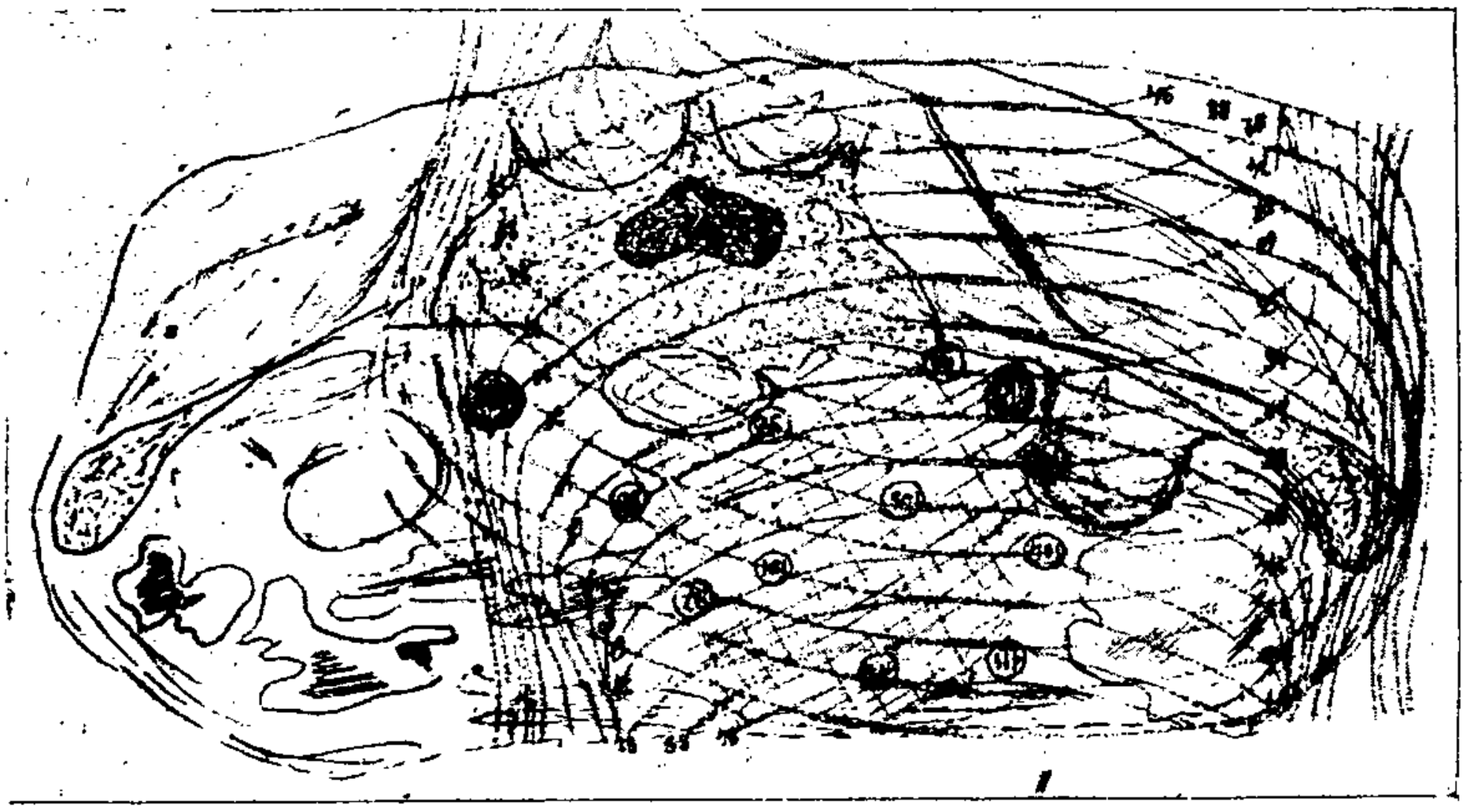


Fig. 9

3° Cancer du rectum (épithélioma cylindrique), récidivé trois mois après extirpation chirurgicale.

Un mois et demi après le traitement, la lésion avait complètement disparu; le rectoscope montrait une muqueuse parfaitement lisse et rose. Mais, dès cette époque, réapparurent des phénomènes de cystite aiguë (la vessie avait reçu 117 à 122 %) et le malade fut emporté par une infection urinaire ascendante.

4° Cancer du sigmoïde, avec propagation à la vessie et perforation vésicale.

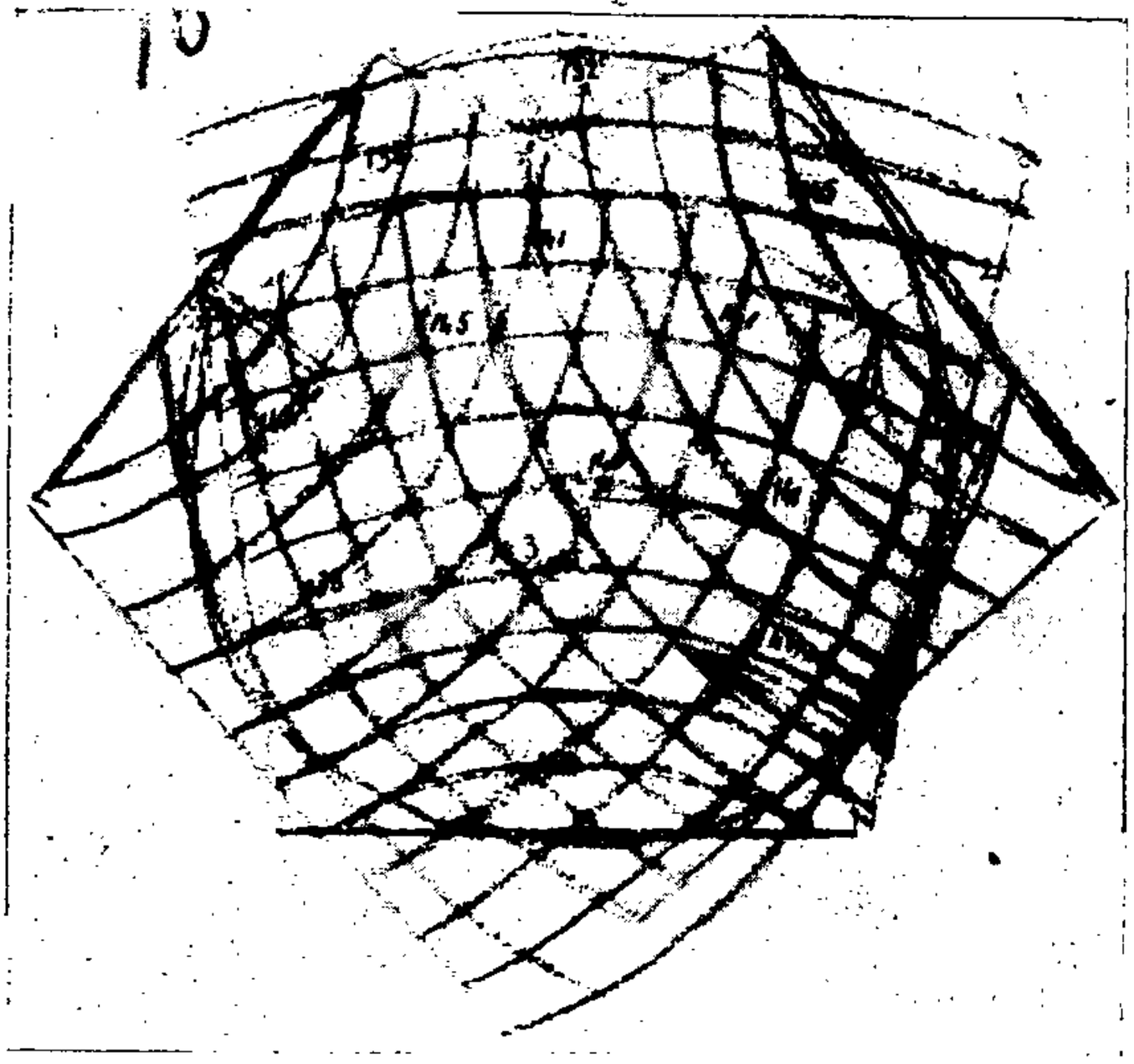


Fig. 10

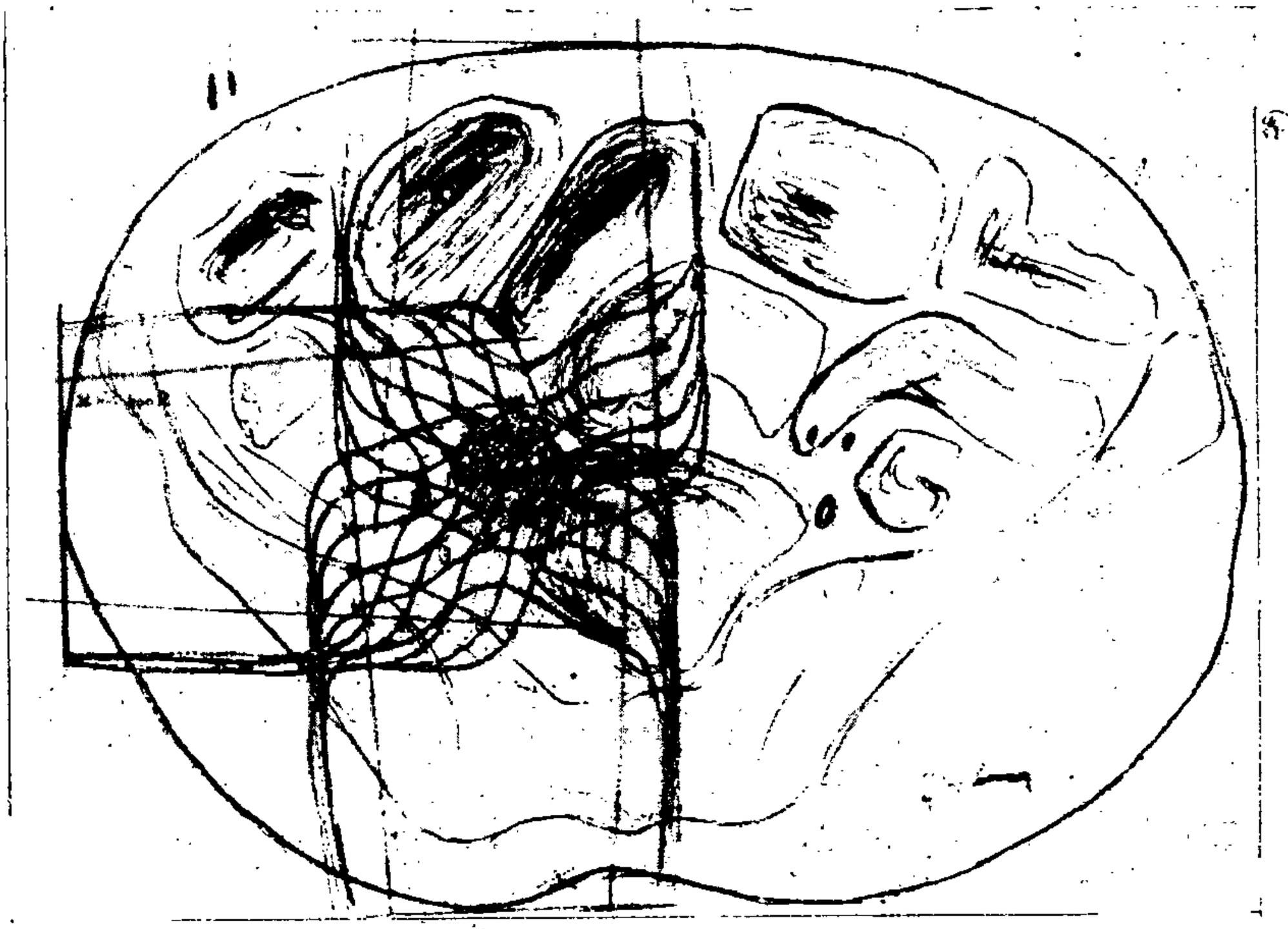


Fig. 11

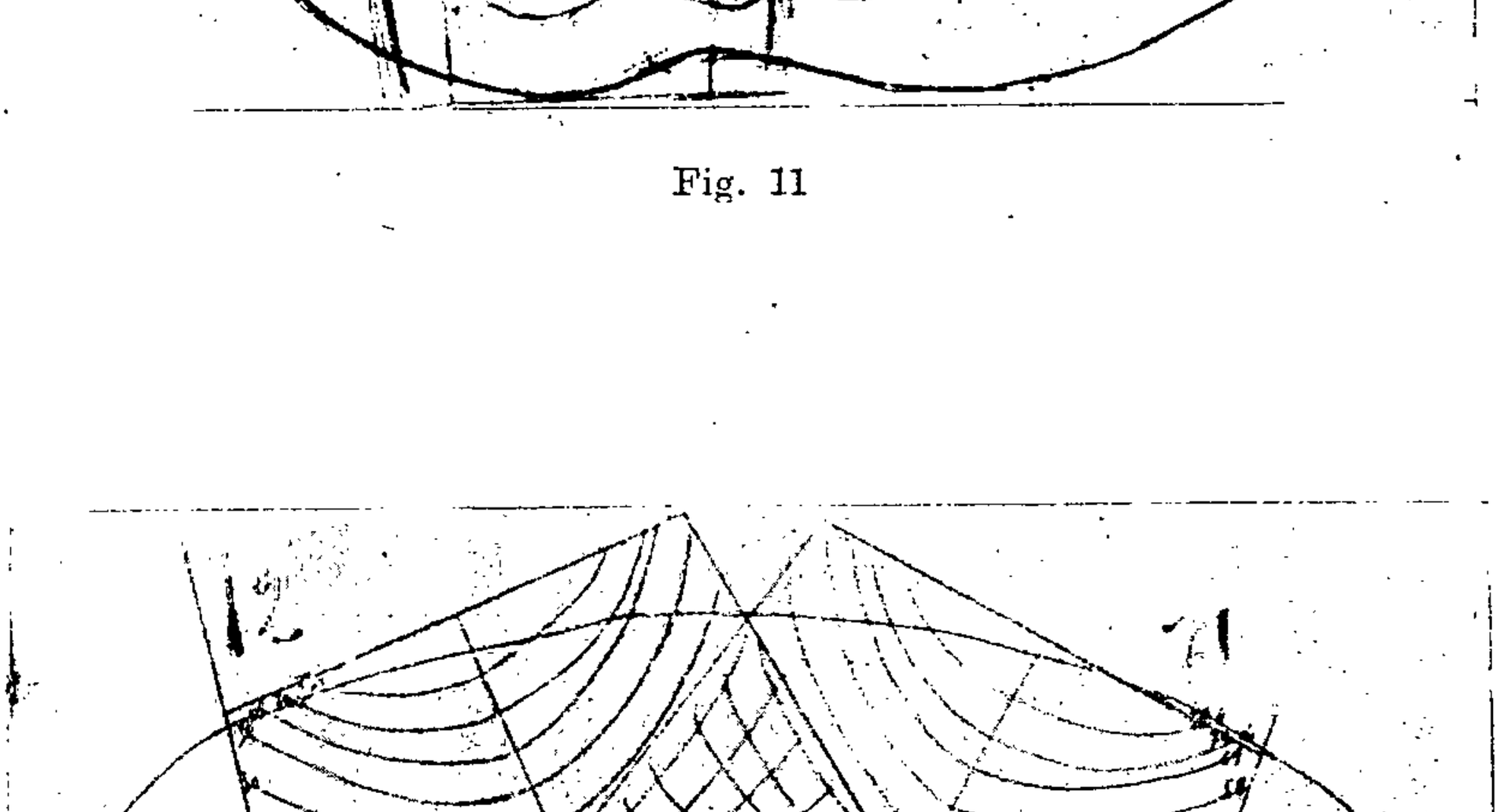


Fig. 12

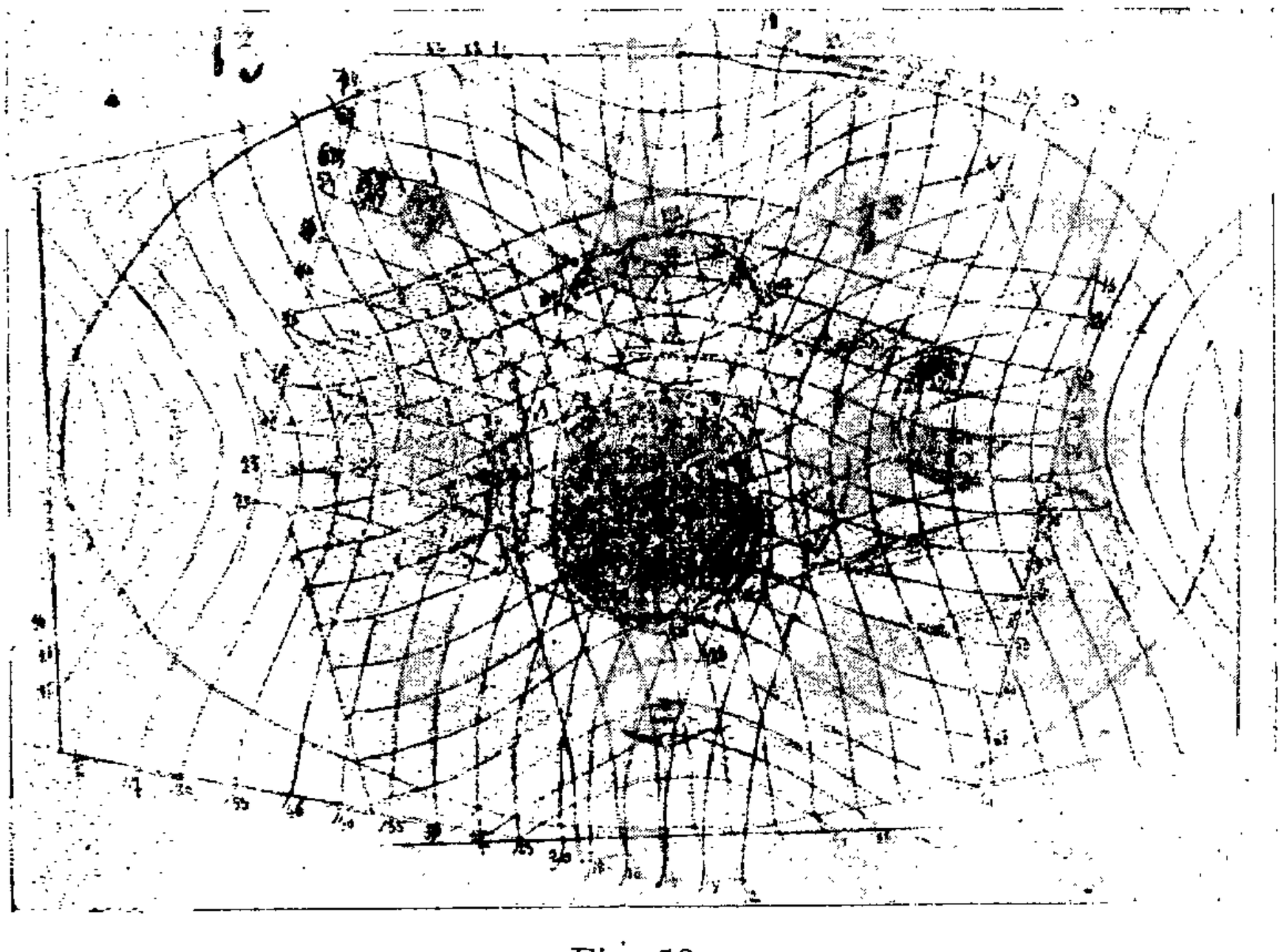


Fig. 13

Cette malade, cachectique, infectée, jugée irrémédiablement perdue en février 1924, a vu disparaître d'abord ses symptômes de perforation vésicale, puis ses symptômes abdominaux. Actuellement, elle a gagné cinq kilogrammes et présente les apparences d'une guérison du moins momentanée.

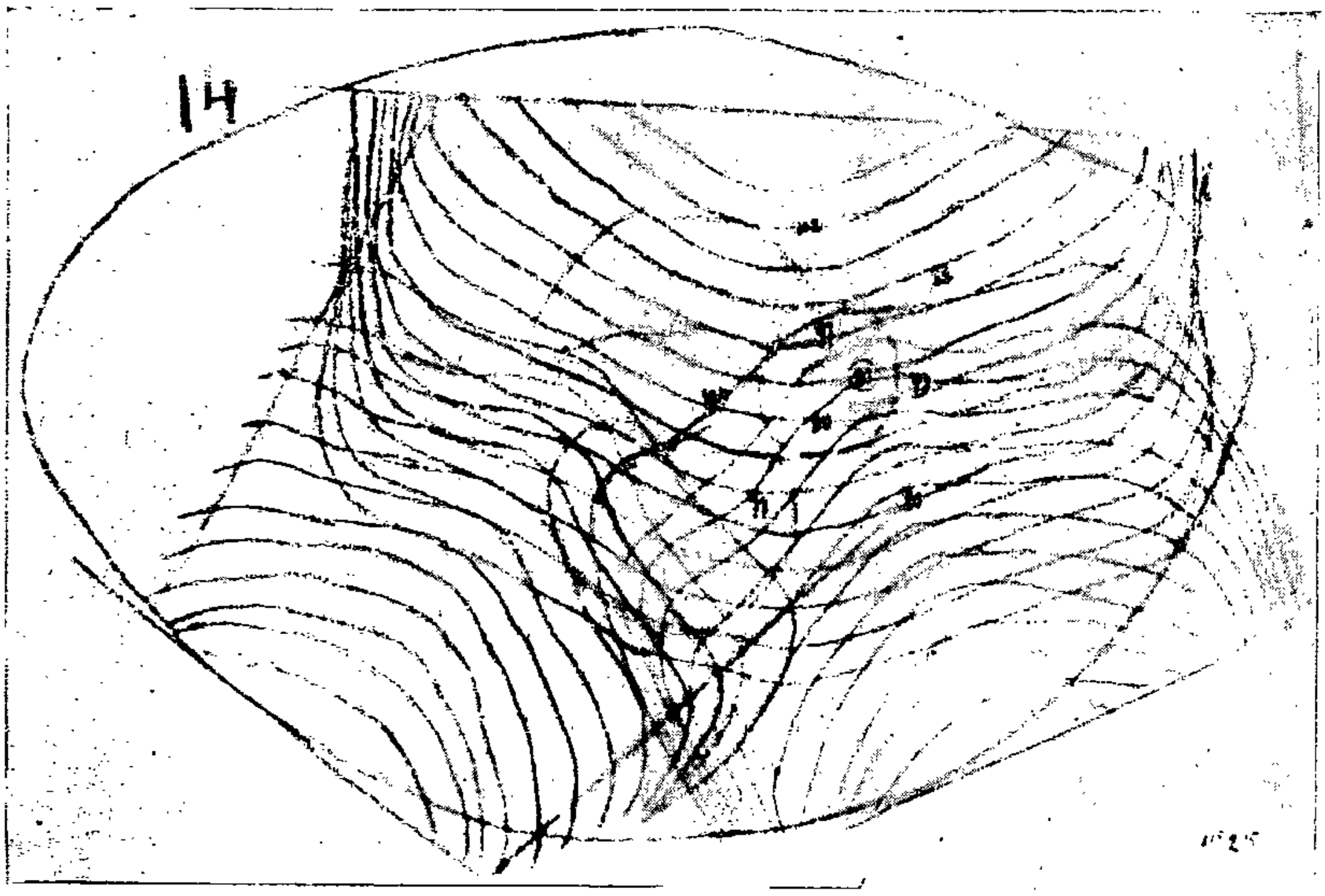


Fig. 14

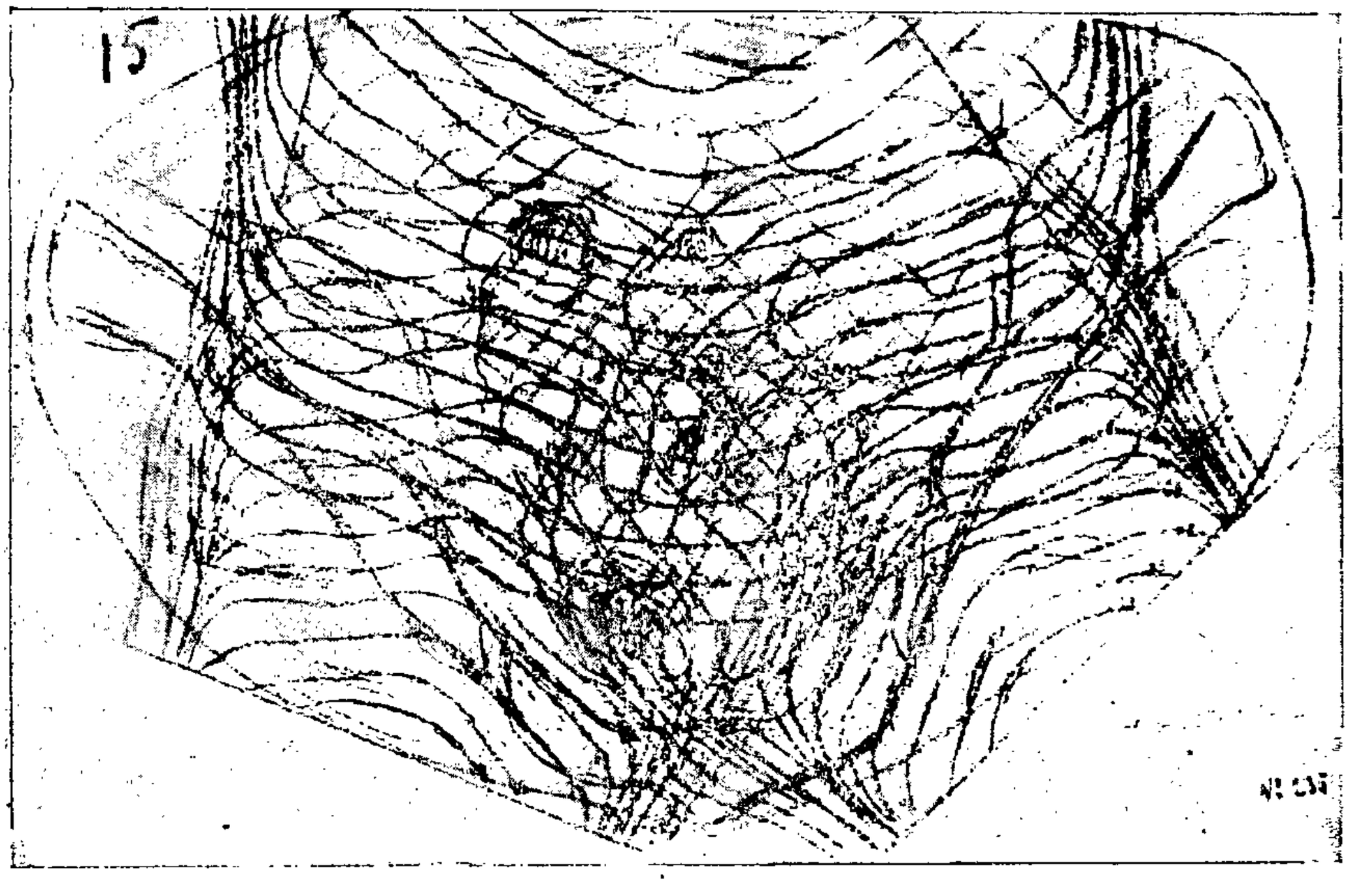


Fig. 15

5° Un dernier cas, récent, de cancer du rectum avec infiltration ganglionnaire jugé inextirpable au cours de l'opération chirurgicale.

Actuellement, deux mois après le début du traitement, le ventre est souple, on n'y rencontre plus d'indurations et le malade a gagné un kilogramme.

Je dois ajouter que ces deux derniers malades ont été traités en combinant des séances de diathermie aux séances de radiothérapie, selon la méthode de Keating Heart.

L'observation de tous ces faits m'encourage à croire que cette technique qui consiste à irradier de mêmes doses, dans toute l'étendue d'un territoire cancéreux dans un même temps ou de mêmes fractions de doses dans un même temps, donnera plus de précision aux observations radiologiques et sera d'un appoint précieux dans la lutte contre cet adversaire redoutable qu'est le cancer.

Dr A. MORLET

Chef de service aux Hôpitaux Sainte-Marie et Saint-Vincent

et

Dr R. CASMAN

Chef de service aux Hôpitaux Sainte-Elisabeth et Saint-Erasme, Anvers.

EMPLOI DE LA PARAFFINE EN RADIOTHERAPIE PROFONDE

Dans le traitement des tumeurs malignes par les rayons X, nous devons viser à ce que l'énergie soit distribuée de telle sorte en profondeur, que chaque point supposé malade reçoive la dose que nous voulons y faire agir.

Depuis longtemps et surtout depuis l'apparition des installations à hauts voltages, les physiciens cherchent à nous renseigner sur la façon dont le « médicament », mis à notre disposition, se répartit dans la région traitée. Dans ce but, ils s'adressent à des milieux où les rayons X se comportent sensiblement de la même manière que dans le corps humain. C'est ainsi que ces études se font sur les fantômes d'eau, c'est-à-dire des récipients en forme de parallélipipèdes rectangles, sur lesquels les rayons tombent normalement.

Les résultats de ces expériences sont reportés sur des graphiques qui doivent nous servir de base pour l'évaluation. Pour que l'irradiation réponde aux données physiques, il est de toute nécessité que la région à traiter soit rapportée à la forme du fantôme.

Pour la niveler et créer ce milieu diffusant, les moyens les plus variés ont été employés : caisses remplies de riz, d'amidon ou de substances analogues, ouate ou gaze imbibée d'eau, sacs en caoutchouc contenant de l'eau, substances plastiques à base de gélatine, etc...

Nous avons eu recours à plusieurs de ces procédés, mais, après de nombreux essais, nous avons donné la préférence à la paraffine.

Quelle que soit la forme de la région, celle-ci doit être ramenée à un parallélipipède rectangle dont le volume soit à même de la mouler entièrement.

Au début, nous avons cru bien faire en prenant l'empreinte au moyen de grandes plaques d'un mélange de paraffine et de cire. Celles-ci étaient appliquées tièdes et moulées sur la région, et reportées

ensuite dans l'eau froide. L'empreinte ainsi obtenue était fermée sur les côtés de façon à réaliser un moule négatif, dans lequel on coulait du plâtre pour obtenir un positif.

Cette technique, qui théoriquement semblait devoir être irréprochable, nous a donné des désillusions.

Quand il s'agissait d'enfermer la partie malade dans le moule de paraffine provenant de notre positif en plâtre, il n'y avait pas adaptation complète, ce qui faussait les mesures.

L'erreur provenait de ce que le mélange paraffine et cire ne durcissait pas suffisamment au contact de la température du corps, et, par son propre poids, le moule se déformait.

Nous avons donc abandonné cette technique pour choisir la suivante :

A l'aide de bandes plâtrées, imbibées d'eau comme pour faire un appareil plâtré, nous entourons la région à irradier. Pendant que le plâtre est humide, nous en modelons aussi exactement que possible les reliefs et les creux. Quand l'appareil commence à durcir, il est coupé au bistouri sur une lame de plomb que l'on a fixée au préalable. Pour enlever le moule de son modèle, il suffit d'élargir la solution de continuité ainsi préparée; la forme définitive du moulage sera obtenue à l'aide d'une dernière bande plâtrée; celle-ci servira non seulement à rapprocher les bords de section, mais elle fermera les ouvertures supérieure et inférieure du moule. On a réalisé ainsi un positif de la région à traiter. Celui-ci est alors immergé dans des bacs en zinc remplis de paraffine fondue. Ces bacs, de dimensions variables avec le volume des positifs qu'ils doivents recevoir, ont tous la forme géométrique correspondant à celle du fantôme.

Lorsque la paraffine qui englobe de toutes parts le positif est refroidie, on enlève le bloc solide, — paraffine et plâtre, — et on le scie suivant un plan perpendiculaire à l'axe d'irradiation.

De chacun des deux blocs ainsi obtenus, on enlève le plâtre et il ne reste plus alors que les deux parties d'un moule dans lequel la région viendra prendre place. Comme cette dernière possède à peu près le même coefficient d'absorption que la masse qui l'entoure, le tout forme un solide homogène comparable au fantôme d'eau dans lequel ont été faites les mesures.

Lorsque l'on fait un appareil pour la tête, afin de permettre au malade de respirer pendant les manipulations, on lui introduit dans la bouche un tube en caoutchouc.

Il est cependant une partie du corps où l'on ne sait réaliser un milieu homogène, c'est le thorax : le poumon rempli d'air, ne diffusant pas en effet les rayons X comme les autres tissus, cela nous prive du procédé de la paraffine pour le *cancer de l'œsophage*, et nous crée une difficulté pour le *cancer du sein*. Néanmoins pour ce dernier cas, nous avons pu remédier en partie : nous entourons l'hémithorax de paraffine, de façon à former un solide qui englobe le bras; l'épaisseur

de paraffine, au-dessus du sein, aura trois centimètres; le poumon perd alors de son importance par rapport à la masse, et la diffusion se produit à peu près, comme dans l'eau, en tous cas s'en éloigne moins qu'au cours d'une irradiation directe du thorax. L'appareil remontera assez haut vers le cou, de façon à permettre d'irradier les ganglions sus-claviculaires, aussi bien que ceux du creux axillaire et que la zone mammaire.

Pour les *cancers de la langue*, le moule englobera la presque totalité de la tête et le cou, de façon à répartir les rayons non seulement sur le foyer principal, mais sur les ganglions qui s'y rattachent.

Le même appareil servira pour les tumeurs de la tête et du cou. La région qui se prête le mieux à une irradiation homogène est l'abdomen; il se rapproche mieux du fantôme, tant par sa forme que par son contenu. L'appareil permettra d'irradier non seulement le *cancer de l'utérus*, mais celui du rectum, *les sarcomes de l'ovaire*, en un mot, toutes les tumeurs du bassin. Pour les *tumeurs de la vulve*, on créera un moule analogue au précédent, mais englobant la partie inférieure de l'abdomen et le haut des cuisses.

Nous supposons l'appareil terminé.

L'examen clinique nous donnera les dimensions de la région à traiter, prises au compas d'épaisseur, nous renseignera sur la situation et le volume de la tumeur, sur le domaine ganglionnaire infecté qui en dépend. Toutes ces données seront reportées en grandeur naturelle sur papier calque. On notera également sur ce schéma les points du rayon incident de chaque cône, tombant perpendiculairement à la surface, ainsi que ceux où deux cônes voisinent.

Le calque sera reporté sur celui des graphiques que l'on juge le plus apte à répartir la dose homogène pour le cas envisagé.

On additionnera les doses reçues à chaque point par les différents cônes.

Si le résultat désiré n'est pas obtenu, on procédera à d'autres calculs en faisant varier la tension, la grandeur du cône d'irradiation, la distance.

Telle est, dans ses grandes lignes, la méthode que nous appliquons actuellement. Vous allez, certes, nous opposer qu'elle est longue, difficile, compliquée. Nous sommes d'accord, ces manipulations réclament beaucoup de temps, et les appareils, pour être bien faits, demandent non seulement de l'attention mais une pratique que l'on doit acquérir. Mais qu'importe, si le résultat est meilleur? Or, à ce sujet, nous avons constaté que, dans les résultats obtenus, étaient de beaucoup meilleurs les cas traités avec la paraffine.

C'est ce qui nous a engagé à vous soumettre aujourd'hui ce mode de traitement, avec la certitude, s'il vous plaît de l'essayer, que vous n'aurez pas à regretter le temps que vous y aurez consacré.

Iser SOLOMON

Chef du Laboratoire central de Radiologie de l'Hôpital Saint-Antoine, Paris.

LES UNITES QUANTITOMETRIQUES EN RŒNTGENTHERAPIE

L'avènement de l'ionométrie, tout le monde est d'accord à ce sujet, a marqué un gros progrès dans la technique rœntgenthérapique; pour la première fois, une méthode précise et sensible permettait la mesure intermittente ou continue du rayonnement utilisé, ou dans des conditions analogues à son utilisation. Il n'y a pas lieu d'exposer ici les bases de l'ionométrie, ainsi que les appareils utilisés en quantitométrie ionométrique (1); nous discuterons seulement les diverses unités de mesure proposées; l'adoption d'une unité de mesure convenable est d'une importance capitale, car il ne suffit pas d'avoir une méthode de mesure et l'appareillage approprié, il est indispensable d'exprimer la quantité de rayonnement mesuré au moyen d'unités permettant une comparaison facile entre les diverses doses appliquées par des expérimentateurs différents, et même par le même expérimentateur. Prendre comme unité dosimétrique, même personnelle, le nombre des décharges d'un appareil de mesure ou l'inverse du temps de décharge, est réellement dépourvu de tout intérêt scientifique; aucune posologie sérieuse n'est possible avec des notations quantitométriques de ce genre. Il s'agit donc d'édifier un système d'unités quantitométriques permettant d'exprimer la quantité de rayonnement de Rœntgen au moyen d'une notation précise, pratique, rendant l'étalonnage d'un appareil de mesure à la portée de tout radiologiste; cette notation doit rendre possibles des évaluations identiques de la même quantité de rayonnement, quelle que soit l'origine de l'appareil de mesure, la précision seule de l'évaluation dépendant de l'appareil de mesure utilisé.

Dès 1908, Villard (2), qui construisit le premier ionomètre à usage médical, proposa comme unité quantitométrique la quantité de rayonnement qui libère une unité électrostatique par centimètre cube d'air dans les conditions normales de température et de pression. En 1914 (3), Szilard proposa comme unité quantitométrique un multiple

(1) Voir Iser SALOMON, *La Radiothérapie profonde*, p. 101.
(2) *Archives d'Electricité médicale*, 1908.
(3) *Archives d'Electricté médicale*, 1914, t. 2, p. 31.

de l'unité électrostatique, le méga-mégaion. Le méga-mégaion représente l'énergie d'un rayonnement susceptible de créer un million de fois un million d'ions. 10^{12} ions. La charge d'un ion étant de $3{,}4.10^{-10}$ unités électrostatiques, un méga-mégaion correspond donc à $3{,}4.10^{-10}$. $10^{12} = 340$ unités électrostatiques.

La notation en unités électrostatiques a été de nouveau proposée par Friedrich en 1918 (1) et l'unité *e* est ainsi définie par cet auteur : C'est la quantité de rayonnement qui permet le transport par ionisation, dans 1 cc. d'air, d'une quantité d'électricité correspondant à une unité électrostatique. Pour Krönig et Friedrich, la dose susceptible de produire un érythème est de 170 e, et ces auteurs ont indiqué (2) une notation en unités e de différentes doses susceptibles de produire certains effets biologiques, la dose d'aménorrhée correspond à 33 e, la dose cancéricide à 150 e.

La notation en unités électrostatiques est également utilisée par Duane (3), qui prend comme unité de l'intensité du rayonnement l'intensité d'un rayonnement de Rœntgen qui permet le transport par ionisation, dans 1 cc. d'air, d'une unité électrostatique. Cette unité, que Duane désigne par la lettre E, est une unité d'intensité; la quantité du rayonnement est donnée par l'intensité multipliée par le temps d'application.

Une unité électrostatique valant $0{,}33.10^{-9}$ ampères, on voit facilement que les notations en e, en méga-mégaions, en E, en ampères, se rattachent directement l'une à l'autre, et si la notation en unités électrostatiques pouvait convenir, l'unité électrostatique pourrait être adoptée comme unité quantitométrique internationale.

Si on désigne par C la capacité du dispositif de mesure, par V_0 et V_1 les potentiels initial et final correspondant à deux positions de la feuille ou de l'aiguille de l'appareil de mesure, par v le volume de la chambre d'ionisation, le nombre d'unités électrostatiques libérées sera

$$\text{égale à } \frac{C\ (V_0 - V_1)}{300.v}$$

L'étalonnage de l'appareil de mesure comporterait donc la mesure précise de la capacité du dispositif ionométrique en ordre de marche, un étalonnage en volts des déplacements de l'aiguille de l'appareil de mesure, une mesure du volume de la chambre d'ionisation. De ces différentes mesures, certaines sont très délicates et ne peuvent être menées à bien que par un physicien très expérimenté et dans un laboratoire de physique très outillé; toute modification d'une partie quelconque de l'appareil de mesure (modification du conducteur, change-

(1) KRÖNIG et FRIEDRICH, *Physikalische und biologische Grunlagen*, etc., p. 77.
(2) Voir SOLOMON, *Les doses biologiques* (*Journal de Radiologie*, 1923).
(3) *American Journal of Rœtgenology*, 1922, p. 787.

ment de la feuille de l'électroscope, etc.), entraîne un nouvel étalonnage aussi laborieux que le premier. Malgré ces difficultés, tout en adoptant un système pratique d'étalonnage comme celui que nous exposerons plus loin, il semblait que rien ne pouvait s'opposer théoriquement à l'adoption de l'unité électrostatique comme unité quantitométrique internationale. Malheureusement, la pratique nous a montré que, malgré les difficultés techniques rencontrées, la notation en unités électrostatiques ne conduit pas à des résultats univoques. Nous avons montré (1) qu'un système d'unités fondé sur la mesure du potentiel et des constantes géométriques du système de mesure, peut donner lieu à de grosses erreurs dosimétriques, Krönig et Friedrich indiquent, nous l'avons vu plus haut, 170 e comme dose susceptible de produire un érythème. L'étalonnage en unités électrostatiques d'un de nos ionomètres, étalonnage effectué avec toute la précision désirable au laboratoire de l'Ecole supérieure d'Electricité, nous a donné l'égalité suivante : 170 e = 243 R; nous reviendrons plus loin sur notre notation en R. Comme la dose susceptible de produire un érythème est au moins dix fois plus élevée, il résulterait que la dose d'érythème, évaluée avec notre ionomètre serait de 1.700 unités électrostatiques. Pour Szilard, la teinte B du radiomètre de Sabouraud et Noiré correspond à quatre méga-mégaions; comme un méga-mégaion correspond à 340 unités électrostatiques, il résulte donc que 5 H correspondent à 1.360 unités électrostatiques, ce qui diffère encore considérablement des résultats de Friedrich.

Duane indique, dans le travail précédemment cité, qu'avec un tube Coolidge travaillant sous 200,000 volts, avec une intensité de 4 milliampères, une distance focale de 80 centimètres, rayonnement filtré sur 0,5 millimètre de cuivre, avec ces diverses constantes, l'intensité était de l'ordre de 0,21 E; la dose de 170 e était donc obtenue en treize minutes; or, avec les constantes indiquées par Duane, le temps pour obtenir un érythème devait être au moins dix fois plus long.

Il est donc évident que, suivant l'appareil de mesure utilisé, la notation en unités électrostatiques permet d'attribuer des valeurs très différentes à la même quantité de rayonnement; ces différences s'expliquent aisément, car dans la notation en unités électrostatiques n'interviennent que les mesures de la capacité, du potentiel et du volume de l'air ionisé. Or, l'épaisseur des parois de la chambre d'ionisation, la composition de ces parois, la forme de la chambre d'ionisation, jouent un rôle considérable qui n'entre pas en ligne de compte dans la formule nous donnant l'évaluation de la quantité de rayonnement en unités électrostatiques. La notation en unités électrostatiques doit donc être abandonnée, elle ne peut pas constituer une notation quantitométrique à caractère universel.

---

(1) *Radio-Electricité*, mai 1922.

Dauvillier (1) a proposé l'erg comme unité quantitométrique, et cette proposition est rationnelle, puisqu'il s'agit de mesurer une énergie. Dans le dosimètre de Dauvillier, comme dans celui de Duane, l'appareil de mesure est un galvanomètre très sensible. Si I est l'intensité du courant d'ionisation mesuré au galvanomètre, c le rapport des unités électrostatiques aux unités électro-magnétiques, v le volume de la chambre d'ionisation, P le potentiel moyen d'ionisation qui est de 33 volts pour l'air, l'énergie est exprimée en ergs-seconde par la formule :

$$W = \frac{cIP}{3{,}000.v}$$

et comme 1 cc. d'eau absorbe 830 fois plus qu'un cc. d'air, l'énergie absorbée dans 1 cc. d'eau sera donnée par :

$$W = \frac{830.cIP}{3{,}000.v}$$

Comme P = 33 volts, $c = 3{,}10^{10}$, v est déterminé une fois pour toutes, la mesure de l'énergie est déduite en réalité de la mesure du courant d'ionisation au moyen d'un galvanomètre, la méthode consiste donc à multiplier par une constante l'intensité du courant d'ionisation exprimé en ampères. Cette méthodene diffère donc pas essentiellement des méthodes précédentes et est sujette aux mêmes critiques. Les diverses formes de chambre d'ionisation, de galvanomètre, etc., sont susceptibles de donner des indications assez différentes pour la même quantité de rayonnement. Dauvillier indique 30,000 ergs comme représentant la dose susceptible de produire un érythème. Avec l'iontoquantimètre de Friedrich, cette dose correspondrait à 21,500 ergs; avec l'appareil Szilard, cette dose serait de 240,000 ergs; avec notre ionomètre, on obtient une dose voisine de celle de Szilard, 250,000 ergs environ.

Si la mesure de l'énergie absorbée dans les tissus, ou dans des conditions analogues, pouvait s'effectuer directement, la notation en ergs serait parfaite; mais, comme nous venons de le voir, elle résulte d'une mesure indirecte, et dans l'état actuel des choses, cette notation nous semble inutilisable par le praticien, malgré l'intérêt théorique considérable de cette notation. Pour que les indications des différents ionomètres, quelle que soit leur origine, puissent être comparables entre elles, il suffit de pouvoir étalonner les appareils de mesure au moyen d'une source ionisante constante; ce que demande le radiothérapeute, c'est de connaître avec une précision suffisante la dose administrée, de pouvoir administrer de nouveau la même dose, d'exprimer cette dose au moyen d'une notation commune à tous les radiothéra-

(1) *Revue Générale d'Electricité*, 1923. p. 887.

peutes. L'utilisation d'une ampoule radiogène comme étalon est impossible, il n'est guère possible de réaliser une ampoule et un générateur de haute tension absolument constants et donnant dans les mains de n'importe quel expérimentateur la même intensité de rayonnement. Heureusement, nous possédons une autre source ionisante, absolument constante, qui convient parfaitement à l'étalonnage des ionomètres; cette source est constituée par le rayonnement γ du radium. Nous avons proposé, dès 1920, une méthode très simple, très précise, d'application courante en radio-activité, consistant à étalonner tout ionomètre radiologique avec une quantité connue de radium exprimée en radium-élément. Nous avons pris comme unité quantitométrique l'unité R (le Rœntgen). Nous définissons ainsi l'unité R : c'est l'intensité d'un rayonnement de Rœntgen produisant la même ionisation à la seconde qu'un gramme de radium-élément placé à 2 centimètres de la chambre dionisation (d'axe en axe) et filtré sur 0,5 mm. de platine. La quantité de rayonnement sera donnée par l'intensité du rayonnement exprimée en R à la seconde, multipliée par le temps d'application.

Si l'on fait tomber un faisceau de rayons de Rœntgen sur une chambre d'ionisation, le courant d'ionisation peut être exprimé en unités arbitraires par :

$$i = \frac{I}{t}$$

t étant le temps, exprimé en secondes, qui s'écoule entre deux positions de la feuille, si on se sert d'un électroscope comme appareil de mesure. Pour rendre comparables entre eux les différents ionomètres, quelle que soit leur origine, il suffit de déterminer leur constante K, constante déterminée en utilisant comme source ionisante une quantité connue de radium-élément. La formule précédente devient :

$$i = \frac{K}{t}$$

Pour déterminer K, il suffit de multiplier la teneur en radium-élément, exprimée en grammes, par le temps de chute de la feuille de l'électroscope, temps exprimé en secondes. Supposons qu'on possède, pour étalonner un dispositif ionométrique quelconque, 10 mgr. de Ra-El. que nous disposons à 2 cm. de l'axe de la chambre d'ionisation. Soit 50,000 secondes le temps de chute de la feuille de l'électroscope pour toute la graduation de l'appareil de mesure; K sera donnée par $\frac{10}{1,000}$. 50.000=500 et l'intensité du rayonnement de

Rœntgen sera donnée en unités R, en divisant 500 par le temps de chute de la feuille. Si ce temps est à 100 secondes, l'intensité du rayonnement sera de 5 R et la quantité de rayonnement sera donnée par l'intensité du rayonnement exprimée en R par le temps d'application exprimé en secondes. Connaissant le débit en R d'une installation donnée, on peut calculer facilement le temps d'application; par exemple, pour obtenir 1.000 R le temps d'application sera de 200 secondes. Réciproquement, connaissant le débit et le temps d'application, on peut calculer la dose appliquée, en supposant le débit constant.

Les appareils de mesure fondés sur l'ionisation des gaz, les ionomètres, peuvent être divisés en deux groupes : les intensimètres ionométriques et les quantitomètres ionométriques. Les premiers permettent la meusre de l'intensité du rayonnement, et la mesure de la quantité est déduite de celle de l'intensité multipliée par le temps d'application; ces appareils travaillent à potentiel constant; les quantitomètres ionométriques permettent une mesure intégrale de la quantité de rayonnement, indépendamment du temps d'application; ces appareils travaillent à potentiel variable, une certaine perte de charge correspond à une quantité déterminée d'énergie rœntgénienne. Dans ce dernier groupe d'appareils, les plus intéressants pour le praticien, la graduation de l'appareil de mesure pourra être effectuée directement en unités R; la chute de la feuille de l'électroscope, indépendamment de la vitesse de la chute, indiquera donc la quantité de rayonnement exprimé en R. Dans l'exemple choisi plus haut, la graduation de l'appareil correspond à 500 R; quand la feuille de l'électroscope a parcouru toute la graduation, une dose de 500 R a été appliquée.

Pour effectuer l'étalonnage d'un dispositif de mesure ionométrique, autrement dit pour déterminer la constante K, nous procédons de la façon suivante : la chambre d'ionisation du dispositif de mesure en ordre de marche est introduite dans un orifice pratiqué dans un petit cylindre creux, en plomb, cylindre ayant un diamètre extérieur de 5 centimètres et un diamètre intérieur de 4 centimètres. Un couvercle amovible permet de placer le tube du radium sur un plateau situé à l'intérieur du cylindre en plomb, de façon que la distance qui sépare le tube de la chambre d'ionisation soit de 2 centimètres. Les parois du tube contenant le radium doivent être en platine et avoir une épaisseur de 0,5 millimètre. Si ces conditions de filtration ne sont pas remplies, des corrections sont nécessaires, corrections qu'on peut d'ailleurs effectuer facilement en se servant des données qu'on trouve dans tous les traités de radio-activité; par exemple, si le radium est filtré par une paroi de 1 millimètre de platine, la correction est de 6 %. Comme on le voit, ce dispositif d'étalonnage est très simple et peut être reproduit n'importe où.

La forme du tube de radium n'est pas sans importance sur les ré-

sultats de l'étalonnage, surtout à cause de la petite distance qui sépare le tube contenant le radium de la chambre d'ionisation. Des raisons exclusivement économiques nous ont obligé de choisir la distance de deux centimètres; il aurait mieux valu, pour augmenter le degré de précision de l'étalonnage, de choisir une distance plus grande, par exemple 10 centimètres; mais, dans ce cas, la quantité de radium-élément nécessaire pour faire un bon étalonnage aurait dû être de l'ordre du décigramme, condition très souvent prohibitive pour un praticien. Néanmoins, même à 2 centimètres, avec les tubes habituellement utilisés en curiethérapie, l'étalonnage peut être effectué sans différence importante, à condition d'utiliser des tubes dont la teneur en radium ne soit pas inférieure à 5 mgr. de radium-élément. Nos recherches ont été effectuées avec des tubes contenant de 7 à 12 mgr. de radium-élément, diamètre compris entre 2 et 3 millimètres, longueur entre 12 et 16 millimètres. Dans le calcul de la constante K, on ne doit pas oublier d'effectuer la correction nécessaire du fait de la fuite spontanée de l'appareil de mesure, fuite qui peut prendre une grande importance si la quantité de radium dont on dispose est trop petite.

On a objecté à notre système de notation, qu'il n'était pas très légitime d'étalonner des chambres ionométriques avec un rayonnement γ très pénétrant correspondant à un quantum de l'ordre du million de volts, environ cinq fois plus élevé que le quantum des rayons de Rœntgen les plus pénétrants utilisés aujourd'hui en radiothérapie. Mais les recherches de Friedrich, confirmées par celles plus récentes de Glasser, nos propres recherches, ont montré qu'il y a un parallélisme parfait entre l'action ionisante des rayons et celle des rayons de Rœntgen, quand les chambres d'ionisation sont bien construites. Il est facile de s'en convaincre en faisant fonctionner en même temps, sous l'action d'un même rayonnement, deux ionomètres ayant des constantes très différentes. Si le rapport de deux constantes est a, le rapport des temps de décharge sous l'action d'un même faisceau de rayons de Rœntgen est également a, aux erreurs d'expérience près. Nous devons ajouter que certains protagonistes de la notation en unités électrostatiques, par exemple Friedrich, utilisent, afin de vérifier la constance de leur dispositif de mesure, un étalonnage avec une quantité connue de radium-élément.

Pour nous résumer, la notation en unités R présente le double avantage : 1° de permettre à tout radiothérapeute l'étalonnage de son dispositif de mesure, quelle que soit sa provenance et quelles que soient les modifications apportées à ce dispositif; 2° d'introduire une unité internationale pratique rigoureusement la même pour tout le monde. Une bonne partie des radiothérapeutes de langue française

utilisent déjà cette notation, la dosimétrie radiothérapique a gagné considérablement en précision (1).

En réalisant cette méthode d'étalonnage, nous avons suivi le même chemin que celui déjà utilisé en optique. Pour les radiations visibles du spectre, l'intensité lumineuse peut être évaluée en ergs, s'il s'agit d'une lumière monochromatique; mais, pratiquement, l'intensité lumineuse est évaluée en bougies internationales, les bougies internationales étant des étalons constitués par des lampes électriques à incandescence, fonctionnant dans des conditions bien déterminées (2).

Georges GUEBEN
Liége

LE RAYONNEMENT DU POTASSIUM

Dès les premières années qui suivirent la découverte de la radioactivité, on crut voir, dans les phénomènes nouveaux, non une propriété particulière aux éléments radioactifs, mais une propriété qui pouvait s'appliquer, dans une certaine mesure, à toute la matière. Des recherches furent immédiatement entreprises et conduisirent, au moins jusqu'à présent, à la contradiction de l'hypothèse émise. La radioactivité, en tant que phénomène d'émission de rayonnement accompagné de désintégration atomique, reste la propriété caractéristique des éléments lourds, dits radioactifs. Cependant, ces recherches ont conduit à la découverte d'un rayonnement propre à deux métaux alcalins : le potassium et le rubidium, rayonnement qui permet de rapprocher ces métaux des corps radio-actifs.

I. Existence d'un rayonnement

J. J. Thomson (1) fut le premier auteur qui signala, en 1905, l'émission de corpuscules par ces métaux alcalins, aussi bien dans

---

(1) Une confusion regrettable est due à Behnkin. Cet auteur, ignorant sans doute notre notation, désigne par R (Rœntgen) une unité quantitométrique fondée sur l'étalonnage en unités électrostatiques d'une chambre d'ionisation contenant de l'air comprimé à 10 atmosphères. (Voir H. Künstner, *Die Standariesierung der Rœntgen-Dosis Messung*, in Klinische Wochenschrift, 23 avril 1924.)
(2) A. Blanc, *Rayonnement. Principes scientifiques de l'éclairage*. Paris (Colin).

l'obscurité que sous l'action de la lumière. Mais le premier travail d'étude systématique du rayonnement émis est celui de N. Campbell et A. Wood (2). Le procédé employé, qui est emprunté aux méthodes de mesures de la radioactivité, consiste à introduire dans une chambre d'ionisation quelques grammes d'un sel de potassium. D'après la grandeur de la surface libre et jusqu'à un certain point, d'après l'épaisseur de la couche de sel, on constate un accroissement plus ou moins notable du courant de saturation. Même en fermant la chambre d'ionisation par une feuille d'étain ou d'aluminium soutenue par un treillis métallique et en portant sous celle-ci le plateau portant le sel étudié, l'action du rayonnement est encore sensible (3). Le rayonnement est donc suffisamment pénétrant pour traverser au moins en partie l'écran d'étain ou d'aluminium.

Des essais analogues ont été faits avec d'autres substances : le sodium, le lithium, le cæsium... Seul, le rubidium émet aussi un rayonnement analogue à celui du potassium, quoique beaucoup plus faible (*).

De l'existence de ce rayonnement assez pénétrant, on pouvait conclure à une action des sels de potassium sur la plaque photographique. Les essais confirmèrent cette prévision. En déposant sur une plaque photographique sensible, une mince feuille d'aluminium et en étendant sur celle-ci le sel étudié, on constata au développement, après une exposition d'au moins trente jours un noircissement net de la plaque (3, 6, 11, 12, 17, 19).

L'existence d'un rayonnement étant établie, il y a lieu de s'assurer d'abord s'il est bien émis par le potassium et s'il n'est pas produit par l'action d'une substance radioactive étrangère, d'étudier ensuite ce rayonnement afin d'en connaître la nature.

II. Le Rayonnement est une propriété spécifique et atomique du Potassium

Si le rayonnement est bien une propriété spécifique et atomique du potassium, de mêmes quantités de mêmes composés de potassium doivent produire le même effet, quelle que soit leur origine. De plus, le rayonnement doit être à peu près proportionnel à la teneur en potassium du sel étudié.

Le premier mémoire de Campbell et Wood contient déjà la vérification de cette propriété. Mc Kennan et Kennedy (7, 8), d'un premier examen, avaient conclu à la non-proportionnalité, mais leurs recherches sont devenues douteuses après vérification même des auteurs : les sels employés n'étaient pas purs. Campbell et Wood ont encore montré, dans un travail ultérieur, que l'origine du composé potassique

---

(1) L'erbium paraît devoir être classé dans la même catégorie.

est sans influence sur son action. Levin et Ruer (6), appliquant la méthode photographique, arrivent à la même conclusion. Une purification de plus en plus grande du sel par la méthode de cristallisation fractionnée, conduite notamment par M. Henriot avec un soin extrême, n'a pu déceler la moindre différence entre les diverses parties résultant de cette opération (19).

L'activité du potassium a aussi été reconnue inséparable par voie chimique. L'échauffement des sels, même au delà du point de fusion jusqu'à la production de vapeur, n'a pas permis, non plus, de déceler une variation d'activité. Henriot a montré (15, 19) que, au 1/10e près, le rayonnement total doit être pratiquement indépendant de la température entre 14° et 140°.

Une des caractéristiques du rayonnement du potassium, est l'absence de l'émanation que l'on trouve avec les autres substances radioactives. Campbell et Wood (2) et Henriot (19), employant pour le potassium le même procédé que pour le radium, n'ont pu extraire la moindre trace d'émanation. Du reste, la présence d'émanation entraînerait celle d'un produit de désintégration, comme dans le cas des corps radioactifs. Des recherches d'Elster et Geitel (18), effectuées dans la mine de potassium de Vienenburg, dans le Harz, ont montré aussi, dans la mesure accessible aux méthodes actuelles, l'absence de ce produit.

E. Ebler (9, 14), avait cru pouvoir d'une autre manière, montrer l'existence d'une émanation due aux métaux alcalins. Les eaux-mères des sources de Durkheim contiennent une émanation qui se reproduit après qu'on l'a éloignée par ébullition. Sa période se rapproche de celle du radium. Ebler crut pouvoir en déduire que le rayonnement du potassium était dû à un métal alcalin hypothétique, radioactif, qui accompagnerait toujours le potassium. Des travaux ultérieurs sur la chimie du radium (*) ont montré que, contrairement aux conclusions de E. Ebler, les sources de Durkheim pouvaient contenir du radium dissous et que ce radium pouvait être la source de l'émanation trouvée.

En procédant avec des couches de sel d'épaisseur croissante, on constate que le courant d'ionisation croît d'abord avec l'épaisseur de la couche, pour tendre vers une valeur maximum. C'est donc qu'à partir d'une certaine épaisseur, le rayonnement émis par l'accroissement de la couche est absorbé par le sel lui-même. Des nombres obtenus (4) au cours de cet essai et de la courbe représentative, on peut déduire le coefficient d'absorption λ du sel pour le rayonnement qu'il émet ou plutôt le coefficient $\frac{\lambda}{\rho}$, ρ étant la densité du sel Campbell a trouvé pour le sulfate de potassium $\frac{\lambda}{\rho} = 8{,}23$. Henriot (20) a déduit aussi de l'étude du rayonnement du potassium $\frac{\lambda}{\rho} = 11{,}32$ pour le sulfate. Be-

prenant les mêmes essais, j'ai trouvé pour le sulfate $\frac{\lambda}{\rho} = 10{,}14$ et pour le carbonate $\frac{\lambda}{\rho} = 9{,}71$ (*). Des recherches ont également été faites par Campbell (4) sur les solutions des sels da potassium ; il a trouvé $\frac{\lambda}{\rho} = 9{,}016$ pour la solution de carbonate.

Henriot a vérifié la proportionnalité approchée du rayonnement à la teneur en potassium du sel; j'ai repris la même question et je suis arrivé aux mêmes conclusions; de plus, en appliquant les conclusions de Campbell (4), j'ai vérifié que le coefficient d'absorption du sel pour le rayonnement qu'il émet diffère très peu d'un sel à l'autre (25). Le rayonnement revêt donc bien un caractère d'atomicité. Des recherches de Mc Lennan et Kennedy (8), confirmées par Henriot (19), montrent de plus que le rayonnement du potassium ne peut être la conséquence d'une transformation d'un rayonnement γ venu de l'extérieur, de la radiation pénétrante par exemple.

III. Le Rayonnement est de même nature que le Rayonnement β des corps radioactifs

Les recherches d'absorption du rayonnement avec des feuilles d'étain (19) montrent une diminution du coefficient d'absorption avec l'épaisseur de la couche absorbante. En partant de la considération que tout se passe comme si l'action du rayonnement sur la matière produisait un rayonnement secondaire faible, Henriot a établi une formule à deux termes exponentiels, qui représente bien l'absorption de l'étain. J'ai repris la même question et ai trouvé une expression qui diffère très peu de celle de Henriot (*). L'étude de l'absorption sion qui diffère très peu de celle de Henriot (25). L'étude de l'absorption permet de considérer le rayonnement du potassium comme probablement homogène; il est capable de provoquer des rayons secondaires comme les rayons β des substances radioactives auxquels il ressemble, du reste, par sa manière d'être au point de vue de l'absorption.

Campbell (3), a étudié l'action d'un champ électrique sur les rayons

---

(1) Levin M.-Phys. Zeits 11,322. 1910.

(*) Le nombre $\frac{\lambda}{\rho} = 9{,}71$ pour le carbonate doit être trop faible; la déliquescence de ce sel rend les recherches assez difficiles.

— L'appareil de mesure dont je me suis servi est un petit électroscope à feuille d'or ordinaire, caractérisé seulement par un isolement aussi parfait que possible du support de la feuille d'or réalisé par une combinaison de bouchons d'ambre et de soufre (fuite spontanée : 3 divisions du micromètre en 20 à 25 minutes). Les essais ont porté sur des quantités de sel variant. par exemple. entre 0,029 et 0,671 g/cm² pour le sulfate et entre 0,036 et 0,377 g/cm² pour le carbonate de potassium. Le sel, convenablement pulvérisé, est étendu par tamisage en couche uniforme sur un plateau d'environ 12×12 cm, plateau qui est porté sous la cage de l'électroscope qui constitue la chambre d'ionisation. Pour plus de détails, voir 25 et les comptes rendus de la section de physique de ce Congrès.

du potassium et a trouvé une déviation sous l'action de la force électrostatique. Le rayonnement est donc bien une projection de particules ayant une charge.

E. Henriot et G. Vavon (13) ont étudié l'action d'un champ magnétique sur les rayons du potassium et ont montré que les déviations étaient de même sens que celles que subirait un rayonnement β.

L'emploi d'écrans au sulfure de zinc (méthode des scintillations) n'a pas permis de déceler la moindre trace de rayons α (E. Henriot et E. H. Büchner [20 et 23]). Cependant, il serait possible que le rayonnement α existe, mais qu'il ait une vitesse trop faible pour être décelé extérieurement autrement que par son action calorifique. Büchner (23), partant de cette idée, n'a pu déceler la moindre action calorifique. Il semble donc bien qu'on doive conclure à l'absence d'un rayonnement α, malgré la teneur en hélium des minerais de potassium (Strutt [5]).

Enfin, l'étude de l'émission de charges dans le vide (Mc Lennan [16] et Henriot [22]) a encore confirmé les résultats précédents, qui conduisent à l'analogie entre le rayonnement du potassium et le rayonnement β des corps radioactifs.

IV. Conclusions

On peut, de cet exposé, déduire les conclusions suivantes :

1° Le potassium émet un rayonnement analogue à celui des substances radioactives.

2° Ce rayonnement est une propriété normale, atomique et spontanée du potassium; il est indépendant du lieu d'origine des sels étudiés ou de leur processus de formation; il est approximativement proportionnel à la teneur en potassium du sel étudié.

3° Ce rayonnement est de même nature que le rayonnement β de l'uranium, il paraît homogène et est susceptible de produire un rayonnement secondaire.

4° L'ensemble des travaux permet de conclure à l'absence probable de rayons α, d'émanation et de produits de désintégration.

BIBLIOGRAPHIE

1. J.-J. Thomson. On the emission of the negative corpuscles by the alkali metals. (*Phil. mag.*, t. X, 1905, p. 584.)
2. N. Campbell and A. Wood, The radioactivity of the Alkali metals (*Proc. Camb. Phil. Soc.*, 14 Pt, 1, 15, 1906.)
3. N. Campbell, The -rays from Potassium. (*Proc. Camb. Phil. Soc.*, .14, Pt 2, 211, 1907.)
4. N. Campbell, The radioactivity of Potassium with special reference to solutions of its salts. (*Proc. Camb. Phil. Soc.*, 14 Pt, 6-557, 1908.)
5. R.-J. Strutt, On helium in saline minerals and its probable connection with Potassium. (*Proc. Roy. Soc.*, A. Vol. 81, 278, 1908.)
6. M. Levin u. R. Ruer, Ueber die Einwirkung von Kaliumsalzen auf die photographische Platte (*Phys. Zeits.*, 9, 248, 1908.)

7. J.-Mc LENNAN, Ueber die Radioaktivität von Kalium und anderen Alkalimetallen. (*Phys. Zeits.*, 9, 510, 1908.)
8. J.-C. Mc LENNAN and W.-T. KENNEDY, On the radioactivity of Potassium and other Alkali metals. (*Phil. mag.* [6], 16, 377, 1980.)
9. E. EBLER, Ueber die Radioaktivität und den Arsengehalt der Dürkheimer Mineralqueller. (*Zeits für angew. Chemie*, 21, 737, 1908.)
10. E. HENRIOT, Sur le rayonnement des sels de potassium. (*C. R.*, 148, 910, 1909.)
11. W.-W STRONG, Experiments on the radioactivity of erbium, potassium and rubidium compounds. (*Amer. Chem. Journ.*, 42, 147, 1909.)
12. W.-W. STRONG, On the possible ardioactivity of erbium, potassium and rubidium. (*Phys. Rev.*, 29, 170, 1909.)
13. E. HENRIOT et G. VAVON, Sur la radioactivité des sels de potassium. (*C. R.*, 149, 30, 1909.)
14. E. EBLER, Ueber die Radioktivität der Mineralquellen (*Verh. Deutscher, Naturforscher u. Arzte-Salzburg*, 1909. *Verh. Deurscher Phys. Ges.*, 11, 526, 1909.)
15. E. HENRIOT, Sur les rayons du potassium. (*C. R.*, 150, 1750, 1910.)
16. J.-C.-Mc LENNAN, On the electric charges acquired by insulated potassium salts and other radioactives substances in high vacua. (*Phys. Rev.*, 29, 489, 1909.)
17. M. LEVIN u. R. RUER, Zur Kenntnis der Radioaktivität der gewöhnlichen Materie. (*Phys. Zeits.*, 10, 576, 1909.)
19. E. HENRIOT, Sur les rayons émis par les sels des métaux de la famille du potassium. (*Le Radium*, 7, 40 et 169, 1910.)
20. E. HENRIOT, Sur les rayons des métaux alcalins. (*C. R.* 152, 851, 1911.)
21. SATTERLY, Teneur en radium des sels de potassium. (*Proc. Camb. Phil. Soc.*, 16 [1911], 67.)
22. E. HENRIOT, Emission de charges dans le vide. (*Le Radium*, 9, 224, 1912.)
23. E.-H. BUCHNER, La radioactivité des composés de Rubidium et de Potassium. (*Le Radium*, 9, 259, 1912.)
24. J. ELSTER u H. GEITEL, Die Radioaktivität des Kaloums und des Rubidiums. (*Jahr. der Rad. u. Elek.*, 10, 323, 1913.)
25. G. GUÉBEN, Sur le rayonnement des sels de potassium. (*Ann. de la Soc. Scient. de Bruxelles*, 43, 199, 1924 et 44, 35, 1924.)

Dr Maurice D'HALLUIN

Professeur à la Faculté libre de Médecine de Lille

SUITE DES OBSERVATIONS PRESENTEES L'AN DERNIER COMME EXEMPLES DE GUERISONS PROLONGEES OBTENUES PAR LES RADIATIONS

Les archives d'électricité médicale ont publié dans le numéro 499, avril 1924, la communication faite l'an dernier et intitulée : « Ré-

flexions à propos de divers cas de cancer dont la guérison, obtenue par le radium, se prolonge depuis plusieurs années ».

Voici la suite de ces observations :

Observation 1 : *Sarcome congénital du bras* (*vérification histologique*). — La guérison se maintient actuellement depuis 2 ans et 10 mois.

Observation 2 : *Sarcome de la paroi thoracique* (*récidive opératoire*). — La malade s'est mariée, vient d'avoir son deuxième bébé, et son état de santé est des plus florissant.

Observation 3 : *Guérison d'un cancer de la lèvre.* — Aucune nouvelle du malade.

Observation 4 : *Cancer de la langue chez un instituteur* qui continue à exercer sa profession dans un état de santé parfaite. La guérison apparente remontant à 4 ans et 3 mois.

Observation 5 : *Cancer du sein, évolution lente.* — La guérison apparente se maintenait depuis 3 ans et 3 mois, la malade a succombé à une affection cardiaque pendant la durée du congrès.

Observation 6 : *Cancer du col utérin.* — En présentant l'an dernier, ce cas de guérison apparente datant de 3 ans et 6 mois, nous signalions cependant une réaction suspecte. Il s'est déclaré depuis une récidive ganglionnaire inguinale bi-latérale, qui semble résister au traitement radiothérapique, récemment institué. La biopsie pratiquée au niveau de la métastase, nous force à rectifier le diagnostic car il s'agit d'un cancer du corps propagé au col.

Observation 7 : *Cancer du col utérin.* — La guérison apparente se maintient depuis 3 ans et 5 mois.

Observation 8 : *Récidive opératoire du cancer du col.* — Guérison datant de 4 ans et 2 mois.

L'ensemble de ces résultats est encourageant; loin de nous la pensée de considérer certains succès comme définitifs. Mais on doit reconnaître, cependant, que la radiothérapie peut obtenir des résultats, au moins temporaires, comparables à ceux obtenus par l'acte chirurgical.

A quel moment peut-on parler de guérison? C'est fort embarrassant. Une de nos malades, soignée pour cancer du sein, en 1916, présente depuis quelques mois des métastases vertébrales qui l'emporteront vraisemblablement dans peu de temps. Mais, durant une période de huit ans, l'état de santé de cette malade a été des plus satisfaisants, bien qu'à aucun moment nous n'ayons pu la considérer comme guérie; c'est, d'ailleurs, la raison pour laquelle nous n'avons pas joint son histoire à celle des malades précédents.

Ce cas peut servir de démonstration à ceux qui soutiennent que les radiations sont susceptibles de donner des résultats dignes de retenir l'attention, et il ne semble pas douteux que l'efficacité des radiations ne saurait être mise en doute. Si elles étaient appliquées dans des cas

moins désespérés que ceux abandonnés d'ordinaire aux radiologistes, les résultats satisfaisants deviendraient plus régulièrement favorables. Ne serait-il pas logique d'admettre qu'une malade inopérable pour le chirurgien, devrait l'être également pour le radiothérapeute?

TOUT EN UTILISANT LES RADIATIONS, SONGEONS A LEUR MODE D'ACTION ET N'OUBLIONS PAS LES THERAPEUTIQUES COMPLEMENTAIRES

RESUME DE L'AUTEUR (1)

Les radiologistes se préoccupent, très légitimement, du côté technique, de l'utilisation des radiations pour le traitement du cancer; ils ne doivent cependant pas se cantonner dans cette étude, et il faut considérer ce qui peut être dit et fait dans d'autres branches. Il ne faut pas négliger le côté biologique du problème. Les acquisitions nouvelles dans ce domaine dictent au radiologiste une ligne de conduite susceptible de modifier sa technique, d'expliquer certains échecs, d'améliorer peut-être le nombre des résultats favorables grâce à des associations thérapeutiques judicieuses.

Le temps nous manque pour développer en détail ces différents points, mais le rapide aperçu général que nous allons faire nous paraît convainquant.

Nous envisageons d'abord comment on peut considérer le mode d'action des rayons X. Nous montrerons ensuite la nécessité de se préoccuper, quand on soigne un cancéreux, d'éliminer un certain nombre de causes susceptibles de favoriser le développement de lésions ultérieures. Nous verrons enfin pourquoi des médications appropriées, inefficaces peut-être contre la lésion principale, peuvent avoir une action adjuvante appréciable, soit en secondant efficacement l'organisme dans sa défense contre les métastases en voie d'implantation, soit en radiosensibilisant la tumeur vis-à-vis des radiations.

Le mode d'action des rayons X.

Tout le monde connaît la loi de Bergonié-Tribondeau proclamant la radio-sensibilité de la cellule jeune, tandis que des travaux plus récents ont démontré que ce maximum de radiosensibilité se produisait au

---

(1) Ces considérations sont en grande partie reproduites dans un article en cours d'impression, devant paraître dans le numéro d'août, de l'*Art Médical* et intitulé : Faits biologiques à méditer en vue de l'institution d'un traitement rationnel du cancer.

moment de la karyokinèse. On pense à une action cellulicide directe et l'on proclame généralement que les cellules cancéreuses sont altérées par les radiations au point de perdre leur aptitude à la greffe. Cette stérilisation légitime certaines conceptions. Elle a été défendue par certains expérimentateurs. Russ et Chambers l'ont même mise à profit pour inoculer à des malades, incomplètement opérés, des portions irradiées de leur propre tumeur. Ils ont provoqué par cet artifice des réactions curatrices générales, dont les résultats se maintiennent encore chez un certain nombre de malades. Ces résultats favorables n'ont peut-être pas été confirmés par d'autres auteurs, ils sont néanmoins troublants.

Mais voici que l'on conteste aujourd'hui cette action stérilisante, et les travaux de Murphy démontrent que l'on peut administrer à des cellules néoplasiques des doses énormes de radiations sans entraver leur aptitude à la greffe. Par contre, si l'on transplante un greffon dans une région irradiée, ce greffon ne se développe pas et présente des phénomènes de régression comparables à ceux observés sous l'influence des rayons X. On peut donc se demander si l'action des radiations s'exerce directement sur les cellules cancéreuses ou provoque des réactions locales cellulicides. D'ailleurs, l'action indirecte des radiations prend chaque jour une importance nouvelle. Murphy a attiré l'attention sur l'importance de la leucocytose. Rubens-Duval, Roussy et d'autres auteurs ont démontré très justement l'influence de la réaction de défense. Elle a pour le radiologiste une importance capitale, car, s'il importe de détruire les cellules cancéreuses, il ne faut pas toucher à la défense. Des doses exagérées de radiations paraissent nettement susceptibles d'entraver la production du processus réactionnel, et ceci expliquerait certains insuccès obtenus dans l'application de fortes doses. Sous prétexte qu'un certain nombre d'échecs pouvaient être attribués avec la thérapie moyenne à une insuffisance de la dose profonde, on a tendance aujourd'hui à administrer par chaque porte d'entrée le maximum de dose compatible avec l'intégrité de la peau. Il y a là, peut-être, une exagération. Nous sommes étonnés de trouver dans nos observations un certain nombre de personnes guéries avec des doses relativement faibles. Cette question de posologie est encore très incertaine, et doit vraisemblablement varier suivant les formes histologiques ou les processus réactionnels.

S'il est indispensable de diriger une offensive active contre le mal principal, il faut penser que le malade, même en voie de guérison, est vraisemblablement plus apte que tout autre à faire du cancer et il ne faut dédaigner aucune mesure de prophylaxie même hypothétique.

Nécessité de songer aux agents cancérigènes.

L'expérimentation a démontré l'existence de produits cancérigènes. Le cancer du goudron n'est point le seul; Bayet a très justement attiré

l'attention sur l'analogie existant entre le cancer et les lésions déterminées par l'intoxication arsenicale. Ces faits joints à la connaissance de produits variés favorisant l'évolution des greffes, doivent imposer au thérapeute une ligne de conduite prudente et avisée.

Quand on traite un cancéreux, il faut tenter de dépister les causes susceptibles de favoriser chez lui le développement du cancer. Certaines affections générales font « le lit du cancer ». Il faut s'efforcer d'en atténuer les ravages.

Des troubles endocriniens peuvent, tantôt par excès, tantôt par defaut, favoriser la cancérisation de l'individu. Il est nécessaire d'observer attentivement les malades pour remédier aux troubles constatés. S'il y a lieu, de s'assurer du bon fonctionnement du rein, du foie, en vue de l'élimination des déchets de résorption. Il faut penser que les troubles du métabolisme peuvent verser dans l'économie des produits nocifs, susceptibles de devenir pour les cellules cancéreuses un aliment favorable, ou capables de déterminer des irradiations susceptibles d'engendrer ou de favoriser le développement du processus cancérigène.

Pour ces mêmes raisons, il faut veiller à l'alimentation des cancéreux. *En bannir* tout ce qui peut être considéré comme produits irritants; *ajouter*, au contraire, les substances susceptibles d'aider l'organisme dans sa défense contre le cancer.

On parle beaucoup, depuis quelque temps, de l'influence nocive du potassium. L'excès de ce sel sera évité chez le cancéreux, car l'expérimentation démontre nettement que le potassium est capable de favoriser le développement de la cellule cancéreuse. Le fait est attribué à l'action excitante des faibles doses de radiations. Mais alors, on peut s'inquiéter du danger que peut représenter l'usage de la curiethérapie interne et s'étonner, dans tous les cas, de voir préconiser chez les cancéreux des injections de mésothorium, par exemple...

Les aliments riches en chaux et surtout en magnésie, seront systématiquement recommandés, comme susceptibles d'entraver le développement des cellules cancéreuses.

Nécessité de chercher à atteindre indirectement les métastases.

Mais il ne suffit pas de détruire la lésion principale, ou de chercher à éviter, dans la mesure du possible, les causes cancérigènes; il faut se souvenir, en constatant le mode d'envahissement de l'organisme, que des lésions latentes prenant une soudaine extension à la suite de la disparition du foyer primitif, compromettent trop souvent les guérisons locales enregistrées. Ne pouvons-nous donc rien, contre ces métastases?

Il faut distinguer les métastases déjà nettement fixées, impossibles à diagnostiquer, mais en voie d'évolution incontestable. Contre celles-là, il semble difficile d'agir efficacement par des moyens indirects. Mais, à côté de ces greffes qui ont fait souche, il doit exister souvent, dans

l'organisme cancéreux, des cellules néoplasiques cherchant à s'implanter en différents points. Elles se fixent seulement si elles rencontrent les circonstances favorables à leur développement. C'est pourquoi nous avons dit tout à l'heure la nécessité de combattre toutes les causes susceptibles de favoriser le processus de cancérisation. Mais c'est là une thérapeutique *négative*, et il est peut-être possible d'envisager une thérapeutique *active*.

Il semble vraisemblable que les greffes, au début de leur développement, présentent une vulnérabilité particulière et cette particularité légitime l'emploi des médications internes. Incapables peut-être de détruire la cellule cancéreuse nettement fixée dans l'organisme, elles pourraient jouir d'une certaine efficacité contre les cellules en voie d'implantation. Il nous paraît donc logique de compléter tout traitement radiothérapique par l'utilisation systématique, soit du cuivre, soit de l'Electro Selenium. Nous citons ces produits comme étant ceux dont une certaine efficacité ne paraît point discutable, mais on doit envisager la possibilité d'en trouver d'autres plus régulièrement efficaces. On a parlé du plomb. Il y a dans cet ordre d'idées de nombreuses recherches à envisager, et les beaux travaux de Slosse et Reding méritent de retenir l'attention des radiologistes, car ils confirment la légitimité des espérances que nous faisons miroiter à vos yeux.

Si nous pensons qu'il est bon de ne pas traiter par le mépris les médications internes à titre de médication complémentaire, nous considérons qu'un certain nombre de produits connus sont susceptibles de réaliser un traitement préparatoire efficace, et nous conseillons leur emploi, non seulement après les radiations, pour les raisons que nous venons d'énoncer, mais avant les radiations elles-mêmes, en particulier dans les cas de tumeurs supposées radiorésistantes.

La sensibilisation des tumeurs est-elle possible?

Il est rationnel de penser que les cellules cancéreuses peuvent être sensibilisées, soit en les intoxiquant, soit en les rendant malades. Des recherches dans ce sens doivent être systématiquement engagées.

D'autre part, on a dit que le cuivre et l'Electro-Selenium se portaient électivement sur les cellules cancéreuses. Borrel a démontré que le glycogène iodé permettait d'introduire ce métalloïde dans les tumeurs cancéreuses. Il serait fort intéressant d'employer un produit se fixant électivement sur les cellules cancéreues, ce produit étant pour elles un poison qui les mettrait dans le cas d'infériorité dont nous parlions tout à l'heure, mais, au moment de l'irradiation, ce produit deviendrait une source de radiations secondaires devant logiquement augmenter l'efficacité de la dose profonde, et permettre de diminuer la valeur de la dose superficielle.

Il ne nous est point possible de donner actuellement le résultat de nos recherches en cours sur ce sujet; cependant, il est intéressant de

citer un cas que nous devons à l'obligeance d'un de nos confrères, à qui nous exprimions notre pensée.

Il s'agissait d'une vieille femme atteinte d'ulcération de la lèvre. Cette malade fut opérée, récidiva, fut opérée à nouveau, elle récidiva encore, et la radiothérapie se trouve impuissante. On la fit passer dans un service d'incurables, et l'on fit d'abord un traitement par l'Electro-Selenium, puis de la radiothérapie. La malade guérit complètement et quitta l'hôpital. N'est-ce point là un fait démontrant, au point de vue du résultat immédiat tout au moins, l'utilité de l'association de la radiothérapie avec la chimiothérapie.

CONCLUSIONS

Un certain nombre des problèmes soulevés devant vous attendent encore leur solution. Il faut multiplier les faits, attendre le contrôle du temps pour permettre de formuler un jugement, mais il nous paraît utile d'attirer l'attention des radiologistes sur ces différents points, de façon à multiplier les observations et à permettre, dans un temps donné, de voir si ces différents suggestions ont réellement la portée pratique que nous croyons pouvoir leur attribuer.

Dr DECLAIRFAYT

Spa

LA PYOGENESE ASEPTIQUE ARTIFICIELLE AUXILIAIRE DES RADIATIONS PENETRANTES DANS LA THERAPEUTIQUE DU CANCER

Dans un travail antérieur (1), nous avons établi qu'il existe un rapport constant entre la pression sanguine T et la richesse du sang en hématies G et en hémoglobine H formulant ainsi l'équation $\frac{T}{G \times H}$

(1) Communication à la Société belge de Radiologie, décembre 1923 et *Journal français de Radiologie*, avril 1924. — T est exprimé en millimètres, G par le premier chiffre de la numération et H par le premier chiffre du dosage.

qui fournit un indice normal égal à 3 : le pronostic des irradiations pénétrantes pour cancers est d'autant plus défavorable que cet index est grand; un index hémotonique de 3 et de 4 permettent une irradiation massive de toute sécurité; un index 5 est passable, un index de 6 à 7 est un index limite; un index de 9 et au-dessus contre-indiquent toute intervention thérapeutique sérieuse. Pour abaisser le chiffre élevé de notre index hémotonique qui ne permet pas l'irradiation de sécurité, peu satisfait de l'action de la transfusion sanguine sur les trois facteurs pression sanguine, hématies, hémoglobine, nous eûmes l'idée d'agir activement sur les globules blancs du sang et nous le fîmes au moyen de la médication leucogène la plus active, l'abcès de fixation de Fochier. Cette réaction locale pyogène, quand elle est positive, produit dans le sang une hyperleucocytose formidable, et dans l'organisme une fièvre aseptique avec augmentation des oxydations, formation d'anticorps et destruction de toxines. Nous irradions quand l'hyperleucocytose est à son maximum.

L'irradiation produit régulièrement une chute nette et brutale du chiffre leucocytaire sans chute de la température, qu'il y ait ou non incision de la collection au moment de l'irradiation. Nous avons remarqué que l'incision de l'abcès *au moment de la séance d'irradiation*, diminuait fortement ou supprimait totalement les phénomènes pénibles du mal des rayons (nausées, vomissements, diarrhées, etc.), comme si cette saignée leucocytaire éliminait par dérivation les toxines de l'organisme.

Le *contraste clinique* des irradiés avec abcès de fixation et des irradiés sans abcès est frappant, tant au point de vue état général qu'au point de vue des lésions : *a*) *l'état général* devient d'emblée meilleur; le malade ne présente plus cet état de collapsus, de schock opératoire que l'on observe surtout chez les irradiés féminins. La *tension sanguine* qui baissait de 1 à 2 cm. reste la même qu'avant l'irradiation; *l'appétit et la tolérance gastrique*, au lieu de disparaître pour quelques jours, restent au statu quo pour s'améliorer bientôt; l'*habitus général* du sujet qui, normalement, après une application massive, est déprimé, est maintenant surnormal en ce sens que le malade paraît plus dégagé, mieux portant qu'avant l'irradiation; je résumerai ma description des modifications de l'état général consécutives à l'irradiation pyogénétique en disant que l'irradié est, après un jour, ce qu'il serait 15 jours après l'irradiation massive simple. — *b*) *L'état local* offre un contraste bien plus intéressant : l'*odeur cancéreuse* qui, jadis, persistait souvent encore 15 jours après l'irradiation, n'apparaît déjà plus après 48 heures. L'infection souvent concommitante, paraît céder de suite. La dureté de l'organe cède beaucoup plus tôt. Bref les radiations semblent mordre beaucoup mieux et plus vite sur la lésion. Nous serions tentés de dire, comme explication pathogénique, que les ferments leucocytaires libérés par l'irradiation, viennent digérer les cellules cancéreuses.

*
* *

La technique de l'injection térébenthinée est des plus simple; on injecte un centimètre cube de térébenthine vieille additionnée de cinq gouttes de teinture de bois de Panama dans le tissu cellulaire sous-cutané de la face externe du bras ou de la cuisse. Si, après 24 heures, il n'y a pas de réaction locale, il faut injecter la même dose sur le membre opposé; si cette seconde injection ne donne pas non plus de réaction après 24 heures, on injectera en un point différent une troisième et dernière dose. L'absence totale de réaction indique une déchéance organique profonde d'un état général sans défense et cette indication s'ajoute à celle de notre index hémotonique pour dicter l'abstention thérapeutique active.

*
* *

L'indication de l'abcès de fixation est pour nous formelle : tous les cas de cancer où notre index hémotonique est supérieur à 7 ou 8, c'est-à-dire tous les cas où l'insuffisance hémoglobulaire est nette. Si l'index est normal ou à peu près, il serait intempestif de recourir à une méthode aussi douloureuse et d'application parfois si difficile. Cependant, le praticien rural, isolé de tout laboratoire, pourra, par cette méthode, trancher la question de savoir si la résistance de son malade cancéreux est encore suffisante pour supporter une irradiation massive, voire même une intervention chirurgicale. La réponse positive fera prendre une décision rapide, la réponse négative n'aura pas nui à l'intéressé puisque, dans ces cas perdus où toutes les défenses ont fait faillite, l'injection d'essence n'est pas plus irritante qu'une injection d'eau physiologique.

*
* *

Les observations qui motivent cette courte note préliminaire portent sur neuf cas seulement qui seront présentés en détail à la Société Belge de Radiologie, quand ils auront subi l'épreuve classique du recul chronologique; mais nous ne croyons pas anticiper en les versant résumées dès aujourd'hui à la discussion.

Observation I. — Cancer ulcéré du sein avec adénites adhérentes et œdème du bras. Index hémotonique = 9. Injection térébenthinée 1 cm³. Abcès positif incisé au 4ᵉ jour. Irradiation au 4ᵉ jour. Dose massive 90 % de la dose érythème sur masque de paraffine. Tension 220.000 volts courant continu. Filtration sur 4 cm. d'aluminium. Rayonnement de 0,06 A mesuré spectrographiquement. Débit 4 MA. Distance anti-cathode paraffine 30 cm.; champ antérieur 18/24 en hauteur, champ latéral 18/24 en hauteur. Durée de l'irradiation 40'×2. Pas de shock d'irradiation. Cicatrisation au 15ᵉ jour avec fonte totale des adénites et disparition de l'œdème brachial. Index hémotonique = 6, après un mois.

Observation II. — Cancer du col utérin amélioré par une application massive de radiothérapie profonde. Grosse récidive après 5 mois. Index hémotonique=7; injection térébenthinée 1 cm³. Abcès positif incisé au 3e jour sur le fauteuil d'irradiation. Hémorragies, douleurs, odeurs, sont disparues avant la cicatrisation de l'abcès au 11e jour suivant la séance.

Observation III. — Cancer du rectum traité sans succès 3 mois auparavant par la radiothérapie profonde, séance massive (technique de l'observation I). Index hémotonique actuel=11. Formation d'abcès après 2 doses d'un CM³ de térébenthine à 24 heures d'intervalle. Incision et irradiation par 2 champs trochantériens symétriques; 70 % de la dose érythème en profondeur. Relèvement de l'état général; selles moulées; disparition du ténesme; établissement d'un anus iliaque; gain de 7 kilogs en 6 semaines; index hémotonique=5.

Observation IV. — Cancer prostatique. Urine infectée. Index hémotonique=8. Cystostomie refusée. Abcès provoqué positif Irradiation massive classique. Absence de shok. Urine clarifiée. Disparition des douleurs. Un mois après index hémotonique=6. Cystostomie acceptée.

Observation V. — Tumeur ulcérée du sein. Déchéance profonde. Index hémotonique=13. Abcès positif. Cicatrisation en 3 semaines avec relèvement de l'état général. Index hémotonique=6.

Observation VI. — Cancer utérin cratériforme. Pertes sanieuses. Index hémotonique=8. Abcès de fixation positif ouvert au quatrième jour. La malade, ayant trop souffert à l'occasion de la formation de son abcès refuse l'irradiation et quitte la clinique. Trois semaines après, aggravation et renvoi à la clinique par le médecin traitant qui, sur notre demande, a reprovoqué un abcès de fixation à la région deltoïdienne. Ouverture de l'abcès et irradiation séance tenante au quatrième jour. Disparition de l'odeur, relèvement de l'état général; au vingtième jour, après la séance, la fixité des culs-de-sac est manifestement diminué, le col saigne peu au toucher; l'index hémotonique=5.

Observation VII. — Cancer du sein. Index hémotonique=6. Irradiation massive classique. Abcès de fixation provoqué 48 heures après la séance avec résultat positif. Insuccès thérapeutique. Index hémotonique=8, après un mois.

Dr F. DELPORTE
Agrégé à l'Université libre de Bruxelles

et

Dr Jean CAHEN
Bruxelles

TECHNIQUE NOUVELLE DE LA POSE EXTRA-PERITONEALE DE RADIUM PAR VOIE PARA-ILIAQUE

(Résumé)

Le traitement curiethérapique des néoplasmes du col utérin doit comprendre une irradiation très largement conçue pour la lésion initiale et pour les voies d'extension lymphatiques jusqu'au niveau du promontoire.

Les zones d'envahissement de ces néoplasmes ont été étudiées cliniquement après disparition des phénomènes d'infection secondaire, attribuables à l'ulcération ouverte dans le vagin et qui masquent en grande partie la valeur exacte de l'infiltrat malin.

Dans la majorité des cas, ces infiltrats répondent à certains types qui ont été longuement décrits, et dont l'interprétation est aisée après un rappel des voies lymphatiques de l'utérus, selon les derniers travaux parus.

Ne pas traiter ces voies d'extension lymphatiques, c'est faire un travail manifestement insuffisant, c'est courir à la récidive ganglionnaire, la récidive locale dans le territoire déjà irradié étant exceptionnelle.

La radiothérapie profonde, efficace dans certains cas nous a paru souvent nulle dans son action sur les envahissements du petit bassin.

Il était nécessaire donc de porter l'action du radium le long des vaisseaux lymphatiques. C'est le but que poursuit la technique de pose intra-abdominale de radium précédemment décrite.

Pourtant, cette technique a de nombreuses insuffisances; elle néglige notamment les ganglions du promontoire; elle est mal adaptée au traitement des récidives post-opératoires, après hystérectomie totale pour cancer du col.

Ces récidives post-opératoires traitées par voie vaginale seule ont donné de multiples déboires.

De cette manière, les infiltrats étendus qui les accompagnent ne sont pas irradiés et une technique abdominale également tentée plusieurs fois, ne réalise qu'une irradiation très incomplète dans ces cas. Nous avons voulu combler cette lacune par la technique para-iliaque qui a été tout d'abord utilisée dans des cas de cette espèce.

Elle permet de découvrir les voies lymphatiques du petit bassin, de poser des tubes de radium à leur niveau et de réaliser une irradiation satisfaisante.

Jusqu'à présent elle s'est adressée à des cas difficiles devant lesquels la clinique est désarmée totalement et pour lesquels les techniques habituelles ne nous avaient apporté, la plupart du temps, que des échecs.

NEUMAN

Bruxelles

TRAITEMENT RADIO-CHIRURGICAL DES CANCERS DU RECTUM PREMIERS RESULTATS

(Résumé)

Il y a un an, au Congrès de Bordeaux, j'ai eu l'honneur de vous décrire une technique radio-chirurgicale destinée aux cancers ampullaires du rectum.

Cette technique comprend trois temps :

1° Anus artificiel définitif;

2° Aiguillage avec voie d'accès;

3° Amputation secondaire du rectum dans les cas opérables.

Je viens de vous faire part aujourd'hui des premiers résultats que cette méthode a donnés.

Nous avons, depuis 1922, traité et suivi 29 cas, dont 11 opérables et 8 inopérables, adhérents, étendus au voisinage ou murés dans le petit bassin.

Nous avons eu 8 décès, dont 4 à la suite d'accidents opératoires immédiats; 2 éviscérations au niveau de l'anus artificiel; 2 infections; les 4 autres dus aux progrès de la maladie, dont une généralisation abdominale après 6 mois.

Traitement :

17 malades ont subi les 2 premiers temps;

12 malades ont subi les 3 temps.

Parmi ces derniers, 1 est mort d'infection post opératoire et 1 à présenté une petite récidive locale aiguillée secondairement. Nous avons observé, en outre, 3 récidives parmi les cas n'ayant subi que les 2 premiers temps; en tout, 4 récidives. Parmi les 3 cas récidives n'ayant subi que les 2 premiers temps du traitement (anus artificiel avec voie d'accès), un seul avait reçu une dose suffisante; 44 mcd. (récidive au bout de 11 mois). Les 2 autres avaient reçu une dose manifestement insuffisante (16 mcd et 7 mcd); cependant, le premier (16 mcd.) n'a récidivé que dans le courant de la seconde année.

Un cas, une femme opérée en 1922, ayant subi le traitement complet en 3 temps, âgée de 30 ans, fait en ce moment une grossesse qui évolue normalement.

Un autre cas, opéré également en 1922, ayant subi le traitement complet et présentant toutes les apparences de la guérison, était un cas de récidive volumineuse, ce malade ayant subi une amputation partielle ano-rectale en 1916.

Aucun malade opéré secondairement n'a reçu une dose inférieure à 25 mcd.

Au point de vue du temps écoulé nous avons :

4 cas datant de 1922;
17 — — 1923;
8 — — 1924.

Si nous faisons abstraction des cas de 1924, trop récents, il nous reste 21 cas de 18 et 22 mois, avec 7 décès, dont 3 seulement imputables à l'évolution de maladie, soit 33 % de mortalité générale et 14 % de mortalité due au cancer lui-même.

Enfin, il me paraît utile d'insister sur ce fait que, parmi les 29 cas traités, 18 ont été cliniquement considérés comme inopérables (62 %) et, par conséquent, au-dessus de toute thérapeutique chirurgicale, et que, parmi ces 18 cas, 4 dans la suite sont devenus opérables et ont pu subir le troisième temps c'est-à-dire l'amputation basse du rectum.

Si je me suis permis, Messieurs, de vous présenter ces chiffres, malgré le recul insuffisant, c'est que, tels qu'ils sont, avec 62 % de cas inopérables ils défient fatalement toutes les statistiques chirurgicales publiées jusqu'à présent.

Dr H. COUTARD
Paris

NOTE PRELIMINAIRE SUR LA RADIOGRAPHIE DU LARYNX NORMAL ET DU LARYNX CANCEREUX

L'auteur a constaté que les résultats primitivement obtenus par lui, dans la Rœntgenthérapie des cancers endolaryngés, et antérieurement publiés, n'ont pas été améliorés par la suite, alors que les résultats de la Rœntgenthérapie des cancers exolaryngés, primitivement très médiocres, paraissent dès maintenant supérieurs à ceux du cancer endolaryngé, et semblent s'améliorer régulièrement; il a recherché quelles pouvaient être les causes de ce changement imprévu dans les résultats.

Il a été ainsi conduit à étudier systématiquement par la radiographie, les larynx normaux, leurs cartilages et les formes d'ossification des cartilages; puis les larynx néoplasiques et, dans ces derniers, l'aspect radiologique des cartilages. Il est arrivé à cette conclusion que, fréquemment, il existe un envahissement précoce du squelette laryngien, à un moment où aucun symptôme clinique ne permet de le supposer, cet envahissement étant naturellement beaucoup moins rare dans les cancers endolaryngés que dans les cancers exolaryngés; fréquemment aussi, les envahissements cartilagineux sont accompagnés d'infection.

Il lui a semblé que cette cause était importante. En effet, le traitement par les radiations, dans ces cas, s'il n'a pas été précédé, soit d'une thyrotomie permettant la résection même partielle des cartilages envahis, soit tout au moins d'une trachéotomie immobilisant relativement les cartilages, n'a donné de bons résultats qu'exceptionnellement.

Il peut donc être utile d'adjoindre la radiographie aux autres modes habituels d'examen du larynx, avant de décider du choix du traitement.

Dr ARMAND-DELILLE
Médecin des Hôpitaux, Paris

et

Dr DARBOIS
Radiologiste des Hôpitaux, Paris

DIAGNOSTIC RADIOLOGIQUE DE LA DILATATION DES BRONCHES CHEZ L'ENFANT

Le diagnostic clinique de la dilatation bronchique chez l'enfant est souvent difficile. Pas de symptôme pathognomonique : la chronicité de la toux, l'expectoration muco-purulente, les signes stéthascoustiques pseudo-cavitaires constituent une symptômacologie banale commune à plusieurs affections pulmonaires

L'hésitation du clinicien sera-t-elle fixée par l'examen radiologique? Pas toujours, rarement même. Souvent l'écran ne révèle, au niveau de la région suspecte, qu'une diminution de la transparence, de la grisaille au pourtour des gros troncs broncho-vasculaires, dont les contours sont indécis, un aspect nuageux du parenchyme pulmonaire (*Fig.* 1). Parfois, cependant, sur le fond plus ou moins foncé, transparaît en plus clair le trajet de la bronche; et, en l'étudiant attentivement, on constate que son calibre est élargi et irrégulier. Parfois aussi, sur le canal bronchique et à son pourtour, on peut voir de petites taches lumineuses, ovalaires, dont la transparence varie pendant la toux. Leur périphérie n'est pas entourée d'un cercle foncé, comme les spélonques bacillaires. Elles sont fréquemment groupées en amas, et peuvent alors prendre une forme polygonale. C'est surtout dans le tiers moyen et le tiers inférieur des poumons que cet aspect est réalisé, aussi fréquemment à gauche qu'à droite.

Si la dilatation bronchique porte sur l'extrémité terminale inférieure des bronches du poumon gauche, un simple examen radioscopique est susceptible de le mettre en évidence d'une façon indubitable. Sur la clarté de la poche à air gastrique, se détachent en effet, avec netteté, l'ombre de petites ampoules ayant 5 à 15 millimètres de diamètre, plus ou moins remplies de liquide et drainées par une bronche qui peut paraître obscure ou claire, selon qu'elle est ou pleine ou vide de muco-pus : la comparaison de deux clichés, pris à quelques

minutes de distance et séparés par une quinte de toux, met facilement en évidence ces changements d'aspect caractéristiques.

Mais il est rare que les images soient aussi démonstratives. Très souvent, la réaction de densification péribronchique jette un brouillard sur l'image pulmonaire. Certains processus pleuro-parenchymateux aboutissent à l'obscurité presque totale et apparemment uniforme d'un hémithorax : la dilatation bronchique soupçonnée cliniquement semble alors indécelable radiologiquement.

Or, les injections intrabronchiques de lipiodol permettent de résoudre facilement ce problème ardu ou même apparemment insoluble. Nous n'avons pas à décrire ici la technique de ces injections, qu'il est facile de pratiquer par la voie intercrico-thyroïdienne après anesthésie des voies respiratoires par la stovaïne. Nous n'avons en vue ici que le côté radiologique de la question.

L'examen radiologique devra être pratiqué immédiatement après l'injection lipiodolée, afin de profiter de l'anesthésie des voies respiratoires : dès que le réflexe de défense réapparaît, des quintes de toux provoquent le rejet dans l'œsophage du lipiodol intra-bronchique et les images bronchiques perdent rapidement leurs détails et leurs contrastes. Nous avons coutume de prendre un premier cliché radiographique dans le décubitus dorsal; la pose doit être rapide, de l'ordre de 1/10e de seconde, afin que les battements transmis par le cœur aux bronches ne puissent nuire à la netteté parfaite de l'image photographique. Ce cliché donne un aspect de la face postérieure du thorax en horizontale. Le petit malade est alors placé verticalement derrière l'écran, examiné radioscopiquement et une radiographie instantanée est prise en position antérieure de face.

La comparaison des deux clichés, pris l'un dans le décubitus, l'autre dans la station verticale, est des plus suggestive. Le liquide iodé très opaque aux rayons donne des images pleines de contrastes : bavant sur les parois des gros troncs bronchiques, il en dessine les parois, garnit les fines arborisations bronchiques et, s'introduisant dans les dilatations ampullaires, les remplit totalement ou partiellement; les géodes arrondies ou polygonales, les déformations et les agrandissements du calibre bronchique apparaissent alors avec une évidence indiscutable.

Voici les divers aspects radiologiques qui peuvent être de la sorte réalisés par l'injection du lipiodol intrabronchique :

1° *Images en grappe.* — Les dilatations *bronchiques ampullaires*, groupées autour de l'ombre bronchique comme des grains de raisin sur leur grappe, sont caractérisées dans le *décubitus* par des taches arrondies ou polygonales, d'étendue variable depuis 1/2 centimètre à 2 centimètres de diamètre, tranchant par leur opacité totale et uniforme sur le fond grisé (*Fig.* 2 et 4). Dans la *station verticale* apparaissent de petites géodes partiellement lumineuses et partiellement opaques, ayant chacune un niveau liquide surmonté d'une luminosité

en dôme, et étagées à des hauteurs différentes : l'ensemble ainsi constitué peut être comparé à une grappe de fleurs de glycine (*Fig.* 3 et 5).

2° *Images en algue ou en branches de fucus.* — Au lieu de former des dilatations ampullaires, les bronches peuvent être plus ou moins élargies dans leur calibre et sur une grande longueur : il n'y a pas de géode, mais des dilatations en doigt de gant. Le lipiodol réalise dans ce cas une injection qui reste presque identique dans l'horizontalité et la verticalité, parce que tout le calibre bronchique est rempli par le liquide opaque et qu'il n'y a pas de cavité hydroaérique. L'image rappelle une branche d'algue marine ou de fucus (*Fig.* 6 et 7).

3° Il arrive que le lipiodol ne puisse pénétrer dans une bronche remplie de muco-pus : le territoire ainsi épargné par l'injection lipiodolée forme une lacune dans l'arbre bronchique dont toutes les autres parties, mises en évidence par l'opacité de l'iode, se dessinent avec précision. Mais si des efforts de toux déplacent le bouchon muqueux qui oblitère l'orifice bronchique, une deuxième injection lipiodolée est susceptible d'y pénétrer, et de faire apparaître tout ou partie du territoire resté jusqu'alors invisible. Cette *image momentanément lacunaire* est symptomatique de l'obstruction d'un territoire bronchique par des sécrétions (*Fig.* 8).

Ainsi, grâce à l'injection intrabronchique de lipiodol, apparaissent des caractères nouveaux et pathognomoniques de la dilatation des bronches : le diagnostic hésitant peut être fixé de façon définitive.

Drs JAULIN et LIMOUZI

1° RESUME D'UNE OBSERVATION D'ENCHONDROME AVEC RADIOGRAPHIE

Les auteurs présentent une radiographie d'enchondrome. Deux radiographies semblables seulement ont été publiées en France à leur connaissance.

L'affection intéresse comme à l'ordinaire les os de la main, métacarpiens et phalanges. Il faut noter comme particularité une ankylose complète de l'articulation phalango-phalanginienne.

Le malade a été traité par la radiothérapie sans aucun résultat. Le diagnostic clinique a été confirmé par une biopsie.

Le diagnostic différentiel est à faire avec les kystes osseux, mais les kystes osseux siègent sur la diaphyse des os longs.

2° RESUME SUR UNE OBSERVATION DE LUXATION METACARPO-PHALANGIENNE COMPLETE EN ARRIERE DES QUATRE DERNIERS DOIGTS

Les auteurs présentent une radiographie de luxation complète en arrière des quatre derniers doigts, au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne.

La base des phalanges se trouve située immédiatement sur la face dorsale de la tête des métacarpiens correspondants. Cette luxation est très rare. Elle se produit par rupture du ligament glénoïdien qui rompt ses attaches métacarpiennes.

Les symptômes cliniques en sont : le raccourcissement des doigts, la saillie des phalanges sur la face dorsale en arrière des métacarpiens, leur attitude en extension forcée et la demi-flexion de la phalangine et de la phalangette.

A. GUNSETT et D. SICHEL
Strasbourg

Travail du Service Central de Radiologie de l'Hôpital Civil de Strasbourg (Directeur : Dr Gunsett)

1° NOUVEAU CAS DE RADIOGRAPHIES DU CARREFOUR DUODENAL CONTROLES PAR L'OPERATION

Démonstration des cas suivants :

1° Radiographie d'un duodénum avec une encoche très nette sur la paroi externe du bulbe et la partie descendante du duodénum très amincie.

L'opération montra un petit ulcère situé à la petite courbure du bulbe, très près du pylore.

2° Radiographie d'un duodénum montrant une image très irrégulière du pylore et de la première partie du duodénum.

A l'opération, on trouva un ulcère frais de la paroi antérieure du bulbe duodénal avec adhérence avec la vésicule biliaire.

3° Radiographie duodénale montrant une niche très nette entre le pylore et le duodénum.

L'opération montra un ulcère calleux de la paroi postérieure du bulbe duodénal avec adhérence au foie et à la vésicule biliaire.

4° Radiographie d'un bulbe duodénal complètement irrégulier, détiré, avec deux encoches à sa base.

A l'opération, on aperçut un ulcère cratériforme à la paroi postérieure du bulbe duodénal.

5° Radiographie d'un bulbe à contours très irréguliers, surtout à sa base.

A l'opération, on trouva, sur la paroi antérieure supérieure du duodénum, la cicatrice d'un ulcère.

6° Radiographie d'un bulbe duodénal irrégulier, le pylore lui-même irrégulier.

A l'opération, on trouvé, au milieu de la face antérieure du pylore, une cicatrice. Des deux côtés de cette cicatrice, on constate une espèce de diverticule du commencement du duodénum produit manifestement par la traction exercée par l'ulcère.

7° Radiographie d'un bulbe duodénal déformé en feuille de trèfle.

L'opération ne montre pas d'ulcère, par contre des adhérences très fines allant vers la vésicule biliaire.

8° Radiographie d'adhérences duodénales, sans ulcère. Une bride partait de la vésicule biliaire, vers le bulbe qu'elle croisait en deux parties.

Les radiographies de la région pylore-duodénale montrent un bulbe irrégulier, surtout à sa partie interne, où il paraît presque rétréci en sablier.

9° et 10° Deux radiographies de cancers pyloriques au début.

2° LA RADIOGRAPHIE DES SINUS POSTERIEURS PAR FILM INTRABUCCAL

(Résumé)

Les radiographies de la base du crâne par les incidences menton-vertex et vertex-menton sont la méthode de choix pour l'examen radiographique des sinus éthmoïdaux postérieurs et sphénoïdaux.

Néanmoins, il peut y avoir des cas où ces incidences sont difficilement applicables. Souvent le sujet est trop malade pour pouvoir être placé dans cette position. Souvent le malade a des douleurs qui l'empêchent de garder la tête dans ces positions un peu désagréables. Ou bien le malade peut avoir un cou trop court ou une autre raison qui l'empêche de défléchir suffisamment la tête.

Dans ces conditions, la méthode du film intrabuccal peut rendre de réels services. Les auteurs ont indiqué un petit dispositif s'adaptant à la cupule de Gaiffe, qui permet de réaliser facilement la radiographie des sinus postérieurs par cette méthode.

Dr Etienne HENRARD

Bruxelles

LES SUBLUXATIONS DE L'EPAULE MECONNUES

(*Résumé*)

L'auteur montre une série de radiographies de subluxations méconnues de l'épaule, étiquetées, arthrites traumatiques, périarthrites. Ces lésions se rencontrent fréquemment après des traumatismes de l'épaule dans les accidents du travail, surtout. Le blessé est soigné par l'immobilisation, les pansements humides, le massage, la mobilisation, tous les traitements physiothérapiques quelconques, puis est amené six semaines, deux mois après l'accident, chez le radiographe, avec une épaule ankylosée ou semi-ankylosée. La radiographie démontre la présence d'une subluxation. Le traitement consiste dans la réduction, sous anesthésie générale. On obtient en même temps la réduction et la rupture des adhérences. Les mouvements passifs, le massage et surtout les mouvements actifs d'élévation du bras ramènent la *restitutio ad integrum*.

Dr BOURGUIGNON
Paris

a) LA CHRONAXIE DANS LES ETATS DE CONTRACTURE ET DE RIGIDITE MUSCULAIRE D'ORIGINE CENTRALE OU PERIPHERIQUE

b) TRAITEMENT DE LA PARALYSIE FACIALE PERIPHERIQUE BASE SUR L'ETUDE DE LA CHRONAXIE

Dr A. FAUCONNIER
Saint-Cloud (Seine-et-Oise)

UN TUBE A RAYON X AUTO-PROTECTEUR. LE TUBE PHILIPS METALIX

S'il est incontestable que la science des rayons X a enregistré de remarquables progrès, on est cependant quelque peu surpris lorsqu'on étudie le développement apporté au tube proprement dit, de constater que le « Glaskugel », cette boule de verre avec laquelle Röntgen effectua ses premières expériences, n'a pas subi, en somme, de si nombreuses modifications.

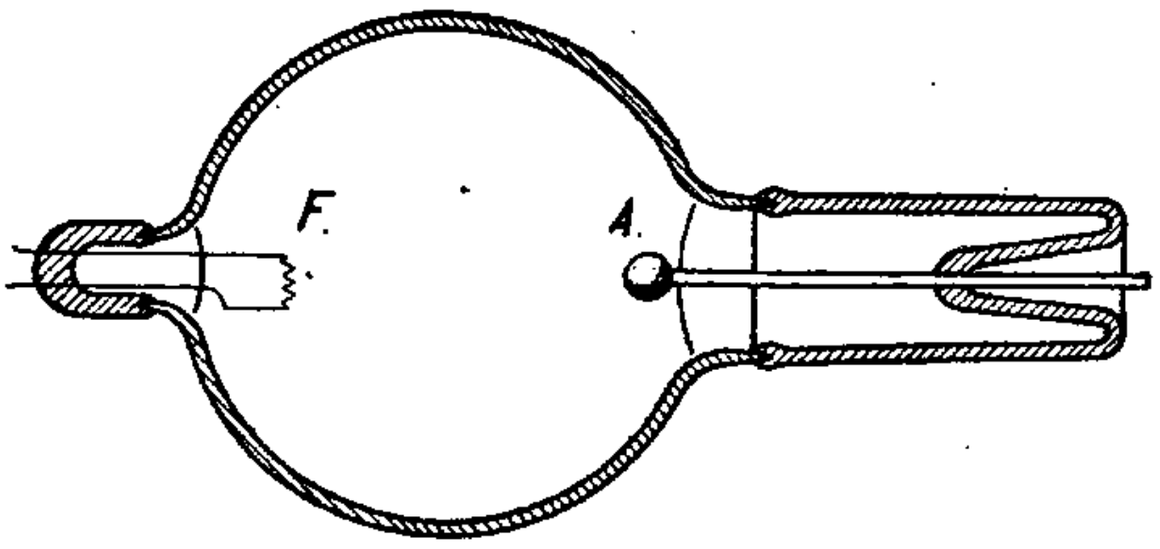
L'introduction de l'anticathode si caractéristique à surface de rayonnement oblique que Röntgen (1) lui-même effectua, lorsqu'il eut remarqué que le rayonnement obtenu augmentait lorsqu'au lieu de laisser tomber les électrons sur le verre de l'ampoule, il les interceptait sur une plaque de platine, fut pour ainsi dire, abstraction faite des tubes analogues à ceux de Zehnder (2), Siegbahn (3), Shearer (4), construits

(1) *Annalen.* 64-12.
(2) *Electr. Zeitschr.*, 1915.
(3) *Verh. D. Phys. Ges.*, 1915.
(4) *Phys. Rev.*, 1922.

pour des buts spéciaux : la seule amélioration qui apporta quelques modifications à la construction extérieure des tubes à rayons X.

Coolidge, lui-même, qui introduisit avec tant de succès, comme source d'électrons, la cathode incandescente, substitua celle-ci à la cathode creuse, et donna à son nouveau tube le modèle courant : si bien que, dans ses parties essentielles, le tube à rayons X conserva la même forme. L'anticathode à surface de rayonnement oblique, au milieu de l'ampoule, restait toujours la source de rayons X et pourtant cette forme et modèle du tube n'est pas sans inconvénient. Le tube est très fragile, les parties en verre qui dépassent l'ampoule rendent le transport difficile, les parois du tube se chargent électrostatiquement et cette charge électrostatique du verre, si contrariante pour la décharge, empêche en outre d'approcher le tube trop près du corps du patient. Mais il est un défaut bien plus grave encore : c'est que les rayons X qu'envoie le tube n'apparaissent pas là seulement où ils sont nécessaires, mais bien dans toutes les directions et l'expérience a malheureusement trop souvent et trop cruellement appris qu'il est excessivement difficile de s'assurer d'une protection radicale.

Ce sont là d'incontestables défauts que la marche du progrès demande à faire disparaître. C'est à ce but qu'ont concouru les efforts des laboratoires des usines de lampes à incandescence Philips. Ils viennent, nous le croyons, d'être couronnés de succès. Grâce particulièrement à l'initiative de leurs physiciens, les usines ont réussi à construire un tube métallique de forme nouvelle et solide, qui, non seulement, assure la protection radicale de l'opérateur, mais aussi possède en outre des avantages incontestables.



En principe, le Tube Philips Métalix repose sur le fait suivant :

Si on réussit à apporter dans un récipient métallique une source d'électrons, par exemple un filament incandescent F possédant par rapport au récipient un potentiel positif suffisant, aucun électron ne s'échappera du filament vers le récipient. Mais, s'il se trouve dans le récipient ou près d'une ouverture y pratiquée, une électrode A à potentiel positif suffisamment élevé, cette électrode attirera les électrons du filament. Les électrons quitteront ce filament F avec une vitesse très petite (correspondant à quelques dizièmes de volts), si bien que, lorsque la différence de potentiel entre F et A atteindra des milliers de volts, la vitesse avec laquelle les électrons frapperont l'électrode A sera

déterminée seulement par cette différence de potentiel entre F et A. Au fait, la vitesse v des électrons et la différence de potentiel V entre F et A satisfait à la relation $1/2\ mv^2 = eV$, où m et e représentent respectivement la masse et la charge de l'électron.

Comme, d'autre part, la fréquence maximum γ des rayons X produits, dépend uniquement de V différence de potentiel et ce par la relation d'Einstein :

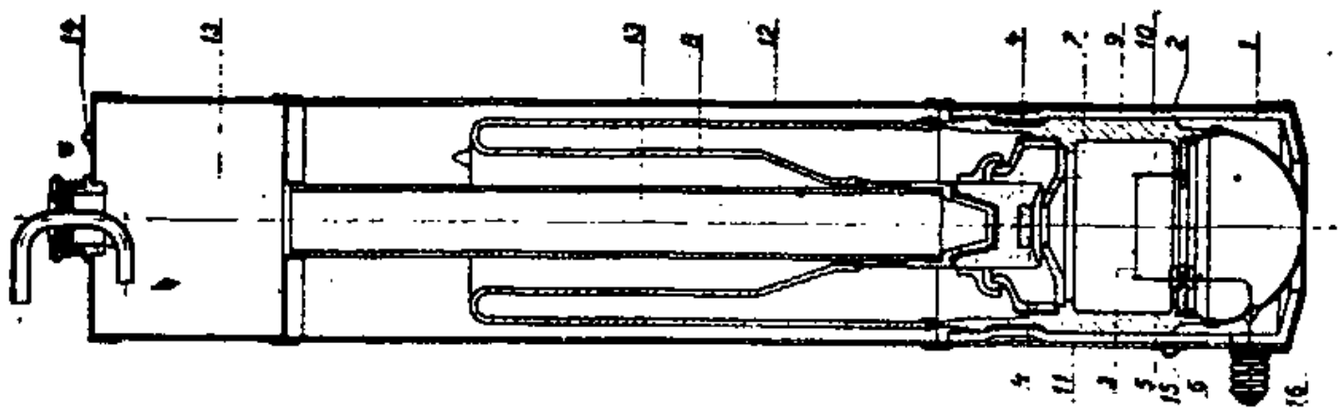
$$eV = h\gamma$$

il sera possible de produire sur l'électrode A des rayons X à fréquence maximum donnée, c'est-à-dire à longueur d'onde minimum déterminée.

Cela étant, le problème se ramenait à la possibilité de disperser, suffisamment rapidement, l'énergie fournie à l'électrode A sous forme de chaleur et dont la millième partie seulement est transformée en rayons X. Il fallait aussi, il va sans dire, pouvoir munir le récipient métallique d'une fenêtre par où s'échapperaient les rayons X, veiller à avoir une isolation convenable, etc... Telle est l'idée conçue en l'esprit des physiciens : il fallait étudier sa réalisation pratique.

C'est surtout grâce au fait que les laboratoires des Usines Philips ont réussi à trouver un métal parfaitement étanche permettant de se souder au verre, que cette réalisation fut possible.

Dans ce tube baptisé sous le nom de tube Philips Métalix, la cathode est formée d'un filament incandescent monté sur deux pôles (2) et (5), dont un (2) est relié électriquement à l'anneau de ferro-chrome (6), tandis que l'autre (5) traverse l'anneau métallique (6) dont il est isolé,

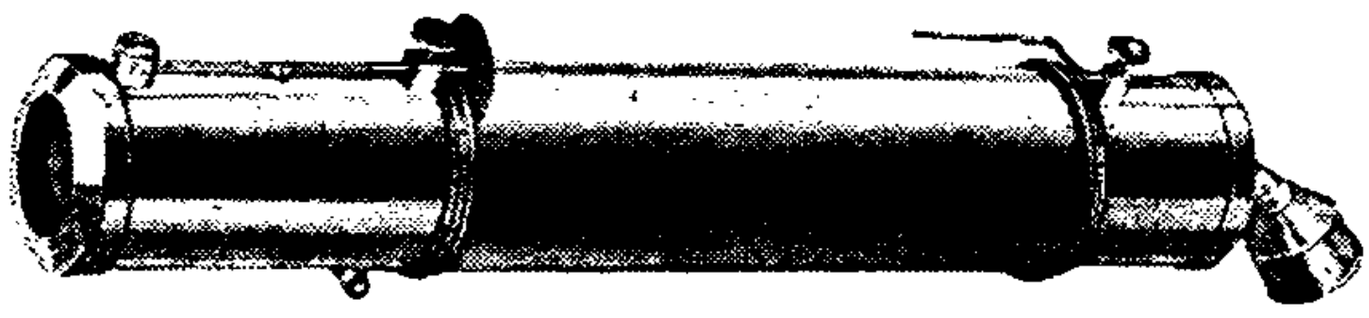


et est scellé par fusion dans le chapeau de verre (1). Il est à remarquer que le filament incandescent n'est pas rendu positif par rapport au récipient métallique, comme nous l'avons vu dans la conception du principe, et cela parce que l'expérience apprend que seule une très faible partie du courant se rend à la paroi métallique lorsque celle-ci est reliée à un pôle du filament. L'espace dans lequel se trouve le filament incandescent, et que nous appellerons « l'espace cathodique », est limité par des parois cylindriques de ferro-chrome; seules se trouvent deux ouvertures dans les plaques (6) et (7). L'ouverture de la plaque (6) servira de diaphragme pour le passage des rayons X. Tandis que, devant l'ouverture de la plaque (7), se trouve l'anticathode (4) qui est isolée du récipient métallique (9) par les tubes en

verre (8). Le miroir de tungstène (4) de l'anticathode ne se trouve qu'à quelques millimètres de l'ouverture (7).

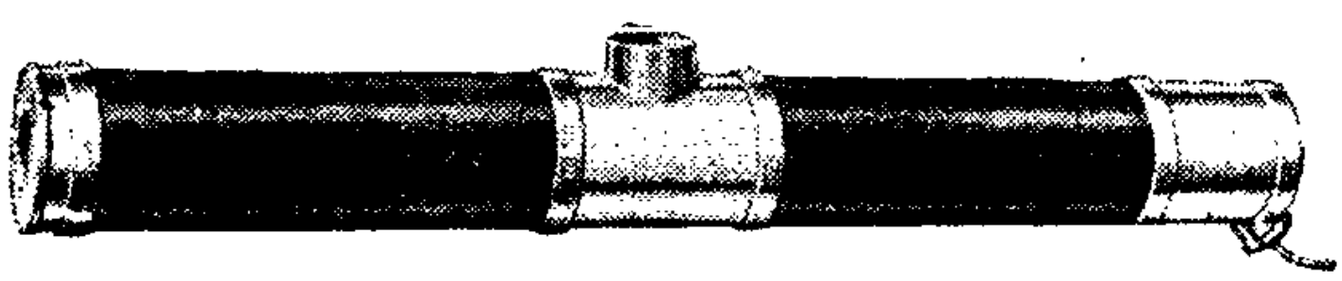
Les dimensions de l'ouverture de la plaque (7) sont choisies de telle façon que le champ positif de l'anticathode agisse suffisamment pour attirer les électrons de l'espace cathodique. On a veillé, en plus, à ce que tous ces électrons soient projetés sur le milieu du miroir de tungstène de l'anticathode (4) de telle façon que le point d'impact soit fin et précis.

La forme du filament primitivement rectiligne a été modifiée par la suite et, dans les modèles récents, elle est circulaire. Les rayons X



produits s'échappent par la fenêtre en verre (1); ces rayons forment donc un faisceau conique limité par le diaphragme (6), faisceau dont l'axe est celui du cylindre, et le sommet, le point d'impact. En dehors de ce faisceau n'apparaît pratiquement aucun rayon, car la cloison cylindrique formée des parois (9), (10), (11), respectivement de ferro-chrome, plomb et cuivre, a été choisie de telle façon que seule une valeur moindre à la millionnième partie des rayons les plus intensifs du spectre qui l'atteignent la traversent. Le refroidissement de l'anticathode peut s'effectuer de la manière ordinaire, soit à l'aide d'un réfrigérent à eau (13), soit par radiateur à ailettes. Cependant, il a été conçu également, eu égard au fait que dans les refroidisseurs à eau ordinaires, l'eau bouillonnant sous des charges lourdes ou longues données au tube, implique à celui-ci un mouvement dû à l'ébullition de l'eau, il a été conçu un refroidisseur à eau spécial.

Il consiste à placer, dans un tube en cuivre complètement étanche, fixé convenablement à l'anticathode, quelques centilitres d'eau distillée et ce, sous un vide correspondant à une pression de quelques millimètres de mercure. Ce tube en cuivre est lui-même partiellement



refroidi, en sa partie supérieur, par un bassin d'eau. La pression de la vapeur d'eau renfermée dans le tube ne peut s'élever que très peu au-dessus de l'atmosphère.

De ce qui précède, il résulte clairement qu'outre les propriétés des tubes à rayons X à cathode incandescente, où, par la seule manœuvre des organes de réglage du circuit à haute tension du tube et du circuit de chauffage du filament, on obtient immédiatement à volonté faible ou forte dose de rayons X mous ou durs; le tube Philips Métalix présente les qualités nouvelles suivantes :

1° Il est d'une forme simple et robuste, facile au maniement;

2° Ces rayons X sont projetés dans une direction unique;

3° Le faisceau conique des rayons rend aisée la mise au point du champ à radiographier;

4° Vu sa protection radicale, une simple pince suffit pour le monter sur le pied support. L'emploi de cupule ou d'écran protecteur devient donc tout à fait inutile. Mais, cependant, à ces avantages indubitables qui apparaissent clairement, nous devons encore ajouter le meilleur rendement du tube, c'est-à-dirl que, pour u ncourant de même intensité et de même voltage, on obtient, à l'aide du tube Philips Métalix, une intensité plus grande de rayons X et ce, à cause des trois raisons suivantes :

a) L'intensité des rayons dans une direction perpendiculaire à l'anticathode est toujours quelque peu supérieure à celle des rayons, dont la direction forme, par exemple, un angle de 60° avec la normale;

b) Toute inégalité ou rugosité du miroir anti-cathodique ne joue ici aucun rôle néfaste, tandis qu'au contraire, dans un tube à anticathode à surface de rayonnement oblique, les rayons X sont, dans ce cas, partiellement absorbés par l'anticathode;

c) Dans chaque période du courant alternatif, le courant qui traverse le tube Philips Métalix n'atteint une valeur importante que lorsque le voltage s'approche du maximum, si bien qu'il y a consommation moindre d'énergie pour les bas voltages que dans beaucoup d'autres tubes.

Enfin, citons encore que, du fait de la possibilité de relier la partie cathodique du tube à la terre, et ce, lorsqu'il fonctionne sur transformateur avec pôle à la terre, on peut, sans danger, approcher le tube à de très petites distances de la partie du corps à radier ou à photographier. Le patient peut même toucher le tube. C'est là un avantage très appréciable, particulièrement pour la radiographie des corps de très petites dimensions, les dents par exemple. On peut, si le foyer est suffisamment fin, opérer à une distance très courte, ce qui, pour la même netteté d'image, ne demande qu'une consommation d'énergie moindre.

Tant qu'à présent les Usines Philipps ont étudié et mis au point 5 types différents, ce sont :

TYPE	APPLICATION	HAUTE TENSION max.	HAUTE TENSION eff.	RÉGIME Continu	RÉGIME Max.
A	Radiographie légère	65 kV	45 kV	6 mA	15 mA/5 sec.
B	Radiographie générale	95 Vk	65 kV	8 mA	100 mA à 50 kV max. 60 mA à 60 kV max. (1 sec)
C	Radiographie cutanée	100 kV		3 mA	10 mA (60 sec)
D	Radiographie pénétrante	120 kV	80 kV	6 mA	100 mA à 50 kV max. 60 mA à 60 kV max. (A sec)
E	Radiothérapie générale	150 kV		4 mA	

Les types A, B et C sont à fenêtre d'échappement à la base du cylindre tandis que les types D et E sont à fenêtre d'échappement au milieu de la partie cylindrique.

Le tube Métallix auto-protecteur pour thérapie praofonde, est encore à l'étude, mais les essais sont arrivés à un point tel, qu'on espère d'ici peu de temps pouvoir réaliser un tube de 200 kv et plus.

L. DELHERM
Electro-Radiologiste de l'Hôpital de la Pitié

et

Robert CHAPERON
Assistant de Radiologie à l'Hôpital des Entants Malades

LE SYNDROME RADIOLOGIQUE DE L'HYPERTENSION AORTIQUE

Lorsqu'on veut étudier les modifications que l'hypertension produit dans l'image radiologique des vaisseaux de la base du cœur, il faut essayer d'isoler ce qui appartient en propre à l'hypertension aortique, quelle qu'en soit la cause. Etant donnée sa fréquence, le syndrome radiologique de l'hypertension doit être *banal,* mais le plus souvent masqué par des lésions surajoutées, et l'on n'a pas donné jusqu'à présent à ces symptômes, qui isolément sont bien connus, leur valeur d'interprétation.

Nous avons déjà publié les résultats de nos recherches sur les contours des vaisseaux, chez le sujet normal; sans vouloir y revenir, il faut cependant insister sur certains points de repère bien visibles en radioscopie, qui sont : d'une part, les points d'émergence des bords supérieurs et inférieurs des artères pulmonaires, droite et gauche, qui constituent, comme nous l'avons démontré, les ombres hilaires; d'autre part, l'entrecroisement d'ombre de l'aorte descendante avec l'extrémité supérieure du tronc de l'artère pulmonaire.

Les modifications mécaniques que *doit* apporter l'hypertension sont liées à une loi physique : « *Lorsque la pression augmente dans un tube flexible recourbé en circonférence, elle le force à se dérouler et le rayon de la circonférence augmente.* » Mais la crosse est vivante, elle s'adapte et ne revient *jamais* à sa situation primitive; la crosse de l'aorte doit donc se dérouler progressivement et le rayon de la circonférence doit augmenter; c'est bien ce que l'on constate en étudiant les projections de l'aorte sur le cadavre opacifié.

En effet, d'après nos recherches :

1° *L'aorte ascendante* présente des projections variables avec l'âge :

a) Chez l'enfant, l'aorte est entièrement *à gauche* de la ligne médiane, la crosse est très serrée, et son bord droit est tangent à la ligne médiane. Elle va progressivement se porter vers la droite;

b) Chez l'adulte, le milieu de la projection de l'aorte ascendante se fait *sur* la ligne médiane, la crosse prend de l'ampleur;

c) Chez le vieillard, cette même projection se fait *à droite* de la ligne médiane et la crosse est largement développée.

2° *L'aorte descendante* va, avec l'âge, se porter progressivement vers la gauche et faire, là, une saillie de plus en plus appréciable; la longueur du segment visible augmente de l'enfant au vieillard.

3° *La veine cave supérieure* toujours visible, en radioscopie de face, est rectiligne et verticale chez l'enfant; elle présente chez l'adulte une faible convexité qui va s'accuser de plus en plus chez le vieillard.

Analysons maintenant les modifications des bords dans l'hypertension pour en déduire les symptômes cardinaux :

A gauche : Ascension de l'hémicercle aortique, effacement et disparition du point marquant son extrémité inférieure; la crosse s'arrondit, son rayon de courbure augmente, elle va déborder largement dans le champ pulmonaire; sa portion thoracique visible s'allonge de plus en plus, va tendre vers le point G et même le dépasser; elle va donc empiéter sur l'arc moyen dont la longueur apparente va diminuer et souvent s'annuler. Comme points de repère, on peut se baser sur la mensuration (souvent négative) de l'arc moyen, et sur ce fait que l'artère pulmonaire gauche (ombre hilaire), au lieu d'apparaître au niveau de l'extrémité supérieure du tronc de l'artère pulmonaire, semble maintenant émerger de l'aorte.

A droite : Le problème est plus complexe : l'aorte ascendante peut-elle, comme l'ont prétendu certains auteurs, apparaître et venir constituer le bord droit, en dehors des cas de dilatation partielle et d'ectasie? Après étude attentive, nous concluons négativement. Dans l'hypertension, la veine cave est refoulée à droite par l'aorte ascendante qui se porte vers la droite et sur laquelle la veine se moule, ce qui se traduit, d'une part, par l'exagération de la convexité à droite de cette veine, d'autre part, par des battements visibles de la veine, transmis par l'aorte. Cette convexité exagérée et ces battements doivent avoir leur maximum au niveau de l'émergence de l'artère pulmonaire droite bien visible, constituant l'ombre hilaire droite, et que l'on doit inscrire sur les orthodiagrammes.

A ces symptômes des bords droit et gauche, il faut encore ajouter *l'augmentation du diamètre transverse des vaisseaux du pédicule* mesuré suivant la technique classique; cette mensuration, qui n'a aucune valeur pour l'étude du diamètre de l'aorte, ne prend sa signification que si l'augmentation s'adjoint à la *convexité de la veine cave*, et à la *visibilité anormale de l'aorte thoracique*.

Cette triade devra toujours faire songer à la possibilité d'une hypertension, mais le contrôle instrumental sphygmo-manométrique devra toujours demeurer en dernier ressort le seul juge.

Les symptômes que nous venons de résumer n'ont pas tous la même valeur ; si le pédicule est serré, la convexité du bord droit pourra apparaître sans modification du diamètre transverse; si le pédicule est lâche, le diamètre transverse pourra être élargi sans convexité du bord droit; dans les dextrocardies, l'aorte thoracique sera anormalement visible. La convexité exagérée du bord droit avec battements nous paraît un symptôme de grande valeur qui doit entraîner la mesure de la tension, même chez l'enfant, mais on devra faire le diagnostic avec les adénopathies juxta-caves et les tumeurs du médiastin.

Les causes organiques de l'hypertension et le stade des lésions coexistantes vont toujours modifier cette description schématique, en particulier les aortites qui sortent du cadre de la question; à ces aortites seront rattachés l'étude du calibre de l'aorte, de son opacité, de ses battements, ainsi que l'examen en positions obliques.

Ces notions permettront de dépister des hypertensions insoupçonnées, chez l'enfant par exemple, et d'étudier plus attentivement celles qui sont évidentes; mais on ne devra jamais oublier que la crosse est *vivante* et, qu'une fois développée, elle revient très mal sur elle-même et toujours incomplètement; en outre, la sclérose va diminuer considérablement l'élasticité de ses parois, c'est dire que *les symptômes radiologiques survivront souvent partiellement à une hypertension qui a cédé.*

Dr J. MURDOCH

Bruxelles

ESSAI DE STANDARDISATION DE LA TECHNIQUE DE L'EXAMEN DU REIN, DE LA VESICULE, DE LA REGION LOMBO-SACREE ET DE L'ARTICULATION COXO-FEMORALE

(Résumé)

Bien que la technique radiologique, depuis l'emploi de plus en plus général de bons contacts tournants, de l'ampoule Coolidge, et du diaphragme Potter-Bucky, soit arrivée à un degré de perfection qu'elle

ne semble pas devoir dépasser pendant quelque temps, l'examen du rein et de la vésicule, de la colonne lombo-sacrée et de la hanche, présente encore quelquefois de grandes difficultés, surtout chez les personnes obèses.

Nous avons cru qu'il serait intéressant de standardiser la technique de ces divers examens.

Quelles sont les règles à suivre pour obtenir d'aussi bons résultats que possible?

1° Il est nécessaire, surtout pour l'examen rénal et vésiculaire, de préparer soigneusement le malade : la veille de l'examen, on administre trois cuillerées à café de poudre de réglisse composée, purgatif doux qui ne donne pas lieu à une production excessive de gaz. Le jour de l'examen, le malade prend encore deux cuillerées à café du même purgatif. Il prend, au premier déjeuner, une tartine rôtie et du fromage blanc, aliments qui ne donnent que peu de déchets intestinaux. Si l'examen a lieu l'après-midi, il prend au second déjeuner le même repas.

2° Nous devons employer une pénétration d'un kilovoltage approprié au diamètre antero-postérieur du malade à examiner.

Ce diamètre est mesuré avec un compas d'épaisseur, en déprimant quelque peu la paroi abdominale avec la branche courbe du compas, de façon à se rapprocher autant que possible du diamètre après compression. A chaque diamètre correspond une pénétration optima. Nous reproduisons dans un tableau les chiffres qui nous ont donné les meilleurs résultats.

3° Il est nécesaire de comprimer énergiquement le malade couché, soit sur le ventre (pour la vésicule), soit sur le dos. Nous employons, à cet effet, gonflé au maximum, le grand ballon compresseur de la maison Gaiffe-Gallot. Avec ce ballon, nous utilisons le grand localisateur de la même maison. Un morceau de carton circulaire empêche le ballon de pénétrer dans le localisateur;

Epaisseur à traverser en cm. après compression.	Etincelles entrepointes pr un milliampérage donné (en cm.)	Distance anticathode plaque.	Temps de pose (10 millis.)	Matériel employé.
10	10	60	14 sec.	Films duplitized Kodak.
12	12	60	14 sec.	Superspeed.
14	12 ½	60	14 sec.	2 écrans renforçateurs.
16	13	65	14 sec.	Kodak,
18	13 ½	70	18 sec.	Diaphr. Potter-Bucky.

4° Le malade est couché sur le diaphragme Potter-Bucky dont l'usage est trop répandu pour qu'il soit utile de décrire son fonctionnement. Chez les personnes de corpulence moyenne, le ballon gonflé au maximum, permet de rapprocher l'anticathode à 60 c. de la plaque. Quand le malade est plus obèse la distance est de 65 à 70 centimètres;

5° Choix de l'ampoule. Nous avons, après de nombreux essais, adopté l'ampoule à très fin foyer, supportant jusque 15 ou 20 milliampères. Les foyers moyens de l'ampoule Standard Coolidge, d'usage courant sont en effet trop grands et ne donnent pas suffisamment de détails osseux;

6° Milliampères : Il est pratiquement possible de faire avec des films à double couche sensible et de bons écrans renforçateurs, toutes les radiographies en utilisant 10 à 20 milliampères. Il est utile de ne pas dépasser ce milliampèrage afin de ne pas détruire le fin foyer de l'ampoule utilisée.

Avec un peu de bonne volonté, le malade peut rester facilement apnée, pendant une durée de 10 à 20 secondes.

7° Contrairement à l'opinion généralement admise, il ne faut pas renoncer à obtenir une bonne silhouette rénale quand on fait une radiographie de la colonne et inversement.

La position horizontale de l'ampoule, le fait de ne pas diriger le rayon obliquement, en dessous des côtes, ne nuit en rien à la netteté de la silhouette rénale, au contraire. Il nous a été souvent possible de rendre le rein visible dans son ensemble, y compris le pôle supérieur.

Géo VERLIAC et V. ROCCA

Elèves du Service de Santé de la Marine. Externes des hôpitaux Bordeaux

---

L'ELECTRO-VIBREUR DU PROFESSEUR BERGONIE EN CLIENTELE DE DISPENSAIRE

L'électro-vibreur du professeur Bergonié nous rend quotidiennement de nombreux services pour l'extraction de corps étrangers, — aiguilles dans la main le plus généralement.

Nous croyons devoir signaler la simplicité de son appareillage, la facilité et la rapidité des interventions grâce à son aide.

La technique opératoire est, en effet, des plus simples. Le repérage peut être poursuivi à chaque instant utile au cours de l'opération.

C'est un guide sûr qui évite les errements de la méthode aveugle, les délabrements du repérage pré-opératoire radiographique, les difficultés du repérage radioscopique.

Ses qualités nous permettent de proposer son emploi dans les dispensaires chirurgicaux, où l'on est appelé fréquemment à extraire des corps étrangers.

Dr MONTIES

Assistant de Radiologie, Agen

SUR L'EXAMEN DU DUODENUM CHEZ L'ENFANT NORMAL PAR LA RADIOSCOPIE (Travail fait dans le service de M. Roques, à l'hôpital des Enfants, de Bordeaux)

Résumé succinct :

Le duodénum infantile est du type haut situé.

Sa forme rappelle celle d'un croissant largement ouvert à sa partie supérieure.

Le *bulbe radiologique* semble devoir sa constitution aux transformations successives de la cavité gastrique.

La traversée duodénale est d'autant plus rapide que l'enfant est moins avancé en âge. On peut faire avec l'estomac le parallèle suivant :

L'estomac du nourrisson se contracte lentement, la traversée duodénale est très rapide.

L'estomac de l'enfant se contracte plus rapidement, la traversée duodénale est plus lente.

Dr LEDOUX
Bruxelles

et

Dr PAQUET
Bruxelles.

CONTRIBUTION A L'EXPLORATION RADIOLOGIQUE DU MEDIASTIN

En apportant cette contribution à l'exploration radiologique du médiastin, et, plus particulièrement, à l'étude des tumeurs du médiastin, nous avons moins comme but de vous communiquer les résultats auxquels nous sommes arrivés par une méthode que nous croyons bonne, que de vous décrire celle-ci.

Dans notre esprit, cette communication n'est qu'une note préliminaire; nous comptons la compléter ultérieurement lorsque l'étude que nous avons entreprise sera suffisamment au point pour permettre de traiter la question dans son ensemble.

Le diagnostic radiologique des tumeurs du médiastin présente souvent de grandes difficultés; leur existence reconnue, l'étendue des lésions est souvent difficile à déterminer.

Dans les positions obliques, l'exploration de l'espace clair rétro-aortique ne donne pas toujours les renseignements que, théoriquement, on pourrait en attendre. L'image est fort complexe : l'interprétation des opacités anormales que l'on y rencontre est le plus souvent fort délicate; enfin, la visibilité est parfois défectueuse.

Dans les positions frontales, antérieures et postérieures, on ne voit pas le médiastin postérieur lui-même, on ne peut en voir que les expansions pathologiques se profilant sur les plages claires des poumons. Il n'est guère d'artifices ou de moyens indirects qui permettent d'en faciliter l'étude.

Dans la partie supérieure les déviations de la trachée peuvent parfois donner quelques indications sur l'état du médiastin. Il en est de même, plus bas, des portions initiales des arbres bronchiques. Nous les avons explorées dans ce but, après injections de lipiodol, sans grand résultat d'ordre pratique jusqu'ici : nous croyons néanmoins que des recherches méritent d'être poursuivies dans ce sens.

Mais, en fait, seul des organes médiastinaux, l'œsophage nous paraît pouvoir donner des renseignements relativement précoces et précis sur l'état du médiastin. C'est, en effet :

1° Un organe à parois assez souples pour traduire par des empreintes la présence d'une tumeur en contact avec lui;

2° Un organe, dans son ensemble, assez mobile : ses moyens d'attache en dehors de ses extrémités terminales sont lâches; il peut révéler par des déplacements sans déformation des parois, la présence d'une tumeur située dans son voisinage;

3° Le manque de rigidité de cet organe et sa mobilité assez grande permettent de prévoir, en outre, que les adhérences de la tumeur médiastinale avec l'œsophage, retentiront sur sa forme et sur sa situation.

Evidemment, ces considérations ne sont pas absolument nouvelles, et il n'en est peut-être pas d'entre nous qui, occasionnellement, n'ait exploré l'œsophage dans les tumeurs du médiastin.

Où nous pensons avoir fait plus qu'il n'est coutume de faire, c'est :

1° En examinant l'œsophage dans toutes les positions certes, mais principalement dans la position antéro-postérieure qui, au point de vue où nous nous plaçons, est, croyons-nous, la position de choix, comme nous le verrons dans un instant;

2° En pratiquant systématiquement l'examen de l'œsophage dans tous les cas où nous soupçonnons une tumeur du médiastin, et cela sans attendre des symptômes de dysphagie ou autres troubles œsophagiens;

3° En mettant au point une technique permettant d'examiner à loisir un œsophage dont la perméabilité est peu ou pas troublée.

I. — *Examen dans toutes les positions.*

Il est classique d'examiner l'œsophage dans les positions obliques et, plus particulièrement, dans les positions oblique antérieure droite et oblique postérieure gauche.

Ce sont évidemment là les positions de choix, lorsque l'on veut étudier sa perméabilité, son fonctionnement, et, jusqu'à un certain point, sa forme. Il se détache, en effet, parfaitement sur le fond clair rétro-cardio-aortique au lieu de, en position frontale, se projeter sur l'ombre médiane formée par la colonne et le paquet cardio-vasculaire. tumeur extrinsèque qui le plus souvent se traduit par une dépression de la paroi ou par un léger refoulement de l'œsophage, les positions obliques deviennent les positions accessoires et la position frontale devient la position de choix.

Cela découle de la situation même de cet organe appliqué contre la colonne et de ses moyens de fixité qui permettent plus aisément des mouvements de latéralité que des déplacements dans le sens antéro-postérieur.

Dans les positions obliques, nous n'avons, en outre, aucun point de repère permettant d'évaluer ses faibles déviations. En position frontale, l'image est beaucoup moins complexe : une incidence, toujours exactement la même, est facile à réaliser et la situation de l'œsophage par rapport à la colonne, prendra toute sa valeur.

II. — *Examen systématique de l'œsophage.*

Nous pratiquons systématiquement l'examen de l'œsophage chez tous les malades atteints ou suspects de tumeurs du médiastin. Plusieurs cas nous ont prouvé qu'il ne faut pas attendre des troubles œsophagiens pour que l'exploration de l'œsophage puisse donner des renseignements précieux.

Les œsophages profondément troublés dans leur situation et dans leur forme peuvent ne donner aucune signe objectif ou subjectif. Attendre ceux-ci ou ceux-là pour explorer l'œsophage, c'est trop attendre.

III. — *Technique de l'examen.*

Il est classique d'examiner l'œsophage en position debout. Dans cette position, il est presque impossible d'avoir, quelle que soit la consistance de la bouillie ingérée, une replétion durable et convenable de la totalité du conduit œsophagien, sauf dans les cas où sa perméabilité est profondément troublée. Vu la vitesse de progression de la pâte opaque, l'image radiographique de l'œsophage apparaît sous la forme d'un mince filet avec un renflement à l'endroit où se trouve la plus grande partie de la bouchée avalée : cet endroit varie avec l'espace de temps qui sépare la prise du cliché du moment de la déglutition. Une pareille image est insuffisante pour le but que nous poursuivons.

Voici, outre les examens classiques, comment nous procédons :

1° Examen du malade en position horizontale, le malade couché sur le dos, le siège légèrement surélevé;

2° Administration au patient, lorsqu'il est dans cette position, d'une préparation opaque très collante, de consistance pâteuse, qui est administrée à la cuiller.

La préparation qui nous a donné les meilleurs résultats est une poudre à base de kaolin et de sulfate de Baryum, rendue à la consistance voulue par adjonction d'eau tiède et mélange jusqu'à homogénisation.

Il est essentiel de recommander au malade d'avaler chaque cuillerée en une fois et de ne pas faire, autant que possible, de mouvements de déglutition à vide. Une dernière bouchée est donnée immédiatement avant la prise du cliché.

Par ce procédé, qui a tout au moins l'avantage d'être simple, on peut obtenir, chez un individu normal, une bonne image de tout le tube œsophagien.

3° Nous employons presque toujours le Petter Bucky qui permet de lutter efficacement contre les mauvaises conditions de visibilité dues, dans la position antéro-postérieure, à l'ombre médiane, et de faire apparaître l'œsophage en blanc tout à fait pur sur l'ombre légère de la colonne et du cœur. Il contraste violemment avec les plages pulmonaires, presque complètement opaques.

Image normale.

Direction. — Ainsi que nous l'indiquent les anatomistes, l'œsophage présente des flexuosités transversales qui lui font décrire une ligne faiblement sinueuse. Il est dévié très légèrement à gauche, dans la région cervicale, il regagne la ligne médiane, puis est reporté franchement à gauche pour rencontrer l'estomac, à 3 cm. environ de la ligne médiane.

Calibre. — Suivant l'état de réplétion, son calibre est de 2 à 4 cm., presque régulier : les rétrécissements normaux aortiques et bronchiques sont à peine décelables dans cette position.

Mouvements péristalliques. — Les mouvements péristaltiques sont lents, peu profonds, souvent inappréciables.

Durée de la traversée œsophagienne. — Elle est extrèmement longue. Nous avons pu, chez certains sujets dont la perméabilité œsophagienne était parfaite, obtenir une image totale de l'œsophage 20 et même 30 minutes après l'ingestion de la pâte opaque.

Image anormale.

Il n'est pas dans notre intention de donner, dès maintenant, une classification des anomalies de forme et de situation de l'œsophage, consécutives aux tumeurs du médiastin.

Nous vous présentons quelques clichés sans autre but que de vous montrer ce qu'on peut attendre de la technique que nous employons. Ils ne concernent que des malades ne présentant aucun trouble fonctionnel de l'œsophage.

Outre son application aux tumeurs et autres affections du médiastin, cette méthode pourra peut-être contribuer à l'étude de l'anatomie, de la physiologie et de la pathologie de l'œsophage lui-même, parce qu'elle nous permet de l'explorer autrement et plus complètement que nous ne le faisons de coutume.

Nous l'avons employée notamment dans des cas de cancer de l'œsophage. Elle nous a donné, sur la détermination du pôle inférieur du néoplasme, si important à connaître pour le traitement curiethérapique, dès renseignements moins précis que la coulée renversée de l'un de nous, mais suffisant dans la grande majorité des cas.

Enfin, entre autres applications aux affections non néoplasiques du médiastin, elle nous a prouvé que les fibro-scléroses de la plèvre et du poumon, qui occasionnent des rétractions trachéales ou cardio-vasculaires, peuvent aussi amener des désordres anatomiques graves du côté de l'œsophage, qu'aucun trouble de la déglutition ne fait prévoir.

Dans ce cas, donné à titre d'exemple, les altérations constatées reconnaissent vraisemblablement comme mécanisme, un pincement de l'œsophage par les tractus qui l'unissent normalement à la bronche gauche, ici fortement déviée vers la droite.

Dr HANRIOT

Nancy

PRESENTATION D'UN MASQUE PROTECTEUR

Le docteur Hanriot présente un masque anti-X qui assure, non seulement à la partie antérieure du visage, mais à la face tout entière, une protection absolue.

Le masque est un peu lourd à la main, mais le poids qui est une garantie, ne se sent que peu quand il est bien assujetti sur la tête.

Dr A. BECLERE

Paris

CALCULS DE LA VESICULE ET DU CHOLEDOQUE
PROJECTION DE FILMS

Prof. J. BERGONIE

Directeur du Centre régional contre le cancer, Bordeaux

QUATRE CAS DE CANCER GUERIS DEPUIS 10 ANS PAR LA RADIOTHERAPIE

Il n'est pas inutile de démontrer par des faits que la stérilisation d'un néoplasme par les radiations de courtes longueurs d'ondes peut être complète, même dans des cas auxquels tout le monde applique l'épithète de graves. Mais il faut, pour cela, que la guérison obtenue date de longtemps, et l'auteur fixe à dix ans au moins le temps écoulé depuis la guérison, dans les cas qu'il rapporte.

Obs. I. — Dans le premier cas, il s'agit d'un épithélioma du col utérin, avec diagnostic histologique : curiethérapie intra-cervicale; 20 mgr. RaE; filtre : 1 m/m. 72 heures d'application, puis radiothérapie pénétrante, avec 4 m/m d'aluminium; série de séances. Le traitement est terminé le 1er juillet 1914. Depuis, toujours en parfait état.

Obs. II. — Dans la deuxième observation, il s'agit d'un carcinome des sinus : maxillaire, sphénoïdal et ethmoïdal; trois opérations successives, chacune avec récidive. 20 mgr. RaE; 96 heures. Filtre : 1 m/m, plus dix séances de radiothérapie pénétrante; 40/10 d'aluminium. Traitement terminé le 5 janvier 1914; en parfait état; mariée; des enfants.

Obs. III. — Dans la troisième observation, il s'agit d'un néoplasme de la voûte palatine et du sinus maxillaire. Diagnostic histologique (Sabrazès); épithélioma. Intervention chirurgicale, puis récidive six mois après. Très gros ganglions sous-maxillaires, curiethérapie : 20 mgr. RaE; filtre : 1 m/m, plusieurs jours et à plusieurs reprises. Radiothérapie pénétrante intra-buccale et extérieure; traitement terminé le 10 décembre 1913. Toujours guérie : trois enfants depuis. Poids : 74 kgr.

Obs. IV. — Dans la quatrième observation, il s'agit d'une malade de 22 ans, opérée par le Prof. Denucé. Diagnostic histologique : carcinome à petites cellules de la région cervico-claviculaire; récidive sur place; radiothérapie sans filtration; radiodermite; télangiectasies; atrophie de la peau; guérie en juillet 1903; mariage; grossesse; décembre 1922 : opération d'autoplastie. Guérie depuis 21 ans.

On peut donc affirmer que, dans certains cas, la radiothérapie et les rayons X peuvent guérir définitivement des malades atteints d'un cancer, diagnostiqué histologiquement et cliniquement.

JEANNENEY

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine,
Chirurgien des Hôpitaux, Bordeaux

et

MATHEY-CORNAT

Interne au Centre contre le cancer de Bordeaux et du Sud-Ouest

1° QUELQUES APERÇUS SUR LA CHIRURGIE PALLIATIVE DU CANCER SUIVIE DE RADIOTHERAPIE

Le champ de la chirurgie palliative associée à la radiothérapie s'étend très loin dans le cancer. Cette chirurgie est essentiellement destinée à calmer les symptômes : infection, douleurs, hémorragies. Or, dans le cancer, c'est à ces complications que succombe souvent le malade; quelques exemples montrent l'intérêt qui s'attache à cette chirurgie palliative : chirurgie de désinfection et de mise au repos. Ainsi, dans le tube digestif, la gastrostomie dans le cancer de l'œsophage, aidera nettement le traitement par les radiations; de même la gastro-entérostomie dans le cancer inopérable de l'estomac; l'anus iliaque dans le cancer inopérable du rectum. Les radiations agissent mieux et avec moins de dangers, sur un organe mis au repos et désinfecté. Dans le cancer de l'utérus, le curettage seul est souvent suivi d'améliorations remarquables, aidé de la curiethérapie, il peut donner des survies d'une ou deux années, grâce à son action hémostatique et antiseptique. Dans le cancer du sein ulcéré, des opérations de nettoyage même incomplètes, sont heureusement associées à la radiothérapie.

L'association de la chirurgie palliative avec la radiothérapie et la curiethérapie a considérablement étendu notre action thérapeutique sur les cancers.

2° CANCER MAMMAIRE ET PERMEATION PARIETALE

Il est très difficile de trouver des observations attentives sur l'apparition et la propagation de nodules cutanés, sur leur topographie et le mécanisme de la dissémination pariétale dans le cancer du sein. Reprenant les travaux de Handley, sur un nombre important d'observations, les auteurs ont étudié l'extension centrifuge des cellules néoplasiques le long du plexus lymphatique thoraco-abdominal, l'extension à type de pachydermie ou de pustules disséminées rayonnantes.

La prise des biopsies en séries, étagées sur les principales voies extensives des nodules tumoraux, ont permis de fixer la nature exacte des lésions, leur activité reproductrice (mitoses) et la marche de la perméation. On doit retenir que la zone susceptible de perméation s'étend à la région pectoro-dentelée, grand oblique et aponévrose des grands droits.

On observe en dehors des récidives post-opératoires, sur les cicatrices, une extension fréquente vers les zones épigastriques, hypocondriques, thoraco-latérales et scapulaires. Parfois, le semis de nodules cutanés est disposé en aile de papillon (Jeanneney et Mathey-Cornat, communication à la Société anatomo-clinique de Bordeaux, séance du 19 mai 1924).

Il est possible que dans ces épithéliomas dont la marche est contrariée par la radiothérapie pénétrante ou semi-pénétrante, employée après l'exérèse chirurgicale large, au mécanisme habituel de la perméation lymphatique, s'associe parfois celui de la perméation vasculaire, avec suffusions sanguines, embolies capillaires, s'étendant en nappes, réalisant le type de cancers hémophiles.

(Travail du Centre Régional contre le cancer de Bordeaux et du Sud-Ouest, Professeur Bergonié, directeur.)

Dr G. JEANNENEY

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine,
Chirurgien des Hôpitaux, Bordeaux

SUR LES RESULTATS DU TRAITEMENT RADIO ET RADIUMTHERAPIQUE DES NEOPLASMES DU COL AU CENTRE CONTRE LE CANCER DE BORDEAUX ET DU SUD-OUEST

Bien que les résultats de la curiethérapie dans les formes du début soient extrêmement satisfaisants avec la technique actuelle, il faut attendre pour se prononcer d'une manière définitive, la consécration du temps; ces réserves faites, on peut dire que :

1° Pour les cas tout à fait au début, l'intervention immédiate, très large, avec ligature des hypogastriques, permet d'enlever la tumeur avec quatre-vingts chances pour cent de guérison; elle pourra être précédée d'une application de radium et devra être suivie de radiothérapie pénétrante.

2° Les cas limite (ligaments larges suspects) seront, dès que la femme est un peu âgée, grasse, subazotémique, etc..., traités par la curiethérapie. Nous avons vu des cas semblables devenir cliniquement très opérables, et conseillons avec Regaud et Gosset, dans ces cas. l'intervention dans le mois qui suit la radiothérapie.

3° Les mauvais cas sont justiciables de la curiethérapie associée à la radiothérapie pénétrante et au besoin au curettage. Cette association est de beaucoup le meilleur traitement palliatif du cancer du col.

4° Les cas désespérés relèvent de la radiothérapie pénétrante.

5° Les récidives sont traitées par la curiethérapie si celle-ci ne risque d'entraîner des perforations d'organes voisins.

Les récidives étendues, les métastases, relèvent de la radiothérapie pénétrante.

Dr P. ANGEBAUD
Oran

DE LA PROTECTION DU RADIOLOGISTE ET DES MOYENS DE PROTECTION

I

Au mois de mai 1917, nous écrivions dans les *Archives d'Electricité Médicale* : « Les radiologistes doivent se protéger contre les rayons X » et, un an plus tard, dans la même revue : « Pour parer aux graves accidents qui menacent les blessés radiologistes, chirurgiens, aides ayant à subir le rayonnement, il faut des appareils de protection efficace. »

A la même date, reprenant la même thèse, nous disions à nouveau :

« L'entrée en service du tube « Coolidge », dont les commodités sont indiscutables, pose le problème d'une façon plus pressante encore. »

A cette heure-là, cependant, il n'était pas question de thérapie profonde.

A l'heure actuelle, il serait superflu d'essayer de prouver davantage le danger des rayons X. Les preuves s'accumulent chaque jour, les terribles accidents se multiplient.

Un point cependant demande à être précisé.

Si les rayons X sont dangereux pour le radiologue, ils ne le sont pas pour le malade qui ne doit recevoir que la dose thérapeutique convenable. Le rayonnement, bienfaisant pour ce dernier, devient dangereux pour le premier qui en accumule les effets. Le spécialiste donne à son malade, à chaque séance de traitement, la quantité qui lui convient, et espace les applications de façon à éviter une accumulation qui serait néfaste. Mais, pour le radiologue, qui ne dispose pas des moyens de protection efficaces, chaque application de rayons X devient dangereuse pour lui. A chaque fois, il absorbe une quantité de rayons, plus ou moins grande, suivant l'inefficacité des moyens de protection employés, et ces quantités s'accumulent pendant des jours, des mois, des années, amenant des troubles d'ordre général (l'examen du sang des radiologistes n'a-t-il pas montré une formule modifiée pour certains) ou des accidents locaux, aux suites implacables.

Le radiologiste est soumis aux radiations chaque fois qu'il fait des rayons X, mais à un degré variable suivant l'opération qu'il poursuit;

à notre avis, il y aurait lieu de distinguer au point de vue de la gravité : les traitements et les examens et, pour ces derniers, il y aurait lieu de différencier encore les examens radioscopiques des examens radiographiques.

Dans un article « Sur la sécurité des Radiologues », nous lisions que les moyens les plus pratiques, ou plus exactement les plus possibles, selon le cas d'application, pour assurer la sécurité de l'opérateur, sont de trois sortes :

1° Se mettre en dehors des rayons X;

2° Arrêter les rayons X presque à leur départ;

3° Arrêter les rayons X à leur arrivée sur l'opérateur.

Evidemment, ces moyens ne peuvent avoir la même valeur. Le premier serait incontestablement le plus efficace, malheureusement il n'est pas toujours possible.

Il pourrait l'être à la rigueur pendant les traitements, voire même les examens radiographiques, alors que, l'appareil réglé, le malade convenablement placé, il ne s'agit plus que d'une surveillance à distance, d'un contrôle d'appareils en fonctionnement, contrôle que, grâce au perfectionnement de l'appareillage moderne, le radiologue peut effectuer réellement en dehors du rayonnement.

Derrière l'écran opaque, où les appareils de commande et de msure doivent être ramenés, le radiologue peut, désormais, contrôler et suivre une opération radiologique.

Mieux encore : les appareils de commande et de mesure devront être placés dans une pièce voisine, dans un couloir, dans une cabine établie spécialement si besoin, et les murs ou cloisons de séparation seront doublés de plomb ou d'un revêtement opaque ayant pour but de mettre le radiologiste à l'abri, non seulement du rayonnement direct, mais encore des rayons secondaires émis par la cuve, la cupule, le malade, la table, etc...

Le crépitement du Spintermètre réglé à distance voulue, la lecture des appareils de mesure et particulièrement du Milliampèremètre et de l'Ionomètre ramenés sous ses yeux lui fourniront toutes indications utiles lui permettant de régler le tube à distance, et de le maintenir aux constantes qu'il aura préalablement choisies.

Des deux autres moyens : arrêter les rayons à la source ou les arrêter à leur arrivée, le premier semble évidemment plus logique.

Si vous étiez chargé d'empêcher les rayons d'une source lumineuse d'atteindre les êtres ou les choses enfermés dans une chambre, vous viendrait-il à l'idée de voiler ces mêmes êtres et ces mêmes choses, plutôt que d'envelopper la lumière dont vous voudriez arrêter les rayons? Le dernier moyen vous viendrait immédiatement à l'esprit, comme plus simple, plus efficace, plus radical et plus facile de réalisation.

C'est en partant de ce principe que nous écrivions en mai 1917 :

« La première qualité d'une installation radiologique est de posséder une cupule, un dispositif entourant l'ampoule et délimitant efficacement le champ des rayons », et que nous-mêmes proposions, en mai 1918, un nouveau modèle de cupule aussi clos que possible avec refroidissement par courant d'air.

Il est bien évident que le radiologue qui posséderait une installation dont le tube radiologique serait parfaitement enfermé dans une boîte réellement opaque aux rayons X, munis d'un dispositif, aussi précis que possible, lui permettant de limiter strictement les rayons suivant les exigences des applications, ce radiologue-là serait nécessairement protégé chaque fois qu'il ferait un traitement ou une radiographie, alors qu'il n'aurait nullement besoin de se trouver dans le champ des rayons utiles.

Mais, s'il s'agit d'examens radioscopiques, le problème devient plus délicat. Le radiologue doit lire directement sur l'écran, et, par le fait même, recevoir en face les rayons, plus ou moins abondamment, suivant que la région à examiner est plus ou moins étendue, que le diaphragme sera plus ou moins largement ouvert.

Comment le radiologiste se défendra-t-il?

Comme précédemment, grâce à un appareil entourant parfaitement le tube, appareil dont la paroi antérieure aura même été renforcée au besoin pour ne laisser libre passage aux rayons X que dans la limite indispensable, limite variable, réglage par le diaphragme, par un diaphragme efficace.

Et c'est alors que les conseils interviennent : n'envoyer le courant dans l'ampoule que quand tout est bien prêt; réduire l'intensité au minimum; distance de l'ampoule à l'écran suffisamment grande; ne pas ouvrir le diaphragme au delà des limites utiles et, particulièrement, ne pas dépasser les limites de l'écran.

Ce dernier conseil possède une valeur particulière, l'écran constituant un moyen de protection appréciable, grâce au verre de plomb qui doit le recouvrir.

Il ne faut pas redouter le poids pour cet appareil et le radiologue doit exiger une épaisseur et une qualité de verre suffisantes pour une protection utile; les yeux plus sensibles seront protégés par des lunettes munies de verre de même composition. Nous pensons même qu'il est intéressant de disposer en arrière de l'écran une mince feuille d'aluminium qui aura pour effet de protéger cet appareil si fragile et d'arrêter une certaine quantité de rayons mous.

D'autre part, il serait peut-être intéressant de placer en avant de la glace opaque une seconde glace en verre ordinaire et mince, ceci dans le but d'arrêter les rayons mous qui pourraient être émis par la glace opaque.

Malheureusement, le radiologue sera parfois obligé de glisser la main en arrière de l'écran pour palper une région, pour mobiliser un

organe; dans ce cas, le gant en tissu opaque est indispensable, malgré ses imperfections et ses incommodités. Ne serait-il pas également intéressant de doubler ce gant dans la crainte de rayons secondaires qu'il pourrait émettre?

C'est ici que nous devons faire mention des masques et tabliers, accessoires bien encombrants, dont le poids énorme ajoute quelque chose de plus pénible encore à la situation du radiologue qui, dans l'obscurité, se livre à un travail minutieux et précis. A notre avis, l'utilité de cet ensemble sera très atténuée, si le radiologue dispose cupule et d'un diaphragme réellement efficaces.

Tels sont les moyens de protection : cupules opaques enveloppant le tube, diaphragme efficace, dans tous les cas; glace au plomb et gants, en plus, pour les examens radioscopiques. En thérapie, les appareils de commande ramenés derrière un écran, ou, mieux encore, placés dans une pièce voisine, dans une cabine de protection.

II

Depuis la guerre, la radiothérapie profonde a fait son apparition, rendant plus difficile le problème, alors que la nécessité d'une protection efficace devenait plus impérieuse.

A la protection du malade, du radiologiste, il fallut ajouter celle des voisins.

Nous n'insisterons pas sur les expériences de radiographie à distance et à travers les murs qui ont été faites, et dont les résultats publiés ont eu pour effet d'impressionner les gens peu initiés.

Les radiologistes n'ignorent pas et ne pouvaient ignorer que les rayons se propagent à distance, si un écran approprié ne les arrête pas.

Combien de plaques photographiques ont été voilées à distance à travers les cloisons! La puissance du phénomène devait évidemment croître avec la puissance des tubes à rayons X.

Malade et radiologiste doivent être protégés contre les rayons X, la proximité de la source radiogène pouvant constituer un réel danger pour eux, particulièrement pour le radiologiste, nous l'avons expliqué précédemment. Mais le danger n'est plus le même et, à vrai dire, ne saurait exister pour les voisins. Ils sont suffisamment et très efficacement protégés : 1° par la distance toujours suffisante; 2° par la divergence du rayonnement; 3° par l'absorption du rayonnement par les écrans interposés.

Nous devons tenir compte, en effet, qu'à notre époque toute installation radiologique possède, entourant le tube protecteur de rayons, un appareil d'autant mieux étudié et plus opaque que la puissance de l'installation est grande.

Ceci constitue déjà un sérieux moyen de protection pour les voisins éloignés puisqu'il constitue le moyen principal de protection pour les voisins immédiats!

D'autre part, il ne faut pas oublier que le rayonnement varie en raison du carré de la distance, de telle sorte qu'un observateur placé à six mètres, par exemple, d'un foyer d'émission et dans le champ des rayons émis par un tube débitant 5 H en 25 minutes à 20 cm. de distance, ne recevrait pas même, dans le même temps, le 900e de la dose précitée. Et à condition, bien entendu, que cet observateur ne sortît pas du champ des rayons.

Enfin, nous devons ajouter la protection constituée par les écrans nécessairement interposés; nous voulons parler des murs, des cloisons, des plafonds... etc., qui réduisent d'une façon très appréciable l'intensité du rayonnement.

Une cloison épaisse de 2 cm. 5 ne laisse passer que 5 % environ du rayonnement incident.

Dans ses « Recherches sur la valeur des moyens de protection contre l'action à distance des Rayons de Roentgen », communication présentée à l'Académie de Médecine le 15 octobre 1923, Solomon indique qu'il faudrait une exposition de 1.718 jours, soit plus de quatre ans et demi, pour obtenir 4.000 R. dans les pièces situées au-dessus des postes de radiothérapie moyennement pénétrante, ampoules non pourvues de protection en arrière de l'auticathode.

III

En thérapie profonde, la cupule fermée est encore l'accessoire indispensable. Dans cet ordre d'idées, les Etablissements Gaiffe, Gallot et Pilon ont réalisé leur cuve en plomb, qui, tout en permettant un fonctionnement parfait du tube dans l'huile donne les plus grandes garanties.

Dans les installations utilisant les tubes dits à air libre, la plupart des constructeurs français utilisent les cupules établies d'après nos brevets.

Deux sortes de composition peuvent être utilisées pour leur fabrication : l'une dont l'opacité, sous 10 m/m d'épaisseur, équivaut à 1 m/m 8 du plomb, l'autre dont l'opacité, sous 10 m/m d'épaisseur, équivant à 2 m/m 3 de plomb, ainsi qu'il ressort d'essais officiels effectués par le laboratoire des Arts et Métiers, et par notre regretté confrère Guilleminot en 1919.

Il nous paraît superflu de faire remarquer que les cupules peuvent toujours être établies à l'épaisseur nécessaire, pour une opacité déterminée. En utilisant la substance opaque à une épaisseur convenable, on arrivera nécessairement au degré de protection souhaité. Nous devons même ajouter que nous serions tèrs heureux de voir utiliser par les constructeurs des cupules beaucoup plus épaisses que celles généralement employées. Le poids d'un semblable appareil de protection nécessite évidemment la modification de son support, mais cette modification ne nous semble pas impossible et pourrait être facilement réalisée par les constructeurs. Nous-mêmes avons déjà indiqué un dis-

positif permettant d'utiliser des cupules meilleures avec des pieds-supports de modèles courants.

C'est au début de 1914 que nous avons imaginé cette composition, partant de cette idée qu'un panneau passé au minium devrait avoir une opacité au rayon d'autant plus grande que la couche de peinture serait plus épaisse.

Mais une couche d'épaisseur suffisante pour une opacité pratique n'aurait pu tenir, se serait écaillée, effritée, en réalité était irréalisable. C'est alors que nous avons pensé mettre le sel opaque dans un liquide adhésif et nous avons immédiatement pensé à la colle de menuisier. Nos premiers échantillons étaient constitués par des feuilles de bois extrêmement minces, collées ensemble avec cette colle au minium. Nous nous sommes bientôt rendu compte de la place importante prise par le bois dans nos échantillons et notre idée a été de le remplacer par une substance de soutènement plus légère et moins encombrante, c'est alors que nous avons choisi la tarlatane. La fabrication des écrans, cupules, était trouvée : ces appareils devaient se faire comme des appareils plâtrés, dans lesquels le plâtre était remplacé par le sel opaque, minium ou sulfate de baryte, et l'eau par la colle de menuisier. En réalité, les appareils se font sur moule, par couches successives, ce qui les rend parfaitement uniformes comme protection. La quantité de tarlatane qui entre dans une cupule est infime, les bandes imbriquées ne servent qu'à maintenir la composition qu'elles emprisonnent dans leurs couches et dans leur trame.

La fabrication est longue par suite de la nécessité d'un séchage parfait. Une fois terminés, les appareils sont soigneusement étuvés, passés ensuite à un vernis isolant, et nous pouvons dire que le poids de la cupule terminée représente à peu de chose près le poids de sel opaque employé, le poids de colle et de tarlatane pour une cupule étant insignifiant.

Nous tenons à signaler, en outre, que dans nos brevets de même date, nous avions prévu la fabrication d'appareils de protection constitués par des sels agglomérés ou non par une substance adhésive, et emprisonnés entre les parois en matière isolante; c'est de cette façon que la cupule de l'appareil Casel a été établie.

Enfin, nous avons pu fabriquer des panneaux et écrans isolants en remplaçant la colle par du silicate de soude ou de potasse. On obtient ainsi un ensemble qui, en séchant, devient dur comme de la pierre. Cette dernière composition, par suite de sa conductibilité, est impropre à la fabrication des cupules, mais reste parfaite pour celle des briques et des panneaux opaques.

De plus, s'étendant comme le ciment, elle peut avantageusement servir au revêtement des murs, du sol, des plafonds des salles de traitement et des cabines de protection; on peut enfin l'utiliser pour sceller ensemble les briques opaques.

C'est avec plaisir que nous avons lu dans le journal de radiologie de novembre 1923, que M. Guelle avait eu également l'idée d'employer le silicate de soude comme liant pour le rechargement des routes.

Dans ce qui précède, nous n'avons eu d'autres prétentions que de passer en revue les différents moyens de protection mis actuellement à la disposition du radiologiste, et comment ils pouvaient être utilisés. En terminant, qu'il nous soit permis d'émettre le vœu de voir augmenter encore la puissance de ces moyens, afin que soient définitivement écartés les terribles accidents que jusqu'ici nous avons eu à déplorer.

LAQUERRIERE
Electroradiologiste de l'Hôpital Herald)
Paris

et

DELHERM
Electroradiologiste de l'Hôpital de la Pitié, Paris

QUELQUES REFLEXIONS CLINIQUES SUR L'INTRODUCTION ELECTROLYTIQUE MEDICAMENTEUSE

I. — L'introduction médicamenteuse visant un organe *profond* comporte différentes remarques.

Le courant ne peut porter lui-même directement un ion venant de l'extérieur jusqu'à un organe profond; mais, à notre avis, cela ne veut pas dire que l'ionothérapie soit alors inutile :

a) Certaines substances introduites par électrolyse dans la circulation générale ont une action utile sur l'affection que l'on soigne;

b) Certaines substances subissent un véritable emmagasinement, et au lieu d'être déversées en une dose brutale comme pour l'ingestion buccale ou l'injection hypodermique, elles sont résorbées lentement, d'une façon continue;

c) Cet emmagasinement, que se fait pour bon nombre de substances dans la peau, est réalisé par l'électrolyse dans le voisinage de la région malade.

Qu'ils soient repris par les lymphatiques, par les capillaires, ou que des processus biologiques imprécis les libèrent, les médicaments pourront, durant de longues heures, se répandre dans l'organisme; mais durant ce temps, ils seront en plus grande quantité dans les régions voisines de leur point d'introduction que dans le reste de l'organisme.

Enfin, certaines circonstances peuvent, une fois la peau franchie, faciliter la diffusion des ions : une synovite articulaire relativement superficielle peut probablement être atteinte par un certain nombre d'ions salicyle; une fois dans le liquide, ces ions peuvent y être répartis dans toute la largeur de l'articulation grâce au brassage du liquide par les mouvements.

Si nous sommes bien persuadés qu'en nombre de cas de thérapie profonde, l'introduction d'ectrolytique est utile, il faut cependant ne pas considérer le courant continu comme un simple *véhicule* n'ayant pas plus d'importance que l'eau d'une potion.

Le courant continu sans adjonction médicamenteuse, quand il est appliqué à dose suffisante, donne des résultats de même ordre que ceux fournis par l'introduction médicamenteuse. Les phlegmasies articulaires étaient soignées, sans salicylate, par Remack, Becquerel, etc... Remack a utilisé largement le courant continu sans iodure dans les raideurs articulaires. Les névralgies ont, depuis bien longtemps, largement bénéficié des applications galvaniques qui conservent une place importante dans leur traitement malgré les acquisitions nouvelles de la radiothérapie et de la diathermie; si le tic douloureux de la face a tant bénéficié de l'introduction de l'aconitine, c'est parce qu'il s'agit là d'une affection relativement très superficielle, etc., etc... Bref, à nos yeux, dans la majorité des cas, pour réaliser une action en profondeur, le principal rôle revient au passage du courant et l'introduction médicamenteuse n'est qu'un adjuvant, souvent utile d'ailleurs.

II. — Bien au contraire, nous pensons que quand on traite une affection superficielle, l'ionothérapie électrique doit avoir une action toute particulière : la peau présente une résistance considérable aux phénomènes d'imbibition et aux phénomènes osmotiques; certaines muqueuses (Courtade insiste sur cette propriété à propos de la vessie) se comportent de même. Il est donc du plus haut intérêt de pouvoir faire pénétrer des médicaments dans l'intimité de cette peau ou de cette muqueuse, tandis que les bains, les compresses, les onctions, localisent l'agent thérapeutique presque uniquement à la surface. Si l'on a jusqu'ici utilisé l'introduction médicamenteuse presque uniquement pour réaliser des actions antiseptiques, il semble qu'il y a plus et mieux à faire. En thérapeutique superficielle, l'ionothérapie porte et est seule à pouvoir porter l'agent actif à l'intérieur même du tissu malade.

Dr FOVEAU DE COURMELLES

Membre des Sociétés Royales de Médecine de Belgique, de Luxembourg, de Londres, des Académies de Médecine de Barcelone, de Lima, etc.

Paris

LES RAYONS X ET LE RADIUM DANS LE TRAITEMENT DES FIBROMES

Les malades avaient, jadis, une grande peur des opérations, aujourd'hui à peu près disparue; c'est pourquoi elles recouraient aux procédés d'alors. En 1888, nous avions la galvanisation et la faradisation qui rendaient de grands services contre les hémorragies; ce sont encore celles-ci qui, le plus souvent, attirent l'attention et font consulter. Parfois, le fibrome non saignant se signale par un volume qui s'accroît rapidement.

Il y a encore, comme je le disais en mon rapport au XVIIe Congrès International des Sciences Médicales (Londres, août 1913), des malades qui ne veulent pas entendre parler d'opération et que, cependant, il faut secourir. C'est même parce que j'ai eu des cas de ce genre, que, d'autre part, je connaissais l'action alors au moins améliorante des rayons X sur les cancers et la transformation possible des fibromes, que je recourus aux rayons X, la galvanisation ayant été insuffisante.

Aussi, le 11 janvier 1904, le Prof. d'Arsonval présentait en mon nom, à l'Académie des Sciences de Paris, un travail intitulé : « La Radiothérapie, moyen de diagnostic et de thérapeutique de certains fibromes. »

Je ne pensais alors qu'aux fibromes plutôt menacés de dégénérescence cancéreuse (sans, comme on l'a tant dit depuis, que les rayons X y aident). Mes communications suivantes des 27 février 1905 et 23 novembre 1907 montraient que presque tous les fibromes en pouvaient bénéficier, que la peau à travers l'aluminium restait intacte ou simplement noircissait, ainsi que son système pileux; que la stérilisation était inutile et même alors difficile à obtenir, que les hémorragies cédaient quand même rapidement...

Peu après, le 15 avril 1904, à la *Société Médicale des Praticiens*, je signalais également l'action hémostatique du radium dans les cas de cancer du col de l'utérus ou de l'utérus lui-même. Plus tard, en 1907, Oudin et Verchère, conséquence logique, appliquaient le radium aux hémorragies des fibromes. Mais que de travaux furent encore nécessaires avant de voir devenir classiques, comme elles le sont aujourd'hui, les méthodes radio et radiumthérapiques. L'Etranger adopta le

premier, et maintenant encore plus que nous, ces travaux (A. Béclère, *Paris-Médical*, 7 février 1920).

Quoi qu'il en soit, les rayons X sont maintenant plus généralement employés, le radium vient après. Par ordre chronologique, les chirurgiens allemands utilisèrent la radiothérapie les premiers, puis les Américains, les Français, les Anglais, les Espagnols, les Italiens... Nous n'essayons, du reste, ici, qu'une mise au point, à l'heure présente, de la radiothérapie antifibromateuse : rayons X ou radium n'étant du reste que des radiations assez semblables et interchangeables.

Le professeur A. Béclère, rappelant notre première communication, s'est étonné souvent, à bon droit, que la France, berceau de la radiothérapie des fibromes, y fût venue si tard et y fût encore trop souvent réfractaire. Cependant, grâce justement à lui-même, à des chirurgiens, comme J.-L. Faure, Recasens,... la diffusion s'y est faite, de même que celle des applications radiumthérapiques. Les chirurgiens, actuellement, ne voient guère que certains insuccès des radiations et, par suite, sont en désaccord forcé avec les statistiques des radiologues.

Comment dégager les doses et les cas passibles des applications des rayons X ou du radium à travers les nombreuses observations souvent si contradictoires, et cependant combien nécessaires devant l'extension de ces méthodes?

Beaucoup de chirurgiens, cependant, continuent à ne croire qu'à leur intervention, attribuant même les coïncidences de fibromes, irradiés avec les cancers utérins, aux irradiations. Ne trouvons-nous pas, d'ailleurs, les mêmes co-existences de fibromes et de kystes de l'ovaire? Quand je constate l'arrêt hémorragique avec une continuation d'augmentation du volume abdominal, je conclus, plus souvent qu'à la co-existence d'un épithélioma, par exemple, qui serait, du reste, amélioré, à cette double présence du fibrome et du kyste de l'ovaire, et je crois qu'en l'espèce, peu y verraient une corrélation de cause à effet, malgré que certains kystes végétants soient, ou commencent à être qualifiés de cancer : alors, tout serait cancer? — Je fais opérer et vois mon fibrome ratatiné.

Depuis 1921, je recours d'ailleurs à la radiographie qui me montre une opacité : le radio-diagnostic s'ajoute à ce que l'apparente insuffisance radiothérapique m'avait démontré : je dis « s'ajoute », songeant au titre même de ma première publication sur le sujet.

Les chirurgiens ne voient d'ailleurs, répétons-le, que les mauvais cas, les réfractaires, et il en est. Les hémophyliques, même sans autre complication, voient difficilement leurs hémorragies tarir, et encore, pas toutes.

*
* *

Parfois, et pour aller plus vite, l'action sur les ovaires doit, pour l'hémostase nécessaire, remplacer l'irradiation du fibrome seul; on

peut, du reste, combiner les deux sortes d'applications radiothérapiques, mais il faut dire et répéter, comme je le fais depuis mes premiers travaux, que la stérilisation est rarement nécessaire. Il faut, au contraire, et cela suffit le plus souvent, conserver les ovaires féconds, et ainsi a-t-on vu maints cas de grossesses heureuses, de beaux enfants consécutifs aux irradiations, avec considérables régressions fibromateuses. Ceci est un grand avantage sur la castration chirurgicale, « la castration sèche » des Allemands, et si vantée par eux de 1906 à 1913, alors qu'aujourd'hui, comme moi, ils vantent « la radiothérapie contre la stérilité ».

L'intervention opératoire est parfois préférable à la radio ou radiumthérapie, d'abord, quand ces méthodes bien appliquées, et à des doses convenables, ont été inefficaces; ensuite, et même *a priori*, quand le fibrome est mal placé ou compliqué. Précisons : s'il s'agit de lésions annexielles salpingites, paramétrites, etc., le radium, dit le Prof. Jean-Louis Faure, doit être éliminé parce que dangereux; nous sommes de cet avis et nous y employons les rayons X peu pénétrants ou la diathermie.

Rayons X ou radium sont à rejeter dans les cas d'infection ou de nécrose du fibrome, sur lesquels la radiographie gynécologique que nous préconisons systématiquement depuis 1921, peut nous renseigner.

Dans les cas de grossesse supposée ou de femmes jeunes qui peuvent être mères, nous rejetons le radium accusé de stériliser, bien qu'on prétende arriver à le doser. Attendons que le fait de guérir par les sels radifères sans stériliser soit confirmé. Les rayons X, sans les conseiller en l'espèce, ont amélioré des fibromateuses non soupçonnées enceintes, et, sans conséquences fâcheuses, à de très rares exceptions près, pour les produits conçus. Maints observateurs en sont d'accord et l'intervention chirurgicale faite parfois et par erreur serait encore plus dangereuse.

Pour les fibromes trop gros, et très anciens le plus souvent, l'intervention est indiquée. Il faudrait aux irradiations, ou trop de temps, ou trop de séances trop longues et, par suite, nocives : il y aurait, en effet, et il en est résulté des cas de mort, des fontes énormes dans l'organisme de produits toxiques, et produisant véritablement, selon la belle théorie d'Auguste Lumière, des floculations désastreuses de colloïdes. Au Congrès de Physiothérapie de Liége de 1905, MM. Bordier et Galimard montraient, par les rayons X, la disparition de l'opalescence des solutions à l'état colloïdal, et, personnellement, j'y décrivai les effets biologiques de diverses sources photogéniques, rayons X, radium, ultra-violets.

J'ai vu des fibromes énormes, remontant pour les patientes à plus de vingt ans et n'ayant encore produit nulle compression dangereuse, phénomène rare. Même si les fibromes ne sont pas très gros, si de compressions menaçantes existent et ne cèdent pas rapidement à

quelques irradiations rapprochées, il vaut mieux ne pas s'attarder. La situation anormale de la tumeur, les fibromes pédiculés, polypeux, néoplasiques, impliquent forcément aussi l'art du chirurgien.

*
* *

Quand faut-il employer de préférence les rayons X ou le radium? — Parfois des raisons extra-médicales interviennent. La malade, épuisée par ses hémorragies, n'est pas déplaçable, ou le temps presse ; ou la malade ne peut, même à cause d'intérêts importants en jeu, recourir à la chirurgie qui l'immobiliserait; elle n'est pas assez riche pour faire installer chez elle les rayons X et elle ne peut bouger; elle n'est plus jeune et approche de la ménopause... Le radium peut alors rendre de grands services. Son application même prolongée ne dépassera pas deux ou trois jours, et encore peut-on diviser ce temps, morceler les séances.

Si on ne veut pas *stériliser* : jusqu'à nouvel ordre, nous devrons renoncer aux sels radifères, traiter les symptômes par les médicaments usités, l'opothérapie, les faradisation et galvanisation, vieillement connues et trop abandonnées, applicables sur place; puis, la malade déplaçable, lui faire des rayons X.

Il peut arriver que le fibrome ait été insuffisamment irradié, de rares séances suffisent à le maintenir, à ramener les bouffées de chaleur et autres symptômes indiquant la ménopause; des années après celle-ci, le fibrome reprend ainsi parfois de la vitalité, qu'il ait été irradié ou non. On peut alors soupçonner le cancer et faire enlever. Mais il existe encore maintes malades timorées, jeunes ou vieilles, du reste, qui ne veulent entendre parler à aucun prix d'opération, alors il faut irradier. D'ailleurs, rayons X et radium agissant sur les jeunes cellules cancéreuses, peuvent se superposer, se succéder, être interchangeables. On pourra ici, puisque la stérilisation n'est plus à craindre, et pour agir vite, préférer le radium.

*
* *

Nous arrivons aux points les plus discutés :

Quelles doses doit-on employer? Comment les mesurer? On a les réactifs colorimétriques, ionométriques, vivants, l'érythème est lui-même encore mal défini. On appelle aujourd'hui « des doses modérées » des doses cent ou deux cents fois plus fortes qu'au début!

Que de points divergents existent encore!

Radiothérapie profonde?

Grosse dose de sels radifères?

La radiothérapie dite actuellement « profonde », et qui le fut, en somme, toujours, puisque les rayons X traversent le corps, s'appelait avant la guerre « radiothérapie intense », ou « à grandes intensités ». Rien n'a changé, en l'espèce, que des appareils plus puissants, permet-

tant des doses plus fortes; ces appareils sont d'ailleurs construits actuellement dans tous les pays.

Il faut se défier du *choc* dont, dès 1904, j'ai signalé, avec les faibles doses d'alors, les phénomènes, et bien souvent rappelé depuis. Selon les sensibilités (radio-sensibilité, radio-anaphylaxie), les modifications sanguines qui le traduisent, des doses diverses, en radio et radiumthérapie, sont nocives, produisant choc, floculation et mort — ou, guérison, parfois sans aucun accident. On ne peut donc se prononcer sûrement sur les doses en matière de fibrome, où les dangers morbides ne sont ni aussi graves ni aussi imminents qu'en matière de cancers. Certains symptômes, fièvre, courbature, température, vomissements, préviennent de l'arrêt nécessaire des irradiations. D'autres sensations, tiraillements, ballottement de la tumeur, indiquent au contraire sa régression, alors que les autres tissus n'ont pas encore diminué de volume et sont trop lâches.

Les régions abdominale et thoracique sont aussi particulièrement sensibles aux radiations. Tel sujet irradié pour diverses tumeurs, aux membres et à l'abdomen, aura pour celui-ci des réactions, des vomissements graves, alors que les membres traités ne donneront aucun phénomène. Défions-nous de superposer des *chocs*, de faire opérer des fibromes irradiés avant que le sang à faire analyser ne soit redevenu normal, car, rien n'est plus variable en sa composition sous l'action des radiations, que le sang, et plus facile à suivre. d'ailleurs.

Cependant, comme en posologie médicamenteuse, nous avons des moyennes, certaines données, des doses maxima et minima, et ce sont ces résultats, moyens, nous le répétons, de notre expérience personnelle et ancienne, que nous allons indiquer.

En général, je préfère les doses fractionnées :

En radiothérapie, 2 m. A, 20 cm. d'étincelle, 15 à 30 minutes selon l'ancienneté probable du fibrome, 1 à 3 séances par semaine, 2 à 3 semaines; repos d'un mois et reprise équivalente. Applications avec filtres d'aluminium de à 10 m/m d'épaisseur, selon que je recours à 20 ou 40 cm. d'étincelle (depuis 1897, j'ai, toujours, en radiothérapie (dont j'ai créé le mot), isolé, séparé, mon patient des rayons X, par l'aluminium, et l'ai toujours préconisé : les rayons sont à peu près concomittants sur le fibrome et les ovaires; si ceux-ci saignent. les radiations sont donc appliquées successivement sur ces trois régions; sinon, localisation sur la tumeur seule. Le tube employé est le Coolidge.

On peut prolonger les séances en durée et augmenter jusqu'à 30 et 40 centimètres la longueur de l'étincelle, en conservant les deux milliampères, prendre plusieurs portes d'entrée. Tout cela est connu, je n'y insiste pas, et surtout en ce qui concerne ma pratique, je n'en abuse pas, en ayant eu parfois de pénibles réactions.

De même, en radiumthérapie, j'ai eu le plus souvent des guérisons,

sans les accidents consécutifs que j'ai entendu signaler : perforations vésicale ou rectale, avec 2 ou 3 centigrammes de bromure de radium placés de chaque côté du col utérin, dans les culs-de-sac, pendant 48 heures, et ceci répété 2, 3 ou 4 fois. Depuis 1904, j'emploie les sels radifères (alors contre le cancer utérin, maintenant contre lui et certains fibrômes), dans des tubes d'argent que j'entoure d'ouate et de caoutchouc, le tout bien aseptique. J'ai parfois atteint 5 à 6 centigr. de chaque côté, mais rarement. Je n'ai jamais eu de douleurs provoquées comme certaines malades m'en ont accusées pour des applications faites par d'autres opérateurs; au contraire, j'ai toujours eu de l'analgésie, comme je le signalai dès 1902, au Congrès d'Electrologie et de Radiologie médicales de Berne.

Est-ce trop de prudence?

Ma pratique est satisfaisante, atteignent en succès les 80 % des nombreux auteurs actuels, sachant, et pour cause, éviter les accidents possibles, pour les avoir constatés dès mon innovation de la radiothérapie des fibromes, et signalés de suite, en 1904, comme le Prof. A. Béclère, également partisan des doses fractionnées, et combien d'autres, et non des moindres, je me borne donc, en général, à ces doses.

Des opérations ont montré que des fibrômes irradiés, puis enlevés, avaient parfois provoqué la mort (L. Bazy, Leriche, Bérard); c'est par *superposition de chocs* que j'ai soulignée, et évitables par des examens hématologiques. Mes doses de 1904 étaient bien faibles, et cependant elles avaient déjà provoqué le même genre d'accidents radiants signalés actuellement, et surtout par Sir H. Rolleston, en Angleterre, et qui, là, sans autre action que les rayons X, sont allés jusqu'à la mort. J'aime donc mieux rester en deçà que d'aller au delà, et je n'ai encore jamais vu le fibrôme recevoir, du fait de l'irradiation, un coup de fouet, une excitation, comme cela peut arriver en matière de cancer. Je l'ai entendu dire, et je l'ai lu cependant tout récemment. Il faudrait en définir les conditions, causes ou effets, coïncidences.

On a parlé d'augmentations soudaines après irradiations; quant aux difficultés d'opérer quand cela est nécessaire, difficultés qui proviendraient de l'irradiation, adhérences, cela ne semble nullement démontré. Bien souvent, des inflammations anciennes en sont cause, sans que ni le fibrôme ou son traitement radiothérapique puissent être incriminés : bien des radiologues ont assisté à des opérations de femmes irradiées par eux (sans les avoir brûlées, ni par la peau, ni par l'intestin que l'on a souvent trouvé, dit-on, atteint par les rayons X, bien entendu), et sans que le chirurgien trouvât de traces ou de difficultés opératoires. Que l'on puisse accuser la radiothérapie, même faussement ou inexactement, prouve la prudence nécessaire à apporter dans son emploi!

Dr H. BORDIER

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon

ETAT ACTUEL DES TROIS PREMIERES FIBROMATEUSES GUERIES DEPUIS 15 ANS PAR LA RADIOTHERAPIE

Au Congrès de l'A. F. A. S. de 1909, tenu à Lille, j'ai fait connaître (1) les résultats que la technique radiothérapique que j'avais suivie m'avait donnés sur trois malades atteintes de fibromyomes utérins. A cette époque, ma communication était la première sur cette importante question qui, depuis, a soulevé et soulève encore, tant de discussions sur lesquelles je ne veux rien dire aujourd'hui; j'ai, d'ailleurs, répondu aux attaques souvent injustes dirigées contre la radiothérapie dans les *Archives d'Electricité médicale*, 1920, p. 253 et suiv.

Je commence par dire que la technique inaugurée en 1908 — à part le filtre d'aluminium beaucoup plus épais aujourd'hui qu'il y a seize ans — est restée la même et que je procède toujours par séries de trois irradiations faites à un mois d'intervalle.

On sait que c'est à Foveau, de Courmelles, que revient le mérite d'avoir montré que les rayons X sont capables de produire la ménopause chez la femme, en dépit de l'affirmation de Laquerrière qui s'exprimait ainsi au Congrès de l'A. F. A. S. de Lyon : « Chez la femme et les grands animaux, la distance qui sépare les ovaires de la paroi abdominale ne permet pas d'espérer une action très considérable et *très durable* sur les organes sans risquer la radiodermite. »

Quoi que dans l'historique qui a été fait maintes fois de la question du traitement radiothérapique des fibromes, j'aie constaté que les auteurs n'avaient pas, avant d'écrire, fait des recherches bibliographiques suffisantes et me citaient, après bien d'autres qui ne sont venus qu'après moi à la radiothérapie des fibromes, je tiens à rappeler ce qu'a écrit de mes premiers travaux, le Dr Paul Meyer, de Paris, dans son livre : « La radiothérapie des fibromes utérins » (Paris, Jouve, édit., 1911). « Mais nous devons, dit-il, accorder à Bordier, une place particulièrement importante dans l'histoire du traitement roentgenien des fibromes. Bordier en effet, *établit le premier* une tech-

(1) Traitement radiothérapique des fibromes interstitiels de l'uterus. Menoparesse artificelle précoce, trois guérisons : Archives d'Electr. méd. septembre 1909.

nique précise, technique qui lui permet d'obtenir des résultats remarquables par leur rapidité et par leur constance » (p. 20).

Cela étant bien reconnu, une fois pour toutes, je reviens à mes trois malades, traitées en 1908 et 1909. Voici d'abord, résumées, les observations que je rapportais dans mon premier mémoire :

I. — Mme C..., 39 ans, deux grossesses à terme. Pertes abondantes, douleurs très vives dans le côté droit et les reins. Le fibrome, examiné par A. Pollosson, remonte à un travers du doigt de l'ombilic.

Cinq séries d'irradiations commencées en novembre 1908 et terminées en avril 1909.

Ménopause en mars.

En octobre 1909, l'examen de A. Pollosson permet de dire « qu'il est impossible de porter actuellement le diagnostic du fibrome utérin ».

II. — Mme S..., 41 ans; règles abondantes, 10 jours, pertes blanches après les règles. Fibrome du volume d'un fœtus de 5 mois. Trois saisons à Salies-de-Béarn sans aucun résultat.

Les irradiations commencées en juillet 1908 firent diminuer sensiblement la tumeur avant l'établissement de la ménopause qui eut lieu après la quatrième série.

Le volume du fibrome a diminué considérablement, matrice un peu plus grosse que la normale.

III. — Mme Syl.., 47 ans, grossesse à terme à 23 ans: a commencé à sentir son fibrome en 1905, règles plus abondantes, hémorragies avec caillots; douleurs très vives avant et pendant les règles qui durent 11 jours. Fibrome du volume d'un fœtus à terme (Dr Gegourel, de Pontivy), remontant au-dessus de l'ombilic; quatre séries d'irradiations de mars à juillet 1909; après la troisième, suppression de toutes pertes, y compris les règles.

Examinée en décembre 1909, par A. Pollosson, le fond de la matrice remonte à 2 doigts du pubis.

Voici maintenant l'état actuel (juin 1924) de ces trois anciennes fibromateuses :

Mme C.., âgée aujourd'hui de 55 ans ; n'a plus revu la moindre perte, ni blanche, ni rouge; son poids a légèrement augmenté, mais pas exagérément. Les bouffées de chaleur ont duré près d'un an après la menopause. La peau de l'abdomen, — étant donné que la filtration se faisait à cette époque avec des lames d'aluminium peu épaisses, de 1 mm. à 3 mm. est atrophiée dure et télangiectasique. Mais la malade n'a jamais souffert. Le fibrome qui avait disparu après le traitement ne s'est pas reformé; la matrice a ses dimensions normales.

II. — Mme S... est actuellement âgée de 57 ans; sa corpulence est à peu près la même qu'il y a 15 ans; elle n'a jamais revu la moindre perte; les bouffées de chaleur ont duré près de deux ans. La peau de l'abdomen est atrophiée, télangiectasique; mais la malade n'en a jamais souffert. Plus trace de fibrome.

Sa santé a toujours été très bonne depuis le traitement; elle fait de longues marches sans fatigue.

III. — Mme Syl. a aujourd'hui 62 ans ; mais elle paraît en avoir plutôt 50; son teint est coloré, elle a à peine engraissé. Santé parfaite. Les bouffées de chaleur ont duré quelques mois seulement. Matrice normale.

La paroi abdominale présente des veinules rouges, mais l'atrophie de la peau est moins prononcée que chez les deux autres malades, quoique la technique ait été la même.

Comme on le voit, la guérison de ces trois fibromateuses que j'annonçais dans ma communication du mois d'août 1909, s'est parfaitement maintenue, et le recul du temps est suffisant, je pense, pour qu'il soit permis maintenant de se prononcer sur la valeur de la méthode radiothérapique. Les malades ont eu, après le traitement, une santé parfaite; elles ont toutes gardé un teint et des traits qui ne correspondent pas à leur âge, qu'elles paraissent ne pas avoir encore atteint.

Elles n'ont pas été incommodées par les conséquences de la ménopause déterminée par le traitement; les bouffées ont été de courte durée, relativement à celle des malades hystérectomisées; il n'y a pas eu non plus, chez elles, de signes d'obésité. En outre, ces malades ont toujours conservé leur moral excellent, pas d'insomnies, pas de céphalalgies, pas le moindre trouble cérébral.

J'avais donc raison de dire, en 1909, dans mon mémoire du Congrès de Lille : « Un traitement médical, comme le traitement radiothérapique, ne faisant courir aucun risque (surtout aujourd'hui) aux malades atteintes de fibromes, et capables de les guérir cliniquemcnt, doit être favorablement accueilli par le corps médical. Etant donné le nombre considérable de femmes fibromateuses, ce traitement médical constitue un progrès social important. »

Pendant le temps qui s'est écoulé, ma prédiction s'est pleinement réalisée. D'ailleurs, pouvait-il en être autrement, après les constatations que j'avais fait faire au regretté professeur A. Pollosson, ce maître de la Gynécologie française et qui s'exprimait ainsi à la Société des Sciences médicales de Lyon, en janvier 1911, dans la séance où j'avais fait connaître ma technique et les résultats que j'avais obtenus.

« Lorsqu'il y a un an, M. Bordier est venu me dire les résultats favorables qu'il avait obtenus dans le traitement des fibro-myomes utérins, j'avoue que je l'ai écouté avec un certain scepticisme. En effet, les résultats que j'avais précédemment constatés étaient complètement négatifs; je n'avais constaté la diminution d'aucun fibromyome. Aussi ai-je déclaré à M. Bordier que je ne serais convaincu que lorsque j'aurais examiné personnellement des malades, avant et après le traitement, et lorsque je pourrais, dans ces conditions, apprécier la diminution de l'utérus.

« Dans cette dernière année, M. Bordier m'a montré dix cas de fibromyomes traités; dans cinq cas, j'avais vu les malades avant le traitement, dans les cinq autres cas, les malades avaient été examinées par d'autres chirurgiens. Or, *chez toutes les malades* que j'avais vues, le traitement avait amené *une suppression totale des hémorragies et des règles.* Chez toutes, j'ai constaté également une diminution du volume de l'utérus fibromateux, la tumeur ayant diminué de moitié, des deux tiers et même davantage; dans trois cas, la diminution était telle qu'un médecin, non habitué à l'examen combiné du toucher et

du palper, aurait conclu à une disparition complète des fibromyomes.

« Ces résultats avaient été obtenus après trois ou quatre mois de traitement. »

Parmi les malades soumises à l'examen du professeur Pollosson, se trouvaient précisément mes trois premières fibromateuses dont la guérison remonte à 15 ans.

On peut maintenant porter un jugement motivé sur la valeur de la radiothérapie dans les fibromes utérins. A part les cas qui doivent être réservés à l'intervention sanglante après examen d'un chirurgien ou d'un gynécologue, on peut dire que la radiothérapie est le traitement de choix de cette affection, non seulement à cause des résultats immédiats qu'elle fournit, mais encore à cause des résultats éloignés qui sont ceux que j'ai rapportés plus haut. Aujourd'hui que, par une technique de filtration bien plus efficace que celle d'il y a 16 ans, on peut supprimer du faisceau les rayons de longueur d'onde trop grande, par conséquent peu pénétrants, et qui produisaient des lésions cutanées tardives, pour n'avoir que des rayons de grande pénétration, c'est-à-dire de longueur d'onde très petite, on peut affirmer que le traitement ne fait courir aucun risque aux malades.

On avait voulu, à un moment donné, critiquer l'emploi des rayons X, en affirmant qu'ils étaient dangereux pour l'intestin des malades irradiées; certes, des expériences sur les animaux ont pu montrer des lésions intestinales, après de fortes irradiations. Mais la meilleure preuve de l'innocuité des rayons X dans le traitement des fibromes, c'est l'état actuel des trois malades dont j'ai rapporté les observations; depuis 15 et même 16 ans, pour les deux premières, aucune d'elles n'a jamais eu à se plaindre du fonctionnement de leur intestin, pas plus d'ailleurs que les centaines de fibromateuses que j'ai traitées depuis 1908.

Devant des résultats aussi heureux, aussi complets, on ne voit pas pourquoi la radiothérapie — je ne dis pas la radiumthérapie — n'est pas encore adoptée par tous les médecins et gynécologues, comme traitement de choix des fibromyomes, chaque fois qu'il s'agit d'un fibrome interstitiel simple sans complication du côté des annexes.

Après toutes les critiques formulées contre ce traitement, ne finira-t-on pas par reconnaître unanimement la vérité : des résultats comme ceux que j'ai rapportés plus haut non seulement justifient l'emploi de la radiothérapie dans cette affection, mais encore l'imposent à ceux qui ont la responsabilité et le souci de la santé de leurs malades.

C. M. ROQUES
Directeur du Service d'Electroradiologie de l'Hôpital des Enfants de Bordeaux
et
J. DUPAS
Aide d'Anatomie la Faculté de Bordeaux

ETUDE RADIOGRAPHIQUE SUR LE DEVELOPPEMENT DU SQUELETTE DU COUDE DE L'ENFANT NORMAL

(*Résumé des auteurs*)

L'an dernier, au Congrès de Bordeaux, nous avons eu l'honneur de vous présenter le résultat de nos recherches radiographiques sur l'ossification de la tubérosité antérieure du tibia normal. Considérant le très grand intérêt que la radiographie, aux divers stades de l'ossification normale, présente pour le praticien (médecin, chirurgien, radiographe), pour l'anatomiste et pour le médecin-légiste, nous avons poursuivi nos recherches dans ce domaine et nous communiquons ici les principaux résultats recueillis dans nos études sur le coude.

L'un de nous apporte, d'autre part, ceux qu'il a observés avec Mollandin de Boissy sur la main et avec Dumail sur le pied. Nous avons examiné 50 sujets, âgés de 8 mois à 15 ans. Il a été fait pour chacun d'eux plusieurs clichés, de face et de profil, soit par MM. Moreau et Imbert, externes du Service, et par nous-mêmes.

A la naissance, on ne voit que les diaphyses.

L'apparition des points épiphysaires se fait plus tard comme suit : le point condylien apparaît vers la fin de la deuxième année; vers 4 ans, il est comme un noyau de cerise. Il formera non seulement le condyle, mais aussi la partie externe de la trochlée. Le point épitrochléen apparaît à la fin de la quatrième année ou au début de la cinquième. Il est séparé du point condylien par un petit prolongement que la diaphyse pousse entre ces deux noyaux.

Le point épiphysaire radial apparaît vers la sixième année. Nous avons cependant observé des enfants apparemment sains chez lesquels il ne se montrait qu'à neuf ans.

Les points trochléen, épicondylien et oléocranien apparaissent vers

douze ans. Le noyau trochléen précède un peu l'épicondylien. Il ne forme pas tout l'olécrane mais seulement son tiers supérieur, y compris le bec. Nous avons vu la première trace de soudure vers la douzième année, soit environ trois ans avant les anatomistes classiques. Les points condylien et épitrochléen se joignent au niveau de la gorge de la poulie. A la pièce unique qui en résulte, s'unit le point épicondylien, vers 3 ans. Le bloc formé par ce noyau restera séparé du point épitrochléen, entre le noyau épitrochléen et le noyau trochléen, jusqu'à la soudure totale de toute l'épiphyse avec la diaphyse. Nos recherches n'ont pas dépassé 15 ans, mais les classiques placent la soudure entre 15 et 20 ans. Cependant, on la voit incomplète chez quelques sujets de 25 ans. Quant aux points accessoires signalés par Maillet, nous ne les avons pas trouvés.

C. M. ROQUES

Directeur du Service d'Electroradiologie de l'Hôpital des Enfants de Bordeaux

et

MOLLANDRIN DE BOISSY

Aide-Major des troupes coloniales.

ETUDE RADIOGRAPHIQUE SUR LE DEVELOPPEMENT DU SQUELETTE DU POIGNET ET DE LA MAIN CHEZ L'ENFANT NORMAL

(Résumé des auteurs)

Nos examens ont porté sur près de 80 clichés recueillis par l'un de nous (M. de Boissy). On peut résumer ainsi le résultat de nos observations :

Apparition des noyaux d'ossification

Au-dessous d'un an, on ne voit apparaître que le grand os et l'os crochu.

Dès lors, les époques importantes se succèdent comme suit, les noyaux étant nommés dans leur ordre d'apparition :

1 à 2 ans, apparition des épiphyses des phalanges;

2 à 2 ans 1/2, apparition du radius, des phalanges, des phalangettes, du pyramidal, du semilunaire;

3 ans, apparition des épiphyses du premier métacarpien, des 2e, 3e, 4e et 5e métacarpiens, du trapèze;

4 ans, apparition du trapézoïde et du scaphoïde;

7 à 8 ans, apparition de l'épiphyse du cubitus;

9 à 11 ans, apparition du pisiforme.

Soudures

Pas de soudure avant 13 ans.

Puis, elles se succèdent aux âges suivants :

13 ans 1/2 à 16 ans, pour les quatre derniers métacarpiens;

15 à 16 ans, pour le premier métacarpien et les phalangettes ;

15 à 17 ans, pour l'épiphyse inférieure du cubitus, les phalanges et les phalangines;

17 à 19 ans, pour l'épiphyse inférieure du radius.

Ce qui ressort de plus important de cette étude, c'est l'écart considérable entre les âges donnés par les anatomistes classiques et ceux que nous donnons.

Par exemple, nous avons vu l'épiphyse du premier métacarpien à 3 ans, tandis que Testut ne l'a trouvée qu'à 5 ans et Poirier à 7. Nous l'avons vue se souder de 15 à 16 ans, tandis que Poirier et Testut l'ont vue entre 16 et 20 ans. Pour les phalangines, Testut et Poirier n'en ont pas trouvé les épiphyses avant 6 ans; nous en avons vu à 2 ans. Pourquoi de tels écarts? L'autorité des anatomistes que nous avons cités ne nous permet d'envisager comme cause que la différence des méthodes. Un noyau osseux peut encore échapper au scalpel, alors qu'il peut déjà arrêter certains rayons et porter son ombre sur la plaque sensible. Au reste, nous ne donnons de valeur aux chiffres cités par nous que pour les clichés que nous avons vus. L'établissement des moyens pouvant établir des règles générales demande de plus amples investigations, que nous avons l'intention de poursuivre.

C. M. ROQUES

Directeur du Service d'Electroradiologie de l'Hôpital des Enfants

et

M. DUMAIL

Assistant de radiologie à l'Hôpital des Enfants de Bordeaux

ETUDE RADIOLOGIQUE SUR LE DEVELOPPEMENT DU SQUELETTE DU COU-DE-PIED ET DU PIED DE L'ENFANT NORMAL

(Résumé des auteurs)

Nombre de clichés ont été faits avec M. Moreau (Externe du Service de radiographie de l'Hôpital des Enfants de Bordeaux) : 259, pris sur 125 sujets de 2 à 20 ans et sur 10 fœtus. Les résultats complets seront publiés ultérieurement. Aujourd'hui, nous attirons seulement l'attention sur quelques points particuliers.

Comme avec Mollandin de Boissy, dans l'étude du poignet et de la main, nous avons souvent trouvé, dans l'étude du pied, un écart notable entre les âges indiqués par les anatomistes et ceux qu'indiquent nos observations. Exemple : les anatomistes n'ont vu les points épiphysaires du tibia et du péroné qu'entre 1 et 2 ans. Nous les avons vus à 6 mois pour le tibia et à 1 an pour le péroné. Ils n'ont trouvé les deuxième et troisième cunéïformes qu'à 4 et 5 ans, et nous avons vu le deuxième à 2 ans 1/2 et le troisième à 6 mois. Ils ont vu la soudure pour le tibia, de 16 à 18 ans; pour le péroné, de 18 à 20 ans. Nous l'avons vu, pour les deux os, de 15 à 16 ans. Cependant, les écarts sont en général moins grands pour le pied que pour la main. Même, les anatomistes ont trouvé le premier cunéïforme au cours de la première année et nous, à 2 ans 1/2; ils ont vu le point primitif de la première phalange au quarante-cinquième jour de la vie intra-utérine, et nous, au troisième mois. L'ossification du cuboïde se fait par plusieurs grains, dont l'ensemble a l'aspect d'une mûre. La date d'apparition du scaphoïde varie dans les limites les plus larges, 3 ans en moyenne. Souvent le point secondaire du calcanéum s'ossifie en deux noyaux : le supérieur, très petit, pourrait faire croire à une fracture. Enfin, nous avons trouvé un os trigone, rattaché à l'astragale

par un fin pédicule. Nous avons trouvé aussi une condensation extraordinairement marquée du scaphoïde d'un seul côté. C'est, sans doute, une scaphoïdite de Kœler, insoupçonnée jusqu'à la radiographie. Nous espérons donner à nos moyennes une valeur plus générale dans nos nouvelles recherches.

G. PETGES

Professeur à la Faculté de Médecine, Médecin des Hôpitaux de Bordeaux

et

C. M. ROQUES

Directeur du Service d'Electroradiologie de l'Hôpital des Enfants de Bordeaux

---

LE TRAITEMENT DES TEIGNES PAR LA METHODE DE KIENBOCK-ADAMSON, A L'HOPITAL DES ENFANTS DE BORDEAUX

(Résumé des auteurs)

Le traitement des teignes est à l'ordre du jour. Au moment où, par suite de la réorganisation du Service de radiologie de l'Hôpital des Enfants de Bordeaux, notre technique changera sans doute bientôt, il nous a paru intéressant de revoir les résultats obtenus avec celle de Kienböck-Adamson, appliquée exactement suivant la mise au point que Gouin en a faite dans le Journal de radiologie.

Nous avons traité, de mai 1919 à juillet 1924, 258 teignes. En 1919, 1920 et 1921, les résultats ont été parfaits sauf pour le favus. La guérison a toujours suivi l'épilation.

En 1922, au contraire, l'encombrement du service, doté d'un outillage et d'un personnel insuffisants, a été cause de mécomptes qui eussent été évitables, en d'autres conditions. C'est pourquoi nous avons arrêté partiellement le service et renvoyé plusieurs enfants pour lesquels la radiothérapie était indiquée. Nous avions eu, en effet, 5 dermites, avec alopécies plus ou moins étendues.

En dehors de ces cas, la durée de la période de calvitie opératoire, la repousse se sont produites selon le rythme bien connu depuis les travaux de Sabouraud, avec chevelure nouvelle un peu plus foncée, plus drue que l'ancienne et frisée. La chute a souvent épargné une touffe sur la limite de l'occiput et de la nuque, au niveau des favoris et une couronne d'un centimètre de large en bordure frontale.

La guérison a été la règle, sauf dans un cas de microsporidie et quatre cas de favus, qui ont récidivé comme il est fréquent.

Nous avons épilé toujours le cuir chevelu tout entier, même pour une plaque unique ou pour des plaques isolées. Comme M. Sabouraud l'a déjà démontré, aucune complication encéphalique n'est survenue; donc la technique mise au point par Gouin est bonne. Avec l'outillage que nous avions, elle est même la meilleure. Elle peut devenir parfaite.

L'analyse de nos observations prouve, qu'en plus de la nature de la maladie, ce sont les petits côtés de la technique qui ont un rôle très important. Ce n'est que par leur observation la plus scrupuleuse et la plus minutieuse que l'on peut, selon nous, arriver à la perfection.

Drs CHUITON et KERGROHEN

Brest

---

30 CAS DE SCIATIQUE DITE RHUMATISMALE AIGUE, TRAITES AVEC SUCCES PAR LES APPLICATIONS COMBINEES DE RADIOTHERAPIE, DE DIATHERMIE OU DE COURANT GALVANIQUE

Le résumé des observations est présenté par les auteurs sous forme de tableau comprenant, d'une part, les caractéristiques des malades de leur affection (début apparent et intensité de la douleur, deux signes ayant pour eux la plus grande valeur au point de vue pronostic), ensuite le traitement combiné. (Radiothérapie avec longueur d'ondes corrsepondant à 20 cm EE/4 mm Al ou 40 cms EE/3 avec 5/10

cu + 1/10 Al; courant galvanique sous forme de bains prolongés, 1/2 heure chaque; diathermie en applications également prolongées de 30 minutes; électrodes de dimensions adaptées aux régions douloureuses traitées; fesses, cuisses, jambes, pieds; intensité maxima compatible avec l'intégrité des tissus et la tolérance variable des patients; les séances de diathermie sont également de 30 minutes chaque.)

Le *traitement*, au début, pendant 4, 8 ou 15 jours suivant les cas, est journalier, ensuite se basant sur la sédation du symptôme douloureux primordial, on espace davantage, en adaptant le traitement aux variétés cliniques.

Les résultats peuvent être interprétés de la façon suivante :

1° Au point de vue quantitatif, sur les trente cas observés :

1 résultat incertain, malade non revu;

2 résultats temporaires dont l'un a réagi rapidement aux irradiations seules (obs. 25). Ces malades ont, en effet, présenté par la suite des rechutes;

27 guérisons ou améliorations définitives, car tous les malades étaient des cas régionaux (sauf un seul, obs. 24).

Ces guérisons ou améliorations peuvent, suivant la rapidité de la disparition des signes douloureux être réparties en :

7 réactions rapides, c'est-à-dire guéris en une semaine au plus de traitement. Ces cas coïncident avec des algies les plus violentes et des malades pris presque dès le début en traitement;

10 réactions plus lentes, avec disparition absolue ou presque totale de la douleur en un mois de traitement;

8 réactions très lentes, après plus d'un mois ou plusieurs mois de traitement.

2° Au point de vue qualitatif, nous entendons par guérison la guérison clinique et non pathogénique, c'est-à-dire la disparition complète de l'algie qui est, en somme, le symptôme cardinal de l'affection encore mal connue que nous désignons sous le nom de sciatique essentielle ou rhumatismale. (Delherm a déjà insisté là-dessus à ce sujet.)

Les troubles moteurs, causés par des dégénérescences musculaires secondaires, n'ont pas été compris dans cette statistique, nous en avons d'ailleurs observé trois cas qui en quinze jours l'un, un et deux mois les deux autres, ont repris une vie active.

Nous avons ensuite écarté, de cette statistique de plusieurs années, les cas nombreux de sciatique :

a) D'origine infectieuse spécifique, ou intoxication endo ou exogène, c'est-à-dire les cas de syphilis (Tabès compliqué, etc...), diabète, goutte, etc... Toutes ces variétés cliniques relevant d'un traitement mixte, mais surtout spécifique des affections causales (plusieurs cas);

b) D'origine vertébrale proprement dite, c'est-à-dire, par spondy-

loses, vraiés sacralisations (2 cas), par pachymininginite cancéreuse (un cas);

c) Les fausses sciatiques dues à des arthrites (un cas), des artertérites (un cas), des varices, de oskéïtes, etc...

En troisième lieu, il nous a semblé souvent délicat de distinguer une origine funiculaire d'une origine radiculaire, nous ne croyons pas d'ailleurs à l'importance pratique de cette distinction au point de vue résultat dans les cas qui nous occupent.

Une quatrième conclusion tirée de ces observations, vues en série, nous amène à dire qu'il n'y a pas de relation étroite entre la pénétration du rayonnement utilisé et les résultats obtenus, c'est-à-dire en d'autres termes, comme l'a déjà souligné Delherm, qu'au point de vue pratique, la longueur d'onde efficace d'un appareil à tension correspondant à 20 cms d'EE environ, suffit parfaitement à atteindre le but cherché.

Nous devons cependant ajouter que, jamais, nous n'avons observé d'effet nocif en utilisant des longueurs d'ondes plus courtes, émises par des appareils fonctionnant sous 200 Kw. et 40 cms d'EE.

Enfin, il nous paraît indispensable de souligner l'effet heureux et rapide de ce traitement combiné, qui doit prendre une place classique en tête de ce chapitre autrefois décevant de la thérapeutique particulière des algies sciatiques (1).

(1) Nous avons depuis systématiquement étendu les applications de radiothérapie et de diathermie combinées, à toutes les algies souvent mal définies siégeant à une hauteur quelconque des racines médullaires. Notre expérience est trop récente, actuellement, mais nous devons déjà vous rendre compte que dans les formes aiguës et d'origine à frigore, non compliquées de lésions organiques de voisinage (médiastinite par exemple, un cas avec guérison temporaire, à cause de l'origine syphilitique) ou d'origine infectieuse ou toxique nette, nous obtenons en particulier pour le plexus brachial des résultats très intéressants (plusieurs guérisons définitives qui, mieux analysées et vues à distance, feront partie d'une communication ultérieure).

30 CAS DE SCIATIQUE DITE RHUMATISMALE

traités avec succès par l'association Radiothérapie, courant galvanique et diathermie

Résumé des observations :

N° d'ordre	Noms	Début apparent. Age de l'affection. Intensité moyenne de la douleur.	TRAITEMENT COMBINÉ — Radiothérapie : 20 cms EE.	Radiothérapie :	Radiothérapie : pfde de 40 cms EE.	Courant galvanique Bains 1/2 heure	Diathermie en séances prolongées de 30 m.	Résultats obtenus
1	M. L....	Sc. bilatérale. Douleur très violente, vient sur un brancard....	+	3 applications envir.	+	++	0	Amélioré en 15 jours. Guéri complètement.
2	M. S....	Sc. gauche. Douleur moins intense, vient criblé de pointes de feu	++	6 applications envir.		+++ 15 jours	0	2 séries de 15 jours avec une semaine d'intervalle. Guéri.
3	Mme L...	Sc. gche, Souffre dep. 18 ans par crises, criblée de pointes de feu.	+	4 applications envir.	++	++++ plus. fois 8 jours	8 jours	3 m. p. séjours de 8 j., guérie mais rechute signalée ap. 3 mois.
4	Mme V...	Sc. unilatérale.	0	4 séances environ	+	++++ t. l. j. p. 1 m.	0	Très améliorée en 6 semaines.
5	Mme B...	Sc. unilatérale. Marche avec béquille depuis 2 ans.....	+	3 séances environ	0	+++ t. les jours pend. 1 m.	0	Guérie en 2 mois
6	M. T....	Sciatique droite.....	+	4 séances	0	+++ 3 mois env.	0	Guéri en 3 mois.
7	Mme B...	Sc. dte. Dep. 13 mois.	0		+	+	+	8 j. traitem. continu, puis une fois p. mois. Guérie complètem.

N° d'ordre	Noms	Début apparent. Age de l'affection. Localisation probable de l'algie de la douleur.	TRAITEMENT COMBINÉ — Radiothérapie : 20 cms EE.	Radiothérapie	Radiothérapie : pfde de 40 cms EE.	Courant galvanique Bains 1/2 heure	Diathermie en séances prolongées de 30 m.	Résultats obtenus
8	M. S....	Sc. dte. Vésicatoires et pointes de feu...	0	3 séances	++	0	++	Très amélioré. En cours de traitement.
9	M. R....	Sc. dte. Début 6 semaines vésicatoires, marche avec canne.	0	4 applicat.	+++	0	++	Très amélioré en 4 j.
10	Mme L...	Sc. unilatérale	+	0	++		0	Guérie en 1 m. envir.
11	Mme L.G.	Sc. unilatérale. Radio hanche négative...	+		0	+	0	Guérie en 2 mois.
12	Mme A...	Sc. unilatérale	+		+	+++ t. les 2 jours	0	Guérie en 4 mois.
13	M. K....	Sc. unilatérale	+	4 applications envir.	+	0	0	Guéri en 8 jours.
14	M. F....	Sc. unilatérale	+		0	++	0	Guéri en 3 semaines.
15	M. B....	Sc. unilatérale	+		0	++	0	Guéri en m. d'un m.
16	Mme D...	Sciatique gauche	+		0	++	0	Très améliorée en 8 j. Guérie.
17	M. B....	Sc. unilatérale	0		0	+++	0	Guéri en pl. mois.
18	Mme C...	Sc. unilatérale	0		0	+++	0	Guérie en pl. d'un m.
19	Mme S...	Sciatique gauche	0		0	+++	0	Guérie en pl. d'un m.
20	Mme P...	Sc. unilatérale	++	3 séances	0	0	0	Guérie en 8 jours.
21	M. C....	Sciatique gauche	0		0	++	0	Guéri en 3 semaines.
22	M. O....	Sciatique droite.....	0		0	++	0	Guéri.
23	M. B....	Sc. unilatérale	0		0	++	0	Guéri en pl. d'un m.

N° d'ordre	Noms	Début apparent. Localisation probable de l'algie Intensité moyenne de la douleur.	TRAITEMENT COMBINÉ — Radiothérapie : 20 cms EE.	Radiothérapie :	Radiothérapie : pfde de 40 cms EE.	Courant galvanique Bains 1 2 1/2 heure	Diathermie en séances prolongées de 30 m.	Résultats obtenus
24	Mme N...	Sciatique gauche	0	3 séances	++	+++	0	Très améliorée en 3 m.
25	M. R....	Lumbago et sciatique unilatérale	0	4 séances	++	traitement ambulatoire bihebdom.		Très amélioré en 8 j. mais rechute.
26	M. B....	Funicunite. Sc. gauche avec névralgie crurale gauche probablement rhumatismale	+	4 applicat.	0	+++	0	Amélioré en un mois.
27	M. N....	Sciatique gauche	+	1 applicat.	0	++	0	Guéri en 15 jours.
28	M. C....	Sc. unilatérale. Ne peut plier la jambe ni se baisser	+	2 applicat.	0	+ t. les jours	0	Très amélioré, marche sans douleur sous 8 jours.
29	M. R....	Sc. funiculaire droite.	++	4 applicat.	0	0	0	Très amélioré en 1 m.
30	Mlle T...	Radiculite sciatique intéressant plus particulièrement le S.P. E. Dt et le S. P. Int. gche. R. D. adte. Sc. parcellaire.	++	3 applicat.	0	0	0	Résultat incertain.

LÉGENDE. - Le nombre des croix donne une idée approximative sur l'importance relative des traitements.
0 : pas d'application.

Dr CHUITON, KERGROHEN et PHILIPPON

GUERISON RAPIDE (EN 6 MOIS) D'UN CAS DE POLIOMYELITE AIGUE COMPLIQUE DE SEQUELLES GRAVES

Observation résumée. — Enfant P..., âgé de 7 ans. Début apparent de l'affection, en janvier 1924, à la suite d'une rechute de bronchite aiguë. Huit jours après la guérison, en voulant se lever, on constate que l'enfant ne peut plus marcher. Anémie et faiblesse étant insuffisantes pour expliquer ces troubles, on appelle son médecin qui pense à des rhumatismes articulaires, par suite de coexistence de phénomènes extrêmement douloureux empêchant toute exploration des membres inférieurs. Un traitement d'essai ne donnant aucun résultat, le diagnostic de poliomyélite s'établit et se confirme dès notre examen.

A ce moment, 20 jours après le début apparent, l'enfant présente une paraplégie flasque avec abolition des réflexes. L'amyotrophie est déjà apparente des deux côtés, elle prédomine, comme d'habitude, dans le territoire du sciatique poplité externe, le droit étant plus atteint que le gauche. (R. D. complète à droite, incomplète à gauche.) Les phénomènes douloureux articulaires n'ont pas disparu, ils prédominent dans les mouvements imprimés à l'articulation de la hanche. Le pied droit est en équinisme léger.

D'accord avec le médecin traitant, nous commençons immédiatement le traitement. Le lendemain, l'enfant nous est ramené après avoir eu une mauvaise nuit et avoir présenté, pendant le trajet, des troubles sphinctériens (mictions involontaires). Ces troubles furent passagers. Des phénomènes méningés apparaissent deux jours après, un strabisme divergent nous prouve l'extension basilaire du processus infectieux. Ce strabisme n'a jamais complètement disparu.

Traitement. — Le traitement combiné a été le suivant :

1° *Radiothérapie.* — Dans la période initiale, tel que le conseille le professeur Bordier : Doses faibles de 500 R appliquées sur le renflement lombaire, puis sur la nuque avec appareillage à constantes suivantes 20 cms E.E. Distance forcée peau 22 cms. Tube Coolidge Standard 3.m.A. 4 mm Al comme filtre. 4 applications au total, dont trois lombaires et une nucchale dans un étalement de 4 jours, une par jour dans les tous premiers jours.

2° Injections sous-cutanées de 10 cc. de sérum antipoliomyélite de Pettit, de l'Institut Pasteur, — nombre 23, — les premières tous les deux jours. A partir de la sixième, deux par semaine (lundi et jeudi). Aucun accident sérique n'a été noté. La voie sous-arachnoïdienne n'a pas été adoptée à cause de la pusillanimité de l'enfant.

3° Combinaison des applications de *courant galvanique*, sous forme de bains et de *diathermie* en séances prolongées d'une demi-heure chaque, trois fois par semaine pendant et après le traitement sérique.

Evolution de l'affection. — En mars et avril, des phénomènes de contracture nécessitent la mise en place de deux appareils plâtrés (Dr Pouliquen), le premier corrigeant l'équinisme surtout accusé au pied droit, le deuxième pour les genoux dont il fallait rechercher l'extension forcée.

En mai, l'enfant revient très amélioré; les mouvement volontaires des orteils et de la cuisse sur le bassin reparaissent. L'examen électrique obtient des réponses faibles mais nettes dans tous les territoires, le côté droit répondant plus faiblement que le gauche.

Les progrès sont dès lors rapides. La marche est possible avec un soutien dès la mi-mai et au début de juin (fin du sixième mois), l'enfant marche parfaitement seul, steppant encore légèrement mais nettement guéri, malgré une amyothrophie encore persistante.

Conclusions. — 1° L'excellent résultat obtenu dans ce cas grave de poliomyélite compliqué de strabisme et de phénomènes sphinctériens doit engager à combiner, dès le début, les injections de sérum de convalescent aux applications prudentes de radiothérapie médullaire suivie d'électrothérapie et de diathermie en séances prolongées.

2° Il nous est impossible ici, de faire la part du traitement sérique et celle du traitement radiothérapique associé, dans les résultats rapides obtenus.

3° Il paraît cependant intéressant de constater que la gravité du cas peut être efficacement combattue par la précocité de l'intervention thérapeutique mixte.

14e section

ODONTOLOGIE

Président. . . . . . Jehan De Croës, Professeur suppléant à l'Ecole Dentaire de Paris.

Vice-Présidents. . . . . . le Dr Albéric Van Stratum, Liége (Belgique).
Henri Villain, Professeur à l'Ecole Dentaire de Paris.

Secrétaire adjoint. . . . . . Brouwers, Chirurgien-Dentiste, Liége (Belgique).

H. de LA TOUR

Chirurgien-dentiste de la Faculté de Paris
Chef de Clinique de l'Ecole Odontotechnique

LES RADIOGRAPHIES EXTRA-BUCCALES DANS LE CABINET DENTAIRE

Dans les lignes qui vont suivre, nous décrirons la façon dont nous exécutons les radiographies extra buccales, et qui nous donne toute satisfaction.

Quatre cas sont à envisager :

1° Film contre la joue rayon central projeté à 35° environ sur le film, en faisant en sorte d'éviter la superposition du côté droit et du côté gauche. Cette méthode est employée surtout pour l'étude des maxillaires et des dernières molaires.

2° Film contre la joue, rayon central projeté perpendiculairement sur le film entre les deux arcades dentaires, la bouche étant maintenue ouverte. Mêmes appilcations que précédemment.

3° Film au contact de la partie antérieure de la face. Rayon central projeté perpendiculairement sur le film et passant au-dessous de l'occiput. Cette méthode est surtout utilisée pour l'étude des sinus.

4° Film au contact de la région sous-mentonnière. Rayon central tombant obliquement sur le film, passant en avant du vertex et dirigé à travers le crâne, sur le centre de courbure du maxillaire inférieur. Cette méthode est utilisée pour l'étude des sinus et du maxillaire inférieur.

Nous ne nions pas que la position couchée soit celle qui convienne le mieux pour exécuter correctement les radiographies buccales.

Toutefois, dans un cabinet dentaire, lorsque l'on a déjà ajouté à l'ameublement usuel un meuble Coolidge, ou tout autre appareillage pouvant servir à la radiographie, une table supplémentaire de dimensions suffisantes pour coucher un patient, serait importune.



Fig. 1. — Vue de face

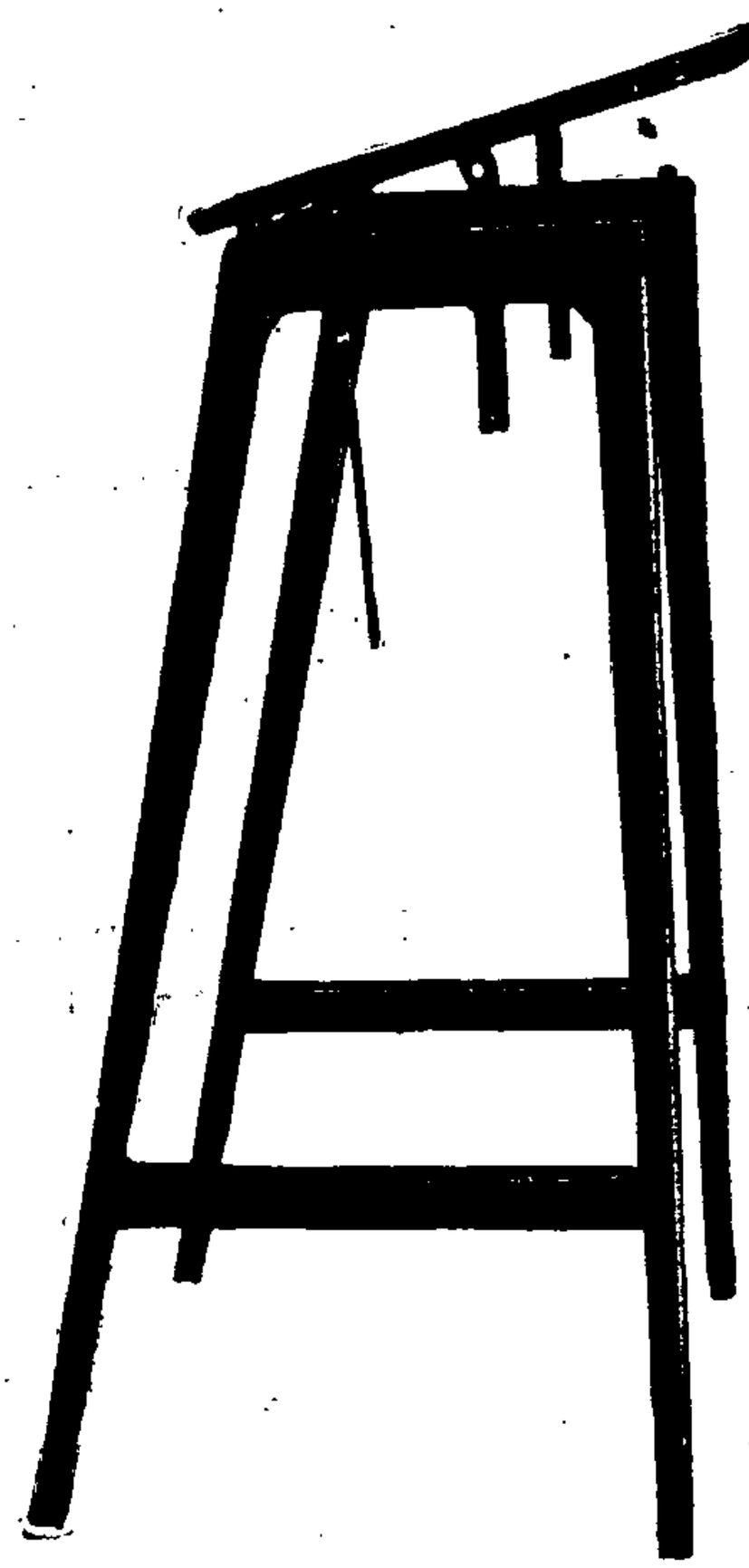


Fig. 2. — Vue de profil.

C'est pourquoi, à l'Ecole Odontotechnique, nous avons fait construire une tablette que nous jugeons, après deux années d'usage, susceptible de s'adapter à toutes les circonstances.

Elle se compose d'un cadre de forme rectangulaire supporté par quatre pieds dont deux sont perpendiculaires au sol, les deux autres étant inclinés suivant un angle suffisant pour assurer une grande stabilité du dispositif. Une tablette de bois tendre est fixée à ce cadre par des charnières placées du côté des pieds inclinés par rapport au sol;

le côté de la tablette qui correspond aux pieds verticaux doit dépasser ce cadre d'environ 15 centimètres.

Cette tablette n'étant fixée que d'un côté peut se déplacer par son bord libre de bas en haut et former avec le plan horizontal trois angles 15, 30 et 45°.

Le châssis renfermant la plaque où le film est placé sur la tablette, une serviette de toile le recouvrant, des pointes à grosses têtes de bois (celles dont se servent les dessinateurs) fixées dans cette tablette de bois tendre maintiennent le tout ensemble dans la position voulue.

1° Film contre la joue, projection oblique :

a) Pour la branche horizontale du maxillaire inférieur. La tablette est inclinée de 30° par rapport au plan horizontal, l'ouverture de l'angle étant du côté du fauteuil, elle en est approchée le plus possible, les deux pieds perpendiculaires au sol donnant toute facilité pour cela. Le fauteuil est élevé de telle sorte que le patient, dont la bouche est maintenue ouverte par un bouchon placé entre ses arcades dentaires, puisse reposer la joue correspondant aux dents à examiner sur le plan incliné où a été fixé le châssis, comme il est dit précédemment. La pointe du nez tend à se rapprocher du film le plus possible, la tête étant en extension. On obtient ainsi une vue de la bouche horizontale, depuis la première molaire jusques et y compris l'angle de la mâchoire. Pour éviter la superposition d'un côté sur l'autre, le rayon central sera dirigé presque perpendiculairement au plan horizontal à un travers de doigt au-dessous et en avant de l'angle du maxillaire opposé à celui que l'on veut obtenir.

Dans les cas de trimus cette dissociation des arcades est plus difficile à réaliser, mais, avec un peu d'habitude, en faisant varier l'incidence du rayon central, elle est facilement obtenue.

b) Pour la branche montante, même disposition de la tête du patient, mais, le rayon central sera dirigé, à un travers de doigt, au-dessus de l'angle et en dehors de la branche montante du côté opposé; se servir de l'angle 15° de la tablette.

c) Pour le maxillaire supérieur, le rayon axial est dirigé de telle sorte qu'il passe au-dessous de la moitié du maxillaire supérieur, du côté opposé à celui que l'on veut examiner. On élèvera un peu plus le fauteuil afin que la face du patient puisse reposer sur le film par la région temporale.

2° Film contre la joue, projection perpendiculaire. — Mettre la tablette mobile à 45°, l'ouverture de l'angle étant du côté opposé au fauteuil. Le rayon central est dirigé perpendiculairement au film en passant par le plan désiré (plancher du sinus, voûte palatine, milieu de la bouche maintenue ouverte).

3° Film contre la partie antérieure de la face. — La tablette est placée devant le fauteuil, l'écartement de ses pieds permet de l'amener jus-

qu'au-dessous des jambes du patient; l'inclinaison de la tablette est 45°, l'ouverture de l'angle étant opposée au fauteuil.

La face du patient reposera sur le film par le front et la pointe du nez, le rayon central dirigé sur l'occiput tombe perpendiculairement sur le film en passant dans le plan de la voûte palatine.

Cette pose n'est guère utilisée que pour une étude comparative des deux sinus; on voit aussi les dents, mais elles apparaissent peu nettes.

4° Film contre la région sous-mentonnière, projection oblique. — Pour placer convenablement le patient, la tablette sera amenée devant le fauteuil comme dans le cas précédent, l'angle de 15° que forme la tablette et le place horizontal est ouvert du côté du patient; on peut aussi laisser la tablette horizontale, suivant la facilité qu'a le patient de fléchir sa tête au maximum, suivant l'une ou l'autre position. La pointe du menton et toute la région sous-mentonnière repose sur le film, le rayon central passe en avant du vertex et est dirigé obliquement vers le centre de courbure du maxillaire.

Dr Léo MAC SON
La Haye

L'ODONTOLOGIE CHEZ LES ENFANTS

Si je demande votre attention sur l'odontologie chez les enfants, c'est parce que j'ai l'impression que cette branche de la chirurgie ne jouit pas de l'estime à laquelle elle a droit. Ce n'est pas la première fois que j'insiste sur ce point (Congrès d'éducation morale pour les enfants à La Haye, Congrès de Pédiatrie, Paris, etc.), et je me permettrai de rappeler, ou plutôt de résumer au début de cette communication, quelques idées que j'ai développées à de précédents Congrès. Une longue pratique m'en a démontré que le dédain que l'on témoigne vis-à-vis de l'odontologie chez les enfants, est totalement immérité. Il me semble inutile de vous rappeler le rôle que la dentition joue dans la physique digestive. Celle raison seule doit rapprocher l'odontologie de la médecine générale. Dans nombre de cas, d'ailleurs, la chirurgie et l'odontologie doivent se tendre la main; dans les cas de syphilis, fractures, d'urano et staphylloraphie, par exemple.

Je tiens à attirer tout spécialement votre attention sur la cavité buccale et sur la dentition du nourrisson. Il faut que le médecin

s'évertue à convaincre la mère de l'importance du nettoyage de la bouche. Il faut lui expliquer que la bouche, au seuil de tout l'appareil digestif, sert de réceptacle à une multitude de microbes qui, de là, peuvent se développer soit vers l'appareil respiratoire, soit vers les vois digestives. Il suffit qu'une femme enceinte souffre de carie et de troubles corollaires de la digestion, pour que l'embryon en souffre également.

Né faible, l'enfant est absolument prédestiné à la carie dentaire et cela d'autant mieux que la mère ne peut le nourrir elle-même.

Des statistiques nombreuses ont, en effet, montré que l'origine de la carie est bien souvent le défaut de la lactation maternelle.

On peut poser comme un principe strict, que l'hygiène dentaire doit commencer avant la naissance, par le bon soin des dents de la mère. L'enfant nourri au sein a des dents bien plus solides que celles de l'enfant élevé au biberon; il est de même pour la carie. Evitez la néglection, parce que par la perte d'une dent par extraction, le développement de l'arc alvéolaire se fait mal et devient trop étroit, les causes des extractions d'antagoniste viennent à travers, etc.

En conséquence, les dents suivantes percent à des endroits défavorables et ne joueront plus tard aucun rôle dans la mastication. Des mauvaises dents se corrompent plus facilement que des dents fortes, peuvent causer des difformités de la face.

Si la carie est devenue une maladie énormément répandue, c'est par insouciance et indifférence.

On a démontré que les 90 % de l'humanité souffrent de carie dentaire. On devrait contrôler tous les enfants, on devrait instituer toute une série de soins dentaires que gouvernement et municipalité surveilleraient. Ce n'est encore là qu'une utopie.

Quelle que soit la dentition dont l'aient gratifié ses parents, l'enfant ne retirera que profits d'un nettoyage périodique et minutieux de sa denture.

Les streptocoques, leptotrix buccales et tant d'autres micro- et duplococques, se communiquent d'une dent à l'autre, et l'individu atteint de carie est un foyer d'infection. La lutte contre toutes les maladies dentaires ne peut être entamée qu'avec l'aide du corps médical tout entier.

Il y a très grand intérêt à entretenir convenablement les dents chez la femme gravide et surtout au point de vue de santé future de l'enfant. En effet, des mauvaises dents amènent infailliblement une mauvaise santé et surtout un mauvais développement de l'embryon.

J'avais différentes fois le plaisir de parler avec des spécialistes connus, s'ils n'étaient pas convaincus également que beaucoup de tuberculoses ont leur origine dans une mauvaise denture, il est d'ailleurs démontré que pneumocoques (par exemple) trouvent un terrain très favorable dans le milieu humide et chaud de la cavité buccale.

J'ai l'expérience personnelle que des femmes, ayant des mauvaises dents, habituellement ont des enfants faibles.

J'insiste auprès de tous les médecins d'attirer, d'une façon spéciale, l'attention de la future mère de prendre des soins spéciaux pour l'hygiène de la bouche et des dents durant leur grossesse, et d'user largement de produits renfermant du calcium. Une action favorable sera ainsi obtenue par le développement normal de squelette du fœtus.

Les dents de lait chez les enfants doivent être soignées aussi soigneusement et même plus particulièrement encore que l'adulte, car ces dents de lait sont le départ et la condition *sine qua non* d'une forte et bonne dentition définitive.

D'ailleurs, ces soins d'hygiène chez l'enfant, ne feront que développer chez lui l'habitude des autres soins hygiéniques du corps. Nous trouvons, en général, chez les rachitiques et les prétuberculeux, des mauvaises dents et une hygiène déplorable de la bouche.

En effet, la cavité buccale est la porte d'entrée de nos organes digestifs; or, si le bol alimentaire est déjà farci de toutes sortes de microbes, il est tout naturel que ceux-ci, introduits dans l'estomac et dans les intestins, y trouveront facilement occasion de se développer et d'attaquer l'organisme dans ses différents organes.

Combien de fois le médecin se demande-t-il : « Où est la raison de cette maladie? » en oubliant d'avoir examiné la bouche et la dentition.

Soyez convaincus que les trois quarts des maladies infectieuses ont leur source dans la mauvaise denture, et c'est pour cela que je prends la liberté de vous prier à ce Congrès.

Dans vos consultations, n'oubliez jamais la bouche et la denture, et je suis convaincu que vous trouverez les sources des différents problèmes chez vos clients.

C'est en suivant attentivement les travaux des différents Congrès que j'ai pris la résolution, sans aucune préparation spéciale, d'attirer votre attention sur la nécessité primordiale de soigner les dents de la femme enceinte, pour qu'elle puisse mettre au monde un bébé sain et bien portant et qu'il faut soigner les dents de lait pour conserver tout son capital de santé à cet enfant, qui doit former la base d'une société.

Un nouveau remède antiseptique et anesthésique, nommé Rahinol, nous donne la grande satisfaction d'être en état de traiter (même les dents avec pulpitis) sans douleur, forer sans douleur, même si le cou de la dent fait mal chez le moindre attouchement, cela surprend, résonnant comme une fable, et surtout c'est la vérité.

J'emploie le Rahinol depuis 8 mois, et non seulement mes clients mais moi-même je suis enchanté de constater : tranquillement travailler sans cris ou pleurs, et le principal du point de vue des clients : sans crainte.

Rahinol est un clair liquide, presque insoluble, au goût sucré, odeur comme le chloroforme. C'est une distillation de différentes huiles aethériques tribomethan.

Par conséquent, non seulement anesthésique mais aussi antiseptique.

Mes expériences (presque 300 cas) m'ont démontré que le Rahinol anesthésique comme antiseptique satisfait parfaitement, et s'il y a des collègues qui n'ont pas cette satisfaction, alors il y a une faute en manière d'application.

Les clients n'éprouvent aucune douleur, par exemple en excavant une dent, pulpe ouverte, etc.

Par cette invention, le médecin n'a aucune raison d'attendre avec le traitement dentaire parce que la future mère ne souffre plus aux dents pendant la gravidité.

C'est un intérêt pour le nouveau-né. C'est un intérêt pour l'humanité.

Dr WATRY
Anvers

LES ELEMENTS ECONOMIQUES ET PSYCHOLOGIQUES DANS LA THERAPEUTIQUE RADICULAIRE

J'ai songé à vous communiquer quelques réflexions, que m'a suggérées la lecture du rapport déposé au Congrès de Bordeaux par MM. Cavalie, Dubois, Housset et leurs collaborateurs moins au point de vue scientifique, qu'au point de vue économique et social.

Scientifiquement, le travail de nos confrères est plus qu'un rapport. Il mérite en effet mieux que le sort généralement fait à ce que l'on entend sous ce terme. C'est une *œuvre*, un tout complet, la marque d'une étape essentielle du développement de notre spécialité.

Sa conclusion pourrait, en effet, se concrétiser en ces termes : La thérapeutique radiculaire n'est plus ce problème parfois angoissant, décevant, parce que alourdi par les brumes de l'empirisme et de la routine. Ayant pris solidement base, non sur une théorie toujours incertaine, mais sur des faits précis, qui emprunte ses méthodes aux plus récentes acquisitions dans le domaine des sciences médico-chirurgicales

---

elle s'élève, grâce à une technique de plus en plus perfectionnée, au niveau de ces sciences et justifie pleinement la place que nous y revendiquons pour notre spécialité.

Naguère, en quoi consistait en effet le traitement de la carie pénétrante?

Après avoir éventuellement dévitalisé, puis par résection et fraisage établi les meilleures voies d'accès aux canaux, on cherchait à débarrasser, tant bien que mal, ces canaux de leur contenu; on avait ensuite le choix entre une infinie variété de méthodes, qui est, nous sommes aujourd'hui unanimes à ce sujet, le meilleur symptôme de l'insuffisance de garanties d'efficacité, que donnait chacune d'elles.

Il n'est pas un seul de ces temps « opératoires » qui n'ait servi de sujet aux discussions, voire aux polémiques les plus passionnées! La dévitalisation fut longtemps un élément essentiellement empirique et la question de manœuvre opératoire à exécuter dans un canal radiculaire donna prétexte aux plus âpres controverses doctrinales; les uns voulant y faire prédominer l'habileté technique, les autres en contestant la valeur.

Maintenant que la science éclaire si nettement ce qui servit de champ de bataille à nos aînés, nous comprenons que chacun ait cru de bonne foi en cherchant dans l'ombre, à tâtons, trouver la vérité à la seule lumière de ces conceptions.

Ceux qui ont collaboré à cette manœuvre de perfectionnement, ont non seulement rendu service à la science pure, mais ont aussi contribué à faciliter l'unification de nos doctrines professionnelles, parfois si violemment opposées et, nous plaçant donc à ce point de vue psychologique, nous croyons ne pas exagérer, en disant que ce n'est pas là le moindre de leurs mérites. La dent malade n'est plus cet élément d'importance secondaire, qu'il s'agit de reconstituer ou de remplacer dans un but essentiellement esthétique; c'est un organe jouant un rôle important dans notre vie végétative, participant de façon active essentielle à plusieurs des fonctions vitales les plus importantes; un organe, dont la pathologie participe aux phénomènes pathologiques généraux, d'une façon qui s'avère de plus en plus étroite. Il en découle donc, logiquement, que la thérapeutique des lésions dentaires, doit aussi étroitement s'apparenter aux autres domaines de la thérapeutique médico-chirurgicale et ainsi on en arrive aisément à considérer comme logique naturelle cette conclusion des travaux de nos confrères; le traitement des canaux doit être envisagé comme une opération chirurgicale.

Après avoir aussi rendu notre très modeste hommage à la valeur indiscutable des travaux de MM. Dubois, Cavalie, Housset et leur collaborateurs, nous nous trouvons beaucoup plus à l'aise pour examiner la question de la thérapeutique radiculaire sous un aspect que l'enthousiasme ni nos principes scientifiques, ne doivent cependant pas nous faire perdre de vue.

Le traitement conservateur des dents atteintes de carie pénétrante, devient donc, nous l'avons dit, une opération chirurgicale et peut être classée parmi les interventions ressortissant à la petite et à la moyenne chirurgie. Nous y retrouvons, en effet, les différents temps caractéristiques de l'intervention en chirurgie générale. Les préparatifs, l'asepsie, le matériel instrumental ; puis l'intervention elle-même, se faisant de façon absolument comparable à n'importe quelle intervention aseptique et s'accompagnant des observations de contrôle biologique, radiographique, bactériologique.

Si, au point de vue scientifique, cette conception est irréprochable, ne pensez-vous pas que son aspect et ses conséquences économiques doivent un peu retenir notre attention? Le péril dentaire tient son exceptionnelle gravité de deux facteurs, d'ailleurs eux-mêmes étroitement interdépendants. La fréquence des affections dentaires et l'ignorance, l'insouciance qui caractérisent la mentalité publique à l'égard de ce danger.

Vous connaissez comme moi la lamentable situation qui résulte d'un ensemble d'éléments contribuant à former un cercle vicieux, que toute la force des initiatives, tant collectives que privées, n'est pas encore parvenue à briser.

La population scolaire est de plus en plus atteinte, malgré nos campagnes d'hygiène, nos inspections, notre propagande.

En ce qui concerne la grande masse, il suffit de participer activement au fonctionnement des cliniques et dispensaires populaires, pour se rendre compte de ce que signifie pour elle la question dentaire, tant au point de vue hygiène et prophylaxie, que nécessités thérapeutiques.

C'est lentement, très lentement que se fait son éducation. On peut même dire qu'actuellement il est une notable partie de la population qui échappe à sa bienfaisante influence et nous sommes persuadés que les raisons de semblable état de choses se trouvent dans des considérations d'ordre économique. S'il y a là un obstacle sérieux c'est, je pense, parce que, contrairement à ce qui se passe en Amérique, nous ne lui avons pas toujours donné l'importance qu'il a en réalité.

Je tiens à bien préciser que je me place ici au point de vue purement collectif et social. Il est certain que le véritable aspect du problème nous échapperait, si nous nous limitions à l'expérience que nous pouvons faire dans nos clientèles privées.

Mais il ne faut pas se dissimuler que le patient, pris en général, ne se rend pas compte de la valeur réelle des soins que nous lui donnons et que le taux de nos honoraires lui paraît trop élevé. Il serait certes intéressant de discuter, même un peu longuement, cet élément purement matériel de la question, mais, sans en mésestimer la valeur, je ne crois pas devoir m'y attarder, le cadre scientifique de nos travaux ne nous le permet pas; je me borne donc à l'appréciation économique du service rendu.

Si la thérapeutique conservatrice des dents se hausse du niveau d'intervention de dentisterie courante à celui d'une intervention chirurgicale, il faut être certain que l'appréciation du service rendu, au point de vue économique, se développera parallèlement, sinon nous nous exposerons à ne pas faire œuvre complète. Une élite seule bénéficiera de ce progrès dont les conséquences risquent d'être compromises au point de vue social. Cette élite serait en effet limitée d'abord par le nombre de patients qu'il serait possible de faire bénéficier de cette technique perfectionnée, et plus encore par le nombre de ceux que leur situation sociale mettrait, tant intellectuellement que matériellement, à même de se prêter utilement à son application. Je considère, bien entendu, tous les praticiens en contact avec la clientèle, comme aptes à l'appliquer et, sans devoir être accusé de manque d'égards à notre profession, je ne crois pas me tromper en disant, qu'ici déjà, je suis en plein dans le domaine de l'hypothèse, voire de l'utopie.

Autant il est exact de considérer la technique qui nous est présentée, comme posant un merveilleux jalon sur la route du perfectionnement et de l'évolution de notre art, autant il est juste de dire qu'elle contribuera largement à faciliter l'éducation, non seulement du public, mais aussi des médecins non spécialistes, encore trop enclins à sous-estimer notre rôle; autant il serait utopique et par conséquent dangereux de se laisser entraîner par l'enthousiasme, jusqu'à dire que cette conception thérapeutique est dorénavant la *seule* qui doit être admise.

Ce serait une *révolution;* or ce mot m'effraie et je serais plus rassuré, si vous voulez bien ne parler que d'*évolution*. Dans cette évolution qui doit être prudente, ayons soin de donner à chaque élément son importance proportionnelle, ayons soin qu'ils se développent synchroniquement, harmonieusement.

Or, dans le problème qui nous occupe, serait-il possible d'adapter, je ne dirai pas instantanément, mais rapidement, la technique chirurgicale idéale aux nécessités économiques et sociales de nos cabinets, de nos cliniques? Vous êtes certainement d'accord avec moi, pour répondre que non.

Il serait possible d'étayer cette affirmation d'une longue argumentation, que vous pourriez d'ailleurs tous confirmer, mais je me bornerai à évoquer devant vous le problème de la carie des dents de six ans dans la population scolaire.

Dans trois écoles, prises au hasard dans mon ressort d'inspection à Anvers, j'avais, il y a près de trois ans, trouvé sur un nombre total de 434 enfants, âgés de 8 à 10 ans :

32	cas de carie pénétrante	de	4	dents	de 6 ans, soit....	128
37	—		3	—	—	111
71	—		2	—	—	142
64	—		1	—	—	64
				Total.....		445

Ce qui résulte des observations des enfants en âge d'école se confirme plus gravement encore dans les collectivités auquelles s'appliquent des règles d'hygiène et de médecine, si précises, qu'on les a groupées sous l'étiquette d'hygiène et de médecine scolaire.

La tâche, envisagée sous cet aspect, est double pour nous comme pour les médecins : préventive et curative.

La prévention a, en médecine sociale, un champ d'action largement ouvert et tout spécialement en médecine scolaire, qui se donne pour but, non pas tant de soigner l'enfant malade, que d'empêcher l'enfant sain de devenir malade.

La partie curative de la médecine sociale est lourde, écrasante et, pour atteindre un résultat, elle doit avoir recours à des méthodes de traitement collectif, en quelque sorte standardisées, car en appliquant des thérapeutiques purement individuelles, on serait indiscutablement débordé par le nombre.

On peut même dire que les difficultés qui se présentent à cet égard en médecine sociale, seraient insurmontables si on n'avait l'espoir de voir la tâche curative proprement dite, allégée par les résultats de la lutte prophylactique et par l'éducation.

Ce qui est vrai en médecine générale l'est plus encore en médecine et chirurgie dentaire où la tâche curative est, même dans les circonstances actuelles, littéralement irréalisable et contraint le praticien à des thérapeutiques sommaires ou trop radicales, parce que près des deux tiers de nos semblables sont atteints de carie et justiciables de nos soins.

La carie dentaire est en effet une maladie sociale et qui même se place de loin en tête dans le tableau de fréquence de ces maladies.

Or, chose paradoxale, l'art dentaire a, dans ce domaine, une place notoirement insuffisante et surtout mésestimée.

Ce n'est pas seulement le patient qui ignore son mal, les dangers auxquels il l'expose et les ressources salvatrices que lui offre notre technique de jour en jour perfectionnée, mais il y a aussi le médecin, conseiller sanitaire, qui n'accorde pas toujours à ce très grave problème de la prophylaxie et de la thérapeutique dentaires, toute l'importance, toute l'attention qu'elles méritent; il y a même le dentiste qui, considéré de façon générale, ne sait pas suffisamment s'adapter à la conception moderne de sa tâche.

Ne voyons-nous pas de nombreux confrères se désintéresser de la thérapeutique dentaire infantile, parce que trop ingrate, et parce que les enfants sont des patients indociles, insupportables?

Et cependant quels miraculeux résultats ne peut-on pas obtenir dans cette partie de notre spécialité, si l'on veut bien faire preuve d'un peu de psychologie et de patience!

J'irai même plus loin, en affirmant que, négliger la thérapeutique infantile, constitue une faute professionnelle, puisque c'est rester inactif

vis-à-vis de patients chez lesquels notre intervention peut être la plus efficace, puisqu'elle lutte contre le mal à son début, voire avant son éclosion et permet de rétablir le fonctionnement normal de l'appareil dentaire à un âge où ces lésions n'auraient pas encore entraîné de désordres définitifs dans l'état général.

Une technique chirurgicale perfectionnée, telle que l'établissent les admirables travaux récents, auxquels nous ne saurions trop rendre hommage, s'impose certes lorsque l'on s'en tient au seul point de vue du perfectionnement scientifique.

Mais pour qu'elle puisse s'imposer en fait, dans la pratique journalière et s'y développper, il lui faudrait un terrain préparé, fécondé par une éducation rationnelle.

En sommes-nous là? Ayons le courage de dire que non. Dans un de ses récents travaux sur la prothèse dentaire complète, notre confrère Suisse, Ackermann, émettait une opinion très juste. Il disait que si l'on se heurte à de graves difficultés, dans la réalisation pratique de méthodes théoriquement irréprochables, c'est parce qu'on oublie que, à côté de la vérité scientifique, universitaire, il y a la vérité pratique, celle de tous les jours.

Cette remarque peut, pensons-nous, s'appliquer au problème de la thérapeutique dentaire.

Les méthodes perfectionnées qui nous sont proposées sont indiscutablement des méthodes de choix, mais ce sont aussi des méthodes d'exception dans notre lutte contre le fléau dentaire, considéré au point de vue social.

Appliquons-là, partout où nous le pouvons, de plus en plus souvent, mais que tout l'intérêt que nous pouvons y trouver ne nous fasse pas négliger l'étude et le perfectionnement des moyens de prévenir et d'amoindrir les conséquences du fléau dentaire, par toutes techniques s'adaptant plus immédiatement aux conditions sociales et économiques des différents milieux, dans lesquels nous pouvons être appelés à lutter contre lui.

Dr THIBONNEAU
Radiologiste des Hôpitaux de Paris

LES DIFFERENTES METHODES DE RADIOGRAPHIE DENTAIRE ET LEURS INDICATIONS RESPECTIVES

Les nombreuses incidences sous lesquelles peuvent être prises les radiographies dentaires se ramènent à six méthodes, trois intrabuccales : la méthode juxtagingivale, la méthode occlusale-oblique, la méthode occluso-verticale; et trois extrabuccales : la méthode rétro-sous-maxillaire la méthode intermaxillaire, les méthodes transcrâniennes.

Nous allons examiner les résultats, les avantages et les inconvénients de chacune d'elles, et en déduire leurs indications respectives.

A. METHODES INTRABUCCALES

I. — *Méthode juxtagingivale*

Elle consiste à appliquer un petit film contre la face linguale de l'arcade dentaire. Préconisée par les Américains, c'est aujourd'hui la méthode la plus employée dans tous les pays. Elle donne des clichés très fins, chose capitale en radiographie dentaire, et s'applique à peu près à tous les cas, du moins aux cas simples, mais elle présente aussi certains défauts. Ces défauts tiennent à l'exiguïté des clichés — il en faut 14 pour avoir un bon examen complet de la bouche —, les clichés ne se raccordent pas toujours bien, et il est difficile de s'orienter dans chacun d'entre eux quand le maxillaire est édenté. L'image de la région périapicale est très limitée et n'englobe pas toute la lésion si elle est un peu étendue. Les pellicules ne sont pas toujours faciles à placer et à maintenir, elles provoquent souvent des nausées (et on est parfois obligé d'anesthésier le voile du palais), ou tendent douloureusement le frein de la langue et les replis ranins; elles prennent des courbures qui causent des déformations des parties latérales de l'image. Enfin il est assez difficile de prendre bien symétriquement la même région à droite et à gauche, quand on veut les comparer.

II. — *Méthode occlusale oblique*

Cette méthode préconisée et mise au point par Belot (1) consiste à disposer une pellicule dans le plan d'occlusion entre les deux maxil-

(1) Belot l'appelle méthode de projection horizontale, terme plus simple, mais un peu moins précis, nous semble-t-il, que celui que nous avons adopté.

laires et à faire tomber les rayons au-dessus ou au-dessous de cette pellicule obliquement à 45°. Si les dents étaient bien perpendiculaires à la pellicule les déformations seraient à peu près nulles, mais il en est rarement ainsi. Lorsqu'elles forment avec la pellicule un angle aigu (dents supérieures et incisives inférieures) leur image est un peu allongée, lorsqu'elles forment un angle obtus (molaires inférieures) elles sont raccourcies. L'allongement est peu gênant, il ne peut d'ailleurs en aucun cas dépasser quatre dixièmes; le raccourcissement est beaucoup plus gênant, la longueur de la dent est réduite à zéro lorsque l'obliquité de la dent atteint 45°, et même en pratique beaucoup moins de 45° si la couronne est un peu large (l'image de la racine se projetant alors sur celle de la couronne). C'est dire que cette méthode ne donnera pas de bons résultats pour les molaires inférieures. Elle n'en donne pas de beaucoup meilleurs pour les molaires supérieures parce que les racines vestibulaires sont raccourcies (à cause de l'angle obtus qu'elles forment avec le plan d'occlusion, et à cause de la largeur de la couronne) tandis que la palatine est allongée, et parce que l'apophyse pyramidale du maxilaire supérieur se projette sur la région sous la forme d'un V dont il est difficile de rejeter les branches en dehors de la dent étudiée.

Pour les autres dents, en particulier au maxillaire supérieur, cette méthode bien que donnant des clichés un peu moins fins que la méthode juxtagingivale présente certains avantages précieux. Elle donne des clichés très étendus ($57 \times 76^{m}/_{m}$), la région apicale y est largement représentée; au maxillaire supérieur on voit toujours une grande partie du sinus et des cavités nasales, et l'on peut étudier facilement les rapports des dents avec ses cavités, aussi bien que les rapports des dents entre elles. Trois clichés suffisent pour toutes les dents comprises entre les molaires droites et gauches, alors qu'il en faut cinq avec la méthode juxtagingivale. Ces clichés se prennent avec beaucoup plus de facilité, en particulier chez les enfants. Il est aussi très facile de prendre deux clichés bien symétriques pour la comparaison. Enfin cette méthode se prête plus qu'aucune autre à la standardisation que préconisent les Américains.

III .— *Méthode occluso-verticale*

La pellicule est encore placée entre les deux maxillaires mais les rayons sont dirigés perpendiculairement sur sa face supérieure ou sa face inférieure.

Dans le premier cas ils traversent le vertex, la base du crâne et le maxillaire supérieur, et l'on obtient une bonne image des sinus et une vue d'ensemble de l'arcade dentaire intéressante au point de vue de la direction des dents et de leurs rapports entre elles.

Dans le deuxième cas on obtient une excellente image de l'arcade dentaire et du maxillaire inférieur et qui donne des renseignements

très intéressants dans les malpositions, les kystes, les abcès, les ostéites, les fractures, les néoformations malignes ou non du maxillaire; ainsi que sur certaines affections du plancher de la bouche, les calculs, causes de grenouillettes, et encore sur la présence des corps étrangers.

B. — METHODES EXTRABUCCALES

I. — *Méthode rétro-sous-maxillaire*

Cette méthode, imaginée par Belot en 1911 et décrite par Spéder au Congrès de l'A.F.A.S. de 1912 et que Belot appelle la méthode de défilement, est de beaucoup la meilleure méthode extrabuccale. La tête repose latéralement, la joue sur la pellicule, et la difficulté est d'éviter le brouillage dû à la superposition des arcades dentaires droites et gauches. Pour ce faire, on place l'ampoule non pas au-dessus de la région à radiographier, mais au-dessus de la base du cou, les rayons qui partent de là atteignent les dents qui reposent sur la pellicule en passant au-dessous de la partie opposée du maxillaire. Lorsqu'on veut obtenir les prémolaires et la canine on repousse l'ampoule au niveau de l'épaule. Plus les dents à radiographier sont antérieures, plus l'ampoule doit être en arrière, plus elles sont hautes (maxillaire supérieur), plus l'ampoule doit être basse. La tête doit être bien défléchie et la bouche fermée.

Les clichés manquent un peu de finesse mais donnent une excellente vue d'ensemble des deux maxillaires et surtout du maxillaire inférieur. Les dents sont simplement un peu allongées.

Cette méthode se recommande dans les cas de trismus et quand les pellicules juxtagingivales sont mal tolérées. Elle est indispensable pour l'étude de la branche montante et de la branche horizontale du maxillaire.

On peut se servir de pellicule $57 \times 76^{m}/_{m}$ fixée sur la joue par une bande d'adhésif, mais il est préférable d'employer un châssis 13×18 avec deux écrans renforçateurs.

II. — *Méthode extrabuccale intermaxillaire*

La joue repose encore sur la pellicule mais les rayons sont dirigés entre les deux maxillaires. Cette méthode n'offre d'intérêt que pour les molaires supérieures et n'est guère applicable que s'il manque plusieurs molaires du côté opposé.

III. — *Méthodes extrabuccales transcéphaliques*

Au point de vue dentaire il n'y a guère à envisager que les incidences classiques latérale et sagittale dont la combinaison permet de découvrir et de localiser des dents très aberrantes. L'incidence cervico-mentale est utilisée dans l'étude de la symphyse mentonnière et des incisives, mais l'ombre des vertèbres projetée sur la symphyse peut

donner lieu à de grosses erreurs. Au contraire cette incidence donne une bonne image des branches montantes et mêmes des condyles. L'incidence vertico-sous-mentale décrite par Hirez pour l'étude des sinus est très intéressante pour déterminer la position de la dent de sagesse.

*
* *

Connaissant les diverses méthodes et leurs résultats, il nous sera facile de choisir l'une ou l'autre selon les circonstances.

S'agit-il de lésions fines, de lésions des molaires supérieures, on emploiera la méthode juxtagingivale. Pour les dents inférieures, la méthode juxtagingivale est encore la meilleure, à son défaut on emploiera l'occlusale oblique pour les dents antérieures, la rétro-sous-maxillaire pour les dents postérieures.

S'agit-il de lésions assez étendues, de kystes, d'ostéites, de rechercher des dents incluses, de déterminer l'existence ou l'absence de dents de remplacement, la méthode occlusale oblique est préférable. Chez l'enfant dont les dents de remplacement sont très élevées, chez le vieillard édenté dont l'os alvéolaire est résorbé, les méthodes occlusales oblique et rétro-sous-maxillaire sont les meilleurs.

Nous terminerons en conseillant de ne pas se borner à une seule méthode car aucune ne convient parfaitement à tous les cas, et dans les cas difficiles de faire plusieurs clichés sous des incidences diverses et par des méthodes différentes pour éviter toute erreur de diagnostic.

Dr Maurice ROY

Dentiste des Hôpitaux, Professeur à l'Ecole Dentaire de Paris

---

LES SINUSITES PYORRHEIQUES

Depuis fort longtemps, l'on connaît les rapports de certaines dents de la mâchoire supérieure avec le sinus maxillaire : on sait que les racines des grosses molaires et des 2es prémolaires, sont en rapport de continuité assez étroit avec le sinus maxillaire et que même parfois par suite du volume plus considérable de cette cavité (volume très

variable suivant les individus) les racines de ces dents plongent directement dans le sinus maxillaire ou plutôt ne sont séparées de cette cavité que par une lamelle osseuse extrêmement mince.

Si, dans ces conditions, une infection pulpaire se produit dans l'une de ces racines, elle gagne le periapex et détruit rapidement la lamelle osseuse qui la sépare du sinus et infecte secondairement cette cavité. Les trois quarts, si ce n'est les neuf dixièmes des sinusites maxillaires purulentes doivent leur origine à une cause dentaire.

Mais, parmi ces causes dentaires, il en est une qui est très peu connue et au sujet de laquelle je ne connais pour ma part aucune publication, c'est la sinusite consécutive à la pyorrhée alvéolaire. Cette complication est certainement rare, car, pour ma part, je n'en ai observé qu'un petit nombre de cas; néanmoins, il m'a semblé intéressant d'appeler l'attention sur elle car elle est susceptible d'entraîner des erreurs de diagnostic préjudiciables aux malades.

Voici, à titre d'exemple, une des premières observations que j'ai recueillies :

M. P..., 35 ans, est pris soudain de très violentes douleurs dans la mâchoire supérieure droite avec irradiation dans toute la face du même côté; il va voir un dentiste qui, ne voyant aucune dent malade mais constatant un peu de rougeur et de gonflement au niveau de la seconde molaire supérieure, fait des pointes de feu à ce niveau. Cette intervention n'apporte aucun soulagement, les douleurs augmentent dans la face et le malade vient alors me trouver.

Il ne présente rien de particulier du côté de la face; dans la bouche je constate que ce malade paraît avoir de très bonnes dents exemptes de caries et bien rangées et que les gencives, sans être parfaites, sont en assez bon état. La gencive est rouge et légèrement tuméfiée au niveau des 2e et 3e molaires supérieures, on y voit la trace des pointes de feu faites récemment.

Les différentes dents de la région tant à la mâchoire supérieure qu'à l'inférieure se montrent totalement exemptes de carie ou d'obturation, leur coloration est normale, elles sont solides, ne remuent pas.

La percussion verticale provoque une légère sensibilité au niveau des 2e et 3e molaires supérieures. Pensant à la possibilité d'une pulpite sans carie je recherche la sensibilité à la percussion transversale dont j'ai signalé autrefois l'importance comme moyen de diagnostic (1), il n'y a aucune modification à ce mode d'exploration et la recherche de la sensibilité au froid du stypage au chlorure d'éthyle montre que toutes les dents de la région sont sensibles et sans que cette exploration provoque de crises douloureuses prolongées au niveau de l'une des dents comme cela s'observe lorsque la pulpe est enflammée.

---

(1) Maurice Roy. Etude symptomatologique sur les altérations pulpaires sans carie. *L'Odontologie*, 1911.

Par conséquent toutes les dents avaient leur pulpe vivante et, apparemment, non enflammée.

Bien que la gencive parût normalement insérée au collet de ces différentes dents, j'explorai alors, comme je le fais toujours, systématiquement, la rainure gingivo-cervicale des deux dernières dents; celles-ci paraissaient normales sur tout leur pourtour quand, à la partie mésio-vertibulaire de la dent de sagesse, la sonde s'enfonça à une grande profondeur dans un pertuis très étroit; il y avait là un cul-de-sac extrêmement profond et un stylet fin introduit dans ce cul-de-sac conduisit sans effraction dans le sinus maxillaire.

Cette constatation éclairait immédiatement le diagnostic et expliquait la prédominance des irradiations douloureuses dans la face avec des phénomènes très peu marqués du côté de la bouche et des dents; il s'agissait d'une infection du sinus maxillaire par l'intermédiaire d'un cul-de-sac pyorrhéique très étroit développé le long de la racine mésiale de la dent de sagesse jusqu'au niveau du sinus très développé chez ce malade. Chose curieuse, cette destruction a pu se faire sans détruire en même temps le filet pulpaire de cette racine comme le montrait l'absence de tout signe pathologique de la pulpe de cette dent.

J'enlevai immédiatement la dent de sagesse et fis un lavage du sinus qui ne donna issue à aucune trace de pus. Le malade fut rapidement soulagé mais je le tins en observation pendant quelque temps pour surveiller l'état de son sinus qui, heureusement, était infecté assez superficiellement, car un second lavage que je fis huit jours après l'extraction montra également l'absence complète de suppuration. La cicatrisation alvéolaire se poursuivit sans incident.

Cette observation peut servir de type pour tous les cas que j'ai observés qui, à quelques petites particularités près, se sont déroulés dans les mêmes conditions symptomatologiques.

Dans tous les cas, il s'agissait d'une seconde ou d'une troisième molaire; dans un cas le cul-de-sac intéressait à la fois la racine mésiale de la seconde molaire et la racine distale de la première molaire, ce qui m'a obligé à sacrifier les deux dents.

Il s'agit toujours de culs-de-sac étroits, à faible ouverture gingivale et à cause de cela facilement méconnus. C'est pour moi l'occasion d'insister une fois de plus sur le point que j'ai signalé à maintes reprises dans mes travaux antérieurs sur la pyorrhée; à savoir la nécessité d'explorer systématiquement chez tous les malades la racine cervico-gingivale des dents; seule, cette exploration permet le diagnostic et le traitement précoce de la pyorrhé alvéolaire que le dentiste doit savoir reconnaître à sa période initiale et non lorsque la dent est déjà branlante et suppurante.

Je signale encore à cette occasion que ces culs-de-sac étroits et profonds dans lesquels les produits infectieux, ne trouvant pas facilement une issue au dehors, vont faire des destructions profondes ainsi que

je l'ai montré dans la pathogénie des abcès que j'ai dénommés *abcès pyorrhéiques serpigineux.*

Dans l'observation que j'ai donnée comme exemple, la suppuration du sinus ne s'est pas produite mais il n'en est pas toujours ainsi; même quand elle n'existe pas au moment de l'extraction on peut la voir se produire secondairement après celle-ci. Un malade chez lequel je n'avais pas constaté de suppuration au moment de l'extraction, en a présenté une assez intense quelques jours après cette intervention qui, du reste, n'avait pas amené une disparition complète des douleurs.

Cette complication de la pyorrhée alvéolaire est évidemment en rapport avec une disposition anatomique particulière et avec un sinus très développé séparé des racines des molaires par une cloison très mince.

Il faut, en conséquence, surveiller particulièrement les molaires des malades qui ont présenté des accidents semblables; un malade que j'avais traité pour une sinusite pyorrhéique du côté gauche a fait quelque temps après une sinusite de même origine du côté droit. Je vous présente les radios qui ont été faites chez ce malade, des deux côtés, avant l'extraction.

Dans la radio du côté gauche on aperçoit très nettement le cul-de-sac qui intéresse la racine mésiale de la 2e molaire et la racine distale de la 1re molaire avec une grosse obturation qui, comprimant la gencive, a pu contribuer à la formation du cul-de-sac. Du côté droit la communication est moins visible, le cul-de-sac parti de la face distale de la 2e molaire, passait entre les racines jusqu'à la racine mésiale de la dent. Je fais remarquer que, du côté droit, il y avait la première grosse molaire dont les racines avaient été soignées et obturées par moi quelques années auparavant et dans laquelle une des racines présente un petit champignon de pâte obturatrice exubérante à l'apex; or cette dent n'était pour rien dans les accidents comme l'ont montré les suites du traitement; j'ai en effet enlevé seulement la deuxième grosse molaire pyorrhéique et tous les accidents, douleur et suppuration, ont disparu. Je signale en outre que ce malade, qui avait une pyorrhée généralisée, n'était âgé que de 25 ans.

Le diagnostic de cette complication sera basé sur la recherche minutieuse d'un cul-de-sac pyorrhéique profond, le long d'une des racines de molaire supérieure dans les cas de sinusite sans infection pulpaire. Toutefois il faut savoir que, si la pulpe peut n'être pas altérée ainsi que cela était dans l'observation que j'ai citée et dans quelques autres, il peut y avoir concurremment infection pulpaire par une pulpite rétrograde produite par le développement du cul-de-sac jusqu'à l'apex [1].

En ce qui concerne le traitement, ces accidents seront évités par le

---

(1) Maurice Roy. Les Troubles pulpaires dans la pyorrhée. *L'Odontologie*, 1922, p. 72.

traitement précoce et convenable de la pyorrhée beaucoup trop négligé par le dentiste d'autant que, comme cela est naturel, cette affection se guérit d'autant mieux qu'elle est traitée alors que les lésions sont moins avancées.

Si la sinusite pyorrhéique est déclarée, l'extraction de la dent causale est le seul traitement et s'impose immédiatement pour soulager le malade et pour tâcher d'éviter les phénomènes de suppuration qui peuvent compliquer l'affection.

René L. F. REGNART
Chirurgien-Dentiste,
Chef de Clinique à l'Ecole Odontotechnique,
Chirurgien-Dentiste de l'Ecole Normale Supérieure.

TRAITEMENT DES SINUSITES D'ORIGINE DENTAIRE PAR L'OXYGENE

J'ai l'honneur de vous présenter aujourd'hui l'oxygénateur du Docteur Bayeux, adapté au traitement des maladies purulentes de la bouche et de ses annexes particulièrement les sinusites.

Cet appareil déjà connu depuis un certain nombre d'années en médecine et en chirurgie permet de faire des injections sous-cutanées de gaz non corrosifs et en particulier d'oxygène.

Il se compose :

1) Des organes de mesure, de détente et de réglage du débit contenus dans une boîte en acajou.

2) D'un récipient métallique chargé à 260 kgs, fermé par un obturateur à molette absolument étanche et facile à ouvrir. Ce récipient peut se fixer sur une bonbonne du commerce pour y puiser le gaz, et ensuite être adapté à l'oxygénateur. On peut y emmagasiner 15 litres de gaz sous 150 kgs.

3) Une série d'aiguilles et de canules spécialement adaptées par nous pour les traitements intéressant la cavité buccale.

L'oxygénateur lui-même comprend les détenteurs placés sous des plaques bombées les protégeant contre les chocs extérieurs, deux mano-

mètres : celui de gauche indique en kilogrammes la pression du gaz dans le récipient, (10 kgs=1 litre de gaz) ; celui de droite indique la pression du gaz qui s'écoule en dehors de la détente. Au centre le disque central de débit, mobile autour d'un axe vertical qui commande un robinet valve de haute précision ; sur ce disque sont placées les graduations indiquant le nombre de centimètres cubes à la minute que l'on veut débiter.

Cet appareil très ingénieux, construit par la maison Jules Richard, de Paris, permet de contrôler à tout instant le débit d'oxygène injecté et par cela même d'éviter par une trop grande pression et un trop grand débit, les décollements de tissus.

Au point de vue physiologique, l'oxygène est un excitant de la fonction cellulaire, car chacune des cellules de notre corps vit de sa propre vie et réagit aux excitations extérieures. La vie cellulaire est ralentie par la privation d'oxygène, de même qu'elle l'est sous l'influence des anesthésiques alors que la présence de l'oxygène est un stimulant.

Donc les privations d'oxygène peuvent amener dans l'organisme des troubles importants, dont le plus patent est la dyspnée, qui apparaît quand l'hématose devient défectueuse (Dr Bourgeois).

Le Docteur Bayeux a utilisé l'oxygène gazeux en injections sous-cutanées à l'aide de l'appareil à peu près semblable à celui que je vous présente aujourd'hui. Il a obtenu des résultats remarquables dans les cas d'asphyxies et dans la guérison des plaies purulentes qui avaient résisté à tout autre traitement, particulièrement pendant la dernière guerre dans les cas d'amputations présentant une cicatrisation délicate où utilisé en bains locaux gazeux, l'oxygène donnait une vitalité nouvelle aux tissus malades et en amenait rapidement la guérison.

Devant ces faits nous nous sommes demandé si l'emploi de l'oxygène n'était pas indiqué dans le traitement des affections purulentes de la bouche et de ses annexes.

Sur les conseils du Docteur Bayeux une légère modification fut faite à l'appareil qu'il a inventé, car les tissus de la cavité buccale sont plus délicats et moins tolérants que le tissu musculaire, et la vitesse du débit permis dans le muscle ne l'est plus quand il s'agit du tissu gingival.

Les canules de notre invention sont destinées à porter l'oxygène dans les culs-de-sac gingivaux et dans les poches d'abcès par barbottage d'oxygène.

Nous avons utilisé principalement l'oxygène gazeux dans le traitement des sinusites d'origine dentaire.

Une de nos patientes vint nous trouver en février 1919 pour nous informer qu'elle souffre du côté gauche de la tête, particulièrement dans la tempe et la profondeur de l'œil; de plus, un écoulement purulent nasal se fait du côté de la narine gauche. Cet écoulement a lieu principalement le matin sous forme d'épais paquets de pus, dans la

journée l'écoulement sans être aussi abondant n'en est pas moins appréciable. A la diaphanoscopie nous reconnaissons le signe de Heryng et le signe de Garel.

Afin d'être tout à fait renseignés, nous procédons à la radiographie et nous constatons que :

La canine supérieure gauche complètement nécrosée a donné lieu à la formation d'une collection purulente apicale qui fistulésée vient s'ouvrir dans le sinus ; le pus se trouve collecté au niveau de la racine de la deuxième prémolaire qui, dévitalisée, ne saurait être mise en cause.

L'extraction de la canine cause de tout le mal ainsi que celle de la deuxième prémolaire sont décidées, après cette opération la trépanation du sinus est opéré sans difficulté. Un pus grumeux s'écoule, nous pratiquons des lavage antiseptiques à l'eau oxygénée, puis au sérum à 7 pour 1000. Une légère amélioration se produit, mais l'écoulement de pus persiste et nous décidons l'intervention du laryngologiste.

Cette intervention est décidée au mois d'avril 1919, donne une amélioration sensible mais non une guérison absolue.

A ce moment nous entrons en relations avec le docteur Bayeux qui nous conseille l'emploi de l'oxygène gazeux après modifications apportées à l'oxygénateur, ce qui fait que nous ne pouvons commencer le traitement qu'à la fin de juin.

A la première séance, nous injectons 150 cmc d'oxygène, une partie ressort par l'ouverture faisant communiquer le sinus avec les fosses nasales.

Après cette intervention nous licencions la malade et lui donnons un rendez-vous quatre jours après.

Mais le lendemain la patiente revient nous trouver pour nous informer qu'une quantité considérable et inusitée de pus s'est écoulée le soir et durant toute la nuit, ce qui l'inquiétait beaucoup.

Nous faisons une deuxième application de 150 cm. cubes d'oxygène, et cette fois-ci aucun écoulement de pus n'a été sensible et le liquide antiseptique dont la malade se sert pour les lavages du sinus est sorti absolument clair.

De plus, aucune douleur; au bout de quatre jours, nouvelle application de 90 centimètres cubes. Les lavages que fait la patiente sont absolument clairs, il n'y a plus d'écoulement de pus et la malade sort par n'importe quel temps, alors que cela lui était impossible avant. Depuis, la patiente continue à faire un lavage antiseptique deux fois par jour, elle porte un appareil d'or auquel a été adapté un drain en or et tout est rentré dans l'ordre.

Dans un autre cas de sinusite ancienne avec écoulement de pus fluide mais continu, nous avons tari cet écoulement par six bains de 150 cm. cubes d'oxygène espacés de 4 jours. Cette malade avait l'habitude de porter un drain en ivoire; or étant en voyage il lui arriva

d'égarer ce drain, la plaie se referma et toute trace de sinusite disparut.

Deux autres cas semblables furent traités par nous, ces deux derniers sans aucun currettage du sinus et après avoir laissé cicatrisé l'alvéole trépané.

La guérison de ces sinusites peut, à notre avis, être expliquée ainsi :

Les nombreuses anfractuosités du sinus maxillaire ont donné asile au pus et les microbes se trouvant ainsi en colonies parfaitement à l'abri et dans un milieu tout à fait propice ont continué à vivre et à se développer. Le bain d'oxygène sera parvenu grâce à la fluidité de ce gaz à pénétrer parfaitement en les moindres cavités du sinus, à en vivifier la muqueuse qui aura réagit et à détruire les colonies microbiennes. C'est ce qui explique la débâcle de pus considérable à la suite de la première application d'oxygène gazeux.

L'oxygène peut donc être employé sans inconvénient dans toute affection purulente; dans le traitement des abcès dentaires nous avons obtenu des résultats très satisfaisants et une guérison plus rapide, et devant les services rendus par cet agent therapeutique nous ne pouvons que souhaiter que son emploi soit plus répandu dans l'art dentaire.

Chactas HULIN

ESSAI SUR L'ETIOLOGIE DE LA PYORRHEE

(Travail de la clinique chirurgicale du professeur Gosset à la Salpêtrière)

Messieurs,

Avant d'aborder cette communication, je veux ici remercier M. le Professeur Gosset pour l'amabilité avec laquelle il a facilité mes recherches, ainsi que M. le Professeur Mestrezat, pour les précieux documents qu'il a mis à ma disposition.

Nous ne ferons pas ici l'historique de la pyorrhée ni ne citerons les nombreux travaux auquels ce sujet a donné lieu.

Certains auteurs ont orienté leurs recherches vers l'origine micro-

bienne de cette affection, d'autres l'attribuent, tout au moins, dans la période de début, à des troubles mécaniques. Tous s'accordent à reconnaître la nécessité d'un terrain prédisposant.

Ce travail a pour but de rechercher quel est le caractère de cette prédisposition et par quel mécanisme elle se manifeste.

Nous avons remarqué que fréquemment les lésions de début de la pyorrhée pouvaient être constatées face aux débouchés des glandes salivaires (incisives inférieures, molaires et prémolaires supérieures). D'autre part nous avons toujours trouvé des albumines dans les enduits saburraux et les amas de tartre retenus dans les interstices dentaires (70 fois sur 70 examens).

Partant de ces faits nous avons effectué des recherches sur le milieu salivaire en comparant les quantités d'albumine contenues d'une part, dans la salive de pyorrhéique, d'autre part dans la salive normale. Nous avons, pour ce faire, utilisé la méthode du professeur agrégé Mestrezat employée par lui pour le dosage des albumines contenues dans le iquide céphalo-rachidien (1).

Le taux de ces albumines nous a semblé très variable, allant de 0 gr. 03 à 0 gr. 20, le taux le plus élevé se rencontrant dans les cas les plus caractérisés parmi les quinze examinés. Ces recherches ont été poursuivies sur des salives pures, prises par cathétérisme des glandes parotidiennes et sublinguales, ces deux salives étant ensuite mélangées par moitié. la mucine éliminée par l'acide acétique au dixième et l'albumine précipitée par l'acide trichloracétique. Nous n'avons pas encore identifié ces albumines. Nous avons remarqué enfin que le mucine des pyorrhéiques se coagulait avec difficulté en raison de la haute teneur en chlorures de leur salive.

Ces différents faits : lieux d'élection, présence constante des albumines — alimentation, microbiennes ou autres — dans les interstices dentaires; augmentation de la quantité d'albumine dans la salive des pyorrhéiques, joints à la ressemblance clinique des lésions pyorrhéiques avec les lésions d'anaphylaxie locale constatées expérimentalement, nous ont amené à songer à l'origine anaphylactique des lésions pyorrhéiques.

Pour vérifier notre hypothèse nous avons pris 4 lapins de poids moyens.

Le lapin n° 1 fut sensibilisé par une injection intraveineuse d'ovalbumine au tiers et 15 jours après recevait sous les gencives une trace d'ovalbumine également au tiers.

Quelques heures après, on pouvait constater un œdème de la face. Durant une période de 3 mois, 15 fois nous avons réitéré la même expérience. Au bout de ce laps de temps ce lapin présentait des nécro-

(1) Procédé clinique pour l'examen chimique du liquide céphalo-rachidien. MESTREZAT (Lyon 1921).

ses gingivales et des lésions en tous points comparables aux lésions pyorrhéiques.

Un deuxième lapin avait reçu une injection intraveineuse d'ovalbumine en même temps et en même quantité que le lapin n° 1. Quinze jours après l'injection sensibilisante, une injection intraveineuse déchaînante lui était faite. Il mourait en l'espace de quelques minutes. Ceci démontrait que notre lapin n°1 était bien anaphylactisé.

Le lapin n° 3 n'ayant pas été sensibilisé par voie veineuse, recevait dans les mêmes conditions que le lapin n° 1, quinze jours après les injections intragingivales, de trace de blanc d'œuf. chez ce témoin, nous avons constaté des œdèmes, mais pas de nécrose gingivale.

Le lapin n° 4 recevait enfin, de quinze en quinze jours, 4 injections de blanc d'œuf sous la peau. Plus tard il subissait comme les précédents des injections sous-gingivales de trace d'ovalbumine et dès la première injection, il présentait un œdème qui persista accompagné de rougeur et de douleur. Il est vraisemblable que si ces injections avaient été continuées nous aurions obtenu les mêmes résultats qu'avec le lapin n° 1, avec moins de rapidité seulement.

Nous voyons donc par là qu'il est possible d'obtenir expérimentalement des lésions anaphylactiques locales comparables aux lésions pyorrhéiques chez des lapins qui sont sensibilisés par voie veineuse, par voie sous-cutanée, voire même par voie directement gingivale.

Nous avons alors essayé de trouver des indices anaphylactiques chez l'homme. De nos observations il découle que la plupart des pyorrhéiques ont été ou sont atteints de troubles hépatiques et intestinaux. Ces particularités permettaient une plus facile sensibilisation de l'organisme aux albumines hétérogènes alimentaires ou microbiennes.

Cette sensibilisation par voie sanguine ne nous semble pas indispensable car en admettant même qu'elle fasse défaut, la présence des albumines contenus dans les interstices dentaires est capable de déterminer des accidents anaphylactiques locaux (voir Gruize « Compte rendu de la société de Biologie, juillet 24 »). Ces lésions s'infectent alors secondairement.

Quel serait donc le traitement à envisager étant donné cette nouvelle conception de l'étiologie de la pyorrhée?

Pour le traitement de l'état général, il faudrait rechercher la porte d'entrée des albumines sensibilisantes et pratiquer des cuti-réactions pour en déterminer la nature. Au cours de nos observations, nous avons pu nous rendre compte que cette dernière réaction était très difficile à obtenir en raison du grand nombre et de la complexité des protéines à essayer.

La protéine causale déterminée, il faudrait au point de vue général désensibiliser l'organisme par les méthodes habituelles et procéder

---

(1) Bezredka Anaphylaxie et antianaphylaxie (Masson, éditeur).

ensuite à la désensibilisation locale par injections intra-gingivales.

Si aucune manifestation d'anaphylaxie n'avait pu être décelée par les procédés indiqués précédemment, on pourrait rechercher la protéine sensibilisante par des gingivo-réactions.

Il faudrait utiliser des protéines de diverses origines, de diverses natures, qu'on introduirait à doses extrèmement faibles sous la muqueuse gingivale. En cas de réaction positive on constaterait de l'œdème, de la rougeur et une douleur persistant longtemps après.

Que l'on ait déterminé l'état anaphylactique par cuti-réaction ou par gingivo-réaction, il faudra procéder dans les deux cas à la désensibilisation locale avec une solution de la protéine sensibilisante injectée à doses faibles dans le tissu gingival superficiel.

A notre avis l'efficacité des traitements employés actuellement réside dans le fait que nous retrouvons toujours à la base, l'action coagulante destructive des couches superficielles sensibilisées.

En ce qui concerne les sérums, nous pensons que leur action est due à leur pouvoir de désensibilisation grâce aux protéines non entièrement détruites qu'ils contiennent.

Ce rapide exposé n'offre aucun caractère absolu mais nous espérons que cette nouvelle compréhension de l'étiologie de la pyorrhée nous permettra, à nous, de développer nos expériences en cours et aux chercheurs d'entrevoir les possibilités pleines de promesses d'une thérapeutique nouvelle.

W. BRODHURST

LA FORMADERMINE EN ART DENTAIRE

Qu'est-ce que la formadermine? C'est un éther méthylénique du gaïacol (formule : éthylméthylènedigaïacol), une combinaison véritable du gaïacol et du formol.

La formadermine se présente sous l'aspect d'une poudre marron-grisâtre, amorphe, très tenue, d'odeur faible, insoluble dans l'eau, soluble légèrement dans l'alcool et dans l'acétone.

Ce nouvel agent est dépourvu de toxicité, de toute action caustique sur les tissus et son emploi ne provoque ni éruptions, ni accidents

généraux. Ce médicament réunit les propriétés antiseptiques, analgésiques, désodorisantes de ses composants et offre sur l'iodoforme l'avantage d'être dénué de toute odeur désagréable et de n'être ni toxique ni irritant. Sous son influence les plaies bourgeonnant rapidement et le processus de réparation se développe.

Il est antiseptique, antiprurigineux, analgésique, épidermisant et désodorisant, possédant une action bactéricide très marquée et trouve son emploi dans tous les cas où l'on désire provoquer une épidermisation rapide, par exemple dans les plaies exposées à l'infection. Sous son action, la plaie se déterge, les bourgeons charnus se développent, les sécrétions fétides cessent et les réactions douloureuses disparaissent. En dermatologie associée à l'huile, à la glycérine; son action est des plus efficaces, ainsi que dans les lésions des lèvres, les brûlures de la muqueuse, les infections gingivales, eczéma, eschares, aphtes.

J'ai donc pensé que ce médicament nouveau, insoluble dans la salive, inodore et insipide, n'incommodant pas le patient, pouvait constituer pour notre pharmacopée un agent précieux susceptible de nous rendre de grands services en art dentaire. En raison de ce qu'il est une combinaison de gaïacol et de formol, il semble pouvoir remplacer l'iodoforme dont il n'a ni le goût, ni l'odeur désagréable, et à l'encontre du formol il n'a pas d'action irritante, toxique ou caustique provoquant des lésions sur les tissus.

Liebrecht et Heinz, en cherchant dans les associations de l'iode et du phénol avec des corps aromatiques des substances analogues à l'iodoforme, ouvrirent la voie à une combinaison de produits nouveaux insolubles : telle la formadermine, agissant par contact direct sur les bactéries, pouvoir que possèdent seuls les antiseptiques dessicants, tel l'iodoforme.

Si nous nous reportons à la communication faite par le Dr H.-J. Mayer, de Heidelberg, dans l'*Odontologische Revue*, du 1er juin 1924, publiée à Prague en allemand, sur le dermatol, gallate basique de bismuth, nous voyons que cet agent peut rendre de signalés services en art dentaire et peut être utilisé dans nombre de cas. Mais si ce médicament est apprécié en pays étranger, nous n'en avions pas de similaire jusqu'ici.

La formadermine trouve son emploi en chirurgie pour les plaies, brûlures, traumatismes, eschares ; en piédiatrie, associée au talc dans les dermatites fessières des nourissons ; en dermatologie (prurigo, lichen, eczéma prurigineux), aussi bien qu'en otologie et en médecine vétérinaire.

En art dentaire si les antiseptiques liquides employés dans la cavité buccale s'atténuent en plus ou moins de temps sous l'afflux salivaire, il n'en est pas de même d'un agent tel que l'iodoforme, qui peut être utilisé en poudre sèche ou associée à un véhicule quelconque, agrégat dans lequel il reste en suspens. C'est pour cette raison que j'ai essayé

d'introduire dans notre pratique courante et d'employer son succédané, la formadermine :

1° Dans les plaies provoquées par les extractions avec perte de tissus, les incisions de la muqueuse, les ignipunctures, les débridements nécessités par l'éruption vicieuse de la dent de sagesse ;

2° Dans les maladies inflammatoires de la muqueuse buccale, gingivites (stomatites ulcérieuses), eczéma des lèvres, dans les lésions de la muqueuse, les eschares produites par compression (traumatismes) ou par infiltration gingivale d'acide arsénieux dans la carie dentaire du 3e degré.

3° Dans les canaux dentaires et la chambre pulpaire en l'associant à l'oxyde de zinc, à l'eugénol ou à la gutta-percha.

La formadermine trouve son emploi sous trois formes différentes :

A) *En poudre.* — Dans les plaies produites par l'extraction après l'enlèvement des débris alvéolaires, la résection des bords alvéolaires qui retarde la guérison, après lavage et nettoyage à l'eau tiède, à l'eau oxygénée. En saupoudrant de formadermine la plaie à l'aide d'un insufflateur, cette poudre, extrêmement fine, s'attache aux bords et aux sillons de la muqueuse et détermine une cicatrisation rapide. Pour faire disparaître la douleur post-opératoire, je recommande de laisser à demeure pendant quelques minutes une boulette de coton préalablement imbibée de solution alcoolique de scuroforme, puis saturer de poudre formadermine. Ce mode d'emploi a l'avantage de favoriser la coagulation et aide à la formation du bouchon de plasma en évitant l'hémorragie et l'infection post-opératoire. Pour les éruptions vicieuses de la dent de sagesse, après enlèvement du capuchon gingival, un tampon de coton, également imbibé de solution de scuroforme et saturé de formadermine, calme la douleur et favorise la cicatrisation de la muqueuse gingivale.

B) *En solution huileuse.* — Lorsque la gencive est hypertrophiée, qu'il y a irritation gingivale de l'espace interdentaire dans les gingivites tartriques ou spécifiques, après nettoyage complet de la bouche, ablation du tartre, caustérisations au thermo-cautère et lavage à l'eau tiède et à l'eau oxygénée, des badigeonnages de la solution huileuse de formadermine saupoudrés ensuite de poudre formadermine, facilitent la cicatrisation et contribuent à la formation rapide du tissu cicatriciel sous-jacent.

C) *En pommade.* — La pommade à la formadermine peut être également employée avec succès dans les gerçures et brûlures. L'eczéma de la commissure des lèvres est facilement guéri après quelques applications de cette pommade. J'ai également traité avec succès les ulcérations profondes produites par le port d'appareils dentaires défectueux et par les succions de dentier.

En un mot toutes les irritations, toutes les dermatoses accompagnées d'exsudats qui se manifestent sous des formes multiples sont

heureusement combattues après un traitement approprié : irrigations, lavages à l'eau tiède et à l'eau oxygénée et applications répétées chaque jour de formadermine en badigeonnages huileux, et insufflation de formadermine. En peu de jours le processus inflammatoire disparaît et la muqueuse reprend son aspect rosé. Grâce à son action désinfectante elle jugule aussi les infections de la cavité buccale (gingivite papillaire, hypertrophie des gencives, stomatites traumatiques ulcéreuses ou spécifiques. Dans ces cas l'usage de la formadermine doit nécessairement suivre les phases de tout traitement approprié. Dans chaque cas le terrain doit être assaini et préparé, le détartrage complet effectué et complété par ces irrigations et des lavages d'eau tiède et d'eau oxygénée; alors, les applications de formadermine aidant, le tissu ulcéré disparaîtra et fera place à une nouveau tissu sain et dense, indice d'une guérison prochaine. Pour produire un effet certain, la formadermine doit rester en place le plus longtemps possible, il est donc bon de laisser les tampons médicamenteux en contact avec la muqueuse jusqu'à ce qu'ils soient détrempés par l'afflux salivaire. Le massage des gencives par le patient lui-même, à l'aide des doigts préalablement aseptisés et enduits de pommade à la formadermine, est un puissant adjuvant à tout traitement gingival, puisqu'il fait pénétrer ce médicament dans les tissus et dans les intervalles dentaires, où son action antiseptique et cicatrisante se fait le plus longuement sentir.

Dans le traitement des ulcérations dues à la compression des appareils de prothèse, il faut badigeonner avec la solution huileuse, puis saupoudrer de formadermine, les appareils, après leur nettoyage à l'eau chaude savonneuse et après enlèvement de la partie touchante de l'appareil alors la formadermine produira sur la muqueuse irritée les résultats les plus efficaces.

Une pâte composée de formadermine, d'oxyde de zinc et d'eugénol trouvera son application efficace dans les coiffages de pulpes, la pulpectomie, où elle favorise la cicatrisation des moignons radiculaires et dans l'obturation des canaux.

Dans les dents atteintes de trajets fistuleux des mèches imbibées de formadermine huileuse seront le véhicule de ce médicament antiseptique, antiprurigineux, désodorisant et épidermisant qui, traversant l'apex de la dent, à condition qu'il ait été fait préalablement la résection apicale viendra étendre son action dans le canal fistuleux. C'est un adjuvant puissant pour le traitement des caries du 4e degré avec fistule ; mais il reste entendu que, pour obtenir le résultat souhaité, il sera nécessaire, avant d'en faire l'application, d'employer les méthodes décrites par les auteurs dont les travaux érudits sur les 4e degrés avec fistules sont connus de nous tous (Méthodes des Drs Roy, Siffre, Friteau, de M. P. Housset, Dubois, etc., etc.).

On peut donc conclure que la formadermine, véritable combinaison

chmique de 75 % de gaïacol et de 25 % de formol, réunit les propriétés de ces deux corps sans en avoir les inconvénients.

N'étant ni toxique ni irritante ni caustique, elle peut être employée dans la cavité buccale et convient dans le traitement des maladies de la bouche les plus diverses.

En art dentaire dans le traitement des caries du 3e et du 4e degré avancé, dans les maladies de la pulpe, dans les infections radiculaires avec fistule, son emploi est des plus heureux. Enfin, associée à l'oxyde de zinc, à l'eugénol et à la gutta-percha, cet agent constitue pour les racines des dents mortifiées une obturation de choix ne déterminant aucune inflammation du périoste.

Observations

1° Patient, homme, 30 ans, marié, dentition en bon état, se présente pour une stomatite fougueuse avec ulcération sanguinolente.

Le traitement consiste en un nettoyage complet, en lavages fréquents de la bouche avec solution au chlorate de potasse et, après irrigations d'eau tiède additionnée d'eau oxygénée par tiers, en badigeonnages et applications sur les gencives de tampons de coton imbibés de formadermine. Après trois visites et trois applications la muqueuse est devenue saine et rosée et la guérison, complète.

2° Mlle I..., 40 ans, après extraction et traitement dentaire se plaint de gerçures, de fentes de la commissure des lèvres, d'une sensation de brûlures. Après quelques lavages savonneux répétés du pourtour de la bouche et applications de la pommade formadermine vaseline, le léger exsudat disparaît et la cicatrisation est complète en quelques jours.

3° M. X..., 25 ans, caries du 4e avec trajets fistuleux sur les grandes incisives et œdème de la lèvre supérieure. Il est procédé au nettoyage des cavités, à la désinfection des canaux, à des lavages par irrigations d'eau chaude additionnée d'eau oxygénée, au nettoyage des canaux à l'acide sulfurique et à l'eau oxygénée. Un premier pansement à demeure est fait avec la solution huileuse de formadermine jusqu'à l'apex des racines. Trois jours après, le gonflement a totalement disparu, un léger suintement persiste à l'ouverture du trajet fistuleux.

Huit jours après, 5 pansements, obturation des canaux à la pâte de formadermine, oxyde de zinc et eugénol. Les dents sont bouchées au ciment provisoire pendant deux mois. Une légère induration persistant au niveau du trajet fistuleux, mais sans aucun suintement j'ai fait quelques pointes de feu sur la gencive, à l'ouverture du trajet fistulaire, puis, badigeonnage, tamponnement et pulvérisation de poudre formadermine. Le 16 juillet j'ai pu terminer complètement l'obturation des dents, le tissu gingival est complètement sain, les dents n'ont plus aucune mobilité, et je les considère comme entièrement guéries.

4° Mademoiselle H..., 17 ans, se présente pour une éruption vicieuse de dent de sagesse et constriction des mâchoires avec léger œdème.

Après incision du capuchon gingival à l'aide de solution huileuse de scuroforme et après lavage à l'eau tiède et à l'eau oxygénée, je fais une application de formadermine à l'aide d'un tampon d'ouate imbibé de la solution huileuse saturée de poudre, que je laisse à demeure pendant quelques heures. Le surlendemain, aucun trismus n'étant survenu, je revoyais la malade et constatais des bourgeons cicatriciels assez nombreux accompagnés d'un léger exsudat.

Je termine là mes observations en portant à votre connaissance que depuis bientôt 6 mois je me sers pour l'obturation des canaux de la pâte liquide de formadermine-oxyde de zinc et eugénol, les racines sont hermétiquement bouchées par cette solution et par la poudre de gutta que j'y introduis, formant un magma solide qui déborde dans la cavité pulpaire et que je recouvre ensuite à l'aide de la même pâte, mais plus solide ; la même sert également à coiffer les tronçons radiculaires après incision de la pulpe.

Après séchage complet — ce qui demande quelques minutes — j'obture les dents provisoirement pendant 8 jours et, à part quelques légers mécomptes dus probablement à une faute opératoire, un succès constant est venu couronner mes efforts. J'ai donc trouvé dans la formadermine un médicament très précieux pour notre pharmacopée dentaire.

Dr Marcel DARCISSAC

Stomatologiste des Hôpitaux de Paris.

NOUVELLE INSTRUMENTATION (1) ET TECHNIQUE POUR L'ENREGISTREMENT INTRA-BUCCAL (SANS MENSURATIONS) DES RAPPORTS INDIVIDUELS D'ARTICULE, ET LEUR REPRODUCTION PRECISE SUR UN ARTICULATEUR SPECIAL, EN VUE DU MONTAGE PHYSIOLOGIQUE DES DENTS ARTIFICIELLES. « PROTHESES PARTIELLES ET DENTIER COMPLET ».

L'instrumentation décrite par le Docteur Marcel Darcissac est constituée essentiellement par :

a) *Un articulateur physiologique*, adaptable à chaque cas particulier,

(1) Constructeur : Ash, 12, rue de Hanovre, Paris.

grâce à l'interposition, dans trois cuvettes amovibles, d'une substance plastique spéciale, sur laquelle des cônes métalliques peuvent inscrire leurs déplacements. Un jeu de verrous permet d'utiliser l'appareil, soit comme occluseur simple, soit comme articulateur proprement dit.

b) *Un occluseur simple*, ayant même dispositif de branches que l'articulateur et qui est employé uniquement pour la préparation des bases, le montage des dents et le réglage des talons d'articulation se faisant sur l'appareil précédent.

c) *Un appareil dit « stabilisateur-enregistreur »* permettant l'enregistrement intra-buccal des rapports d'articulé chez l'édenté total. Ce dispositif assure la fixation des bases d'articulé sur les crêtes alvéolaires, à l'aide d'une traction élastique appliquée sur des tiges métalliques extra-buccales, solidaires des bases, et placées trangentiellement aux joues du patient : l'accrochage des élastiques se fait sur quatre curseurs, dont on règle la position pour stabiliser l'ensemble.

La technique comprend trois temps :

1er TEMPS. — *Prise de l'occlusion*, suivant la technique classique, et montage des moulages sur l'occluseur pour la préparation des bases d'articulé.

A ce dernier point de vue, trois cas sont à envisager :

a) *Cas d'articulé conservé en équilibre.* — Les bases ne comportent que les cônes inscripteurs (clous de tapissier) et, les cuvettes correspondantes en composition « extra-hard » de Ash.

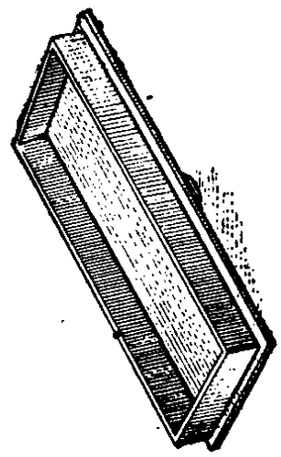
b) *Cas d'articulé partiellement ou totalement déséquilibré.* — En plus des cônes et des cuvettes on ajoute sur les bases, la (ou les) dent de remplacement, nécessaire au rétablissement de l'équilibre articulaire.

c) *Cas du dentier complet.* — Ici les bases portent les six dents antérieures du haut et du bas ainsi que le dispositif stabilisateur-enregistreur : aux dents on peut substituer un cône et une plaquette, qui constitue un plan incisif pouvant être adapté au plan condylien individuel.

2e TEMPS. — *Enregistrement intra-buccal des rapports d'articulé* par adjonction dans les cuvettes d'une petite quantité de substance plastique sur laquelle les cônes inscripteurs tracent leurs oscillations.

3e TEMPS. — *Transcription, dans l'articulateur, de l'articulé enregistré sur les bases.* — Elle se fait en trois étapes : d'abord, dans la cuvette antérieure, puis, dans la cuvette supérieure du corps de l'articulateur, enfin dans sa cuvette inférieure.

A ce moment, on possède en mains les rapports d'articulé du sujet, et le montage des dents artificielles va pouvoir s'effectuer correctement d'après ces rapports.



Le dentier obtenu pourra s'adapter en bouche sans retouche, et, grâce à la concordance parfaite des surfaces de mastication dans les différents mouvements de trituration, il constituera une prothèse réellement fonctionnelle.

Cette nouvelle méthode (1), qui apporte, pour la première fois, la solution complète du problème de l'articulé, offre donc un très grand intérêt pratique.

On trouvera ci-contre une illustration de l'articulateur présenté.

Dr FRISON
Professeur de l'Ecole Odontotechnique

G. de LIBOUTON
Chef de Clinique à l'Ecole Odontotechnique

et

Mlle GUERICOLAS
Aide de Clinique à l'Ecole Odontotechnique

RESULTATS OBTENUS AU COURS DE LA PREMIERE ANNEE DE FONCTIONNEMENT DU SERVICE DE VACCINOTHERAPIE A L'ECOLE ODONTECNIQUE DE PARIS

Au cours du Congrès de l'A.F.A.S. de 1923, nous avons apporté les premiers résultats obtenus par nous dans le traitement vaccinal des malades pyorrhéiques. En vous signalant l'action curative de ce traitement, nous avions trouvé prudent de faire des réserves quant à la durée de la guérison obtenue. A cette époque, nous avions conclu que la vaccination gingivale telle que Goldenberg la proposait, nous permettait d'obtenir une guérison cliniquement nette, mais, que pour être affirmatif quant à la durée de cette action, il nous manquait un facteur essentiel, le temps.

---

(1) Revue de Stomatologie, n° 12 (1923), n°s 4 et 6 (1924), n° 5 (1925) et « Physiologie mandibulaire et dents artificielles », 1 broch., 53 p., 33 fig., chez Ash, 12, rue de Hanovre.

Au mois d'octobre 1923, après avoir revu la plupart des malades traités, dont il a été question dans notre dernière communication, nous pûmes constater avec plaisir une amélioration continuelle et progressive de l'état général et de l'état local. Afin d'étudier plus complètement un moyen thérapeutique si nouveau et d'en faire profiter un plus grand nombre de malades, nous avons décidé de créer, dans notre école, un service spécial, indépendant, pour le traitement de tous les pyorrhéiques venant à la consultation, service dans lequel nous avons largement appliqué le traitement par vaccinothérapie gingivale.

Nous venons aujourd'hui vous exposer les résultats que nous avons obtenus au cours de la première année du fonctionnement de ce service :

La première difficulté consistait à faire comprendre aux étudiants ce qu'était la Pyorrhée alvéolaire, maladie décrite dans la littérature médicale comme présentant un type classique à traitement mal défini.

Il nous semblait en effet que la thérapeutique de cette affection ne peut être efficacement comprise qu'en contact avec les malades et qu'il fallait mettre les élèves à même de savoir ainsi d'une façon complète la diversité des traitements d'ensemble à appliquer : traitement général, traitement orthodontique, traitement local chirurgical, traitement vaccinal. Pour ce faire, et afin que les résultats puissent concorder avec les efforts d'assimilation des élèves, nous avons divisé nos patients en trois groupes :

A) Pyorrhées alvéolaires au début,
B) — — avec complications locales.
C) — — graves avec complications locales et générales.

Nous avons dans le courant de la dernière année scolaire, traité 82 malades se répartissant ainsi :

31 porteurs de Pyorrhée alvéolaire au début.
43 — — — d'état avec complications locales;
8 — — — graves avec complications locales et générales.

Dans le deuxième groupe, deux malades jeunes, 24 et 26 ans, présentaient des lésions osseuses graves, à montée rapide, sans suppuration, fait que nous avons pu constater chez certains malades jeunes en bon état général, atteints de résorption alvéolaire profonde par suite d'extractions malheureuses ayant provoqué une occlusion traumatique intense.

Nous allons schématiquement vous présenter ces trois groupes :

1° Groupe du début composé de 31 malades, d'âge variant entre 25 et 35 ans. Inflammation gingivale, suppuration localisée en certains points avec décollement des tissus et légère résorption alvéolaire en ces points-là. Légère mobilité au niveau des dents suppu-

rantes. Par contre, si le tableau clinique est peu accentué, les douleurs pyorrhéiques sont intenses et continuelles. Nous verrons d'ailleurs que celles-ci s'atténuent au fur et à mesure de la gravité des lésions locales. Il semble que l'irritation des terminaisons nerveuses causée par l'infection diminue au fur et à mesure que diminue l'intégrité de ces mêmes nerfs. Débuts de l'affection variant de 1 à 3 ans.

Groupe B. — 13 malades. Ici les débuts sont plus éloignés, 5 ans environ. La suppuration s'est étendue, généralisée. La mobilité accentuée. Il y a des ulcérations gingivales, résorption alvéolaire profonde. Plusieurs gros foyers d'infection se sont créés au niveau des dents les plus traumatisées, déterminant, à certaines périodes, règles, etc..., l'apparition de gros abcès à évolution rapide très douloureuse. Par contre, les douleurs proprement pyorrhéïques se sont atténuées et ne paraissent qu'à certaines périodes, coïncidant avec les abcès mais d'une durée un peu moins longue.

Groupe C. — Les 8 malades traités dans ce groupe présentaient des complications locales accentuées et des complications générales dues à la pyophagie et à l'insuffisance de mastication. Par contre, les douleurs proprement pyorrhéiques ont presque complètement disparu.

Etiologie. — Nous nous sommes efforcés de rechercher et de trouver les causes générales et locales pour chaque malade.

Pour les malades du premier groupe, il nous a été facile de trouver les causes locales, presque toujours d'origine traumatique, soit par articulations traumatiques, habitudes vicieuses, orthodontie traumatique, réparations dentaires défectueuses, prothèse mal conçue. Presque tous accusent une hérédité arthritique. Enfin, ensemble de causes favorisantes et déterminantes. Dans 5 cas seulement d'intoxication endogène et exogène, les traumatismes ne pouvaient être mis en cause.

Traitements. — Les traitements institués ont été de trois sortes :

1) Traitement locaux, s'attaquant aux causes et se rapportant à chaque cas particulier, correction de l'occlusion, prothèses restauratives efficaces et physiologiquement exactes, curettages alvéolaires, soit locaux dans les malades du premier groupe, soit généraux selon la méthode de Boisson dans les deux autres groupes.

A tous les malades sans exception, nous avons appliqué la vaccinothérapie locale avec le vaccin de Goldenberg. Tous les malades du premier groupe sans exception ont été renvoyés guéris à la fin du traitement.

Dans le deuxième groupe, quatre malades ne sont pas revenus alors qu'ils étaient en cours de traitement et déjà très améliorés, trois ont nécessité deux séries d'injection vaccinale.

Pour les foyers profonds, nous avons, comme l'ont préconisé Duchange et Lebedinsky, fait l'injection profondément dans le foyer. Pour les autres, au contraire, nous avons continué la méthode d'in-

jections superficielles en disséminant le vaccin en plusieurs points, comme le préconise Besredka. Les malades du troisième groupe nous ont donné des résultats très satisfaisants :

1° Au point de vue local, suppression de la suppuration;

2° Grande amélioration consécutive de leur état général.

Conclusions. — Il nous a paru intéressant de situer dans l'échelle des traitements la valeur de chacun d'eux et l'expérience nous a montré qu'il était indispensable que les trois traitements, local, général, vaccinal, marchent de pair. Le traitement général combat les effets d'intoxication à répercussions locales. Le traitement local supprime les causes déterminantes, le traitement vaccinal supprime les infections gingivales, les suppurations et les accidents généraux en supprimant la pyophagie, complication redoutable.

Il est à remarquer que les malades soumis au traitement vaccinal semblent fortement immunisés contre une nouvelle infection, comme nous avons pu le constater en revoyant nos malades traités il y a plus d'un an. D'abord, parce que la gencive a été immunisée contre les microbes qui engendrent la suppuration. Ensuite, parce que le vaccin, en dehors de sôn action anti-infectieuse et anti-suppurative, a une action favorable sur la nutrition et la vitalité des tissus gingivaux. Cette dernière action est importante et c'est pourquoi nous allons nous permettre d'insister un peu longuement sur ce point.

On peut, en effet, considérer que la Pyorrhée alvéolaire est en grande partie une manifestation de la diathèse neuro-arthritique au même titre que l'eczéma, l'asthme, etc..., ceci comme élément favorisant. Toutes ces affections localisées à tel ou tel organe, traduisent un trouble de la constitution de nos humeurs, un état instable des colloïdes humoraux, ce que, en langage moderne, on désigne sous le nom d'état cilloïdaclasique. Elles traduisent de plus un trouble de l'énervation vago-sympathique, une susceptibilité particulière du système organique à réagir aux moindres excitations. Dans le cas de la pyorrhée, cette instabilité des colloïdes humoraux, cette aptitude spéciale du système nerveux sympathique à réagir à la moindre excitation sont particulièrement nettes. Elles éclatent avec évidence lors des poussées de congestion locale plus ou moins douloureuses qui sont une des caractéristiques de la maladie. Ces poussées congestives sont souvent déclanchées, comme l'asthme et l'eczéma, par un écart de régime, l'apparition des règles, etc... Bref, ces poussées sont à la gencive ce que les crises d'asthme sont aux bronches, ou des poussées d'eczéma à la peau. Or, l'eczéma comme l'asthme, comme toutes les manifestations de la diathèse neuro-arthritique, se trouvent fort bien du traitement vaccinal. Le vaccin, en déterminant des modifications de l'architecture colloïdale des humeurs et en excitant les terminaisons endovasculaires du sympathique, tend à rendre aux tissus malades un

état de stabilité et de vie normale qu'ils avaient perdu. Il les rend moins vulnérables et moins sensibles aux causes pathogènes.

Il n'y a aucune raison de supposer que ces faits, qui sont bien connus en médecine générale, ne trouvent pas leur analogie en médecine dentaire. Il est tout à fait rationnel de penser, avec le docteur Drouet, que la pyorrhée, manifestation buccale de la diathèse neuro-arthritique, est justiciable des mêmes méthodes de traitement que les manifestations cutanées ou bronchiques de cette diathèse. C'est pourquoi nous croyons pouvoir dire que le traitement vaccinal, en même temps qu'il est le plus rationnel des traitements anti-infectieux, est aussi le meilleur traitement susceptible de rendre aux tissus gingivo-dentaires leur équilibre biologique et leur vitalité naturelle.

Il nous faut ajouter que, dans la catégorie des malades traités dans nos services, nous n'arrivons malheureusement pas toujours à obtenir une hygiène dentaire suffisante, et ceci souligne d'une façon plus grande encore la constatation que nous avons pu faire de la conservation de l'immunité gingivale.

Les résultats que nous avons obtenus nous permettent d'insister pour que ce traitement se généralise de plus en plus, certains de rendre ainsi à nos malades un très grand service et aussi de penser, comme nous avons le droit de le faire, qu'une hérédité meilleure est un grand progrès social.

CHARLET et de CROES

ANOMALIES DENTAIRES PAR DIMINUTION. LEUR TRAITEMENT

DEFINITION

On distingue habituellement par anomalies dentaires par diminution l'absence, à l'examen clinique, d'une ou de plusieurs dents sur les arcades dentaires en diminution sur l'index normal.

HISTORIQUE

Les auteurs anciens n'ont guère développé l'étude de ces anomalies. P. Dubois, il y a quelque trente ans, ne présente qu'une énumération et quelques hypothèses assez vagues. La littérature moderne n'est pas beaucoup plus riche et c'est pourquoi une étude plus approfondie du sujet paraît aujourd'hui opportune.

La principale raison de cette abstention d'auteurs attachés cependant à la solution de nombreux problèmes connexes, réside dans ce fait capital qu'ils ne disposaient que de moyens d'investigation limités et, ne pouvant se baser que sur un examen clinique, ils devaient, en présence du nombre anormalement inférieur de dents sur une arcade, se limiter à émettre des hypothèses sur la permanence et les causes de l'accident ou retard d'éruption.

Grâce à la pratique devenue courante de l'examen radiographique, non seulement il est possible désormais d'établir une discrimination logique entre les différents cas, mais encore de les classifier, d'établir une statistique sur leur ordre de fréquence, de faire un diagnostic précis et de concevoir un traitement approprié à l'état de provisoire ou de permanence de l'anomalie cliniquement constatée.

STATISTIQUE

L'importance d'une statistique des anomalies de nombre par diminution ressort de la fréquence relativement considérable de ces accidents observés tant en clientèle qu'en clinique d'école dentaire ou d'hôpital.

Grâce à l'obligeance du très distingué radiographe, le docteur Petit, qui nous a permis d'utiliser une partie de sa collection de clichés, nous avons pu établir la statistique suivante qui porte sur l'examen d'un nombre total de 6.752 épreuves.

Quoique l'étude ait porté sur des radiographies prises au hasard et correspondant à la variété des cas que l'on rencontre habituellement en clientèle, nous devons reconnaître avoir principalement trouvé des cas pathologiques et anormaux : accidents d'évolution, kystes dentaires, accidents de dents de sagesse, anomalies dentaires de direction, de forme ou de nombre, ce qui donne évidemment un pourcentage restreint de bouches parfaitement saines ou constituées. Toutefois, ces réserves étant faites et la constatation devant être aussi justement établie de la rareté relative d'arcades régulièrement établies, tant par leur force que par le nombre de dents qui les constituent, nous vous soumettons les tableaux suivants dont l'exactitude nous paraît correspondre à une juste moyenne des cas que nous avons pu observer au cours de notre carrière professionnelle :

I. ORDRE DE FREQUENCE

	haut dr.	bas dr.	haut g.	bas g.	total	% sur 6.752 cas
a) Canines	114	4	85	16	219	3,24
b) Dents de sagesse..	10	43	4	47	104	1,54
c) 1res prémolaires....	3	2	1	2	8	0,119
d) 2es prémolaires....	15	25	15	21	76	1,12
e) Petites incisives....	21	2	15	1	39	0,577

2. EVOLUTION VICIEUSE OU ABSENCE DU FOLLICULE

	Absence	Evolution vicieuse
	—	—
a) Canines	5	211
b) Dents de sagesse.....	4	105
c) 1res prémolaires.....	5	2
d) 2es prémolaires.....	29	51
e) Petites incisives.....	40	3

3. EVOLUTIONS VICIEUSES

Manque de place.....	71
Arrêt sans cause.....	30
Mésio-version :	
Oblique	149
Horizontale	90
Disto-version :	
Oblique	3
Horizontale	»
Jugo-version	6
Linguo-version	32

Il ressort de ces tableaux que si, cliniquement, le nombre des dents absentes est relativement considérable, la radiographie s'impose d'autant plus que le nombre des évolutions vicieuses est environ 4 fois plus fréquent que l'absence totale de follicule. Ce qui reviendrait à dire qu'en réalité les accidents d'évolution sont quatre fois plus nombreux que les anomalies de nombre par diminution proprement dites.

Importante pour la recherche des causes de ces troubles, cette constatation est capitale pour l'établissement du diagnostic et surtout d'un traitement rationnel.

ETIOLOGIE

Les causes des anomalies de nombre par diminution sont nombreuses et variées. Mais il importe, pour faire un travail utile de différencier les absences réelles des évolutions vicieuses. Là encore, la radiographie nous apportera une aide précieuse en nous permettant d'établir une première division en : *absence folliculaire* et *évolution vicieuse*, puis une classification de ces dernières :

1. Par leur direction (oblique ou horizontale).
2. Par arrêt d'évolution d'origine mécanique ou traumatique.
3. Par arrêt d'évolution sans cause apparente.

A. *Absence folliculaire.*

Bien que nous ayons fait figurer les dents de sagesse dans notre statistique, nous ne voulons pas les étudier dans ce travail, estimant

qu'elles méritent un développement particulier qui ne saurait rentrer dans le cadre que nous nous sommes fixé.

La statistique indique comme ordre de fréquence pour l'absence du follicule :

Petites incisives	40	sur un total de	79,	soit	50,63 %
2es prémolaires	29	—	79	—	36,72 %
1res prémolaires	5	—	79	—	6,32 %
Canines	5	—	79	—	6,32 %

La cause reélle de ces absences est assez hypothétique. Dubois cite l'influence héréditaire, les maladies infantiles, des stomatites ou nécroses, les traumatismes accidentels, la compression du maxillaire, l'exagération exceptionnelle du système pileux. Dans une récente communication à la Société d'Odontologie, Georges Villain et le docteur Weill citèrent, parmi les troubles de la syphilis héréditaire, l'absence de dents sur l'arcade dentaire.

Au point de vue histologique, il est remarquable de constater que si les absences folliculaires sont relativement fréquentes au niveau des dents permanentes, elles sont exceptionnelles parmi les dents temporaires. Cette anomalie apparaît comme la conséquence d'un développement incomplet du germe dentaire, la non-formation ou la résorption de l'organe prédentaire de la dent de remplacement.

Les théories récentes de Retterer et de Lelièvre permettraient semble-t-il, d'énoncer cette hypothèse, puisque, d'après ces auteurs, la lame prédentaire régresse en se transformant en tissu réticulé pour évoluer ensuite en tissu conjonctif d'où naîtraient le cément et le ligament dentaire. Il était admis jusqu'alors également qu'après avoir atteint un grand développement, la plus grande partie de l'organe prédentaire disparaissait pour ne laisser subsister que les grandes cellules prismatiques de l'assise profonde qui formerait l'émail.

Quant à la cause de cette résorption, elle peut être recherchée dans un trouble morphologique héréditaire d'origine pathologique, un accident d'ordre embryologique tel qu'une gestation gémellaire, des kystes dermoïdes ou un déséquilibre de formation histologique comme le développement anormal du système pileux déjà cité par Dubois.

Toutefois, si l'absence folliculaire ne se rencontre pas assez souvent pour qu'on puisse l'attribuer à un phénomène d'évolution générale par simplification se rapportant aux théories de Darwin, on doit signaler qu'elle apparaît de préférence dans les familles nombreuses, chez les enfants issus d'alliances consanguines ou de parents alcooliques ou syphilitiques, ce qui paraît impliquer une dégénérescence de la race ou tout au moins de l'individu observé.

---

(1) Cf. L'histogénèse dentaire (Dr Aubert, in Revue de Stomatologie), novembre 1923, p. 619.

B. *Evolutions vicieuses.*

Les évolutions vicieuses consistent dans l'anomalie de direction, de forme ou de constitution du follicule dentaire. Nous avons classé ces anomalies par leur direction :

Mésio-versions.

Disto-versions.

Jugo-versions.

Linguo-versions.

Les mésio-versions sont de beaucoup les plus nombreuses et atteignent principalement les canines qui se dirigent d'arrière en avant, se coinçant en quelque sorte contre les racines des incisives. Obliques presque toujours de haut en bas, elles apparaissent parfois tout à fait horizontales.

Les disto-versions sont beaucoup plus rares, puisqu'on n'en relève que 3 contre 239 mésio-versions; les 3 constatées frappaient uniquement des prémolaires.

Quant aux jugo et linguo-versions, elles concernent surtout les dents de sagesse, dont l'étude ne peut être faite au cours de ce travail.

L'arrêt d'évolution peut être occasionné, soit par un obstacle tel que la présence prolongée d'une dent temporaire, une hypercémentose sur la racine d'une dent voisine, un ostéôme du maxillaire, un odontôme ou l'évolution d'un organe supplémentaire; soit par un accident traumatique : déformation ou fracture du maxillaire, extraction malheureuse ou redressement malhabile ou prématuré des dents avoisinantes.

L'arrêt d'évolution sans cause apparente se remarque quelquefois au niveau des canines, plus souvent au niveau des secondes prémolaires. Ces accidents ne sont pas très rares puisqu'on en trouve 30 sur un total de 381 évolutions vicieuses. L'examen radiographique montre alors, ou la dent en position normale ou son follicule inclus très profondément dans l'épaisseur du tissu osseux.

Dans le premier cas, la non-apparition de la dent sur l'arcade doit être attribuée à l'arrêt de la calcification radiculaire, sa progression intra-alvéolaire étant la conséquence directe de ce phénomène.

Quand le follicule est inclus profondément, il s'agit plutôt d'une anomalie de siège du follicule, dont l'apparition est fatalement retardée sans que sa calcification soit en défaut.

CONSEQUENCES

Le retentissement des anomalies dentaires par diminution est souvent considérable.

Influençant d'abord les dents voisines, elles contribuent à la déformation générale des maxillaires et par suite de dysmorphoses dento-facio-cranio-vertébrales, elles agissent sur la vie végétative et physique des enfants qui en sont atteints ainsi que l'a si bien démontré le doc-

teur Pierre Robin au cours d'une communication faite à la Société de Pédiatrie de Paris, le 10 juillet 1923.

La plus importante de ces Dysmorphoses est évidemment l'atrésie des maxillaires provoquée par l'absence d'une ou dé plusieurs dents, laquelle entraîne un raccourcissement de l'arc dentaire et, par voie de conséquence, un raccourcissement proportionnel du diamètre ou mieux, selon Siffre, de la corde de l'arc dentaire permanent. Dans ce cas, si le maxillaire antagoniste est normal, il peut y avoir une déformation totale de l'occlusion par engrènement interne des cuspides des molaires et prémolaires.

L'atrésie dont l'importance a été mise en relief par d'Argent et de Groës en 1903, par Richard-Chauvin et 1922 et Robin en 1923, agit en effet par le rétrécissement des fosses nasales, dont la voûte palatine constitue le plancher, sur la respiration et le métabolisme général du sujet. Combien d'enfants opérés des végétations adénoïdes, sujets à des angines fréquentes, ralentis dans leur vie végétative et arriérés intellectuellement, ont vu leur état s'améliorer très rapidement aussitôt après l'application d'un traitement développant le volume de leur cavité buccale.

A côté de l'atrésie, qui est la complication la plus grave des anomalies par diminution, d'autres déformations de l'arcade dentaire viennent prendre rang : les ectopies et hétérotopies, la rotation sur l'axe des dents voisines, sont conséquences fréquentes qui troublent l'équilibre de l'articulation et nuisent considérablement à l'esthétique faciale.

TRAITEMENT

A chacune de ces conséquences un traitement doit être approprié. Là encore, l'examen radiographique s'impose indiscutablement car le *modus operandi* dépend directement du diagnostic (Evolution vicieuse ou Absence folliculaire) ainsi que du pronostic (Gêne dans l'évolution ou évolution tardive) qui indiqueront la manière et le moment opportun pour concevoir et effectuer les corrections nécessaires.

La conception du traitement se présente d'une manière générale de quatre façons bien déterminées :

1. Prothétique.
2. Orthodonto-prothétique.
3. Chirurgico-prothétique.
4. Chirurgico-orthodontique.

Le *traitement prothétique*, qui consiste dans le remplacement des dents absentes par un appareil classique, s'impose tout naturellement dans le cas où la place de l'organe déficient est restée vacante sur l'arcade sans déplacement des dents voisines tandis que la radiographie a prouvé l'absence du follicule dans l'épaisseur du maxillaire (fig. 1).

Le *traitement orthodonto-prothétique*, qui a pour but de compléter les vides après la correction des dents déplacées, est indiqué lors de l'absence folliculaire avec migration des autres dents ou atrésie palatine ou mandibulaire.

Le *traitement chirurgico-prothétique*, combinaison des moyens chirurgicaux pour la préparation de la bouche et de la prothèse pour la restauration, doit être employé quand, à la suite de l'absence d'une ou de plusieurs dents, les désordres sont tels que l'extraction s'impose pour rétablir l'équilibre esthétique au moyen d'un appareil fixe ou mobile. On aura également recours à ces moyens curatifs dans les cas d'origine pathologique ou traumatique qui ressortissent toutefois davantage à la chirurgie maxillo-faciale plutôt qu'à l'orthodontie, qui nous intéresse ici plus particulièrement.

Le *traitement chirurgico-orthodontique* dans lequel le praticien devra agir sur le maxillaire soit par extraction, soit par incision pour rechercher l'organe avant de le mettre en place sur l'arcade, aura la préférence, soit dans le cas de dents incluses, soit en présence d'une ectopie nécessitant l'avulsion d'une ou de plusieurs dents, l'orthodontie rétablissant l'équilibre d'occlusion par la suite.

Dans le cas représenté fig. 2, une incision a été pratiquée dans le maxillaire pour découvrir la canine incluse et y adapter l'extrémité d'une barre de traction destinée à la mettre en position correcte.

CONCLUSION

Jusqu'à présent nous nous trouvions embarrassés en présence d'anomalies de nombre par diminution, en raison du minimum de moyens d'investigation, limités à l'examen clinique que nous avions à notre disposition pour établir un diagnostic et concevoir un traitement approprié.

La littérature professionnelle, forcément enfermée dans ces limites, était elle-même fort réduite sur ce sujet.

La radiographie ouvrit un champ nouveau à notre légitime curiosité, et son exploration nous permet de sortir de l'empirisme pour édifier nos travaux sur une base solide et agir au moment opportun.

Nous pouvons maintenant, non seulement diagnostiquer la nature de l'anomalie qui nous est soumise, mais encore en rechercher les causes et envisager le traitement, ce qui, en raison de la fréquence relativement considérable des cas observés et des conséquences esthétiques, physiologiques et psychiques qui en découlent, sera pour nous d'un grand secours dans l'accomplissement de notre devoir professionnel d'amélioration de l'hygiène sociale et de la santé publique.

Par cette brève exposition, nous n'avons pas la prétention de créer une théorie nouvelle, mais d'ajouter modestement une pierre à notre commun édifice, en établissant, en quelque sorte, un tableau synoptique qui apportera plus de méthode dans le traitement d'affections de plus en plus fréquentes dans notre jeune clientèle.

E. LEBRUN

Professeur suppléant à l'Ecole Odontotechnique

ANOMALIES DENTO-MAXILLAIRES

Nous avons rencontré dans notre service de l'Ecole Odontotechnique, une jeune personne de 20 ans, possédant encore une grande partie de ses dents de lait et implantées dans des maxillaires pouvant être comparés à ceux d'un enfant.

Ce cas nous a semblé assez intéressant pour vous le soumettre :

Mlle P..., 20 ans, nous est présentée par un de nos amis, démonstrateur à l'Ecole, M. Baillot.

But de la visite. — Notre patiente ne s'était jusqu'alors jamais inquiétée de ses dents, mais la chute d'une molaire temporaire au maxilaire inférieur fournit un prétexte. Le petit nombre de dents restantes... et la coquetterie firent le reste.

Examen. — Aspect de la malade : normal, taille au-dessus de la moyenne, constitution robuste, bonne santé apparente.

Examen de la bouche. — Nous sommes frappés dès l'abord par le faciès, qui est assez caractéristique : aspect vieillot avec une figure jeune.

Système dentaire. — Maxillaire supérieur droit : absence de molaires et prémolaires; il existe seulement une canine, une incisive latérale, une incisive centrale, toutes les trois temporaires. La canine et la latérale présentent une abrasion accentuée.

Maxillaire supérieur gauche : Incisive centrale et canine temporaire, l'incisive latérale manque; une prémolaire permanente, pas de molaires. De chaque côté, à la place de la dent de six ans, on remarque une dépression au fond de laquelle pointe très légèrement cette molaire.

Interrogée, la patiente nous apprend que cette dent est ainsi à peine visible depuis très longtemps sans montrer aucune tendance à évoluer.

Maxillaire inférieur droit : Seulement une molaire permanente, une première prémolaire, la canine et les deux incisives permanentes également.

Maxillaire inférieur gauche : Les deux incisives, la canine permanente, pas de prémolaire et comme molaire la deuxième molaire de lait atteinte d'une carie pénétrante. Les muqueuses sont absolument saines, les vestibules, le palais ne présentent aucune ulcération, ni fistule, la langue est nette.

Articulation : Points de contacts : 1 à droite, première prémolaire inférieure, articulant avec la canine temporaire supérieure et le bord distal de l'incisive latérale; 1 autre à gauche : la deuxième molaire temporaire et la première prémolaire supérieure. Le prognathisme du maxillaire inférieur laisse une béance de 0,005 $^{m}/_{m}$ environ.

En examinant les maxillaires on reste frappé par leur non-développement par rapport avec l'âge de notre patiente. En prenant comme point de repère les dents existantes et en tirant une ligne droite entre les canines supérieures, on trouve comme écartement 26 $^{m}/_{m}$.

Chez un adulte de 23 ans, avec maxillaires normaux, on trouve 36 $^{m}/_{m}$. Chez un enfant de 3 ans 1/2 chez lequel j'ai réussi à prendre une empreinte à la cire — après bien des difficultés — nous trouvons 25 $^{m}/_{m}$, c'est-à-dire à peu près exactement le même écartement que chez notre patiente.

D'une deuxième molaire de lait à l'autre : 34 $^{m}/_{m}$ chez l'enfant, 33 $^{m}/_{m}$ chez l'adulte; si nous mesurons l'écartement d'une seconde prémolaire à celle du côté opposé nous trouvons 43 $^{m}/_{m}$.

Au maxilaire inférieur, les proportions suivent exactement la même loi.

Nous constatons donc chez notre patiente un arrêt de développement absolument net, mais sans anomalie de forme, les dents temporaires persistant dans des maxillaires restés ceux d'un enfant. Je n'ai pas obtenu l'autorisation de photographier cette jeune fille et c'est dommage. Le reste de la face, s'étant développé normalement, lui donne un aspect tout particulier : on pourrait la supposer complètement édentée.

En résumé, nous avons dans ce cas :

1° Une anomalie par arrêt de développement des maxillaires;

2° Une anomalie d'éruption, c'est-à-dire, d'après Magitot, les anomalies que présente le système dentaire dans l'ordre ou la succession de la sortie des mâchoires.

Par un interrogatoire sérieux, nous avons essayé de dépister les causes de ces anomalies dento-maxillaires.

Renseignements donnés par la maman. — Elle est née à 8 mois et élevée au sein; enfance assez difficile : coqueluche, varicelle, rougeole, congestion pulmonaire à 15 ans, actuellement bonne santé apparente, aspect normal, intelligence normale.

Antécédents des grands-parents. — Côté maternel : inconnus. — Côté paternel : grand-père mort à 75 ans; grand'mère morte jeune, 40 ans, d'un cancer au sein. Elle a eu 4 enfants, 3 sont vivants, 1 est mort à 5 ans d'une méningite.

Parents. — Père : alcoolique, diabétique depuis quelque temps. — Mère: 52 ans, bonne santé, a eu 5 enfants, un seul vivant, la jeune fille dont le cas nous intéresse en ce moment, les 4 autres sont morts : 3 venus avant terme et 1 qui a vécu seulement quelques heures

En promettant à la maman de ne lui rien faire, j'ai pu examiner sa bouche :

Les maxilaires supérieurs et inférieurs sont de dimensions normales. Au maxillaire supérieur les dents de 6 ans seules sont manquantes, ayant été extraites vers la quinzième année.

Au maxilaire inférieur les incisives et canines permanentes existent ainsi qu'une première prémolaire à droite. Pas de prémolaire à gauche et aucune molaire ni à gauche, ni à droite.

Ces dents n'ont jamais été extraites, la patiente se rappelle très bien avoir perdu ses dents temporaires qui n'ont jamais été remplacées. A notre grand regret nous n'avons pu obtenir de radio du maxillaire inférieur, la patiente s'y refusant obstinément, ainsi qu'à une prise d'empreinte.

Munis de tous ces précieux renseignements nous avons dirigé la jeune fille vers le service de radiologie de l'Ecole, dirigé par le docteur Charlier et son chef de clinique, notre ami de la Tour.

Les radiographies obtenues sont fort curieuses, vous pourrez les examiner et vous verrez les dents permanentes incluses.

Un séro diagnostic fait à l'Institut Pasteur donna un résultat positif. (Avril 1924.)

La molaire temporaire inférieure gauche a été soignée et conservée pour maintenir le point de contact.

Les empreintes que j'ai apportées vous permettront également de faire des comparaisons nécessaires.

Causes probables. — Il est impossible de ne pas faire un rapprochement entre l'absence de dents permanentes chez cette jeune fille et l'absence de molaires et prémolaires au maxillaire inférieur chez la mère. D'autre part, les nombreuses fausses couches, le séro diagnostic positif doivent nous faire penser à la syphilis, la mère étant elle-même une hérédo-syphilitique. Il serait très soutenable de penser chez la mère à une syphilis acquise et à un apport du côté paternel, mais la présence d'une même anomalie allant en s'aggravant chez la jeune fille nous fait admettre une syphilis chez les grands-parents.

Conclusions. — Ce cas présenté aujourd'hui est un des nombreux que j'ai pu réunir. J'ai entrepris un travail assez considérable. Il verra peut-être le jour si mon maître, M. Siffre, tient sa promesse de m'éclairer de ses lumières.

A notre avis, toute anomalie dentaire ou dento-maxillaire doit donner l'éveil au dentiste qui pourra, avec un peu de patience et de ténacité, en dépister l'origine. A part certaines anomalies de forme ou de nombre dont peuvent être rendus responsables certains accidents ou causes locales, les diathèses (syphilis, rachitisme, etc.), entrent pour une très grande part dans les causes d'anomalies.

A ce sujet, qu'il nous soit permis de constater le manque de liaison entre nos divers services hospitaliers. Je citerai un exemple entre mille :

J'ai donné mes soins, il y a quelques mois, à un jeune homme de 18 ans présentant un prognathisme très accentué du maxillaire supérieur, avec béance suffisante pour laisser passer facilement deux doigts; faciès caractéristiques de tous ces déficients adaptés comme les appelle si justement Robin.

Ce jeune homme, vu par de nombreux médecins pendant son enfance, opéré deux fois pour végétations adénoïdes et ce à l'hôpital, n'a jamais été dirigé sur un service d'orthodontie ou sur une Ecole dentaire en vue de la correction de ces irrégularités maxillaires.

Il faut donc souhaiter une collaboration étroite entre dentistes, chirurgiens et médecins traitants pour le plus grand bien de nos patients.

Cyrus N. FAY

1° BRIDGE A PIVOTS VISSES

Les bridges qui ont comme piliers un ou plusieurs pivots, soit un inlay-pivot comme nous employons généralement dans une incisive ou une canine, soit aussi une couronne Richmond pour ces mêmes dents ou une prémolaire, exigent le parallélisme des pivots; parallélisme moins rigoureux, si l'on a comme piliers : une couronne, d'une part, et un inlay-pivot, d'autre part; absolu, s'il s'agit de plusieurs pivots.

Ceci peut être un inconvénient sérieux qui forcera souvent, soit à diminuer l'épaisseur du pivot, soit à raccourcir sa longueur pour arriver à introduire le bridge si l'on n'est pas arrivé au parallélisme, trop difficile à obtenir. C'est un défaut des bridges à pivots. Un autre inconvénient, très sérieux celui-ci, est la grande difficulté de descellement, si la chose devient nécessaire pour l'une ou l'autre raison.

Enlever un bridge allant, par exemple, de la première grosse molaire à la canine avec un inlay-pivot ou une richmond, est un travail pénible pour tout le monde, patient et opérateur, et parfois il est impossible sans démolir l'ouvrage existant.

Certains couvrent les pivots de gutta-percha avant de les recouvrir de ciment pour les sceller. C'est un peu aléatoire, si vous avez ajusté votre pivot au canal préparé pour le recevoir. Nous procédons, en

effet, comme ceci. L'élargissement du canal est fait au moyen de forets hélicoïdaux de calibre de plus en plus gros jusqu'au calibre désiré ou obtenu. Le pivot à employer correspond exactement à ce calibre (vérifier à la filière ou au palmer). Il est donc parfaitement ajusté au canal. Dans ces conditions, la couche de gutta-percha placée sur le pivot ne peut être assez épaisse pour permettre le descellement par chauffage.

Pour obvier à ces inconvénients, j'ai imaginé de fileter les pivots et de les placer séparément.

J'ai ainsi du coup éliminé la question embarrassante du parallélisme et rendu possible le descellement.

Le système que je vous présente n'a rien d'extraordinaire. Sa construction est très simple et la préparation en bouche est rendue beaucoup plus facile.

Le bridge à pivot vissé consiste, en somme, en ceci. Pour plus de facilité, prenons un inlay-pivot à faire dans une canine supérieure, le reste du bridge étant formé d'un tablier et d'une couronne comme autre pilier (facilement descellable).

Donc, 1° Un inlay sur la canine, enveloppant toute la partie palatine, les faces mésiales et distales et biseautant le bord triturant. Cet inlay pénètre dans la chambre pulpaire.

2° Un tube taraudé qui recevra le filet du pivot. Ce tube en platine iridié pénètre un peu dans le canal et vient jusqu'au niveau extérieur de l'inlay.

3° Un pivot fileté, également en platine iridié, muni d'une tête à vis conique qui viendra se loger dans un évasement en entonnoir de l'inlay.

Voici maintenant comment je procède: j'ai conservé la face labiale de la dent.

Celle-ci est préparée comme pour tout inlay-pivot.

Cela fait, on passe à l'élargissement du canal qui recevra le pivot. Je me sers toujours de pivots cylindriques, qu'ils soient lisses ou filetés.

Je prépare le canal au moyen de forets hélicoïdaux en commençant par le plus fin et, avant ceux-ci, j'emploie des forets beutlerock, en commençant aussi évidemment par le plus petit. J'arrive ainsi à l'élargisement cherché, ou tout au moins à l'élargissement possible. Mais ici, à l'inverse de ce qui se fait pour les pivots lisses, c'est le canal que j'ajuste à mon pivot; voici pourquoi. Le pivot lisse peut être amené très facilement à l'épaisseur désirable, tandis que, pour le pivot fileté, cela est rendu plus compliqué. Pour ma part, à Bruxelles, j'ai eu beaucoup de peine à trouver des filières et tarauds aux épaisseurs qui m'étaient nécessaires. L'écart entre les différentes filières est trop grand, et c'est pour cela que je suis forcé d'ajuster mon canal suivant l'épaisseur du pivot.

Ces écarts ne semblent cependant pas considérables. Pour les pivots, je puis varier de 10/100 de millimètre et, pour les pivots filetés, de 25/100 dans les épaisseurs de 1 millimètre à 1.5 millimètre; après, nous arrivons à 2 millimètres, ce qui est très gros. L'épaisseur recommandable pour une canine est 160/100, pour un centrale 140/100, pour une petite latérale supérieure : 120/100.

Puis il faut préparer la place du tube. Il est bon d'avoir un tube aussi long que possible, afin d'avoir plus de longueur de filet.

Pour ce faire, si mon tube ne pénètre pas assez profondément, et dans la canine que nous prenons comme exemple, la chose est très possible, nous élargirons le canal sur 1 ou 2 millimètres de profondeur, exactement du diamètre du tube.

Cette petite longueur pénétrant dans le canal ne demande aucune attention au parallélisme. Tout ce forage terminé, nous prenons l'empreinte de notre inlay au moyen de cire à inlay. Dans la cire, nous faisons un trou dans la direction du canal de l'épaisseur de notre tube. Celui-ci est légèrement recouvert de cire collante. On y introduit le pivot vaseliné, afin que la cire n'y colle pas et qu'on puisse la dévisser plus facilement. Tube et pivot sont alors légèrement chauffés et mis en place dans le canal et dans l'inlay en cire, ceci pour donner la position exacte au tube, qui sera englobé dans l'or coulé. Le tout est alors retiré de la dent. Généralement, pivot et faces d'inlay sont suffisamment parallèles pour être retirés ensemble.

Si la chose n'est pas possible, par le fait que l'on aura recherché un parallélisme entre le pilier postérieur et l'inlay en question, on continuera à opérer en bouche, sur la dent. Mais si l'inlay et le pivot sont retirés solidairement, il sera plus facile de dévisser le pivot hors de la bouche. Pour cela, saisir très délicatement, dans une pince à mors creux, le bout du tube dépassant, et dévisser le pivot, le tout sous l'eau froide.

Avant de mettre en revêtement, remplacer le pivot de platine par un pivot en graphite, fileté préalablement, et dépassant bien les deux bouts du tube, pour être pris dans le revêtement.

L'inlay coulé, on l'essaye sur la dent, on vérifie si le pivot pénètre facilement et à fond. Pour cela, mesurer avant et avec l'inlay en place; articuler l'inlay en bouche; prendre exactement la longueur du pivot; prendre l'empreinte du bridge, les piliers en place.

Il suffira maintnant au laboratoire de creuser en entonnoir l'entrée du tube de l'inlay et de faire au pivot une tête de vis conique correspondante. Pour ce faire, prendre un morceau de tube évasé, que l'on visse un peu sur le pivot, et remplir, avec de l'or ou de la soudure, l'espace produit par l'évasement. Articuler la tête de vis. Ce travail est terminé et on procédera comme de coutume avec le bridge.

Nous pouvons adapter ce système à plusieurs cas différents.

Nous pouvons avoir comme pilier de bridge une prémolaire; nous

y placerons une couronne Richmond, dont le pivot sera vissé exactement suivant les mêmes principes.

Le tube fileté sera largement soudé et soutenu au plancher de la bague.

Le pivot se prolongeant extérieurement servira de support à une dent à tube.

Nous pouvons avoir la même chose sur une grosse molaire supérieure. Un gros pivot dans le canal palatin, un ou des plus petits dans les canaux vestibulaires. Les tubes seront alors coupés à ras du plancher et un pivot, soudé comme toujours cette fois, pour la dent à tube.

Où ce système devient précieux, c'est pour les bridges de pyorrhée, aussi bien inférieurs que supérieurs.

Quand il s'agit de préparer six pivots parallèles pour les dents antéro-supérieures, avec des canines très divergentes, généralement encore solides, nous aurons un moyen de choix pour arriver à faire sans grande difficulté un bridge de maintien.

Une série d'inlays avec le petit bout de tube expliqué plus haut; ces inlays placés séparément sur chaque dent; la prise de l'empreinte; la soudure au laboratoire de ces inlays les uns aux autres, et le bridge est terminé.

CROCHETS EN OR ESTAMPE-COULE

Le crochet que je vous présente est fait d'une façon identique aux plaques en or estampé-coulé de Morineau. C'est pourquoi j'ai choisi cette dénomination, au lieu de crochet façonné-coulé.

Ce crochet est la combinaison d'une bande ou d'un fil façonné sur la dent comme tout crochet ordinaire plané ou demi-jonc, et d'un crochet coulé.

Pour reprendre les idées de Morineau, nous aurons ainsi un crochet qui, d'une part, réunira toutes les qualités du crochet coulé et celles du crochet façonné, et, d'autre part, éliminera les défauts de ces deux procédés.

Nous demandons à un crochet plusieurs propriétés que nous ne trouvons réunies ni dans le crochet façonné, ni dans le crochet coulé.

Il faut :

1° Une adaptation parfaite très étendue sur la dent-ancrage, afin d'avoir une répartition de la résistance sur la plus grande surface possible. Nous l'obtenons avec le crochet coulé, tandis qu'un crochet façonné et boutrollé, même par une main artiste, ne donne jamais l'adaptation que l'on obtient avec le crochet coulé qui, lui, enveloppe la dent sur ses faces bombées, en même temps qu'il enserre le bord triturant ainsi qu'un fourreau.

2° Une certaine élasticité, qui variera suivant la forme de la dent, mais qui sera toujours requise.

Elle est nulle avec l'or coulé, puisque cette élasticité est uniquement donnée par l'estampage, le façonnage, le boutrollage, etc.

3° La cohésion, qui gardera la solidité au crochet, qui évitera les fêlures et les cassures (encore une qualité absente dans l'or coulé et existant seulement dans le crochet façonné).

Nous avons suivi le même processus évolutif que Morineau, et nous sommes arrivés comme lui, en passant par l'or platiné coulé — trop cassant, le crochet coulé renforcé par un fil soudé — défaut de couleur et oxydation de la soudure; de plus, comme vous pouvez le voir sur ce petit appareil, présentant une nervure trop marquée produite par le renfort façonné; à employer un crochet façonné enrobé dans une cire et coulé; d'où crochet façonné-coulé que j'ai nommé en commençant pour rappeler le principe de Morineau, crochet estampé-coulé.

TECHNIQUE

Voici maintenant quelques détails sur sa fabrication.

J'emploie deux ors différents : le crochet façonné est en or platiné, parce que plus dur et plus élastique; le coulé est en or 18 carats, moins cassant.

1° Ajuster sur la dent un fil demi-jonc ou un plané en or-platiné au 3.5/10 $^{m}/_{m}$, à frottement très doux; l'ajustage doit être bien fait cependant, boutrollé sur les bosses, etc. Si c'est un plané que l'on emploie, il doit être bien biseauté sur les bords des deux côtés, comme pour les plaques estampées-coulées, ce qui facilite la coulée de l'or sur ses deux faces; le demi-jonc est arrondi suffisamment.

2° Appliquer une première feuille de cire de 3/10 $^{m}/_{m}$ en la façonnant soigneusement.

3° Appliquer légèrement le crochet façonné dans la cire, après l'avoir dégraissé au chloroforme et l'avoir antérieurement poli, comme pour les plaques.

4° Recouvrir le tout par une autre feuille de cire de 3/10 $^{m}/_{m}$.

Mettre alors les points de coulé, plusieurs par crochet.

La coulée se fait à chaud. Il faut que l'or intérieur soit amené presque à son point de fusion afin que l'or coulé adhère à l'or se trouvant déjà dans le cylindre.

Ce crochet doit être très bien poli intérieurement, pour éviter le dépôt de matières mucoïdes qui se collent facilement sur les parties rugueuses ou imparfaitement polies, en même temps que d'accès difficile à la brosse à dents.

Pour faciliter ce polissage et surtout pour éviter l'usure provoquée par celui-ci, il faut que la dent de moulage soit bien lisse et que tous les petits pores du plâtre soient bouchés; on y arrivera facilement en employant le talc.

Au lieu de plâtre, il vaut beaucoup mieux employer de l'amalgame pour le moulage.

La prise d'empreinte elle-même doit être faite avec précaution et exactitude.

La méthode de prise d'empreinte au moyen de porte-empreinte en plusieurs pièces est recommandable.

On peut aussi procéder sans porte-empreinte. Pour ce faire, on opérera comme pour la prise de clefs sur un moulage : on coule du plâtre, du côté lingual par exemple ; on laisse durcir, on taille cette première demi-empreinte dans la bouche même, de façon à pouvoir couler la face vestibulaire, l'enlever et rassembler les deux parties d'une façon parfaite. Avec l'aide de la pompe à salive et de rouleaux de coton, on y arrive très facilement sans devoir se presser.

Ce crochet, s'il prend quelque peu plus de temps à être fabriqué, vous donnera un rendement bien supérieur à tous les autres.

Dr LEVY
Strasbourg

LA CONSERVATION DES PULPES SOUS LES COURONNES ET TRAVAUX A PONT D'APRES UNE EXPERIENCE DE 20 ANS

La théorie des infections focales qui s'est emparée des affections paradentaires pour accuser les foyers périapexiens d'être la cause principale de tous les maux de l'humanité accablée a fait revivre le vieux litige entre les prothésistes : faut-il dévitaliser ou non les dents à couronne? Cette question n'a jamais été tranchée à fond, mais les partisans de la pulpectomie avaient à peu près étouffé les conservateurs.

La suprématie dont jouissaient les partisans de la pulpectomie était due :

1° A la confiance dans nos méthodes de traitement des canaux radiculaires ;

2° A la méfiance à l'égard de la volonté du patient d'endurer les douleurs occasionnées par la confection correcte d'une couronne ;

3° A ces deux facteurs s'ajoutait un certain mépris scientifique du rôle de la pulpe dans le métabolisme de la dent de l'adulte.

La confiance dans nos méthodes de traitement des dents dévitalisées était solidement établie il y a 20 ans. Le siècle écoulé avait vu les magnifiques découvertes de Pasteur et l'essor superbe de la chirurgie aseptique. Aucune partie du corps ne semblait se prêter aussi bien à la désinfection radicale et permanente qu'une dent qui est formée de toute part par des tissus durs et semblant relativement inertes. Elle devait se traiter aux désinfectants comme un bol en porcelaine.

Je n'entre pas dans les détails du traitement des canaux. Il suffit de rappeler à notre mémoire qu'à côté d'une grande majorité de traitements tout à fait réussis il en reste une minorité respectable qui ne donne pas le résultat favorable auquel nous devions nous attendre d'après nos dépenses de soins consciencieux.

Les recherches anatomiques nous ont donné l'explication de la plus grande partie de ces faits. A côté des racines à orifice simple il en existe énormément à orifices multiples. Nous connaissons les canaux bifurqués et ceux obstrués par des dépôts de dentine secondaire; nous voyons souvent des apex retroussés et ceux en forme de baïonnettes qui forment des obstacles invincibles pour notre arsenal instrumentaire. Je ne veux pas insister sur les cas cependant observables où un excès de zèle qui veut absolument surmonter ces obstacles a donné lieu à des perforations de racines.

Outre ces aléas anatomiques il n'en manque pas du côté pharmaceutique. Il est avéré qu'il est pratiquement impossible de stériliser le contenu des tubes de l'ivoire. Ces essais d'embaumement n'amènent qu'une nécrotisation du ligament avec expulsion consécutive de la dent.

Je ne veux pas trop me perdre dans les questions de traitement de racines : le fait existe que la clinique et plus encore la radiographie nous démontrent à côté d'un nombre énorme de *pulpectomies* ne donnant lieu à aucune réaction pathologique, il en existe un chiffre considérable qui occasionne tôt ou tard des infections des tissus péri et paradentaires, soit qu'elles deviennent évidentes comme les périodontides aiguës et chroniques, soit qu'elles restent des foyers périapexiens silencieux.

Comme un malheur vient rarement seul on s'apprête à accuser les foyers périapexiens non seulement des infections générales du corps, mais on les range parmi les causes déclanchantes du cancer.

Nous lisons dans une brochure envoyée dernièrement aux chirurgiens-dentistes par l'Association française pour l'étude du cancer : « Les débris paradentaires dominent la pathologie des tumeurs des mâchoires ». A l'état normal ces débris ne se manifestent d'aucune façon. Mais si une infection dentaire, en particulier un bourgeon charnu, un granulome apexien, vient les irriter, ils se mettent à proliférer, soit sous forme de tumeur bénigne le plus souvent de kyste paradentaire, soit sous forme de cancer, le plus souvent d'épithélioma adamantin.

Ainsi les débris paradentaires réactivés par l'infection dentaire,

doivent être considérés comme de véritables états précancéreux. En effet, à la dernière assemblée des dentistes suisses à Zurich, M. Römer a montré des coupes microscopiques d'un granulome qui n'était pas à discerner d'un épithéliome. Il confirmait donc les résultats des auteurs français Delater et Bercker, publiés l'année passée.

Je suis tellement entré dans les questions de foyers périapexiens parce que les auteurs prétendent principalement les trouver sur les dents munies de couronnes d'or. On a créé le mot des mausolées d'or. Pour ma personne, je n'y crois pas d'après mon expérience radiographiste ; il est à supposer qu'on trouve plus d'intérêt à essayer la conservation de dents couronnées et pour cette cause on les a plus souvent radiographiées, tandis qu'on se décide plus facilement à extraire une dent simplement obturée. Mais tout en laissant cette question ouverte nous ne manquons pas de causes pour restreindre la pulpectomie à la plus stricte nécessité.

Le principe de conserver toute pulpe non infectée n'est plus discuté en dentisterie opératoire ; je suis d'avis qu'il est parfaitement possible au prothésiste de faire de même sans abandonner ni les travaux de couronnes, ni ceux de ponts fixes. Deux conditions sont à remplir à cet effet :

1° Posséder à fond nos méthodes d'anesthésie locale ;

2° Rapidité et précision dans le travail mécanique.

Le développement de nos méthodes d'anesthésie locale et régionale dans les derniers vingt ans nous permettent d'arriver avec une sécurité presque absolue à l'insensibilisation suffisante pour le moulage complet et exact de toute dent. Nous n'avons plus besoin de recourir à des substances toxiques comme la cocaïne pour arriver à ce but, ses succédanés inoffensifs, comme la novocaïne, suffisent complètement. Moi, personnellement, j'emploie exclusivement la solution E de Scurocaïne des Usines du Rhône. Je me sers pour l'anesthésie pulpaire de la solution à 5 %. J'insiste essentiellement sur ce dosage, la solution à 2 %, complètement suffisante pour les extractions ne donne pas la même satisfaction pour l'anesthésie pulpaire.

Pour les incisives et canines supérieures nous arrivons toujours à une anesthésie suffisante avec une injection d'un cc. de notre solution dans la région périapexienne *vestibulaire*. Je ne fais jamais une injection du côté palatinal. Nous savons tous que les injections palatinales sont bien plus douloureuses que celles du côté vestibulaire, presque insensibles, et une simple réflexion anatomique nous dit qu'elles doivent être inefficaces pour l'insensibilisation des pulpes. Après 3 à 5 minutes d'attente la pulpe est insensible et nous pouvons commencer notre travail. L'insensibilité dure toujours assez longtemps pour terminer la préparation du moignon.

Les pulpes des prémolaires et molaires supérieures sont insensi-

bilisées par la combinaison de l'anesthésie locale et régionale. J'emploie à ce propos en général 2 cc. de la même solution 5 % scurocaïne. Je commence par un dépôt dans la région périapexienne et continue l'infiltration sur la tubérosité maxillaire et vers le trou sous-orbitaire.

Si 2 cc. de la solution ne suffisent pas pour l'infiltration complète, je ne vois pas d'inconvénient à en appliquer un troisième. Mais ce cas se présente rarement, il faut déjà qu'il s'agisse d'un maxillaire de grandeur exceptionnelle.

Un temps d'attente de 5 minutes doit suffire pour commencer le travail.

Dans le maxillaire inférieur j'emploie toujours l'anesthésie régionale exécutée par injection sur le trou mandibulaire avec un petit dépôt subsidiaire de solution sur le trou mentonnier ; en tout, 2 cc. de la solution de 5 %. On fait bien d'attendre pour le moins 10 minutes avant de commencer le meulage.

Les cas d'insuccès d'anesthésie sont excessivement rares, une fois qu'on a l'habitude de pratiquer ces méthodes ; mais *on en voit*. Ils sont dus ou à une défaillance de notre main, ou à celle du médicament. Dans ces cas, je le répète, très rares, nous essayons une seconde fois, mais seulement après quelques jours pour laisser aux tissus le temps de se remettre de la première injection.

Il reste des cas mêmes réfractaires la seconde fois, ils doivent être attribués à des anomalies anatomiques. Mais aucune méthode thérapeutique ou opératoire ne donne 100 % de succès, par exemple même la cautérisation de la pulpe par les arsénieux donne parfois lieu à des irritations péridentaires, sans que le nerf soit complètement dévitalisé.

Je répète que l'exercice de l'anesthésie ne présente aucune difficulté spéciale. Elle ne nous a jamais occasionné des complications, il va sans dire que toutes les précautions d'asepsie doivent être observées.

Nous n'avons jamais constaté de lésions pulpaires, dues à l'anesthésie. Comme la conservation des pulpes saines dans les travaux de prothèse est la règle dans mon service de prothèse et régulièrement pratiquée par tous mes étudiants, je puis me baser sur un tel nombre d'observations contrôlées qu'une erreur sur ce point me paraît difficilement admissible.

J'arive au meulage. Aucune concession ne doit être faite sur les règles générales de préparation des dents par égard à la conservation des pulpes. Il faut arriver à la forme cylindrique du moignon qui seule permet l'ajustage hermétique de la bague au collet de la dent. Toutes les parties subordantes doivent être enlevées pour parer à la carie secondaire. Je commence le meulage par la face triturante. Je suis d'avis qu'un bon couvercle de couronne, principalement s'il est porteur de pont, doit avoir pour le moins 3/4 mm. d'épaisseur à sa partie la plus faible. Donc il faut arriver au moins à autant de distance

entre la dent à coiffer et son antagoniste sur toute la face de trituration.

Des auteurs américains ont conseillé de donner à la face meulée des faces multiples et à peu près parallèles à la forme naturelle de la face de trituration pour éviter avec plus de sécurité les cornes pulpaires. Je n'ai pas vu d'avantage dans ce système qui demande beaucoup plus de temps. Les couronnes terminées après ce système exigent beaucoup de retouches et il est très difficile de répérer les endroits de coincements.

Peut-être de plus adroits que moi réussiront, moi je préfère donner une face plane. Ce m'est arrivé si rarement de mettre ou de voir mettre des pulpes à nu avec le meulage en face plane, donc je juge inutile de rechercher des complications.

La face triturante terminée, j'attaque le contour pour lui donner les faces perpendiculaires habituelles. Les angles trituro-perpendiculaires subissent un fort biseautage, de sorte que le moignon laisse la place nécessaire à la ligne de soudure entre couvercle et league.

Le meulage ne permet pas en général d'enlever en même temps toutes les caries, principalement dans les fissures. Ces caries sont enlevées à la fraise comme d'habitude.

Tout le meulage doit se faire et c'est une condition « sine qua non » sous un jet d'eau continu. Il faut éviter l'échauffement de la dent si nous ne voulons pas vouer la pulpe à la mort par incinération. Je suis d'avis que la plupart des mésaventures dans les essais de conservation des pulpes saines est due au surchauffage de cet organe. Il est donc nécessaire de ne jamais procédé *seul* au meulage, mais on doit avoir une aide à côté de soi qui tient le champ de meulage sous un jet d'eau froide.

Le meulage complet d'une dent doit se faire dans une seule séance, dans laquelle nous n'oublierons pas de veiller en même temps au parallélisme des piliers. Si nous avons appliqué l'anesthésie régionale et si nous avons plusieurs dents à meuler dans la région, nous devons les terminer toutes dans la même séance pour éviter des répétitions inutiles de l'anesthésie.

J'arrive à l'application de la bague. Moi, personnellement, je préfère les bagues étirées, donc sans soudure. Elles permettent un travail très exact et en même temps très rapide.

Je choisis sur mon jeu de bagues de mesure la bague qui correspond à mon cas. D'après celle-là je prends sur un second jeu, la bague définitive en or, toute prête. Je la découpe d'après la ligne gingivale, de sorte qu'elle reste encore 1/2 mm. plus haute que le moignon de la dent. Puis je procède immédiatement à l'empreinte. Pendant ce temps le mécanicien m'étire une capsule en argent pur du même numéro qui est fixée sur la dent meulée à l'oxyde de zinc-eugénol jusqu'à la prochaine séance. Cette capsule abrite la dent d'une façon complète contre

les insultes thermiques, traumatiques et bactériens. Le patient n'est pas incommodé, il peut boire et manger comme d'habitude et avant tout la dent ne devient pas hypéresthétique. J'attribue beaucoup de valeur pour le succès définitif du traitement à cette couverture temporaire, isolante et légèrement antiseptique. C'est audacieux d'émettre une théorie simplement basée sur des faits cliniques, mais c'est peut-être l'infection des fibres de Tomes des dents meulées et laissées à nu qui pourrait expliquer l'hypersensibilisation et maintes infections ultérieures de la pulpe.

L'achèvement de la couronne par le mécanicien doit être très soignée pour éviter les retouches sur la dent. La plus grosse faute qu'on peut commettre est de laisser couler l'or du couvercle sur le côté intérieur de la bague. Il parera au danger s'il remplit la bague de revêtement avant de commencer le modelage en cire. Le couvercle doit trouver sa fixation sur le côté extérieur de la bague, ce qui se fait automatiquement si le modelage et le coulage consécutifs rendent à la couronne la forme anatomique que la dent avait avant le meulage. De petites traces d'or le long du bord supérieur de la bague ne dérangent pas, parce que nous avons biseauté le moignon. Aussi je ne crains pas de petites retouches sur la dent. Elles ne sont guère plus douloureuses que le fraisage de petites caries de deuxième degré. Mais si par hasard il y a une fuite considérable d'or sur l'intérieur de l'anneau, je préfère prendre une nouvelle empreinte et faire une nouvelle couronne que de meuler beaucoup sur le moignon ou sur la couronne. Cette répétition n'occasionne qu'une petite perte de temps et aucune perte de matériel, si l'on emploie les bagues étirées sur lesquelles les couvercles sont coulés sans soudure.

J'ai insisté si longuement sur ces petits détails techniques parce que je suis d'avis que la généralisation de la conservation des pulpes sous les couronnes en dépend énormément. Si un travail mécanique inexact nous impose de fortes corrections ultérieures, nos nerfs et ceux de nos patients nous dégoûteront bientôt de cette méthode.

Il me reste à dire quelques mots sur la conservation des pulpes dans les dents visibles que nous voulons employer comme piliers. Il me semble que chacun de nous doit avoir à vaincre une aversion instinctive quand il s'agit de couper une belle canine saine pour planter une couronne Richmond dans la racine. Cet acte un peu vandale peut très souvent être évité par l'emploi de la couronne Carmichael. Avec une petite modification je l'emploie plutôt comme inlay et elle nous a donné toujours de bons résultats, autant au point de vue de la stabilité que du côté de l'esthétique. Si l'articulation n'est pas trop basse et les pilliers pas trop frêles, on peut l'employer sur toutes les dents. Les Américains recommandent depuis quelque temps un autre inlay avec trois petits pivots. J'ai fait faire d'après les textes, un exemplaire

de fantôme, mais je ne l'ai jamais employé en bouche, car je n'y trouve pas d'avantage sur le Carmichael.

L'indication de la conservation des pulpes saines est toujours donnée si nous pouvons arriver au meulage exact de la dent sans ouvrir la chambre pulpaire. Je suis donc d'avis que le maintien de la pulpe doit être subordonné à la préparation exacte du moignon. Car si nous agissons contrairement, la carie secondaire survenante viendra vite à bout de la pulpe épargnée et nous aurons plus d'inconvénient que si nous avions cautérisé dès le début. Si nous mettons au courant du meulage une pulpe à nu, nous profitons de l'anesthésie pour procéder à la pulpectomie. Si nous tenons à nous renseigner sur les dimensions de la cavité pulpaire avant le commencement du meulage, la radiographie nous en donne la possibilité.

Les pulples douteuses et les pulpes des dents affectées de pyorrhée sont toujours à détruire, les dernières pour profiter de l'ankylose survenant souvent sur les dents mortes...

Le *pronostic* de la conservation des pulpes sous les couronnes métalliques est *excellent*.

Quand je commençais avec la conservation, il y a 20 ans, nous ne disposions pas des moyens d'anesthésie modernes, les cas se présentaient donc bien plus rarement qu'aujourd'hui. Mais quand même ces cas m'ont donné toute satisfaction jusqu'à ce jour.

Avec le développement des méthodes d'insensibilisation locales, je n'ai cessé d'élargir le nombre des cas. Depuis des années que je suis à la tête de l'enseignement de prothèse de l'école de Strasbourg, la conservation est obligatoire pour les assistants et les étudiants. Je puis affirmer que les résultats sont tout à fait satisfaisants. Nous pouvons donc conclure que la méthode est à la portée de tous les confrères. Le travail de préparation pour les couronnes ne devient pas plus difficile. Au contraire, une fois qu'on a pris l'habitude, il en résulte un gain appréciable de temps. Nous sommes mis en état, par la conservation, d'exécuter beaucoup de bridges, que nous ne voulions pas faire avant, parce que nous hésitions à dévitaliser les piliers absolument sains. En d'autres cas, nous pouvons plutôt procéder à l'extraction d'une dent douteuse, parce que nous avons la possibilité de la remplacer, sans causer de nouveaux dégâts.

Dr BOUSQUET
Besançon

IMPORTANCE CROISSANTE DE LA PROPHYLAXIE BUCCALE DANS LA PRATIQUE COURANTE

L'an passé, je vous ai plus particulièrement entretenus des soins de l'enfance, débutant par la présentation des statistiques originales sur la fréquence de la carie dentaire aux différents âges, et sur les affections d'ordre général, imputables à la septicité bucco-dentaire.

Ces statistiques ayant été reproduites, ce qui est toujours flatteur pour un auteur, dans une grande partie de la presse professionnelle de langues française et anglaise, ainsi que dans plusieurs publications étrangères à notre art, je m'abstiendrai de vous les citer à nouveau. Je me contenterai d'en retenir une seule devant servir de base, non seulement aux quelques considérations philosophiques qui vont suivre, mais à toute la présente communication.

Lorsque nous songeons que, malgré les récentes guerres la moyenne de l'existence, aujourd'hui de 37 ans environ, était, il y a 60 ans seulement, de 23 ans, nous sommes naturellement amenés à nous demander quel devait être le déchet énorme au cours des premières années de la vie, dans des époques relativement rapprochées de nous, quand nous savons fort bien que les familles actuelles sont de moins en moins nombreuses et que les conditions de la vie moderne ont de plus en plus comme résultat l'usure prématurée de la machine humaine.

Par le développement continu de son intelligence, l'homme est arrivé à un degré de civilisation qui, s'il le rapproche d'un échelon de l'idéal toujours fuyant à la poursuite duquel il tend, poussé par un destin dont il n'est pas maître, l'éloigne du rôle initial à lui dévolu : la procréation de l'espèce.

Si la question du problème social de natalité dépasse le cadre de nos attributions professionnelles, l'étude des conditions physiologiques et pathologiques dans lesquelles nous vivons, nous incombe au même titre qu'au médecin et à l'hygiéniste. Les connaissant, ou plus modestement, les soupçonnant, notre devoir est d'y remédier dans la mesure de nos capacités. C'est le rôle social accepté par nous, celui que la collectivité attend de nous voir remplir.

Terrain favorable dès avant la naissance, terrain préparé après par une alimentation toujours défectueuse, hormis le sein maternel, par

une hygiène trop souvent bien précaire ou nulle dans certaines classes de la société, l'être humain est la proie facile des maladies du jeune âge dont il gardera parfois la trace durant sa vie entière. Fait paradoxal, si les conditions actuelles de l'existence abrègent la durée de la vie individuellement, la moyenne actuelle en est allongée, car, grâce aux ressources de sciences inconnues hier, peuvent subsister des milliers d'êtres que l'implacable sélection naturelle avait fauchés jadis.

Nous en trouvons la preuve dans le fait que 33 % des jeunes gens appelés pour le service militaire sont jugés inaptes, 47 % présentent des tares plus ou moins marquées et pas un sur cent ne peut être considéré comme parfaitement équilibré mentalement et physiquement.

D'Amérique nous vint, il y a une dizaine d'années la théorie des infections focales, et, en découlant, l'idée peut être déjà soupçonnée chez nous, mais en tout cas, jalousement gardée, du rapport des affections dentaires apicales et para-apicales, avec les maladies d'ordre général. A peine répandue, cette découverte, si nous pouvons l'appeler ainsi, du danger que pouvait présenter, du mal que causait à l'individu une dent infectée, une dent imparfaitement soignée, secoua aux Etats-Unis la profession dentaire comme un ouragan secoue la cime des peupliers. Cet ouragan vint mourir chez nous en un léger souffle que sentit seulement une bien minime partie de cette même profession. Il dissémina cependant un peu de la bonne, saine semence et maintenant, les exagérations du début passées nous savons que si une dent infectée, sans, après, ou par le traitement, n'est pas toujours la cause, même s'il y a lésion apicale, de désordres organiques, même minimes, elle peut occasionner des maladies graves ; nous savons qu'un foyer infectieux apical peut être le point de départ de localisations microbiennes très distantes du foyer initial.

Nous avons compris, et c'est là le plus important, quel danger pouvaient constituer ces foyers infectieux d'origine dentaire, quelle importance nous devions attacher au traitement des dents infectées, car, étant donné que dans les meilleures conditions de la pratique courante, il est exceptionnel, pour ne pas dire impossible, de traiter, de garder aseptiquement obturés les canaux d'une dent, que penser du résultat lamentable auquel est exposé le client, notre semblable, lorsqu'il est soigné comme il était de règle autrefois, et encore habituel de nos jours, c'est-à-dire avec le mépris le plus complet des règles de l'aseptie.

La carie dentaire est, nous le savons, la maladie la plus répandue et les individus qui y échappent entièrement dans nos pays supercivilisés sont tellement rares qu'ils peuvent être considérés comme de véritables phénomènes.

La carie dentaire n'est traitable avec certitude de succès que lorsqu'elle est prise tout au début, avant même que l'organe pulpaire n'ait eu le temps d'être lésé au travers et malgré l'apparence saine d'une

dentine toujours perméable, avant l'apparition des premiers phénomènes d'infection insoupçonnés et indécelables par la radiographie.

Trente-huit pour cent des cas de décès avant la quatorzième année étant dus à des maladies évitables, disions-nous l'an passé, pouvons-nous être taxés d'exagération lorsque nous affirmons que le dentiste, par une propagande ininterrompue, par une conscience plus élevée, par une technique plus perfectionnée, en un mot par son bon vouloir, peut singulièrement abaisser cette mortalité.

Par une pratique plus consciencieuse de la dentisterie opératoire et surtout par une attention beaucoup plus grande apportée aux soins des dents de lait et des premières molaires définitives, le dentiste doit arriver à amener à l'âge adulte un pourcentage beaucoup plus grand d'enfants possédant une dentition complète avec des pulpes intactes et des tissus péri-dentaires sains.

Guérir, dans notre métier, étant le plus souvent synonyme d'extraire, c'est-à-dire supprimer un mal pour en préparer un autre, nous devons tendre tous nos efforts vers un but de prévention et ne croyez pas que notre rôle doive se borner — ce serait déjà suffisant — à soigner des dents de lait et des dents de six ans, à rétablir des articulations et à transformer des voutes ogivales, il doit être plus large encore et nous devons constamment songer que l'examen attentif d'une bouche nous permettra souvent de constater une tuberculose, une syphilis pour lesquelles aucun médecin n'aura encore été consulté.

Passant sur les cas où, nous faisant les auxiliaires du médecin, nous conseillons l'ablation d'amygdales ou de végétations, nous insisterons sur le fait suivant : seul le dentiste aura l'occasion de déceler un cancer de la bouche ou de la langue à la période de début, c'est-à-dire à la période où la guérison est encore possible, notre rôle, là encore devant être considérable.

Ce n'est plus alors, m'objecterez-vous, de l'Art Dentaire, mais de la médecine pure que vous réclamez du dentiste. Je vous répondrai qu'évidemment, plus nous allons, plus celui-ci sera obligé, médecin ou non, d'avoir des connaissances très étendues de médecine générale, si ce n'est de toutes les spécialités, afin de pouvoir collaborer intimement avec le médecin, avec le spécialiste qui, eux, ont déjà compris tout le parti à tirer d'une intime collaboration avec le dentiste et lui envoient, de plus en plus, des malades dont ils soupçonnent que l'examen dentaire pourra guider leur diagnostic et aider à une guérison là où leur art s'est trouvé en défaut.

Absorbée par un travail apparaissant au premier abord comme le seul rémunérateur, la grande majorité de la profession dentaire se contente de développer une clientèle de prothèse, ne faisant de soins que ce qui lui servira dans son but prothétique ou ce qu'elle ne peut éviter. Nous sommes certes tous poussés parle désir de gagner assez d'argent pour nous permettre d'améliorer les conditions de notre

existence et d'assurer la quiétude de nos vieux jours, mais nous ne pouvons oublier que le but de notre profession, notre but à tous, doit être avant tout de mettre chaque jour à la portée de l'humanité des services plus effectifs. Or, nous sommes obligés de constater que la dentisterie telle qu'elle est souvent pratiquée, est une honte et qu'il serait préférable que ceux qui l'exercent dans ces conditions se soient consacrées à d'autres occupations moins préjudiciables à leurs concitoyens.

Le public est ignorant, soit, mais à qui la faute? Et qui le premier devrait s'être chargé de son éducation, si ce n'est le dentiste? Malhonnêteté ou incapacité? Nous nous arrêterons seulement à ce dernier qualificatif pour mettre une fois de plus au pilori ceux qui par leur inertie retardent l'effort que d'autres poursuivent pour le seul accomplissement de leur devoir.

L'association syndicale des dentistes de Bourgogne et de Franche-Comté a depuis plusieurs années entrepris cette lutte de la profession contre la profession et le but de cette communication est, avant tout, d'attirer votre attention à vous tous qui suivez les congrès, qui travaillez, qui êtes des agents éclairés et actifs de propagande, sur l'importance considérable que peut avoir votre exemple de tous les instants, exemple de praticiens honnêtes sur le public et sur les autres représentants de la profession.

Comment voulez-vous qu'un dentiste puisse donner des conseils de prophylaxie buccale s'il n'est pas le premier à en appliquer les plus élémentaires? A quoi bon prendre tant de soins pour le brossage de mes dents, peut penser le client, mon dentiste n'en prend pas tant lorsqu'il me soigne. Et effectivement, combien connaissez-vous de praticiens qui ne commencent jamais un travail buccal quel qu'il soit avant d'avoir effectué un nettoyage de bouche consciencieux?

Cette opération pourtant si importante du détartrage qui est à la base de toute prophylaxie buccale, qui constitue le premier acte de l'application de l'hygiène buccale constitue une véritable farce lorsqu'elle est faite à la dernière séance en un quart d'heure de grattage et de brossage à la ponce.

Il est évident que le dentiste qui voit vingt personnes, et même plus dans sa journée, qui tient sa clientèle par la modicité de ses prix ne peut faire des nettoyages de bouche soigneux et donner des soins consciencieux.

Le dentiste est continuellement en contact avec une quantité de gens qui ne voient jamais un médecin, et en dehors de rares soins dentaires se contentent des services de la sage-femme et des conseils du pharmacien. Plus que tout autre, il peut et doit parler d'hygiène générale, d'hygiène alimentaire, d'hygiène maternelle en même temps que d'hygiène buccale.

Nous sommes persuadés que l'effort fourni jusqu'ici dans ce sens

a été à peu près nul, mais nous sommes non moins persuadés qu'il est impossible à la grande majorité de la profession de continuer à se désintéresser d'une tâche aussi noble, et le vœu de l'Association de dentistes dont j'ai l'honneur d'être aujourd'hui le porte-parole est que vous tous, mes chers confrères, nous aidant dans la tâche que nous nous sommes imposée, nous arrivions à force de patience, à force d'exemple à persuader les traînards de la profession que d'eux dépend en grande partie l'amélioration de la santé de l'humanité. Nous espérons que notre appel ne restera pas sans échos, ne restera pas vain.

Docteur E. CADENAT
Toulouse

BOURGEON INCISIF, TUBERCULE INCISIF, OS INCISIF, REGION INCISIVE

La portion antérieure de l'arc maxillaire supérieur est une région que des travaux de pathologie récents viennent de mettre à l'ordre du jour. A la lumière des recherches que nous avons effectuées sur son anatomie et son embryologie, nous voudrions faire ressortir ici les différences considérables qui séparent quatre termes : bourgeon incisif tubercule incisif, os incisif, région incisive, employés trop souvent l'un pour l'autre et dont la consonnance trop semblable attire trop facilement l'esprit à construire des systèmes artificiels et erronés.

Nous voudrions montrer que s'il existe, chez l'homme adulte, une région incisive atteinte avec prédilection par les causes morbifiques, cette région ne doit pas son individualité à un phénomène fœtal de développement ou d'ossification. Imaginer que la maladie recrée pour le frapper électivement, le tubercule médian de l'enfant atteint de bec de lièvre, le bourgeon nasal interne de l'embryon, l'os prémaxillaire de l'animal est une idée philosophique artificielle.

Tubercule incisif. — C'est de lui que part toute la confusion : le bec de lièvre double isole, appendu à la pointe du nez, un lobule dit tubercule incisif ou mieux tubercule médian. Pour Gœthe et Kolliker, ce tubercule *incisif*, dû à la persistance isolée du bourgeon *incisif*, avait

pour squelette l'os *incisif* et portait toutes les *incisives*. Successivement Albrecht et Broca ont montré qu'il y avait des incisives hors du tubercule incisif, Biondi et Warynski que l'on retrouvait des morceaux d'os incisif en dehors de ce tubercule ; tout récemment, dans notre travail inaugural (1), après avoir précisé l'évolution dans le temps et dans l'espace de ces divers éléments nous avons longuement insisté sur le fait que les formations pathologiques du bec de lièvre et en particulier le tubercule médian, n'avaient pas d'équivalent chez le sujet normal.

Bourgeon incisif. — La face est formée par la première paire d'arcs branchiaux, ceux-ci émettent deux paires de bourgeons, les bourgeons mandibulaires qui forment la mâchoire inférieure, et les bourgeons maxillaires supérieurs ou mieux jugaux. Ces derniers s'associent pour former la partie supérieure de la face avec une émanation médiane, interoculaire, le bourgeon frontal. La présence des fossettes olfactives subdivise ce dernier en bourgeons nasaux externes et bourgeons nasaux internes ; le terme de bourgeon incisif désigne suivant les auteurs soit le tout (b. frontal), soit la partie (b. nasal interne), on parle même de bourgeon incisif interne ou externe.

Nous avons pu établir que les bourgeons nasaux externes ne prenaient aucune part à la formation du rebord alvéolaire, contrairement à l'opinion d'Albrecht. Le bourgeon jugal et les bourgeons nasaux internes se rejoignent au-dessous de lui et donnent seuls naissance à l'arc maxillaire supérieur. Cette soudure se fait dans une région très antérieure, si bien que la suture incisive qui correspondra au diastème incisivo-canin se forme plus en arrière, en plein bourgeon jugal. Le terme de bourgeon incisif n'est donc plus mérité par le seul bourgeon frontal ou ses dépendances, le bourgeon jugal étant presque aussi incisif que lui. Le bourgeon frontal ou sa dépendance, le bourgeon nasal interne, sont ainsi tous deux plus restreints que l'os incisif ou que la région des incisives.

D'autre part, si dans le bec-de-lièvre, ce bourgeon gardant son autonomie évolue vers une formation distincte, le tubercule incisif, chez le sujet normal, soudé dès la fin du premier mois aux autres bourgeons, il perd toute individualité. Dans l'évolution de l'ensemble vers la formation de la mâchoire normale, les territoires individuels ne sont rapidement plus délimitables, puisque dès l'apparition des follicules dentaires (fin du 2e mois) de tels remaniements ont eu lieu que les incisives de lait sont toutes vascularisées par la dentaire antérieure, issue des bourgeons latéraux. Parler chez l'adulte de nécrose du bourgeon incisif est donc un grave anachronisme que l'extension des lésions ne justifie même pas ; celles-ci respectent le plus souvent

(1) Recherches sur l'embryogénie et la pathogénie du bec de lièvre (Thèse de Toulouse, 1923-24).

la cloison nasale ou atteignent l'incisive latérale et la canine d'origine jugale et non nasale interne.

Os incisif. — Hamy, Frison, à la suite de beaucoup d'autres, désignent sous ce terme, la portion mésiale de l'os maxillaire supérieur de l'homme qui correspond à un os distinct chez les animaux. Cet os porte là le nom d'os incisif, bien à tort, puisque chez le chien (Pozzi) il porte également les canines et que chez la baleine (Eudes-Deslongchamps) il existe malgré l'absence de dents, aussi lui donne-t-on de préférence le nom d'os pré ou intermaxillaire.

Chez l'homme, c'est abusivement que l'on parle d'os incisif ou d'os prémaxillaire ; on ne peut isoler chez l'adulte aucune formation séparée, distincte, méritant le nom d'os. Les recherches que nous avons effectuées avec M. le professeur H. V. Vallois (2), au moyen de la méthode de Spalteholz, nous ont permis de montrer que même chez le fœtus, ce point n'est isolé que pendant un très petit nombre de jours :

Le maxillaire supérieur de l'homme se développe par deux points d'ossification seulement, l'un postérieur qui apparaît au stade 20 mm., l'autre, plus tardif ; dès le stade 25 mm., ces deux points sont déjà unis en une lame osseuse, il n'y a plus d'os prémaxillaire.

De cette lame, s'élèvent deux formations qui garderont pendant une partie du développement une indépendance relative mais qui seront toujours soudées en un point au niveau de la lame primitive, région incisivo-canine du rebord alvéolaire antérieur. Par leur emplacement et leur structure générale, ces deux formations répondent bien, l'une à l'os maxillaire supérieur des animaux, l'autre à l'os prémaxillaire mais elles ne sont chez l'homme que deux régions d'un même os, on ne peut parler que d'un *prémaxillaire* mais non d'un *os prémaxillaire* ou d'un os incisif.

Ce prémaxillaire porte les deux incisives en entier, contrairement à l'opinion de Warynski, il est unique de chaque côté et non double comme le voulaient Albrecht et Biondi. Fait qui nous intéresse particulièrement, son territoire ne se borne pas à la région alvéolaire, mais déborde nettement par son apophyse montante qui forme le rebord osseux externe des fosses nasales et atteint en haut l'os propre du nez. Dès la naissance, les limites de cette formation deviennent indistinctes et à l'âge de 5 ans, il n'en reste aucune trace, le maxillaire supérieur est un.

La nécrose atteint assez grossièrement les limites de l'ancien prémaxillaire au niveau du bord alvéolaire, jamais elle ne frappe son apophyse nasale, elle se limite d'autant moins au seul territoire de l'os incisif que ce prétendu os n'a plus de limites propres.

---

(1) VALLOIS et CADENET. C.R. des séances de la Société de Biologie.

En somme, le tubercule incisif est une formation exclusivement pathologique, qui ne portant pas toutes les incisives est mieux nommée tubercule médian,

Le bourgeon incisif, une formation du premier mois embryonnaire : le bourgeon nasal interne,

L'os incisif, un os de l'animal, que reproduit dans ses dispositions le prémaxillaire du fœtus et du nourrisson englobé chez l'adulte dans l'unité du maxillaire supérieur.

Que frappe donc la nécrose chez l'adulte? Une région incisive qui doit justement son originalité à l'extrême diversité de ses origines et de sa constitution.

Région incisive. — Nous la définirons ainsi : le coin que détacherait un fil-scie introduit de la bouche aux fosses nasales par les canaux incisifs et conduit en avant et en dehors vers le diastème incisivo-canin. Cette région topographique n'a pas d'homogénéité anatomique, elle comprend des os, des dents, des tissus mous; pas d'homogénéité embryologique, elle est issue à la fois du bourgeon nasal interne et du bourgeon jugal, pour une toute petite partie du bourgeon nasal externe ; cependant elle a une individualité pathologique réelle, conditionnée par plusieurs facteurs :

a) C'est une masse de tissu osseux spongieux, entourée de toutes parts par des muqueuses (muqueuses nasale, buccale, vestibulaire) ; pénétrée de plus par les dents incisives, elle est ainsi ouverte aux infections exogènes.

b) Cette éponge osseuse reçoit de nombreux vaisseaux : vaisseaux palatins antérieurs, sphéno-palatins, dentaires antérieurs qui s'y terminent et s'y anastomosent, d'où de nombreuses facilités offertes aux infections endogènes.

c) Si tout se ligue pour apporter l'infection, tout conspire pour affaiblir la résistance locale : traumatisme incessant des moyens d'attache des incisives, travaillant en porte-à-faux; situation superficielle des rameaux nerveux, sous muqueux (Escat, Clermont) et par conséquent aisément atteints, remaniements successifs de la vascularisation, à la phase embryonnaire (Cadenat), à la phase fœtale et à l'époque de la dentition, (Dubreuil-Chambardel et Bernardeau).

d) L'hétérogénie embryonnaire de la région en fait, outre le lieu d'élection des malformations congénitales, un point où des ilots épithéliaux embryonnaires au repos pourront se réveiller sous des influences diverses et donner des kystes, des fistules ou même des tumeurs d'allure spéciale.

Cette région ainsi délimitée et individualisée est celle que frappent les phénomènes de nécrose sans qu'aucune des raisons de cette spécificité puisse être rapportée à l'os ou au bourgeon.

En résumé :

On doit en pathologie définir une région incisive, région qui par

suite de sa constitution et de sa topographie est atteinte d'une façon spéciale par les processus pathologiques.

Il n'y a pas lieu chez l'adulte de parler de pathologie de l'os incisif et du bourgeon incisif, les termes sont eux-mêmes mauvais et ne représentent plus que des choses disparues et méconnaissables.

Si l'on écarte définitivement du vocabulaire les mots tubercule incisif, os incisif, bourgeon incisif, pour les remplacer par ceux de tubercule médian, prémaxillaire, bourgeon nasal interne, on fait du même coup disparaître les confusions fâcheuses causes de la multiplicité et de la diversité des théories du bec de lièvre.

G. VIAU

Professeur honoraire à l'Ecole Dentaire de Paris

LE MANUSCRIT DE PIERRE FAUCHARD

Fauchard dans la préface de son livre dit que son manuscrit était terminé en 1723.

Je suis heureux de profiter du Congrès de Liége pour vous présenter l'historique de la découverte de ce manuscrit et de l'étude que j'ai pu en faire.

Tout d'abord je crois devoir indiquer comment j'ai été amené à la conviction de l'existence de ce manuscrit.

Par un catalogue ancien de vente de bibliothèque j'avais appris que le manuscrit de Fauchard existait et qu'il avait fait partie de la collection J. R. Duval, praticien des plus qualifiés, membre de la Société de chirurgie de Paris en 1813 et plus tard membre de l'Académie royale de Médecine. Duval est l'auteur de plus de vingt ouvrages ou mémoires se rapportant à notre spécialité. Toutefois je n'avais pas retrouvé la trace de ce précieux document, malgré mes recherches, notamment à la Bibliothèque Nationale.

Or, un jour que j'étais à la Faculté de Médecine de Paris pour consulter l'ouvrage rarissime d'Urbain Hémard, publié à Lyon en 1582, l'idée me vint de demander à tout hasard et par acquit de conscience le manuscrit de Pierre Fauchard. Je libellai le bulletin de demande, je le remis à l'employé et, à ma profonde stupéfaction,

quelques minutes après, ce manuscrit était déposé devant moi ! Je laisse à penser la joie intense que j'éprouvai!

Ceci se passait en 1892.

J'eus donc tout le loisir d'étudier ce manuscrit et si je n'ai pas dévoilé à ce moment ma découverte, c'est que je comptais déjà à cette époque me livrer à une étude complète de l'ouvrage, travail terminé depuis longtemps, mais que les circonstances ne m'ont pas permis de communiquer plus tôt. C'est dans ce travail que je me réservais de signaler ce que je viens de rapporter.

Comme nous venons de le dire, Fauchard signale dans sa préface que son ouvrage était prêt à être imprimé dès 1723 ; mais que ses occupations professionnelles l'empêchèrent de le faire éditer à ce moment. Cette raison fut-elle la seule? Malgré tous les mérites qu'il pouvait reconnaître à son travail au point de vue professionnel, Fauchard, dont les humanités avaient été rudimentaires, n'a-t-il pas hésité d'abord à confier à l'imprimeur un ouvrage où les pensées justes abondaient à coup sûr, mais dont la tenue littéraire et le rapport avec l'état de la science contemporaine pouvaient paraître insuffisants. Il était trop intelligent et de trop grand mérite pour ne pas s'être aperçu des lacunes que pouvaient contenir son œuvre première et pour n'avoir point souhaité de les combler.

La modestie dont il fait preuve dans maints passages de son livre et la déférence qu'il témoigne toujours aux sommités de la médecine ou de la chirurgie, ne permettent pas de croire qu'un vain amour-propre d'auteur ait pu l'arrêter dans la collaboration utile avec une érudition amie.

L'étude du manuscrit de Fauchard, sur laquelle se grefferont des renseignements venant d'autres sources, va répondre à cette question.

A diverses reprises, je pus prendre connaissance de ce manuscrit et tirer de son étude quelques déductions que je vais exposer ici.

Voici du reste ce que j'en disais déjà en 1893, dans la préface de la 1re édition du « *Guide pratique et formulaire pour les maladies de la bouche et des dents* » que je publiais alors.

« *J'ai eu la bonne fortune de parcourir récemment le manuscrit original de l'ouvrage de Pierre Fauchard ; on peut voir avec quel soin, avec quelle conscience, l'auteur l'avait élaboré. Le travail a été recopié d'une belle écriture, lisible et correcte. Fauchard a lu, relu, complété son manuscrit avant de le livrer à l'impression.*

« *Ici il fait une rature, modifie une opinion qui lui semble hasardée ; là il ajoute une observation ; ailleurs il déplace un chapitre, intercale une description d'instrument. Ce n'est pas une compilation menée à la hâte par un écrivain disert qui a beaucoup lu, c'est le travail méthodique d'un praticien qui se passionne pour son art, tient à être sûr de ce qu'il avance et conserve pour sa spécialité les forces vives de son intelligence.* »

***

Le manuscrit de Fauchard porte le n° 2.232 des manuscrits et se compose d'une série de cahiers brochés, dont les feuillets, au nombre de 400 environ, ont trente-deux centimètres de haut sur vingt-deux de large. Ils sont écrits au recto et au verso et chaque page a 7 centimètres de marge.

A la première page, au-dessous du titre, se trouve une annotation qui indique que ce manuscrit précieux fut en la possession de J.-R. Duval.

D'après la même annotation, J.-R. Duval fit don du manuscrit à René Marjelin, son petit-fils, également médecin, mais qu'il ne faut pas confondre avec Marjelin le père, qui fut une grande célébrité médicale.

On remarque trois sortes d'écritures dans ce manuscrit : d'abord, par rang d'importance, celle d'un copiste, grande, bien soignée, très lisible. Les adjonctions sont en majeure partie d'une seconde écriture, ainsi que des pages assez longues intercalées dans le manuscrit. Cette écriture peu régulière tranche grandement sur la première et doit être celle de Fauchard.

Si ces pages et ces adjonctions marginales n'étaient pas reconnaissables à leur écriture moins correcte, elles le seraient par leur orthographe souvent rudimentaire. Nous avons vu plus haut que Fauchard, obligé de bonne heure à travailler pour vivre, n'avait sans doute qu'une instruction élémentaire. Toutefois nous devons faire remarquer qu'au commencement du XVIII[e] siècle, l'orthographe était passablement négligée et cela n'avait pas la même importance qu'aujourd'hui.

Enfin une nouvelle écriture se remarque dans les annotations marginales et les corrections écrites directement par Fauchard. Cette troisième écriture est certainement celle d'un correcteur érudit, auquel Fauchard aura soumis son manuscrit, probablement un de ces correcteurs bénévoles auxquels il fallait nécessairement des connaissances générales sur la matière pour pouvoir se bien pénétrer de la pensée de l'auteur. Or, nous voyons par l'examen du manuscrit que les annotations concernant les parties scientifiques ou plus particulièrement chirurgicales sont en beaucoup plus grand nombre dans le premier tome que dans le second, lequel traite plutôt de la prothèse.

De ce fait, nous pouvons induire que ce collaborateur était un chirurgien non spécialiste, à même de bien traiter des faits généraux exposés dans l'ouvrage, mais auquel la prothèse était matière totalement inconnue. Néanmoins, nous en serions, sur ce sujet, réduit aux hypothèses si nous n'avions d'autre part des renseignements qui corroborent nos déductions et nous donnent le mot de l'énigme.

En premier lieu nous devons constater que, parmi les approba-

tions de son livre, placées en tête du premier tome et qui toutes émanent de sommités de la chirurgie ou de la médecine de l'époque, il s'en trouve une particulièrement motivée, qui échappe à la banalité des autres, et qui montre que son auteur est plus pénétré de l'importance du sujet traité : c'est celle de Devaux, chirurgien juré et ancien prévôt de la Compagnie.

Devaux, né à Paris en 1649, mort en 1729, était donc déjà très âgé, en 1724, date de l'approbation en question.

Devaux, qui fut surtout en quelque sorte le littérateur de sa profession, est l'auteur d'une foule d'ouvrages, notamment *Le Médecin de soi-même; Les aphorismes d'Hippocrate* (1725-27), etc... Il publia en outre et vulgarisa de nombreux ouvrages anciens, entre autres *L'Anatomie de Dionis* qu'il enrichit de planches nouvelles et de ses réflexions. Cette anatomie eut un succès particulier, puisque l'Empereur de Chine Khang-Hi (1662-1723), de la dynastie tartare-mandchoue des Tsing, chargea le Père jésuite Pérennin de la faire traduire en langue tartare, traduction à laquelle furent employés trois mandarins, deux écrivains et deux peintres des plus habiles pour les figures.

Devaux était donc bien l'homme qu'il fallait à Fauchard pour l'aider à mettre son œuvre au point et à en tirer tout le parti possible. Comme le faisait remarquer Pierre Sue, le jeune maître en chirurgie et professeur à l'Ecole pratique, dans son panégyrique de Devaux en 1722 : « Il excellait à l'extrait raisonné des différents ouvrages, à s'en approprier la substance et à en tirer pour ainsi dire, le suc. »

Nous devons en outre faire remarquer que l'approbation de Devaux datée de mars 1724, devance de beaucoup les autres approbations du livre. Car celles de Winslow, Huguet, Helvétius, de Jussieu, ainsi que le privilège du Roy, et des prévôts, gardes et receveurs en charges, sont datées de 1725 à 1728. Ce sont des véritables approbations officielles.

Devaux, intelligence alerte, malgré son âge, et certainement dans l'intimité de Fauchard, fut frappé de la réelle valeur de l'ouvrage, mais il dut faire à son auteur les remarques et les critiques qu'autorisaient son savoir et son expérience, et il motiva certainement ainsi le retard apporté par Fauchard à l'édition de son livre (1728).

Mais une preuve plus réelle domine ces présomptions établies par l'étude du manuscrit. En effet, à la page 53 du panégyrique rappelé plus haut, Pierre Sue, dans l'examen des ouvrages qui passèrent par les mains de Devaux, dit :

« On prétend, et non sans raison que M. Devaux a eu beaucoup de part à un ouvrage de M. Fauchard. »

Cet ouvrage, qui s'est toujours soutenu jusqu'ici, malgré les progrès qu'on a faits dans cette partie de l'art de guérir, avait besoin de la plume de notre auteur pour être en état de paraître au jour ;

et c'est là le moindre service qu'ait rendu à M. Fauchard, dans cette occasion, M. Devaux. Car il fit aussi à l'ouvrage des corrections, inséra des observations qui n'appartenaient qu'à lui. L'approbation qu'il a donnée est aussi très motivée et suffit seule à prouver qu'il n'y avait qu'une personne ayant mis la main à l'ouvrage qui pût donner une approbation aussi circonstanciée.

Toutes ces preuves nous permettent donc d'admettre que Devaux fut bien le collaborateur de Fauchard, tout au moins pour la mise en œuvre des matériaux amassés.

Quel que soit l'apport de Devaux, ce qui appartient bien en propre à Pierre Fauchard, comme chacun peut le constater en étudiant son livre, c'est sa sagacité d'observation, sa hardiesse, sa dextérité, ainsi que son ingéniosité dans la chirurgie dentaire et la prothèse.

Il fut pour la première fois fait allusion à cette collaboration par un dentiste allemand Johann J. J. Serre (1759-1830), dans son livre : Praktische Darstellung der Zahnarztneikunst, publié à Berlin en 1803. Cet auteur dit en substance que Fauchard n'était pas l'auteur du *Chiriurgien-dentiste* ou *Traité des dents ;* ce serait, ajoutait-il, un certain M. de Vaux, chirurgien juré à Paris, qui aurait écrit le livre, Fauchard y aurait simplement collaboré pour la partie *Observations.*

Il est difficile de manquer davantage de jugement et de compréhension ! En effet, Johann J. J. Serre, qui est considéré en Allemagne comme un des plus savants et des plus habiles praticiens de l'époque, aurait dû se rendre compte que toute la technique exposée dans l'ouvrage de Fauchard était bien propre à ce dernier, tandis que la part de Devaux consistait uniquement dans un apport littéraire.

Par contre, de nos jours, Geist Jacobi, autre auteur allemand, dans sa *Geschichte der Zahnheilkunde* (1896), rend à Fauchard l'hommage qui lui est légitimement dû, et, en faisant allusion à l'insinuation malveillante de son compatriote, il ne semble pas trop y croire.

En 1824, W. Brück, de Breslau, publie une étude très savante dans laquelle, en adressant de grands éloges à Fauchard, il le considère comme le créateur de la dentisterie moderne.

En France *La Notice sur l'histoire de l'art dentaire* de notre excellent ami Lucien Lemerle (Paris, 1900) présente une étude très consciencieuse de l'ouvrage de Fauchard.

Mais c'est surtout aux Etats-Unis que l'œuvre de Fauchard a été le plus appréciée et le plus commentée, bien que son livre n'ait pas été traduit en langue anglaise. Le premier, Chapin A. Harris, un des noms les plus justement illustres de la profession, a commenté cet ouvrage, en en faisant ressortir toute l'importance. Après lui, W. H. Truman a étudié en détail les méthodes de Fauchard qu'il citait en exemple, et a compris et apprécié comme il convenait la collaboration de Devaux.

Plus récemment, Charles Mac Manus et Burton Lee Thorpe ont

analysé à leur tour le *Chirurgien-dentiste* et proclamé son auteur le père de la dentisterie moderne.

C'est sur cette reconnaissance par nos confrères des Etats-Unis de la haute valeur et du grand mérite de notre illustre précurseur, auquel ils ont voué un culte tout particulier et pour lequel ils professent une admiration sans bornes, que je terminerai cet exposé, en vous remerciant d'avoir bien voulu lui réserver bon accueil.

Dr PITSCH

Le Docteur Pitsch a publié dans la *Revue Odontologique* l'exposé d'une méthode de dévitalisation et d'obturation des dents en une séance, qui lui est personnelle et qu'il m'a chargé de résumer ici, étant dans l'impossibilité d'assister au Congrès.

Cette méthode a pour caractéristiques :

Dans le troisième degré :

Laisser les filets radiculaires dans les canaux en n'enlevant que la pulpe et les embaumer sur place à l'aide d'une pâte Formogène qu'il a fait spécialiser.

Allant plus loin, le Docteur Pitsch conseille dans les cas ou la pulpe est mise a nu accidentellement dans le traitement d'un second degré, ou lorsqu'on la trouve exposée par suite de la fracture de la dent ou de la chute d'une obturation, de placer la Pâte directement sur la pulpe en la laissant en place, sans même vider la chambre pulpaire.

Ces opérations doivent être faites autant que possible sous piqûre.

Ne plus employer l'acide arsénieux que le ligament supporte mal et qui donne de l'arthrite.

Il est inutile par la suite d'enlever la pulpe. La pulpe embaumée sur place aussi bien que les filets radiculaires ne donnera aucune réaction du côté du ligament et le lendemain, la dent sonnera comme la voisine.

Un bridge ou une couronne peuvent être établis immédiatement sur une dent ainsi traitée.

Dans le quatrième degré :

La méthode consiste à ramoner les canaux avec des forets de Gates dont la tête piriforme assure mieux le retour en arrière des matières putrides, à laver avec de l'eau pure, à assécher la dent, à

la chauffer et à introduire dans la chambre pulpaire la même Pâte que pour le 3e degré.

Ne pas s'inquiéter des fistules qui se guérissent sans autre manœuvre surajoutée.

La Pâte Formolique introduite dans la cavité formée par la chambre pulpaire et les canaux radiculaires qu'on a pu ramoner, constitue un réservoir de formol gazeux qui se chargera d'aller asepsier les canaux qu'on n'a pas pu atteindre aussi bien que les canaux aberrants d'Aguilhon de Sarran et de Grove, ainsi que les multiples foramina si fréquents, comme nous l'a montré également Grove.

Le traitement des 4e degrés est pratiqué par le Docteur Pitsch depuis 25 ans ; quant au traitement des 3e degrés, il l'a perfectionné pendant la guerre, au moment où il manquait le forets de Gates.

La dévitalisation d'une dent ou son asepsie si elle est ouverte ne demande que quelques minutes, l'établissement d'un bridge se réduit uniquement au meulage des dents.

Cette méthode sera d'ailleurs détaillée par le Docteur Pitsch lui-même en octobre prochain, au Congrès de Stomatologie et la discussion qui suivra la communication ne manquera pas de mettre en évidence toutes les objections qui pourraient venir à l'esprit des praticiens.

F. FABRET

Nice

DEMONSTRATION PRATIQUE DE L'AVULSEUR

« Pour la clarté de la démonstration, nous allons débuter par l'extraction de quelques racines de dents incisives dans la bouche de ce premier sujet.

Je vous rappelle que l'avulseur que j'ai déjà présenté à Bordeaux l'année dernière, se compose de deux leviers : c'est ce qu'en mécanique on appelle *un couple*, donnant une puissance considérable avec un effort minime.

« Des deux leviers, l'un sert de point d'appui. Il est tenu par la main gauche, l'autre constitue l'avulseur proprement dit. Il est manié par la main droite.

« J'ai modifié le levier point d'appui en supprimant le ressort et

la tige à coulisse qui le compliquaient. Ces organes ont été remplacés par un anneau libre autour d'une bielle jouant à son tour très librement dans une cavité ménagée au coude de la béquille du levier.

« Le levier avulseur n'a subi aucun changement.

« La béquille du premier levier est protégée par une gaine épaisse en caoutchouc mou, habillée d'une gaze stérilisée pour assurer l'asepsie parfaite de l'instrument déjà stérilisé. Cette gaine s'applique au palais dont elle épouse les formes. Pour opérer l'extraction, je glisse le bec de l'avulseur dans la fente gingivale que je viens de pratiquer au bistouri, dans le sens de la racine et dès que je sens mon instrument en bonne prise je fais basculer sans effort l'avulseur autour de l'anneau. La racine irrésistiblement chassée quitte l'alvéole. Voici la première racine, voici la seconde, et voici la troisième avulsées sans effort. »

Le second sujet, présente une première grosse molaire supérieure droite, découronnée. L'anesthésie locale est pratiquée. A l'examen on trouve que les racines sont séparées.

M. Fabret préconise la position du décubitus dorsal pour toutes les opérations à l'Avulseur.

« Il faut toujours, dit-il, dominer le champ opératoire. »

Un petit coup de bistouri ayant, au préalable, ouvert la gencive le long des racines, l'opérateur se place derrière le patient. Le tampon de caoutchouc est appliqué contre le palais à la face interne du bord alvéolaire contenant les racines. Le bec de l'Avulseur est ensuite mis en place après que la spirale a été engagée dans l'anneau.

Quand il est bien sûr que cette mise en place est parfaite, l'opérateur n'a plus qu'à faire basculer, sans effort, le levier avulseur et la racine est doucement expulsée.

Avec l'Avulseur, il n'y a aucun risque de dérapage comme avec l'élévateur, le pied de biche ou la langue de carpe : l'Avulseur, solidement engagé dans l'anneau, ne peut exécuter que le mouvement d'avulsion.

Le levier d'appui suivant tous les mouvements de la tête, aucun faux mouvement n'est à redouter.

Les deux racines externes de la première molaire sont enlevées sans effort.

Pour la racine palatine, l'opérateur s'est déplacé et, prenant position en face du patient, a appliqué le tampon de caoutchouc sur la paroi alvéolaire vestibulaire. L'Avulseur a basculé la racine palatine de l'intérieur à l'extérieur.

Après cette intervention, le Dr Roy demande à M. Fabret d'extraire au patient la dent voisine, une deuxième prémolaire découronnée, dont l'extraction paraît difficile. M. Fabret y consent volontiers bien que gêné par la foule des confrères qui se pressent et qui, montés sur les tables et les chaises, interceptent la lumière.

L'avulsion de cette racine pratiquée également avec facilité, le Dr Roy fait remarquer le succès de cette opération malgré les mauvaises conditions dans lesquelles se trouvait l'opérateur. L'examen de la racine extraite révèle cette forme longue et sinueuse qui caractérise les extractions laborieuses.

Le troisième patient présente une racine de prémolaire inférieure droite incluse, une double tentative d'extraction pratiquée un mois auparavant n'avait pu déloger la racine retenue dans un tissu osseux extrêmement résistant.

M. Fabret expose sa technique dans ce cas spécial.

Dissection des bords gingivaux mettant la racine à nu et ouverture au bistouri de la gencive recouvrant la table interne du maxillaire renfermant la racine.

Cette entaille part du bord gingival pour aller jusqu'à la partie muqueuse au niveau de l'apex.

Le levier d'appui est appliqué par son tampon de caoutchouc dans le sillon gingival. Le bec de l'Avulseur suit l'entaille et va se fixer le plus loin possible près de l'apex. A ce moment, le mouvement de bascule est imprimé au levier avulseur qui, grâce à son bec tranchant et évidé, découpe une fenêtre osseuse. Par cette fenêtre, l'extraction de la racine incluse devient aussi aisée que celle d'une dent de prise normale.

Un quatrième et un cinquième patients sont opérés de la même façon. L'Avulseur est universel et le même instrument sert pour pratiquer toutes les extractions.

Dr SIFFRE

Ancien Président de la Société d'Anthropologie, Paris
Directeur honoraire de l'Ecole Odontotechnique, Paris

INAPTITUDE DENTAIRE DES PREHISTORIQUES

Quand on étudie la denture des hommes préhistoriques antérieurs aux néolithiques, bien entendu, l'on est frappé par les lésions que portent leurs dents.

A priori, on est porté à faire le diagnostic de caries multiples et d'en déduire qu'ils possédaient une denture à résistance inférieure à celle même des contemporains. La Chapelle-aux-Saints, La Ferrassie, Brocken Hill, présentent en effet des dégâts considérables de leurs dents.

Contrairement à ce qu'on pourrait croire, la carie chez ces hommes anciens est secondaire à un fait principal qui domine la situation. *C'est tout d'abord l'usure considérable de leurs tissus dentaires qui rend faibles leurs dents, après que tout l'émail à disparu et qu'il n'en reste qu'une mince couronne au collet, après usure de plus de la moitié et des deux tiers de la couronne, usure qui a ouvert la cavité pulpaire et permis ainsi l'infection de la pulpe propagée au delà du foramen, déterminant l'infection banale périradiculaire et toutes ses conséquences.*

De plus, la fracture facile de l'anneau d'émail aux points proximaux, créant des cavités dans lesquelles peuvent s'accumuler tous les éléments microbiens décalcificateurs, la carie s'établit et fait des dégâts importants, si bien qu'en se contentant d'une appréciation superficielle des faits constatés, on est entraîné à penser que ces hommes à denture robuste font, tout comme un contemporain, de nombreuses et vastes caries.

Dans ce résumé, il ne m'est pas possible de m'étendre davantage sur ces faits, leur étude sera publiée *in extenso* ailleurs qu'en les comptes rendu sdu Congrès de l'A.F.A.S. de Liége, et je serai très heureux d'adresser aux collègues que la question intéresse le tirage à part que j'en ferai. En attendant, j'exprime une opinion toute personnelle, en pensant que les documents dont j'ai parlé ci-avant sont fournis par des sujets ne semblant pas avoir vécu dans un milieu où les aliments adéquats à leur nourriture existaient; il semble qu'ils ont dû être obligés de se nourrir avec ce qu'ils trouvaient, sans possibilité pour eux d'avoir le choix parmi les productions alimentaires offertes là où ils vécurent.

Ces crânes n'auraient pu appartenir qu'à une sorte d'*Homo errans*, s'échappant d'une collectivité où l'on pouvait manger sans user ses dents, alors qu'où ils vécurent et moururent des aliments *pour hommes* n'existaient pas? N'auraient-ils pas été des esclaves de groupes humains plus civilisés, devenant alors une sorte d'*Homo slavus?*

Cette interprétation déduite exclusivement des documents tels Brocken Hill.

NOTE SUR LA TOPOGRAPHIE APICALE

L'étude de l'apex radiculaire montre que la division du filet pulpaire n'est pas la seule complication anatomique, topographique qui vienne nous faire perdre l'espoir de surmonter les difficultés du traitement des affections funiculo-pulpaire et, plus particulièrement, de celles siégeant au foramen apical même.

L'examen de coupes histologiques de la région foramino-apicale montre, en effet, qu'en plus des divercules du cordon ou filet pulpaire, il existe de grandes lacunes constituées au sein du tissu dur qui termine une racine dentaire. Ce tissu dur est constitué, soit par du cément, soit par de l'ivoire, soit encore par un tissu amorphe, l'un ou l'autre ou tous réunis, contenant de petits espaces vides, de quelques dixièmes de millimètres à un millimètre et davantage. Ces lacunes tissulaires communiquent entre elles et aussi avec les diverses ramifications pulpaires apicales et quelquefois aussi sont directement en rapport avec la superficie de l'apex.

L'on conçoit donc, qu'en présence de cette topographie compliquée nous ayons des insuccès où légitimement nous aurions droit au succès, par les soins appportés au traitement logique d'une affection pulpaire et; pour préciser, d'une funiculite pulpaire foraminale.

La terminaison de la pulpe au foramen est très compliquée, car les canalicules de l'ivoire suivent des courbes contorsionnées; ils sont même, dans certains cas, pour ainsi dire isolés, comme séparés du tronc principal formant de très fins canaux, quelquefois borgnes, c'est-à-dire finissant sans ouverture externe, vers la surface radiculaire, mais aussi quelquefois aboutissant à cette surface, constituant alors de petites grottes que l'infection péri apicale peut envahir sans qu'il soit possible d'atteindre les microbes qui s'y sont introduits, tout au moins par un traitement strictement effectué dans le canal radiculaire.

La situation reste la même si les lacunes sont situées entre le tissu terminal de la racine, cément ou tissu amorphe; on ne peut les atteindre qu'en faisant sortir un antiseptique par le foramen avec l'espoir de le voir se répandre sur la surface même de l'apex.

Bien que la question ne soit pas nouvelle, elle mérite d'être étudiée très précisément. C'est ce que j'ai l'intention de faire ultérieurement et d'en apporter les résultats à la section d'odontologie, au prochain Congrès, à Grenoble.

SCIENCES PHARMACEUTIQUES

Président ..... Eugène HAIRS, Professeur à l'Université de Liége.

Secrétaire ..... Jean JASPAR, Pharmacien, Liége.

J. BREUGELMANS
Bruxelles

LA PHARMACIE. — SON PASSE. — SON AVENIR

Le titre est un peu gros. Pour le développer à sa taille, il faudrait un volume. Et le règlement du Congrès nous concède quelques pages. Force nous sera donc d'écourter cet exposé qui en deviendra presque schématique, ce qui n'implique pas forcément brièveté d'exposition.

J'aurais voulu voir ce sujet traité par plus autorisé que moi, par quelqu'un surtout qui aurait pu parler et juger en historien distant et désintéressé, par quelqu'un qui n'aurait pas été mêlé de si près au mouvement professionnel des sept derniers lustres.

Le distingué Président de la XVe Section en a jugé autrement.

N'ayant pas le choix des hommes, pressé par le temps très court qui sépara la création, au sein du Congrès, d'une section autonome pour la pharmacie, du jour où il fallut constituer les cadres de cette dernière et dresser son programme, il a jeté son dévolu sur un « cheval attelé », toujours attelé, hélas ! et rivé au brancard.

C'est la raison de ma présence ici. Cela vous vaudra, Messieurs, une déception. J'ai tenu à l'évoquer par avance pour pouvoir m'en excuser en faisant la part des circonstances.

***

Cela dit, j'entre dans le vif du sujet.

Le passé de la pharmacie peut nous intéresser au titre historique. Le cadre de cette étude est trop étroit pour songer à y loger la suite des détails chronologiques qui situent l'histoire de la pharmacie à travers les derniers siècles, ne fût-ce qu'au point de vue restreint de nos deux pays : la France et la Belgique, plus spécialement unies sous ce drapeau, comme elles le sont sur d'autres terrains, par l'attirance mutuelle et les nécessités sociales et politiques.

Encore importera-t-il de dégager des faits historiques, que nous évoquerons brièvement, des leçons profitables.

Nos législations sur l'art de guérir, en France et en Belgique, ont eu des origines communes. Notre loi fondamentale du 12 mars 1818 comme la loi française du 21 germinal an XI résument, peut-on dire, en les précisant et en les codifiant, tout ce que l'expérience avait reconnu bon dans le fatras des dispositions spéciales et successives qui régirent la Pharmacie en France et en Belgique, sous forme de chartes, édits, sentences, jurandes, licences, arrêtés, ordonnances, règlements, décrets, etc.

Si nous en croyons le savant historien Germain, dès le commencement du XII[e] siècle (Histoire du Commerce de Montpellier), le commerce des drogues et des épices, qui servaient à la confection des médicaments, était entre les mains du corps des épiciers, profession marchande des plus honorée, qui comprenait les apothicaires, les épiciers proprement dits, les droguistes, les confiseurs, les ciriers : les droguistes et les épiciers *revendaient telles quelles les matières premières*, drogues indigènes ou apportées de l'Orient et les épices qui jouaient un grand rôle dans la pharmacie, tandis que les apothicaires vendaient plus particulièrement les produits médicamenteux *préparés*.

En outre, les apothicaires prêtaient serment, ils soumettaient leurs préparations à l'inspection des doyens et maîtres de la médecine, ils passaient des examens publics, étaient astreints à un stage prolongé.

En 1514, Louis XII donne une jurande reconnaissant que « l'épicerie est un *commerce* et l'apothicairerie un *art* », distinction qu'il faudrait bien rappeler de nos jours à certains dévoyés du commercialisme pharmaceutique .

C'est déjà contre des gens de l'espèce, vraisemblablement, que sévit le magistrat de Bruges en 1697, lorsqu'il réglementa le prix des médicaments dans l'intérêt de la santé publique, afin de mettre un terme aux abus dans le débit des drogues — à prix usuraire, allez-vous dire? Que non pas — « dans le débit des drogues *à vil prix* ».

En 1777, la corporation se dénomma le Collège de Pharmacie.

Nul ne pouvait se qualifier « maître en pharmacie, avoir laboratoire et officine » que pour autant « *qu'il posséderait et exercerait personnellement sa charge* ».

Toute location ou cession de privilège était strictement interdite.

On ne tolérait pas, à cette époque, les pharmaciens par procuration, les pharmaciens honoraires, hommes de paille (à gages) du premier venu, de la première entité individuelle ou collective en passe d'exploiter le diplôme et le diplômé.

Nous arrivons à la Révolution niveleuse de 1789 — qui avait aboli tous les droits de toutes les maîtrises et jurandes. Il n'y eut plus que des « patentes ».

Conséquence : Les prévôts des pharmacies signalent, en 1793, le danger de la fausse interprétation des décrets et du mot « *liberté du commerce* » qui s'y trouve formulé.

Sous la poussée du régime égalitaire et démocratique, les privilèges de la pharmacie ont été méconnus, on a légiféré contre ces privilèges et le résultat ne tarde pas à se faire sentir.

Le commercialisme se met à sévir au détriment du sens scientifique et, une fois encore, la pharmacie dévie de ses devoirs et de son objectif essentiel.

Il faut un décret (23 germinal an X) pour instituer des commissaires inspecteurs chargés de réprimer policièrement « les ventes illicites de médicaments, d'effectuer la saisie des médicaments de qualité suspecte ».

Enfin, avec la loi du 21 germinal, an XI, on détermine le rôle scientifique de la pharmacie : formation universitaire exigée d'après un programme d'études officiel, on filtre les aptitudes à l'aide d'examens sévères, on organise la surveillance serrée de la profession.

Le serment vient renforcer la portée des exigences en matière pharmaceutique, on fait jurer au pharmacien que la « *moralité et la probité sévères autant que la science dirigeront sa conduite dans l'exercice de sa profession* ».

Notez ce triptyque lapidaire qui devrait figurer au frontispice de toutes les pharmacies : *moralité*, *probité*, *science*, en lieu et place des enseignes pour « foire commerciale » qui déparent certains immeubles à destination censément pharmaceutique.

Voici l'Empire. Le génie universel qui préside à ses destinées à vu de son regard d'aigle toute l'importance des *vertus pharmaceutiques* prises dans le sens du *virtus* romain. Il institue une *chambre de discipline* désignée « pour visiter les pharmacies, poursuivre ceux exerçant sans titre légal, de s'opposer à tous abus susceptibles de compromettre la santé des citoyens et l'honneur de l'art, d'assurer une égale répartition des médecins et autres personnes exerçant l'art de guérir entre les villes et les campagnes ».

Aujourd'hui, le peuple est souverain. Ses représentants pensent

« peuple » ou sont prisonniers du sentiment peuple. La démocratie, qui n'est pas toujours l'amour du peuple, comme on le pourrait croire, mais la déformation du sens gouvernemental obnubilé par un bas électoralisme, la démocratie a le niveau intellectuel de son état. Pour dominer une situation, il faut la voir *de haut*. Ce n'est pas d'en bas qu'on voit les défauts de la superstructure; on les ignore, on ne les conçoit pas.

C'est dans le populaire qu'on entend formuler ces apophtegmes au sens étroitement niveleur qui suent l'indigence mentale : la liberté du commerce, la libre concurrence doivent être respectées en matière médicale!

Il s'agit de légiférer pour une profession qui s'abrite sous le triple bouclier, défini plus haut, de *moralité*, de *probité sévère* et de *science*.

Les législateurs, eux aussi, envoûtés par les préjugés terre à terre dont ils sont les prisonniers involontaires et résignés, préconisent la concurrence libre des prix en pharmacie.

Il s'agit d'immatérialité du domaine de la conscience et de l'esprit, on nous objecte des matérialités vénales et vulgaires qui sont sans pertinence.

La médecine, la pharmacie, privées de ces sauvegardes moralisatrices, qu'est-ce? sinon des professions empiriques relevant du charlatanisme et du vespasianisme?

Aussi longtemps que le législateur considérera sous l'angle rabaissé de la démocratie les professions « libérales », les professions de science et de conscience, les professions qui ne peuvent vivre que sur les cimes, nous verrons se produire, sous l'effet des mêmes causes, les mêmes régressions, les mêmes décadences qui ont marqué l'évolution de ces professions dans les périodes à nivellations sociales généralisées.

Alors doivent invariablement surgir les réglementations policières, les restrictions sévères, les sanctions lourdes et renforcées à portée de main de la police répressive.

Qu'importent ces sévérités du Code, si la mentalité corporative est déviée?

On ne régente pas l'élite par des textes de loi, *si l'élite ne se régente pas elle-même*, si son élévation morale ne lui dicte pas sa ligne de conduite. Vous aurez beau flageller l'enfant vicieux, vous ne l'amenderez pas. Au contraire, vous lui ferez perdre le peu de ressort qu'il conservait pour revenir à la raison et au devoir.

Ainsi en va-t-il pour les classes intellectuelles qui forment l'élite de la nation, on les diminue à leurs propres yeux et aux yeux de la foule en essayant de les brider par une législation liberticide et destructive du sens de l'autosuggestion morale et déontologique.

Les pouvoirs constitués ne peuvent pas traiter les classes dirigeantes comme des personnes mineures et irresponsables, ils se

doivent, au contraire, d'exalter chez elles le sens de leurs hautes responsabilités et de les encourager dans la voie de l'auto-rédemption morale.

* * *

En France, comme en Belgique, la Pharmacie organisée a pris conscience de cette vérité de principe en matière de rédemption professionnelle, de chaque côté de la frontière, s'est affirmé le désir de sauver la corporation par ses propres moyens.

Dans tous les domaines où elle évolue, la pharmacie est devenue l'objet d'attentions averties qui s'acharnent à relever son niveau tant moral que matériel. C'est notre fierté, notre orgueil d'avoir, en nombre, conçu sous cet angle la conduite de nos intérêts professionnels et d'avoir gardé la ligne, invariablement, depuis des lustres. Tout en exaltant l'individualisme chez les nôtres dans le domaine de leurs obligations de tous les jours, nous avons développé chez tous, ou à peu près, le sentiment de la discipline collective et organisée, nous avons éveillé, dès les débuts, le sens de la sociabilité et le souci de grouper, dans des organisations locales ou régionales autonomes, tous ceux qui se réclament d'un même diplôme.

Une fois créées et vivant de leur vie propre sur tout le territoire, ces sections isolées ont senti le besoin de se grouper, de se fédérer pour former l'organisme centralisateur d'énergie et de discipline : l'A. G. en France, la N. P. en Belgique.

A la tête de ces organismes fédéralistes, il y a un cadre d'énergies et de dévouements dont nous ne pourrions assez dire la valeur inestimable, parce que nous les voyons et les fréquentons de trop près. Précurseurs, apôtres ou centurions, ils paient toujours de leur personne, avec désintéressement, mus par l'attachement à cette cause qu'ils ont idéalisée et parée de toutes les beautés, beautés que leur âme ardente et toujours jeune a entrevues dès l'instant où ils ont pris conscience de leur mission volontaire et du rôle de la pharmacie dans la société.

Comme ciment indispensable de leur groupement, les dévoués ont adopté l'affection mutuelle, génératrice d'unité de vues et d'action.

Or, depuis qu'elle s'est donné ce statut corporatif, la pharmacie a subi un redressement marqué, elle a effectué une remontée lente et progressive vers un meilleur devenir.

Dans tous les domaines, elle a endigué le flot qui l'entraînait à la décadence. Elle remonte, d'un mouvement ferme et soutenu, vers une situation moins diminuée, plus digne de sa mission sociale.

Pour cette tâche énorme et ingrate, on s'est partagé les rôles, d'après le principe de la division du travail, on a entamé le défrichement par tranches.

Vous retrouverez, chez vous et chez nous, le stéréotype des faisceaux de l'effort dans les cinq sections actives que groupe et discipline l'organisme central, en concordance d'idées et d'efforts avec les unités régionales.

Vous dénommez celles-ci syndicats ; nous les dénommons Unions Professionnelles.

Toute action combinée, pour être efficace, exige force et discipline.

Les deux s'ajoutent, font les mouvements vainqueurs. Dans le monde organisé comme il l'est, les individualités sont broyées si elles ne se groupent pas pour leur défense mutuelle. Sous la vague démocratique qui déferle, la pharmacie, profession scientifique, sera noyée, fatalement, si elle ne comprend pas l'inéluctable nécessité de la discipline volontaire et ordonnée. Nous l'avons comprise jusqu'ici, cette nécessité, et voyez les résultats :

Dans le domaine de nos intérêts économiques et de nos obligations d'état, — le premier que nous ayons abordé, parce qu'il se présentait dans des conditions confinant à la détresse, — nous notons un allègement marqué de nos prestations professionnelles et journalières.

Aux journées sans fin (qui rivaient le pharmacien à son comptoir de 6 h. 1/2 du matin à 10 h. 1/2 du soir, sans répit marqué pour les repas) ont succédé des journées plus réduites (de 7 à 7 h.) et plus aérées, avec une heure de repos à midi pour le repas familial. Les dimanches et jours de fêtes, que l'on ignorait jadis, sont libres de toute servitude, grâce à l'organisation du service dominical des gardes.

Les prestations nocturnes elles-mêmes ont été limitées par une organisation de garde analogue à celle du repos dominical. Tout cela accuse une discipline avérée et témoigne de la volonté de ne plus s'astreindre, comme ci-devant, aux moyens du gagne petit.

Le prestige moral du pharmacien y a gagné plus qu'on ne pourrait dire. S'il fallait un critère certain pour en juger, il suffirait d'évoquer les précautions déférentes que mettent à nous déranger ceux qu'une urgence fortuite amène à l'officine en dehors des heures réglementaires.

Dans le domaine de nos 5 sections actives, nous constatons, à côté de l'effort, les résultats tangibles du travail dévoué et compétent des directeurs desdites sections.

L'imprécision et la variabilité de la jurisprudence en matière d'art de guérir, qui déroutait et décourageait l'action des commissions médicales contre les braconniers de la profession, cette imprécision va en s'effaçant progressivement sous l'action tenace et compétente de notre première section et de son conseil.

La défense de nos privilèges s'en trouve raffermie.

Les jeunes confrères sortant de l'université, qui jadis étaient laissés sans direction et sans contact avec les organismes professionnels, sont conviés à la vie sociale disciplinée dès qu'ils ont terminé leurs

études. On leur communique le compendium des obligations de la confraternité.

Quant aux règles déontologiques générales, à l'usage des pharmaciens établis et des élèves en pharmacie, elles ont été codifiées récemment et le meilleur accueil leur a été fait dans le monde académique aussi bien que dans le monde professionnel.

Dans le domaine de la deuxième Section, nous notons l'identification de la N. P., organisme central, avec l'organisme d'ordre presque officiel qui se dénomme Chambre Syndicale de la Pharmacie, affiliée à la Chambre de commerce de Bruxelles.

C'est par ce truchement que nous communiquons avec les pouvoirs pour la défense des intérêts d'ordre commercial qui se rattachent à la pharmacie.

Nous notons, au même compartiment, la réglementation du prix de vente et de la conformité des spécialités pharmaceutiques aux exigences des lois sur l'art de guérir.

En France, nous connaissons divers types de réglementation, dont une seule est organisée par la corporation. En Belgique, nous ne reconnaissons qu'une seule réglementation, c'est celle que dirige la Nationale Codex. Celle-ci ne s'attache pas exclusivement, comme chez vous, à faire respecter le bénéfice de vente du pharmacien, mais elle intervient pour éviter à celui-ci les ennuis judiciaires résultant des lacunes relevées sur le conditionnement du produit. Elle intéresse à la surveillance de ces détails *tous les pharmaciens* signataires du contrat Codex, réalisant ainsi, par la force de l'organisation collective, la possibilité, pour le pharmacien isolé, de suffire à ses obligations primordiales.

La spécialité est un médicament comme un autre dont le pharmacien est responsable dès qu'il la vend. La N. Codex s'interpose pour que les responsabilités du vendeur soient sauvegardées. Du même chef, elle sauve le monopole du pharmacien.

Enfin, en enrayant le rabais misérable qui sévissait ci-devant, la Réglementation a sauvé la pharmacie d'une véritable ruine.

A la deuxième Section de la N. P. se rattachent, non pas comme groupes affiliés — il y a incompatibilité — mais comme groupements moralement orientés par la N. P., *nos coopératives d'achat.*

Leur action est double : elles créent des liens financiers entre membres d'un même syndicat, elles exercent une action régulatrice sur les prix et sur la qualité des médicaments vendus aux pharmaciens.

Leur objectif capital doit être de pousser à l'épuration des produits mis en vente, à leur présentation la plus avenante, au renforcement des garanties de conformité.

Ces coopératives, cimentées financièrement, groupent les deux tiers des pharmaciens exerçant dans le pays. Elles sont fédérées entre elles.

C'est une force considérable dont l'action peut se transformer au gré de ses dirigeants.

Nous passons de là aux attributions de la troisième Section, qui a créé le service pharmaceutique pour Compagnies d'Assurances. Celui-ci dessert presque toutes les sociétés exerçant dans le pays : elle effectue le contrôle technique des comptes fournitures et traite par l'organisme central pour le règlement financier des fournitures effectuées par *tous* les pharmaciens belges.

Cette section comporte un service de tarification et de contrôle des ordonnances. Cette tarification, grâce à l'intervention de la N. P., établit séparément le prix marchand du médicament et le montant des honoraires par addition des taxes appropriées à chaque manipulation. Les anciens tarifs avaient une allure purement marchande; ils ignoraient les honoraires : les prix des prescriptions s'établissaient d'une façon purement empirique.

La taxe honoraire est une conquête, plus importante qu'on ne le croit, de notre organisation disciplinée. Elle nous permet de garder, *à côté d'un tarif officiel*, la libre cotation de nos services suivant les contingences.

La N. P., en outre, a une représentation notoire au sein de la commission fonctionnant au Ministère du Travail pour tenir à jour le tarif pharmaceutique au profit des mutualités, assurés sociaux, etc...

Durant la Guerre, notre III^e^ section a assuré les répartitions les plus indispensables à l'exercice de la pharmacie.

Elle continue à répartir des spécifiques pour le compte du Gouvernement.

Ce contact avec le Gouvernement s'est multiplié dans d'autres départements ministériels, grâce au crédit moral acquis par la pharmacie organisée.

Nous nous flattons de jouir d'un crédit non moins prisé auprès de l'Ambasade française, qui nous a témoigné, à diverses reprises, des sentiments de confiance dont nous nous honorons grandement.

Les IV^e^ et V^e^ sections sortent du domaine des réalités matérielles ou vénales pour se consacrer au développement du patrimoine moral et scientifique du pharmacien belge.

Sauvée la situation matérielle, il s'agira de la maintenir et de pousser au développement des moyens moraux qui restitueront à la pharmacie sa pleine considération aux yeux du public et des pouvoirs.

La IV^e^ Section se consacre assidument à développer l'esprit scientifique parmi la corporation. Par ses apports constants à la publication du Journal de Pharmacie de Belgique, organe de la N. P., elle développe les notions de pharmacie pratique, décrit les médicaments nouveaux, tient à jour le formulaire national, s'attache à la modernisation de la Pharmacopée nationale.

En outre, la IV^e^ Section a organisé et dirige le Laboratoire Codex.

qui se charge de l'expertise contradictoire des spécialités et autres médicaments dont les pharmaciens signalent les défectuosités. Il contrôle de la sorte, avec le concours des confrères affiliés à la Réglementation, le teneur et le conditionnement des spécialités.

Enfin, la Ve Section comporte la presse professionnelle et la propagande au dehors, en faveur des idées et des mouvements qui sont d'actualité pour nous.

En dehors de sa partie scientifique, le Journal de Pharmacie de Belgique comprend diverses rubriques qui entretiennent les échanges d'idées entre le centre et la périphérie. Au surplus, il accomplit toutes les obligations d'une revue d'information professionnelle.

Le Journal de Pharmacie de Belgique fusionne et continue, depuis l'armistice, les sept Revues qui se partageaient la clientèle pharmaceutique avant la guerre.

***

Comme on peut s'en rendre compte, l'organisme central entretien, amplifie et concentre l'activité de toutes ses filiales. Son Conseil général, pouvoir représentatif du pays pharmaceutique, tranche souverainement les grandes questions d'intérêt corporatif que le Bureau de la N. P. a mission de traduire en réalités.

Ce Gouvernement corporatif, au caractère permanent, réalise bien l'unité d'action qui est la seule qualifiée pour triompher des difficultés et des nuisances dressées contre les intérêts de la famille pharmaceutique.

En dehors de l'organisme central, ou plutôt à côté, nous notons encore des œuvres de prévoyance et d'assurance : il s'agit de la Solidarité Pharmaceutique qui assure contre les accidents en pharmacie. Elle procède, en cas d'accident, par enquêtes discrètes pour éviter toute publicité bruyante et nuisible à l'auteur d'une méprise.

Enfin, notons chez nous l'efflorescence marquée des « Foyers Scientifiques » aux conférences bien suivies. Les Foyers ont pour but de développer le goût des sciences pharmaceutiques et autres, d'organiser des Congrès scientifiques et, lorsque les ressources le permettront, de mettre au concours des questions d'ordre professionnel qui comporteront l'octroi de prix en argent et en nature.

Ces « Foyers » et l'action progressive de la IVe Section accusent les préocupations qui hantent les esprits. Après avoir assis solidement l'armature de défense corporative qui doit veiller aux intérêts économiques d'ordre social ou législatif de la pharmacie, la corporation entend assurer sa rédemption dans le domaine scientifique. C'est l'œuvre la plus instante, parce qu'elle s'attache à assurer pour l'avenir plus de considération et plus de profit à la profession.

***

Les Sciences médicales évoluent. La pharmacie doit prendre la place qui lui revient.

La Médecine se spécialise de plus en plus. C'est au point que d'aucuns sollicitent déjà des diplômes universitaires pour les spécialités classées.

Or, les recherches pathologiques et bactériologiques sont pratiquées par des médecins spécialisés.

Pourquoi abandonnerions-nous ce domaine? Hommes d'intérieur et de laboratoire, nous devons nous orienter vers ces spécialités avec la volonté de nous faire les collaborateurs du médecin.

Le programme des études pharmaceutiques est à la refonte. Il comportera vraisemblablement les éléments de bactériologie, de chimie médicale et d'hygiène.

Sachons envisager, avec toutes leurs conséquences, les modifications annoncées.

Le diagnostic médical s'éclaire, se confirme, se vérifie au laboratoire. L'analyse des urines, des fèces, du sang, des crachats, des exsudats, etc., c'est du laboratoire à portée du pharmacien.

On peut surveiller sa pharmacie, la pratiquer assidûment même tout en faisant du laboratoire.

Partout où le pharmacien qualifié offrira ses services au médecin, il a chance de voir son initiative accueillie.

Ce médecin isolé qui pratique à la campagne, qui est distant des laboratoires des grands centres, sera heureux d'avoir à sa porte un pharmacien averti qu'il chargera de ses analyses.

Nous citerons à l'appui de ces choses d'évidence, l'avis autorisé de MM. Grimbert et Girart, préfaçant leur magistral Précis de Diagnostic :

Ils écrivent :

« La médecine tend à abandonner les voies de l'empirisme pour utiliser les données de la science expérimentale. Elle a jusqu'ici traité les symptômes, elle veut maintenant, pour mieux les vaincre, remonter aux causes des maladies. Elle s'est rappelé que Pasteur lui a prédit autrefois qu'elle ne saurait grandir sans se rapprocher, par son esprit et par ses méthodes, des sciences d'analyses. »

Et plus loin :

« Par l'orientation de ses études, le pharmacien est tout désigné pour les manipulations précises du laboratoire. C'est à lui qu'il faudra toujours avoir recours, en dernier appel, pour les questions de chimie pathologique, plus délicates qu'on ne le croit généralement, car il faut bien le dire, il n'existe pas, en chimie, de procédés cliniques. »

* * *

Les questions d'hygiène publique et domestique prennent aussi de plus en plus d'ampleur. Quel conseiller mieux indiqué que le pharmacien pour instruire le public et s'assurer des conditions hygiéniques des habitations, des aliments, des eaux alimentaires, etc...

Sous peine de faillir à sa mission, le pharmacien de la génération montante doit envisager, de tous ses moyens, les éventualités que nous ne faisons qu'évoquer.

Quand il occupera dans la société le rang scientifique qui est sien, il obtiendra plus facilement l'abolition des abus dont il pâtit actuellement.

Surtout, n'allez pas conclure de l'aveulissement actuel à l'impossibilité de réaliser ce programme.

Le laboratoire est notre fait plus que celui du médecin, que ces courses au dehors, des prestations d'urgence paralysent souvent dans ses moyens. S'il manie le tube de temps à autre, n'est-ce pas que bien souvent nous l'y forçons ou l'y menons par notre manque d'initiative?

On objectera : Le Laboratoire, en même temps que la Pharmacie, c'est beaucoup pour un seul homme.

Constatons d'abord que la pharmacie actuelle tend de plus en plus à réduire les pratiques manipulatoires du pharmacien. La Pharmacopée elle-même nous oriente vers la vérification et le contrôle des produits plutôt que vers la préparation. A côté des produits chimiques tout préparés que nous emmagasinons, il y a les teintures et les extraits dont des industriels ont assumé la préparation en grand avec des moyens perfectionnés. Les Comprimés, inconnus jadis, envahissent la thérapeutique, leur fabrication réclame une machinerie avec force motrice. L'hypodermie avec ses formules complexes et changeantes est une industrie qui demande une grande pratique et un débit important pour n'être pas trop onéreuse à exploiter individuellement.

Ajoutez à cela les sérums, les pansements, les spécialités qui nous arrivent tout faits et vous constaterez que le pharmacien préparateur s'achemine vers un chômage partiel forcé.

Il reste, pour d'aucuns, les services d'abonnés, pour qui les spécialités sont encore interdites ou à peu près. Il y a en perspective les lois sociales qui abonneront 4 à 5 millions de Belges sur 7 millions au service pharmaceutique des Assurances Sociales et qui réclameront, de la part du pharmacien, des prestations abondantes au tarif réduit.

Mais chez beaucoup, la pharmacie laissera des loisirs pour les raisons que nous avons dites. Et ceux-là auront raison de s'orienter vers le laboratoire des analyses pathologiques pour collaborer avec le médecin à la confirmation du diagnostic.

Je veux finir par un exemple vécu afin de prouver que, qualifié pour les analyses chimiques, le pharmacien peut se hausser sans effort même aux analyses d'ordre thérapeutique.

Récemment, le jury du concours universitaire pour 1922-1924 avait à juger un mémoire de *science thérapeutique* et les thèses y annexées. Un seul concurrent se présenta : *une femme pharmacien*... Aucun élève en médecine n'avait répondu à l'appel.

Le jury était composé de 5 médecins, professeurs et académiciens pour la plupart.

Et ce fut merveille de voir avec quelle assurance tranquille, avec quelle clarté la candidate, frêle et menue, armée de ses expériences personnelles, répondait aux questions et à la controverse que chacune des sommités élevait en objection.

Résultat : La candidate vit ses thèses adoptées avec le maximum de points, reçut les félicitations du jury et fut proposée pour la bourse de voyage.

Il serait osé de conclure de ce seul exemple à la possibilité *pour un chacun* de s'orienter dans ce sens.

Nos conclusions

Elles seront *d'ordre social* d'abord :

La pharmacie voudra conserver, étendre, perfectionner encore l'action de ses cadres qui fonctionnent d'une façon permanente, attentifs à prendre le vent des grandes évolutions sociales pour y adapter la profession, pour prévenir tout ce qui pourrait diminuer son patrimoine moral et matériel.

Au point de vue *individuel* :

La pharmacie voit de plus en plus les préparations galéniques industrialisées. Les préparations magistrales elles-mêmes n'ont plus leur importance d'autrefois à raison de ce que bon nombre de ces formes médicamenteuses sont l'objet de fabrications en gros.

Dès lors, le rôle du pharmacien va se borner de plus en plus à vérifier la teneur et la conformité de ses médicaments. Son laboratoire en deviendra de plus en plus important. Le temps qu'il employait jadis à la préparation sera dorénavant consacré à des essais de laboratoire.

C'est l'exhaussement manifeste de son niveau scientifique.

Concurremment avec ses obligations de vendeur responsable des médicaments qu'il contrôle, le pharmacien étendra les opérations du laboratoire aux analyses patholiques et bactériologiques, dans la mesure où ce concours peut servir le médecin : il se fera le collaborateur scientifique du médecin par le laboratoire.

C'est le meilleur moyen pour la pharmacie de remonter la pente de la déconsidération que lui vaudrait irrémissiblement l'extension du commercialisme.

F. DE MYTTENAERE
Inspecteur principal des pharmacies
Membre titulaire de l'Académie Royale de Médecine, Hal (Belgique)

LE CONTROLE OFFICIEL DES ARSENOBENZENES

Introduction : Arsénobenzène est le nom générique des composés constitués par deux noyaux benzéniques réunis entre eux par la double soudure de deux atomes d'arsenic.

Les arsénobenzènes employés dans la prophylaxie antivénérienne sont :

I. Le 592 d'Ehrlich : $C_6H_3OH.NH_2As=As.C_6H_3NH_2OH$.

Le dioxydiamido arsénobenzène est une poudre jaune pâle. Il est insoluble dans l'eau et dans l'eau physiologique, ce qui rend son emploi fort délicat. Jeanselme et Pomaret ont néanmoins lancé dans le commerce une solution alcaline organique de 592 sous le nom d'Eparséno. A part, cette utilisation, à notre connaissance, la base du Salvarsan n'est plus employée.

II. Le *Salvarsan*-Arsénobenzol ou 606 d'Ehrlich :

$$C_6H_3OH.NH_2As=AsC_6H_3NH_2OH.2HCL.2H_2O$$

III. Le 914 d'Ehrlich : $C_6H_3OH.NH_2As=AsC_6H_3OH.NH.CH_2OSO.Na$.

Néosalvarsan-Novarsénobenzol.

Le Néosalvarsan et tous les 914 de fabrication française sont vendus au titre de 19 à 21 %d'arsenic, alors que si on calcule le titre d'après leur poids moléculaire, ils devraient contenir plus de 30 % d'arsenic. Le produit pur n'existe pas dans le commerce.

Les 914 contiennent environ 60 % de composés arsenicaux (dioxydiamidoarsenobenzène, dioxydiamidoarsenobenzène *mono*méthylènesulfoxylate sodique et dioxydiamidoarsenobenzène *bi*méthylène sulfoxylate sodique en proportions variables); ils renferment de plus un excès du substituant (méthylène sulfoxylate sodique) et quelquefois du chlorure sodique de façon à amener le titre en arsenic à environ 20 %.

Les 914 sont très solubles dans l'eau.

IV. Le *Sulfarsenol*. MM. Pluchon et Lehnoff Wyld, préparateurs de ce produit, assignent à celui-ci la formule :

$$AsC_6H_3OH.NH.CH_2OSO_2Na=AsC_6H_3OHNH.CH_2OSO_2Na$$

Nos analyses établissent de façon irréfutable que le sulfarsenol est

comme les 914 un mélange de composés arsénicaux, dioxydiamidoarsenobenzène, dioxydiamino arsenobenzène monométhylènebisulfite sodique et dioxydiamidoarsenobenzène biméthylène bisulfite sodique.

Il n'a donc pas la double chaîne substituée qu'annoncent ses préparateurs. Il se distingue des 914 par le substituant formaldéhydebisulfite sodique au lieu de formaldéhyde sulfoxylate sodique. Il contient comme les 914 un excès de substituant. Il est très soluble dans l'eau ; ses solutions se conduisent vis-à-vis de réactifs comme les 914.

RAISONS QUI ONT POUSSÉ LE GOUVERNEMENT A ÉTABLIR LE CONTROLE OFFICIEL DES ARSÉNOBENZÈNES

Vers le milieu de 1920, on répand dans le pays de multiples falsifications de Néo-Salvarsan de Meister Lucius et Brüning.

Des médecins envoient à l'administration de l'hygiène des échantillons de Néo-Salvarsan qui ne sont pas entièrement solubles. Les inspecteurs de pharmacies saisissent des ampoules suspectes. A l'examen, aucun échantillon ne renferme d'arsenic. Tous ont une partie insoluble ; celle-ci varie en quantité et en qualité : tantôt chromate barytique, chromate plombique, aniline pour colorer du bicarbonate sodique ou du chlorure sodique ou encore du sulfate sodique, tantôt sulfate calcique, voire même farine !

Nous signalons à l'Académie Royale de Médecine 10 types différents de ces falsifications grossières. Aucune de celles-ci n'a d'ailleurs été injectée ; les pharmaciens qui les ont achetées sont les seules victimes (1).

Notre communication paraît fin 1920 et elle nous vaut de plusieurs syphiligraphes d'intéressantes correspondances :

M. le Dr Morelle, professeur à l'Université Catholique de Louvain, nous adresse des ampoules E 1861, E 2612 qui ont provoqué des phénomènes d'intoxication chez plusieurs malades.

M. le Dr Herman, chef de clinique à Haine-Saint-Pierre, a constaté trois fois de suite avec la série E 1797, des crises nitritoïdes dont une assez grave.

M. le Dr Gérard Bovy, assistant à l'Université de Liège, accuse la série E 1828 d'avoir occasionné des crises nitritoïdes graves chez trois malades, alors que des doses plus fortes d'autres séries étaient bien supportées par les mêmes malades.

M. le Dr Lefèbvre, médecin des hôpitaux de Bruxelles, a eu des accidents similaires avec les séries E 1826-E 2612-E 1701-E 1797.

Au service de santé de l'armée, la série 2411 provoque les plus graves accidents. D'autres séries ont occasionné des crises nitritoïdes, notamment la série E 1828 que signale le Dr Bovy.

---

(1) Cf. *Bullet. de l'Acad. Royale de Médecine*, Juillet 1920, p. 813 et suivantes.

La série 1797 a d'ailleurs été signalée par les Drs Lefèbvre et Herman (1).

Il y a donc des séries plus toxiques les unes que les autres. C'est la première raison de l'institution en Belgique du contrôle des Arsénobenzènes.

***

Plusieurs produits avaient été agréés par le Conseil supérieur d'Hygiène pour le service de la prophylaxie antivénérienne entreprise par l'Etat. D'autres demandèrent la même agréation.

A l'analyse, on découvrit qu'ils ne répondaient pas exactement aux dires de leurs préparateurs. Certains même étaient particulièrement toxiques ou altérables.

C'est pour ces raisons encore que le Ministère de l'Intérieur et de l'Hygiène institua le contrôle officiel des Arsénobenzènes (2).

Le Contrôle. — Le contrôle des arsénobenzènes est principalement chimique.

Jamais depuis 2 ans, l'essai biologique n'a été en désaccord avec nos conclusions chimiques. Et, s'il y eut de rares exceptions, ce sont les incertitudes inhérentes à l'expérimentation « in vivo » qui en ont été cause. La répétition de l'essai biologique a chaque fois rétabli l'accord.

Le Contrôle chimique comprend :

Le dosage de l'arsenic ;

Le dosage de l'azote ;

Le calcul de As/N ;

La détermination de l'indice D.M.

1. *Dosage de l'arsenic* (3). — Dans un matras conique de 200 cc., on introduit 0,20 gr. de produit qu'on dissout dans 5 cc. d'eau. On ajoute 10 cc. d'eau oxygénée, puis 10 cc. d'acide sulfurique à 50 % en poids. On chauffe modérément au bain de sable jusqu'à apparition de vapeurs blanches d'acide sulfurique ; on laisse refroidir et l'on ajoute 5 cc. d'eau oxygénée. On chauffe à nouveau au bain de sable dans les mêmes conditions.

Après refroidissement, on ajoute avec précaution 10 cc. d'eau, quelques gouttes de permanganate potassique à 1 % jusqu'à coloration

---

(1) Voir aussi *Annales des Maladies Vénériennes*, novembre 1920, pages 656 à 659 ; février 1921, page 81 ; juillet 1921, page 441.

(2) Cf. Bullet. *de l'Acad. Royale de Médecine*, Juin 1921, p. 249 et suivantes ; Octobre 1921, p. 429 et suivantes.

(3) Cf. *Bullet. e l'Acad. Royale de Médecine*, Avril 1923, p. 258-259.

persistante, puis on décolore par l'acide oxalique à 2 %. On verse dans la liqueur 20 cc. d'iodure potassique à 25 %. On chauffe au bain-marie pendant 20 minutes, refroidit, décolore exactement la solution par l'hyposulfite sodique N/10. Après addition au liquide ainsi obtenu de 25 cc. de solution saturée à froid de carbonate sodique et d'un excès de bicarbonate sodique, on titre par la solution décinormale d'iode.

Le nombre de centimètres cubes de cette solution utilisée pour produire une teinte jaune persistante multiplié par 0,003748 donne la quantité d'arsenic contenu dans 0,20 de produit.

Le résultat calculé en 100 grammes de produit ne peut être inférieur à 19 ni supérieur à 21.

II. *Dosage de l'azote* : Ce dosage est fait selon le procédé de Kjehldahl en opérant sur un gramme de produit.

On distille au bain d'huile jusqu'à siccité.

III. *Le calcul de As/N* : On divise le titre % en arsenic par le titre % en azote ; le quotient ne peut être supérieur à 5,6.

IV. *Détermination de l'indice D.M.* (1) : 1 gr. de produit est dissous dans 90 cc. d'eau distillée bouillante et on ajoute à la solution 10 cc. d'acide acétique dilué. On place le liquide au bain de vapeur et on l'y maintient en l'agitant de temps en temps pendant 10 minutes à compter du moment où commence la précipitation. On laisse refroidir et on filtre. Le filtrat doit être bien clair. On chauffe celui-ci à 60 degrés, on y ajoute 5 cc. d'acide chlorhydrique et on le sature ensuite d'hydrogène sulfuré en maintenant la température de 60 degrés.

Après repos convenable à douce température, le mélange est filtré ; on lave le précipité à l'eau chaude jusqu'à réaction neutre, puis on le fait digérer avec 20 cc. de solution de carbonate ammonique. On lave le filtre à l'eau distillée et chauffe le filtrat au bain de sable jusqu'à disparition de l'odeur d'ammoniaque; on ajoute prudemment 10 cc. d'eau oxygénée et 10 cc. d'acide sulfurique à 50 %. On maintient le liquide à l'ébullition et l'évapore finalement jusqu'à production de vapeurs blanches d'acide sulfurique. On continue l'opération comme il est indiqué au dosage de l'arsenic. On titre par la solution d'iode N/100.

Le nombre de centimètres cubes de cette solution utilisés pour produire une teinte jaune persistante ne peut dépasser 12.

L'essai biologique : A 3 lapins de 1.800 à 2.400 gr., on injecte par kilog d'animal une quantité d'arsenobenzène représentant 0,05 gr. d'arsenic. 2 lapins doivent survivre après une semaine.

---

(1) Cf. *Bullet. de l'Acad. Royale de Médecine*, Avril 1924; p. 259 et suivantes.

***

Le tableau suivant montre l'accord entre l'essai chimique (Indice D.M. et As/N) et l'essai physiologique.

Numéros.	Arsenic.	Azote.	As/N : 5.36	DM.	Essai Physiologique.
1	17.63	3.64	4.84	10.—	Bon
2	16.1	3.37	4.78	8.—	id.
3	15.9	3.32	4.78	8.—	id.
4	17.15	3.19	5.37	8.5	id.
5	18.92	3.63	5.21	8.—	id.
6	19.9	3.84	5.18	7.5	id.
7	20.14	3.51	5.73	16.—	toxique.
8	19.86	3.46	5.74	17.—	id.
9	18.36	2.92	6.16	24.—	id.
10	19.35	3.32	5.82	22.—	id.
11	19 —	3.41	5.57	21.—	id.
12	20.6	3.25	6.33	17.—	id.
13	19.40	4.03	4.81	20.—	id.
14	21.46	4 36	4.92	7.5	B
15	21.68	4.49	4.82	9.—	id.
16	19 65	3.82	5.14	18.—	toxique.
17	19.77	3.72	5.31	10.5	Bon
18	20.15	4.10	5.—	7.3	id.
19	20.24	4.—	5.06	8.6	id.
20	21.92	4.42	4.9	19.5	toxique.
21	20.65	4 2	4.9	10.—	Bon
22	21.50	4.80	4.48	9.5	id.
23	19.96	4.—	4.56	12.—	id.
24	18.74	3.81	4.9	8.—	id.
25	19.48	3.64	5.35	5.—	id.
26	19.58	3.60	5.42	8.—	id.
27	19.86	3.64	5.35	5.—	id.
28	20.42	3.67	5.56	18.—	toxique.
29	19.11	3.57	5.35	7.—	Bon
30	19.—	3.63	5 25	6.—	id.
31	19.77	3.82	5.17	7.—	id.
32	19.25	4.25	4.52	8.5	id.
33	20.42	3.78	5.40	10.—	id.
34	19.3	3.50	5.5	7.3	id.
35	19.4	3.56	5.45	7.3	id.
36	19.5	3.66	5.20	9.5	id.

Voici d'autre part pour un même produit, le processus de 2 essais biologiques effectués à trois mois de distance sur l'échantillon présen-

té à l'acceptation et sur le produit importé en Belgique et soumis au contrôle :

19/12 Échantillon. Indice D. M. 8.

Nos des lapins	19	20	21	22	23	24	25	26	27
18	1820	1720	1780	1730	—	1730	—	—	1870
15	1800	1750	1800	1800	—	1830	—	—	1880
3	1800	1780	1800	1830	—	1800	—	—	1900

19/2 Produit. Indice D. M. 14.7

	19	20	21	22	23	24	25	26	
10	1870	1840	1900	1870	1700	—	1580	1500	+
26	1960	1910	1870	1820	1780	—	1560	1510	
94	1870	1800	1780	1650	1520	—	1480	1350	+

Il est facile de constater par un simple coup d'œil, l'augmentation de la toxicité marchant de pair avec l'augmentation de l'indice D.M.

RÉSULTATS DU CONTROLE OFFICIEL DES ARSÉNOBENZÈNES

Au point de vue de l'activité : Nous avons amené les fabricants à ne nous présenter de produits que si le titre de ceux-ci en arsenic est au moins 19 % et au plus 21 %.

Au point de vue de la toxicité : Le laboratoire refuse les produits dont l'indice D.M. dépasse 12. De telle façon, on reste en dessous de la toxicité sur lapin. La plupart des fabricants ne fournissent pas de séries dont l'indice D.M. dépasse 10.

***

Le Service appose sur les produits agréés un timbre de contrôle. Celui-ci, outre l'inscription : Administration de l'Hygiène, porte une lettre et un numéro.

Le pharmacien doit reproduire ces indications sur la facture des produits qu'il livre pour le compte de la prophylaxie antivénérienne.

***

Le laboraratoire a examiné jusqu'ici 174 séries. 38 séries ont été refusées : 10 pour déficit d'arsenic et 28 pour excès de toxicité. 137 séries ont été acceptées comportant environ 330.000 ampoules.

Les meilleurs produits ont donc été réservés à la prophylaxie antivénérienne, et le contrôle a provoqué une amélioration de la fabrication.

Il est donc permis de conclure que le contrôle officiel des arsenobenzènes rend tous les services qu'on peut attendre de lui.

D. C. TAMISIER
Pharmacien, Saint-Chamond

et

R. M. GATTEFOSSE
Lyon

CONSIDERATIONS SUR L'ACTION ANTITOXIQUE DES HUILES ESSENTIELLES ET SUR LA NECESSITE DE LEUR PRESENCE DANS LES EXTRAITS PHARMACEUTIQUES

Albert SCHAMELHOUT
Pharmacien, Docteur en sciences, Bruxelles.

MOYEN SIMPLE ET PRATIQUE D'UTILISER LES POINTS DE FUSION POUR LE CONTROLE DES MEDICAMENTS

La prise du point de fusion est certainement un excellent moyen pour caractériser une substance chimique définie et pour contrôler sa pureté.

Mais pour que cette constante physique puisse être utilisée à cette fin, il faut nécessairement que l'on puisse avoir confiance dans les points de fusion que l'on trouve renseignés dans les ouvrages et que la technique qui a servi à les déterminer soit connue dans tous ses détails.

On sait, en effet, que l'on obtient des résultats différents suivant la technique que l'on utilise pour faire cette détermination. Je ne vous décrirai pas ces diverses techniques, ni les appareils employés. Il me suffira de rappeler quelques points.

Le point de fusion peut se déterminer sur une quantité notable de substance dans un large tube à essais. On peut opérer sur de minimes quantité au bloc de Maquenne ou en tubes capillaires, de différentes formes, ouverts ou fermés. La détermination peut se faire en chauffant lentement ou rapidement, après avoir désséché la substance plus ou moins complètement : à l'air, sur l'acide sulfurique, à une température plus ou moins élevée ou dans le vide sulfurique.

On doit aussi savoir si le point de fusion indiqué est le point de fusion corrigé ou non. Les points de fusion non corrigés sont toujours moins exacts, la correction à faire étant variable.

Si l'on consulte les traités de chimie, on n'y trouve pas décrite la technique qui a été suivie dans la détermination des points de fusion qui y sont mentionnés. Tout au plus trouve-t-on pour quelques substances l'indication que le point de fusion indiqué est le point de fusion corrigé. On peut du reste être certain que les points de fusion ont été déterminés de différentes manières.

Dans les journaux de chimie il y a parfois un peu plus d'indications, indications qui restent toutefois toujours fort sommaires. Elles se rapportent, outre à la correction, surtout à la spécification que le point de fusion a été pris au bloc de Maquenne ou en tube capillaire.

Le point de fusion de certaines substances a été déterminé lors de leur découverte, alors que souvent le produit n'avait pas encore atteint le degré de pureté qu'il a aujourd'hui, et n'a plus été revisé depuis.

On peut se demander aussi si le point de fusion a été déterminé avec tous les soins voulus, si le thermomètre qui a servi à faire la détermination était bien exact et si l'auteur n'a pas négligé de contrôler l'exactitude de son instrument.

Il peut paraître naïf de soulever cette question. Pas tant que cela ! Si l'on analyse de près les publications scientifiques, on constate bien souvent que certaines recherches ont été conduites sans prendre les précautions les plus élémentaires pour se mettre à l'abri des erreurs, que des déterminations ont été faites sans soin. Ainsi, tout dernièrement, je lisais un travail sur la tension superficielle des substances médicamenteuses, travail qui a demandé des opérations fastidieuses très nombreuses. Si certaines de ces opérations semblent avoir été faites avec beaucoup de soin, l'une d'elles, la prise de densité, n'a pas toujours été exécutée avec la précision à laquelle on pouvait s'attendre. Les auteurs disent, en effet, avoir déterminé la densité d'une partie des substances étudiées au moyen du picnomètre (méthode exacte si elle est faite soigneusement) et celle des autres au moyen d'un densimètre d'un petit modèle à tige plate (méthode qui ne peut donner des résultats aussi exacts que la première). Malgré cela, toutes les densités sont indiquées jusqu'à la troisième décimale. On peut douter de leur exactitude.

Certaines pharmacopées ne donnent aucune indication sur la technique qui a été suivie pour déterminer les points de fusion qu'elles indiquent ; d'autres donnent des indications plus ou moins complètes. Ces indications ne concordent pas toujours entre elles.

Si maintenant nous cherchons dans les différentes pharmacopées le point de fusion d'une substance donnée, nous constatons que toutes n'indiquent pas le même point de fusion et qu'il existe des différences parfois notables.

Voici quelques exemples.

Caféine. — Point de fusion d'après la Pharmacopée japonaise : 230 à 234° ; d'après les pharmacopées espagnole et française : 234° ; d'après les pharmacopées germanique et néerlandaise : 234 à 235° ; d'après la Pharmacopée britannique : 235° ; d'après la Pharmacopée américaine : entre 235 et 237° ; d'après la Pharmacopée italienne : 236 à 237° ; d'après la Pharmacopée belge : vers 230,5°. Remarquez ici que la Pharmacopée belge indique le demi-degré tout en utilisant le terme « vers ». Cela veut dire que le point de fusion doit être supérieur à 230° et inférieur à 231°.

On constate pour ce médicament une différence de 7 degrés entre les deux extrêmes.

Les pharmacopées autrichienne, hongroise et suisse ne mentionnent pas de point de fusion.

Résorcine. — Point de fusion situé entre 109 et 110°, d'après la Pharmacopée américaine ; de 110 à 111°, d'après les pharmacopées autrichienne, britannique, française, hongroise, italienne, japonaise et suisse ; de 110 à 112°, d'après la Pharmacopée néerlandaise ; de 111 à 112°, d'après la Pharmacopée germanique ; vers 111-112°, d'après la Pharmacopée belge et à 119°, d'après la Pharmacopée espagnole.

Nous avons ici une différence de 10 degrés et, en écartant la Pharmacopée espagnole, de 3 degrés seulement. Notons que la Pharmacopée française de 1908 indiquait le même point de fusion que la Pharmacopée espagnole et que ce n'est que le supplément de 1920 qui l'a modifié. Le texte latin de la Pharmacopée hongroise mentionne comme point de fusion 100 à 111° (faute d'impression évidente, mais non rectifiée) ; le texte hongrois mentionne celui indiqué précédemment.

Thymol. — Point de fusion 44°, d'après la Pharmacopée espagnole ; entre 48 et 51°, d'après la Pharmacopée américaine ; de 49 à 50°, d'après les pharmacopées italienne et néerlandaise ; de 50 à 51°, d'après les pharmacopées autrichienne, britannique, hongroise, japonaise et suisse ; vers 50-51°, d'après la Pharmacopée belge ; 51,5°, d'après la Pharmacopée française.

La différence est de 7,5 degrés.

La Pharmacopée germanique indique non pas le point de fusion de ce produit, mais son point de congélation, soit 49 à 50°.

Chlorhydrate de cocaïne. — Je termine les exemples par une substance réglementée par la Conférence internationale pour l'unification de la formule des médicaments héroïques.

Le point de fusion du chlorhydrate de cocaïne va de 182 à 186° d'après la Pharmacopée britannique ; il est situé à 183° d'après les pharmacopées autrichienne, germanique, hongroise, italienne et néerlandaise ; vers 183°; d'après la Pharmacopée belge ; entre 183 et 191°, d'après la Pharmacopée américaine ; à 186°, d'après la Pharmacopée française et à 201°, d'après la Pharmacopée espagnole.

Il y a ici une différence de 19 degrés, qui reste encore de 9 degrés si l'on ne tient pas compte de la Pharmacopée espagnole.

La Pharmacopée américaine dit qu'un point de fusion élevé est signe d'une plus grande pureté. Les pharmacopées japonaise et suisse ne mentionnent pas de point de fusion.

Le manque de concordance entre les points de fusion d'une même substance que l'on constate dans les pharmacopées et également dans les ouvrages de chimie, jette immédiatement le doute sur leur exactitude. Si l'on y ajoute le manque de renseignements qui existe très souvent sur la technique qui a servi à les déterminer, on voit que le pharmacien ne peut les utiliser, en toute confiance, pour identifier les médicaments et contrôler leur pureté. Il lui serait fort difficile de tirer des conclusions nettes du point de fusion trouvé.

Sans rechercher les causes de cette situation regrettable et sans les commenter, je me bornerai à la constater et à en tirer la conclusion qui s'impose : reviser avec soin les points de fusion des substances inscrites dans les pharmacopées.

La première chose à faire dans ce but, c'est d'établir, d'une manière bien précise dans tous ses détails, la technique qui servira à déterminer les points de fusion.

Sans entrer dans les détails, je ferai quelques suggestions qui me semblent devoir être prises en considération.

On devra tout d'abord écarter le bloc de Maquenne, comme étant un appareil trop coûteux, et la détermination du point de fusion sur une grande quantité de substance, comme n'étant pas toujours possible.

Le point de fusion se prendra en tube capillaire droit, dont les dimensions seront indiquées, ouvert pour les substances non altérables, fermé pour les substances altérables. On opérera au bain d'air en élevant lentement la température, surtout aux approches du point de fusion. La substance sera en poudre ; elle sera anhydre lorsque cela est pratiquement possible et son état de dessiccation bien spécifié. Les points de fusion seront toujours corrigés.

Le soin d'établir cette technique pourrait être confié au futur Secrétariat international des Pharmacopées ou, à défaut, à la Fédération Internationale Pharmaceutique.

Mais avant d'en arriver là, avant que les pharmacopées aient adopté la même technique pour la détermination des points de fusion, avant que nous ayons des points de fusion exacts, déterminés par cette technique, il se passera encore bien du temps. N'ayons pas d'illusions à cet égard.

Et, en attendant, que doit faire le pharmacien qui veut utiliser cette constante physique pour caractériser et contrôler ses médicaments? N'est-il pas souhaitable qu'il ait une méthode simple et exacte, lui permettant de ne pas tenir compte des points de fusion renseignés dans sa pharmacopée ou dans la littérature pharmaceutique et lui permettant d'éviter toutes les erreurs provenant d'une différence de technique ou de l'inexactitude d'un thermomètre?

Cela est possible à mon avis et voici comment :

Je rappellerai tout d'abord un principe bien établi et bien connu.

Deux substances identiques au point de vue de leur nature, de leur état et de leur pureté, se comporteront absolument de la même manière si on les soumet, dans des conditions rigoureusement les mêmes, à l'action de la chaleur. Si ces substances sont fusibles, elles fondront à la même température.

Comment réaliser cela dans la pratique? C'est fort simple.

Il suffira de soumettre, en même temps et dans les mêmes conditions, la substance à examiner et une substance type, dont la pureté est certaine et a été contrôlée, à l'action de la chaleur.

Par pulvérisation et dessiccation préalable, on met les deux prises d'essai dans un état comparable. On introduit une quantité égale de chacune des substances dans des tubes capillaires identiques que l'on fixe au même thermomètre à la hauteur du réservoir à mercure et on les chauffe ensemble dans le bain d'air. Si les produits sont identiques et de même pureté, ils doivent se comporter de même et fondre en même temps.

Mais l'inverse du principe rappelé plus haut n'est pas vrai. Deux substances fondant à la même température peuvent ne pas être identiques. On peut aussi se trouver en présence d'un mélange eutectique.

D'un autre côté on sait que, si on ajoute à une substance une autre substance non identique, on modifie le point de fusion.

En partant de là, on introduira dans un troisième tube capillaire un mélange à parties égales de la substance type et de la substance à examiner, et si l'on craint encore un mélange eutectique, ce qui est peu vraisemblable, on fera un second mélange dans d'autres proportions, par exemple dans le rapport de un à deux.

Les contenus des quatre tubes, chauffés en même temps, doivent fondre à la même température, c'est-à-dire ensemble et de la même manière.

On peut supprimer le tube renfermant la substance type pure.

On peut même supprimer le thermomètre qui n'a son utilité ici que pour constater, au cas où la substance à examiner ne serait pas identique à la substance type, si l'écart qui existe entre les points de fusion est grand ou petit. Cet écart n'a du reste aucune signification. On fixe alors les trois ou quatre tubes capillaires sur une lame de verre étroite. Le dispositif peut du reste varier ; il n'a pas d'importance.

Il me semble que, grâce à la simplicité de la méthode que je viens d'indiquer et des résultats certains, dégagés de tous aléas, auxquels elle conduit, le contrôle de l'identité et de la pureté des médicaments par la prise du point de fusion, ou plus exactement par l'examen de la fusion, se pratiquera plus couramment qu'actuellement.

Certes, il ne permet pas de déceler la nature des impuretés, mais cela n'a qu'une importance moindre. Il suffit au pharmacien de savoir s'il peut utiliser un produit, oui ou non.

Charles POTTIEZ

Pharmacien, Fontaine-l'Evêque (Belgique)

MONAS BIPIGMENTARIA
UNE NOUVELLE ESPECE MONADIENNE URINAIRE

A. SARTORY et L. MAIRE
Faculté de Pharmacie de Strasbourg

RECHERCHES SUR LE GENRE NYCTALIS, FR.

NYCT. ASTEROPHORA, FR.

SYNONYMIE

Schaeff, F. Bav. 3 t. 279, Elvela *clavus*.
Bull. II, 153 p. 610, t. 166, 516 f. 1, ag. *lycoperdonoïdes* [*Fungoidaster parvus*, etc... Mich. p. 200 t. 82 f. 1; Elvela clavus, Schaeff. t. 279] (1809).
Schaeff. Index 235 p. 111 (Sch. 3 t. 279) : Elvela clavus (1800).
Pers. syn: 126 p. 325 [Disp. p. 20; Bull. 519 f. 1]. A. *lycoperdoïdes* (1801).
De Cand. Fl. fr. 2, p. 128, Merulius *lycoperdoïdes* (1815).
Nees, syst. p. 52, p. 206 [Pers. Syn.; Dittm. St. Flor. III, 2 t. 26], *Asterophora*, Dittm. lycoperdoïdes, Bull. (1816).
Dittmar, in Strum. Fl. p. 53, Ast. lycop. (1817).
Fr. Obs. 2, 356 p. 367, *Asterophora agaricoïdes* [Dittm.; Pers. p. 325; Bull. 519 f. 1].
Fr. Obs. 2, 357 p. 367 [Sow. t. 383 (stip. longior)], A. *lycoperdoïdes* (1818).
Fr. Obs. 2, 359 p. 368, ag. *trithioïdes* (1818).
Pers. Myc. Eur. 3, 209 p. 127 [Syn. p. 325; Nees, 1 c.; Sow. t. 383 (in statu vetusto), Ag. lycoperdonoïdes, Bull. 516 f. 1; Elv. clavus, Sch. t. 279], Ag. *lycoperdoïdes* (1828).
Fr. Epicr. 4 p. 371 [Ag. lyc., Bull. t. 166, 516 f. 1; Secr. n° 110; Mer. D. c.], N. asterophora (1838).
Bonorden, Handb. der Myc. p. 131 (1851).
Berk. Outl. 1 p. 217 [Dittm. t. 26], N. asterophora, Fr. (1860).
Fr. Mon. 2, 2 p. 215 [Epicr. p. 371, Ic. nost. in mus. ac. sc. Holm. 2 tab.], N. asterophora (1863).
Cooke, Hand. 652 p. 231 (1871).
Fr. Hym. Eur., 5 p. 463 [Ed. I p. 371; De Bary, in Bot. Z. 1861; Berk. Outl. p. 217; Bull. et D.C.l.c., sauf Secr.;
B. — Subtus laevis absque lamellis. Ast. lycop. Fr. l. c., Sow. t. 343, Weinm. Ross. p. 1629.
C — pusillus, Quél. Jura I t. 12 f. 4; Ast. trithioides, Fr. l. c.], Nyctalis asterophora (1874).
Gill. Hym. p. 357 (1874).
Quél. Jura (Add.) III, p. 546, N. asterophora, Fr. (1875).
Cooke et Quél., Clavis, 6 p. 151 (1878).
Bull. Soc. bot. Fce, Compte rendu, p. 15 (envahi à l'état jeune par l'Hypomyces asterophorus) (1881).
Sicard, Hist. p. 162 [Bon., Hand.; Fr. Hym. Add. p. 705] (1883).

Wint. 1273 p. 516 [Elv. clavus, Sch. t. 279; Ag. lycop., Bull. l.c.; Merulius lycop. D. c. l. c.; Ast. lycop. Dittm. in Schrader's Journ. III. Heft, 3 p. 56; Onygena agar. Schweinitz, syn. F. Car p. 39; Ast. agar., lycop., physar., trichioides, Fr. Obs.; Ast. agaricola, Corda, 1 c. 4 p. 8; Ag. lycop. Corda, Ic. 6 p. 2; Asterotrichium Ditmari, Bon. allgem. myc. p. 82; Septodonium angulatum, Klotz. in D. Fl. Bor. t. 532; Asterotrogus asterophorus, Fr. s. v. sc. p. 497. — Ens. Rab. Herb. myc. 235; F. Eur. 1506], Nyct. asterophora Fr. (1884).

Gill. T. an. p 35, t. alph. 497 p. 17 (1884).

Quél. Fl. mys. p. 40 [Fr. Epicr.; Bull. 516 f. 1; Dittm. t. 26; var. pusilla, Quél. Jura I t. 13 f. 4], N. asterophora (1888).

Rich. Cat. 391 p. 83 [Alb. de l'Est] (1889).

Schröt. Schles. 1097 p. 525, N. lycoperdoïdes [Bull. 1783, D. C. Dittm. l. c.; Schw. et Kl. (cités déjà par Wint.); Nyct. Fr.] (1889).

Lloyd, Myc. notes, n° 6, sp. n° 137, A puzzling little plant, Nyct. *asterophora*.

Murrill. Ill, fung 18, in Myc. 6, n° 4, *Asterophora clavus* (Schaeff.) Murr. (1914).

Ricken, Blätterpilze 21 (in Myc. 6, n° 4), p. 8, Nyct. ast. Fr. (1838) (1915).

Sartory — L. Maire, Interprétation de Sturm, D. Fl., in Lorraine pharm. (1920).

ICONES

Bail, syst. t. 33; Barla et Fossat, Ic. inéd. (Musée Nice); Bigeard, Petit Atlas t. 34, f. 2; Bon. Myc. t. 11 f. 224; Brefeld, Unters. Britz. 4, Nyct. f. 9; Bull. t. 516 f. 1; Dittm. in Sturm, t. 26; Cooke, Hand. f. 54, III, t. 1132; Gill. pl. suppl.; Henn. in (Engl.) f. 109, C.-E.; Lamotte t. 64; Macku-Gaspard, f. 13; Michael II t. 81; éd. 1918, II t. 135; R. Maire, Thèse, t. 7 f. 8-14, t. 4 f. 29; Murrill. Ill. fung. 18 t. 129; Nees, t. 24 f. 194 (copie de Dittm.); Paulet, t. 190 f. 4; Quél. Jura I t. 13 f. 4; Rich. Cat. fig. spores 3 μ, f: 523; Ricken, t. 2 f. 6; Rolland, Atlas, t. 51, texte n° 110 p. 51; Schaeff. 3 t. 279; Sicard t. 60 f. 313; Soc. myc. France 5, t. 8 f. 1, 2, 3 (d'après Brefeld). Sow. t. 383 (Lapl.)), (434, Fr.); Wint. in Rab. p. 489, f. 1, 2 (d'après Dittm. et D. Bary).

MOULAGES

Auzoux, Paris, n° 145.

DIAGNOSES

Fr. (Obs. : *agaricoïdes*) « Sporangio subtus lamelloso, Rariss. in Suecia ad Agar. putridos legi. Genus eximium, non vero heteroclitum, Onygenae proximum, haec vero species heteroclita et A. *agaricoïdes* necessaris dicenda. »

Schaeff. (Index) « caulescens, solitarius et cespitosus, carnosa; pileo superne convexo, inferne planiusculo, undique laevi, e fusco albido, petiolo tereti, gracili, pleno, concolore. In putridis fungis, fructibus, lignis, autumnali tempore ».

Nees. « Pallide fusco cinerea, in fungis emortuis parasitica. »

Fr. (Obs. : *trithioïdes*) « sporangio subtus laevi, stipite villoso. Legi in eodem fungo, eodemque die ac n. 357 (15 sept. 1813).

« Gregaria, subcaespitosa. Stipes 2-4 lin. longus, solidus teres, demum compressus subsulcatus, villosus albus. Sporangium globosum, magnitudine aciculae I. parum ultra, villosum album margine totum involutum. Sporidia effundere non vidi; sed etiam hujus generis species certe memorabilis. »

Fr. (Obs. : *lycoperdoïdes*) « sporangio subtus laevi, stipite brevi glabri. Ad Agar. putridos, sept. « Gregaria caespitosa. Stipes brevis (2 lin.) solidus, incrassatus, teres glaber albidus. Sporangium subglobosum solidum magnitudine pisi..... nucis Coryli, cinereum, superne ruptum sporidiis angulatis

fulfuraceum, margine involuto, intus aquose pallidum, sullus laeve pallescens. Vix a nostro species differt fungus Cl. Sow. »

PERS. (M.E.) » gregarius albicans, pileo ab initio globoso, dein hemispherico tandem in pulverem colore argillaceum fatiscente, lamellis distantibus, subtremellosis sterilibus (?), stipite brevi glabro.

Singularis his fungus aut. non raro conspicitur, supra Ag. *adustum* et *fuscipedem* etc., exsiccatos et detritos; ob habitum Agaricinum cum non sentio transcundum arbitratus sum, quamvis ob naturam pilei ejus, qui *Lycoperdorum* ad instar, mox in pulverem, exsporulis stellatis compositum, solvitur a ceteris valde aberret. Hanc ob rationem Cl. Dittm. precunte. Cl. Link., peculiare ex hac species, constituit genus, quod sequens est : *Asterophora*, *LINK.*, Obs. in Ord. pl. Natur. Diss. I, p. 33 (sporangium hemisp., subtus lamellosum. stipitatum; Pil. simplex, rumpens et effundens sporidia angulata).

A. *lycoperdoïdes*, Dittm. Fung. Germ., fasc. 3, t. 26, p. 53. »

FR. (Epicr.) « pileo carnosulo e conico hemispherico, pellicula *flocculoso.-pruinosa fastiscente cervino pulverulento*, stipite farcto albo-pruinoso dein fuscescente torto, lamellis adnatis distantibus subfurcatis strictis sordidis. Ad Agaricos putridos v. c. A. *fusipedem*. Est eadem omnino planta cum Asterophora agaricoïde, S. M. III, p. 205, Dittm. t. 26, sed cum haec genera e multis aliis speciebus necesse separanda, haec vero utriusque characteres exhibit, sed utroque necesse citanda ».

BERK. (Outl.) « pileus rather fleshy, hemispherical, breaking up into a pulverulent fawn-coloured stratum; stem stuffed, pruinose, white, then brownish, twisted; gills adnate, distant, somewhat forked, straight, dingy.

On dead dried agarico, common. The meal which covers the pileus when full-grown consists of stellate bodies, which appear to be a second form of fruit. See De Bary, in Bot. Zeit. 1859 ».

FR. (Mon.) « In fungis putrescentibus haud apud nos frequens et annis maxima pluviosis tantum obvius. Fungus admodum abnormis, gregarius. Stipes farctus, 0,5 unc. vix excedens, 0,5 — 1 lin. cr., æqualis, sed saepe tortus, primo albidus et pruinosus, dein fuscescens. Pileus carnosus, e conico hemisphaericus; junior albus, saepe papillatus; dein (optice!) fatiscens, flocculoso — pulverulentus, cervinus. Lam. adnatae, distantes, crassae, strictae, subfurcatae, sordidae. — Pulvis floccosus in pilei superficie sistit mycelium flocculosum una cum sporis stellatis omnino generis Asterophorae, ad quod genus igitur olim relatus. De hujus indole igitur maxime ambigitur; potissimum fingerem sistere mucedinem parasiticam, praecipue cum eodem in aliis agaricinis observata. Cf. *Asterophora nauseosa*, *candida*, *Weinm.* — Ex. Obs. cel. *de Baryi*, qui sporas stellatas pilei pro fructificatione hujus secundaria habet, Asteroph. *agaricoides Fr. S. M.* est prioris status lamellis abortivis, quod nunc nec affirmare nec denegare mihi licet.

Ast. physaroide, etc. capitulo omnino globoso, immarginato genus Astroporae omnino persistit ».

FR. (Hym.) « pileo carnosulo, e conico-hemispherico, *superne floccoso-pulverulento*, *cervino;* stipite fareto, albo-pruinoso, dein fuscescente, torto; lamellis adnatis, distantibus subfurcatis, sordidis. Ad Agaricos et Russulas putridos. Maxime paradoxa. Pulvis pileum obtegens sub microscopio sistit sporas stellatas, hexagonas *Artotrogi;* nunc mucedo parasitica? vidi specimina pileis strato sporarum pulverulento carentibus. Elv. clavus, Sch. t. 279; Paul. t. 190, f. 4 (v. v.) ».

et, p. 705, add. a sp. 463 : « Quum per plures annos non legerim, expositionem Cel : mi De Bary secutus sum; conferendus vero Cel. Bonorden (Hand. d. Myc.), qui pristinam meam distinctionem Asterophorae lycoperdoidis et

physaroidis restituit iconibusque illustravit. Etiam ille sporas pilei stellatas pro mucedina parasitica habet ».

Quel. (Jura III) « La spore ovoïde pruniforme 4-6 μ, pointillée et hyaline, se montre rarement sur les plis ou lamelles de ce mystérieux champignon. La pseudospore muriquée-étoilée 20 μ, fauve et diaphane, beaucoup plus constante et dépourvue de mycélium propre, paraît être plutôt un organe de dissémination ou de fructification secondaire qu'un parasite (Hypomyces) dont la durée dépasserait celle du substratum ».

Sicard « Chapeau blanc, puis fauve, s'entr'ouvrant comme un Lycoperdon. Les lamelles sont *sans spores*. Sipe plein, mou, blanc, pruineux, puis brunâtre. Les flocons pulvérulents du chapeau sont formés par des pseudospores irrégulièrement étoilées, qui seraient l'état conidique d'un hypomycé. Eté, automne. Sur Russula nigricans. »

Wint. « ...Agaricineen — sporen ov. klein, farblos. Chlamydosporen ockergelbbraun; Aussenhaut mit dornenfôrmigen Fortzâtzen, wodurch die Sporen sternfôrmig erscheinen. Durchmesser der Chlam. (mit den Dornen) 15-24 μ ».

Quél. (Fl. mys.) « Stipe spongieux, grêle, cylindrique, pruineux, blanc, puis fuligineux. Péridium sphérique, puis hémisphérique, 1-1, 5 épais., *floconneux-pulvérulent, blanc de neige*, puis *chamois*, lorsque les conidies de son parasite : *Nectria asterophora*, globuleuses (20 μ), étoilées et brunâtres, soulèvent son voile. Lamelles adnées, droites, étroites, blanchâtres. Spore ovoïde pruniforme, hyaline, 4-6 μ. Eté, automne. En troupe sur *Russula nigricans*.

Schrot. «...Chlamyd. ein brauenes Pulver bildend, meist den ganzen Hut erfüllend, længlich oder ellipt., mit dickem stacheligem epispor. 11-13 μ lang und breit, (ohne Stacheln); Stacheln zahlreich 4—6 μ long, unten breit, am Scheitel stumpf... auf R. *nigricans*, Lact. *vellereus*. »

Ricken. « Basidiensporen farblos, ellipt. 6 × 4, glatt. Basidien 20—25 × 5. Chlamyd. ellipt. *mit derben Stacheln* 3—4 μ, ohne Stacheln, und hyphenanhângsel 15 × 12—15 μ. »

Nyctalis asterophora, A puzzly little plant.

(*Lloyd, Myc. notes* n° 6, (*sp.* n° 137)

« Several seasons, ago when collecting at Trexlertown, with my friend Herbst, we found growing on dead Russulas the little plant figured herewith. It was a clavate body bearing a dense coat of stellate spores on its upper surface. When very young these spores were covered with a thin membrane, which as the spores ripened, broke into fragments and peeled off. Many long discussion had Dr. Herbst and I regarding the nature of this plant. Herbst though it was *Nyct. asterophora* and that the spores were those of some parasitic Hypomyces that deformed the plant similar to the way the common *Hypom. Lactifluorum deforms* species of Lactarius. Our knowledge of *Nyctalis aster.* at this time was confined to Cke's figure (a developped gill-bearing specimen to which our deformed plants had not the slightest resemblance) et Fr.' statement « the Powder » was not parasitic else the plant would not develop a special membrane to protect it when young. I believed that the spores belonged to the plant and that it was something akin to a Gastromycetes. Since those days we have learned a great deal more about the plant and it has puzzled the European mycologists as much as it did us. Specimen sent to Ellis, Pat. et Bres., have fully confirmed Herbst's opinion that is plant is *Nyct. aster.* The plant such as we found it was described et illustr. by most of the very earliest botanists *Micheli, Schœff., Bull., Dittm.*, et appelé *Agaric. lycoperdoïdes, Elvella clavus, Asterophora lycoperdoïdes.* It was not know in those days that it was a deformed state of a gill bearing plant and Fr. first accepted that view in Epicr. syst. The plant rarely develops gills, such as shown in Cke's figure, and the ordinary basidiospores of Agarics. That this state must be

rare we judge from the statement in the recent Engler et Prantl. where these basidiopores are stated to be « smooth and brown » on the autority of Karst. The common form is the little abortives plants we have figured bearing a dense coat of stellate spores on the top of the pileus of this parasitic agaric, and Fr. from the quotation we have given was evidently inclined to this view. De Bary has established however and it is now generally accepted in Europe that they are a secondary form of spores of the Agaric, called by Bary *Chlamydospores*. De Bary's position was maintened by demonstration that the hyphæ bearing these spores were continuous with the hyphæ of the plant. We are surprised that De Bary did not advance the argument that the plant would not developped a special membrane to protect them when young of they were *parasitic*. Indeed, this seem to have ben overlooked by all those engaged in the discussion in Europe. It will probably be news to most of our readers that an agaric should, in addition to the usual spores on the gills, bearan entirely different kind of spores on the *top of the pileus*. Has any one ever seen *Nyct. aster.* in this country with the gills developped ? »

Murrill (1914). « Pil. hemispheric or depressed, usually distorted, gregarious, 1-2 cm. broad; surface white to fawncolored or brownish, flocuse spongy, usually powdered with the brownish chlamydospores; margin involute, thick context thick, fleshy, grayish-white, of farinaceous taste and odor; lam. thick, dul-grayish, distant, adnate, usually undevelopped; spores not seen; chlamydospores large, stellate, brownish, 15—20 μ; stipe pruinose, white to brownish, stuffed or hollow, brown within, 1,5 — 2 cm. long, 3 — 8 mm. thick.

This tiny and peculiar parasitic agaric occurs in decaying sporophores of Russula, Lactarius, Clitocybe, Chanterel, and other large sp. of gill-fungi à travers l'Europe et les Etats-Unis. The sporophores are usually partly decayed and blackened before the parasite comes to maturity. Gills are fold like as in *Chanterel*, and the surface of the pileus often bears large star-shaped conidia, which give it a powdery appearence. »

Cytologie (R. Maire, Thèse).

Cette espèce a donné lieu à de nombreuses discussions relatives à l'interprétation de ses chlamydospores étoilées. Kr. De Bary, Vuillemin, De Seynes, ont soutenu qu'elles appartenaient au Nyctalis; Tulasne les considérait au contraire comme la forme conidienne d'un Hypomyces. Brefeld a définitivement démontré, par ses cultures pures, que les chlamydospores appartiennent bien au Nyctalis, dont elles constituent le mode de fructification le plus important.

Dangeard (1895) a fort bien étudié l'histologie du chapeau du Nyctalis, dans lequel il a décrit le tissu fertile, produisant des chlamydospores; le tissu stérile, formant tout le pied et rayonnant par traînées dans le chapeau au milieu du tissu fertile; l'hyménium, avec ses basides tétrasporiques. Il a fait également l'étude cytologique des chlamydospores; celles-ci possèdent dès leur naissance deux noyaux, qui ne se fusionnent à aucun moment.

G. de Istvanffi (1895) a fait aussi l'étude cytologique des chlamydospores de Nyctalis asterophora; il arrive à des résultats autres que Dangeard dont il dit : « Dangeard a récemment vu deux noyaux chez *N. asterophora*, qu'il nomme faussement *N. parasitica*, mais les figures

de division lui sont restées inconnues. » Istvanffi affirme que les jeunes chlamydospores sont uninucléées, que le noyau unique se divise bientôt par mitose, donnant ainsi les deux noyaux de la chlamydospore mûre.

En présence de ces assertions contradictoires, j'ai repris l'étude cytologique du Nyctalis. Les filaments aux dépens desquels se forment les chlamydospores sont d'un diamètre assez considérable; chacune de leurs cellules contient normalement deux noyaux, pourvus d'un gros nucléole et de karyosomes basophiles.

Les chlamydospores sont, comme le dit Dangeard, terminales ou intercalaires, leur formation est centripète, tandis que la formation du filament qui leur donne naissance est centrifuge. Pour étudier la formation de celui-ci, il faut donc s'adresser à des états très jeunes; ce qui peut se réaliser assez facilement, car les filaments à chlamydospores sont loin de se développer synchroniquement; on en trouve encore facilement qui sont en voie de formation sur des individus portant déjà des chlamydospores mûres : on peut alors constater que leurs noyaux se divisent par mitoses conjuguées, ce sont donc des synkaryons (Pl. IV, fig. 29). Lors de la transformation en chlamydospores, les cellules du filament se renflent, leur protoplasma se condense, elles prennent un aspect étoilé par suite de la formation des prolongements en différents points, les deux noyaux se rapprochent jusqu'à être en contact. Ces noyaux, assez volumineux, présentent un gros nucléole et un ou deux karyosomes entourés d'une membrane nucléaire.

La chlamydospore commence alors à élaborer des matières de réserve; les modifications cytologiques qui accompagnent ce travail peuvent être facilement étudiées en employant les colorations doubles à l'hématoxyline ferrique et lichtgrün, ou à la diamantfuchsin-lichtgrün. On voit alors le nucléole, puis les karyosomes devenir acidophiles, en même temps que le cytoplasma forme un réticulum plus accentué, à tendances basophiles évidentes (Pl. VII, fig. 10, 11).

Un peu plus tard, le nucléole et les karyosomes sont acidophiles, le réticulum cytoplasmique est devenu franchement basophile et contient çà et là un certain nombre de granulations également basophiles (fig. 11, pl. VII).

A un stade plus avancé, le réticulum cytoplasmique entre en régression, les granulations basophiles persistent toujours; le noyau continue à être acidophile (Pl. VII, fig. 12). Un peu plus tard, le nucléole (fig. 8), puis les karyosomes redeviennent basophiles, les granulations basophiles du cytoplasma disparaissent (Pl. VII, fig. 13, 14), et la chlamydospore, qui, pendant toute cette période de travail, a épaissi sa membrane, entre dans une phase de repos, qui durera jusqu'à sa germination.

Ces phénomènes cytologiques, accompagnant l'élaboration des

matières de réserve par la chlamydospore, sont comparables à ceux décrits dans le *Puccinia Liliacearum*, et avec de légères différences, dans le *Godfrinia conica*. A part quelques différences de détail, on retrouve toujours dans tous les cas l'oxychromatisation du noyau et la basichromatisation du cytoplasma, en un mot l'inversion de la colorabilité normale.

Les noyaux des cellules sous-hyméniales et des cellules de l'hyménium sont, comme l'a signalé Dangeard, bien plus petits que ceux des filaments à chlamydospores. L'hyménium dans nos échantillons était très peu développé, composé surtout de nombreuses cellules cylindriques à deux noyaux, que l'on peut considérer comme des paraphyses; çà et là se voyaient quelques jeunes basides avec un noyau secondaire de taille très réduite, dont nous avons pu suivre l'évolution.

Les tissus vivants de tous nos échantillons contenaient de nombreuses colonies bactériennes formant des masses compactes entre les filaments des tissus stérile et fertile.

Nos recherches sur le *Nyctalis* donnent donc raison à *Dangeard*, à l'encontre des assertions de Istvanffi; l'examen des figures de ce dernier nous porte à croire qu'il a pris pour des mitoses des synkarions mal fixés.

NYCT. CALIGINOSA, SM.

Smith. Journ. Bot. p. 327 (1873); Cooke, III, t. 1132.

NYCT. CANALICULATA, PERS.

SYNONYMIE

Quel. Soc. bot. t. 26 (1879); Canth. canalic., F. Myc. p. 40, Cantharellus II p. 492; Myc. Eur. 2, II p. 16 [syn. et Ic. et Descr. l. c.]

Fr. Epicr. 3 p. 371 [Merul. Pers. Ic. et Descr. l.c.]; Hym. Eur. (=Epicr. v.v.)

Quel. Soc. bot. t. 26 (1879); Canth. canalic., F. Myc. p. 40, Cauthareilus canaliculatus [Pers. Ic. l.c.; Nyct. Fr. Hym.]

Ricken. Blâtterpilze 14 p. 5, Canth.

DIAGNOSES

Pers. (Ic. et Descr.) « parvus albido-pallescens, pileo subumbilicato, plicis subsimplicibus canaliculatis decurrentibus, stipite subundulato. Perraro hanc speciem inveni ad latera truncorum muscosorum.

Descr. Medius est fungus inter Merulios et Agaricos. Priori vero generi quod habitum magis accedit. Formam etiam quasi imperfectam, saltem inventum speciem, prae se fert. Stipes subincurvus, superficie undulatus, intus solidus, unc. 1 altus, lin. 1 crassus, colore albido. Lamellae s. plicæ pallidæ, subflavescentes, subdistinctæ, non equidem valde ramosæ s. venosæ; sed tumidæ, apice simpliciter furcatæ, nonnullæ omnino simplices; quod vero huic speciei peculiare inest, in margine externa longitudinaliter quasi excavatæ s. canaliculatæ sunt. Pileus juniorum subinfundibuliformis, deinde planiusculus, et umbilicatus, nonunquam subdifformis, interdum fere quadratus apparet, substantia carnosus, tenui; a dimidia uncia ad unam unciam latus. »

(Myc. Eur.) « subparvus albido-pallens sub umbilicatus obliquus, plicis canaliculatis simplicibus, stipite solido. Ad latera truncorum unicum modo specimen quondam repertum, nec ab aliis observatum inveni. Ad Agaricos accedere videtur hicce ambiguus fungus. »

Fr. (Epicr.) « albo pallens, pileo carnosulo obliquo subumbilicato glabrescente, stipite solido subundulato nudo, lamellis confertis distinctis subsimplicibus acie planis canaliculatisve. In trunco cavo etiam nos semel vidimus. Stipes vix uncialis, fibrosus. Pileus 4 — 5 lin. latus. Lamellæ rectæ, geminatim connatæ ? »

Quel. (Soc. bot.) « Stipe plein, puis creux, fibrocharnu, obconique, villeux, et blanc, cotonneux à la base. Péridium charnu, *mince*, tenace, convexe, puis cyatiforme, 2—3 festonné, villeux, blanc, puis faiblement ocracé. Plis espacés, *décurrents*, rameux, crème, puis ocre clair avec l'arête *épaissie* ou *canaliculée*. Spore 6 μ, ovoïde, hyaline. Automne. En troupe dans les plantations de Conifères du Laonnais. »

(Fl. myc.) « Stipe spongieux, puis creux, aminci en bas, villeux et *blanc* cotonneux à la base. Péridium convexe, puis en coupe 2—3, mince, tenace, festonné, *villeux*, *blanc*, puis crème-jonquille ou ocracé. Lamelles décurrentes, rameuses, crème, puis jonquille incarnat, avec l'arête *épaissie* au *canaliculée*. Spore ovoïde, 6 μ, hyaline, Automne, forêts de conifères du Nord de la France. »

Nyct. cryptarum. Secr.

Fr. Epicr. 2 p. 371 [Secr. n. 111] ; Hym. (=Epicr.).
Wint. 1276 p. 517.

DIAGNOSES

Fr. (Epicr.) « pileo carnosulo conico difformi, brunneo *farina floccosa canescente*... cartinatoque, stipite subfarcto inaequali flexuoso canofibrilloso, lamellis adnexis undulatis subconglutinatis flocculosis carneogriseis. Ad terram nudam sub radicibus alni. Fœtens. Stipes mollis, vix unc., 1,5 lin. cr., sub floccis obscurior. Pileus 6 lin. latus margine crasso. Lamellæ prioris tenuiores, molles neo ita obliteratæ. Ex Secr.; non vidi. »

NYCT. MICROPHYLLA, CORDA

Corda, p. 48 Ic. IV t. 10 f. 134; *Fr.* Hym. Eur. 7 p. 664; *Wint.* 1274 p. 517.
« pileo subcarnoso, hemispherico, molli; *glabro*, *nudo albo;* stipite fistuloso, glabro, cærulescente, deorsum attenuato; lamellis adnatis, integerrimis, sordide albis. In Russ. nigr. communi præcedentium matre (v. ic.) » (Fr.).

NYCT. NAUSEOSA, WEINM

Fr. Hym. 4 p. 463 [Asterophora Weinm. Ross. p. 829; Borsz. Fung. ingr. t. 6 (eleganter)]
« pileo carnoso, e globoso hemispherico *ocraceo*, superne pulverulento, margine involuto; stipite fistuloso crasso, *oblique sulcato et torto*, sordide pallido, tomento adpresso candido vestito; lamellis distantibus, dichotomis, pallidis. In fungis putridis prope Petropolin, cæspitosus. Sequente major, speciosior, sed simili sporarum stellatarum strato obductus. Odor nauseosissimus urinæ putrescentis (v. ic.) » (Fr.)

NYCT. PARASITICA, BULL.

Bull. 2, 152 p. 609, t. 574 f. 2 [A. amanitæ, Batsch. 2 p. 109, t. 18 f. 93].
Pers. syn. 213 p. 371 Ag. *parasiticus* [Bull. t. 574, f. 2)]... (1801).
Alb. et Schw. 536 p. 187. α, pallescens, Ag. *parasiticus* (1805).

Fr. Obs. 2, 121 p. 149 [Sow. t. 343]. — (Bull. 574 f. 2, A et S. p. 187, porum recedant)], A. *parasiticus*... (1818)
Fr. S. M. I., p. 135, *Collybia parasitica* [A. parasiticus, Bul. l. c.; Sow. t. 343; Pers. syn.; A. et S.; Fr Obs l. l. c. c. ——— b, *minor*, *albus*, Schum. p. 308]... (1821)
Pers. Myc. Eur. 3, 208 p. 127 [Bull. p. 609, t. 574, excl. syn.; Sow. t: 343; Fr. p.135], Agaricus *parasiticus*... (1828)
Fr. El. I p. 19, Collybia [S. M., l. c.].... (1828)
Fr. Epicr. 5 p. 372 [Bull. Sow., S. M., l. c.; Secr. n° 855]... (1838)
Berk. Outl. 2 p.218, t. 19 f. 2, *Nyct*, *parasitica*... (1860)
Fr. Mon. 2, 3 p. 214 [Epicr. p. 372. — Ic. Fr. in Mus. Acad. Holm] Nyctalis parasitica... (1863)
Fuckel, Nachtrag I [F. rhen. 1420]... (1871).
Cooke, Hand. 653 p. 231... (1871)
Quel. Jura, I t. 13 f. 3... (1872)
Fr. Hym. (=Epicr. v. v.)... (1874)
Gill. Hym. p. 357... (1874).
Karst. M. fenn. 1, p. 228... (1876)
Wint. 1272 p. 516 [Bull. et Fr. Epicr. l. c.; Exsice. Fuck., F. rhén. 1420, Rab. Herb. myc. 501; Thüm. F. aust., 209]... (1884)
Gill. t. an. p. 35, t. alph. 498 p. 17.
Quél. Fl. myc. p. 41 [Bull. Sow., Fr. Epicr. l. l. c. c., Jura, l. c.]... (1888)
Schrot. Schles. 1096 p. 525... (1889).
Rich. Cat. 392 p. 83 [Album de l'Est] (1889).
R. Maire, Bull. soc. myc. France,... (1905).
Bataille. Bull. soc. hist. nat. Doubs... (1909).
Ricken, Blätt. 22 p. 8, t. 2 f. 7... (1915).

ICONES

(Bolt. t. 155; Britz, f. 10; Bull. *l.* c.; Cooke t. 1113; Gill. t. 140; Quél. Jura; Sow. t. 343) Lapl.; Bonnier, cours Bot. p. 1752, f. 3418; Dietrich t. 95; Lamotte t. 65; Delile, ic. inéd. (Lagarde); Berk. Outl. et Ricken, l. c. —

DIAGNOSES

Alb. et Schw. « Aetate juniore pruina quadam caesio cinerea, in adultis evanida, totus obductus. Pil. semiglobosus, magine sub inflexus Lam. rarae, satis crassae, fuscescentes. Stipes solidus, rectus in nostris, villosus potius quam pilosus. Fungi rarissimi semel tantum exempla aliquot diversae aetatis, aggregata, tomento, albo insidentia, in pileo Omphaliae adustae senilis exsuccae inventa fuere parasitica : loco abietino muscoso umbroso humidiusculo. Primo oct. »

Fr. (Obs.) pileo subcarnoso convexo, mox plano lævi subglabro pallescente, lamellis adnatis distantibus, stipile fistuloso pubescente albido.

Copiose legebam ad *A. adustum*, *blennium*, etc. putridum in omnibus nemoribus, sept.-oct. 1813, a quo tempore non invenire potui.

Descr. Gregarius caespitosus. Stipes tenue fistulosus, 1-2 unc. longus, nec ultra in meo, 1,5-2 lin. cr., aequalis l. sursum leviter attenuatus, teres rectiusculus 1 e. loco natali curvatus, firmulus totus pubescens albus. Pileus leviter carnosus. Junior campanulato-convexus, mox planus, obtusus 1. obsolete umbonatus, saepe irregularis (ex. gr. angulatus, repandus, rimosus, etc.) albido-fuscus subpruinatus, dein expallens nudus laevis subglaber, 0,25-1 unc., latus. Caro sordida tenuis. Lam. adfixae, vix decurrentes, alternae crassae distantes distinctae fuscescentes.

B. *agaricola*, pileo globoso, demum campanulato hemispherico striato, stipite subulato lamellisque albis.

A. *parasit. Schum.* 2 p. 308.

Ipse numquam legi; sed varietatem saltim esse e descriptione satis patet. Pileus 1,5 lin. latus; stipes 0,5 poll. sublongus. Schum. 1. c.

Certe autem diversus. *A. pilipes*, pallide fuscus, pileo sub carnoso campanulato laevi glabro, lamellis liberis confertis latiusculis stipiteque fistuloso piloso concoloribus, *Sow. t.* 249, *A. tuberosus*, *Pers. Syn.* p. 371.

Extra Angliam nundum lectum scio.

Fr. (S. M.) « pil. subcarnoso convexo, mox plano pruinoso griseo pallescente, lamellis adnatis crassis distant. obscurioribus, stipite fistuloso villoso.

« Gregarius, ut plurimum caespitosus. Stipes subtiliter fistulosus longitudine eximie varius, sursum leviter attenuatus, l. omnino aequalis, 1-2 lin. cr. Pil. irregularis, unc. haud attingens. Lam. tumidae, etiam ramosae; subinde gyroso intricatae. Ad A. adustum, biennium, vellereum, exsuccum, etc. passim. Meteoricus. Aug. oct. (v. v.) »

Fr. (El.) « A proximis valde differt *velo universali*, etc. sed et ob Agaricis plicis (non lamellis) saepe difformibus, etc., quare omnino sui generis fungus (Nyctalis S. O. V. 78). Analogia eximia cum *Asterophora agaricoïde*. »

Pers. (M. E.) « dense aggregatus; pil. subcarnoso-umbonato; demum explanato, pallescente albo, lam. distant. crassis fuscescent., stipite subelongato fistuloso. Etiam in Agaricis putrescent., nascitur, sed multo rarior est. Stipes longitudine varius, plerumque semiuncialis, 1-2 lin. cr. aequalis. Lamellae tumidae, adnatae, passim divisae, aliquando gyroso-intricatae, et in specimine apportato, forsitan aegrotante, tomentosae mihi apparuere, hinc et steriles habendae ? »

Fr. (Epicr.) « pil carnosulo e conico explanato inaequali *pellicula persistante pruinosa grisea*, stipite subtiliter fistuloso flocculoso — villoso albicante, lam. adn. crassis distant. demum contortis anastomosantibusque fuscescentibus. Ad Russ. adustam nos tantum legimus. Velum fibrillosum in hac manifestum ».

Berk. (Outl.) « pileus slightly fleshy, conical, expanded, unequal, pellicle persistent, grey, pruinose; stem minutely fistulose, flocculoso-villous, whitish; gills adnate, thick, distant, at length contorted and anastomosing, brownish.

On *Russula adusta*. Common. In this species also De Bary finds a second form of fruit, though different from the last. and confined to the gills.

Fr. (Mon) In cadaveribus *Russulae nigricantis* et *adustae* hanc speciem tantum legi quibusdam annis copiose; plurimis autem frustra quaesitur. Gregarius, immo caespitosus. Stipes subtiliter fistulosus 1-2 unc., longus 1,5 — 2 in c., aequalis 1. sursum leviter attenuatus, rectus 1. e situ obliquo curvatus, pubescens, albus. Velum manifestum, fibrillosum. Pill. leviter carnosus, junior e conico — campanulato convexus, mox planus obtusus, 1. obsolete umbonatus, saepe irregularis (angulatus, repandus et rimosus) 0,5 — 1 unc. latus pruinatus, albido-fuscus, dein expallens, albidus, subnudus. Caro sordida. Lamellae adnatae, crassae, distantes, immixtis alternis brevioribus, fuscescentes, demum contortae et anastomosantes. Haec species una cum *N. vopisco Fr.* 1. c. in *A. Clit. odore* in Pomerania lecta,, sunt generis typi; duae praecedantes variis rationibus paradoxae sunt. »

Quél. (F. M.) « Stip. fistuleux, grêle, villeux et blanc, poïlu à base. Péridium campanulé 2-3, mince, *fibrillo-soyeux*, *blanc-grisonnant* ou bistré, argenté par le sec. Chair ténue, molle, grise. Lamelles adnées, très épaisses, espacées, *blanches puis cendrées*. Spore ellipsoïde fusiforme 22 μ, ocellée, fauve, pâle.

« E-a Cespiteux, sur *Russ. delica et adusta*. Vosges. »

Schröt. « Spor. (Karst.) 8×1-1,5. Chlamydosporen gewöhnlich auf den Lamellen vortretend, ein braunes Pulver bildend, länglich-elliptisch, 14-17×8 membran dick, braun, glatt. »

Wint. « Chlamyd. die Lamellen und die ganze Unterfläche des Hutes als ein

dichts, braunes Lager überziebend, spindel — oder halbmondfôrmig, mit gestutzten Enden, glatt, 14-17 × 8 «.

R. Maire. « Cette espèce, beaucoup plus rare que le *Nyctalis asterophora*, croît sur le *Russula adusta* et aussi sur le *R. nigricans* dans les bois des environs de Lunéville (bois du Fréhaut, bois Barette).

Nous avons trouvé une fois *N. asterophora* et *parasitica* côte à côte sur un seul et même chapeau de *Russula nigricans.*

Karst. N ...Ad Russula adustam, Aug.-oc. Apud nos semper Hypomyce asterophoro infestata visa. »

Bataille. Chapeau campanulé, puis étendu (1/2-21/2 %), mince, finement fibrilieux-soyeux, d'un gris argenté; marge lisse, à peine incurvée. Stipes grêles (1-3 $^{m}/_{m}$ × 1 1/2 — 3 $^{m}/_{m}$), ou ramifiés, rarement isolés, finement tomenteux, blanchâtres, subfistuleux et brunâtres en dedans. Lamelles adnées, subdécurrentes, canaliculées sur l'arête, épaissses, espacées et étroites, grises ou un peu cendrées. Chair tendre, brunâtre, blanchissant en séchant, fétide. Spores ellipsoïdes-ovoïdes (5-7 × 4-5 μ), hyalines. — Bois de Franois, 1908. Sur *Russula nigricans.*

Ricken. « basidiosporen wie bei vorigen, farblos, elliptisch, 5-6 × 3-4, glatt. Chlamyd. ellipt. 12-15 × 9, *glatt*, mit Hyphenanhângseln 20-30 μ lang. »

NYCT. PHYSAROIDES, FR.

Fr. Obs. 2, 358 p. 368 [Mich. Gen. t. 81 f. 1, Fungoidaster in fungis putridis, semine stellato].

« Sporangio subtus laevi, stipite elongato glabro. In agaricus putridis, Italiae. Nullum dubium, quin hujus generis distinctae species. »

NYCT. RHIZOMORPHA, FUCK.

Fuckel, Nachtrag 2, add. à p. 85, à Symb. myc. (1873), t. fig. 39.

Wint. 1277 p. 517.

« Pileo carnoso, lato-conico sulhemisphericove, antice obtuso, albicante flocculoso-pruinoso, cinereo, gilloso, margine acuto, 0,5 unc. lato, lam. concolor., inaequalibus, basin versus confertis, primo dense pulvere alto tectis, demum liberis, stipite centrali, basi incrassato, valde sulcato, albo, intus solido, tenace fibroso, 1 unc. alto. Fungillus basi fibrillis rhizomorphaeformis, longissimis, sparse ramosis, teretibus compressisve, candidis, tenacissimis obsitus.

« Tab. nost. f. 39 a. Fung. magnitudine laterali, b. cellulae medullae filiformes cum paucis majoribus, cylindraceis, fuscis.

« Der fruchttragende Pilz in einem sehr verfaulten, grossen Wurzelstumpf von Alnus glutinosa, im Frühlin. Am Fusse des Meerhôlzchens, bei Eberbach im Rheingau.

« Das mycélium dieses interessanten Pilzes war sehr weit in dem verfaulten hohlen Stamme verbreitet. Trotz meiner Nachgrabung, bis zu 2 Fuss Tiefe, konnte ich das Ende der Stränge nicht erreichen, sondern dieselben brachen, immer noch gleich dick, ab. Die Hauptstränge derselben waren 1,5 — 2 $^{m}/_{m}$ dick, steilrund oder zusammengedrückt und wenig âstig, wâhrend sich die Nebenâste gegen ihre Enden mehrfach verzweigten und gewôhnlich 2-3 Linien breit verflacht, am faulen Holze ansassen. Das Letztere erleichtert ihnen jedenfalls die Zerstôrung des faulen Holzes. Aehnlich verhâlt es sich bei *Anthina* et *Rhizomorpha.*

« Im Querschnitt gesehen, bestehen sie aus einer mehr oder weniger dicken, schwammigen, weissen, fest anliegenden, aussen von Kalkabsonderung weiss bestaubten Rinde und einer inneren, hornartig durchscheinenden, dicken, sehr zâhn Marklage. Letzere erschient im Lângsschnitt, unter dem Microscop, als aus dicht verflochtenen, sehr dünnen, unseptierten, wasserhellen Lângshyphen, mit einzelnen, viel dickeren, cylindrischen, in Glieder verfallenden, gelbbraunen Zellen untermischt.

« Der fruchttragende Pilz sitzt mit sehr verdicktem Stiele auf den Strângen. Sein Stiel ist im Innern ebenso zâh faserig wie das Mark der Strânge und verlâuft in letztere allmâhlich, so dass an der Integritât des Gewâchses nicht gezweifelt werden kann. Ich fand die entwickelte Nyctalis nur in 2 Exemplaren, ganz im Innern des faulen Stammes, in einer durch die Faulung gebildeten Aushôhlung. Was mir an dem Mycelium besonders auffiel, war die ausserordentliche Zähigkeit des Markes, so dass ich bedeutende Kraft anwenden musste, un sie zu zerreissen, ganz so wie bei Rhizomorpha subcordicolis. Alle übrigen, mir bekannten dergleichen Mycelien, wie z.B. die von Phallus und die verschiedenen Formen von Hypha besitzen bei weitem nicht diese Zâhigkeit.

« Dieser Umstand und die Aehnlichkeit der grôsseren Zellen im Marke mit denen von Rhizomorpha subcorticalis, welche de Bary, für letztere, in seiner Morph. et Phys. der Pilze p. 23 beschreibt, beurkunden eine nahe Verwandtschaft desselben mit âchter Rhizomorpha, nâher wenigstens wie irgend ein anderes, bisher bekanntes Mycelium und mag durch Auffindung desselben immerhin ein Schritt nâher zur Aufklârung über die wahre Natur von Rhizomorpha getan sein.

« Meine *Rhizomorpha adnata* S. myc. p. 237, hat mit R. subcorticalis nichts gemein, wie ich mitch jetzt überzeugte und hâtte ich fûr diese und *R. hippotrichoides* besser den Gattungsnamen Cenocarpus Fr. (sub gen.) gewâhlt. » (Fuck.)

Nyct. ? verpoides, Fr.

Fr., Epicr. 1 p. 371, Mon 2, 1 p. 213 [Epicr.]; Hym. Eur. (=Epicr. v. v.).

DIAGNOSES

Fr. (Epicr.) « pil. carnosulo campan. laevi *glabro* fusco, stipite subcavo aequali rigido striato glabro, *lam.* rectis in hymenium contiguum striatum *coalescentibus*. In huncis cariosis rariss. Inodorus, totus rigidus, subfragilis. Stipes totus fibrosus, 3 unc. lin., 2-3 lin. cr., saepe tortus. Pil. unc. obtusus, e fusco-fuligineo lividus, margine tenui excedente. Hym. concavum; lam. sectione transversa primum apparent, admotum crassae. Velum primitus evanescit. »

(Mon.) « In latere interiori trunci cavi Upsaliae hujus semel legi magnam copiam, quare omittere nolui fungum adnodum singularem, quamvis vix dubitem alius esse statum a loco heliophobo personatum. Habitus prorsus Verpae majoris, ob hymenium inferum primo obtutu laeve. Stipes primo farctus, dein cavus, totus a fibris rigidis et tenacibus implexus, 3 unc. longus, 2-3 lin. crassus, exacte aequalis, rigidus, fragilis, strictus et simul tortus, albidus. Pileus subcarnosus, rigidus, persistanter campanulatus, obtusus, unciam latus, laevis, primo cinereo-pruinosus, mox nudus fusco-fuligineus, demumqne fusco-lividus. Lamellae haud decurrentes, crassae, rectae, simplices, acie obtusa, *adeo stipatae, ut pagina inferior contigue*, modo striata, appareat. Si de hujus matre, opinarer, cum *A. Collyb. pullo*, potissimum compararem; statura enim et structura cum hoc convenit, sed inter hymenia utriusque ne remotissima quidem adest similitudo. »

Nyct. vopiscus, Fr.

Fr. Epicr. 6 p. 372; Hym. Eur. (=Epicr. v. S.).
Wint. 1275 p. 517.

« pil. carnosulo e *cupulari-resupinato reflexo* stipiteque brevi excentrico incurvo flocculosis pallidis; lam. crassis distant. e centro radiantibus. Ad stipites *Agarici odori* prope Zashow Pomeraniae legit Ahnfelt. Natura omnino est praecedd.; sed minor tenuiorque, et forma Ag. *byssisedi*. » (Fr.)

A. S. et L. M.

Joseph COULOUMA

Docteur en Pharmacie, Licencié ès-sciences, Expert chimiste
Béziers

VALEUR DES DIGITALES DE CEILHES ET DE LA REGION D'APRES LEUR TENEUR EN DIGITALINE

L'étude de la plante médicinale la plus importante de notre région nous a paru compléter heureusement notre travail sur la Flore de Ceilhes. Nous allons essayer d'en apprécier la valeur d'après ses teneurs en Digitaline.

Tout le monde connaît les belles hampes florales de la Digitale (*Digitalis purpurea*) aux clochettes pourpres. La Digitale pourprée porte à bon droit le nom de gant de Notre-Dame ou doigt de la Vierge : chaque fleur en effet pourrait abriter un doigt.

Les feuilles de cette plante sont de deux sortes : les basilaires et les caulinaires ; enfin certains pieds ne fleurissent pas chaque année et leurs feuilles peuvent présenter certaines particularités.

Cette belle plante dans la région qui nous intéresse orne, vers la fin juin, les terrains schisteux à l'ouest de Ceilhes, mais une vallée semble particulièrement propice au développement de la Digitale : c'est le ruisseau de Lascours qui descend du col Notre-Dame. En amont du ruisseau de Bournac les chataîgneraies sont ornées de beaux bouquets qui sont plus nombreux encore le long du cours d'eau.

En aval de Lascours, nous avons remarqué un éboulis ancien de rochers complètement recouvert de Digitales.

I. — NATURE ET ORIGINE DES ÉCHANTILLONS ANALYSÉS

Nous avons récolté une première fois des feuilles de Digitale à Ceilhes sans faire attention à la position des feuilles sur la plante ; 15 jours plus tard nous ramassions des feuilles caulinaires et des feuilles basilaires. Enfin une personne se chargea de récolter les fleurs de notre vallée.

Entre temps, nous nous étions procuré un échantillon de feuilles du Pardailhan cueillies avant floraison. M. le Chanoine Coste nous fit parvenir des feuilles basilaires, caulinaires et des rejets stériles de la région de St-Sernin-sur-Rance, un Ségala de l'Aveyron. Il récolta aussi pour nous des feuilles au mois de novembre.

De Marvejols et des Monts d'Aubrac nous reçûmes deux échantillons de feuilles basilaires et caulinaires mal triées, il est vrai.

M. le Professeur Juillet nous donna des feuilles récoltées à 1070 mètres dans l'Ardèche. Enfin, nous reçûmes, grâce aux bons soins de M. le Doyen de Strasbourg, notre ancien maître, trois lots de feuilles des Vosges, représentant les feuilles basilaires, caulinaires et des rejets stériles.

Après dessiccation, nous avons procédé aux dosages, au moment où la clientèle de notre laboratoire nous laissait quelques loisirs.

II. — MÉTHODE DE DOSAGE

Par Digitaline Française, nous entendons indiquer le glucoside obtenu par le dosage décrit dans le Formulaire des Hôpitaux militaires.

Le produit que nous dosons est en réalité un mélange de Digitoxine pour 95 pour cent environ et de Digitaline amorphe chloroformique.

Elle contiendrait aussi à l'état de traces de la Chlorophylle, des acides, de l'inosite et des albuminoïdes. Notre procédé a été indiqué par Keller et a été perfectionné par Ecalle.

Il repose sur l'épuisement par l'alcool à 60° de feuilles sèches de Digitale ; la teinture obtenue est évaporée pour chasser l'alcool ; l'extrait est repris par l'eau et le sous-acétate de plomb qui précipite les matières pectiques, les albuminoïdes et la chlorophylle.

Nous nous débarrassions du plomb par le SO^4Na^2 et nous épuisions ensuite notre liqueur par du chloroforme en milieu légèrement ammoniacal. Le chloroforme décanté est distillé ; le résidu repris par un peu de solvant est précipité par un mélange d'éther de pétrole et d'éther éthylique qui dissout les impuretés restantes.

Pour purifier ce corps nous reprenions par de l'alcool absolu, nous filtrions et nous précipitions la Digitaline par de l'éther qui était évaporé ou décanté.

III. — CRITIQUE DE NOTRE MÉTHODE

Burmann reproche au procédé Keller-Ecalle de ne pas doser la Digitaline, mais plutôt la Pseudodigitoxine parce qu'il n'emploie pas l'alcool dès le début. Le procédé Ecalle pécherait par défaut.

Nous ne méritons pas cette critique puisque nous avons épuisé par l'alcool à 70°.

Du reste, nous avons suivi les méthodes officielles du Comité des plantes médicinales et du Formulaire des Hôpitaux.

Remarquons toutefois qu'Ecalle a trouvé des résultats plus satisfaisants que Burmann.

IV. — INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ET CONCLUSIONS

Si nous examinons nos résultats nous notons d'abord un dosage de Digitaline dans les feuilles à leur apparition avant la hampe florale. Le chiffre de 0,09 est déjà satisfaisant.

DATE DE LA RÉCOLTE	ORIGINE	PARTIE DE LA PLANTE ANALYSÉE.	DATE DU TITRAGE	RÉSULTATS	DATE DU 2e TITRAGE	RÉSULTATS	MOYENNES
21 Mai 1922...	Pardailhan (Hérault)	Feuilles à leur apparition avant la hampe fleurie	4 Juin 1922	0.098			0.098
12 Juin 1922...	Ceilhes (Hérault)	Feuilles à la floraison indistinctement sur la tige.	30 Juin 1922	0.266	10 Mars 1923	0.269	0.267
1er Juillet 1922.	— —	Feuilles basilaires, floraison un peu avancée.	13 Sept. 1922	0.245			0.245
1er Juillet 1922.	— —	Feuilles caulinaires.	5 Sept. 1922	0.269	12 Sept. 1922	0.270	0.270
Novemb. 1921.	Balagnier (Aveyron)	Feuilles prises indistinctement.	20 Mars 1922	0.220			0.220
3 Juillet 1922..	— —	Rejets stériles, feuilles radicales.	14 Déc. 1922	0.199	19 Déc. 1922	0.199	0.199
3 Juillet 1922..	— —	Feuilles caulinaires, plante fleurie.	2 Janvier 1923	0.245			0.245
3 Juillet 1922..	— —	Feuilles basilaires, plante fleurie	25 Fév. 1923	0.170	28 Mars 1923	0.160	0.165
Juin 1922.. ..	Le Pouzat (Ardèche)	Feuilles à la floraison.	2 Mars 1923	0 230			0.230
Juillet 1922...	Ceilhes (Hérault)	Fleurs.	12 Déc. 1922	0.240			0.240
Juillet 1922...	Marvejols (Lozère)	Feuilles basilaires, plante fleurie.	15 Nov. 1922	0.220	10 Déc. 1922	0.232	0.226
Juillet 1922...	— —	Feuilles caulinaires, plante fleurie.	24 Déc. 1924	0.240			0.240
Juillet 1922...	Guebwiller (Vosges)	Rejets stériles.	25 Sept. 1922	0.318	15 Mars 1923	0.290	0.304
Juillet 1922...	— —	Feuilles caulinaires, plante fleurie.	12 Oct. 1922	0.345	10 Mars 1923	0.330	0.335
Juillet 1922...	— —	Feuilles basilaires, plante fleurie.	30 Oct. 1922	0.230	22 Mars 1923	0.269	0.245

D'autre part, des feuilles provenant de Balaguier, après l'arrêt de la vie végétative titrent encore 0,22 pour cent.

Les autres dosages provenant de feuilles récoltées au moment de la floraison oscillent tous entre 0.19 et 0.33 et la moyenne est de 0.25.

Ajoutons que certains échantillons ont été analysés deux fois pour avoir plus de garantie.

1° Dans l'ensemble la teneur en Digitaline des Digitales analysées est supérieure à celle généralement admise par le Codex militaire. Nos dosages s'écartent notablement de ceux de Déjean et de Burmann, mais ils cadrent avec les travaux d'Ecalle, de von Stalie, de Madsen, de Liegenbein.

Certains auteurs ont même trouvé, les dosages supérieurs aux nôtres.

Ces différences font penser qu'il serait utile de faire chaque année un échantillon moyen dans une région et de contrôler par un dosage.

2° Nos résultats analytiques montrent que les échantillons provenant des Vosges sont plus riches en Digitaline que ceux récoltés dans nos pays.

3° A un autre point de vue plus théorique que pratique, nos analyses permettent de faire une différence entre les feuilles basilaires et les feuilles caulinaires, toujours plus riches en Digitaline au moment de la floraison.

4° Les feuilles des rejets stériles ont une teneur intermédiaire à la même époque entre les feuilles caulinaires plus pauvres et les feuilles basilaires plus riches.

Pour les Vosges, les chiffres seraient respectivement de 0 fr. 24, 0 gr. 30 et 0 gr. 33.

5° D'après notre unique dosage les fleurs écloses contiennent autant de Digitaline que les feuilles.

L. DELESTRAC
Pharmacien à Pertuis (Vaucluse)

AMANDES DOUCES ET AMANDES AMERES

Y. VOLMAR
Professeur à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg

et

E. REEB
Pharmacien

SUR UN PRINCIPE NOUVEAU ISOLE DU POLYPODE DE CHENE : LA POLYPODINE

Le rhizome de polypode de chêne (polypodium vulgare-Fougère) est une drogue très anciennement connue et préconisée depuis longtemps, sous le nom de réglisse des bois, comme calmant contre la toux. Guignet a montré qu'à côté de tannin, d'amidon, de sucres, de mannite, d'acide malique, etc..., elle renfermait une notable proportion de glycyrrhizine ou d'une substance très voisine et de propriétés identiques.

Le Dr L. Leclerc ayant constaté récemment (Union Pharmaceutique 1921, p. 137) que la décoction aqueuse de polypode présentait des propriétés cholalogues très marquées qui ne pouvaient être attribuées à aucun des principes isolés jusqu'à ce jour, nous avons pensé qu'il devait exister, à côté de la glycyrrhizine, une autre substance de nature glucosidique ou alcaloïdique, soluble dans l'eau, agissant sur la secrétion biliaire, et nous nous sommes proposé de l'isoler.

Dans ce but, nous avons soumis 100 gr. de rhizome de polypode grossièrement concassé à une macération dans l'eau froide pendant 24 heures, pour en extraire la presque totalité de la glycyrrhizine, très soluble dans ces conditions. Le résidu a ensuite été épuisé pendant 2 heures à l'eau bouillante et la liqueur brune, ainsi obtenue, évaporée à sec au bain-marie, puis dans le vide, nous a laissé un résidu d'environ 4 gr. Après redissolution dans 100 cc. d'eau, nous avons éliminé les dernières traces de glycyrrhizine, en les précipitant par addition d'acide sulfurique dilué au 1/5 suivant les indications de Hafner. La liqueur filtrée, neutralisée par l'ammoniaque et ramenée au volume de 30 cmc. par évaporation au bain-marie, a été traitée par 20 gr. de sulfate d'ammonium. Le précipité obtenu, fortement coloré, brun, et susceptible de renfermer le produit cherché, a été essoré, lavé avec une solution saturée de sulfate d'ammonium, séché dans le vide et redis-

sous dans l'alcool à 90° pour séparer l'excès de sulfate d'ammonium entraîné. Après distillation et évaporation de l'alcool, nous avons obtenu environ 0 gr. 50 d'écailles brunes.

Afin de les purifier, nous les avons redissoutes dans l'eau et nous avons pu ainsi séparer :

a) Une résine brun foncé insoluble dans l'eau;

b) Une solution jaune, qui a été décolorée par défécation à l'acétate neutre de plomb et élimination de l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré. Après évaporation à sec au bain-marie, puis dans le vide, nous avons finalement obtenu 0 gr. 20 d'écailles brillantes, à peine colorées en jaune.

Nous avons étudié successivement les propriétés de ces deux substances et nous avons pu constater que le produit en écailles, qui est de nature glucosidique, et pour lequel nous proposons le nom de *polypodine*, est le principe cholalogue du rhizome de polypode.

A. — PROPRIÉTÉS DE LA POLYPODINE

La polypodine se présente sous la forme d'écailles ambrées, solubles dans l'eau, surtout à chaud, dans l'alcool, l'éther, la benzène, etc. Malgré tous nos essais, nous n'avons pas encore pu l'obtenir à l'état cristallisé. Elle fond à 152° et son pouvoir rotatoire est faible : $\alpha_b = -3°75$

Sa solution aqueuse, de saveur amère et de réaction acide, mousse abondamment et présente des propriétés émulsionnantes nettes; elle ne réduit pas la liqueur de Fehling.

Traitée par l'émulsine, ou à chaud par une goutte d'acide chlorhydrique, elle se dédouble avec mise en liberté de glucose, ce qui prouve sa nature glucosidique; elle ne renferme pas d'azote.

Avec l'acide sulfurique concentré et une trace de bichromate de potassium, elle donne une coloration brun, virant au vert.

Avec l'acide sulfurique, une trace de perchlorure de fer, puis d'iodure de potassium, elle donne un précipité brun chamois.

Avec l'acide sulfurique alcoolisé et une trace de perchlorure de fer, on obtient une coloration lilas.

Avec le tannin, elle donne un précipité cristallin blanc.

Avec l'acide picrolonique, un précipité jaune.

Avec le réactif de Bouchardat, un précipité brun.

Avec le réactif de Frœhde une coloration verte.

Avec le réactif de Dragendorff, un précipité rouge.

La polypodine est très faiblement réductrice : elle réduit les sels d'or, et donne avec un mélange de ferricyanure et de perchlorure de fer une coloration bleu de Prusse; mais elle ne réduit ni l'acide iodique, ni la liqueur de Fehling.

L'un de nous, afin de vérifier les propriétés physiologiques de la polypodine, a absorbé 0 gr. 15 de substance, et a constaté, au bout de douze heures, un effet cholalogue très marqué.

B. — PROPRIÉTÉS DE LA RÉSINE DE POLYPODE

Cette résine se présente sous la forme d'écailles brun chocolat, se décomposant sans fondre vers 250°.

Insoluble dans l'eau froide, à peine à 100°, elle se dissout abondamment dans l'alcool, l'éther, la benzine, ainsi que dans les alcalis libres ou carbonatés; elle renferme donc un acide résinolique libre.

Avec le perchlorure de fer, elle donne une coloration vert brunâtre.

Avec l'acide sulfurique concentré, une coloration brun acajou.

Avec l'acide sulfurique concentré et une trace de bichromate de potassium, une coloration vert émeraude.

Son action physiologique, essayée par l'un de nous sur lui-même, est absolument nulle.

En résumé, des deux substances nouvelles que nous avons pu isoler du rhizome de polypode, une seule est physiologiquement active, la polypodine, glucoside non azoté du groupe des saponines auquel il faut attribuer les effets cholalogues signalés par le Dr Leclerc.

PSYCHOLOGIE EXPÉRIMENTALE

Président. . . . . Ovide DECROLY, Professeur à l'Université de Bruxelles.

Secrétaire. . . . . Alphonse LEROY, médecin aliéniste à Liége.

Dr O. DECROLY

Professeur de Psychologie à l'Université de Bruxelles
et à l'Institut des Hautes-Etudes

LES TESTS COLLECTIFS ET LEURS APPLICATIONS A LA PRATIQUE EDUCATIVE

Le laboratoire de Psychologie de l'enfant de l'Institut des Hautes-Etudes, à Bruxelles, rue de la Concorde, a mis à son programme de travail l'étude de tests déjà employés à l'étranger et en a combiné de plus ou moins nouveaux, en vue de répondre aux divers desiderata qui se présentent dans la pratique scolaire. Le travail a porté :

1° Sur un *test non verbal pour l'entrée à l'école primaire* (test B.D.), dont M. R. Buyse, assistant au laboratoire, a fait une mention dans sa communication (1) au Congrès.

2° Sur un *test collectif verbal d'intelligence générale de Ballard*, inspecteur de l'enseignement à Londres, appliqué aux élèves de 8 à 14 ans (2);

3° Sur un *test collectif verbal d'intelligence générale*, de l'Office d'orientation professionnelle de Barcelone (Thurstone-Mira) pour les écoles supérieures et les Universités ;

(1) Ce test a été décrit dans l'Année Psychologique et donnera lieu bientôt à la publication d'instructions pour son emploi et de normes. V.
Dr O. DECROLY, Les tests collectifs non verbaux (*An. Psychol.*, 1923).

(2) Dans une thèse présentée par Mlle Hayon à la section de pédagogie de l'Université de Bruxelles, se trouvent les résultats d'une première application de cette échelle collective dans une classe de l'enseignement primaire.

4° Sur un *test collectif verbal d'intelligence générale*, combiné par M. R. Buyse d'après les tests collectifs américains (type Chapman) pour la sélection des mieux doués, dont il a également fait mention dans sa communication.

Une partie de ces travaux ont été poursuivis avec la collaboration des élèves du laboratoire et notamment de Mme Olbrechts, Mlles Delgoffe, Hayon, Van Hemelryck, Walravens ainsi que MM. Deman et Nerinkx.

Pour ce qui regarde le test de M. Ballard mis à l'essai par Mlles Delgoffe et Hayon, il s'est montré capable de déceler en deux heures, en moyenne, les élèves supérieurs et inférieurs dans les classes. La discordance inévitable due à différentes causes ne s'est présentée d'une manière nette que dans trois ou quatre cas seulement sur une centaine.

Selon le rapport de Mlle Hayon, l'expérience a porté sur une classe de 23 enfants de 8 à 9 ans; elle a été poursuivie 4 jours successifs, à 9 heures du matin. En général, tous les enfants de cette classe ont des résultats supérieurs aux normes de Ballard. Les notes scolaires sont en corrélation presque parfaite avec le classement fourni par les épreuves. Les 65 épreuves de jugement avec langage et les 16 épreuves de calcul sont les plus efficaces.

Mlle Delgoffe a expérimenté le test dans une école privée d'environ une centaine d'élèves, dont 80 de 8 à 14. Ces élèves donnent aussi, du moins dans les petites classes jusqu'en 6e, un résultat meilleur que les enfants de Londres. Pour les classes supérieures, la moyenne tend à se rapprocher de celle de Ballard; ce fait peut s'expliquer par deux raisons : *a*) Une sélection se produit dans les écoles primaires publiques par le redoublement; les inférieurs quittent avant d'arriver dans la dernière classe; *b*) Les meilleurs de l'école privée passant aux écoles secondaires officielles, les éléments qui restent sont, en majorité, des inférieurs.

Pour ce qui regarde le test de Barcelone qui est une adaptation du test dit cycle-omnibus de l'Institut Carnegie à Pittsburg, nous l'avons appliqué avec l'aide de divers professeurs dans des 4e degrés d'école primaire, des écoles professionnelles techniques des sections préparatoires d'écoles normales, des classes d'écoles normales d'athénées, certaines années de facultés universitaires, etc.

Une partie des résultats obtenus ont été soumis au travail statistique et critique par Mme Olbrechts.

Les données recueillies jusqu'ici sont surtout significatives comme résultats de groupe et permettent de dire que ce test peut faire connaître rapidement, et par un procédé à la portée des personnes non spécialement initiées (inspection, direction), la composition moyenne d'un groupe, à condition d'opérer à un moment favorable de la journée, et à une époque propice de l'année (en dehors de la période des examens).

Mme Olbrechts s'est livrée à une étude approfondie des résultats qui lui ont été fournis de l'application de ces épreuves aux divers groupes susdits; ses conclusions ont fait l'objet d'un rapport à une des réunions de séminaire du laboratoire.

Parmi les considérations émises, nous soulignons les suivantes :

Les groupes testés à l'université obtiennent comme moyenne, en 2e candidature en philosophie 39 points et 2e candidature en sciences 41 points. L'écart quadratique moyen étant de 6,8 pour le premier groupe avec une erreur probable de la moyenne de 0,8026 et de 8.5 pour le second avec une erreur probable de la moyenne de 0.68.

La différence de ces moyennes est inférieure au triple de l'erreur probable de leur différence (1,04 × 3 = 3,12); dans ces conditions, il n'y a pas lieu d'en tenir compte, d'autant plus qu'il y a des questions d'information qui sont plus faciles à résoudre par les candidats en sciences.

Ce qui permet de conclure que ces épreuves ne décèlent pas de différence entre les étudiants orientés vers les sciences et ceux orientés vers les études philosophiques et qu'en tout cas, la sélection faite au cours des études secondaires et par un premier examen universitaire semble aboutir à constituer des groupes qui sont presque équivalents à l'égard des épreuves; en réalité, cela doit être ainsi puisque tous ont passé à peu près par la même formation (latine grecque ou latine mathématique) et ont subi le même système de sélection avant l'entrée à l'université.

Si l'on fait une comparaison entre la moyenne actuelle d'une année de doctorat en médecine (2e candidature), on constate que la moyenne de celle-ci est de 44.32, avec un écart quadratique moyen de 8.28 et une erreur probable de la moyenne de 0.91. D'où il semble pour autant que les nombres soient suffisants qu'on puisse conclure que la sélection a continué à agir à l'Université et que l'effet peut s'en apercevoir dans les résultats obtenus par ce genre d'épreuves.

Un autre fait s'est manifesté dans l'application : c'est la supériorité des étudiantes sur les étudiants, ce qui témoigne d'une sélection spontanée plus forte pour les premières et vient confirmer l'opinion que les grades obtenus par les jeunes filles ne résultent pas d'une appréciation plus indulgente des professeurs à leur égard.

Les statistiques donnent les chiffres suivants, à propos desquels il faut souligner toutefois, qu'ils sont obtenus sur un nombre relativement restreint de sujets :

	Jeunes filles	Jeunes gens
2e Candidature en sciences.....	41	39.5
2e Candidature en philosophie.....	44.27	40.59
2e Doctorat en médecine.....	46.6	44.15

Ce qui paraît être dû à ce que la sélection préalable a été plus

forte pour les jeunes filles ; cette opinion est encore justifiée par les résultats extrêmes (minima et maxima) que voici :

	Minimum		Maximum	
	J. F.	J. G.	J. F.	J. G.
2e candidature en sciences	28	23	62	64
— en philosophie	31	28	54	50
2e doctorat en médecine.....	35	30	55	61

qui montrent que les jeunes filles, dans les trois groupes, ont des minima plus élevés tandis que leurs maxima, sauf un, sont moins élevés.

Mme Olbrechts fait une autre comparaison intéressante d'ordre plus qualitatif; elle se demande si, après deux années de régime très différent, les candidats en sciences n'auront pas plus de facilités pour certaines épreuves (les progressions arithmétiques par exemple) et si les candidats en philosophie n'en auront pas pour d'autres (les syllogismes, par exemple).

Voici les résultats obtenus pour les progressions :

En candidature en philosophie, sur 342 progressions vues il y a 35 erreurs et 51 omissions, soit 25.14 %;

En candidature en sciences, sur 535 progr. vues, il y a 75 erreurs et 57 omissions, soit 24,67 %.

Ces différences sont donc extrêmement minimes et confirment ce que faisait déjà présumer le résultat global.

Pour les syllogismes, les résultats sont les suivants :

En candidature en philosophie, sur 543 vues, 113 erreurs et 66 omissions, soit 32,9 % ;

En candidature en sciences, sur 835 vues, 204 erreurs et 36 omissions, soit 28,8 %.

Ici, elles sont un peu plus fortes, mais en faveur des étudiants en sciences; en tout cas, il n'y a pas supériorité des candidats en philosophie qu'*a priori* on pourrait supposer mieux préparés à répondre à ce genre de questions.

Pour ce qui regarde les élèves des trois dernières années d'un athénée (1) urbain, les constatations sont les suivantes :

1° Les moyennes s'élèvent de la 3e à la 1re :

3e	71	35,29
2e	62	37,85
1re	39	45,92

2° Cette différence n'est pas significative entre la 2e et la 3e, elle l'est nettement entre la 2e et la rhétorique.

3° Ce résultat se confirme par les minima atteints :

	Maxima	Minima
3e	60	18
2e	54	16
1re	60	30

(1) Correspondant au Lycée français.

d'où l'on peut conclure provisoirement que l'amélioration de la moyenne dépend sans doute de l'élimination des insuffisants plutôt que d'un développement des aptitudes intellectuelles sous l'influence des méthodes d'enseignement.

Ce qui confirme encore cette manière de voir, c'est le fait déjà signalé et très manifeste ici, à savoir que les plus jeunes ont une moyenne de cote presque égale, sinon supérieure, à celle des plus âgés. Cela se marque déjà dans le tableau suivant où sont réunies les moyennes par âge :

14 ans 1/2 (1).....	1 élève	47
15 ans 1/2.....	21 —	38.76
16 ans 1/2.....	58 —	37.55
17 ans 1/2.....	51 —	39.86
18 ans 1/2.....	21 —	39
19 ans 1/2.....	7 —	41.85
20 ans 1/2.....	1 —	32

Mais le fait devient plus visible lorsqu'on groupe les enfants de même âge par classe :

	Moyennes générales
Rhétoriques	45,92
Secondes	37,87
Troisièmes	35,29

Moyennes par âge

	14 1/2	15 1/2	16 1/2	17 1/2	18 1/2	19 1/2	20
Rhétoriques ..	»	»	51	46,71	45	43,83	32
Secondes	»	40	39,16	40	26	30	»
Troisièmes ...	47	38,7	34,74	30,81	32,5	»	»

Si l'on compare les classes modernes aux gréco-latines et latines-mathématiques, on trouve également, dès la troisième, une différence en faveur de ces deux dernières et notamment de la dernière, ce qui appuie l'opinion déjà émise, à savoir que la présence de l'élite à la fin des études gréco-latines ou latines-mathématiques, n'est pas principalement un effet de la méthode d'enseignement, mais surtout le résultat de l'organisation du triage par élimination systématique des moins capables et pour des raisons faciles à comprendre, la présence des meilleurs, dès le début des études, dans les sections humanitaires.

	Troisièmes		Deuxièmes		Premières	
	Moyen.	Nombre d'élèves	Moyen.	Nombre d'élèves	Moyen.	Nombre d'élèves
Gréco-latines ...	37,91	12	38,72	19	46	16
Commerciales ..	34,5	24	35,82	12	44,71	7
Scientifiques ...	32,2	27	37,1	10	44,81	11
Lat.-mathém. (2)	42,62	8	38,82	5	49,6	5

(1) Les élèves ont 14, 15, 16 ans révolus donc en moyenne 14 1/2, 15 1/2 ou 16 ans 1/2.

(2) Les résultats ne sont pas modifiés en faveur de l'un ou l'autre groupe si l'on élimine les questions relatives aux connaissances en chimie.

Ces premières constatations méritent déjà de retenir l'attention et justifient la poursuite de ces recherches.

Nous espérons que celles qui ont été entreprises parallèlement à Paris, Genève, Rome. et ailleurs permettront de préciser la valeur pratique de ces épreuves déjà admises aux Etats-Unis.

Pour nous, nous leur accordons un grand intérêt, car elles nous paraissent destinées à suppléer aux examens habituels, à faciliter la connaissance des élèves par les personnes qui ont la responsabilité de contrôle de l'enseignement; peut-être par surcroît y trouvera-t-on le moyen d'échapper aux erreurs actuelles des programmes surchargés, et à la trop grande importance accordée dans les leçons, à l'assimilation verbale qui est à la fois superficielle, fugitive et sans grand effet sur la formation de l'esprit.

S'il était démontré en outre grâce à ces épreuves que les humanités n'ont pas pour effet de former les esprits, mais surtout d'éliminer les moins aptes, le rôle des études classiques dans la formation de l'élite s'éclairerait d'un jour nouveau, et peut-être arriverait-on à mettre d'accord les protagonistes et adversaires du latin précoce, en permettant d'éliminer l'influence du parti-pris plus ou moins intéressé dans le choix des arguments employés pour défendre des traditions. Il conviendrait alors de réadapter les programmes aux nécessités modernes de l'éducation universitaire.

F. DUFFIEUX

Chef de l'Office d'Orientation Professionnelle, Bordeaux

ORGANISATION DE L'OFFICE D'ORIENTATION PROFESSIONNELLE PAR LA CHAMBRE DE METIERS DE LA GIRONDE ET DU SUD-OUEST

L'Orientation professionnelle s'applique aux garçons et aux filles. Elle doit être rendue pratique dans une petite localité, dans une ville quelconque, dans un département, dans une région économique. Un père doit pouvoir seul orienter son enfant.

A cet effet, il faut:

1° Un Office central avec ou sans succursales;

2° Eventuellement des succursales;

3° Des documents et des renseignements qui permettent à un père seul, d'orienter son enfant.

I

L'ORIENTATION PROFESSIONNELLE PAR L'OFFICE

a) Matériel.

b) Personnel.

Matériel. — Un Office d'orientation professionnelle doit pouvoir répondre à toutes les demandes de renseignements qui lui sont adressées, soit pour les métiers, soit pour les professions libérales, soit pour les emplois.

Son organisation matérielle comprend :

1° Un local pour recevoir individuellement ceux qui se présentent. L'horaire des réceptions est connu du public et spécialement du personnel des succursales s'il y en a.

2° Une échelle optométrique pour mesurer l'acuité visuelle.

3° Une collection de couleurs pour découvrir les daltoniens.

4° Une montre pour mesurer l'acuité auditive. A défaut, la voix chuchotée suffit.

5° Les monographies des métiers, des emplois et des professions libérales.

Il serait désirable d'avoir des renseignements :

1° Sur les employeurs qui reçoivent des débutants et, si c'était possible, sur les conditions de l'apprentissage.

2° Sur les dates et les conditions des concours d'entrée dans les administrations publiques et privées.

3° Sur les écoles de métiers, de rééducation des mutilés, d'enseignement technique, d'enseignement général : primaire supérieur, secondaire, supérieur (programmes, conditions d'entrée, carrières où ces écoles conduisent).

Un Bulletin périodique devrait relier l'Office avec ses succursales et avec l'Office de placement, les syndicats, les employeurs indépendants, les autres Offices d'orientation professionnelle, les administrations publiques et privées et les personnes qui s'intéressent à son action.

Il serait désirable de recevoir les revues publiant les travaux de laboratoires de physiologie et psychologie, qui s'occupent spécialement de l'étude des aptitudes des débutants et de celles des ouvriers qualifiés.

Personnel. — Un Office d'orientation professionnelle doit comprendre :

1° Un conseiller de vocation ayant l'habitude de causer avec les enfants, d'observer et de juger leurs aptitudes. Ce rôle convient spécialement aux éducateurs.

Il pourra être aidé d'un secrétaire.

2° Un conseil médical composé :

D'un docteur de médecine générale;

D'un docteur oculiste;

D'un docteur laryngologiste.

Il serait désirable que des personnes qualifiées consentissent, au besoin, à prêter leur concours au conseil de vocation (chefs d'usines, de maisons de commerce, d'administrations, d'établissements publics et privés).

II

L'ORIENTATION PROFESSIONNELLE DANS UNE SUCCURSALE

Matériel. — Une succursale de l'Office central d'orientation professionnelle doit posséder au moins les cinq premiers articles du matériel de l'Office central.

Les autres renseignements et concours utiles lui viendraient de l'Office central.

Personnel. — Dans les établissements scolaires, le conseiller de vocation est le directeur ou un de ses maîtres.

Ailleurs, une personne qualifiée remplira cet emploi délicat.

Dans beaucoup de cas, le médecin inspecteur des écoles prête son concours gracieux.

Le médecin de la famille est particulièrement qualifié et recommandé.

Si le service médical ne peut être organisé, la succursale s'adresse aux docteurs de l'Office central par l'intermédiaire de ce dernier.

* * *

ORIENTATION PROFESSIONNELLE D'UN DEBUTANT

1° Le candidat se présente avec son père ou une personne autorisée.

a) Sans documents scolaires;

b) Avec des documents scolaires.

2° Le candidat se présente seul avec ou sans documents scolaires.

3° Le candidat ou sa famille s'adressent à l'Office par correspondance:

a) Le candidat peut se présenter;

b) Le candidat ne peut pas se présenter.

1° *Le candidat se présente avec son père ou une personne autorisée.*

a) Sans documents scolaires :

Aptitudes physiques. — Le conseiller de vocation, dans un entretien cordial avec le débutant, en apprend le nom, l'âge, la résidence; les personnes de sa famille et leurs occupations; les maladies qu'il a eues,

les opérations qu'il a subies et leurs suites. Il mesure l'acuité visuelle de chaque œil, l'étendue de son champ visuel, le daltonisme, s'il y a lieu, l'acuité auditive de chaque oreille. Il constate la sécheresse ou la moiteur des mains, leur tremblement.

Avant toute orientation, une visite médicale s'impose pour améliorer, guérir ou constater un état incurable, chaque fois qu'il y a lieu de supposer une tare gênante ou une contre-indication physique. Cette révélation peut venir de la conversation, de l'aspect général, de la marche pendant les déplacements, des observations précédentes, des réponses relatives aux hernies, aux varices, à la résistance aux intempéries, au travail physique ou intellectuel, au changement de climat.

Le médecin de la famille est tout indiqué pour examiner et soigner l'enfant ou pour désigner un spécialiste de la famille.

En l'absence du médecin de la famille on peut s'adresser aux docteurs qui prêtent leur concours à l'Office d'orientation professionnelle.

Aucune orientation ne peut être définitive avant de connaître le résultat de l'examen médical et l'avis du docteur consulté pour l'une des carrières envisagées.

Quand la profession exige une grande solidité ou une grande délicatesse de certains organes : le cœur pour les métiers de force (forgeron, tonnelier, etc.); l'œil pour l'horloger, le bijoutier, la brodeuse, etc.; l'oreille pour le téléphoniste, le médecin, le violoniste; il est prudent, même sans indication suspecte, de faire examiner minutieusement l'organe intéressé.

Aptitudes intellectuelles. — L'examen intellectuel est facile et rapide pour un conseiller familiarisé avec l'organisation et les programmes scolaires. Il voit rapidement si le débutant est avancé, retardé ou moyen. Il confirme ou infirme les renseignements qu'il a entendus pendant la conversation. Il se fait une opinion sur les connaissances acquises, sur son intelligence, sur ses goûts.

Le métier préféré par l'enfant et accepté par les parents n'est pas encombré.

La monographie de ce métier est alors mise sous leurs yeux; ils comprennent la conformité ou la non-conformité des aptitudes du sujet et de celles qu'exige la profession. S'il y a conformité, le choix est approuvé; dans le cas contraire, le choix est abandonné pour des raisons évidentes; il est suggéré d'autres carrières en rapport avec les aptitudes, le goût et le milieu du candidat.

S'il y a désaccord entre l'enfant et son père, le conseiller s'emploie à rapprocher les deux points de vue. Il faut faire remarquer à l'enfant que son expérience est limitée, à son âge, que celle de son père est beaucoup plus longue et plus sûre, qu'il peut mieux que lui-même se le représenter à l'âge adulte; qu'il l'aime et ne veut que son bien. Si l'enfant est insensible à ces raisons, le conseiller ajoute que, d'ail-

leurs, le père peut disposer de son fils mineur, sans son consentement; mais que tous seraient plus heureux s'il donnait son adhésion volontaire.

Si l'enfant s'obstine, le rôle du conseiller est fini, quant à l'orientation professionnelle.

Placement. — Le père a choisi le patron de son fils ou en cherche un.

Dans tous les cas, le conseiller de vocation remet au père un Bulletin de présentation de l'Office. Il y énumère les renseignements utiles relatifs à l'état civil du candidat, à sa famille, à ses aptitudes physiques, intellectuelles et à ses goûts; il y ajoute son impression personnelle.

Si le père cherche un patron et que le conseiller de vocation en connaisse un du métier choisi en quête d'un apprenti, il le désigne au père.

Si l'Office n'a reçu aucune demande d'employeurs, le président du Syndicat intéressé, l'Office gratuit de placement, puis des gens du métier, prêtent volontiers leur concours pour qu'un enfant bien orienté présenté par son père, trouve un patron dans une profession qui n'est pas encombrée.

Avenir et hygiène du métier. — D'ailleurs, si le métier choisi était encombré de main-d'œuvre, le chômage et les informations venues des Offices de placement, des syndicats, le diraient.

L'avenir de la profession est une des données aléatoires du problème de l'Orientation professionnelle. Il dépend d'une découverte, d'une invention, d'une transformation, toutes choses qui ne peuvent être prévues, ni dans le temps, ni dans leur forme, ni dans leurs conséquences.

Si la machine concurrence la main-d'œuvre dans une profession, il faut aller vers la machine et la servir ou s'en servir. Celui qui sait bien le métier qu'elle supprime y est mieux à sa place qu'un manœuvre spécialisé et doit lui être préféré.

Quant aux risques professionnels, chaque métier a les siens. Les statistiques prouvent que, si les lois protectrices des travailleurs et l'hygiène spéciale à chaque profession étaient bien observées, les accidents et les maladies seraient considérablement réduits pour les travailleurs bien orientés .

b) Avec des documents scolaires :

L'examen des aptitudes consignées sur les documents scolaires sera abrégé ou inutile. La suite de l'opération se poursuit comme précédemment.

La fiche physiologique et pédagogique est un précieux document pour l'orientation professionnelle. Elle devrait être d'un emploi général.

La présentation d'un cahier de devoirs, du cahier mensuel, d'exercices de dessin, du carnet scolaire, fournissent des renseignements très utiles.

2° *Le candidat se présente seul avec ou sans documents scolaires.*

Le conseiller de vocation opère comme dans le premier ou le second cas pour les aptitudes et les goûts du candidat. Mais il lui fait observer que son père ou son tuteur a seul qualité pour décider du choix de la profession.

Il lui remet le questionnaire en usage à l'Office d'orientation professionnelle et l'invite à y répondre au besoin avec le secours de son père ou de son maître.

Le questionnaire devra être revêtu de la signature du père ou du tuteur, précédée de ses observations ou de son autorisation.

Le questionnaire dûment rempli est présenté par l'enfant seul.

Le conseiller analyse et interprète les réponses de l'enfant et les observations du père, les rapproche des premiers renseignements, puis il procède comme dans le premier cas.

Dans le bulletin de présentation, il annonce que l'enfant sera présenté à son patron par son père, son tuteur, ou telle autre personne autorisée.

3° *Le candidat ou sa famille s'adressent à l'Office d'orientation professionnelle par correspondance*

a) Le candidat peut se présenter avec ou sans son père.

b) Il ne peut pas se présenter.

Dans les deux cas, l'Office envoie son questionnaire avec les recommandations d'usage.

Dans le premier cas, le débutant est invité à se présenter. Il est ensuite procédé à son orientation professionnelle comme dans l'un des exemples précédents.

Dans le second cas, la conversation orale a été remplacée par une conversation écrite. L'analyse et l'interprétation des réponses et des observations du père, permettent, en général, de se représenter le candidat d'une manière suffisante et de lui donner des conseils utiles. Mais, dans l'espèce, un écrit est bien inférieur à la conversation orale et à l'observation directe, surtout si elles sont la suite d'un questionnaire rempli avec application par le candidat.

L'orientation professionnelle d'un débutant dans une succursale.

Le problème se pose comme à l'Office central. Il doit être résolu de la même manière pour des cas semblables.

Quand la succursale est une école, il s'agit d'orienter ses élèves, l'enquête sur les aptitudes et les goûts est simplifiée ou même inutile. Les succursales s'adressent à l'Office central pour les cas qui les embarrassent et elles lui demandent les renseignements qui leur sont utiles.

III

AVEC LES MONOGRAPHIES DES PROFESSIONS, LE PERE PEUT ORIENTER SON FILS

C'est la manière employée par plusieurs familles de Bordeaux. Elles consultent, à cet effet, les monographies des professions (*Rose des Métiers*) offertes par la Chambre de Métiers aux Ecoles publiques et privées de garçons de la ville et de la banlieue, à la Bibliothèque municipale et à celle de la Chambre de commerce. Mais cette orientation paternelle doit être précédée de la connaissance des aptitudes de l'enfant. Elle est possible si le père a suivi de près son fils pendant la durée de sa scolarité, si le médecin de la famille consulté a donné un avis favorable, et si le père est renseigné sur l'avenir de la carrière choisie.

IV

OBSERVATIONS IMPORTANTES

1° Ce qui précède sur l'organisation de l'Orientation professionnelle est l'exposé de la manière de procéder à l'Office de la Chambre de Métiers de la Gironde et du Sud-Ouest et de ses succursales.

2° Le service médical y est assuré à titre gracieux par trois docteurs et dans deux cliniques, une pour les filles et une pour les garçons.

3° Les écoles primaires élémentaires et les écoles primaires supérieures de garçons de Bordeaux et de sa banlieue, ont reçu gratuitement de la Chambre de Métiers, une Rose des Métiers, un tableau optométrique et un tableau de couleurs. Ce sont des succursales de l'Office de la Chambre de Métiers. Le Bulletin mensuel de cette dernière sert d'organe de liaison.

4° Pratiquement, il n'a pas paru possible de réunir à jour et à heure fixes, en un même local, plusieurs fois par semaine, trois docteurs et même un seul avec le conseiller de vocation, les pères et leurs enfants qui demandent des conseils.

L'expérience a prouvé qu'il était suffisant de ne faire appel aux docteurs que dans les cas d'inaptitude évidente ou douteux, qui d'ailleurs sont assez rares.

Mais il serait préférable que tous les candidats à un métier ou à un emploi fussent examinés par un médecin comme le sont les conscrits, les ouvriers de quelques grands chantiers de Bordeaux, les employés de l'Etat et ceux des Compagnies de chemins de fer.

5° Pour chaque débutant orienté, il est établi une fiche analytique numérotée et datée contenant les renseignements utiles qui le concernent. C'est son dossier.

Un répertoire alphabétique reproduit le nom et le numéro de la fiche pour faciliter les recherches ultérieures.

Les demandes des employeurs sont notées comme les renseignements concernant les débutants. On y ajoute le numéro de la fiche de l'apprenti présenté. Les employeurs forment un second répertoire alphabétique.

6° La Chambre de Métiers de la Gironde et du Sud-Ouest se met à la disposition des écoles, des communes, des groupements syndiqués et autres, des grands chantiers, pour l'organisation de l'orientation professionnelle.

7° Les documents mis à la disposition de son Office et de ses succursales sont :

« Conseils aux Enfants sur le choix d'un métier ».

« Conseils aux Jeunes Filles et aux Fillettes sur leur orientation. »

« Avant de choisir son métier. »

« Pour que nos enfants réussissent. »

Un tableau optométrique des docteurs Fromaget et Ginestous.

Un tableau de couleurs.

Un questionnaire.

La Rose des Métiers (Traité d'orientation professionnelle contenant 250 monographies).

Le Bulletin mensuel de la Chambre de Métiers.

(Pour tous renseignements s'adresser à la Chambre de Métiers, 57, rue des Trois-Conils, Bordeaux.)

A. G. CHRISTIAENS
Bruxelles

L'ORIENTATION PROFESSIONNELLE A BRUXELLES

Nous avons une conception très particulière de l'orientation professionnelle ici. Elle doit heurter les sentiments des spécialistes qui s'occupent de cette question dans les autres pays — ou tout au moins certains d'entre eux — nous nous en rendons bien compte, quoique n'ayant encore subi aucune attaque, au contraire.

Si l'on passe en revue les divers systèmes exposés jusqu'ici, dans ce domaine, on constate que tous prennent leur caractéristique dans les préoccupations professionnelles de leurs auteurs.

Dans l'un, pour aider les jeunes gens à faire rationnellement le choix d'un métier, on estime qu'il faut tenir compte, sinon exclusivement, au moins essentiellement des aptitudes physiologiques des sujets.

Informez-vous de la profession de l'auteur, vous apprendrez qu'il est médecin ou physiologiste.

Dans un autre, l'orientation professionnelle ne peut être entreprise que si l'on découvre les aptitudes psychologiques du futur apprenti; cette découverte suffit. Le reste est de mince importance. Vous vous doutez bien que son auteur est un psychologue, lequel ne voit la vie sociale qu'à travers ses préoccupations habituelles.

Dans un troisième système, la seule chose qui importe c'est le placement; celui-ci doit dominer l'orientation. On soutient — et ce n'est pas sans raison, il faut le reconnaître — que sans placement, l'orientation reste sans effet. Si l'on affirme que la chose la plus importante est la répartition judicieuse de la main-d'œuvre juvénile, qu'il importe de sauver l'industrie en *dirigeant* les futurs apppprentis dans le sens des besoins reconnus sur le marché du travail, n'hésitez pas, dites tout de suite que son auteur est un industriel, un technicien ou... un chef d'office de placement. Là, par exemple, on est franchement adversaire de tout examen des sujets — à moins qu'il ne s'agisse que d'un *examen rapide* et superficiel, que l'agent du placement peut faire tout aussi bien que n'importe qui.

Enfin, il y a le système du pédagogue affirmant que lui seul connaît bien l'enfant — et c'est très vrai à son point de vue — et que, seul, il peut donner un bon conseil quant au choix de la profession qui convient à son élève.

Ne parlons pas des variétés, elles sont nombreuses, mais ne sont différentes des types unilatéraux cités, que par suite de concessions faites par les auteurs pour parer aux critiques trop bien fondées pour être délibérément négligées.

Notre conception est beaucoup plus large. Nous estimons qu'il faut tenir compte de *toutes* les aptitudes de l'enfant — physiologiques, psychologiques, scolaires, etc. Mais il est nécessaire, avant de poursuivre notre exposé, d'expliquer le sens que nous attachons au mot aptitude.

Pour nous, elle a pour cause un état spécifique des organes, donnant plus ou moins d'amplitude aux réactions dues aux excitations du milieu; cet état varie, évidemment, suivant les individus. Selon le degré d'amplitude des réactions obtenues par les excitations, les modifications qui s'opèrent dans les tissus par suite de leur influence, s'accélèrent plus ou moins, se produisent plus ou moins profondes, et l'aptitude se manifeste faible, moyenne, forte ou très supérieure.

Nous ne nous inquiétons que des aptitudes au-dessus ou au-dessous de la moyenne. Les autres, chacun les possède, elle ne différencient pas les individus. D'autres part, nous entendons par « aptitudes spéciales » celles qui sont importantes pour l'adaptation au travail professionnel, et sans lesquelles le travailleur ne peut donner un rendement utile très supérieur.

Voici les principes de la méthode bruxelloise :

1. Le choix d'une profession doit dépendre des aptitudes *spéciales* du sujet. Ce choix doit se porter sur une des professions dont l'exercice exige ces aptitudes.

2. L'examen des sujets s'impose pour dépister les aptitudes spéciales dont ceux-ci pourront tirer parti. Ces aptitudes peuvent être physiologiques ou sensorielles ou psychologiques.

a) Les aptitudes ou les inaptitudes physiologiques ne peuvent être dépistées que par le médecin.

b) Les aptitudes sensorielles peuvent être constatées par les conseillers d'orientation pour les cas nets; au contraire, quand il y a doute, il faut faire appel au médecin spécialiste.

c) L'examen des sujets au point de vue psychologique devrait être fait par le psychologue. Malheureusement cela est impossible, les spécialistes (méritant ce titre) sont trop peu nombreux et s'y refuseraient. Pour vaincre cet obstacle, nous demandons aux psychologues de faire l'éducation des conseillers d'orientation afin que ceux-ci soient en état de s'appliquer à l'emploi judicieux des moyens d'investigation mis à leur disposition.

3. Les professions doivent être analysées afin de découvrir les aptitudes spéciales qu'il faut exiger des jeunes gens désirant s'y livrer.

4. Les spécialistes capables de découvrir les aptitudes auxquelles il a été fait allusion, ne connaissent rien ou peu de chose, à la technique des professions. L'assistance des techniciens leur est indispensable.

Les techniciens doivent leur faire connaître les procédés courants employés, et leur permettre d'observer les professionnels au travail. Ils doivent également signaler les qualités de caractère qui distinguent les meilleurs travailleurs dans chaque profession.

5. Le choix d'une profession, dans l'intérêt même des sujets, ne peut être fait rationnellement sans tenir compte :

1° De l'état du marché du travail;

2° De l'avenir immédiat des diverses professions.

6. On ne peut obtenir des résultats utilisables quand on soumet un sujet à un interrogatoire. ou à une expérience, si l'on est resté étranger à l'art de conduire les enfants, si l'on n'a quelques notions de pédagogie, si l'on ignore tout de ce qui se passe dans les divers établissements d'instruction.

On voit par ce qui précède, que tous les facteurs qui doivent être considérés ont été prévus. Nulle part, au moins jusqu'à ce moment,

on n'en a trouvé un autre. Il est vrai, que, un peu partout, la discussion a porté sur la valeur des moyens mis en action. Pour ce qui concerne Bruxelles, toute la technique de l'orientation professionnelle a été décrite dans le numéro de septembre 1923, de la *Revue Internationale du Travail* et aussi, mais avec plus de détails, dans le compte rendu des « Dix conférences sur l'orientation professionnelle » publié par l'Institut Lamelongue chez Alcan. Nous renvoyons à ces publications les personnes qui s'intéressent à la question, parce qu'il est impossible de résumer cette description.

Nous faisons remarquer que la caractéristique de la méthode belge est de ne considérer que les *fonctions* — physiologiques, mentales, motrices — et non le résultat déjà obtenu par l'influence du milieu, dans lequel a vécu l'enfant, sur ces fonctions.

En d'autres termes, il est peu important, pour nous, de constater l'état des muscles d'un sujet au moment où on l'examine, ce qui est intéressant, c'est de savoir si cet enfant peut entrer, sans danger pour lui-même, dans une profession où fatalement ces muscles devront se développer considérablement.

Nous n'attachons d'importance aux résultats scolaires que dans la mesure où ils permettent de porter un jugement sur l'état de certaines fonctions mentales. Ce que *sait* un sujet a beaucoup moins de valeur que l'indice offrant le moyen de se rendre compte de *ce qu'il est capable d'apprendre*.

La dextérité *actuelle* d'un jeune homme n'a aucune valeur diagnostique, au contraire, sa rapidité d'adaptation à un travail donné — son éducabilité — a une valeur de prévision.

Gaston PAPY

Examinateur à l'Office d'Orientation Professionnelle d'Anderlecht

---

« Les aptitudes ne doivent être envisagées, actuellement, dans la pratique de l'orientation professionnelle qu'en fonction de l'importance des offres d'occupation faites aux futurs travailleurs dans les différentes branches de l'activité économique ».

L'orientation professionnelle semble, jusqu'ici, avoir été souvent considérée comme une tâche dévolue à un organisme qui a pour mission d'intervenir dans le choix d'une carrière à un moment bien déterminé, celui où l'adolescent quitte l'école primaire pour aborder la vie professionnelle.

Elle a, également, été envisagée surtout au point de vue individuel : les conseillers se sont préoccupés, avant tout, de diriger l'enfant vers le métier qui semblait lui convenir le mieux. Et ainsi se sont posés les problèmes du diagnostic des aptitudes chez les futurs apprentis et de la détermination des dispositions indispensables au bon exercice des métiers chez les travailleurs qualifiés adultes. Mais, ces questions, à la base de la plupart des méthodes d'orientation professionnelle, sont encore loin d'être résolues et l'on peut se demander si, dans l'état actuel de nos connaissances en cette matière, il ne serait pas préférable d'examiner le problème d'abord *au point de vue économique*..

Nous constatons tous les jours que les jeunes gens et leurs parents se laissent guider, dans le choix d'une carrière, par des préoccupations d'ordre économique : gain, avenir, constance du travail, absence de chômage, facilité d'entrer en apprentissage, possibilité de s'établir, faculté d'utiliser le métier à son usage personnel, etc.

Des enquêtes périodiques que nous avons entreprises dans les écoles communales d'Anderlecht viennent étayer ces considérations :

En 1922, 93,9 % des garçons et 57,2 % des filles et en 1924, 64,2 % des garçons et 66,3 % des filles invoquaient, dans le choix de leur métier, des raisons d'ordre économique.

Du reste, l'orienteur poursuit aussi des fins économiques : répartition judicieuse de la main-d'œuvre juvénile, adaptation meilleure à la profession, développement de l'enseignement technique, tendance vers un rendement supérieur, une productivité accrue.

Enfin, il est bien certain que la mission des travailleurs est de satisfaire les besoins économiques locaux, nationaux et même mondiaux. D'après l'importance de ces besoins comme d'après la nature du milieu géographique et les modalités de l'industrie se règle la distribution des effectifs d'employés et d'ouvriers dans les différents groupes professionnels. L'importance numérique relative de ces groupes est, à un moment donné, bien déterminée et leur ensemble forme un tout bien équilibré. Tout afflux injustifié de professionnels vers une branche du travail créerait, si très souvent, par une sorte de sélection naturelle, il n'était pas automatiquement enrayé, des perturbations qui pourraient amener de graves conséquences (1).

Il résulte de la nécessité de cet équilibre entre les effectifs de travailleurs dans les professions que dès qu'une branche d'activité exige des artisans, il faut, coûte que coûte, qu'elle les trouve et la question des aptitudes, elle-même, se subordonne aux besoins du moment.

L'économie politique et sociale domine le problème de l'orientation professionnelle. — Dès lors, faut-il continuer à considérer l'adolescent

---

(1) Nous avons ailleurs et pour les besoins de la pratique de l'Office d'O. P. d'Anderlecht établi la proportion existant entre les groupes professionnels, à Bruxelles : Consulter *Au Seuil de la Vie professionnelle*, p. 24. Edit. Lebègue, 36, rue Neuve.

comme une personne isolée quand on l'appelle à l'office; examiner ses aptitudes, ses inaptitudes, le diriger vers le métier qui semble le mieux lui convenir en tenant compte, du reste, de l'état du marché du travail dans la profession? Faut-il persévérer dans ces méthodes individualistes qui s'adaptent d'ailleurs fort mal aux circonstances spéciales dans lesquelles se trouvent les conseillers qui, en fin d'année scolaire, ont à fournir des directives à plusieurs centaines de sujets se présentant en masse? Il n'y a guère d'apprenti qui réponde exactement aux desiderata des fiches professionnelles. C'est affaire de comparaison. L'un remplit mieux les conditions que l'autre. L'un semble disposer d'un potentiel d'aptitudes supérieur à l'autre. Or, la conception individualiste fait perdre le bénéfice que l'orienteur pourrait retirer d'une comparaison. Le problème est simplifié lorsqu'il est possible *de comparer les candidats à une profession entre eux.* Il se réduit à une question de *sélection*, il ne conserve plus guère son caractère d'*orientation* proprement dite que pour les *sujets éliminés* qu'il convient de diriger vers une nouvelle occupation.

Il n'y a, du reste, pas là qu'une simplification en cause. Il y a aussi *une question de principe.*

Le fait de choisir une carrière n'influe pas uniquement sur la destinée de l'individu mais est aussi en état, par l'engorgement d'un métier, par exemple, d'agir sur la destinée des autres. Les hommes sont solidaires. Les intéressés doivent être prévenus du fait. Il est nécessaire qu'ils soient préparés à faire l'option d'un métier. Guider l'enfant vers une profession ne peut être l'œuvre ni d'une heure, ni de deux, ni de dix... Elle doit être le résultat d'une action se manifestant tout au cours de la période scolaire : c'est *une œuvre essentiellement éducative.* Elle peut être préparée par l'instituteur; elle sera plus parfaite encore si le spécialiste collabore à cette tâche.

Nous pensons qu'il y a lieu, *non de considérer l'ajustement successif* des adolescents dans le cadre économique mais de *préparer* et de *tenter* ensuite *la réalisation de l'ajustement collectif* des jeunes gens dans le cadre économique.

Si paradoxal que la chose puisse paraître à première vue, la solution pratique est alors simplifiée. *La valeur relative du facteur aptitudes est ainsi précisée.* Si les candidats sont trop nombreux pour les besoins d'une profession; les examens physique et mental pourront être assez rigoureux, car il est bien sûr que, plus une carrière est encombrée, et plus redoutable est la « sélection naturelle » des inaptes. Si, au contraire, il y a de nombreuses offres dans une branche et peu de postulants, dès qu'aucune inaptitude rédhibitoire n'est constatée, l'adolescent se dirige vers le métier de son choix. Ainsi, le travail se règle selon les principes d'une bonne justice distributive : Les sujets qui vont au-devant des plus grands dangers sont l'objet d'une sollicitude toute spéciale.

Nous croyons avoir succinctement montré l'avantage qu'il y a, au point de vue pratique, de donner à la solution du problème de l'orientation professionnelle des adolescents une base économique et sociale. Ceci nous a permis de souligner combien les exigences des orienteurs quant aux aptitudes requises à l'exercice d'un métier doivent être relatives et variables...

Des modifications à apporter aux méthodes d'orientation professionnelle en découlent évidemment, mais, nous voulons nous borner à signaler qu'avant tout, il conviendrait d'*élargir le champ d'action* des bureaux de vocation, de l'étendre, sur *toute la période scolaire* en lui donnant pour mission de préparer les jeunes gens à choisir judicieusement une carrière et sur *la période post-scolaire*, si décisive, si délicate et si critique de l'apprentissage.

José DRABS
Gr. en Sc. P. et Ps. U. L. B.

1° UNE METHODE PSYCHOGRAPHIQUE

I. — L'usage que l'on fait de la méthode psychographique (1) n'a plus besoin d'être rappelé, trop d'études récentes l'ont mis en lumière et, à l'heure actuelle, personne ne pourrait nier l'utilité d'une description objective et systématique des signes de l'individualité.

Cependant, si l'évaluation plus ou moins précise des diverses fonctions mentales vient définir en quelque sorte la physionomie psychologique des individus et aider à leur comparaison, à leur classement, il faut reconnaître que la valeur diagnostique de cette définition n'est point la seule qui retienne l'attention.

Sans doute, l'examen permet de différencier les individus formant un groupe donné; la confrontation des indices moyens obtenus rend cette comparaison possible; mais il est aussi des mécanismes dont l'aspect fonctionnel se retrouve chez plusieurs d'entre eux; il n'est point défendu de voir, au delà des variations individuelles, les liens corrélatifs probables. Toute détermination bien faite, considérée sous cet angle,

---

(1) 199.

offre souvent d'heureuses suggestions en matière de psychologie générale.

L'intérêt de la méthode est double et l'on peut le présenter sous la forme suivante :

1° Intérêt *pratique* : connaissance et *différenciation* des individus;

2° Intérêt au point de vue de la recherche : *a*) connaissance d'un mécanisme déterminé; *b*) connaissance de l'évolution fonctionnelle de certains mécanismes (âge, sexe, milieu; *c*) connaissance de troubles mentaux caractérisés.

II. — La 4e section du Laboratoire de psycho-physiologie appliquée. de l'Institut des Hautes Etudes de Belgique (1), s'est préoccupée, entre autres activités, de la détermination expérimentale des aptitudes chez dix jeunes filles âgées de 17 à 20 ans, toutes rurales, élèves d'une école supérieure et orientées vers la vie professionnelle.

Une description minutieuse des techniques suivies comme des nombreuses observations (tant introspectives qu'extrospectives) auxquelles elles ont donné lieu n'est guère compatible avec le cadre même de cet article. Je dois me contenter d'en donner un sommaire.

III. — *Expérimentation :*

A) Conditions générales :

1° Recherche de psychologie individuelle et différentielle; nombreux points de contact avec la psychologie générale; procédé psychographique; variations et corrélations;

2° L'investigation du comportement intellectuel est délicate; la vie instinctive et la vie affective le conditionnent trop étroitement. Constatons cependant l'essentielle nécessité de réduire le champ de l'investigation; il est certain que l'évolution même de la méthode psychographique durant ces dix dernières années justifie cette réduction au substantiel : l'abondance des « signes » est une nuisance.

Toutefois, la schématisation est dangereuse, donc le choix des épreuves est fondamental; l'expérience seule peut confirmer sa qualité car, il faut bien le dire, malgré une conception structurale poussée à l'extrême, on est encore loin d'avoir réussi à décomposer toutes les fonctions intellectuelles et d'avoir établi l'exacte correspondance des tests imaginés et des fonctions, en principes, relatives.

Je me suis arrêté à une double forme d'examen :

1° Examen analytique des fonctions d'acquisition; des fonctions d'élaboration; des fonctions d'expression ou d'exécution;

2° Examen synthétique par les tests « omnibus » 1923 (2).

---

(1) La Section d'orientation professionnelle, sous la direction de M. A.-G. Christiaens.

(2) Le Troisième des tests « omnibus » (type Thurstone) que j'ai élaborés au cours de l'année 1923 et mis en expérience à fin de standardisation.

Test Omnibus A: Test de sélection première.
Test Omnibus B: Epreuve pour « concrets et moteurs ».
Test Omnibus C: Epreuve pour étudiants.

Et, comme complément: une enquête sur l'affectivité caractéristique des sujets.

B) Objectif :

Ainsi conçu, l'examen doit aboutir :

1° A différencier les sujets examinés en les caractérisant;

2° A les éclairer éventuellement sur eux-mêmes; à leur fournir des indications pratiques utilisables pour eux ou pour l'école et la famille;

3° A sonder une première fois, et sous une forme systématique, les corrélations fonctionnelles possibles, notamment au point de vue du mécanisme de l'intelligence et de *l'adaptation* motrice.

C) Plan :

1° Elaboration et établissement du profil individuel par des épreuves choisies;

2° Signification, technique, discussion et interprétation des résultats; confrontation du profil individuel et des résultats du test;

3° Confrontation du profil individuel et des observations d'ordre affectif.

Voici le formulaire arrêté :

I. *Fonctions d'acquisition.*

Activité sensorielle simple :

1. Acuité visuelle;
2. Acuité auditive;
3. Sensibilité cutanée ;
4. Sensibilité kinésique : *a*) à la résistance; *b*) au mouvement ;

Activité sensorielle complexe ;

5. Perception oculo-motrice;
6. Temps et champ de perception visuelle;
7. Perception cutanée;
8. Perception stéréognostique;

Fonctions favorisant l'acquisition :

9. Attention perceptive;
10. Attention réactive;
11. Mémoire immédiate;
12. Imagination simple;

II. *Fonctions d'élaboration.*

Fonctions intellectuelles complexes :

13. Représentation mentale;
14. Observation;
15. Compréhension;
16. Jugement logique;
17. Imagination combinative ;

III. *Fonctions d'expression ou d'exécution.*

18. Production du mouvement simple; id. complexe;
19. Apprentissage moteur;
20. Exécution;

Voici les *épreuves* qui y correspondent :

1. Mesure pour l'échelle optométrique de van Biervliet;
2. Mesure par l'inducteur acoumétrique de Foy;
3. Mesure par la méthode baresthésique (Eulenbourg);
4. *a*) Mesure par la méthode myo-esthésimétrique (Toulouse); *b*) mesure par la méthode schési-esthésimétrique;
5. Division d'une ligne dans les trois plans (van Biervliet);
6. Méthode tachistoscopique ;
7. Méthode esthésiométrique (Spearman) ;
8. Méthode stéréo-esthésimétrique (Toulouse);
9. Test de biffage : attention périphérique visuelle avec distribution (Toulouse modifié);
10. Temps de réaction simple;
11. Détermination du type viso-moteur ou auditivo-moteur;
12. Test de van Biervliet : retourner un texte connu;
13. Test de Binet; test de Terman et Child; épreuve de la dictée géométrique;
14. Test de Squire; test imagé suivant la méthode de Baade et Lipmann;
15. Deux tests d'images : imagés (type de Dawid);
16. Deux tests d'images absurdes (Toulouse) ;
17. Test de Masselon et test de Pohlmann;
18. *a*) Méthode kinési-esthésimétrique de Michotte; *b*) Test de triage Bergstrom;
19. Epreuve du dextérimètre-type (Christiaens); épreuve du kinési-ergographe (Christiaens);
20. Epreuve du coffret (Decroly).

2° APPLICATION DE LA METHODE PSYCHOGRAPHIQUE

Telle qu'elle vient d'être décrite, la méthode a été appliquée à un groupe de 10 jeunes filles. Voyons ses résultats :

1° Enregistrement des résultats :

Pour faciliter la comparaison des résultats bruts, je les ai souvent convertis en valeurs ou coefficients appropriés. Je les ai disposés en graphiques suivant les procédés d'emploi habituel pour finir par les

ordonner en combinant la méthode de Ziehen avec celle du chiffre médian; il était utile d'avoir recours à ce palliatif pour atténuer les effets d'une *trop faible fréquence* ou ceux de quelques valeurs trop isolées.

J'ai pu obtenir de la sorte un classement sortable au sein du groupe, et cela pour chaque épreuve : nous parlerons donc de

sujets supérieurs,

sujets moyens (moyens inférieurs, moyens supérieurs);

sujets inférieurs.

sans pouvoir étendre cette qualification au delà des limites du groupe examiné, car trop de tests sont insuffisamment étalonnés.

Là où le rapport était de grand intérêt, j'ai calculé l'indice de corrélation fonctionnelle établi grâce aux ingénieuses tables de Besz qui facilitent de beaucoup le calcul du numérateur de la formule habituelle (1).

D'autre part, je n'ai pas hésité à utiliser les procédés de corrélation de rang dénommée aussi coordination, dont Krueger et Spearman (2) ont fait d'excellentes applications.

Sans doute, ils ne sont point à l'abri de sérieuses critiques, et les objections de Pearson (3) gardent toute leur valeur ; cependant à qui sait se contenter d'une sériation plus globale (4), la méthode est profitable, surtout quand la sèche éloquence des chiffres est subordonnée au rôle primordial de l'observation proprement dite.

Tableau synoptique : résultats des épreuves.

Je n'aligne que les résultats quantitatifs; un grand nombre d'entre eux ont été combinés avec des indices de temps (en ") ou des coefficients de valorisation avant que d'être utilisés pour le calcul des profils moyens et des corrélations éventuelles. Il va sans dire que je dois renoncer à publier ces détails ici; qu'on sache que rien n'a été épargné pour fixer les valeurs les plus *représentatives* possibles (indices d'erreurs) (5).

Il a été possible, en suivant les procédés indiqués au *d*) d'établir : 1° le profil collectif du groupe pour chaque épreuve; 2° le profil individuel de chaque sujet pour tout le cycle des épreuves subies.

Généralement, le classement obtenu au sein du groupe s'est fait très nettement : sujets inférieurs, moyens et supérieurs se sont bien différenciés à la courbe de percentilage ; quelquefois, les valeurs limites furent moins expressives; leur signification diagnostique s'en trouve d'autant plus affaiblie.

---

(1) Besz : Uber Korrelation, Barth Leipzig 1911.

(2) Krueger et Spearmann : Die Korrelation zwischen verschiedenen geistigen leistungsfähigkeiten z. für Psych Leipzig.

(3) Pearson : On further methods of det. correlation Dr memoires 1907.

(4) Comme celle que je propose.

(5) Brown et Thomson : The essentials of mental measurement. Cambridge University Ress 1921.

2° *Discussion des résultats.*

Malgré une sélection rigoureuse et elle-même expérimentale, les diverses épreuves choisies ne présentent pas peut-être toutes les garanties exigées d'un bon test (1). Il est vrai que le test idéal est encore à naître et que la méthode tout entière est encore bien imparfaite; il suffit de constater les variations fonctionnelles chez un même individu dans un même groupe de tests touchant des fonctions dites de parenté indentique, pour se convaincre de la difficulté du problème à résoudre.

Ces variations dépendent-elles :

1° Du mauvais choix des tests; chacun des tests investigue-t-il bien *essentiellement* et dans quelle mesure les fonctions correspondantes?

2° Du mauvais classement de nos conceptions structurales?

3° De l'existence très probable d'une aptitude générale au-dessus de l'édifice hétéroclite des aptitudes particulières?

4° Du degré de plus en plus élevé dans la *co-pénétration* des aptitudes à mesure qu'elles s'exercent dans le travail d'intelligence intégrale.

5° Des variations de l'état mental ou effectif du sujet.

6° De ses spécialisations fonctionnelles certaines.

Plusieurs de ces hypothèses sont séduisantes; 4° et 6° me paraissent déterminantes.

E. — *Conclusions.*

1° Au moment de conclure, il me paraît difficile d'esquiver le problème de l'intelligence; la méthode psychographique le touche de trop près; il faut se demander dans quelle proportion elle vient éclairer son mécanisme.

Malheureusement, ce n'est point un essai aussi modeste qui peut lui apporter le secours d'une lumière nouvelle; tout au plus, y glanerons-nous quelques suggestions utiles, susceptibles de confirmer des travaux antérieurs.

L'intelligence joue, sans contredit, un rôle essentiel *d'ajustement;* c'est expliquer qu'elle est agissante : adaptation *interne* dans la compréhension, adaptation *externe* dans la traduction et l'exécution. Et s'il y a co-action d'aptitudes diverses et souvent hétéroclites parce que la gamme des adaptations est infinie (variété des buts) et que des arcs nerveux, des milliers de fois cheminés, constituent dans la vie mentale une armature fonctionnelle spécialisée, il y a peut-être aussi une aptitude (2), l'aptitude intellectuelle par excellence, expression de connexions existantes, mais encore ignorées. Qui sait si ce n'est point

---

(1) Claparède vient de les formuler sous une forme expressive et juste ; Comment diagnostiquer les aptitudes chez les écoliers. Paris 1921.

(2) A confronter avec l'hypothèse sur l'unité de l'intelligence de Spearman ; American Journal of psychology, tome XV 1904.

Sujets :		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
I. Fonctions d'acquisition..	1 gauche	5 m.	3 verres	5 m.	5 m.	5 m.	4 m 75	5 m.	0.50 (?)	5 m.	6 m 25
	1 droit	4m75	1	5 m.	5 m.	5 m.	5 m.	5 m.	5 m.	6 m.	7 m.
	2 gauche	68 cm	71 cm	79 cm.	76 cm.	73 cm.	72 cm	80 cm.	74 cm.	78 cm.	82 cm.
	2 droit...	75 cm	79 cm	80 cm	79 cm.	75 cm.	75 cm.	82 cm.	70 cm.	77 cm.	80 cm.
	3	31	28	30	23	26	27	24	30	26	21
	4 (*a*).....	89 gr.	95 gr.	90 gr.	93 gr.	94 gr.	91 gr.	93 gr.	90 gr.	94 gr.	96 gr.
	4 (*b*).....	19 mm.	13 mm.	15 mm.	15 mm.	10 mm.	15 mm.	18 mm.	17 mm	10 mm.	11 mm.
	5..	10mm2	10 mm 8	6 mm 4	7 mm 1	9 mm 2	5 mm 4	7 mm 3	6 mm 9	6 mm 1	6 mm 8
	6.....	3 l.	2 l.	2 l.	2 l.	4 l.	4 l.	2 l.	3 l.	3 l.	4 l.
	7.....	13 mm.	13 mm.	20 mm.	16 mm.	16 mm.	18 mm.	16 mm.	15 mm.	13 mm.	14 mm.
	8.....	10mm4	10 mm 2	1 mm 5	10 mm 4	10 mm 5	10 mm 4	10 mm 4	10 mm 5	10 mm 1	10 mm 1
	9 At. s.	146	114	132	210	156	150	120	156	120	126
	9 At. dis	2/5	3/5	3/5	3/5	3/5	3/5	2/5	3/5	1/5	2/5
	10.....	tr. rap.	lente	rap.	tr. rap.	rap.	tr. rap.	lente	tr. rap.	lente	rap.
	11.....	VM	AM	VM	V	VM	AM	AM	VM	VM	V
	12.....	14 52	3/36	8/49	6/56	5/50	10/45	6/48	12/57	8/50	9/67 syllab.
II. Fonctions d'élaboration .	13	2/10	3/10	9/10	8/10	7/10	8/10	5/10	6/10	5/10	5/10
	14.....	−−−+−	++−−−	+−+++	+−+++	+−+++	(*ab*)	−+−+−	++−−−	++−+−	(*ab*)
	15.	1/5	2/5	3/5	5/5	5 5	5/5	3·5	3/5	3/5	(*ab*)
	16	1,6	3/6	3/6	5/6	5/6	(*ab*)	3/6	3/6	4/6.	(*ab*)
	17.....	Tr. inf.	Inf.	Inf.	Sup.	Sup.	Moy.	Inf.	Moy.	Moy.	Moy. sup.
III. Fonctions d'exécution. . .	18 (*a*)....	9mm6	4 mm 1	8 mm.	5 mm 9	3 mm.	6 mm 1	8 mm 2	9 mm 2	3 mm 2	3 mm 7
	18	7mm7	4 mm.	7 mm 9	4 mm 1	3 mm 4	4 mm.	8 mm.	8 mm 1	3 mm 8	3 mm 5
	18 (*b*)....	20"	13"	15"	10"	12"	16"	16"	15"	11"	(*ab*)
	19 (*a*)....	ad. tr. lent	ad. rap.	ad. lente	ad. moy.	ad. rap.	(*ab*)	ad. lente	ad. tr. lente	ad. rap.	ad. rap.
	19 (*b*)....	? (*)	89−40	60—71	28—36	35—44	41−32	49—28	58—64	76—42 ? (*)	49—23 ? (*)
	20.....	0/7	0/7	0/7	7/7	6/7	(*ab*)	3/7	4/7	4/7	(*ab*)

(*ab*) Deux sujets n'ont pas pu achever le cycle des épreuves.
(*) Résultats suspects, épreuve peu utilisable,

ses effets que nous observons dans l'allure plus ou moins *régulière* de fonctions apparentées.

Toujours est-il qu'indépendamment de la *nature particulière* ou combinée de l'aptitude, il y a lieu de considérer son mécanisme; une phase perceptive aboutissant au processus élémentaire, une phase élaborative au processus complexe, supérieur dans la dynamique intellectuelle, une phase traductive d'exécution ajustée dans le plan élémentaire ou dans le plan progressivement abstrait.

Cette distinction peut devenir intéressante, d'autant plus qu'une aptitude ne nous est souvent révélée que sous une de ses phases particulièrement démonstrative.

L'expérimentation tentée à l'avantage de déceler, un premier lien probable parmi ces aspects si divers, savoir : l'adaptation motrice paraît fonction des propriétés intellectuelles (1).

Le plus intelligent semble s'adapter le mieux et le plus vite, c'est-à-dire s'ajuster dans des conditions optima :

a) *A l'action simple*, s'il n'est que perceptif;

b) *A l'action discernée et complexe*, s'il est perceptif et réflexif.

2° Je sais que l'utilité de semblables conclusions et, répétons-le, strictement rapportées à l'observation du groupe examiné, ne saute point d'un bond aux yeux; il faut la méditer et voir combien ce signe est capable, s'il se vérifie, d'expliquer maint phénomène du comportement professionnel.

L'intelligence serait le déterminant profond de tout apprentissage moteur (2) ; bon nombre de professions manuelles, mais complexes, exigeraient de leurs apprentis de sérieuses aptitudes intellectuelles et bon nombre de travailleurs moyens, élémentaires, retardés mentaux pour les mille raisons de l'hérédité et de l'ambiance, se verraient psychologiquement incapables de réussir avec une productivité suffisante tout apprentissage complexe, portant sur des coordinations motrices complexes, où il ne faut point se contenter d'automatiser un ou quelques gestes de travail déterminés; mais bien, au contraire, où *il faut agir en résolvant et résoudre en agissant.*

N'est-ce point la formule liminaire du Travail, vraie et féconde?

---

(1) Et affectives, devrait-on ajouter.

(2) L'argument aurait aussi sa valeur dans une nouvelle conception hiérarchique des professions et dans les futures préoccupations pronostiques du problème de l'orientation professionnelle.

3° UN TYPE DE CONTROLE DE FICHE PROFESSIONNELLE
(Etude sur les appareils lithographes)

TRAVAUX DE L'OFFICE INTERCOMMUNAL
D'ORIENTATION PROFESSIONNELLE DE L'AGGLOMÉRATION
BRUXELLOISE
SOUS LA DIRECTION DE MM. CHRISTIAENS ET Dr DECROLY

De nombreuses fiches professionnelles ont paru durant ces dix dernières années; leur importance est grande, personne ne le contestera. Quant à leur valeur réelle, il en va tout autrement; elle est âprement discutée, certains la nient, d'autres la suspectent, fort peu lui accordent le poids qu'elle devrait avoir. C'est une des conséquences inhérentes à leur mode d'élaboration : les fiches professionnelles ont été intuitivement conçues après observation des gestes de travail. On pense avec raison que la perspicacité de l'observateur est susceptible d'erreur, et que toute analyse professionnelle, même supérieurement conduite, est incapable de donner le dépistage exact des aptitudes requises. A ce scepticisme légitime, on ne peut opposer qu'une réponse : le contrôle des fiches scientifiquement mené. Eprouvons leur valeur par la méthode expérimentale.

Il est regrettable qu'ailleurs on ait tant tardé à le faire, l'O. I. de Bruxelles s'en souciait dès 1914 (1); la guerre retarda ses travaux; l'étude expérimentale des aptitudes chez les apprentis et chez les ouvriers rencontre de grosses difficultés. On en vint heureusement à bout, et, à l'heure actuelle, le service psychologique du laboratoire a terminé sa deuxième vérification.

La fiche, vérifiée cette fois, est empruntée aux 30 fiches provisoires des « métiers bourgeois », datant de 1914, mais qui n'ont été publiées qu'en 1921. Elle porte le n° XVI. En voici la reproduction :

Aptitudes		Contre-indications
1. Attention	+ m	(intéressent l'examen médical)
2. Mémoire visuelle des formes	+ m	
Esprit d'obsérvation		
3. Acuité visuelle	+ m	
Sens musculaire	+ m	
4. Patient, calme, persévérant, sociable.		
5. Précision	+ m	
Aptitude à régler son effort musculaire.	+ m	
Mémoire motrice.	+ m	
6. Instruction primaire.		
Dispositions pour le dessin.		

(1) A. G. Christiaens : Les Métiers Bourgeois (fiches provisoires), Bruxelles 1921.

36 Apprentis lithographes, élèves de l'Ecole de Lithographie de la Ville de Bruxelles, jeunes gens âgés de 17 ans (âge moyen), et nettement engagés dans la vie professionnelle, furent éprouvés par les tests d'usage à l'Office. Ils subirent, indépendamment d'un examen médical minutieux (1), 9 épreuves groupées 3 par 3 :

1er *Groupe : Fonctions perceptives :*

1. Acuité visuelle : mesure optométrique ordinaire;

2. Acuité lumineuse : 3 essais à la boîte de Hering : différenciation des gris, les index placés sur les points 60° et 100°;

3. Discrimination chromatique : comparaison de 12 couleurs (chimiquement obtenues à nuances dosées) à retrouver le plus vite possible, et une à une, au milieu de 36 autres. Les erreurs commises et le temps utilisé ont été notés.

2e *Groupe : Fonctions perceptives plus complexes :*

1. Attention visuelle : test de biffage de Toulouse et Vaschide et Piéron; 5 minutes d'épreuve;

2. Discrimination visuelle : test de 8 dessins, à traits interrompus, comparés dans un ordre donné à un dessin étalon. Les 8 dessins comportent dans la silhouette de leurs 2 personnages une légère ajoute, chaque fois différente.

Les erreurs ou réussites et le temps moyen ont été notés.

3. Mémoire des formes : 2 essais au test de Bernstein : retrouver, parmi 25 dessins, 9 formes géométriques, placées sous les yeux des sujets pendant dix secondes.

3e *Groupe : Fonctions motrices :*

1. Différenciation des poids : par la méthode myo-esthésimétrique de Toulouse, Vaschide et Piéron; étalon : 100 g.;

2. Dextérité : 2 essais (de 5 épreuves chacun) au dextérimètre de Christiaens. La différence des moyennes obtenues dans chaque série a été retenue ;

3. Mémoire motrice : par la méthode kinésimétrique de Michotte l'approximation moyenne (notée en m/m.), après 10 épreuves, a été retenue.

Nous avons tout intérêt à limiter le nombre d'épreuves; l'avenir confirmera peut-être notre choix; le tout est d'avoir touché les aptitudes caractéristiques.

Je dois renoncer à les détailler ici. Je ne puis même indiquer les nombreuses suggestions qu'elles provoquent.

Qu'on sache que les 36 sujets ont été ordonnés en *supérieurs*, *moyens supérieurs*, *moyens*, *moyens inférieurs* et *inférieurs*, pour chacune des épreuves subies, puis pour chacun des trois groupes envisagés, à l'aide du calcul des courbes et des moyennes de percentilage d'usage habituel.

Constatons : *a*) que les corrélations fonctionnelles entre les 3 groupes

---

(1) Quelques contre-indications ont été retenues.

	1re épreuve		2e épreuve	3e épreuve		1re épreuve	2e épreuve		3e épreuve		1re épreuve	2e épreuve	3e épreuve	EXAMEN MÉDICAL CONTRE-INDICATIONS
					E								m/m	
1	1	1	17°	205″	4	133/159	4/8	62″	6/9	74″	93	+ 2,6	9,4	
2	2/3	2/3	12	155	6	176/180	4/8	83	7/9	60	96	+ 5,2	11,7	
3	1	1	15	162	5	120/121	2/8	46	4/9	38	96	+ 1,6	12,4	
4	1	1	15	265	4	104/111	0/8	—	5/9	32	92	— 0,2	12,5	
5	1	1/3	1	285	4	93/93	3/8	49	6/9	35	97	+ 2	4,6	Accident à l'œil droit.
6	1	1	7	170	4	150/156	0/8	—	5/9	40	94	+ 1,4	13,2	
7	1	1	17	190	3	120/120	2/8	44	6/9	32	92	+ 1,6	11,3	Transpire facilement des mains.
8	2/3	2/3	1 5	244	4	100/105	1/8	24	6/9	64	97	+ 5,1	9,2	
9	1	1	11 5	300	6	224/232	4/8	81	5/9	36	96	+ 2,6	14,7	
10	1/10	1/10	9 5	?	?	132/141	3/8	78	5/9	48	96	+ 1,6	11,6	Vue très faible, anémie et fatigue rapide.
11	1	2/3	7	110	5	141/166	2/8	44	7/9	26	97	+ 1,6	13,7	
12	1	1	1	336	8	127/131	5/8	30	6/9	64	95	+ 1,8	9,9	
13	1	1	0	186	3	106/108	4/8	71	6/9	42	94	+ 1,8	7,8	Thorax déprimé, rhume à surveiller.
14	1	1	0 5	213	6	131/132	5/8	33	7/9	64	94	+ 2,2	11	Facilement hors d'haleine.
15	1	1	3	235	3	110/110	2/8	26	6/9	62	93	+ 1,6	26,4	
16		1	3	286	6	87/88	4/8	83	7/9	41	91	+ 2,8	19,1	Céphalalgie-achromégalie.
17	1	1	2	455	2	114/129	0/8	—	6/9	65	90	+ 3	11,7	Forte transpiration des mains.
18	1	1	8	190	2	162/166	5/8	69	4/9	43	95	+ 3,8	12,6	
19	1	1	13 5	185	3	118/128	6/8	121	7/9	39	93	+ 2,8	6,8	Cœur faible.
20	1	1	11 5	361	4	60/70	2/8	11	7/9	76	92	+ 2	14,6	Asthme, transpiration forte, troubles circulatoires.
21	1	1	22	260	3	103/105	5/8	71	5/9	50	96	+ 3	16,4	
22	1	1	14	342	3	150/150	1/8	18	7/9	49	95	+ 2	12,4	Insuffisance de poids, agitation facile.
23	1/3	1	16 5	297	6	62/71	1/8	20	6/9	74	87	+ 1	13,2	
24	1	1	15	245	5	134/135	3/8	35	7/9	60	91	+ 2,4	9,7	
25	1	1/3	3 5	212	6	118/123	5/8	81	5/9	43	94	+ 1,4	7,1	Hypertrophie du cœur.
26	2/3	2/3	3	215	4	129/138	2/8	32	7/9	48	93	+ 2,6	7,3	Cyanose.
27	1	1	2	226	2	93/129	2/8	38	5/9	64	95	+ 0,6	11	
28	2/3	1	6 5	210	2	112/116	0/8	—	6/9	49	94	— 0,8	11,3	Forte transpiration, se fâche vite.
29	1	1	5	200	2	103/105	0/8	—	6/9	55	96	— 0,2	9,8	Légers tremblements.
30	1	1	2 5	256	3		0/8	—	5/9	70	96	+ 1,2	18,6	
31	1	1	13	265	1	86/94	3/8	46	7/9	77	94	+ 1	7,8	
32	1	1	4 5	197	3	?	2/8	48	6/9	55	94	+ 1,2	8,1	Rachitisme.
33	1	1	5	297	1	118/118	1/8	14	7/9	80	95	+ 2	8,1	Poumons à surveiller, forte transpiration des mains.
34	1	1	10 5	234	1	85/86	4/8	66	5/9	63	95	+ 0,8	9,5	
35	1	1	2 5	305	3	121/123	2/8	36	7/9	48	94	+ 1,2	7,8	Troubles cardiaques.
36	1	2/3	20	210	3	83/100	2/8	9	6/9	87	90	+ 2	8,7	Court d'haleine, rachitisme.

d'épreuves (fonctions perceptives simples, fonctions perceptives plus complexes, fonctions motrices) sont *à peu près nulles*. Un même sujet s'y classe très différemment; quelques-uns même se caractérisent par une fluctuation extrême. Exemples :

Sujets 31, 28, 29, 17 et 3.

Cependant : 1 sujet, n° 18, conserve sa supériorité dans les trois groupes; 6 sujets sont classés moyens supérieurs dans les trois groupes :

N° 33, 16, 1, 5, 24, 13;

4 sujets sont classés moyens dans les 3 groupes :

N° 32, 6, 8, 11;

3 sujets sont inférieurs dans les 3 groupes :

N° 23, 7, 26.

2° Les épreuves groupées 3 par 3 paraissent suffisamment apparentées, un grand nombre de sujets vérifient cette hypothèse.

3° Certaines épreuves (le 7 notamment), ne classent pas suffisamment les sujets; il est possible que ceux-ci la *réussissent* tous trop uniformément, grâce à certaines aptitudes déjà trop *généralement* acquises par l'apprentissage. C'est une constatation à retenir.

Les conclusions : elles ne peuvent être que médiates; actuellement, nous devons nous borner à *conserver* les classements ainsi effectués au sein du groupe : 1° Pour chaque épreuve; 2° Pour chaque groupe de trois épreuves.

Il nous est loisible de suivre les apprentis pendant quatre ans, nous pourrons observer leur comportement scolaire, et quelque jour nous pourrons constater si le classement obtenu par les *tests* correspond *grosso modo* (1) au classement établi par *l'école* à la fin des études, et, plus tard, par *les succès obtenus* au cours de la vie professionnelle.

Sans doute, malgré cet essai, le problème dont la solution est si différée comporte encore bon nombre d'inconnues, personne ne peut affirmer la valeur pronostique de nos investigations expérimentales et personne ne peut prévoir les déterminants nouveaux qui peuvent surgir dans l'entre-temps, aussi n'attendons-nous rien, si ce n'est la démonstration objective de phénomènes observables dont nous avons réussi à expliquer en partie quelques causes, sans cela bien obscures.

Discussion, par le Dr ALFROY. — Le premier but d'un office d'orientation professionnelle doit être d'éliminer *a priori* certains candidats à une profession déterminée. L'examen médical permettra de découvrir des tares physiques ou mentales qui seront une raison suffisante pour écarter l'enfant de la voie qu'il veut choisir.

Les conseillers tiendront aussi largement compte du goût manifesté par l'enfant et des nécessités de son milieu social. L'orientation ne doit pas être imposée.

---

(1) C'est-à-dire dans une relation suffisante.

Enfin il est intéressant de voir les apprentis lithographes réunir une série de tests déterminés. Ceux-ci devraient servir, — s'ils sont importants — de critérium pour le choix de cette profession.

Enfin, il est intéressant de voir les apprentis litographes réussir une sé-

L'interpellé marque son *accord*, mais pense néanmoins qu'il est déjà possible à l'heure actuelle d'investiguer les dispositions psychologiques, par des méthodes appropriées.

Je précise en outre, d'accord avec l'interpellateur, ce qu'il convient d'entendre par « réussir » une série de test déterminés.

R. L. BUYSE

Docteur en Sciences Pédologiques, Inspecteur de l'Enseignement primaire, Bruxelles.

1° POUR UNE NOTION PSYCHOTECHNIQUE DE L'INTELLIGENCE

(*Résumé*)

S'il est assez malaisé de définir l'intelligence en termes psychologiques, il est fort banal, dans la pratique courante, d'apprécier la valeur des intelligences. A cette estimation que nous imposent les besoins pédagogiques professionnels et sociaux, il paraît urgent de donner un point de départ unifié. Une notion « par l'usage » de l'intelligence, notion qui est téléologique en ce qu'elle considère surtout la finalité pratique de cette haute fonction humaine, pourrait nous fournir cette base commune si nécessaire à l'orientation de toutes les recherches entreprises aujourd'hui en vue de « jauger » la valeur du comportement humain. A cette fin, force nous est de distinguer d'abord le « connaître » du « comprendre », le « problème de la pensée » de la « question de l'intelligence ». Il nous faut également faire cesser le divorce entre la spéculation (*homo sapiens*) et l'action (*homo faber*) et concevoir les processus mentaux supérieurs d'une façon fonctionnelle et non plus seulement structurale. Enfin nous devons reconnaître une finalité biologique dans l'exercice de l'intelligence.

Sans nous attarder aux nombreuses théories (Spearman, Burt, Woodrow, Binet, Terman, Van Bierliet, Thorndike, Thomson G. H., Ballard) concernant les facteurs qui entrent en jeu dans l'exercice de cette fonction complexe, nous distinguerons avec Stern, dans tout acte intellectuel, un effort d'adaptation à une fin donnée et, dès lors, l'in-

telligence nous apparaîtra comme étant surtout notre faculté d'adaptation consciente à la vie. Les différences constatées dans la pensée humaine proviennent, soit des matériaux utilisés, soit du genre de problèmes poursuivis, soit de l'acquis préalable et de la tournure d'esprit, mais au fond, le mécanisme reste le même.

Comme malgré la distinction obvie du « savoir » et du « pouvoir », de l'« acquis » et de l'« inné », l'esprit, en pratique, ne peut pas s'exercer « à vide », nous retiendrons aussi que si la culture est surtout « une capacité à acquérir », l'intelligence est, en fait, le « pouvoir d'utilisation du contenu de l'esprit » (Joussain). Dès lors, pour un écolier dont la tâche présente est d'étudier, s'adapter à son milieu consistera à bien apprendre et l'intelligence, à cet âge, correspondra à « l'aptitude à apprendre » (Buckingham).

A titre tout à fait précaire et à seule fin d'utilisation pratique, on peut dire que l'intelligence consiste, à son premier stade, en une *assimilation* qualitativement *exacte*, quantitativement *riche* et chronologiquement *rapide* et, dans sa phase supérieure, en une *création* jouissant des mêmes qualités, donc conforme à la réalité, variée dans ses productions, brève dans ses procédés, et économique dans son mode de travail.

Cette notion, toute grossière qu'elle soit, nous fait concevoir l'intelligence « par le dedans » comme une finalité interne, une puissance d'adaptation vitale infiniment plastique et elle nous permet de nous entendre quand nous essayons de « tester » les intelligences par une série d'épreuves — présentées soit individuellemnt soit collectivement — et qui vsient à mettre en jeu l'une ou l'autre des opérations élémentaires du mécanisme intellectuel.

Naturellement, selon le genre d'épreuves utilisées (tests de développement ou tests d'aptitudes) on obtient soit un résultat global (norme; quotient intellectuel) qui constate un *niveau mental*, soit un schéma indiquant les différences individuelles (psychogramme) qui concrétise un *profil psychologique*.

Mesurer une intelligence doit donc s'entendre d'une estimation globale (niveau) et d'une appréciation de certaines caractéristiques mentales (aptitudes) par le moyen d'épreuves (tests mentaux) qui négligent toute espèce d'acquis scolaire ou professionnel et récusent tout entraînement préalable. Mais tout ceci n'empêche pas certains « tests pédagogiques » (compréhension de la lecture et solution de problèmes arithmétiques) de garder une très réelle valeur dans le diagnostic mental des écoliers.

Discussion, par M. PIÉRON. — Sans soulever les innombrables problèmes relatifs à la notion d'intelligence, ce terme étant employé pour désigner une multitude de concepts, je crois qu'au point de vue psychotechnique, on doit se borner à une notion purement pratique, l'intelligence correspondant à un jugement de valeur relatif à l'appréciation de comportements adaptés à des circonstances nouvelles: le danger consiste à employer le même mot d'intelligence pour désigner le niveau moyen des diverses fonctions mentales.

2° A PROPOS DE LA SELECTION DES MIEUX-DOUES

(Résumé)

La sélection des mieux doués est légalement décrétée dans tous les grands pays ; elle est loin d'y être régulièrement organisée.

En Belgique, depuis la loi du 15 octobre 1921 (J. Destrée), elle est un fait... administratif. Il faudrait en faire une institution plus effective en rendant ses procédés d'examen plus scientifiques. Comment fonctionne-t-elle à présent? Nous répondrons en prenant l'exemple de la Commission technique de Saint-Gilles-les-Bruxelles, dont les travaux ont marqué l'origine du mouvement en Belgique. Tout en rendant hommage au labeur fourni par cet organisme, nous insisterons surtout sur les insuffisances du système actuel de sélection mentale.

Qu'on nous permette ici une question préalable : qu'est-ce qu'un mieux doué? Il est bien difficile d'y répondre à l'heure actuelle. Les recherches statistiques allemandes (Petzold) nous ont appris que le type est rarissime (1 à 2 0/00). Les Américains s'en font une conception pratique — enfant qui peut suivre le cours d'études ordinaires en la moitié du temps prévu, — mais *a posteriori* et sans efficacité chez nous où l'organisation scolaire n'est pas assez souple pour en permettre l'essai. Il ne nous reste que l'examen complet : médical, intellectuel, moral et social du sujet. L'examen intellectuel par les méthodes de la psychotechnique doit seul nous retenir ici et nous pouvons *grosso modo* marquer les principales qualités de l'enfant mieux doué : précocité et vitesse du développement intellectuel avec *arrêt tardif* et *maturation prolongée*.

Avant d'examiner par le détail l'épreuve psychologique, rappelons en quoi consiste la documentation préalable :

1° Elle porte d'abord sur les renseignements administratifs exigés de la famlile, la plupart sont d'ordre fiscal; car, en Belgique, le mieux doué doit être un pauvre pour être digne de l'attention des pouvoirs publics !

2° Elle entraîne une enquête concernant le milieu familial : c'est l'œuvre de l'infirmière visiteuse;

3° Elle groupe les réponses concernant, par exemple, la collaboration de l'école et de la famille, les réactions scolaires antérieures;

4° Elle utilise les données des cartes sanitaires ou des dossiers médico-pédagogiques;

5° Elle recueille l'appréciation — selon questionnaire établi — des maîtres et des chefs d'école;

1° Elle fournit une idée de la valeur scolaire déduite des résultats des concours et des notes de conduite.

Voici comment, sous la direction du professeur Decroly, l'examen d'octobre 1923, fut organisé, à Saint-Gilles. Les épreuves furent réparties sur deux après-midi. Chaque séance comportait la solution de 6 tests psychologiques et d'une épreuve scolaire. Dans la première série nous trouvons :

1° Attention simple mesurée avec l'épreuve de Kraepelin (additions durant 5 minutes);

2° Attention distribuée mesurée avec le même matériel, plus audition de six phrases (3 concrètes et 3 abstraites) à reproduire immédiatement après le travail d'audition;

3° Etablir la différence de sens entre chaque terme d'une série de dix couples. Exemple : probable — certain;

4° Homologuer six proverbes à six sentences équivalentes (10 minutes) ;

5° Recomposer un texte de 12 phrases présentées en désordre;

6° Compléter un texte « à lacunes » (test de complétion d'Ebbinghaus);

7° Epreuve scolaire : rédaction : une montre (20 minutes).

La deuxième série se compose :

1° 4 progressions arithmétiques à compléter et de quatre autres à corriger (10 minutes) ;

2° 2 figures géométriques à renverser (15 minutes).

3° 4 problèmes arithmétiques à compléter et à résoudre;

4° 2 dessins : une bicyclette vue de face et une brouette vue d'un balcon (10 minutes);

5° 2 gravures à analyser (10 minutes).

6° Une dictée géométrique;

7° Epreuve scolaire : résumer un texte après une audition 1° par écrit, 2° oralement.

Sans entrer dans le détail de l'examen critique des résultats constatons :

1° Que sur les *dix* enfants présentés, aucun n'était, au sens propre, un mieux-doué; les meilleurs étaient des bien doués et même certain garçon de 15 ans paraissait n'être qu'un moins-doué.

2° Malgré la différence d'âge, rectifiée par la recherche du quotient intellectuel, et une notable infériorité dans les épreuves les plus intellectuelles, ce sujet se classe, grâce à un résultat *global*, avant une fillette bien douée.

3° Il est évident qu'en l'absence de *normes* fixant les cotes à atteindre pour chaque genres d'épreuves par les meilleurs sujets aux différents âges et surtout de *tables de résultats centilés*, les épreuves

psychotechniques actuelles sont pratiquement inutilisables. Ce n'est donc pas d'une sélection des mieux doués qu'il s'agit, mais d'un simple concours de bien doués supposés.

4° Comme il appartient aux parents et aux chefs d'école de demander le bénéfice du fonds des mieux doués au profit de leurs pupilles, rien ne prouve que les meilleurs — psychologiquement parlant — nous soient proposés.

En vue de parer, dans la mesure du possible, à ces inconvénients notables, j'ai tenté un essai de « présélection » sur les enfants d'écoles primaires réunis à l'occasion de leur examen de sortie. Au moyen d'un matériel adapté (Ballard : Columbian et Chelsea tests — Army tests — B-S) réalisé l'examen de 339 élèves, en deux groupes : 189 garçons et 150 filles).

L'épreuve totale portant sur dix tests (1° ordres à suivre; 2° phrases brouillées à remettre en ordre; 3° analogies à déceler; 4° série de nombres à compléter; 5° meilleure raison à fournir; 6° compréhension d'un texte lu; 7° distinction des antonymes et des synonymes; 8° questions de bon sens à résoudre; 9° compréhension abstraite : 5 définitions à donner, 5 qualités générales à trouver, 10 proverbes à homologuer; 10° absurdités à rectifier) demanda 1 h. 1/2 de travail aux sujets et 2 heures, avec les instructions. Six épreuves sont à temps-limite (5 minutes) et quatre à travail-limite. Cet examen est économique, car il ne nécessite pas l'utilisation du matériel imprimé, les sujets répondant sur des feuilles ordinaires préalablement préparées à l'école. Les résultats cotés d'après une formule très simple, qui doit permettre leur interprétation analytique, fournissent un résultat global de 256 points. La courbe galtonnienne fournie par les premiers résultats est très satisfaisante. Au point de vue sélectif, l'examen n'a révélé que 3 enfants vraiment doués et qui devraient, par conséquent, être signalés d'office à la Commission légale.

Les mesures sont prises pour que les corrélations avec les résultats pédagogiques de l'examen de fin d'études primaires et l'appréciation de l'intelligence des sujets par les instituteurs soit incessamment établies. Si ces recherches peuvent être amplifiées, nous entrevoyons la possibilité d'obtenir, pour chacun des tests, des normes précises dont l'ensemble fournira la frontière psychologique des enfants dignes d'être examinés comme mieux doués probables.

Dr VERMEYLEN

Médecin de la Section pour enfants anormaux de la Colonie de Gheel (Belgique)

L'EXAMEN MENTAL PAR LA METHODE PSYCHOGRAPHIQUE

Jusqu'à présent on n'a employé, dans la pratique, que les méthodes de mesure générale de l'intelligence. Ce sont les échelles globales ou synthétiques qui se sont montrées les plus aptes à rendre les services qu'on attendait d'elles. Elles sont basées sur des tests non spécifiques, étalonnés d'après les recherches faites sur les enfants normaux et échelonnées par âge mental. Comme telles, ces méthodes se sont révélées excellentes pour le dépistage rapide des enfants anormaux, pour la sélection des normaux d'avec les arriérés.

Pourtant, ces dernières années, des méthodes de sélection plus rapides encore ont été préconisées. On a remplacé en Amérique le test individuel par le test collectif, pouvant être expérimenté sur un grand nombre de sujets à la fois et permettant d'opérer sur un très vaste champ. Mais elles ont le grand tort de faire perdre complètement le contact avec l'enfant, de devenir une simple opération automatique dans laquelle il n'y a plus rien de vivant. Elles peuvent établir une sélection sommaire mais ne peuvent juger sans appel sur chaque cas en particulier.

Aussi, cette sélection une fois faite, convient-il, dans les cas suspects, d'examiner le sujet avec des procédés plus analytiques et qui permettent une discrimination plus fine. Depuis quelques années déjà on a senti de toute part cette nécessité et des chercheurs se sont efforcés d'y répondre par des procédés plus ou moins appropriés. Mais la plupart des groupements de tests préconisés manquaient de systématisation et n'étaient que des assemblages sans grande suite d'épreuves non étalonnées.

C'est Rossolimo qui, le premier, a conçu l'idée des « profils psychologiques », c'est-à-dire des séries d'épreuves répondant chacune à une activité mentale déterminée et pouvant être reportée dans un diagramme.

Telle que, l'idée était aussi féconde que celle qui guida Binet et Simon dans leur conception de l'échelle métrique de l'intelligence. Mais la mise en pratique fut moins heureuse et, en fait, son ensemble ne put être utilisé jusqu'à ce jour.

J'ai repris cette idée en m'efforçant de la rendre pratique et utilisable. J'ai donc monté une méthode d'examen psychographique dans laquelle chaque série d'épreuves correspond à une activité mentale déterminée. Chacune de ces séries comprend des tests pour chaque âge mental. Les résultats s'inscrivent dans un diagramme dont l'ordonnée correspond aux séries d'épreuves répondant aux fonctions mentales et l'abcisse aux différents âges mentaux. Après l'exécution de chaque série, on marque par un point dans le diagramme le degré maximum réussi. A la fin de l'examen on relie les différents points par des lignes dont l'ensemble constitue la courbe mentale du sujet. Enfin on additionne les points obtenus dans les différentes séries et on les divise par le nombre de séries afin d'avoir ainsi l'âge mental du sujet.

Je n'entrerai pas dans le détail des tests qui ont été longuement décrits dans des ouvrages précédents. Ces tests ont été, pour la plupart, empruntés à divers auteurs et plus ou moins transformés pour les besoins de la méthode. Ils ont été sélectionnés avec soin parmi ceux qui semblaient répondre le mieux aux fonctions mentales examinées et permettre une graduation en ordre de difficulté croissante.

Ainsi compris, l'examen mental s'affine et gagne en détails et en précision. Non seulement on peut mesurer le niveau global du sujet mais il est encore possible d'apprécier le niveau de ses différentes activités mentales, ce qui permet de dépister les cas d'insuffisance partielle et élective; d'étudier les rapports que ces activités mentales ont entre elles et enfin d'établir la courbe mentale générale du sujet et de voir à quel type il répond. L'examen s'individualise ainsi dans une large mesure, s'adapte aux besoins de la clinique médicale et peut servir de guide à une rééducation bien comprise.

Gérard BOON

Directeur de l'Enseignement spécial, Anderlecht-Bruxelles.

COMMENT AMELIORER LE RENDEMENT ACTUEL DE L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE PAR LA SELECTION ET LE CLASSEMENT DES ECOLIERS

Je me propose d'attirer votre attention sur la situation actuelle de l'Enseignement primaire en Belgique, de vous exposer un système rationnel de sélection et de classement des écoliers, enfin, d'envisager avec vous l'organisation de l'enseignement spécial à donner aux enfants arriérés et anormaux dans les grands centres.

Je souligne, tout d'abord, au *point de vue de la fréquentation scolaire*, que les résultats obtenus actuellement, par l'application de la loi organique de l'Enseignement primaire sont, en général, très satisfaisants dans nos villes.

Voyons de près la *situation actuelle de l'Enseignement primaire belge*. Après avoir constaté que 10 à 20 % seulement de la population scolaire profitent de l'enseignement primaire *complet*, j'ai procédé à de nombreuses enquêtes concernant le retard que les enfants des écoles urbaines et rurales primaires populaires, de diverses régions de la Belgique, accusent dans leurs études.

Je vous apporte donc des faits récents. Pour ne pas allonger cette communication, j'ai choisi les plus caractéristiques, ceux qui peuvent être exprimés en nombres, qui ne se prêtent pas aux discussions interminables et stériles, mais qui suggèrent des interventions actives.

Voici, par exemple, la composition de quelques classes primaires : 3 *année d'études;* âge normal, enfants de 8 à 9 ans.

Population	Un an d'avance	Normaux	Années de retard 1	2	3	4	5
33	2	7	9	7	4	3	1
33	1	11	7	6	5	3	—

Les écoliers de ces sections ont donc de 7 à 14 ans.

Examinons les résultats de l'enquête portant sur toute la population enfantine de la commune d'Anderlecht (faubourg de Bruxelles) :

Population	Un an d'avance	Normaux	1	2	3	4	5	6	7
5.452	67	2.314	1.545	897	416	165	44	3	1
0/0	1	42	28	16,5	8	3	1		

Enfin, la moyenne actuelle de toutes nos recherches porte environ sur 15.000 enfants de l'agglomération bruxelloise et est la suivante :

Population	Un an d'avance	Normaux	Années de retard 1	2	3	4	5
0/0	15.000 1	38,5	28	17,5	10	4	1

Dans les milieux scolaires aisés belges, ces pourcentages ne sont guère très différents. Les renseignements reçus de France, de Suisse, de Hollande, etc., nous montrent que les situations particulières, dans chaque pays, se rapprochent sensiblement de la moyenne que je viens de vous présenter.

Si l'on tient compte de cette concordance remarquable des pourcentages, il semble qu'on puisse en déduire qu'une sorte de *loi fatale* régit le rendement de l'école actuelle, loi qui est dominée par des facteurs divers et, notamment, par l'organisation scolaire elle-même, les programmes appliqués et les méthodes pédagogiques en usage.

Cette situation est en rapport avec le nombre d'enfants qui doublent chaque année leur classe. J'ai connu, dans des écoles primaires, 33 % de doubleurs par an (1/3 de la population scolaire). En 1923, dans un faubourg de l'agglomération bruxelloise, il a été déclaré par les directions d'écoles primaires, de 8 à 22 % de cas de doublements.

Ces faits donnent la raison de la répartition irrégulière des écoliers dans les différents degrés de l'enseignement primaire.

An Anderlecht, sur 5.452 enfants,

1.855 se trouvent au 1er degré
1.961 — 2e —
1.381 — 3e —
255 — 4e —
(4,5 % seulement)

Dans une autre commune de l'agglomération bruxelloise (Forest), le pourcentage d'enfants qui fréquentent le 4e degré n'est que de 3 %.

Le rapporteur du budget du Ministère des Sciences et des Arts pour l'exercice 1924, M. Gollier, fait constater que 18.324 enfants seulement sur 855.892, fréquentent la dernière année (8e année) du 4e degré, soit 2 % !

Je reconnais qu'un certain nombre d'enfants suivent les cours de l'école moyenne, du lycée ou de l'athénée; cependant, au grand maximum, selon les milieux, 10 à 20 % seulement terminent des études primaires complètes.

De cette répartition résulte le *fait lamentable* de la sortie anticipée de l'école primaire d'un grand nombre d'enfants, avant d'avoir terminé le cycle scolaire normal, fait qui nous est démontré pour 1922, par la statistique suivante provenant du Ministère des Sciences et des Arts de Belgique :

16 % des élèves quittent l'école après la 4e année
15 % — — 5e — donc 31 % ont quitté.
43 % — — 6e — — 74 % —
14 % — — 7e — — 88 % —
12 % — — 8e

Les différentes recherches que je viens de vous présenter permettent de se rendre compte de l'*écart qui existe, au point de vue de l'âge, entre les écoliers qui composent une même classe, et laissent prévoir les conséquences qui doivent en résulter au point de vue de l'adaptation des élèves au programme, au régime éducatif et à la mentalité générale du groupe dont ils font partie.*

Les praticiens savent que notre organisation scolaire, trop rigide, notre programme unique, nos méthodes collectives et uniformisées, s'adressent principalement à un écolier-type, à un écolier-moyen, vers lequel il serait désirable que l'éducateur ramène tous ses élèves !

L'application de cette conception ne supprime pas, en réalité, la grande diversité entre les mentalités si différentes des enfants et, comme le dit le docteur Claparède, dans son dernier ouvrage intitulé : « *Comment diagnostiquer les aptitudes chez les écoliers* » : « *Ces enquêtes révèlent le peu d'homogénéité des classes, homogénéité qui est cependant supposée par les programmes et les méthodes pédagogiques.* »

Peut-on porter remède, immédiatement, à cette situation?

Depuis 1921, j'ai expérimenté, d'une façon assez étendue, un procédé de sélection et de classement des écoliers, dans un faubourg important de Bruxelles (population, environ 70.000 habitants; population scolaire, plus de 5.000 enfants dans les écoles communales.

Les résultats obtenus pendant les 3 années d'expérience sont très encourageants.

Si les grandes écoles, avec leurs nombreuses classes, ont de multiples inconvénients, elles ont, par contre, un avantage incontestable, c'est de permettre une sélection plus parfaite et un classement relativement judicieux.

Mon but a donc été de former des classes plus homogènes et de permettre aux éducateurs de réaliser une meilleure adaptation du programme primaire en vigueur au niveau intellectuel d'une fraction importante de notre population scolaire.

En collaboration avec le personnel enseignant, j'ai essayé de déterminer le *niveau mental* et *l'avancement scolaire* des enfants; j'ai tenu compte de leur *âge*, de leur *état de santé* et de leur *milieu social*.

J'ai rassemblé les écoliers à évolution régulière et les mieux doués pour former des *classes ordinaires* qui appliquent le programme intégral.

J'ai assuré l'éducation et l'instruction la plus complète possible des élèves en retard dans leurs études en les groupant dans des *classes parallèles*, formant une suite de sections. Ces classes parallèles reçoivent aussi les enfants jeunes à évolution lente ; il est même à prévoir qu'après quelques années d'application du nouveau système, elles ne comprendront plus que des éléments de cette catégorie. On suit, dans ces sections, un programme minimum.

Dans chaque école sélectionnée, j'ai établi une *classe de récupération* pour les enfants dont le retard accidentel est récupérable; cette section, en même temps, a pour but d'aider, de perfectionner ceux qui accusent certaines insuffisances dans les classes ordinaires et parallèles mais qui, pour l'ensemble, y bénéficient de l'enseignement donné.

Enfin, les moins doués forment des *sections d'observation* organisées actuellement dans différents quartiers de la commune. Ces enfants seront reçus, en septembre prochain, dans une école autonome située à la campagne et dénommée « *Ecole-jardin* ».

Ce demi-internat assurera l'éducation aussi complète que possible de ces écoliers et laissera, dans tous les cas favorables, l'élève en contact avec sa famille. L'internat complet ne devant être réservé, qu'aux sujets qui appartiennent à un milieu éducatif défavorable et à ceux atteints d'anomalies graves.

Voici un exemple qui montre, dans l'organisation scolaire que je préconise, la différence de rapport qui existe entre l'âge des enfants et leur avancement scolaire, dans une classe ordinaire et parallèle de même année : dans la première série les classes sont composées d'enfants ayant subi l'ancienne organisation scolaire pendant plusieurs années, dans la deuxième série de classes les élèves ont été soumis à l'organisation nouvelle depuis leur entrée à l'école.

	Population	1	0	1	2	3	4	5
1re *série de classes :*								
5e année d'études A (classe ordinaire)..	36	4	24	5	3	—	—	—
5e année d'études B classe parallèle) ..	21	—	5	11	4	—	—	1

Avec le système en pratique, la différence de population 36 et 21 existe chaque fois que des raisons pédagogiques l'exigent.

	Population	1	0	1	2	3	4	5
2e *série de classes :*								
3e année d'études A (classe ordinaire)..	23	1	17	4	1	—	—	—
3e année d'études B (classe parallèle)..	21	—	13	8	—	—	—	—

La situation révélée par l'état des classes de la deuxième série prouve que la classe parallèle véritable se compose d'élèves jeunes.

Pour la population des classes parallèles, il a été créé des *classes spéciales au 4e degré* et à *l'école professionnelle*. Le programme d'enseignement en vigueur est adapté à la mentalité particulière des élèves qui fréquentent ces classes, on y donne moins de cours généraux et plus de barnches à tendance pratique.

En toute occasion, j'ai insisté pour que les éducateurs individualisent leur enseignement, dans la mesure de leurs moyens, pour qu'ils donnent la préférence aux notions et connaissances dont l'acquisition assure une éducation générale intégrale et pour qu'ils choisissent toujours les applications qui ont un caractère pratique.

Les chiffres suivants permettent la comparaison entre la situation qui existait avant l'application du système et la situation actuelle :

	Age normal	1 an de retard	1 an de retard	3 ans de retard et plus
1921. *Statistique pour toule la population scolaire* ..... %	41	28	17,5	13
1923. *Statistique nouvelle dans une école, 3 premières années d'études* ..... %	73	23,5	3	

Il est bien entendu, que si le pourcentage des enfants en retard a diminué, la cause en est due, en partie, au fait que l'enseignement donné à la population enfantine des classes sélectionnées, est mieux adapté à la mentalité particulière de chacun.

Cependant, un grand nombre d'enfants reconnus intelligents, accusent dans la situation nouvelle et dans la situation générale de la population scolaire, encore 1 an de retard. A ce sujet, j'ai procédé à de nouvelles recherches, restreintes pour le moment.

Ce retard d'un an est attribué par les éducateurs et les parents aux causes suivantes :

Insuffisance mentale ou pédagogique : 13 %.
Entrée irrégulière à l'école : 22 %;
Changement d'école : 29 %;
Maladie (principalement entre 6 et 8 ans) : 36 %.

Le résultat des recherches entreprises montre la voie à suivre!
Demain, la tâche consistera à :
Surveiller davantage les jeunes enfants;
Adapter mieux les nouveaux;
Réadapter avec soin ceux qui ont été malades;
Aider plus efficacement les lacunaires légers.

Permettez-moi de rappeler ici, comme j'ai eu l'occasion de le faire dans une étude faite en collaboration avec le docteur Decroly (1) :

« *Nous assignons à la question de la sélection des écoliers, non la place principale dans la rénovation de notre enseignement, mais nous croyons sincèrement qu'elle constitue une réforme primordiale et fondamentale de la plus haute importance, réalisable immédiatement dans les grandes villes.* »

La pratique m'autorise à déclarer aujourd'hui, que la sélection et le classement des élèves, dans les conditions où j'ai pu les réaliser, amènent dans l'enseignement primaire une situation plus favorable pour tous, élèves et maîtres, au point de vue du travail et du rendement scolaires. De plus, leur application permet de porter, graduellement, l'attention et l'effort des éducateurs sur la modification des programmes, sur la meilleure répartition des activités scolaires, sur l'amélioration des méthodes et en général sur l'individualisation de l'éducation et de l'enseignement à tous les degrés.

En terminant, laissez-moi vous dire encore que les résultats acquis ont été obtenus avec la collaboration du personnel enseignant en fonction et n'ont exigé aucune dépense supplémentaire. J'ai la preuve, actuellement, que notre modeste organisation permet d'obtenir très facilement le rendement pédagogique ordinaire et, dans bien des cas, un rendement nettement supérieur. De plus, l'évolution de l'écolier se fait toujours d'une façon plus régulière, avec moins de perte de temps pour lui, pour l'école, pour la famille et en fin de compte pour la société.

Bref, les mesures préconisées assurent à tout écolier qui fréquente l'école l'*optimum* d'éducation et d'instruction qu'il peut acquérir au cours de la période de scolarité obligatoire.

---

(1) ***Vers l'Ecole renovée***, Office de publicité. Bruxelles.

Marcel FOUCAULT

Professeur de Philosophie à la Faculté des Lettres de Montpellier

MESURE DE LA PUISSANCE PROPRE DES IMAGES

Ce que j'appelle puissance propre des images n'est pas autre chose que ce que Müller et Pilzecker ont appelé *Perseverationstendenz*, c'est-à-dire une tendance que posséderait chaque représentation à reparaître spontanément à la conscience après qu'elle y a été une fois présente. Cette tendance contribuerait à déterminer l'évocation des images, soit au cours de la fixation, quand on apprend pour la première fois une série de termes, soit plus tard, quand on cherche à déterminer ce qui subsiste d'une collection d'images. Mais l'évocation des images dépend aussi des associations, de sorte que la question se pose de savoir quelle est, dans l'évocation, la part respective des associations et de la puissance propre des images et, d'une façon générale, comment se comportent ces deux espèces de forces. Or, on ne peut répondre à ces questions que si l'on possède une méthode pour isoler et mesurer la puissance des images, comme on en possède déjà pour mesurer la force des associations. J'ai employé, d'une façon concurrente et avec des résultats concordants, trois méthodes distinctes :

Première méthode ou méthode des évocations justes. — Posant en principe que, si l'on fixe comparativement des mots français et des mots artificiels de composition analogue, les mots français doivent donner lieu à des images de puissance plus grande, parce que ces images comprennent, outre les éléments verbaux, les images ou idées qui leur donnent un sens, je forme des séries de quatre espèces de couples : FF (un mot français suivi d'un mot français), FA (un mot français suivi d'un mot artificiel), AF et AA (composition analogue, le premier terme étant un mot français). Des sujets lisent, les uns deux fois, les autres trois fois (ces nombres de lectures étant choisis de façon que, autant que possible, la fixation ne soit complète que par exception) des séries de 6 couples des quatre espèces. Après les lectures, on fait la récitation, en présentant les premiers termes des couples dans un ordre différents de celui où ils ont été lus. Si l'on compare les nombres d'évocations justes obtenus dans ces conditions pour un certain nombre de séries FF et de séries FA, il me paraît légitime d'admettre que ces nombres expriment la puissance propre des deux espèces d'images : en effet, ils ne dépendent pas des associations locales formées par les

lectures, puisque le changement dans l'ordre de présentation a rendu ces associations inefficaces; ils ne dépendent pas des associations que les lectures ont pu former entre les seconds termes, puisque ces associations sont rendues inutiles par le mode de récitation; ils dépendent, il est vrai, des associations progressives immédiates entre le premier et le second terme de chaque couple, mais, puisque le premier terme est toujours un mot français, sa puissance évocatrice doit s'exercer d'une manière égale dans les couples FF et dans les couples FA, de sorte qu'il ne reste plus de forces associatives, mais seulement la différence de puissance propre entre les images F et les images A, pour expliquer la différence des nombres d'évocations justes dans les deux espèces de séries. Si donc on prend pour unité la puissance des images F, celle des images A sera exprimée par une fraction.

Pour contrôler cette mesure, j'ai employé aussi les séries AF et AA. Si l'analyse hypothétique qui vient d'être exposée est juste, le rapport qui mesure la puissance comparative des deux espèces d'images doit avoir la même valeur dnas le cas où l'évocateur est F et dans celui où il est A.

Voici, à titres d'exemples, des résultats typiques. Les trois sujets ont fixé, par 2 ou 3 lectures, chacun 6 séries à 6 couples de chacune des 4 espèces, de sorte que le maximum du nombre d'évocations justes est, pour chaque cas, de 36. Le tableau ci-contre indique les nombres obtenus dans les différents cas.

	Evocateur F			Evocateur A			
	FF	FA	Rapport	AF	AA	Rapport	Ecart moyen %
1er sujet	33	28	0,85	25	22	0,88	1,7
2e sujet	34	22	0,65	32	20	0,63	1,6
3e sujet	36	33	0,92	34	16	0,47	32,4

On voit que, pour les deux premiers sujets, les deux rapports ont des valeurs sensiblement égales, et l'écart moyen est très faible. Il n'en est pas de même pour le troisième sujet : l'examen détaillé de ses expériences montre que le nombre de 34 réponses justes dans les séries AF est trop fort, et celui de 16 dans les séries AA est trop faible en raison de certaines inhibitions antécédentes qui n'ont pas été compensées parce que je n'avais pas soupçonné qu'elles pussent agir aussi fortement. En fin de compte, cela signifie que la mesure de la puissance comparative, ou spécifique, des deux espèces d'images est réussie avec les deux premiers sujets, tandis qu'elle est manquée avec le troisième.

Deuxième méthode ou méthode de la fixation complète. — Cette méthode ne diffère de la précédente que par ceci, que, au lieu de comparer des nombres d'évocations justes après des nombres constants de lectures, on compare les temps nécessaires pour arriver à la fixation complète de séries des quatres espèces. De plus, j'ai employé des

séries de 10 couples. Voici les temps (totaux) qui ont été nécessaires à un sujet pour fixer 3 séries de chaque espèce, et à un autre pour en fixer 4 :

	FF	FA	AF	AA
1er sujet	459s	810	633	1242
2e sujet	309	565	482	657

En admettant que la puissance des images est inversement proportionnelle aux temps de fixation, on trouve que, pour le 1er sujet, l'évocateur étant F, la puissance des images A est égale à celle des images F multipliée par 0,57, et que ce rapport est égal à 0,51 pour le cas où l'évocateur est A. Quant au 2e sujet, ces rapports sont respectivement 0,55 et 0,73. Les résultats sont donc du même genre que ceux qu'a donnés la première méthode.

Troisième méthode, ou méthode de la puissance artificiellement renforcée. — Ici j'ai employé des séries de 6 couples de mots artificiels. L'évocateur était toujours écrit à l'encre noire. Parmi les mots à évoquer, 5 étaient inscrits à l'encre noire et 1 à l'encre rouge : c'est ce qui constituait le renforcement de la perception et de l'image du mot rouge. Pour éliminer l'influence du rang dans la présentation, le mot rouge occupait successivement les 6 rangs possibles dans 6 séries différentes : la réunion de 6 petites séries ainsi composées forme une grande série ou série complète. La fixation a été faite par lectures et récitations alternées. Pour dépouiller les résultats, j'ai admis, ce qui doit être à peu près vrai en moyenne, que l'effort de fixation se répartit d'une façon uniforme sur les 6 couples de chaque série, de sorte que, si un des seconds termes est fixé à la première récitation, je considère son temps de fixation comme étant égal au 6e du temps total de la première lecture et de la première récitation, et ainsi de suite.

Le résultat est que, le temps de fixation des mots noirs étant, par exemple, pour un sujet, de 16s,56, le temps de fixation des mots rouges est de 14s,53, de sorte que la puissance des mots rouges est égale, dans ce cas, à celle des mots noirs multipliée par 1,14.

Enfin j'ai compliqué cette expérience de façon à voir comment les images des mots rouges et celles des mots noirs se comportent au point de vue de l'oubli, ou de la résistance à des inhibitions régressives constituées par du travail de fixation. Et j'ai trouvé que la différence entre les deux espèces de mots n'existe plus à la 2e fixation. Cela signifie que les mots rouges s'oublient aussi vite que les mots noirs, c'est-à-dire que la conservation durable des souvenirs ne dépend pas de la puissance propre des images : c'est donc qu'elle dépend avant tout des associations.

Henri PIERON

Professeur au Collège de France. Directeur du Laboratoire de Psychologie physiologique à l'Ecole pratique des Hautes-Etudes.

LA NOTION DE PERCEPTION

La conception classique de la perception consiste à en faire le résultat d'une élaboration intellectuelle des données brutes de la sensation, qui seraient complétées par des apports mnémoniques et imaginatifs, combinées en des synthèses représentant des objets soumis aux catégories de l'espace et du temps, rectifiées et modifiées par des raisonnements d'ailleurs inconscients.

A cette conception, les faits paraissent exiger qu'on en substitue une autre. En effet, les perceptions tachistoscopiques indiquent des temps trop courts pour un appel à des données de complément : la reconnaissance d'un objet, caractéristique de la perception, se manifeste comme une réaction (prise d'attitude, adaptation de la conduite et de la pensée) à un complexus du milieu, réaction qui, suivant les lois des processus d'anticipation étudiées dans les réflexes conditionnels, peut se produire à de simples fragments de l'expérience accoutumée. Si cette expérience peut se compléter, c'est par un effort de réflexion ultérieure, par une tâche supplémentaire, et nullement indispensable, qu'on n'a considérée comme primitive et essentielle que par suite d'une véritable illusion, d'introspection qui a fait mettre la charrue avant les bœufs.

D'autre part, les groupements perceptifs se présentent souvent sous la forme infra-psychique, c'est-à-dire non psychologiquement dissociable en ses éléments ; et des groupements indécomposables voisins fournissent des perceptions très différentes que le raisonnement devrait rectifier ou unifier s'il était à même d'intervenir.

Ainsi, la perception d'un mouvement par déplacement oculaire (cylindre tournant, portant des caractères distincts) donne une vitesse apparente de ce mouvement au moins deux fois plus lente que la perception par déplacement de l'image rétinienne (cylindre portant des caractères indistincts, parce que plus petits, ou moins éclairés). Les mouvements des yeux, suivant le complexus physiologique dans lequel ils sont intégrés, sont perçus de trois manières différentes : comme mouvement d'œil (exploration volontaire), comme mouvement des objets (nystagmus post-rotatoire, yeux ouverts), comme mouvement du corps (nystagmus post-rotatoire, yeux fermés).

Les expériences sur le contraste, de Sherrington, ont montré que la perception affectée de contraste se manifestait, alors que les éléments générateurs du contraste restaient ignorés (modification par contraste de la fréquence critique de fusion au cours du papillotement par succession rapide d'impressions disparates qui ne sont pas perçues elles-mêmes).

La perception constante des gris relatifs (des noirs et des blancs) à des éclairements différents (perception de l'« albedo » comme propriété des corps, comme coefficient propre de diffusion de la lumière reçue) attribuée à un raisonnement complexe, se manifeste, comme je l'ai montré, chez les crustacés inférieurs, les Idotées, dont l'homophanie représente une réaction perceptive aux gris du support, de façon indépendante de l'éclairement (avec réaction opposée à l'obscurité générale, et à l'obscurité du fond en un lieu éclairé). Le noir, comme le blanc ou le gris, n'est pas identifiable à une sensation de clarté élémentaire. C'est un complexus perceptif, établi par la spécificité réactionnelle, mais dont l'élaboration est infra-psychique.

Enfin, certaines perceptions, artificiellement provoquées, peuvent comporter des absurdités inconciliables avec un mécanisme d'élaboration logique de la perception.

Ainsi, on le sait, nous percevons la grandeur des objets placés à une distance assez courte, non d'après leur grandeur angulaire (grandeur de leur image rétinienne) mais d'après une combinaison de cette grandeur angulaire et de leur distance apparente. Sous forme précise, la grandeur apparente est celle de l'objet placé sur le plan de convergence des deux yeux, ou plan de fixation, donnant une image rétinienne de la grandeur de celle qui se peint à ce moment sur l'œil (Loi de Giraud-Teulon et Parinaud). Or, dans la vision des ombres en relief qui ont constitué une attraction des salles de cinéma, il se manifeste une fixation variable, en fonction de l'écartement des ombres colorées fusionnées par le procédé des anaglyphes, et, alors que l'image rétienne augmente, l'objet vu, par suite du rapprochement extrême du point de fixation, paraît, tout en se rapprochant de l'œil, se rapetisser progressivement, contrairement à toute logique.

On peut conclure de ces faits — et bien d'autres pourraient être cités — qu'il s'est édifié, sous l'influence de l'observation introspective, un véritable roman intellectualiste au sujet de la constitution de la perception. Celle-ci se présente comme une donnée immédiate, dont la complexité peut faire l'objet d'un travail de décomposition et d'analyse logique, mais dont la synthèse est primitive et profonde.

Ce sont de telles données — révélatrices d'un syncrétisme biologique fondamental dans la perception — qui doivent jouer le rôle le plus important dans la genèse de certaines théories modernes, comme celles de la « Gestalt psychologie ».

BIOGÉOGRAPHIE

Président. . . . . M. le Professeur D. DAMAS, Directeur de l'Institut Ed. Van Beneden, Liége.

Vice-Président. . . . . M. le Professeur E. DE WILDEMAN, Directeur du Jardin Botanique, Bruxelles.

Secrétaire. . . . . L. FAGE, Assistant au Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

Lucien BERLAND

Assistant au Muséum National d'Histoire Naturelle.

ESSAI SUR L'HISTOIRE ANCIENNE DE LA NOUVELLE-CALEDONIE D'APRES LES ARAIGNEES ACTUELLES

Les faunes insulaires ont une importance toute particulière en zoogéographie. A ce point de vue, les îles ont deux caractères très différents : elles sont ou bien océaniques (1), c'est-à-dire ont surgi de la mer sans avoir jamais été reliées à un continent ancien ou actuel — c'est le cas des îles madréporiques, et parfois des îles volcaniques —, ou bien continentales (1), c'est-à-dire ont fait partie d'un continent soit disparu, soit encore existant, et dont elles ont été séparées à une époque plus ou moins reculée. Dans le premier cas, le peuplement n'a pu se faire que par des transports accidentels, et souvent très récents; dans le second — qui est de beaucoup le plus intéressant — la faune a été à peu près complètement isolée dans un espace clos à partir de la séparation, et elle n'a plus évolué qu'en fonction des facteurs

(1) Ces distinctions ont été établies par G. Baur, The American Naturalist, On the origin of the Galapagos Islands, 1891.

locaux, et des réactions réciproques. C'est une expérience de plus ou moins grande envergure, instituée par la nature en un point déterminé.

Ayant eu récemment l'occasion d'étudier les Araignées de Nouvelle-Calédonie recueillies par MM. Sarasin et Roux (1), j'ai tenté d'établir les rapports entre l'état actuel de cette partie de la faune et l'histoire ancienne de l'île.

La Nouvelle-Calédonie présente à ce point de vue un intérêt particulier, qu'elle tire de sa superficie relativement grande, de son éloignement de toute terre actuelle et de ce qu'on peut connaître de son histoire géologique. Elle est constituée à peu près en entier, contrairement à presque toutes les îles du Pacifique, de dépôts sédimentaires d'âges variés qui témoignent qu'elle a dû être le théâtre de mouvements verticaux importants. En particulier, vers la fin de l'Eocène, la mer l'a recouverte en entier (2), cette grande trangression marine ayant laissé des dépôts très étendus. Depuis cette époque, l'île est restée à peu près stationnaire, et comme elle ne présente pas de dépôts continentaux, son histoire est terminée, géologiquement. Mais à partir de ce moment, une faune terrestre s'y est établie — il restera à étudier d'où provenait cette faune — toute la faune antérieure à l'Oligocène ayant été détruite par la transgression de l'Eocène. On peut donc rechercher si l'étude de la faune actuelle ne viendra pas compléter l'histoire de la Nouvelle-Calédonie, et élucider les points que les données géologiques ont laissés en suspens, notamment la question des relations anciennes avec les terres voisines.

Nous connaissons actuellement environ 150 espèces d'Araignées de Nouvelle-Calédonie. Sur ce nombre, 9 sont cosmopolites : ce sont toujours les mêmes espèces, qu'on retrouve dans toutes les régions chaudes du globe, où elles sont transportées par l'homme. Elles n'ont aucun intérêt zoogéographique, et elles ne peuvent créer de confusion, car il est facile de les écarter. Il n'y a pas eu d'autre apport artificiel, et d'ailleurs, sur les quelque 140 espèces qui restent, 90 sont absolument spéciales à la Nouvelle-Calédonie. Le caractère fondamental de la faune aranéenne de cette île est donc d'être essentiellement endémique et l'on peut dire qu'à partir du moment où cette faune est venue s'y installer, elle n'a plus eu d'apport de l'extérieur, excepté quelques espèces cosmopolites, qui sont d'une introduction probablement toute récente.

Les affinités des Araignées néocalédoniennes se répartissent ainsi qu'il suit : elles sont extrêmement étroites avec l'Australie, environ 45 des 150 espèces connues sont très voisines d'espèces australiennes, soit qu'elles rentrent dans un genre qui n'est représenté que dans les

---

(1) Nova Caledonia. Zoologie, vol. III, p. 157-255.

(2) L'étude géologique de la Nouvelle-Calédonie a été faite par Piroutet : Etude stratigraphique sur la Nouvelle-Calédonie, Paris, 1917.

deux îles; soit que, tout en appartenant à un genre plus largement réparti, leurs très proches parentes à l'intérieur de ce genre sont australiennes. Une quinzaine d'espèces témoignent d'affinités certaines avec la Nouvelle-Zélande : quelques genres n'ont de représentants qu'en Nouvelle-Calédonie et en Nouvelle-Zélande, d'autres en ont aussi en Australie. En somme, les trois terres ont des rapprochements très étroits, mais ils sont moins marqués en ce qui concerne la Nouvelle-Zélande, qui est soumise à un climat fort différent. Au delà, on trouve aussi des affinités avec la Malaisie, et avec l'Insulinde, et aussi, à un degré moindre, avec la Polynésie.

La Nouvelle-Calédonie, qui contient une si forte proportion d'espèces endémiques a, par contre, fort peu de genres qui lui soient propres : presque tous, sont soit cosmopolites, soit représentés dans les terres voisines, Australie et Nouvelle-Zélande surtout, mais par des espèces différentes, car il n'en existe presque pas qui soient communes aux trois terres. Tout se passe donc comme si, au moment où s'est effectué le peuplement de la Nouvelle-Calédonie, la plus grande partie des genres actuels était déjà constituée; l'évolution depuis cette époque n'aurait abouti qu'à la création d'espèces.

Les rapprochements faunistiques entre la Nouvelle-Calédonie et l'Australie sont si frappants qu'ils ne peuvent s'expliquer que par une relation ancienne entre les deux terres; et on est obligé d'admettre que leur faune a une origine commune.

Il faut écarter tout à fait l'idée d'une relation récente, ou d'un transport par des agents divers : vent, courants, oiseaux, car ces facteurs continueraient à agir actuellement, et nous trouverions de nombreuses espèces communes aux deux terres, tandis qu'au contraire la faune de la Nouvelle-Calédonie est caractérisée par une forte proportion d'espèces endémiques.

Diverses considérations, et en particulier la grande profondeur de la mer qui sépare la Nouvelle-Calédonie de l'Australie, font penser qu'il n'y a peut-être pas eu de relations directes; mais ces deux terres ont pu être reliées chacune de son côté avec la Nouvelle-Guinée qui leur aurait servi de trait d'union.

En réunissant et en confrontant toutes ces indications de sources diverses, je pense qu'on peut résumer ainsi qu'il suit l'histoire de la Nouvelle-Calédonie et l'origine de sa faune.

A la fin de l'Eocène, la Nouvelle-Calédonie a été entièrement submergée, de sorte que sa faune actuelle ne saurait être antérieure à l'oligocène.

A cette époque, elle était reliée à la Nouvelle-Guinée, de même que l'Australie l'était de son côté.

Une migration, provenant sans doute de Malaisie, a peuplé la Nouvelle-Calédonie qui était alors une terre vierge; l'Australie, ou tout

au moins sa partie orientale, a été peuplée de la même manière, ce qui expliquerait les affinités étroites entre les deux faunes.

Peu après, la Nouvelle-Calédonie s'est trouvée isolée, et l'a été sans cesse depuis, de sorte que sa faune a pris des caractères d'endémisme très prononcé.

Cette séparation peut être fixée à peu près vers la fin de l'Oligocène : étant donné la très lente évolution des Araignées — nous connaissons des espèces fossiles de cette époque, qui sont extrêmement voisines des actuelles — il n'a pas fallu moins que cette longue période pour aboutir à la création d'un si grand nombre d'espèces.

Enfin la Nouvelle-Zélande a été quelque temps reliée à ce système, et elle a reçu quelques apports de même source, ainsi qu'en témoignent certains éléments de sa faune aranéenne.

Discussion. — Dr J.-M. DERSCHEID signale, au sujet de l'ancienneté de la faune néo-calédonienne, l'intérêt spécial que présente l'habitat du Kagou, *Rhinochetus jubatus*, Oiseau n'existant qu'en Nouvelle-Calédonie. Le *Rhinochetus* est un Gruiforme très primitif et ne pouvant guère être rapproché que de genres néo-tropicaux (notamment *Euryphyga* et *Psophia*, d'une part, *Dicholophus* et les *Palamedeæ* d'autre part). Ces rapports doivent être pris en considération, si l'on fait l'hypothèse que la faune néo-calédonienne est entièrement post-éocène. Le Dr DERSCHEID est d'avis que le *Rhinochetus* est une forme remontant très probablement au Crétacé.

Le Dr J. PELLEGRIN rappelle qu'on a découvert il y a peu de temps en Nouvelle-Calédonie, un *Galaxias* auquel MAX WEBER et BEAUFORT ont donné le nom de *Galaxias neo-caledonicus*. La présence de Poisson dans les eaux douces de cette île indique des affinités avec la faune australe, les *Galaxias* ne se rencontrant plus aujourd'hui qu'en Tasmanie, en Patagonie et dans l'Afrique du Sud.

A. GUILLAUMIN
Assistant au Muséum National d'Histoire Naturelle.

LE PEUPLEMENT BOTANIQUE DE LA NOUVELLE-CALEDONIE

Un des deux caractères les plus saillants de la Flore de la Nouvelle-Calédonie est l'extrême abondance des plantes ligneuses (plus de 80 %) alors que le climat est nettement intermédiaire entre les climats mésothermes et les climats mégathermes et que, dans ces derniers, où les plantes ligneuses sont les plus abondantes, elles ne dépassent pas 65 % (au Queensland). Toutefois l'aspect nettement xérophile de la Flore canaque est bien en rapport avec le climat car, s'il tombe, par an, plus d'eau qu'à Tahiti (1097 mm.), l'évaporation est abondante, le ruissellement rapide et la perméabilité considérable dans les régions serpentineuses.

L'autre caractère marquant de la Flore de la Nouvelle-Calédonie est le grand nombre des espèces endémiques (plus de 75 %) qui n'est atteint en aucune autre région du globe. Ce caractère, corroboré très exactement par les données de la Zoologie, indique évidemment que la Nouvelle-Calédonie est une île depuis très longtemps — depuis l'Oligocène, précise la Géologie. — Comment a donc pu se produire le peuplement de la région et la formation de cette flore si spéciale?

Les *Araucaria* qu'on ne trouve que dans le groupe sud des Nouvelles-Hébrides, à l'île Norfolk, en Nouvelle-Guinée, au Queensland et au Brésil semblent un reliquat de la Flore du continent de Gondwana.

Une longue union avec le continent australo-indo-malgache est attestée par la présence d'Epacridacées, Myrtacées, Casuarinacées, Protéacées, si caractéristiques de l'Australie, mais la séparation a dû se produire à une époque relativement ancienne car les espèces et beaucoup de genres sont spéciaux, les *Eucalyptus*, *Xantorrhea*, Lobéliacées, Stylidiacées, Restiacées et Centrolépidacées manquent complètement et les *Acacia*, *Xerotes* et *Myoporum* sont peu nombreux tandis que les Guttifères, Sapindacées, Saxifragacées, Cunoniées, Araliacées abondent.

Des affinités polynésiennes sont marquées par l'abondance de Samydacées, Rubiacées, Myrsinacées, Apocynacées, Euphorbiacées et Orchidacées; cependant les Gesnéracées ne se rencontrent qu'en petit nombre en Nouvelle-Calédonie et les Palmiers y sont très spéciaux.

La totalité de la zone littorale et une notable partie de la savane

à Niaoulis a été envahie par de petits arbres (Rhizophoracées Hernandiacées, Légumineuses, Tiliacées, etc.) et des herbes (Convolvulacées et Composées surtout) largement répandues sur toutes les côtes de Polynésie, de Papouasie et de Malaisie et dont les fruits ou les graines flottant facilement peuvent subir sans dommage un long trajet à la surface de la mer poussés par les courants ou les tempêtes.

Il faut tenir compte aussi que les oiseaux, dont 40 % sont communs à la Nouvelle-Calédonie et à d'autres terres, et les Chauves-souris frugivores ont aussi probablement introduit un certain nombre de plantes, mais le transport de graines par le vent paraît des plus problématiques car les terres les plus proches — les Nouvelles-Hébrides — sont à 400 km.

Enfin nombre de plantes alimentaires et de mauvaises herbes ont suivi les migrations des Polynésiens et des Papous dont le mélange a constitué les Canaques et, depuis l'époque historique, les navigateurs et colons européens.

En somme, sur un type canaque très spécial, à éléments anciens et à affinités surtout australiennes mais aussi polynésiennes, très nettes, serait venu se superposer un élément malayo-papou, puis en dernier lieu, depuis les époques anti-historiques jusqu'à maintenant, un élément adventice.

Louis ROULE

Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle.

LE THERMOTROPISME DANS LA MIGRATION DE L'ALOSE

Je m'occupe, depuis plusieurs années, de la migration des trois formes d'*Aloses* qui fréquentent les fleuves de la France, de leur ontogenèse, et de leur croissance calculée d'après les écailles. Ces recherchs approchent de leur achèvement. Je détache d'elles quelques remarques intéressantes, destinées à mettre en lumière le rôle du thermotropisme dans la montée reproductrice de ces poissons.

J'ai commencé l'étude de ce sujet par l'*Adour*. Pendant la saison de la montée des Aloses, du mois de mars au mois de juin, la partie

basse du fleuve, depuis l'embouchure jusqu'au confluent avec les *Gaves réunis*, est parcourue par des Saumons et des Aloses qui progressent également vers l'amont. Puis, parvenus au confluent, une distinction remarquable s'établit parmi eux : sauf quelques exceptions fort rares, les Saumons s'engagent dans les *Gaves réunis*, tandis que les Aloses continuent à remonter l'*Adour*. Ce choix différentiel s'accorde avec une différence habituelle de la température des eaux, l'Adour marquant deux ou trois degrés de plus que les Gaves, les autres conditions de milieu, sauf à l'égard de l'oxygène dissous, étant peu dissemblables entre les deux courants.

Ayant ensuite observé, dans le bassin de la *Garonne*, que la majorité des Aloses remontantes quitte les eaux du fleuve pour s'engager dans celles de ses grands affluents, le *Tarn*, le *Lot*, j'ai examiné si cette orientation persistante s'accordait, ou non, avec les qualités thermiques du milieu. Ayant intéressé l'Administration des Ponts-et-Chaussées à ces recherches pour leur donner la continuité et la durée nécessaires, j'ai pu me rendre compte que l'eau de l'affluent, le *Lot* en l'espèce, a marqué, pendant la montée de 1922, du 10 mai au 31 juin, 3 à 4 degrés de plus que l'eau du fleuve. La liaison entre la migration reproductrice et les conditions thermiques s'est donc affirmée de nouveau.

J'ai repris ces études dans le *Rhône*, en deux localités, pendant l'année 1923, et j'ai pu les mener à bien grâce au concours de l'Administration des Eaux et Forêts. L'une de ces localités est représentée par le confluent de la *Cèze* et du *Rhône*, où nombre d'Aloses quittent le fleuve pour pénétrer dans l'affluent, afin d'y établir leurs frayères. Les mensurations comparatives ont eu lieu du 9 avril, début de la montée, au 30 juin, où la fraie est terminée. D'abord, les deux cours d'eau ont peu différé sous le rapport thermique, la *Cèze* marquant seulement un demi-degré en moyenne de plus que le *Rhône*. Mais dès la fin d'avril et le commencement de mai, les différences s'accentuent en faveur de la *Cèze*, qui accuse deux à-quatre degrés de plus; en même temps, les Aloses s'introduisent plus nombreuses dans cet affluent. Pendant la fraie, du milieu de mai à la fin juin, les eaux de la *Cèze* ont marqué habituellement 17° à 20°, tandis que celles du *Rhône* marquaient le plus souvent 14° à 16°. Il est à noter que la température donnée par la *Cèze* s'accorde avec celle que j'ai constatée ailleurs comme étant celle qui accompagne normalement la maturation sexuelle et la ponte; elle s'accorde aussi, en ce sens, avec celle qui a été constatée aux Etats-Unis chez *Alosa sapidissima* Sh. On doit donc la considérer comme représentant l'optimum de la température reproductrice, où 17° marqueraient le point le plus bas.

Ces constatations successives, effectuées dans plusieurs bassins hydrographiques distincts, démontrent ainsi qu'il existe une liaison constante entre la migration reproductrice de l'Alose et la thermalité du

milieu. Elles portent donc à présumer en faveur d'un thermotropisme entraînant ce poisson, à l'époque de la maturation sexuelle, vers des eaux de plus en plus tièdes. Mais on peut objecter à cette présomption qu'il pourrait y avoir simple coïncidence, et, en outre, qu'elles n'établissent pas le fait de sensations différentielles invoqué pour les phénomènes de cette sorte. Aussi ai-je tenté une autre série de recherches destinées à rendre effective la démonstration, en me basant sur un cas particulier de la pêche.

On prend les Aloses dans le *Rhône*, à l'époque de leur migration, en se servant de plusieurs engins. L'un d'entre eux est un art rotatif, mû par le courant, muni d'une poche en filet qui, dans la rotation, s'immerge et s'émerge avec régularité en entraînant avec elle les poissons qu'elle rencontre. Cet engin automatique ne peut donc prendre des Aloses qu'à la condition d'être monté dans les régions qu'elles fréquentent. On en place habituellement à proximité des deux rives du fleuve. Il n'est d'exception que pour la région de Valence, où l'on n'en met que sur la rive droite, une expérience séculaire ayant montré aux pêcheurs locaux que les Aloses, contrairement à ce qu'elles font dans le reste du fleuve où elles se rencontrent partout, ne remontent point le long de la rive gauche. Cette exclusion est d'ordre permanent.

J'ai institué, pour en connaître la cause, une série d'observations consistant à prendre journellement les degrés de la température de l'eau en deux points se faisant face sur la rive droite et la rive gauche, les deux mesures n'ayant comme intervalle de durée que les quelques minutes consacrées à passer d'un point à l'autre, cet intervalle étant assez court pour faire considérer les deux observations comme simultanées, car la température ne pouvait varier pendant ce faible espace de temps. Les observations ont eu lieu du 1er avril 1923 au 15 juillet. Avec constance, les eaux de la rive gauche ont été trouvées plus froides que celles de la rive droite, les différences étant comprises entre un degré et quatre degrés et demi. Au passage d'Aloses le plus important, du 20 au 30 mai, la température des eaux longeant la rive gauche a varié de 12° à 15°, 5, et celle des eaux longeant la rive droite de 13° 5 à 16° 5.

La raison d'une telle différence, et qui explique son caractère permanent, tient à ce fait que l'*Isère*, l'un des plus gros affluents de la rive gauche du Rhône, se jette dans le fleuve à six kilomètres en amont de la ville de Valence. Les eaux de cette rivière sont d'origine glaciaire, et proviennent de la fonte des glaciers appartenant aux sommets du Dauphiné; le régime torrentiel du courant les fait tomber dans le Rhône avant qu'elles n'aient eu le temps de beaucoup s'échauffer. Par contre, à la hauteur du confluent, les eaux du *Rhône* lui-même, soit qu'elles proviennent du *Léman* et de *l'Ain*, soit qu'elles dérivent de la *Saône*, ont pu, grâce à la longueur plus grande de leur trajet et à leur courant plus lent, hausser leur température conformément à

celle du milieu terrestre. Les deux eaux se juxtaposent, et coulent parallèlement pendant plusieurs kilomètres avant de se mélanger. Aussi la partie du fleuve, en amont et en aval de Valence, où elles se joignent sans se pénétrer, offre-t-elle cette condition remarquable d'une différence thermique entre les deux rives, différence qui s'atténue peu à peu vers l'aval à mesure que le mélange s'opère, et qui, finalement, disparaît.

La conséquence en est que les Aloses, dans leur montée de l'aval vers l'amont, commencent par se trouver dans un milieu thermique homogène; elles tiennent alors toute la largeur du fleuve. Puis, se rapprochant de Valence, elles entrent progressivement dans le milieu thermique hétérogène de cette région. Or toutes, uniformément, effectuent un choix différentiel, en se portant vers la rive dont les eaux possèdent la température la plus élevée. Il y a donc là, constaté directement, un phénomène de thermotropisme patent, une expérience naturelle, qui achève la démonstration au sujet de la biologie des Aloses pendant leur montée reproductrice.

Ray BOUILLENNE
Docteur en Sciences. Université de Liége.

NOTE SUR LES SAVANES EQUATORIALES DU BAS-AMAZONE (1)

On imagine volontiers que les forêts équatoriales de l'Amazonie couvrent sans interruption l'immense vallée du fleuve. L'exubérance de la végétation et la chaude humidité du climat sont reconnues presque comme un dogme géographique.

Cependant le voyageur qui parcourt les *picades* (sentiers) de la forêt vierge, prisonnier de l'ombre, étouffé par l'atmosphère fade du sous-bois, éreinté par les pièges des lianes et des épines, s'étonne de déboucher parfois dans des savanes où rayonne un soleil clair et où

---

(1) Le Bas-Amazone est compris entre le confluent du Rio Aingu et Manaos de Manaos, (à 1.300 kilomètres de l'embouchure) et la naissance du delta.

circule un peu de vent. Je voudrais pouvoir dépeindre l'impression d'aise que l'on ressent à se dégager de l'interminable forêt, dont l'envoûtante monotonie pèse et inquiète !

Dans cette note, je me propose d'attirer l'attention particulièrement sur le fait surprenant de la présence de savanes en Amazonie. La forêt vierge primitive est marquée en d'assez nombreux endroits, comme à l'emporte-pièce, des taches de la maigre végétation des savanes. Je ne parle pas ici des grandes plaines herbeuses *campos de varzea* (1) qui s'étendent sur les rives du fleuve dans sa partie inférieure et qu'inondent les crues annuelles; je me limite aux *savanes de terre ferme*. On ne les trouve que dans le Bas-Amazone.

En général, ces savanes de terre ferme sont peu accessibles à cause des forêts qui les séparent du fleuve ou des rivières.

Il n'y a guère que les savanes de l'île Marajo à l'embouchure de l'Amazone, celles de Monte-Alegre et de Santarem qui soient aisément pénétrables (voir carte). Elles furent les premières signalées en Amazonie. Grisebach (2) rapporte que les savanes sont surtout étendues aux environs de Santarem. Mais il s'est mépris sur leur nombre et leur extension véritables. Depuis 1878, on en a découvert d'autres.

Elles ont toujours été et seront un objectif particulièrement intéressant pour le blanc et l'indigène qui les considèrent comme des oasis de bien-être. Salubres et agréables, elles permettent l'élève du bétail; la culture y est moins difficile que dans la forêt vierge qui étouffe aussi bien le travailleur que la plantation. Les sources, quand elles existent, y donnent de l'eau limpide. Dans les forêts basses et marécageuses, où s'étalent le fleuve avec ses milliers de canaux et ses lacs marginaux, on souffre du manque d'eau potable.

Il est d'ailleurs probable qu'elles ne sont pas encore toutes repérées ni connues. Les régions au Sud et au Nord du fleuve sont pour la plupart inexplorées. Jusqu'à présent, les voyageurs ont remonté les affluents; mais bien peu ont abandonné leur canot pour courir la folle aventure d'une expédition dans les forêts intérieures, inhabitées, jusqu'aux hauteurs des plateaux.

A l'heure actuelle, on a trouvé des savanes (voir carte) :

1) Dans certaines régions de terre ferme, auprès de Santarem, de Monte-Alegre et sur l'île de Marajo, comme il vient d'être dit.

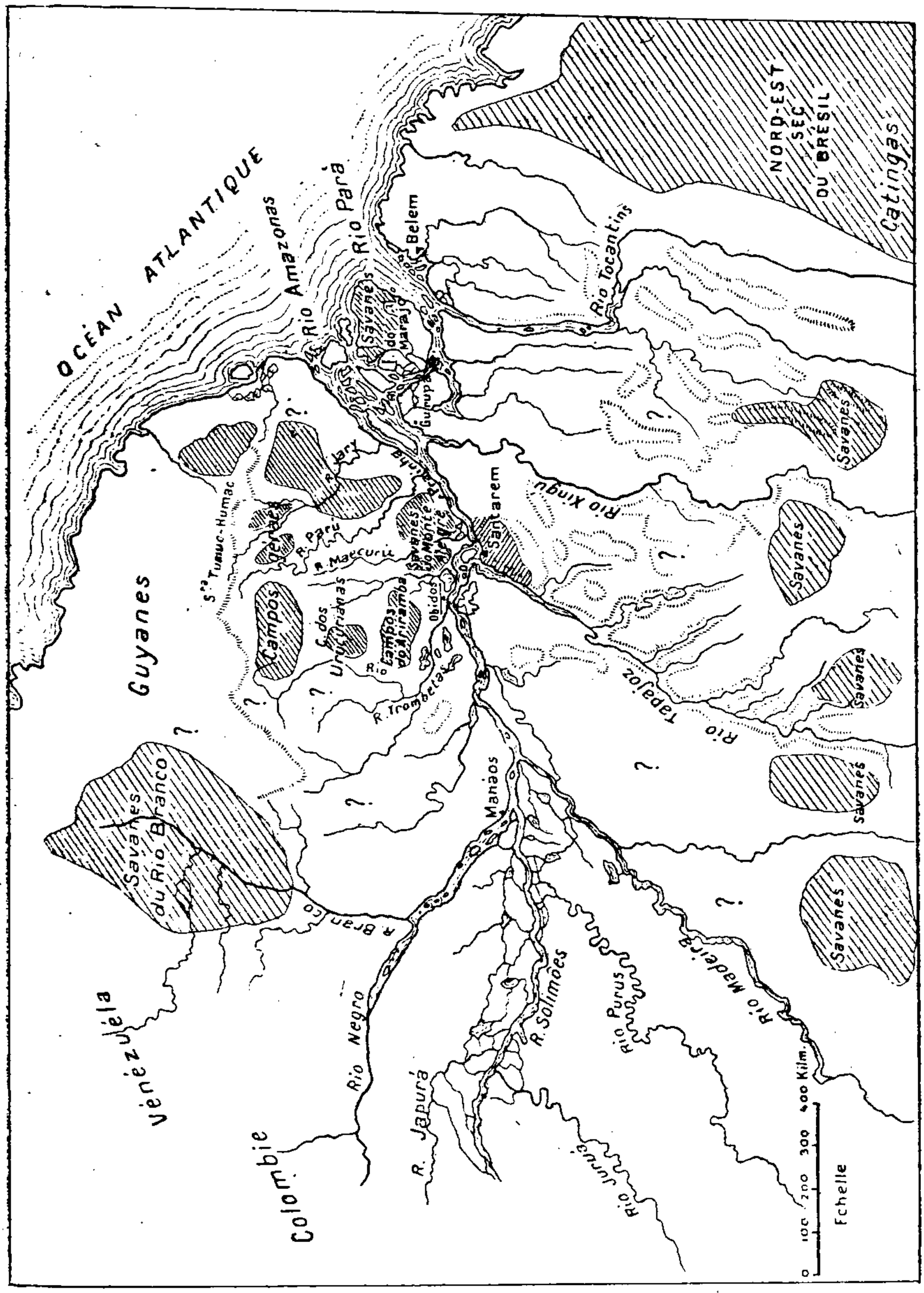
2) Sur les hauteurs des cours moyens des affluents du Sud : Tocantins, Xingù, Tapajoz;

3) En amont des fleuves et des rivières sur les plateaux où les sources prennent naissance. C'est le cas des affluents du Nord : Rios Paru, Trombetas, Branco; les savanes y constituent ce qu'on appelle

---

(1) Varzea : plaine basse et herbeuse, bordant le fleuve et ses affluents, inondée chaque année par les crues, elle constitue le *campo da varzea*.

(2) Grisebach. Végétation du globe, 1878.



Carte esquissant la distribution des savanes dans le Bas-Amazone (D'après Lecointe et Duché).

les « Campos geraes »; c'est également le cas pour les sources lointaines des Rios Tocantins, Xingù et Tapajoz dont l'origine se trouve dans les régions sèches du plateau central du Brésil;

Il est très remarquable de constater que les savanes se limitent au Bas-Amazone. Elles s'étendent parallèlement aux rives du fleuve, sur

la terre ferme, derrière les forêts marginales et les varzeas (1) entre Prainha et Manaós. Mais en outre, leur zone, s'écartant du fleuve, se prolonge vers les Guyanes d'une part, et vers les plateaux du centre du Brésil d'autre part. Ainsi se trouve-t-elle plus ou moins en contact, au Nord, avec les savanes guyanaises, au Sud, avec les campos (1) des plateaux brésiliens. Elles raccordent donc, pourrait-on dire, par-dessus le grand fleuve, les régions de savanes des Tropiques.

En général, elles se trouvent sur des plateaux peu élevés, balayés par les vents d'Est qui, pendant toute l'année, prolongent les alizés de l'Atlantique à travers la vallée de l'Amazone. On les rencontre aussi au pied des Serras de l'Amazone inférieur, les seuls Serras (200 à 400 m.) qui interrompent, entre Prainha et Obidos, l'étendue uniformément plate de la plaine alluvionnaire; elles se localisent surtout derrière ces collines par rapport à la direction des vents d'Est.

Leur étonnante situation au milieu d'une des régions apparemment les plus humides du globe, soulève un double problème :

1. Celui de savoir quelles sont les causes de la *présence*, et les raisons de la *localisation* des savanes en Amazonie inférieure;
2. Celui de rechercher les origines de la flore xérophyte qui les occupe.

*
* *

Les *causes de la présence* de savanes dans la région du Bas-Amazone sont d'ordre climatique. Le Bas-Amazone, bien que situé sous l'équateur, jouit d'un climat relativement sec. Il correspond à une sorte d'anomalie climatique. Si, dans les zones de l'estuaire d'une part, et du Haut-Amazone d'autre part, le climat est parfaitement équatorial, humide et chaud toute l'année; dans le Bas-Amazone, l'année se divise en deux périodes, l'une sèche et l'autre pluvieuse, de six mois chacune, comme j'ai pu m'en rendre compte. Ces caractéristiques climatiques sont également celles de tout le littoral de l'état de Para, au nord et au Sud de l'estuaire amazonien, ainsi qu'une partie de l'île de Marajó, au centre du delta. Mais ici les conditions sont un peu modifiées : huit mois de pluies torrentielles et quatre mois de sécheresse absolue.

La saison sèche semble être la cause fondamentale de l'existence des savanes dans cette région : leur dispersion coïncide avec la zone de climat relativement sec. Mais elle n'est pas la cause unique ni même la principale; car elle n'empêche pas la végétation forestière. Forêts et Savanes voisinent sous le même climat.

Les raisons de la localisation des savanes résident en des circonstances plus spéciales.

---

(1) Campo : prairie naturelle.

La nature du sol fut invoquée par les auteurs. Partout où le sol est sablonneux et pierreux, Bates, Grisebach et d'autres ont pensé que seule la végétation xérophytique des savanes prend place; partout où le sol est argileux, c'est la forêt.

Si, dans ses grandes lignes, cette opinion se vérifie, il ne m'a point paru, au cours d'un voyage de trois mois en Amazonie, que les raisons de la localisation des savanes dans le Bas-Amazone doivent être cherchées uniquement dans la nature du sol. Je suis persuadé que son influence est ici négligeable pour qui étudie le facies botanique.

1) La plupart des forêts du Bas-Amazone sont implantées sur du sable. Ces forêts sont moins luxuriantes que celles du Haut-Amazone qui subissent un climat continûment chaud et humide; ce sont néanmoins des forêts vierges authentiques;

2) Le même sol sableux ou schisteux porte aussi bien la forêt que la savane. Le cas des ravins est démonstratif : la persistance de l'humidité y entretient la végétation des forêts-galeries.

A mon avis, ce n'est pas le climat qui est le facteur déterminant la localisation des forêts et des savanes, c'est le relief du sol grâce à certaines conditions climatiques. Il y a savanes là où il pleut moins Ces savanes correspondent à des taches de moindre précipitation atmosphérique. Nous avons observé maintes fois des précipitations de pluies sur le versant Est de la Serra Itauajury et il est couvert de forêts: alors qu'il ne tombe pas une goutte sur la plaine de Erréré et c'est un des endroits où la végétation est la plus pauvre (1). Cette moindre précipitation locale, surtout sensible pendant la saison sèche, mais observée aussi pendant la saison des pluies, s'explique par l'obstacle que les collines du Bas-Amazone opposent aux vents alizés venant de l'Atlantique et porteurs d'humidité. La rencontre de ces collines, qui sont le plus souvent isolées, et qui n'existent que dans les territoires du Bas-Amazone, oblige le vent à monter dans des zones plus froides de l'atmosphère et provoque la condensation des nuages au versant Est. Sur la colline elle-même il pleut moins; derrière elle, souvent, il ne pleut presque pas.

J'attribue donc, surtout, la formation des savanes, à un endroit plutôt qu'à un autre, dans la région relativement sèche du Bas-Amazone, à la coïncidence de deux facteurs : l'un, le relief représenté par les *serras Tabeletras;* l'autre, le vent Est qui, dans cette région, est constant et régulier pendant toute l'année.

Je ne propose pas cette explication comme devant résoudre le

---

(1) Mission biologique belge au Brésil (1922-1923) dirigée par M. Jean Massart, Professeur à l'Université de Bruxelles, organisée par le Gouvernement et la Fondation Universitaire belge.

problème des précipitations atmosphériques dans le Bas-Amazone. Néanmoins sa réalité effective n'est pas contestable dans certains cas, bien qu'elle n'ait pas encore été signalée par aucun auteur (1).

* * *

Bien que la flore des savanes amazoniennes soit encore insuffisamment connue, les recherches des botanistes Huber (1897-1905) et Ducke (2) permettent déjà de se rendre compte de sa nature.

Au cours des excursions que j'ai eu l'occasion de faire en 1923 dans les environs de Santarem et de Monte-Alegre, j'ai pu remarquer différents facies.

Tantôt les arbres sont isolés les uns des autres, bas (2 à 10 m.) ayant des aspects rabougris et tortueux, à écorce épaisse et au feuillage rare. Le tapis herbacé prédomine; les arbustes, petits, haut de 0,50 cm. se groupent au pied des arbres, c'est l'aspect du « Campo cerrado » (3). La Mission a rencontré dans l'Etat de Bahia, aux environs de Aramary cet aspect qui caractérise une partie des plateaux secs du Brésil central.

Tantôt, les arbres se groupent, par place, en petites touffes, formant comme des parterres de buissons entre lesquels se dégagent des espaces découverts. On a l'habitude d'appeler ce facies « parc anglais ». Des voyageurs l'ont noté également en Afrique : « Parklandschaft » des Allemands.

Tous les intermédiaires entre ces deux facies se trouvent réalisés. Des îlots de forêt basse interrompent en certains endroits la monotonie des savanes. Les dépressions et les ravins sont occupés par des forêts-galeries. La transition entre la végétation de la forêt et celle de la savane est curieusement nette et brusque.

La végétation présente des caractères xérophytiques assez bien marqués. Les graminées ont des feuilles raides, rassemblées en touffes cespiteuses. Les arbres rabougris ont un nombre très réduit de grandes feuilles coriaces qui s'entrechoquent au vent avec bruit. Les écorces sont épaisses et le bois cassant. Il n'y a guère d'épiphytes.

Dans leurs grandes lignes, les savanes du Bas-Amazone ressemblent, en un peu plus touffu, aux campos cerrados du centre brésilien et aux

---

(1) L'influence du bétail, très effective dans les régions où il est abondant, ne peut pas entrer en jeu ici pour expliquer la persistance de la savane en pré-
peut pas entrer en jeu ici, où il est rare, pour expliquer la persistance de la savane en présence des forêts. L'influence de l'homme est également insignifiante.

(2) Voir leurs très intéressantes publications dans les divers fascicules des « Boletims do Museu Paraense, Belem et des Archivos do Jardim Botanico do Rio de Janeiro I, II, III.

(3) Campo cerrado : Plaine herbeuse où se disséminent de petits arbres rabougris.

savanes des Guyanes. Le facies parc-anglais paraît manquer dans ces dernières régions et semble s'expliquer, en Amazonie, par une plus grande humidité de l'atmosphère pendant la saison sèche.

D'un autre côté, la végétation des ravins présente l'aspect des forêts vierges d'alentour : grands arbres, lianes, sous-bois dense.

Au point de vue systématique, il est intéressant de se demander d'où vient la végétation des savanes du Bas-Amazone?

D'après les auteurs Grisebach, Warming et Drude, il existe en Amérique du Sud plusieurs centres de dispersion : Amérique Centrale et Guyanes, Pérou, Plateau central du Brésil.

L'Amazonie, région récente en voie d'émersion, a subi une colonisation végétale progressive. L'*Hylaea* (1) est en majeure partie habitée par des espèces originaires de l'Amérique Centrale et des Guyanes, avec quelques importations du Pérou par l'intermédiaire du fleuve et de ses affluents d'amont. On ne signale que quelques arbres d'Amazonie se répandant jusque dans les grandes forêts du sud du Brésil (Serra do Mar, Rio Doce, Bahia) qui comportent une flore toute différente. Entre ces deux mondes forestiers, les plateaux secs du Centre du Brésil forment barrière.

Quant à la végétation des savanes, c'est précisément des campos qui couvrent les plateaux du centre brésilien que la plupart des espèces sont originaires. Mais un certain nombre d'entre elles se répandent aussi bien au Brésil que dans les Guyanes; elles comprennent en outre quelques plantes caractéristiques des Guyanes et un certain nombre de plantes endémiques localisées dans l'une ou l'autre savane d'Amazonie.

Il y a donc, grâce à ces îlots de sécheresse relative, contact entre la flore xérophyte du centre brésilien et celle forestière de l'Amérique Centrale et des Guyanes.

Il est curieux de faire remarquer la pauvreté systématique de la flore des savanes d'Amazonie par rapport à celle des savanes du Sud et du Nord.

Il ne peut être question, dans cette note, de donner un aperçu des espèces les plus connues des savanes amazoniennes. Malgré l'absence de statistiques, on peut, dès à présent retenir que la flore a, pour la plus grande part, émigré du Sud c'est-à-dire des campos brésiliens.

Mais, d'un autre côté, nous savons que la flore d'Hylaca a émigré du Nord, de sorte qu'il est tout à fait intéressant de considérer le contact entre ces deux végétations d'origine différente. Ce contact se fait dans les savanes. Les forêts-galeries se composent des espèces de l'Hylaca. Nous y avons rencontré *Hymenaea Courbaril*, *Bertholessia excelsa*, *Hevea brasiliensis*, etc... qui caractérisent la forêt amazo-

(1) *Hylaea*. Depuis Humbold on a l'habitude de désigner sous ce terme la forêt vierge primitive de l'Amazonie.

nienne. Et cette flore venant du Nord s'insinue dans les savanes à la faveur des ravins boisés.

En somme, les savanes équatoriales d'Amazonie se limitent aux territoires de l'Amazone inférieur; elles sont entrecoupées de forêts vierges. et de forêts-galeries dans les ravins. Elles sont assez nombreuses.

Le climat relativement sec du Bas-Amazone permet leur existence et certaines conditions locales les situent.

Grâce à elles se réalise entre deux mondes botaniques distincts, celui des forêts vierges de l'Amérique centrale et celui des Plateaux secs du Brésil, un contact extrêmement intéressant. Nous avons fait remarquer comment la démarcation est brusque entre le ravin et le campo, entre le grand arbre du Nord et l'arbuste rabougri du Sud.

A. VANDEL

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences, Toulouse.

LA SPANANDRIE GEOGRAPHIQUE

La sexualité constitue l'un des problèmes les plus passionnants de la biologie, ce qui explique le nombre considérable de travaux qui lui sont, chaque jour, consacrés. Cependant, bien des questions restent encore sans réponse. L'on sait, en particulier, que le rapport numérique des sexes est très variable suivant les espèces animales. La cause de ces différences est loin d'être connue. Je ne peux, dans cette note, envisager la question dans son ensemble. Je me contenterai de grouper un certain nombre de faits qui présentent entre eux des affinités incontestables. J'ai remarqué, dans un assez grand nombre de cas, que dans une espèce donnée ou dans un groupe d'espèces voisines, le mode de reproduction varie avec la distribution géographique, et, en particulier, la latitude. Les espèces méridionales se reproduisent par voie sexuée; les formes septentrionales par parthénogenèse. Dans les premières, l'égalité numérique des sexes est la règle; chez les

secondes, les mâles sont rarissimes ou absents. C'est à ce phénomène de la disparition des mâles dans les régions septentrionales que j'ai donné le nom de *spanandric géographique* (1).

Les exemples de ce phénomène sont très nombreux (2).

Ils sont particulièrement fréquents chez les Crustacés : Cladocéres les mâles de *Daphne pulex* sont inconnus au Grœnland (*Haberbosch*) et au Spitzberg (*Lilljeborg, Olfoson*), et la reproduction est exclusivement parthénogénitique; les mâles sont communs dans l'Europe moyenne), Branchiopodes (3), Ostracodes, Isopodes (4). On observe des faits de même ordre chez les insectes : Orthoptères (*Myrmecophila, Phasmes*), Cynipides (*Rhodites*), Lépidoptères (Psychides), etc. Ce phénomène n'est pas inconnu, non plus, chez des végétaux (*chara crinita*) et, il est certain qu'on en signalera bien d'autres exemples quand l'attention des spécialistes aura été attirée sur cette question.

Dans tous les cas signalés ci-dessus, la spanandrie, c'est-à-dire la disette de mâles, n'est qu'une conséquence de l'apparition de la parthénogenèse *thélytoque* (c'est-à-dire productrice de femelles). L'apparition, chez une espèces bisexuée, de la parthénogénèse thélytoque entraîne, automatiquement, la rareté, puis la disparition complète des mâles.

Il se peut, d'ailleurs que, dans certains cas, le spanandric ne soit pas due à la parthénogenèse. Et, même, parfois, c'est l'absence de mâles qui peut déclancher l'apparition de la parthénogenèse. C'est le cas, semble-t-il, pour le curieux Acarien plumicole, *Syringobia Chelopus*, étudiée par E. Trouessart (5).

Dans tous les cas, la parthénogenèse est une condition secondaire, dérivée de l'état bisexué qui est le mode de reproduction primitif. C'est ce que prouvent l'existence de réceptacles séminaux, sans rôle fonctionnel, chez les femelles parthénogénétiques, et aussi, la persistance de quelques rares mâles dans beaucoup de colonies parthénogénétiques.

La parthénogenèse n'est, d'ailleurs, pas apparue brusquement chez les formes à spanandric géographique. Je viens d'observer, chez un petit Isopode terrestre *Trichoniscus* (*Spiloniscus*) *provisorius* Racovitza, tous les intermédiaires entre la reproduction exclusivement bisexuée et la multiplication exclusivement parthénogénétique. Chez les formes du midi, la parthénogenèse est irrégulière, inconstante, souvent rudimentaire. Chez les formes septentrionales, la parthénogenèse est, au contraire, un phénomène normal et parfaitement réglé. La proportion de mâles varie très régulièrement avec le développement progressif de la parthénogenèse.

---

(1) *C. R. Ac. Sciences*. Paris CLXXIV, 26 juin 1922.

(2) Pour plus de détails, on pourra consulter un article de la *Revue Générale des Sciences* du 15 juillet 1924 (35e An., n° 13.

(3) *C. R. Ac. Sciences*, Paris. CLXXVIII, mai 1924.

(4) *C. R. Ac. Sciences, Paris*, CLXXVII, 22 octobre 1923.

(5) *C. R. Ac. Sciences*, Paris. CXVIII, 1894, p. 1218.

Le point capital serait de connaître les causes qui ont déterminé l'apparition de la parthénogenèse et leurs rapports avec le climat et la température. Avouons que, jusqu'ici, ces questions extraordinairement complexes, n'ont pas reçu de réponse. La solution ne pourra être fournie que par une étude expérimentale qui s'inspirera des résultats obtenus en parthénogenèse expérimentale.

Louis GERMAIN

Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

LA FAUNE DES ILES SANDWICH

(Résumé)

Les îles Sandwich ou Hawaï sont situées à 3.700 km. de la côte la plus voisine, celle de l'Amérique du Nord, et sensiblement à la même distances des îles Marquises et des Samoa, au Sud. L'archipel comprend sept grandes îles et des îlots rocheux. Isolées au Nord, les îles Nihihau et Kauai sont de médiocre étendue et la seconde possède une riche végétation qui l'a fait nommer l'île Jardin. Au centre de l'archipel, les îles Oahu, Molokai, Lanai et Maui constituent un groupe compact. La première est formée de deux masses volcaniques d'âges différents : à l'ouest, le Waiana ou Kaala, la plus ancienne et la plus élevée; à l'est, le Koolau, séparé de la première par une région à peu près aride de 270 m. d'altitude moyenne. Sur l'île Maui se dresse le plus vaste volcan éteint du monde : le mont Haleakala dont le cratère, dépassant 32 km. de circonférence et 800 m. de profondeur, s'ouvre à 3.058 m. au-dessus du niveau de la mer. La plus grande des îles, Hawaï, est isolée au sud de l'archipel et séparée du groupe central par le chenal d'Alenuihaha. Elle possède un puissant relief avec des volcans atteignant des altitudes considérables : 1.231 m. pour le Kilauea, 4.208 m. pour le Mauna Kea et 4.168 m. pour le Mauna Loa. Ces deux derniers sont encore en activité et des lacs de lave en fusion, de puissantes coulées s'observent sur leurs pentes.

Malgré leur aspect verdoyant, la richesse et la beauté de leur végétation, les îles Sandwich ont de vastes étendues arides, le sol étant alors parsemé de roches éruptives et de champs de laves. On a souvent considéré que l'archipel est uniquement d'origine volcanique. Ce n'est sans doute pas très exact, et il est bien plus probable que les îles Sandwich sont les restes d'une terre plus vaste aujourd'hui morcelée justement, peut-être, à la suite d'intenses éruptions volcaniques se plaçant au voisinage du Pliocène. En fait, comme Dana l'a montré le premier, les volcans sont d'autant plus jeunes que l'on s'avance davantage vers le sud, entre les îles Kauai et Hawaï.

La faune de l'archipel est très riche et les animaux les plus caractéristiques sont les Mollusques. Il n'y existe pas de Mammifères, en dehors de ceux introduits par l'homme, volontairement ou non. Les Oiseaux sont nombreux et une demi-douzaine seulement sont spéciaux. Les Oiseaux de proie ont de curieuses analogies avec ceux de l'Amérique centrale et les nombreuses espèces, très diversifiées, de Passereaux de la famille des Drepanididés, semblent toutes provenir de quelque espèce ubiquiste originaire des forêts de l'Amérique centrale. Les Reptiles sont uniquement représentés par des Lézards dont on connaît sept espèces qui, toutes, sauf un Gecko spécial à l'archipel (*Hemiphyllodactylus leucostictus*) ont une large distribution géographique. Plus de 3.300 espèces d'Insectes, dont environ 2.700 sont endémiques, ont été décrites. Leurs affinités s'établissent avec ceux de la Polynésie, de l'Australie et de la Malaisie et certains genres, notamment parmi les Lucanides, rappellent ceux de l'Amérique du Sud.

La faune malacologique, d'ailleurs très riche, est la plus intéressante. On connaît 30 genres et au moins 400 espèces de Mollusques terrestres, si bien qu'à elle seule, la faune des îles Sandwich est plus riche que celle de toutes les autres îles polynésiennes réunies. Son caractère dominant est l'existence des Achatinellidés, famille très isolée parmi les Pulmonés et absolument inconnue en dehors de ces îles, aussi bien à l'état vivant qu'à l'état fossile.

Les Achatinellidés font partie d'un groupe très primitif auquel Pilsbry a donné le nom de *Orthurethra* et qui comprend la plupart des Pulmonés des îles du Pacifique, notamment les Partulidés et les Tornatellidés. Ces animaux remontent probablement au Paléozoïque et il semble que les Achatinellidés, différenciés dès le Crétacé, aient commencé à prendre une grande extension au début du Tertiaire. Cette famille se divise en Achatinelles et en Amastrines.

Les Achatinelles sont des Mollusques arboricoles, dextres ou sénestres, dont on a décrit plus de 200 espèces, nombre excessif qu'il convient de réduire à une quarantaine au maximum. Elles sont généralement très localisées, sont essentiellement nocturnes et habitent uniquement les régions humides des hautes vallées. Leur distribution est très inégale : elles n'existent pas dans les îles du Nord (Nihihau et Kauai);

sur les autres, elles sont surtout abondantes à Oahu, à Molokai et à Maui, mais aucune espèce n'est commune à deux îles.

Les Amastrines constituent une sous-famille renfermant un grand nombre de genres comme les *Leptinaria*, les *Carelia*, les *Amastra*, les *Amastrella*. Leur répartition offre des particularités curieuses : les îles du nord-est de l'archipel sont les plus riches en espèces, d'ailleurs très voisines des *Amastrella*, les plus primitives des Achatinellidés et celles qui, vraisemblablement, sont les ancêtres communs de toute la famille. C'est donc probablement dans la partie nord de l'archipel que se sont développés les genres primitifs. Sur l'île de Oahu, on observe une localisation de genres spéciaux à l'ouest (Kaala) et aussi à l'est (Koolau), ce qui indique un isolement de ces deux régions pendant un temps assez long. Les deux parties d'Oahu ont sans doute été des îles séparées un moment, puis réunies au Pliocène par une zone à végétation forestière. D'ailleurs, on trouve, dans les dépôts Pliocènes, aussi bien à l'est qu'à l'ouest, des formes fossiles appartenant aux genres actuellement vivants mais d'espèces différentes. Les trois îles Molokai, Lauai et Maui ont une faune extrêmement homogène. C'est sur elles que les Amastrines atteignent leur maximum de développement et il ne semble guère douteux que ces îles n'aient été autrefois réunies. Quant à Hawaï, malgré son étendue plus vaste, elle reste la plus pauvre en Mollusques; les Amastrines y sont presque entièrement confinées dans la partie nord, la plus ancienne. Les quelques espèces arboricoles qui y vivent sont voisines de celles habitant l'île Maui.

La flore de l'archipel est extrêmement riche : plus de 600 espèces de Phanérogames et environ 150 espèces de Fougères, ce qui est une flore plus riche que celle des Açores. Elle est remarquablement spécialisée et, sans tenir compte des espèces introduits (environ 70), les 3/5 des autres sont spéciales. Beaucoup de ces végétaux sont admirables (Gunnera, Bougainvillea, Poinciana, Fougères arborescentes, etc...) et les espèces endémiques sont particulièrement abondantes sur l'île de Kauai, la plus ancienne de l'archipel, alors que l'île Hawaï, la plus jeune n'en possède qu'un petit nombre. D'après Beutham, les affinités de cette flore, notamment en ce qui concerne la famille des Composécs, s'établissent très nettement avec celle de l'Amérique centrale.

D'après ces données, on peut résumer, de la manière suivante, l'histoire des îles Sandwich :

L'archipel, depuis l'île d'Hawaï jusqu'au delà de Nihihau, a constitué autrefois une île immense, qui précéda l'ère de vulcanisme aboutissant à la configuration actuelle. Cette île date probablement du Paléozoïque. Puis l'activité volcanique sépara d'abord Nihihau et Kauai du reste de la grande Sandwich, comme le montre l'allure primitive de la faune et de la flore de ces deux îles. Le nord d'Hawaï fut alors isolé par la formation du canal d'Alenuihaha d'une masse compre-

nant les îles actuelles de Maui, Molokai, Lanai et Oahu encore réunies. Le chenal Kaiwi s'ouvrant sépare Oahu, peut-être composé de deux îles primitives soudées au Pliocène. Enfin, les très étroites relations entre les faunes de Molokai, Lauai et Maui montrent que ces trois îles n'ont été individualisées qu'à une époque très récente. Elles reposent sur un socle unique et les chenaux qui les contournent n'ont été ouverts qu'au Pliocène, peut-être même au début du Quaternaire.

Ainsi, il semble rationnel d'admettre, non comme le veulent bien des auteurs, que ce sont des volcans sous-marins qui ont donné naissance à l'archipel des Sandwich, mais que ces îles appartenaient à une région aujourd'hui abimée sous les eaux de l'Océan Pacifique. Cette contrée s'étendait-elle au loin vers l'Orient? Les affinités des Oiseaux, des Insectes et des Végétaux des Sandwich avec ceux de l'Amérique centrale, permettent peut-être de supposer que le peuplement s'est opéré par des terres plus ou moins discontinues qui émergeaient entre l'archipel et la presqu'île de la Californie et dont des îles actuelles, comme Soccoro, Clarion, Bocca, etc..., seraient les derniers témoins. Enfin, dans l'Océan Pacifique, sur l'île de Juan Fernandez, à 750 km. environ au large des côtes du Chili, vivent des Mollusques du genre *Fernandezia*. Ce sont des Gastéropodes que l'on rattache aux Amastrines, avec lesquels ils ont une ressemblance frappante. Malheureusement, l'anatomie de ces animaux est entièrement inconnue. Mais, s'il est confirmé que les *Fernandezia* appartiennent réellement à la même famille que les Amastrines, nous aurions, sinon une preuve, du moins une forte présomption en faveur de l'existence d'un ancien Continent Pacifique aujourd'hui effondré, et dont les îles de la Polynésie seraient les hauts sommets subsistants.

P. LESNE

Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

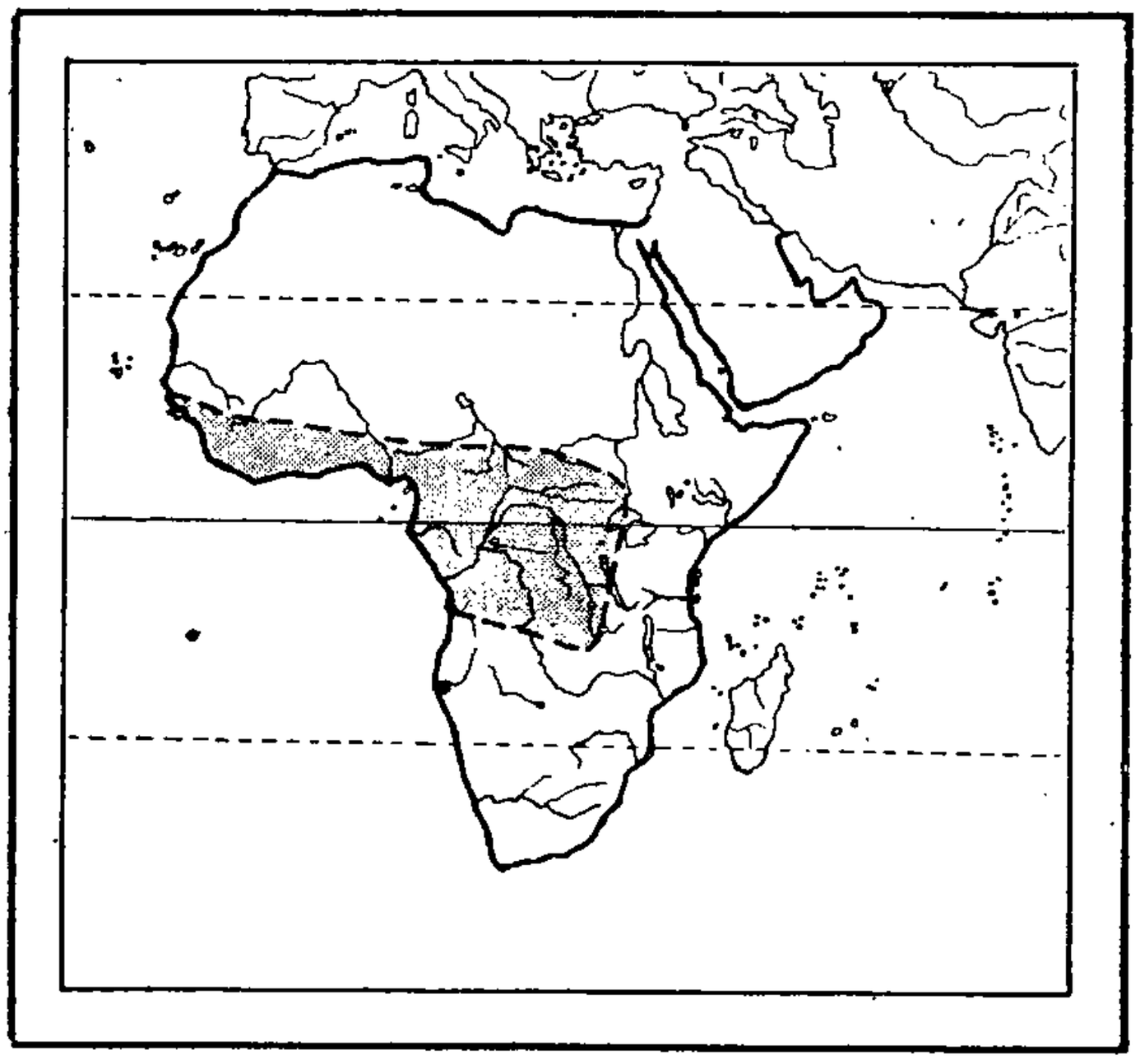
CARACTERES BOSTRYCHOLOGIQUES DE LA REGION GUINEENNE

L'étude de la répartition géographique des espèces africaines de Coléoptères Bostrychides m'a amené à constater que, des diverses provinces faunistiques entre lesquelles elles se répartissent, la plus riche et la plus caractérisée est la région guinéenne. Une quarantaine de

formes de Bostrychides s'y trouvent localisées et, parmi elles, il en est un certain nombre qui l'habitent dans toute ou presque toute son étendue.

Je citerai, entre autres espèces guinéennes typiques, le *Xylopertha crinitarsis* Imh., dont l'aire d'habitat est figurée ci-contre. Le long de la côte atlantique, cette aire s'étend de la Guinée portugaise jusqu'au Loanda. Sa limite septentrionale coupe le Haut-Niger dans la partie tout à fait supérieure de son cours; elle se dirige ensuite vers la région du confluent Niger-Bénoué en englobant celle-ci, va traverser le Chari près de son confluent avec le Bahr-Sara, puis atteint le Haut-Nil (Bahr el Djebel) près de Lado.

De là, cette limite descend vers le Sud, comprenant le bassin du Kivou, la partie septentrionale de celui du Tanganyika et, par delà, le sud du Katanga (Élisabethville), pour se recourber ensuite vers l'Ouest et aboutir au Loanda.



Aire d'habitat du *Xylopertha crinitarsis* Imh.

L'aire d'habitat du *Xylopertha crinitarsis* peut être considérée comme une aire guinéenne très typique; mais il est d'autres espèces guinéennes qui n'habitent qu'une partie de cette vaste région, notamment divers *Lichenophanes* (*L. Weissi* Lesne, *L. fascicularis morbillosus* Qued., *L. Oberthüri* Lesne, *L. egenus* Lesne) qui semblent être localisés dans la Guinée méridionale, c'est-à-dire celle s'étendant au sud du Cameroun.

Au point de vue de la localisation géographique, les formes les plus intéressantes sont certains *Xylion*, dont les aires s'échelonnent le long de la côte depuis le Sénégal jusque dans l'Afrique australe.

Au *Xylion senegambianus* Lesne, dont l'habitat s'étend sur le Sénégal, la Casamance et le Soudan occidental, succède le *X. securifer* Lesne occupant les contrées de la Guinée septentrionale depuis Sierra Leone jusqu'au Cameroun, puis le *X. inflaticauda* Lesne du Cameroun au Bas-Congo. Il est à noter que cette dernière espèce atteint les limites orientales de la région guinéenne, puisqu'elle gagne le Haut-M'Bomou, le Haut-Ouellé et le Katanga. Enfin, une dernière espèce occidentale, le *X. medius* Lesne, habite le Bas-Congo et l'Angola.

Cet échelonnement de formes tropicales ouest-africaines rappelle celui que j'ai signalé autrefois chez les Longicornes du genre *Phosphorus* (*Nouv. Arch. du Mus. d'Hist. nat.*, 5e série, T. VI, [1914]). Il mérite de retenir tout particulièrement l'attention des biogéographes. Au moins en ce qui concerne les Bostrychides, la « ligne du Cameroun » paraît jouer un rôle important quant à la délimitation des faunes nord et sud-guinéennes.

E. De WILDEMAN
Directeur du Jardin Botanique, Bruxelles.

LA FORET TROPICALE CONGOLAISE. — SA REGRESSION, SA TRANSFORMATION, SA DISTRIBUTION ACTUELLE

Depuis la guerre, l'attention des métropoles coloniales s'est vigoureusement fixée sur les pays d'outre-mer pour la production de bois-d'œuvre, dont les réserves ont été épuisées à peu près partout.

Sur l'Afrique tropicale se sont portés en particulier les regards; il y a, dans cette partie du vieux monde, plus rapprochée de nous que d'autres colonies, une vaste forêt qualifiée encore par beaucoup de « forêt vierge ».

On considère cette forêt souvent comme inépuisable, capable de nous fournir pendant des siècles, sans soins, une quantité suffisante de bois-d'œuvre pour combler le déficit actuel, et les Associations, les Revues se sont emparées de l'idée d'une production intense de bois par les colonies africaines tropicales.

Malheureusement, les nombreux vulgarisateurs de cette opinion optimiste nous donnent sur la distribution actuelle des forêts tropicales du monde des indications très générales, très vagues; leurs statistiques sont en désaccord et nous paraissent souvent exagérées. Il ne pourrait en être autrement.

Déjà, il y a des années, lors de la découverte du centre africain, du Congo belge, on a décrit le pays comme couvert totalement par une forêt vierge impénétrable. Mais la période héroïque ayant fait place à une période économique, les explorations conduites plus systématiquement ont fait voir qu'en Afrique équatoriale, même dans le territoire de l'État indépendant, devenu Congo belge, bien des espaces ne sont pas couverts par une véritable forêt dense, plus ou moins comparable à une forêt vierge; il y a là des brousses de composition très variée, dans lesquelles les arbres sont souvent en minorité.

Cette croyance à une sylve compacte, et presque indéfinie, est due à ce qu'en Afrique, comme d'ailleurs en Amérique, les rivières, les seules routes de pénétration du début, sont garnies sur leurs bords de rideaux forestiers. Ceux-ci sont malheureusement parfois peu profonds; la feuillaison intense des arbres, la végétation exubérante de certaines lianes dont les ramifications recouvrent la cime des arbres et retombent dans l'eau, ont fait supposer aux premiers voyageurs la présence d'une forêt profonde, impénétrable; mais ce rideau, parfois de quelques dizaines de mètres seulement, cachait aux yeux du voyageur une brousse ou campine, plus ou moins étendue, dans laquelle la circulation est aisée, le regard porte loin.

Pour le Congo belge nous savons, actuellement, que la vraie forêt tropicale ne dépasse pas les limites de la cuvette centrale, celle que l'on considère comme ayant été occupée par la mer intérieure dont les eaux se sont retirées après la rupture, à l'ouest, de la chaîne des Monts-de-Cristal, et elle paraît être en rapport avec la constitution du sol. Elle s'arrête donc au nord vers les chutes de Zongo et sa limite nord court de là à peu près parallèlement au fleuve Congo; elle n'atteint pas les montagnes qui bordent le Graben à l'est, s'infléchissant légèrement vers l'est à la trouée du Rumenzori. Au sud, la limite de la forêt part des environs de Lusambo pour se diriger vers le lac Léopold II.

Il ne nous serait pas possible de donner exactement la délimitation de la forêt tropicale dans le Congo belge sans entrer dans de nombreux détails; d'ailleurs, les croquis publiés, celui que nous avons pu établir, en manuscrit, le sont d'après des indications très éparses et souvent peu précises pour pouvoir être admis comme définitifs (1).

M. Leplae, du Département des Colonies de Bèlgique (Rapport 1924,

(1) E. De Wildeman. — Documents pour l'étude de la géobotanique congolaise. Bruxelles 1913.

p. 22), considère d'après des indications sommaires et générales, mais non d'après des relevés pris sur le terrain, la forêt comme occupant au Congo belge 52 à 55 %, de la surface totale du territoire (1).

Dans ce pourcentage, il est amené à comprendre beaucoup de galeries et la forêt katangienne qui ne peuvent être, à notre avis, considérées comme de vraies forêts. Il faudrait, en outre, enlever de cette surface forestière, les superficies occupées par : les lacs, non négligeables, les rivières souvent très larges, et les « îlots » de brousse, indiscutablement présents, et souvent étendus, dont nous ne connaissons malheureusement pas l'origine, ni les conditions biologiques actuelles? Ces brousses sont-elles primitives ou de formation récente; l'homme est-il largement intervenu dans leur constitution?

Ces prélèvements réduiraient la surface forestière véritable, à moins de 40 % d'après les relevés de notre carte forestière manuscrite.

Or, il faut, d'après certains forestiers, pour le maintien des conditions climatériques et culturales d'une région tropicale, une surface boisée d'au moins 40 %. Ce pourcentage doit, estimons-nous, s'appliquer à un pays à frontières naturelles, à un bassin par exemple, et il nous paraît, pour le bassin du Congo, peu discutable, que le chiffre de 40 % de couverture forestière soit actuellement atteint (2).

Vu la grande incertitude dans laquelle nous nous trouvons quant à la délimitation actuelle de la forêt, une conclusion générale s'impose : il faut, avec la plus grande circonspection, octroyer, dans les régions tropicales, des concessions d'exploitation forestière de grande étendue, car la diminution de la forêt amène un fléchissement dans la chute d'eau. Il semble bien que l'Afrique, peu favorisée dans certaines de ses parties pour l'eau, s'assèche.

Il faut donc, pour éviter des inconvénients, mêmes des dangers très graves, organiser, le plus rapidement possible : des missions d'étude des forêts encore sur pied, des services forestiers, afin d'établir l'inventaire méthodique de leurs essences, leur état civil comme on l'a dit souvent, les conditions biologiques de leur développement, et de définir la valeur de ces peuplements au point de vue économique.

Afin de pouvoir se rendre un compte précis de la distribution actuelle de la forêt, nous considérons qu'il est nécessaire de confier, sans tarder, à un service d'aviation la confection de la carte forestière.

Des documents photographiques pris dans des conditions bien définies, à des périodes convenablement choisies, permettraient seuls de déterminer, sans contestation possible, la délimitation actuelle de la

---

(1) La politique économique au Congo belge. Rapport par M. Louwers au Comité permanent du Congrès colonial. Bruxelles 1924.

(2) Cf. E. De Wildeman. — A propos des cartes forestières de l'Afrique et en particulier du Congo belge, in Annales Soc. scient. Bruxelles t. XLIII, Partie I, p. 225. Note préliminaire examinant certaines données de : Shantz et Marbut. The vegetation and soils of Africa. New-York, 1923.

forêt, puis si la forêt tropicale africaine se maintient, si elle augmente ou si elle se trouve actuellement en régression. Certains ont prétendu, en effet, que dans des régions africaines, au lieu d'une déperdition, il y a eu augmentation dans la surface sous forêt.

Nous sommes malheureusement, jusqu'à preuve indiscutable du contraire, très fortement porté à croire que la forêt est, du moins au Congo belge, en régression. Elle l'est sans doute aussi, dans d'autres colonies africaines; des cris d'alarme, peu entendus, ont été poussés ailleurs ! (1).

Régression naturelle et régression due à une destruction par le noir et par le blanc agissent, pensons-nous, de concert. Elle est, certes, largement due au noir nomade, cherchant constamment de nouveaux emplacements pour ses cultures ou son élevage; l'indigène n'a pas encore été amené à améliorer ses méthodes culturales surannées, à faire usage, déjà difficile, des engrais, ni surtout d'utiliser dans ces cultures la rotation à l'aide de légumineuses améliorantes. C'est ainsi qu'à Madagascar la forêt ne couvre pas plus de 14 % de la superficie totale de l'île.

Mais le blanc, dans ces dernières années, par le fer et par le feu, arrive à jouer, lui aussi, son rôle néfaste. La destruction, souvent sans utilité, de vastes espaces sous bois amène dans la constitution spécifique du manteau végétal des modifications notables. Il faudrait sur elle de plus en plus attirer l'attention des biologistes. Les idées émises à ce propos par M. Perrier de la Bâthie pour Madagascar, ancien centre forestier, en grande partie perdu, doivent être prises en considération pour l'Afrique tropicale.

Si les forêts se reforment au bout d'un certain temps sur le terrain de cultures abandonnées, dans les steppes, succédant à de violents incendies, elles ne sont jamais semblables aux forêts primitives; il se perd donc ainsi, journellement, des végétaux dont nous aurions, par des soins, pu tirer peut-être certains profits, et nous devons admettre que, considérés de ce point de vue, bien peu de forêts africaines méritent vraiment la dénomination de « forêt vierge ».

Il convient donc de songer aux réserves forestières et aux réserves botaniques préconisées vivement par le Prof. H. Lecomte, car, dans bien des cas, la destruction de la forêt, cette diminution de l'étendue consacrée à cette formation végétale si utile, laissera après elle des sols sur lesquels il sera bien difficile de faire pousser quelque chose, car la couche humifère nécessaire à la végétation sera brûlée par le soleil au fur et à mesure de sa formation, et les déchets seront enlevés rapidement par les pluies dont la chute ne pourra être réglée. Il restera alors en lieu et place de ces belles frondaisons, riches, des brousses inuti-

(1) E. De Wildeman. — Mission forestière et agricole du Cte J. de Briey au Mayombe. Bruxelles 1921.

lisables, où le sol rocheux mis à nu donnera asile à une végétation rabougrie.

Pour l'avenir des colonies tropicales africaines, elles-mêmes, pour celui des métropoles qui escomptent, non sans raison, les productions de leurs possessions d'outre-mer, il convient de faire poursuivre intensément par les services forestiers et scientifiques des colonies les études biologiques relatives à la forêt tropicale africaine (1).

Il nous faut, non seulement pour la conservation du climat et de la valeur du sol, ménager les forêts tropicales, mais faire des efforts consciencieux pour les étendre. La reforestation est, quoique cela paraisse étrange à certains, nécessaire dans bien des régions africaines, mais cette extension forestière n'est possible qu'après une étude approfondie des éléments constitutifs de la forêt actuelle, un examen de leur dispersion géographique basé sur d'amples documents et une observation très suivie des conditions de croissance de toutes les essences formant l'association forestière.

L. CHOPARD

Docteur ès sciences, Paris.

LA DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES « BLATTINAE » APTERES OU SUBAPTERES (ORTH. BLATTIDAE)

Les Blattides de la sous-famille des *Blattinæ* (*Periplanetinæ*) offrent une tendance très accentuée à la réduction et même à la disparition complète des organes du vol, ce qui les rend particulièrement intéressants au point de vue zoogéographique.

Cette réduction porte d'abord sur les ailes, puis sur les élytres, et est souvent plus accentuée chez la femelle que chez le mâle. On peut diviser les genres composant la sous-famille en trois groupes :

1° Genres à élytres et ailes bien développés dans les deux sexes.

2° Genres à élytres et ailes très courts ou absents chez la femelle seulement.

3° Genres à élytres et ailes très courts ou absents dans les deux sexes.

---

(1) Cf. H. Lecomte in Science et Industrie, Paris, 15 février 1924, p. 53.

Le premier groupe comprend les genres *Methana* Stàl, *Thyrsocera* Burm., *Pelmatosilpha* Dohrn, *Dorylaea* Stàl, *Cartoblatta* Shelf., *Periplaneta* Burm., *Homalosilpha* Stàl, *Eroblatta* Shelf., *Miroblatta* Shelf. L'ensemble de ces genres groupe environ quatre-vingt-dix espèces, dont quelques-unes cosmopolites, les autres, sauf *Pelmatosilpha*, qui est un type américain, répandues dans les régions éthiopienne et indo-australienne. Elles n'offrent d'autre intérêt, au point de vue spécial qui nous occupe ici, que d'être vraisemblablement beaucoup plus voisines des formes primitives de Blattides que celles des groupes suivants. Il n'est pas inutile non plus de noter que près de la moitié des espèces appartiennent à la région indo-malaise et qu'elles sont, au contraire, très rares dans la région australienne.

Le second groupe est composé des genres *Paramethana* Shelf., *Blatta* L., *Shelfordella* Ad., *Pseudoderopletis* Krauss, *Deropeltis* Burm., *Catara* Walk., *Archiblatta* Voll. D'une façon générale, tous ces genres ont conservé des mâles à organes du vol bien développés tandis que les femelles devenaient aptères ou subaptères. A part quelques types indomalais et australiens, ces genres appartiennent nettement à la région éthiopienne. Dans certains cas, il est très facile de les faire dériver de genres complètement ailés, comme *Shelfordella* de *Periplaneta*, par exemple.

Enfin, le troisième groupe est celui qui va nous intéresser le plus. Il comprend treize genres (*Polyzosteria* Burm., *Euzosteria* Shelf., *Platyzosteria* Br., *Leptozosteria* Tepp., *Cutilia* Stàl, *Zonioploca* Stàl, *Cosmozosteria* Stàl, *Anamesia* Tepp., *Desmozosteria* Shelf., *Temnelytra* Tepp., *Scabina* Shelf., *Eurycotis* Stàl, *Stylopyga* Fisch.) et environ cent quatre-vingts espèces presque toutes entièrement aptères ou, tout au moins, absolument dépourvues de la faculté de voler. A l'exception de *Stylopyga rhombifolia* Stoll, il n'existe pas parmi elles d'espèces cosmopolites; quelques-unes seulement ont une distribution géographique assez étendue, toutes les autres étant, au contraire, assez localisées et, en grande majorité, dans la région australienne. Tous les genres, sauf *Eurycotis*, qui est américain, et *Stylopyga*, cosmopolite, appartiennent, en effet, exculsivement à cette région.

Ils forment là un très remarquable groupement d'au moins 120 espèces, qui compte chez les *Platyzosteria*, *Polyzosteria* et genres voisins des Blattides très différenciés. Ces espèces, pour la plupart terrestres, doivent s'enfouir volontiers sous terre comme le montrent leurs téguments souvent garnis d'une couche de sable durci. Peut-être doit-on voir dans la différenciation de ces genres une adaptation au climat désertique, les Blattides étant des Insectes essentiellement hygrophiles qui pour subsister dans les régions désertiques, doivent nécessairement se protéger contre la dessiccation.

Quoi qu'il en soit, cet ensemble d'espèces aptères forme, en Australie et dans les régions voisines, une faune très spéciale, bien caractéris-

tique. Mais, contrairement à ce qui est généralement admis pour la faune australienne, il ne s'agit nullement de types archaïques (1). On ne saurait admettre, en effet, que l'aptérisme soit primitif chez les Blattides, non plus que chez les autres Orthoptères. Les documents paléontologiques, qui font si souvent défaut pour les Insectes, sont ici suffisants pour prouver le contraire, de même que l'apparition de rares individus ailés chez certains Orthoptères (2) à ailes normalement courtes.

Louis FAGE

Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

REMARQUES SUR LA DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES ARAIGNEES MARINES « DESIS, DESIDIOPSIS »

Beaucoup d'Araignées sont humidicoles et fréquentent volontiers le bord des cours d'eau, les marécages, le bord de la mer. Certaines espèces peuvent même pénétrer dans le milieu liquide, soit pour un court espace de temps, comme les Dolomèdes par exemple, soit pour y séjourner, comme l'Argyronète, dont on connaît bien la curieuse industrie.

Il en est d'autres qui, de même que cette dernière, appartiennent à la famille des Agélénides mais qui vivent exclusivement sur les récifs de coraux, R. J. Pocock (3) leur a consacré, il y a une vingtaine d'années, une étude d'ensemble dans laquelle il a résumé ce que l'on savait à ce moment de leurs mœurs.

Ces Araignées du genre *Desis*, lequel compte actuellement dix espèces se tiennent parmi les bancs de coraux et tissent leur toile dans les trous creusés par les Lithodomes, les Sipunculides, les Serpuliens, qui sont tous d'actifs perceurs de récifs. Leur toile est construite de telle sorte

---

(1) Ce caractère d'archaïsme, s'il est d'ailleurs très accentué dans certains groupes et surtout chez les Mammifères, semble beaucoup moins net dans d'autres groupes tels que les Oiseaux et les Batraciens.

(2) Ce cas n'a pas été signalé chez les Blattides.

(3) *Proc. Zool. Soc. London*, 1902, II, p. 98.

que, lorsqu'à chaque marée le récif est immergé, elle fait obstacle à la pénétration de l'eau; l'Araignée, avec sa ponte ou ses jeunes, demeure ainsi à sec au fond de sa retraite. Parfois la toile est simplement construite dans les anfractuosités mêmes du récif, sous des coquilles de *Crepidula* ou d'*Anomia* (*Desis Kenyonæ*).

*
* *

Il existe en Méditerranée une formation littorale qui, à bien des égards, rappelle les récifs. C'est une bordure d'algues calcaires courant au ras de l'eau, le long des rochers, et à laquelle de Quatrefages a donné le nom de « trottoirs ». Ces bourrelets, constamment battus par les vagues et souvent complètement immergés, sont, en majeure partie, formés par des *Lithophyllum* (*L. Haucki*, *L. expansum*) recouverts de touffes de Corallines (*Corallina mediterranea*). Ces algues sont percées de galeries nombreuses par les Lithodomes, les Serpules, et servent d'abri à une faune variée.

On sait quel rôle important revient aux algues calcaires de la famille des Lithothamniées dans la construction des récifs. Presque partout elles croissent à la base des polypiers, servent de socle aux récifs comme elles servent en Méditerranée de base aux trottoirs. Elles fournissent, en quelque sorte, le ciment de l'édifice. Et STANLEY GARDINER n'est pas éloigné de croire que, dans certains cas tout au moins, la formation du récif, qu'il soit de Polypiers, de Serpules ou de Vermets, est plutôt due à leur grand développement qu'à l'action édificatrice directe des Madréporaires. Si, d'ailleurs, les corallières qu'on trouve communément dans la zone rocheuse littorale ne se développent pas sur les trottoirs méditerranéens, c'est que ceux-ci sont parfois émergés. G. PRUVOT a observé à Banyuls, par haute pression et vent du Nord, des dénivellations de 0,80 m. au-dessous du 0 qui pendant quelque temps laissent à sec tous les trottoirs. Mais il est des points où cette formation, bien reconnaissable quoique fortement réduite, est constamment immergée et les coraux y sont alors abondants. Ce cas se présente notamment dans les grottes marines, nombreuses sur la côte catalane, et creusées par la mer à la base des falaiss calcaires. « Les parties éclairées, dit PRUVOT (1), en sont remarquables par le riche développement des algues calcaires encroûtantes. Dès l'entrée, le trottoir de *Lithothamnium* cesse: mais on trouve alors depuis la surface jusqu'au fond, qui est toujours tapissé de sable blanc, des masses anfractueuses formées en majeure partie d'Algues calcaires et de Bryozoaires. Dans plusieurs grottes ces amas forment contre les parois des gibbosités saillantes recouvertes à la manière d'un auvent par de larges feuilles de *Lithophyllum* violacé. L'intérieur est performé par les Lithodomes et les Gastrochênes, et les anfractuosités abritent une riche population d'Annélides, de Spongiaires, de *Corynactis*, de Cornulaires, de Coraux parmi lesquels le *Flabellum anthophyllum* est remarquablement commun en individus de toutes tailles. »

Or, dans ces trottoirs, dont nous venons de voir l'analogie avec les récifs, existe une Araignée marine que j'ai décrite en 1909 sous le nom de *Desidiopsis Racovitzai* (2) et dont les mœurs sont identiques à celles des *Desis* de l'Océan Indien. Comme ces derniers, le *Desidiopsis*

(1) *Arch. Zool. Exp. et Gén.* (3), IX, p. 26, 1901.
(2) *Arch. Zool. Exp. et Gén.* (4), IX, *Notes et Revue*, n° 4, p. LXXV, 1909

établit sa retraite dans les trous creusés dans les trottoirs par les Lithodomes, dans les vieilles coquilles de Vermet, dans les anfractuosités mêmes de la roche. Il tisse dans la partie la plus profonde de sa demeure une sorte de cloche, véritable chambre d'habitation, à laquelle il accède par un étroit couloir latéral, le reste étant comblé par de nombreux fils entrecroisés formant une toile lâche, analogue à celle de la plupart des autres Agélénides, mais suffisante à empêcher l'entrée de l'eau. C'est dans cette chambre d'habitation, ainsi maintenue toujours à sec, que sont pondus les œufs, enfermés dans un cocon lenticulaire, et que se développent les jeunes.

J'ai retrouvé cette espèce, unique du genre, sur tous les points de la Méditerranée où j'ai eu l'occasion d'observer des trottoirs. Abondante le long de la côte du Roussillon, où elle fut découverte par Racovitza, je l'ai prise à Nice, à Antibes, dans le Golfe de Naples, en Sicile, à Sfax, et Seurat me l'a récemment envoyée de l'île Djerba. J'ignore sa présence dans le bassin oriental de la Méditerranée; mais, étant données la continuité et l'uniformité de son habitat, il est probable qu'elle existe partout où les conditions sont favorables à la formation des trottoirs.

Par un ensemble important de caractères anatomiques (pièces buccales, organes copulateurs, disposition du groupe oculaire, du bandeau, des stigmates trachéens, etc.), ce genre *Desidiopsis* se relie étroitement au genre *Desis;* tous les deux forment un groupe parfaitement isolé dans la famille des Agélénides. Mais on constate entre les deux genres la même disproportion d'aspect qu'entre leur habitat. Tandis que les *Desis*, habitants des vastes récifs des mers tropicales, sont de taille imposante et d'aspect robuste, le *Desidiopsis*, confiné à l'étroite bordure calcaire qui enserre la Méditerranée tempérée, est grêle et de dimensions beaucoup plus faibles. Ses pièces buccales sont moins spécialisées, sa vestiture de poils moins dense. On lui trouve bien les caractères fondamentaux des *Desis*, mais avec moins de netteté et avec une tendance à l'effacement. L'impression que laisse son étude est qu'on se trouve en présence d'une forme amoindrie, dégénérée, ayant subi quelques vicissitudes dans son histoire. Et c'est précisément celle-ci que je voudrais essayer de reconstituer.

Au premier abord, la tâche peut paraître téméraire, et je ne nie pas qu'elle le soit dans une certaine mesure; elle l'est moins cependant, si l'on réfléchit à l'étroite dépendance dans laquelle se trouvent ces animaux vis-à-vis de leur habitat. A tel point que la question aura fait un grand pas quand nous serons arrivés à fixer à quelle époque les récifs ayant définitivement disparu de la Méditerrannée, les trottoirs ont pu prendre le développement que nous leur voyons aujourd'hui et fournir un abri au *Desidiopsis*.

***

Un coup d'œil sur la répartition du genre *Desis* (fig. 1) nous apprend que les espèces qui le constituent sont strictement cantonnées dans la région indo-pacifique et, plus spécialement, depuis l'Afrique australe jusqu'à la Nouvelle-Zélande en passant par les îles Laccadives. Dans l'Afrique australe, on compte trois espèces : 1° *D. formidabilis* O.P.

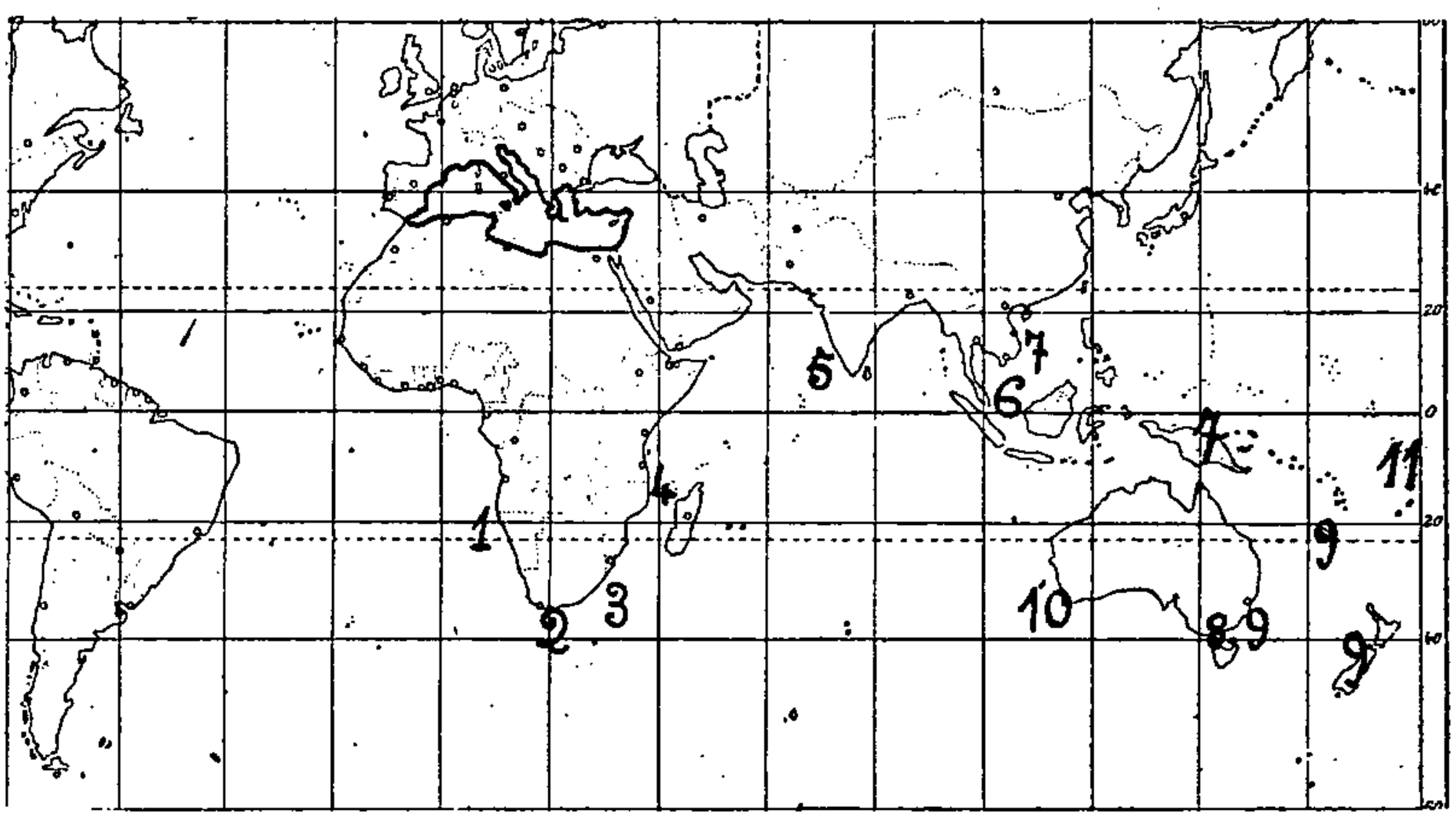


Fig. 1. — Distribution géographique du genre *Desis*. Le genre *Desidiopsis* est propre à la Méditerranée.

Cambr., 2° *D. lubicola* Poc., 3° *D. Beckeri* Hewitt; une à Zanzibar : 4° *D. Crosslandi* Poc.; une aux îles Laccadives : 5° *D. Gardineri;* une de Singapour et de Java : 6° *M. Martensi* L. Koch; une de Nouvelle-Guinée, de l'Archipel de Santa-Crus et de Nha-trang : 7° *D. maxillosa* Fabr.; une du Sud-Est de l'Australie : 8° *D. Kenyonœ* Poc.; une du Sud-Est de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande et de la Nouvelle-Calédonie : 9° *D. marinus Hector;* une du Sud-Ouest de l'Australie : 10° *D. Hartmeyeri* E. S.; une enfin des îles Samoa : 11° *D. vorax* L. Kock.

Il est tout à fait remarquable qu'aucune espèce du genre ne soit représentée ni en plein Pacifique, dans l'archipel des Tuamotou, par exemple, ni dans les îles Hawaï, où les récifs abondent et dont la faune arachonologique nous est spécialement bien connue. Leur absence est également à signaler dans tous les récifs de l'Atlantique, et notamment dans les récifs à la faune exubérante des Indes occidentales et des Bermudes. Peut-être la formation de ces récifs est-elle postérieure à l'époque de dispersion des Araignées marines, ou quelques circonstances se sont-elles opposées à ce qu'ils en soient peuplés.

Mais en a-t-il été de même en Méditerranée? Nous savons que, là, les récifs étaient très abondants à l'Eocène, où les *Astroïdes* notamment avaient acquis un grand développement. Au Lutécien, la Mer Num-

mulitique s'étendait de l'Afrique occidentale jusque dans la région indo-pacifique, passant en bordure des Alpes, des Carpathes et du nord de l'Inde. Les conditions étaient sans doute extrêmement favorables au développement des *Desis*, qui pouvaient alors vivre dans les nombreux récifs de cette vaste mer, semée d'écueils. Et nous croyons volontiers que, de même qu'on retrouve vivant actuellement dans la région indo-pacifique de nombreux Lamellibranches de l'Eocène Européen, ou des formes analogues, les *Desis* qui sont aujourd'hui cantonnés dans cette région ne sont que les survivants ou les descendants de ceux qui peuplaient ces récifs tertiaires.

Par contre, nous pouvons affirmer que les trottoirs littoraux, qui servent aujourd'hui d'abri au *Desidiopsis*, n'existaient pas encore. En effet, les trottoirs d'algues clacaires ne peuvent se développer que dans une mer dépourvue de marées. Les Lithothamniées ne restent pas émergées et, dans les océans actuels, nous ne les voyons, en mince couche incrustante, au-dessus de la zone du balancement des marées, que dans les petites cuvettes où là mer subsiste entre le jusant et le flot, formant ces mares à *Lithothamnium* bien connues des zoologistes. Or, l'étendue de la Mer Nummulitique était telle que l'amplitude des marées devait être analogue à celle qu'on enregistre dans les Océans actuels largement ouverts. Donc, s'il y avait des récifs pouvant servir d'habitat aux *Desis* dans la Méditerranée Eocène, il n'y avait pas de trottoirs littoraux analogues à ceux où les *Desidiopsis* vivent actuellement.

Mais, dès le début du Néogène, les conditions sont autres. Les récifs disparaissent de la Méditerranée pour être définitivement localisés dans la zone tropicale, où nous les voyons aujourd'hui, et, avec eux, toute leur faune marine et terrestre. Toute communication cesse avec la région indo-pacifique, et la régression de la Méditerranée est telle que celle-ci ne forme plus qu'un bassin fermé de peu d'étendue. En conséquence, les marées ne sont plus sensibles et, dès lors, devient possible la formation d'une bordure littorale d'algues calcaires. C'est seulement à cette époque que, sur cet habitat nouveau et très spécial, peut désormais s'installer une Araignée qui, en petit, dans des conditions réduites, mènera l'existence amphibie des *Desis*, ses lointains ancêtres.

***

Cette histoire n'est pas sans analogie avec celle de certaines Phanérogames marines du genre *Cymodocea* et, plus particulièrement, du sous-genre *Phycagrostris*. Ce sous-genre comprend une espèce méditerranéenne (*C. nodosa*) et trois autres espèces localisées dans la région indo-pacifique (*C. rotunda*, *C. serrulata* et *C. angustata*). L'une d'elles,

C. rotunda, a les plus grandes affinités avec la forme méditerranéenne, et OSTENFELD (1), après une étude approfondie de la question, fait remonter leur différenciation au Néogène, c'est-à-dire à l'époque où les communications ont cessé entre la Méditerranée tertiaire et l'Océan Indien, créant dans chacune de ces deux régions un régime bien différent.

Raymond POISSON

Docteur ès sciences

Chef des Travaux de Zoologie à la Faculté des Sciences de Caen.

QUELQUES REMARQUES SUR LA DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DE CERTAINS HEMIPTERES AQUATIQUES

Au cours des recherches que j'ai entreprises sur la distribution géographique des Hémiptères aquatiques dans la province normande, et plus spécialement dans le département du Calvados, j'ai capturé des espèces non encore signalées dans cette région, et j'ai été amené à faire des observations sur le comportement de ces insectes. J'ai ainsi constaté que la répartition des Hémiptères aquatiques dans une région est sous la dépendance de facteurs biologiques, parfois difficiles à déterminer. Je me propose d'envisager dans cette Note le mode d'action de quelques-uns de ces facteurs.

Facteur Salure. — Le degré de salinité de l'eau est, comme l'on sait, un déterminant important de la répartition géographique de beaucoup d'espèces animales aquatiques. Afin de préciser la valeur de ce facteur, en ce qui concerne les Hémiptères aquatiques, j'ai examiné, puis comparé les groupements d'espèces, capturées dans diverses stations supra-littorales de la Manche, en effectuant, le cas échéant, le dosage en Chlorure de Sodium de l'eau.

Ces observations m'ont permis de constater que certaines espèces telles *Notonecta maculata* F., *Limnotrechus gibbifera* Sch., *Velia currens* F., *Hygrotrechus najas* de Geer, par exemple, ne fréquentent pas les eaux sau-

---

(1) Sea-Grasses (*Rep. of the Danish Oceanogr. Exped. to the Mediterranean and Adjac. Seas.* N° 5, 1918).

mâtres et même paraissent les fuir. Au contraire d'autres espèces telles que : *Arctocorisa lugubris* Fieb., *hieroglyphica* Duf., *striata* L., *venusta* Dgl. Sc., *Linnei* Fieb., *Sahlbergi* Fieb., *fossarum* Leach, *distincta* Fieb., *moesta* Fieb., *Corisa affinis* Leach (*atomaria* Fieb.), *Geoffroyi* Leach, *Notonecta viridis* Delc., *glauca* L., *Naucoris cimicoïdes* L., *maculatus* F., *Plea minutissima* Füssl., *Nepa cinerea* L., *Ranatra linearis* L., *Cymatia coleoptrata* F. (*Cryptocérates*), *Limnotrechus costae* H. S., *lacustris* L., *argentata* Sch., *thoracicus* Sch., *odontogaster* Zett., *Hygrotrechus paludum* F., *Hydrometra stagnorum* L., *Microvelia pygmaea* Duf., *Mesovelia furcata* Mls. (*Gymnocérates*) peuvent être capturés (avec une fréquence plus ou moins grande suivant les espèces), soit dans les stations d'eau saumâtre, soit dans les stations d'eau douce. Ces Hémiptères sont donc plus ou moins eurhyhalins. En ce qui concerne ces dernières espèces, des observations plus complètes faites en calculant le degré de salinité de l'eau au moment des captures, m'ont permis de préciser l'eurhyhalinité de certaines d'entre elles. C'est ainsi que les formes les plus euryhalines sont : *L. Costae*, *A. lugubris* et *hieroglyphica* que j'ai capturés dans des eaux dosant jusqu'à 15 et 16 gr. de Na Cl par litre ; puis ensuite viennent : *Limnotrechus lacustris*, *argentata*, *thoracicus*, *Arctocorisa striata*, *venusta*, *Corisa affinis*, *Naucoris maculatus*, *Plea minutissima*, *Notonecta viridis*, *glauca*, *Naucoris cimicoïdes*, etc.

Toutes les espèces d'Hémiptères aquatiques capturées dans les eaux supralittorales normandes peuvent l'être également dans les stations d'eau douce de l'intérieur des terres. Je signalerai cependant que dans le Nord-Ouest de la France, *Limnotrechus Costae* et *odontogaster*, sont des espèces surtout localisées dans la région littorale. De même *Naucoris maculatus* et *Notonecta viridis* sont plutôt rares dans les stations de l'intérieur. Enfin, dans le département du Calvados, les *Micronecta* ainsi que *Arctocorisa Fabricii* Fieb., et *semistriata* Fieb. ne paraissent exister que dans certaines eaux douces de l'intérieur du pays.

Quoi qu'il en soit, les observations précédentes permettent de considérer le facteur « salure » comme un déterminant assez important de la répartition des Hémiptères aquatiques. Mais, comment agit-il?

Les expériences que j'ai faites au laboratoire montrent que ce facteur n'a pas d'action nocive immédiate sur l'insecte adulte (Cf. Plateau, Henneguy, 1904 (1), P. Portier 1911 (2). Par contre, il semble bien intervenir au cours du développement des œufs. C'est ainsi, par exemple, que les œufs de *Notonecta viridis* et *glauca* peuvent présenter une éclosion normale dans de l'eau dosant 8 gr./1000 de Na Cl, tandis que pour ceux de *N. furcata* et *maculata* l'éclosion est anormale dans une eau de salure semblable. La jeune larve ne peut gagner la surface de l'eau et meurt.

Dans un même ordre d'idées, je mentionnerai que des œufs de *N. maculatus*, *A. lugubris*, *hieroglyphica*, *venusta*, présentent fréquemment une éclosion normale dans de l'eau dosant jusqu'à 12 gr. de Na Cl par litre. Or, ce sont précisément ces espèces que l'on capture le

---

(1) 1914. Henneguy : Les Insectes Paris.
(2) 1911. Portier P.: Recherches physiologiques sur les Insectes aquatiques. *Arch. Zool. Exp.* (1), t. VIII.

plus souvent dans les eaux saumâtres en compagnie de *N. viridis*, *glauca* et *L. costae*.

Mode de ponte. — Les recherches de Delcourt (1909) (1) sur les Notonectes ont déjà mis en évidence que ce facteur jouait un rôle important dans la répartition géographique régionale de ces Insectes. En effet, *N. maculata* colle ses œufs à un support quelconque immergé, tandis que *N. furcata*, *glauca*, et *viridis* les enfoncent à l'intérieur des tiges des plantes aquatiques; *N. maculata* peut donc vivre et se *reproduire* dans des eaux dépourvues de toute végétation aquatique alors que les trois autres espèces ne le peuvent pas.

En ce qui concerne les autres Hémiptères aquatiques, je signalerai que le mode de ponte n'intervient pas dans la répartition des espèces sus-aquatiques (*Gerris*, *Velia*, *Microvelia*, *Mesovelia*, *Hydrometra*) (2), qui toutes fixent leurs œufs à un support quelconque généralement *émergé*. Il n'intervient pas non plus pour les Naucores et Corises qui peuvent coller leurs œufs à des supports divers *immergés*. Mais la présence de végétaux est nécessaire à *Plea minutissima* qui enfonce ses œufs dans les tiges des plantes aquatiques, ainsi qu'aux Nèpes et aux Ranatres.

Facteur lumière. — Ce facteur joue aussi un certain rôle dans la répartition des espèces d'Hémiptères aquatiques. Delcourt (loc. cit.) a montré que, dans une station où se trouvent des Notonectes, *N. furcata*, *glauca* et *viridis* se cantonnent de préférence dans les zones ombragées, tandis que *N. maculata* affectionne les plages éclairées. Ce fait a été vérifié depuis par L. Mercier (1912) (3), et par moi (1920) (4). De même, j'ai constaté que *L. lacustris*, *argentata*, *odontogaster*, *gibbifera*, *H. paludum* et *najas*, *Microvelia* et *Mesovelia*, *Nepa* et *Ranatra* affectionnement les endroits ensoleillés tandis que *L. thoracicus*, *Velia currens*, *Hydrometra* recherchent de préférence les stations à l'ombre.

Le vol. — Le vol qui doit être également envisagé comme grand facteur de répartition géographique est sous la dépendance de tout un ensemble de facteurs secondaires souvent difficiles à mettre en évidence. J'ai tour à tour examiné, chez les Hémiptères aquatiques, les déterminants suivants :

a) Etat des ailes et des muscles vibrateurs;

b) Facteur température; état plus ou moins électrisé de l'atmosphère et état d'humidité de ce milieu; facteur nourriture, etc...

---

(1) 1919. DELCOURT A.: Recherches sur la variabilité du genre *Notonecta*. *Bull. Sc. Fr. et Belg.*, t. XLIII, p. 373.

(2) Notons cependant que *Hydromotra stagnorum* fixe souvent son œuf sur un support légèrement immergé (cf. F. Brocher, *Ann. Biol. lac.*, t. IV, p. 367, 1909)

(3) 1911. MERCIER L. : Notes fauniques. II. Les Notonectes des environs de Nancy. *Arch. Zool. Exp.* t. VI (5) n. et r. p. CIII.

(4) *Bull. Soc. Linn. Norm.* (7) t. II, p. 220.

Dans le complexe alaire (ailes, muscles vibrateurs, squelette thoracique), tous les différents organes doivent être normalement constitués, sinon le vol est rendu impossible. C'est ainsi que les diverses formes brachyptères et aptères des Hémiptères aquatiques (R. Poisson 1924) (1) sont incapables de voler; bien plus, des formes macroptères telles que les Nèpes. *N. cimicoides*, et beaucoup d'individus de *R. linearis*, bien que possédant des ailes d'apparence normales, *ne peuvent voler* par suite de l'atrophie de leurs muscles vibrateurs (R. Poisson).

C'est vraisemblablement parce qu'il est inapte au vol que l'*Aphelochirus aestivalis* F. n'a pas encore été observé dans le département du Calvados. Cet Hémiptère cryptocérate, qui affectionne particulièrement le *fond* des cours d'eau, a tout d'abord été signalé dans l'Allemagne du nord (Th. Kuhlgatz 1909) (2), puis, par l'intermédiaire des grands fleuves, il s'est propagé en France où il semble être maintenant uniformément répandu (M. Royer, 1913) (3). Mais le régime fluvial du département du Calvados ne lui a sans doute pas encore permis de gagner cette région. Je crois intéressant de mettre en parallèle avec cette dernière observation l'absence *actuelle* de Paludines dans le Calvados : *Vivipara fasciata Müll.*, non signalée dans la Mayenne, la Manche et le Calvados : (A. Letacq, 1924) (4); *V. contecta* Millet et *Bourguigati* Servain qui paraissent manquer également dans ce dernier département (A. Lelacq, *op cit.*, A. et F. Moutier, 1919) (5).

Facteur température. — Ce facteur est un des déterminants importants du vol. Des expériences de laboratoire m'ont conduit à admettre que *N. glauca*, *furcata* et *viridis* peuvent s'envoler lorsque la température atteint 16°. Il faut 20 à 22° pour que *N. maculata* prenne son essor (Cf. Delcourt) et seulement 15° pour *A. striata* et *C. Geoffroyi*, etc... De plus, des vols de Notonectes, de Corises, de *Gerris*, ont souvent été observés par de chaudes soirées orageuses; ce fait permet de supposer que l'état plus ou moins électrisé de l'atmosphère, ainsi que son état d'humidité, interviennent dans le déclanchement de l'acte du vol. J'ai pu vérifier, du reste, que des Notonectes ou des Corises soumis à l'action d'un champ électrique présentent rapidement les mouvements préparatoires du vol.

Enfin, des Notonectes, des Corises, des *Gerris*, laissés dans des bacs sans nourriture, ou avec une nourriture insuffisante, ne tardent pas à tenter de s'envoler. Si des plantes aquatiques sont mises alors à leur

---

(1) 1924. Poisson R.: Contribution à l'étude des Hémiptères aquatiques. *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, t. LVIII, fasc. 1 et 3.

(2) 1909. Kuhlgatz Th.: Die Süsswasserfauna. Deutschlands.

(3) *Bull. Soc. Ent. Fr.*, p. 253 et *Bull. Soc. Zool. Fr.*, t. XXXVIII, p. 218.

(4) Manuel pour servir à l'étude des Mollusques du Maine et de la Basse-Normandie. Imp. Goupil, Laval. 1924.

(5) 1920 Moutier A et F. : Catalogue des Mollusques testacés terrestres, des eaux douces et saumâtres recueillis dans le Calvados. *Bull. Soc. Linn. Norm.* (7) t. II, p. 223-247.

disposition, pour leur permettre de prendre leur vol, et si la température extérieure n'est pas inférieure à 15 ou 16°, un certain nombre des insectes prennent leur essor. Le facteur nourriture peut donc être considéré, dans une certaine mesure, comme un déterminant de l'acte du vol.

Commensalisme. — Si beaucoup des Hémiptères aquatiques sont ubiquistes et peuvent être capturés çà et là dans les stations, il ne paraît pas en être de même pour *Micronecta minutissima* L. En effet, dans la province normande, je n'ai observé ce minuscule Cryptocérate que dans les eaux limpides où vivent des Eponges (*Ephydatia, Spongilla*) et j'ai constaté que l'Hémiptère affectionne tout particulièrement comme retraite les canaux de ces Spongiaires. Il trouve là, du reste, de nombreuses larves de Neuroptères et d'Oligochètes d'eau douce dont il fait sa nourriture. Aussi, je suis tenté de considérer ce petit *Corixidae* comme un commensal, sinon réel, tout au moins fortuit des Eponges d'eau douce (R. Poisson, 1924).

Outre *M. minutissima*, je viens de capturer dans la rivière, l'Orne, *M. Scholtzii Fieb* (*meridionalis* Costa), non encore signalé en Normandie. A l'encontre du précédent, ce Micronecte ne semble pas rechercher les Eponges; je l'ai observé en grand nombre dans les amas constitués par des Renoncules aquatiques (*Batrachium*).

En résumé, l'étude de la répartition des Hémiptères aquatiques dans la province normande montre, entre autres :

1° Que la faune d'Hémiptères aquatiques de cette contrée comprend non seulement des espèces propres à la fois aux régions néarctiques et paléarctiques, mais encore des formes ou bien surtout *septentrionales* comme *Limnotrechus odontogaster* et *Arctocorisa vernicosa* Wall., ou bien surtout méridionales comme *Notonecta maculata, Limnotrechus costae, Naucoris maculatus, Microvelia pygmaea, Micronecta Scholtzii, Arctocorisa venusta;*

2° Que *Aphelochirus aestivalis*, Cryptocérate répandu dans certains départements limitrophes, ne paraît pas exister *actuellement* dans le Calvados;

3° Que la répartition géographique régionale des Hémiptères aquatiques est sous la dépendance de facteurs biologiques, dont le facteur salure n'est pas un des moindres.

R. LEGENDRE
Directeur du Laboratoire de Physiologie comparée
à l'Ecole Pratique des Hautes-Etudes, Paris.

ABONDANCE CROISSANTE DU « NEPHROPS NORVEGICUS » SUR LA COTE SUD DE BRETAGNE

Lors d'un séjour au laboratoire maritime de Concarneau, au printemps de cette année, nous remarquâmes, M. L. Fage et moi, l'abondance extraordinaire des Langoustines (*Nephrops norvegicus* L.) à la criée aux poissons de ce port.

Chaque matin, les voiliers qui, en cette saison, pèchent au chalut à perche sur les fonds littoraux, apportaient au marché des quantités considérables de Langoustines vivantes qu'ils transportaient à pleins sacs. Toutes les tables de la criée étaient couvertes de tas de ces Crustacés que les mareyeurs achetaient, emballaient dans des caisses de bois et expédiaient au chemin de fer. Quelques fabricants de conserves ont même entrepris industriellement de décortiquer ces animaux pour en extraire les masses musculaires abdominales qu'ils cuisent et placent dans des boîtes de fer blanc soudées puis stérilisées.

En ce moment où les Crustacés de valeur, Langoustes et Homards, sont assez peu nombreux sur les côtes de Bretagne, cette récente affluence de Langoustines présente un intérêt économique qui m'a engagé à rechercher la date d'origine de cette véritable invasion. Sans avoir réussi à en fixer exactement le début, j'ai pu recueillir un certain nombre de renseignements qu'il me paraît intéressant de signaler.

Les *Nephrops norvegicus* sont connus des naturalistes depuis longtemps et ne constituent aucunement une curiosité zoologique, mais il y a loin des observations antérieures à la pullulation actuelle.

En ce qui concerne la région de Concarneau que je vise uniquement dans cette note, Giard avait noté en 1880, dans une liste manuscrite conservée au laboratoire, que le *Nephrops* est « assez commun, au printemps, dans les casiers de Homards ou pris dans les filets. » La même année, Th. Barrois (1) l'estimait « assez rare par 20 à 30 mètres sur les fonds de roches. La plupart des exemplaires que nous avons

(1) Th. Barrois : Catalogue des Crustacés podophthalmaires et des Echinodermes recueillis à Concarneau durant les mois d'août-septembre 1880, 1 vol. in-8, Lille.

entre les mains, dit-il, provenaient des pêcheurs de Homards. » En 1887, J. Bonnier (1) signalait que « ce beau Crustacé n'est pas rare à Concarneau, où les pêcheurs de Homards le prennent fréquemment dans leurs casiers, dans les fonds rocheux de 50 à 100 mètres. »

Jusqu'au début de ce siècle, *Nephrops norvegicus* était certainement peu abondant sur les fonds de 50 à 100 mètres fréquentés constamment par les chalutiers à voile de la région. Tous les pêcheurs que j'ai interrogés à ce sujet s'accordent à dire qu'ils n'en trouvaient jamais plus de quelques individus dans la poche de leur filet et qu'ils n'en rapportaient jamais à terre pour la vente.

Les premières captures importantes semblent dater de 1906. Elles furent faites sur des fonds situés entre les Glénans et Groix par des pêcheurs du village de Névé, d'où le nom de « gars de Névé » donné localement au *Nephrops* qui n'avait pas encore reçu d'appellation sur cette côte.

En 1907, Coutière (2) signala pour la première fois des apports assez fréquents de Langoustines à La Rochelle, par les chalutiers à vapeur de ce port exploitant les fonds du Golfe de Gascogne et d'autres plus rares à Boulogne, provenant de la Mer du Nord.

Les statistiques officielles ne permettent pas de suivre le développement de la pêche des Langoustines qu'elles englobent avec les Crabes sous le nom de Crustacés divers. Mais, à Concarneau, les arrivages durent rester très faibles jusqu'en 1914, d'après les souvenirs des pêcheurs.

En 1917, Kerzoncuf, dans son livre sur les *Pêches maritimes*, ne mentionne pas encore les *Nephrops* parmi les espèces ayant une valeur commerciale.

C'est seulement en 1922 que leur pêche fut mentionnée dans la région bretonne, par M. L. Bronkhorst, alors administrateur de la Marine à Douarnenez, dans une communication au Congrès des Pêches maritimes de Marseille (3). « Il y a 18 ou 20 ans, dit-il, la Langoustine était peu connue des consommateurs. Elle était d'ailleurs peu abondante et les chalutiers qui, aujourd'hui, en pêchent 100 à 150 kilogs dans un trait de chalut, en ramenaient alors quelques poignées seulement. Aujourd'hui, la vente des Langoustines entre pour plus d'un quart dans le produit de la pêche des petits et moyens dragueurs. » M. Bronkhorst indique les ports de la côte sud qui pratiquent cette pêche : Le Guilvinec avec 40 bateaux, Concarneau avec 34, et surtout Port-Louis. En 1914, Guilvinec n'armait que 25 bateaux et Concarneau 10 pour cette pêche. Il signale qu'on pêche la Langoustine toute

---

(1) J. Bonnier : Catalogue des Crustacés malacostracés recueillis dans la baie de Concarneau. *Bull. scient. Nord*, 2e série., t. X, 1887.

(2) H. Coutière : Les Crustacés comestibles des côtes de France. *Bull. Sc. pharmacol.*, t. XIV, 1907, p. 642.

(3) L. Bronkhorst : La pêche des Crustacés en Bretagne. *Bull. trim. Enseign. prof. et techn. des Pêches mar.*, 1922.

l'année, mais surtout de janvier à juin, sur les fonds mous, vaseux, dénommés « fonds gras » et dans les fonds rocailleux, par des profondeurs de 40 à 50 mètres, atteignant parfois 100 mètres; les fonds durs ou sableux ne lui conviennent pas. On la trouve au large de la pointe de Penmarch, dans la région des Glénans, entre Groix et Belle-Ile et surtout aux environs de Rochebonne.

Depuis 1918, l'abondance croissante des Langoustines dans la région de Concarneau, peut heureusement être suivie, grâce aux renseignements recueillis par M. Mercier, administrateur de l'Inscription Maritime du quartier, que celui-ci a eu l'obligeance de me communiquer.

Voici le tableau, très intéressant, de ces arrivages :

LANGOUSTINES APPORTEES AU PORT DE CONCARNEAU

Années	*Quantités pêchées en Kg.*	*Valeur en francs*
1918.....	2.900	5.500
1919.....	5.225	10.743
1920.....	9.596	25.800
1921.....	23.794	75.741
1922.....	33.489	71.267
1923.....	49.335	103.018

On y voit qu'en six ans, les quantités pêchées ont très régulièrement augmenté, dans la proportion de 1 à 17; les résultats de la pêche de cette année-ci indiqueront vraisemblablement un nouveau progrès.

Comment expliquer cette affluence croissante des Langoustines? Les modes de capture n'ayant pas changé, les fonds où on les trouve étant exploités, de mémoire d'homme, par les mêmes chalutiers, il ne peut être question d'une augmentation de rendement de la pêche. Le fait de prendre aujourd'hui à pleins bateaux des Langoustines, là ou l'on ne trouvait autrefois que quelques rares individus, ne peut être attribué qu'à un peuplement intense des fonds côtiers par ce Crustacé, dû à une invasion venant du large ou à une pullulation sur place.

Actuellement, les chalutiers de Concarneau pêchent principalement au sud des Etocs, près de la pointe de Penmarch, au sud-ouest des Glénans vers le large, au sud et au sud-est de la Basse-Jaune jusqu'à Groix, par des fonds de sable vaseux ou de vase allant de 60 à 100 mètres. Les pêcheurs y trouvent les Langoustines en masses denses qu'ils comparent à des fourmilières; les chaluts remontent souvent pleins de ces Crustacés, mais sans aucun des Poissons plats qu'on y recueillait jadis. Les seuls Poissons que j'ai observés quelquefois dans les chargements de Langoustines sont de petits individus de *Cyclopterus lumpus*. Les captures sont les plus nombreuses à la fin de l'automne

et en hiver, mais ceci peut être dû à ce qu'un grand nombre d'hommes et de bateaux pratiquent alors la pêche au chalut, qui se livrent l'été à celle de la sardine et du germon.

Les Langoustines sont des animaux fragiles, s'altérant rapidement. Pour éviter le soleil et la chaleur, les chalutiers ont essayé de pêcher la nuit; mais, disent-ils, sauf quand la lune est très brillante et l'eau très claire, les chaluts remontent à peu près vides, traînés sur les mêmes fonds où ces Crustacés pullulent le jour.

Aug. CHEVALIER

Inspecteur général de l'Agriculture au Ministère des Colonies, Paris.

LE ROLE JOUE PAR LES MIGRATIONS HUMAINES DANS LA REPARTITION ACTUELLE DE QUELQUES VEGETAUX

Tous les voyageurs qui ont parcouru l'Afrique tropicale ont été frappés par l'importance prise dans les cultures indigènes par les plantes d'origine américaine et qui servent à l'alimentation des Noirs : le Manioc, le Maïs, la Patate, l'Arachide, les Haricots, certains Taros (*Xanthosoma*), l'Ananas, la Tomate, les Piments sont venus du Nouveau Monde et ces plantes n'ont pu commencer à se répandre en Afrique qu'après 1550, c'est-à-dire, il y a moins de quatre siècles. Cependant, dès 1730, d'après Brüe, la plupart de ces plantes étaient déjà répandues en Afrique occidentale et elles sont cultivées aujourd'hui chez presque toutes les peuplades au cœur de la forêt vierge, comme au centre du Continent noir.

Le Sorgho est presque la seule plante de grande culture offrant des races sauvages très voisines des races cultivées, vivant le long des grands fleuves africains et ayant probablement été d'abord domestiquée en Afrique. Mais on sait que la culture du Sorgho ne se pratique que dans les régions à climat soudanais, possédant une saison sèche alternant avec une saison des pluies. Le Bananier est cultivé dans presque toutes les régions forestières de l'Afrique tropicale, mais très proche parent des races encore sauvages en Indo-Malaisie et en Indo-

chine, bien que plus ancien en Afrique que le Manioc, lui aussi a été importé. On pourrait en dire autant d'autres plantes paraissant venir de l'Inde : Riz, Sésame, Colocose, Doliques, et quantité d'autres plantes cultivées en Afrique (1).

Aussi on s'est souvent demandé si les Noirs pratiquaient réellement des cultures avant l'importation de ces végétaux et s'ils ne se contentaient pas, pour se nourrir, des produits de la chasse et de certaines plantes sauvages dont ils déterraient les tubercules, comme aujourd'hui en temps de famine, ou dont ils mangeaient les fruits, ainsi que cela s'est passé en Europe au cours du paléolithique.

Les recherches que nous avons effectuées en Afrique sur l'origine des plantes cultivées nous permettent de répondre que cette conception est inexacte. La période agricole actuelle a été précédée, en Afrique, par une période antérieure pendant laquelle les Noirs ont cultivé sur une très grande échelle un certain nombre de plantes alimentaires, originaires réellement du Continent Noir, à faible rendement et dont la culture ne s'est perpétuée que chez certaines peuplades primitives, vivant très éloignées les unes des autres et sans rapports actuels entre elles. Pour que ces plantes aient une telle dispersion, il a fallu qu'elles soient autrefois beaucoup plus cultivées qu'elles ne le sont aujourd'hui.

Parmi ces plantes, il convient de citer particulièrement divers ignames indigènes (2), les Coleus à tubercules alimentaires (3), plusieurs Légumineuses : *Sphenostylis* (4), *Kerstingella geocarpa* (5), etc..., un curieux Polygala (*P. butyracea*) (6), haut de plus de 2 m., cultivé à la manière des céréales, une toute petite Graminée : *Panicum exilis* (7), etc... La culture de ces plantes a été abandonnée lorsque l'homme s'est trouvé en possession de végétaux qui lui donnaient avec un moindre effort des ressources plus abondantes.

Les textiles originaires d'Amérique ont eux-mêmes supplanté les textiles plus anciens. C'est ainsi que des Cotonniers américains (*Gossy-*

---

(1) CHEVALIER (Aug.) : Enumération des plantes cultivées en Afrique tropicale par les ndigènes, et des espèces naturalisées dans le même pays et ayant probablement été cultivées à une époque plus ou moins reculée. *Bull. Soc. Nat. Acclim.*, nouv. série, t. VIII, 1912 et t. à part 50 pages.

(2) Auguste CHEVALIER : Les Ignames cultivées en Afrique occidentale. *Bull. Soc. Acclim.*, nouv. série, t. VI, p. 213. Sur deux plantes cultivées en Afrique tropicale décrites par Lamark (*Dioscorea cayenensis*, etc.). *Bull. Soc. Bot. France*, t. LIX, 1912, p. 168.

(3) Auguste CHEVALIER : Les Coleus à tubercules alimentaires, *Végét. ut. Afr. trop.*, I, 1905, et broch. 52 pages.

(4) Auguste CHEVALIER : Sur une nouvelle plante à tubercules alimentaires du Congo (*Sphonostylis congensis*). *Bull. Soc. Acclim.*, nouv. série, t. IX, p. 421.

(5) Auguste CHEVALIER : Sur une nouvelle Légumineuse à fruits souterrains cultivés dans le Moyen-Dahomey, *C. R. Ac. Sc.*, t. CLI, 1910, p. 84. — Nouveaux documents sur le *Voandzeia Poissoni* (*Kerstingella geocarpa*), *C. R. Ac. Sc.*, t. CLI, 1910, p. 1.374.

(6) Auguste CHEVALIER : Sur une plante alimentaire peu connue (*Polygala butyracea*), *Rev. Bot. app-.*, t. IV, 1924, n° 35.

(7) Auguste CHEVALIER : Les petites céréales, *Rev. bot. appliq.*, t. II, 1922, p. 344.

pium hirsutum et *G. barbadense*, *G. vitifolium*, etc...) (1), avaient déjà pris presque partout en Afrique, il y a un siècle, la place des Cotonniers de l'Ancien Monde (*G. arboreum* et *G. obtussifolium*), antérieurement cultivés, au moins au Soudan, et dont il ne reste plus que des stations reliques.

On trouve même aujourd'hui à travers l'Afrique des espèces qui ne sont plus cultivées nulle part, mais qui ont dû l'être car on les observe naturalisées autour de tous les vieux villages et beaucoup sont encore utilisées dans la cuisine (Pourpier, *Melochia corchorifolia*, *Sesamum radiatum*, etc...). Certaines des espèces dont la culture est déjà abandonnée et qui sont naturalisées comme plantes rudérales en divers endroits sont cependant d'origine américaine et l'usage qu'on en fait encore montre qu'elles ont été cultivées à l'origine : *Argemone mexicana*, *Gynandropsis pentaphylla*, *Mohlana nemoralis*, *Talinium crassifolium*, etc...

On voit qu'il a suffi de quelques siècles à peine pour substituer à d'anciennes plantes, dont la culture est abandonnée ou presque, des plantes provenant de nouveaux apports.

La plupart des peuplades ont conservé, par tradition, le souvenir des nouvelles introductions; elles savent presque toujours de quel côté s'est fait l'apport et elles ont donné aux plantes introduites des noms vernaculaires qui rappellent leur origine.

C'est ainsi que, dans la forêt de la Côte d'Ivoire, la plupart des noms des plantes introduites chez les différentes peuplades sont précédés de l'un des préfixes suivants :

Man ou *Mal* signifie : de l'Empire de Mali (du Soudan).

Maka signifie : de la Mecque.

Massara signifie : du Caire (de l'Egypte).

Youvo signifie : des Blancs.

Porto signifie : des Portugais.

Nassara signifie : des Chrétiens.

Ainsi *Mantiga*, nom donné à l'Arachide, dans le Sud du Soudan, signifie qu'elle y est venue du pays du Mal. *Mangué*, nom sénoufo du Papaver, veut dire que cet arbre est arrivé dans le Haut-Comoé par la même voie. Beaucoup d'autres espèces, au contraire, sont venues par la Côte de Guinée, apportées par les trafiquants d'esclaves.

Dans un travail en préparation sur l'origine et la dispersion des plantes introduites en Afrique, nous nous proposons de donner de plus amples détails sur ces questions.

---

(1) Auguste CHEVALIER : L'avenir du Cotonnier au Soudan français, *Bull. Soc. Nat. Acclim.*, 48e année, 1901, p. 425. Sur la Culture du Cotonnier au Dahomey, *Rev. Bot. appl.*, t. IV, 1924, p.

***

Si, d'Afrique, nous passons en Europe, on constate qu'à part de rares exceptions (Pommes de terre, Maïs, Betterave, Légumineuses fourragères, Sarrasin), les espèces que l'homme cultive actuellement en grand sont sensiblement les mêmes que celles qu'il cultivait déjà au début de la période historique, mais on ne doit point en conclure qu'il n'a pas existé à une période antérieure, c'est-à-dire dans les premiers temps du néolithique, des cultures très différentes de celles que nous observons en Europe et dans une partie de l'Asie tempérée. Un grand nombre de plantes qui ne sont pas cultivées aujourd'hui, au moins en Europe, mais qui vivent au voisinage de l'homme (espèces messicoles, rudérales, plantes des abords des villages comme les Orties, certains Chénopodes, le grand Plantain, les Mauves) ont été très vraisemblablement soumises à la culture, ou au moins domestiquées à une époque très ancienne. Puis, plus tard, elles ont été supplantées par des plantes à plus fort rendement, en particulier par nos céréales actuelles. Ce n'est pas seulement par analogie avec ce qui s'est passé en Afrique que nous sommes amené à formuler cette explication. Beaucoup de plantes, vivant au voisinage de l'homme et qui sont négligées actuellement par lui, sont encore cultivées en certaines parties du globe. L'Ivraie (*Lolium temulentum*) fut utilisée jusqu'au Moyen Age comme grain servant à faire de la bière. Les Orties sont encore cultivées dans certaines parties de l'Europe N.-E. Le *Malva silvestris* était un légume fort apprécié chez les Romains et on le cultive encore au Caucase.

Le *Rumex obtusifolius*, cette mauvaise herbe de nos champs, est planté comme oseille en Chine et dans le nord de l'Indo-Chine où je l'ai observé dans les jardins. J'ai vu également cultiver avec soin au Tonkin, et même repiquer et arroser dans les jardins, notre grand Plantain (*Plantago major*). Il n'est pas jusqu'aux *Papaver* de nos moissons et au *Sinapis arvensis* si répandu dans les champs de Blé qui n'aient pu être cultivés comme plantes oléagineuses, alors que la culture des céréales était à ses débuts. Ces plantes se sont habituées à vivre ensemble et quand l'homme, au cours de ses migrations d'Orient en Occident, a apporté la culture des céréales jusqu'à l'Atlantique, il a apporté en même temps, consciemment ou non, les espèces habituées déjà à vivre en compagnie du Blé.

Les botanistes voyageurs devront s'attacher désormais à rechercher l'aire des espèces messicoles ou rudérales et essayer de les découvrir dans des associations primitives à l'état vraiment spontané. La plupart des floristes ne portent qu'une faible attention à ces plantes qui, pourtant, sont très intéressantes à étudier au point de vue de leur dispersion puisque, souvent, elles constituent des jalons marquant les principales étapes suivies par les migrations humaines.

J'ai été assez heureux pour observer en place ou examiner dans les herbiers plusieurs espèces sur l'origine desquelles on est mal fixé, mais dont la dispersion actuelle correspond entièrement à quelques transhumances anciennes.

L'exemple le plus frappant est celui du *Pirus cordata* Desveaux. On sait que cette espèce, découverte d'abord aux environs d'Angers vers 1820, a été trouvée ensuite en Perse, puis on a constaté sa présence sur le littoral des Landes, de la Gironde et de la Bretagne. En 1923, je l'ai observée sur l'emplacement même des alignements de Carnac, ainsi que dans l'île de Groix; enfin, les botanistes anglais l'ont signalée sur le littoral du Dévon, à l'Ouest de la Grande-Bretagne.

Or, cette espèce est presque identique au *P. longipes* Cosson de l'Algérie, au *P. marmorensis* Trabut du Maroc, au *P. Bourgeana* Decaisne de l'Espagne.

N'est-il pas remarquable qu'une série de jalons relient le *Pirus cordata* de Perse au *Pirus cordata* de la Bretagne et du Nord-Ouest de l'Angleterre? Or, on sait que la voie du littoral de l'Afrique du Nord, puis du littoral atlantique fut la première ouverte et la plus fréquentée. C'est par là que les différents types de monuments mégalithiques ont cheminé lentement vers l'Europe occidentale.

Le *Pirus cordata* retourné à l'état sauvage donne de petits fruits de la grosseur d'un pois et tout à fait inutilisables, mais nous avons constaté que le *Pirus Pashia* de Chine et du Nord du Tonkin donne des fruits tout aussi petits. Cependant, il existe des *Pirus Pashia* à fruits gros et améliorés, multipliés ou non par la greffe et dont les Chinois tirent parti. Il est possible que le *Pirus cordata* ait présenté aussi dans les temps anciens des variétés améliorées que l'homme transportait avec lui et d'où descendent par régression les formes qu'on observe aujourd'hui en Perse, en Algérie, en Espagne, en Bretagne.

Du reste, en Bretagne, il existe des Poiriers à poiré qui paraissent descendre du *P. cordata*.

Dans l'Ile-de-France, on cultive aussi de nos jours un Poirier à poiré qui a une tout autre origine. Il est remarquable par ses feuilles blanches, cotonneuses en dessous comme des feuilles de sauge, ce qui l'a fait appeler Poirier Saugier. Decaisne a montré qu'il s'identifiait complètement avec le *Pirus nivalis* Jacq. d'Autriche, lequel est souvent considéré comme un hybride dérivant de *P. communis* L. et de *P. salicifolia* L., originaire du Caucase.

Ce Poirier Saugier est connu en Autriche, en Savoie, en Suisse, dans l'Ile-de-France, dans le Bassin de la Loire (Boreau). On le trouve encore dans le Vexin et sur les bords de la Forêt de Rambouillet, mais il n'atteint pas la Basse-Normandie où pourtant le Poirier à poiré dérivant soit de *P. communis*, soit de *P. cordata* est largement cultivé.

Voilà donc une seconde espèce de Poirier arrivé dans l'Ouest de l'Europe en suivant une voie totalement différente du *P. cordata*. C'est

cette voie des migrations humaines que Dechelette a appelée la voie centrale et terrestre, partant de la mer Egée, traversant les Balkans et suivant ensuite la Vallée du Danube, de la Moldau et de l'Elbe (Dechelette, Archéologie préhistorique, 1 p. 428).

Voici un autre exemple plus frappant encore. Les botanistes ne sont pas d'accord sur l'origine du Navet cultivé. Il faut d'abord faire une distinction entre le Rutabaga, sorte de Navet fourrager qui n'est autre chose qu'un Colza tubéreux (*Brassica Napus* L) et le vrai Navet caractérisé par ses feuilles hérissées dans le jeune âge et qui est le *B. Rapa* L. (*B. asperifolia* Lamk.). C'est du *B. Rapa* que descendent les Navets de nos jardins.

A. de Candolle pensait que le Navet cultivé était originaire de l'Europe tempérée. Nous le croyons originaire de l'Afrique du Nord. Une forme de *B. Rapa L.* fleurissant au premier printemps pullule comme mauvaise herbe dans une partie de l'Algérie (Cosson, René Maire). La même plante se retrouve dans les moissons de l'Ouest de l'Espagne. dans la Gironde, dans l'Ile d'Oléron (Savatier), dans l'Ile d'Ouessant (Blanchard) où elle abonde dans les moissons ainsi que nous l'avons constaté en 1923 et même aux environs de Cancale (Ille-et-Vilaine), où elle remplace dans les champs comme mauvaise herbe le *Sinapis arvensis*. La même plante a été signalée sous le nom de *P. Briggsii* Watson, sur la Côte Ouest d'Angleterre, dans le Devon. Enfin, il semble que c'est encore la même espèce que Linné mentionne dans les sables du bord de la Mer du Gotland en Suède.

Voilà donc encore une espèce qui a sensiblement la même répartition que les monuments mégalithiques. Or les hommes qui ont construit ces monuments sont partis du fond de l'Inde et par la Méditerranée sont parvenus jusque dans le Nord-Ouest de l'Europe. « La voie qu'ils ont suivie, écrit Déchelette (Archéol. préhist. 1, p. 425), suit les côtes africaines, traverse Gibraltar et longe les côtes de l'Atlantique pour gagner les côtes britanniques et la Scandinavie. » Elle fut connue au moins deux mille ans avant notre ère, et bien avant que les Phéniciens de Gadès l'eussent fréquentée. Or, à l'époque romaine, le Navet était la principale ressource des Celtes de l'Ouest et il est logique qu'il se soit naturalisé au point de devenir une mauvaise herbe dans le pays où il fut tout d'abord importé.

On pourrait multiplier ces exemples, car il n'est pas que les plantes cultivées de nos jours et encore utilisées par l'homme contemporain qui aient été multipliées par l'homme néolithique. Semblable aux peuplades primitives actuelles du Centre de l'Afrique ou de l'Asie, le primitif d'Europe devait demander aux plantes des services que nous ne recherchons plus aujourd'hui : plantes fétiches pour les philtres, plantes toxiques pour empoisonner les armes, plantes servant à la pêche pour narcotiser le poisson (certains Narcisses répandus aujourd'hui dans les vallées sont dans ce cas), plantes fourragères qui n'avaient

pas encore l'ubiquisme constaté de nos jours et que les troupeaux répandaient le long des étapes suivies par les migrations humaines, tous ces végétaux étaient transportés depuis l'Asie ou la région méditeranéenne jusque dans l'Ouest de l'Europe et les foyers ainsi créés plus ou moins volontairement devenaient de nouveaux centres de dissémination.

Plus on étudie la répartition actuelle des végétaux à la surface du globe, même de ceux qui paraissent aujourd'hui inutiles, plus on constate que l'homme a dû avoir aux périodes anciennes une influence considérable sur leur dispersion telle que nous l'observons de nos jours.

E. ROUBAUD

Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur, Paris.

LA REACTIVATION CLIMATIQUE ET LA DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES ESPECES

Dans l'appréciation courante de l'influence des climats sur la dispersion géographique des animaux ou des plantes, on accorde habituellement le principal rôle aux conditions générales de température ou d'humidité, aux moyennes thermiques ou hygrométriques qui caractérisent ces climats et à la tolérance relative des espèces à leur égard. Il est cependant des cas où la tolérance, très large en apparence, des espèces pour des conditions variées d'humidité ou de température ne permet plus de comprendre, par exemple, une localisation géographique restreinte à l'égard de climats ou de régions déterminées.

Je prendrai comme exemple les Insectes et, parmi eux, surtout des Muscides banaux dont la dispersion géographique peut être très facile puisque certaines espèces, comme la Mouche domestique, le Stomoxe, etc..., se trouvent effectivement répandues sous toutes les latitudes, en contact intime avec les humains partout où ils existent.

Si l'on étudie les divers types de mouches communes, vivant de manière analogue au voisinage de l'homme, aux dépens des fumiers, des ordures, des cadavres, on constate, au point de vue de leur disper-

sion géographique, des différences importantes. La petite mouche des maisons, *Fannia canicularis*, commune en Europe et en Amérique septentrionale où elle accompagne dans les habitations la mouche domestique ubiquiste, *Musca domestica*, n'existe pas dans les régions tropicales. Cependant, si l'on éduque cette espèce à des conditions de température comparables à celles qui conviennent à des espèces franchement tropicales comme les Glossines (25-30° C.), l'élevage réussit parfaitement, au moins en apparence. Il en est de même si l'on tente de faire vivre à l'étuve, dans les conditions indiquées, des espèces paléarctiques, comme la mouche à viande commune, *Calliphora erythrocephala* Meig, la mouche verte *Lucilia coesar* L., la mouche des fumiers *Mydaea platyptera* F. (*Phaonia querceti* B.), la mouche sarcophage *Sarcophaga carnaria* Meig., etc..., toutes espèces qui ne s'observent point dans les régions chaudes. Pour quelles raisons, si ces espèces peuvent s'accommoder de conditions thermiques semblables à celles que pouraient leur offrir les régions tropicales, ne s'y sont-elles point répandues, alors que des espèces très voisines, vivant en Europe dans les mêmes conditions qu'elles, ont envahi les contrées chaudes? La mouche verte, *Lucilia sericata* Meig. qui, en Europe, accompagne si fréquemment dans ses milieux de développement l'espèce paléarctique *Lucilia coesar* L. est fréquente en Afrique et dans l'Inde tropicale, où cette dernière ne s'observe pas. La mouche sarcophage à segment anal roux, si commune en Europe, *Sarcophaga hœmorrhoïdalis* Meig., espèce paléarctique surtout, se rencontre cependant aussi en Afrique tropicale, alors que l'espèce voisine, *S. falculata* Pand. reste purement paléarctique, une variété seulement de cette forme se rencontrant dans la région orientale (1).

C'est dans l'étude physiologique attentive de ces Muscides que l'on peut espérer rencontrer l'explication de ces apparentes anomalies. Dans une série de recherches récentes (2), j'ai fait ressortir que l'évolution de ces organismes peut offrir, en effet, deux modalités essentielles. Tantôt, l'espèce conserve la même activité biologique au cours de ses générations successives, si les conditions de température restent favorables. La mouche domestique ordinaire, le Stomoxe, la Glossine, la Drosophile, etc., sont susceptibles de se reproduire toute l'année avec la même activité : toutes leurs générations restent également sensibles aux actions de température extérieure. Ce sont des Insectes « homodynames », dont l'activité évolutive demeure semblable à elle-même quand les conditions extérieures ne changent pas, et se maintient indéfiniment constante à température élevée. Tantôt, au contraire, on constate que les générations successives du même insecte, si elles se

(1) Voir R. Senior White : A revision of the Sub-family Sarcophaginae in the Oriental Region. *Rec. Ind. mus.*, t. XXVI, n° 11, mai 1924.

(2) Voir E. Roubaud : Etudes sur le Sommeil d'hiver pré-imaginal des Muscides. *Bull. Bol. France et Belgique*, t. LVI, n° 4, 1922.

poursuivent indéfiniment à la chaleur, ne présentent plus la même activité. A une ou plusieurs générations actives succède brusquement une génération torpide, dont les individus se trouvent cycliquement arrêtés dans leur évolution. La reprise de l'activité biologique chez ces organismes « hétérodynames » est alors subordonnée à l'intervention *réactivante* de facteurs particuliers, sans lesquels l'évolution de l'espèce ne peut plus se produire. Or, ces facteurs particuliers de « réactivation » ne sont pas autre chose que les agents habituels dans la nature du ralentissement des énergies vitales : le froid ou la déshydratation. On sait fort bien, en effet, que les basses températures ainsi que le dessèchement (anhydrobiose) peuvent aboutir, chez certains organismes, à des résultats comparables de vie latente ou de suspension temporaire des énergies biologiques. Les Insectes hétérodynames, lorsqu'ils se présentent à leur phase torpide, doivent obligatoirement subir pour être ramenés à l'activité évolutive, l'action prolongée, tantôt d'une basse température (athermobiose), tantôt d'une sécheresse intense (anhydrobiose). Sans l'intervention réactivante de l'une ou de l'autre de ces périodes d'inertie biologique, l'espèce paraîtrait vouée à la mort.

C'est, normalement, au cours de l'*hibernation* pour les espèces cantonnées dans les climats froids, au cours de l'*estivation* pour celles des régions chaudes et sèches, que peut intervenir l'action réactivante indispensable. Ainsi commençons-nous à entrevoir la nécessité, pour de pareils organismes, de trouver dans les circonstances climatiques des régions qu'ils fréquentent la réalisation opportune de leur période de réactivation obligatoire.

On a établi depuis longtemps un certain parallélisme entre les manifestations physiologiques de l'hibernation et celles de l'estivation chez les animaux ou les plantes. La rigueur des saisons froides, la sécheresse et la chaleur estivales sont susceptibles de se traduire par un sommeil ou assoupissement analogue de la nature animale ou végétale. Or, j'ai pu démontrer, en fait, qu'au point de vue de la réactivation des Insectes hétérodynames, le froid (athermobiose) ou la chaleur sèche (anhydrobiose) exercent des actions comparables. On peut réactiver par la chaleur sèche comme par le froid des Moustiques (Anophèles), hivernant à l'état de larves asthéniques (*Mydea platyptera*, *Fannia canicularis*. Cependant, si dans le mécanisme de leur action réactivante les facteurs de froid ou de sécheresse apparaissent ainsi susceptibles de s'équivaloir, leurs effets à l'égard de l'espèce ne se présentent point toujours exactement avec la même valeur. Les Insectes de régions

---

(1) Voir E. ROUBAUD : Les désharmonies de la fonction rénale et leurs conséquences biologiques chez les Moustiques. *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XXXVII, juillet 1923.

froides : *Anopheles maculipennis, Mydaea plalyptera, Fannia canicularis* sur lesquels j'ai expérimenté, bien que tolérant une réactivation par la chaleur sèche, ne se montrent plus aptes, dans ces conditions de réactivation, à une reproduction normale. Il s'ensuit donc qu'en dehors des climats favorables à leurs conditions habituelles d'hibernation, la survivance prolongée de ces organismes serait impossible. C'est là ce qui explique l'impossibilité pour la petite mouche des maisons *Fannia canicularis*, par exemple, de se répandre comme sa congénère, la mouche domestique ordinaire (*M. domestica*), sous les climats où la période froide de l'hiver pourrait être remplacée par une période correspondante de chaleur sèche.

On voit donc ainsi s'éclairer certaines raisons profondes de limitation géographique pour toute une catégorie d'organismes en apparence aptes à une dispersion mondiale étendue. De même que les marmottes et les mammifères hivernants des régions glaciaires sont astreints, par des nécessités physiologiques, à une hibernation prolongée, qui limite obligatoirement leur dispersion aux régions froides ou d'altitude, de même nombre d'insectes ou d'autres organismes voient leur distribution géographique étroitement en rapport avec certaines circonstances de climat indispensables, soit d'estivation, soit d'hibernation. En ce qui concerne les Muscides auxquels nous faisons plus particulièrement allusion dans ce travail, il est permis, au point de vue de l'aptitude de résistance aux actions climatiques, de distinguer parmi eux plusieurs groupements biologiques principaux qui sont les suivants :

1° Des espèces *homodynames* rigoureusement astreintes à une température moyenne élevée et constante, n'hivernant ou n'estivant pas, cantonnées de ce fait dans des régions tropicales toujours humides. Ces espèces, dont l'activité biologique est continue toute l'année, échappent par des migrations aux actions saisonnières de ralentissement métabolique. Type : les Glossines ou Tsé tsés.

2° Des espèces *homodynames* pouvant supporter indifféremment une température d'activité continue ou de basses températures d'hibernation. Ces espèces favorisées par une tolérance physiologique spéciale sont effectivement aptes à une dispersion géographique mondiale. Type : la mouche domestique, le Stomoxe, etc...

3° Des espèces *hétérodynames* aptes à une réactivation par le froid (athermobiose), inaptes à une réactivation effective par l'anhydrobiose. Ces espèces sont obligatoirement astreintes à une hibernation régulière dans des régions où l'hiver ramène périodiquement une température basse ou peu élevée. Leur répartition géographique est restreinte dans ce sens. Type : *Sarcophaga carnaria*, la mouche grise de la viande, *Fannia canicularis*, la petite mouche des maisons, et nombre d'espèces européennes de mouches communes sarcophages.

4° Des espèces *hétérodynames* aptes à une réactivation par anhydro-

biose exclusive, inaptes à la réactivation par athermobiose. Ces espèces sont astreintes à une *estivation* régulière et cantonnées par suite dans des régions à saison chaude et sèche. Type : vraisemblablement nombre de Muscides hétérodynames des régions tropicales : *Pycnosoma*, *Lucilia*, etc...

5° Des espèces *hétérodynames* aptes à la fois à la réactivation par anhydrobiose et par athermobiose. Ces espèces peuvent à leur gré hiverner ou estiver. Type : les espèces hétérodynames à dispersion géographique étendue simultanément dans les régions froides ou tempérées et les régions tropicales : *Lucilia sericata*, *Sarcophaga nurus*, *hæmorrhoïdalis*, etc...

On peut se demander quel est le mode d'intervention du froid ou de la chaleur sèche, par suite des climats correspondants, sur les organismes affectés d'hibernation ou d'estivation obligatoires; comment s'opère cette réactivation *climatique?* D'après les recherches que j'ai poursuivies sur la question, l'athermobiose et l'anhydrobiose agissent en tant que facteurs d'arrêt ou de ralentisement des échanges métaboliques, en soumettant à une période de repos obligatoire des organismes déjà en état de surcharge et de fatigue physiologique. Chez les organismes hétérodynames que nous avons en vue, le ralentissement ou l'arrêt de l'évolution, survenant spontanément, indépendamment des actions climatiques extérieures, correspondent en effet à un état d'asthénie qui appelle le repos physiologique. L'athermobiose et l'anhydrobiose, avant tout facteurs d'arrêt des énergies vitales, agissent en imposant obligatoirement ce repos, en préservant les individus de toute surcharge physiologique ou fatigue complémentaire. Ces facteurs climatiques d'arrêt de la vie deviennent ainsi la garantie nécessaire de sa reprise ultérieure, c'est-à-dire de la réactivation des individus ou de l'espèce.

La nécessité pour nombre d'organismes de trouver dans les circonstances climatiques saisonnières des régions où ils vivent de telles garanties régulières de réactivation joue certainement, dans la distribution générale des êtres vivants, tant animaux que végétaux, une influence considérable. En ce qui concerne le monde des Insectes, chez lesquels ces phénomènes ont jusqu'ici surtout été étudiés, ils peuvent être non seulement la raison profonde de la répartition géographique générale d'une espèce donnée, mais encore celle de ses migrations temporaires. On en peut donner des exemples. Les femelles de certains papillons : *Acherontia atropos*, *Protoparce convolvuli*, *Loxostege sticticalis;* etc., à la deuxième génération, émigrent fréquemment, en été, du sud vers le centre de la Russie. Pospelov a étudié récemment les conditions physiologiques de ces femelles qui sont inaptes à la ponte et chargées de graisse; il a comparé avec raison leurs migrations, dans leur déterminisme obscur, à celles que subissent les Acridiens. Or, si l'on compare

également les conditions physiologiques de ces femelles émigrantes, stériles et pléthoriques, à celles que l'on observe chez certains Culicides de nos régions, (*Anopheles maculipennis, Culex pipiens*) astreints comme je l'ai montré à une hibernation réactivante obligatoire, ces conditions apparaissent exactement les mêmes : dans l'un comme dans l'autre cas, il s'agit d'organismes affectés de surcharge graisseuse, inaptes à la maturité génitale et à la ponte. Chez nos moustiques hibernants la réactivation génitale se montre subordonnée à l'athermobiose, et c'est la nécessité d'une hibernation à température basse ou modérée qui, selon nous, conditionne la répartition des espèces en question dans les régions tempérées ou froides, en les écartant des régions chaudes. Les femelles hivernantes pléthoriques de ces moustiques, qui représentent une génération surmenée par l'activité biologique continue des générations de saison chaude, émigrent à l'automne, pour y subir leur réactivation climatique, dans les abris ou locaux qui leur garantissent les conditions optimes d'athermobiose. Ce sont des tropismes analogues qui vraisemblablement, par suite, provoquent et orientent, dans les observations de Pospelov, la migration estivale des papillons stériles issus des régions méridionales du territoire russe vers les régions centrales plus froides et moins épuisantes. En allant plus loin, ne serait-il pas permis de penser que les grands acridiens (1), les oiseaux, de nombreux poissons et organismes marins obéissent dans leurs migrations à des influences analogues de réactivation climatique? Il me paraît nécessaire d'appeler l'attention sur ces faits qui peuvent permettre d'interpréter bien des données encore obscures de la dispersion géographique des êtres vivants.

(1) Les observations récentes d'Uvarov, de Plotnikov, de J.-C. Faure sur les phases des Acridiens migrateurs sont d'accord avec nos conceptions.

G. PETIT

Préparateur au Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

REMARQUES SUR LA DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES SIRENIENS

1. *Introduction.* — L'analyse et l'étude critique des faits concernant la répartition des Siréniens amènent à la recherche de l'origine et des causes de cette répartition.

Il faut donc juxtaposer aux données actuelles de géographie et de biologie les données paléogéographiques et paléontologiques, ce qui conduit du même coup à évoquer toute l'évolution de ces Mammifères dont la phylogénie est, du reste, encore mal connue.

Ainsi comprise, la question de la distribution des Siréniens, qui ne peut se résoudre qu'en groupant des faits acquis dans des domaines scientifiques différents, s'adapte bien aux disciplines de la Biogéographie, et il n'est pas exagéré de dire qu'elle apparaît, sinon comme une des plus complexes, du moins, comme une des questions les plus intéressantes de cette science. La présente note n'a d'autre but que d'esquisser les grandes lignes du problème.

2. *De quelques caractères morphologiques et biologiques des Siréniens.* — Les Siréniens — Cochons marins, Veaux marins, Vaches marines, mais aussi Poissons femmes, Femmes marines et Sirènes — présentent des caractères de morphologie externe qui leur donnent un aspect très particulier; et les appellations qu'ont reçues Dugongs et Lamantins, traduisent, en quelque manière, l'impression que leurs formes ont donnée à ceux qui les ont observés.

Tous ces caractères morphologiques sont déterminés par l'adaptation à la vie dans les eaux. Ceux qu'il est intéressant de retenir ici sont les suivants : la nageoire caudale est horizontale, s'arrondissant chez les Lamantins, s'élargissant dans le sens transversal chez les Dugongs, pour prendre l'aspect de la nageoire caudale des Cétacés; les nageoires pectorales, relativement courtes, en forme de palettes, ont leurs articulations mobiles et présentent, chez les Lamantins, des rudiments d'ongles; les membres postérieurs ont disparu et le bassin de ces Mammifères présente, des formes

fossiles aux formes actuelles, une évolution régressive dont les divers stades ont été figurés d'une manière très suggestive par O. Abel (1).

La biologie des Siréniens est encore pleine d'obscurité et d'incertitudes. Une des questions les plus intéressantes de la biologie de ces Mammifères doit précisément nous préoccuper ici. Les Lamantins peuvent se rencontrer dans la mer, le long des côtes. Mais ils vivent de préférence dans les lagunes, aux embouchures des fleuves, dont ils remontent le cours très avant (2).

Les Dugongs, exclusivement marins, — leur présence dans des eaux douces ou saumâtres doit être considérée comme purement accidentelle (3) — se tiennent au voisinage des plages sous-marines peu profondes, dans les lagons, creusés entre les récifs-barrières et la côte. Ce sont des animaux littoraux. Ils sont liés aux hauts fonds du plateau continental par la présence d'herbiers de Phanérogames marines dont certaines espèces (*Cymodocea*, *Halophila*) leur servent de nourriture exclusive; comme les Dugongs, les Lamantins sont herbivores.

Il est aujourd'hui admis, contrairement aux relations de quelques voyageurs, que les Dugongs sont exclusivement aquatiques. Ils sont incapables de se traîner sur la terre ferme. En ce qui concerne les Lamantins, la question ne paraît pas nettement résolue. En faveur du fait que les nageoires pectorales des Lamantins, qui jouent dans la nage de l'animal un rôle peu actif, n'ont aucun rôle de soutien et encore moins de propulsion sur le sol, on peut citer les observations négatives à ce sujet, faites par Chapman et Muril (1885) sur des Lamantins vivant en aquarium. Mais d'autre part, des personnes dont le témoignage offre toutes les garanties, nous ont affirmé avoir vu des Lamantins de l'espèce *Manatus senegalensis* Desm, se mouvoir, à la manière des Phoques, dans les champs de riz voisins des arroyos. Dans un travail récent, Nelson (4), qui paraît avoir observé dans de bonnes conditions, les Lamatins de la Floride, rapporte que les femelles se tiennent souvent la moitié du corps hors de l'eau et ajoute que les Lamantins se servent de leurs nageoires pour se mouvoir lentement sur le fond. Quoi qu'il en soit, il faut penser que, si les Lamantins

---

(1) O. Abel : Die Morphologie der Hüftbeinrudimente der Cetaceen. *Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften.* Bd. 81-1908. L'*Eotherium aegyptiacum* Owen, de l'horizon inférieur de Mokattam, près du Caire, présentait un bassin avec un trou obturateur et une cavité cotyloïde si profonde, qu'elle laisse croire que le fémur, dont nous n'avons aucun reste, de cet animal, était bien développé. A partir de l'*Eotherium*, chez l'*Eosiren libyca* Andrews, de l'horizon supérieur de Mokattam, *Halitherium Schinzi* Kaup, du Stampien, *Metaxitherium Petersi* Abel, du Vindobonien, on assiste à la disparation progressive du trou obturateur, du pubis, de la cavité cotyloïde. Chez les Dugongs actuels, le pelvis n'est plus représenté que par deux baguettes osseuses, l'ilion et l'ischion, unis par un renflement globuleux, cartilagineux chez le foetus, presque complètement ossifié chez l'adulte (cartilage ou nœud acétabulaire). Toutefois, chez un Lamantin (*Manatus latirostris* Harlan), O. Abel a signalé une petite cavité cotyloïde dans laquelle est resté fixé un rudiment de fémur.

(2) Trouessart (*La distribution géographique des animaux*, Paris, Doin, 1922), fait remarquer que le Lamantien des Antilles recherche les endroits où les sources d'eau douce sourdent dans la mer.

(3) G. Petit : Notes sur les Dugougs des côtes de Madagascar (*Bull. Museum*, n° 2, 1924).

(4) E. W. Nelson : The larger North American Mammals. *National Geographic Magazine*, vol. XXX, n° 5, 1918.

ne sont pas rigoureusement des animaux exclusivement aquatiques, ils ne peuvent ramper sur la terre ferme que très maladroitement et se trouvent dans l'impossibilité d'y accomplir de très longs parcours.

Des faits qui précèdent, il importe de dégager quelques remarques générales. Le bassin de l'*Eotherium aegyptiacum* Owen, de l'éocène moyen, quoique présentant déjà des indices de régression, est celui d'un animal pourvu de membres postérieurs fonctionnels. Ce Sirénien était certainement un Mammifère amphibie, beaucoup moins complètement adapté à la vie aquatique que l'*Eosiren lybica* Andrews, de l'éocène supérieur, dont le bassin présente une réduction beaucoup plus accusée. Si l'évolution des Siréniens s'est faite, en partant du Sirénien le plus primitif aujourd'hui connu, dans le sens d'une adaptation toujours plus complète à la vie aquatique, les Siréniens devenus marins sont restés littoraux. L'abondance de leurs squelettes dans les dépôts marins tertiaires d'Europe, ainsi que la nature des fossiles avec lesquelles ils sont associés, vient à l'appui de cette manière de voir. Ils fréquentaient même le voisinage des estuaires. De Zigno (1), en effet, a signalé parmi les ossements d'*Halitherium* du Monte Zuello, des restes de *Crocodilus*, de *Trionyx*, de *Palaeophis*, des dents de *Pristis*, un tibia d'oiseau de grande taille; et les sables pliocènes de Montpellier, où Ch. Depéret et F. Roman ont découvert des restes du *Felsinotherium Serresi* Gervais, constituent un dépôt d'estuaire. C'est également dans un dépôt d'estuaires, mélangés à des mollusques essentiellement littoraux et à des ossements de crocodiles, que les restes d'un Sirénien fossile ont été récemment découverts à Madagascar (voir plus loin).

D'autre part, beaucoup plus rares sont les ossements d'animaux marins pélagiques, comme les Cétacés, dont les formes les plus primitives apparaissent avec les Siréniens dans l'éocène moyen. Leurs restes sont ceux d'animaux échoués sur les côtes.

De plus, il n'est pas possible d'admettre que les habitudes des Dugongs actuels marquent un retour à l'existence littorale. Au contraire, des faits observés par nous sur les côtes de Madagascar, auxquels peuvent se rattacher certaines remarques d'Annandale sur les Dugongs du golfe de Manaar (2) tendent à prouver que les mœurs de ces Mammifères se modifient dans le sens d'une existence moins franchement côtière. Si, d'autre part, l'habitat des Lamantins dans l'eau douce doit être considéré comme un habitat secondaire, on voit que la migration effectuée est une migration de faible amplitude.

C'est précisément parce qu'il est permis de supposer que les habitudes des Siréniens actuels sont peu différentes des mœurs de leurs ancêtres tertiaires, c'est parce qu'il apparaît que leurs déplacements n'ont jamais pu s'effectuer qu'entre des continents peu éloignés ou le long de terres émergées ou au travers d'étendues marines jalonnées d'archipels, que l'étude de la localisation actuelle de ces Mammifères aquatiques est intéressante du point de vue de la biogéographie.

---

(1) De Zigno : Sur les Siréniens fossiles de l'Italie. *Bull. Soc. Géologique de France.* Série 3, tome 6, 1878.

(2) N. Annandale : Notes on the species, external characters and habits of the Dugong. *Journ. et Proc. of the Asiatic Soc. of Bengal.* New series, vol. I, 1905, p. 238-243.

3. *La répartition géographique des Siréniens actuels. — Comparaison avec la distribution des Siréniens fossiles.* — Nous n'entrerons pas dans les détails des stations géographiques. Nous considérerons seulement dans ses grandes lignes la distribution des Siréniens.

Sur quatre espèces, nettement définies, de Lamantins actuels, trois sont des espèces américaines : *Manatus latirostris* Harlan vit en Floride, dans le golfe du Mexique, dans la baie de Campêche, dans la Mer des Antilles, près des îles Saint-Domingue, Porto-Rico, Marie-Galante, Martinique. La même espèce paraît se retrouver sur la côte orientale de l'Amérique du Sud depuis le cap Nord jusqu'au fleuve Amazone. Le *Manatus inunguis* Pelzeln, espèce exclusivement fluviatile, vit dans les fleuves Amazone et Orénoque, dont il remonte le cours jusqu'à leur source. Une troisième espèce, le *Manatus Koellikeri* Kük serait spéciale à la Guyane hollandaise.

L'espèce africaine, le *Manatus senegalensis* Desm. se rencontre le long de la côte occidentale d'Afrique, dans les lagunes, à l'embouchure des fleuves et parfois à des milliers de kilomètres de la côte. On peut la trouver entre le 16° latitude Nord et le 10° latitude Sud. Elle paraît avoir atteint le 25° longitude Est. Le *Manatus Vogeli* Owen, signalé dans le Sénégal, le bassin du Niger et même dans le lac Tchad, est une espèce probablement

Les Dugongs (*Halicore dugong* Erxl.) se rencontrent dans le canal de identique à l'espèce *Manatus senegalensis.*
Mozambique, le long des côtes de Madagascar, à Ceylan, dans le golfe de du Tonkin, dans l'archipel de la Sonde, aux Philippines, sur les côtes mé-Manaar. Ils ont été signalés autrefois dans les golfes du Bengale, de Siam, ridionales de la Nouvelle-Guinée. Une autre espèce (*Halicore Hemprichi* Ehrenb.) est spéciale à la Mer Rouge ; l'espèce qui fréquente les côtes Est d'Australie, depuis le détroit de Torrès jusqu'à la baie de Moreton, l'*Halicore australe* Owen, est considérée le plus souvent, aujourd'hui, comme identique à l'*Halicore dugony* Erxl.

D'une manière générale, on peut dire que l'aire de distribution géographique des Siréniens actuels est comprise, de part et d'autre de l'Equateur, entre le 30° latitude Nord et le 30° de latitude Sud, bien qu'en ce qui concerne l'Afrique, la limite Nord doive être abaissée jusqu'au 16° latitude et qu'en Amérique, sa limite ne dépasse pas le 20° de latitude Sud. Entre ces limites, on voit que le genre *Manatus* et le genre *Halicore* foment deux groupes disjoints, occupant divers points de deux grandes régions zoologiques marines. Si l'on adopte les divisions de Sclater (1), c'est dans la région *indo-pacifique* que se rencontrent les Dugongs et dans la région *mésatlantique* tropicale que se rencontrent les Lamantins.

Les Siréniens actuels sont donc des Mammifères liés à un climat tropical. Ils paraissent même extrêmement sensibles aux variations thermiques. Les Lamantins de la Floride du Nord, qui jouit d'un climat subtropical (type chinois) émigrent en décembre dans la région sud de la presqu'île, où le climat est tropical (type sénégalien). Les

(1) L. SCLATER. On the distribution of marine Mammals. *Proc. Zool. Soc. London*, 1897.

coups de froid qu'amènent les cyclones sur le littoral atlantique méridional leur sont funestes, et de tels accidents météorologiques peuvent hâter l'extinction d'une espèce déjà décimée par l'homme (1).

Ces considérations font apparaître comme un fait particulièrement aberrant l'isolement de la Rhytine, l'espèce géante de l'ordre, dont les derniers représentants furent exterminés en 1768. Son habitat se situait environ entre le 50° et le 65° latitude Nord, dans l'*arctirénica* de Sclater, région des Phoques et des Otaries.

Or, la répartition nettement localisée des Siréniens actuels contraste avec la répartition dispersée des Siréniens fossiles. On trouve des Siréniens fossiles dans les terrains tertiaires de l'Ancien et du Nouveau Monde, dans l'éocène de la Jamaïque, le miocène de la Caroline septentrionale, le pliocène de la Californie, de l'Argentine, de l'Australie.

On en rencontre dans l'éocène d'Egypte, dans l'éocène d'Italie, dans l'oligocène d'Italie, de Suisse, du Lot-et-Garonne, de la Gironde, de Seine-et-Oise, de Belgique, de la Grande-Bretagne. Les Siréniens miocènes sont particulièrement nombreux et leur aire de dispersion paraît comprise, en Europe, entre le 35° et le 52° de latitude Nord.

La répartition des Siréniens fossiles nest pas, en ce qui concerne les conditions climatériques, en opposition avec la répartition des Siréniens actuels. Les Siréniens les plus primitifs que nous connaissions ont dû déjà s'adapter à vivre sous des climats chauds. Nous rappellerons que la végétation européenne pendant la période éocène présentait un aspect africain et que les régions arctiques, elles-mêmes, avaient un climat tempéré. Ce n'est qu'au pliocène que se manifestera, d'une manière décisive, l'invasion des froids septentrionaux.

On peut dès lors considérer que c'est l'extension d'un climat à allure tropicale, ou subtropicale, qui conduisit l'ancêtre de la Rhytine dans les contrées arctiques où le « Lamantin de Steller » vivait encore, il y a près de deux siècles. Ce Sirénien s'est maintenu le long des côtes du Kamtchatka et du détroit de Behring, par une adaptation, exceptionnelle dans l'orde des Siréniens, à un climat rigoureux. La Rhytine apparaît ainsi, selon une juste observation de Woodward (2), comme un survivant des temps tertiaires, un « geological outlier ».

Si, d'autre part, on peut supposer que le refroidissement du climat a pu, dans une certaine mesure, entraîner la disparition des Siréniens d'Europe, du moins, cet accident climatérique n'a pas déterminé leur migration vers les régions où on les trouve actuellement. La dispersion vers les tropiques, si l'on admet l'hypothèse d'Abel (3), a dû s'effectuer de très bonne heure.

---

(1) C'est ainsi que les *Manatus latirostris* Harlan de la Floride ont subi une grande mortalité au cours de l'hiver de 1894-1895 où le thermomètre marqua 20° F.

(2) H. Woodward : On the fossil Sirenia in the British Museum. *The Geological Magazine*, 1885, p. 412-425.

(3) O. Abel : The genealogical history of Marine Mammals. *Annual Report of the Smiths. Instit.* 1907 (1908). Washington, p. 473-497.

D'après O. ABEL, en effet, la souche originelle des Siréniens est la Méditerranée. De cette souche disparue se seraient détachées les formes actuelles, les Lamantins émigrant vers l Ouest et les Dugongs prenant le chemin de l'Est. Il y a lieu de remarquer, ici, que la limite entre la faune méditerranéenne et la faune indienne a été toujours assez nettement tranchée. C'est seulement vers la fin du pliocène que la jonction s'est opérée par Suez entre le bassin de la Méditerranée et le bassin indo-pacifique. Mais, on peut supposer que, dès l'éocène, par l'Arabie, et dans la direction du Sud-Est, vers l'Inde, puis dans la direction du Sud, vers le Nord de Madagascar, les ancêtres des Dugongs ont pu atteindre les latitudes où ils vivent encore (1). La migration des Lamantins aurait été, de même, très précoce. Le *Prorastomus sirenoides* Owen de l'éocène de la Jamaïque serait, en effet, d'après Ch. DEPERET et F. ROMAN (2), un ancêtre direct du groupe des *Manatus*. Cette opinion conduit ces auteurs à considérer que dès l'éocène moyen les formes fossiles s'apparentant au type *Dugong* et au type *Lamantin* se situaient et se répartissaient, les premières dans l'Ancien Monde, les secondes dans le Nouveau.

Si les Lamantins sont originaires de la Méditerranée, les ancêtres des Lamantins ont dû prendre également la route du Sud pour se localiser sur la côte occidentale d'Afrique; ou bien il y a eu une première migration d'Europe en Amérique, puis une migration secondaire d'Amérique en Afrique. Il est également nécessaire d'envisager cette dernière migration dans l'hypothèse de Deperet et Roman. Or, ce que nous avons dit des mœurs des Siréniens actuels et des mœurs probables de leurs ancêtres, ne nous permet pas de considérer que les Lamantins aient pu traverser directement l'Atlantique.

L'histoire des relations continentales, pendant le Tertiaire, entre l'Amérique, l'Europe et l'Afrique, relations soumises au jeu des régressions et des transgressions, est très complexe (3). A l'Eocène, avant la transgression priabonienne, sont établies des relations entre l'Europe, les contrées méditerranéennes et la côte Est de l'Amérique du Nord, puis celles de la Floride et des Antilles. Si les Lamantins sont originaires de la Méditerranée, il faut admettre qu'ils aient pu atteindre, pour les longer vers le Nouveau Monde, les rivages de ces terres émergées. Si les ancêtres des *Manatus* sont originaires des Antilles, il faut reconnaître qu'il y a eu aussi entre les Antilles, l'Amérique du Sud, l'Afrique Occidentale et même Méridionale, une liaison, plus ou moins intermittente, qui aurait pu permettre la migration des Lamantins américains en Afrique. C'est cette route terrestre qu'auraient suivi, à l'Oligocène, certains Insectivores (*Zalambdodontes*), et

(1) Les restes de Siréniens fossiles dont nous avons parlé ont été découverts par M. WATERLOT, dans des couches de l'île Makamby, qu'il faut rapporter à l'oligocène.

(2) Ch. DEPERET et F. ROMAN : Le *Felsinotherium Sersesi* des sables pliocènes de Montpellier. *Archives du Mus. d'Hist. nat.*, Lyon, t. XII, 1920.

(3) L'histoire des liaisons continentales entre l'Amérique, l'Europe et l'Afrique a donné lieu à d'importants travaux de la part de M. L. JOLEAUD. Voir : L. JOLEAUD: Relations entre les migrations du genre *Hipparion* et les connexions continentales de l'Europe, de l'Afrique et de l'Amérique au miocène supérieur. *C. R. Acad. Sc.*, 1919, t. 168. P. 177-179. Voir aussi le magistral article plus récent : L. JOLEAUD : L'histoire biogéographique de l'Amérique et la théorie de Wegener. *Journ. Soc. des Américanistes de Paris*. Nouv. série, t. XVI, 1924, p. 325-360.

au Miocène, certains Rongeurs Hytricomorphes (*Octodontidés*). Il semble toutefois que ces relations se sont effectuées surtout à travers l'Atlantique central. Il y a lieu de se demander cependant si les limites méridionales du front continental qui, avec des vicissitudes diverses, a dû s'établir depuis l'Eocène supérieur, jusqu'à la fin du Néogène, ne s'étendait pas à travers l'Atlantique méridional, jusqu'aux environs du 14° latitude Sud ou s'il ne venait pas, dans ces régions, s'appuyer à quelques fragments persistants d'un continent plus vieux.

Il se trouve, en effet, que les plus vieilles traditions, datant de 1690, signalent l'existence de Lamantins autour de l'île Sainte-Hélène. Le Gouvernement avait même établi un droit sur chaque animal tué. On les appelait les vaches marines et une baie de l'île, sur la côte Sud-Ouest, portait le nom de baie des Lamantins. Ces animaux, sans être très nombreux, n'étaient pas rares. Le dernier Lamantin aurait été tué en 1810. En 1875, J. C. Mellis dans sa description physique, historique et topographique de l'île, apporte en faveur des faits que nous résumons ici un témoignage nettement affirmatif.

Ces Lamantins se seraient donc maintenus isolément sur la route des migrations tertiaires de l'ordre, autour d'une île elle-même témoin isolé d'un archipel ou d'une ligne de rivages. Adaptés à la vie marine côtière, il est vraisemblable de penser qu'ils avaient gardé des caractères primitifs et qu'ils étaient les survivants d'une espèce ou d'un genre partout ailleurs disparu (1).

L'isolement d'un Lamantin à Sainte-Hélène aurait, à certains points de vue, une signification comparable à l'isolement de la Rhytine sur les rives du Kamtchatka (2). La présence, aux temps actuels, de ces deux formes « relictes » en deux points si éloignés du globe, apparaît comme un important jalon pour l'histoire biogéographique des Siréniens. Quant à l'existence d'un Lamantin dans le Tchad, elle fournit un argument de plus en faveur de la grande extension relativement récente du lac Soudannais et des connexions qui le reliaient au bassin du Niger et du Congo (3).

---

(1) R. LYDEKKER : On the supposed former existence of a Sirenian in Saint Helena. *Proc. zool. Soc.*, London, 1899, p. 796-798.

(2) Les Rhytines ne paraissent pas avoir utilisé pour gagner les côtes du Kamtchatka, les lignes de rivage émergées *entre l'Europe et les côtes orientales* de l'Amérique du Nord. Les Rhytines, dont on reconnaît généralement les affinités très nettes avec les Habroridés, ont dû suivre les ancêtres des Dugougs dans leur dispersion le long des côtes de l'Océan Indien et se répandre jusqu'aux côtes du Nord-Pacifique. Il est probable que ces mamifères, par le détroit de Behring et sans doute aussi le long de l'isthme qui a dû l'obstruer à plusieurs reprises pendant les temps tertiaires, ont pu fréquenter les côtes occidentales de l'Amérique du Nord.

(3) Voir L. GERMAIN : Origine de la faune fluviatile de l'Est africain. IX^{e} Congrès Internat. de Zoologie. Monaco 1913. Section IV. P. 559-571.

4e groupe

SCIENCES ÉCONOMIQUES

18e section

AGRONOMIE

Président. . . . . Constant JOURNÉE, Professeur à l'Institut Agronomique de l'Etat, Gembloux.

Vice-Président. . . . . Pierre LARUE, Ingénieur agronome, Gurgy (Yonne).

Secrétaire. . . . . HAUTMONT.

V. LATHOUWERS

Docteur ès-sciences, Chargé de cours à l'Institut Agronomique de l'Etat.

Assistant à la Station de Recherches pour l'Amélioration des Plantes, Gembloux.

VARIATIONS SPELTOÏDES APPARUES DANS LES LIGNEES PURES DE FROMENT ET D'EPEAUTRE

Parmi les innombrables manifestations qui ressortent du domaine de l'hérédité, signalons les variations speltoïdes de *Triticum sativum*. Comme le dit très bien le nom qu'on leur a donné, ces « speltoïdes » sont des plantes aberrantes qui, brusquement apparues dans des lignées pures de Froment ordinaire, portent des épis dont l'allure rappelle celle de l'Epeautre (*Triticum Spelta*) : épis étroits, effilés, épillets forte-

ment appliqués contre le rachis, glumes courtes, à plan supérieur élargi, à carène assez bien développée, à stries longitudinales plus ou moins proéminentes, glumes assez fortement serrées autour des graines; d'autre part, la compacité en est généralement notablement plus élevée que chez l'Epeautre et leur rachis est moins cassant que chez cette céréale.

Ce fut le grand généticiste suédois Nilsson-Ehle qui attira le premier l'attention sur ces manifestations de la variabilité chez *Triticum:* depuis plusieurs années, il étudie les multiples générations issues des variations speltoïdes découvertes par lui, à Svalôf, dans les parcelles du jardin d'amélioration du célèbre institut suédois de perfectionnement des plantes. Nous verrons ci-après quelle interprétation Nilsson-Ehle donne à ces apparitions. Ces dernières années, d'autres expérimentateurs, tous scandinaves, ont également étudié ces variations : citons Akerman, Lindhard et Kajanus.

Avant d'en venir à mes propres études, je dois faire observer que, m'étant engagé envers le Bulletin de la Société royale de Botanique auquel je destine l'exposé détaillé de mes recherches et de mes conclusions, je ne puis m'étendre ici autant que je l'aurais souhaité sur ce sujet intéressant, et je me vois forcé de n'en donner qu'un aperçu restreint, suffisant néanmoins pour motiver, à mon sens, la possibilité d'interpréter les variations speltoïdes observées par moi, d'une façon moins compliquée que ne l'est l'hypothèse de Nilsson-Ehle.

Au cours de l'année 1920, apparurent brusquement, dans deux lignées pures de Froment, des plantes aberrantes, possédant plusieurs caractéristiques de l'Epeautre; elles étaient semblables aux variations auxquelles Nilsson-Ehle a donné le nom de « variations speltoïdes »; en outre, une troisième variante fut trouvée, elle, dans une lignée pure d'Epeautre; cette dernière avait le même aspect que les deux premières. Les épis en étaient un peu colorés, mutiques, et renfermaient des grains roux.

Les graines de ces touffes furent semées sur des parcelles séparées, afin d'en obtenir une deuxième génération. La composition de celle-ci fut très hétérogène : à côté de diverses formes de *Triticum vulgare* (Squarehead en massue typique, formes en massue allongée, plantes se rapprochant des races locales, c'est-à-dire à épis allongés, effilés au sommet, à compacité peu élevée mais régulièrement répartie le long du rachis), j'y rencontrai des formes typiques de *Triticum Spelta* et des formes intermédiaires « *speltoïdes* ». La grande majorité des épis et des graines étaient de couleur rouge (roux), quelques épis, cependant, étaient blancs et quelques rares touffes, à épis colorés ou non, avaient des graines blanches. Dans une des trois descendances, apparurent quelques épis barbus.

Les touffes de ces deuxièmes générations étant en trop petit nombre

pour qu'on pût tirer une conclusion certaine concernant la nature génétique de ces variations, la totalité des graines de cette F2 fut semée : toutefois, ce semis ne put avoir lieu qu'en octobre 1922, et ce n'est que tout récemment que je pus effectuer l'analyse approfondie des troisièmes générations.

Voici, à titre d'exemple et brièvement, la nomenclature des formes diverses qui apparurent lors du dénombrement des touffes constituant la F3 d'un des speltoïdes trouvés en 1920 :

1. La F3 produite par l'autofécondation des types « *vulgare* » hétérozygotes de la F2, était composée de :

58 « subcompactum »;
385 Squarehead plus ou moins en massue;
310 formes « locales »;
153 speltoïdes;
49 épeautres.

Au fur et à mesure que diminue la compacité des épis des divers types de la F2, apparaissent, en nombre croissant, à la F3, des speltoïdes et des épeautres; au contraire, ces dernières formes sont absentes ou quasi absentes (4/635) dans la descendance de toutes les formes « vulgare » dont la compacité dépasse 30.

Si je prends ici, comme trait d'union entre les divers types, la densité ou compacité de l'épi, c'est que ce caractère est vraiment, à côté de certains autres caractères morphologiques, un des déterminants de l'aspect typique des épis. Or, nous remarquons, en examinant la F3, une connexion nette *continue* et *dans le même sens* entre les diverses compacités et par suite le type des épis de la F2 et la répartition numérique de ces types dans la F3.

2. Dans la F3 résultant de l'autofécondation des « *speltoïdes* » hétérozygotes de la F2, nous dénombrons :

6 « subcompactum »;
308 Squarehead plus ou moins en massue;
284 formes « locales »;
730 « speltoïdes »;
330 épeautres.

Nous retrouvons donc ici les mêmes types que dans les descendances des « vulgare »; mais, au fur et à mesure que la densité des F2 décroît, au fur et à mesure que les épis s'allongent et deviennent moins compacts, au fur et à mesure aussi le nombre d'individus speltoïdes et épeautres s'accroît à la F3. Nous enregistrons, en effet, à la F3, en y comprenant les homozygotes, 2040 speltoïdes et épeautres pour 598 « vulgare » alors que, à la 3e génération issue des « vulgare », nous comptons 1003 « vulgare » pour 198 speltoïdes et épeautres.

En analysant la F3 au point de vue de la coloration des glumes, nous trouvons dans la disjonction des types « vulgare » de la F2, 422 touffes à épis plus ou moins roux : 140 blancs, ce qui correspond, pour ainsi dire mathématiquement à la formule de disjonction d'un monohybride 3 : 1.

La F3 issue des touffes « speltoïdes » de la F2, s'est montrée beaucoup plus hétérogène : la séparation des types nettement blancs s'est montrée extrêmement difficile; en effet, du roux foncé au blanc pur, nous avons rencontré tous les intermédiaires : roux plus ou moins foncé, roux pâle, roux très pâle; impossible de délimiter nettement ces catégories.

L'examen des F3 au point de vue de la *coloration des grains* nous montre quelques rares touffes à grain blanc contre une très grande majorité de grains colorés.

Discussion des résultats de l'analyse de cette F3 :

La théorie sur laquelle Nilsson-Ehle, ainsi que Akerman et Lindhard se basent pour expliquer l'apparition de ces variations speltoïdes est la suivante :

Il s'agit, d'après ces expérimentateurs, de « *mutations complexes affectant simultanément deux, plusieurs ou toute une série de facteurs, plus ou moins liés, associés entre eux* ». Si le speltoïde diffère peu du type normal, la mutation affecte un petit nombre de facteurs; si elle en diffère beaucoup, c'est toute une série de facteurs qui est atteinte. Dans ce dernier cas, il se produit une emprise profonde sur la constitution intime des plantes mutantes : d'où diminution de l'*énergie végétative* (certaines de leurs formes restent naines) et de la *vitalité sexuelle* (non-formation de certaines cellules sexuelles) : ces dernières anomalies semblant se confirmer par les recherches cytologiques de Winge, qui montrent, chez certaines de ces formes, des nombres chromosomiques aberrants, avec présence d'un chromosome « baladeur ».

Ces variations sont, d'après eux, de *vraies mutations*, pour les motifs suivants : 1° simplicité des disjonctions; 2° absence d'occasion offerte à un croisement naturel *Trit. Vulgare* x *T. Spelta;* 3° réapparition continue et générale dans toutes les séries et aux diverses générations du type normal de Froment dans lequel la variante est apparue, type réapparaissant toujours à l'état *homozygote*.

Il semble qu'il n'y ait aucun doute à ce que les variations speltoïdes observées par Nilsson-Ehle ne soient de vraies mutations. Cependant, tout récemment, Birger Kajanus, le réputé généticiste de Landskrona, dans un beau travail sur les hybridations entre les diverses espèces de *Triticum*, émet l'avis que plusieurs cas de speltoïdes et même les cas de Nilsson-Ehle, peuvent s'expliquer plus simplement par la théorie des disjonctions mendéliennes.

D'autre part, en ce qui concerne les variations speltoïdes que j'ai eu l'occasion d'étudier, il semble qu'il n'y ait nul doute à ce qu'elles soient le produit de croisements entre *Triticum sativum* et *T. Spelta*.

Pour émettre cette conclusion, je me base sur les faits suivants :

1° Voisinage, l'année avant celle où les variantes ont été constatées pour la première fois, de parcelles d'amélioration de diverses variétés d'Epeautre, mutiques et barbues, rouges et blanches, à côté des parcelles de Froment dans lesquelles sont apparues les variantes;

2° Facilité relative, surtout certaines années où il fait sec et chaud au moment de la floraison des céréales, avec laquelle se font des croisements naturels entre *Triticum sativum* et *T. Spelta*;

3° Disjonction compliquée aux diverses générations et quant aux types de l'épi, et quant à leur couleur, et quant à celle des grains;

4° Réapparition, au cours des diverses générations, du type normal de *Triticum*, dans lequel a apparu la variante, et cela le plus souvent à l'état hétérozygote;

5° Les F1 ou plantes variantes observées étaient intermédiaires entre le Froment et l'Epeautre avec dominance partielle du caractère *Spelta;*

6° Parmi les types « vulgare » de nos F2 et F3, nous rencontrons des « subcompactum », des Squarehead plus ou moins en massue et des types à densité plus régulière, effilés; ce fait ne doit nullement étonner : la constitution génétique des Squarehead est assez compliquée; y interviennent des facteurs multiples; il est, en outre, reconnu que divers types de Squarehead ne sont qu'imparfaitement fixés; leur compacité et la répartition de celle-ci le long du rachis varient souvent à l'intérieur même de lignées pures, d'après les influences climatériques. Il est reconnu que leur entrée dans certains croisements donne très souvent naissance à des « nova »;

7° Nous retrouvons, aux diverses générations, en ce qui concerne la densité des épis en épillets, la coloration des épis et celle des grains, les disjonctions typiques des caractères dus à la présence de facteurs multiples additionnant leurs effets et donnant ainsi lieu à des dénombrements possédant l'allure de courbes de variabilité, ce qui rend presque impossible la répartition du matériel en catégories nettement délimitées.

W. RUSSELL

CAS DE GIGANTISME CHEZ AVENA SATIVA

L'année dernière, au mois de juin, j'ai été surpris de voir, éparpillés dans un champ d'orge, au lieu dit la Plesse, près Villejust (Seine-et-Oise), des pieds d'Avoine qui, par l'ensemble de leurs caractères extérieurs, s'éloignaient singulièrement du type normal : leur tige, haute de plus de 2 mètres et non ramifiée à la base, était garnie de feuilles très amples dont la largeur variait de 4 à 5 centimètres, et qui atteignaient parfois 40 centimètres de longueur (fig. 1).

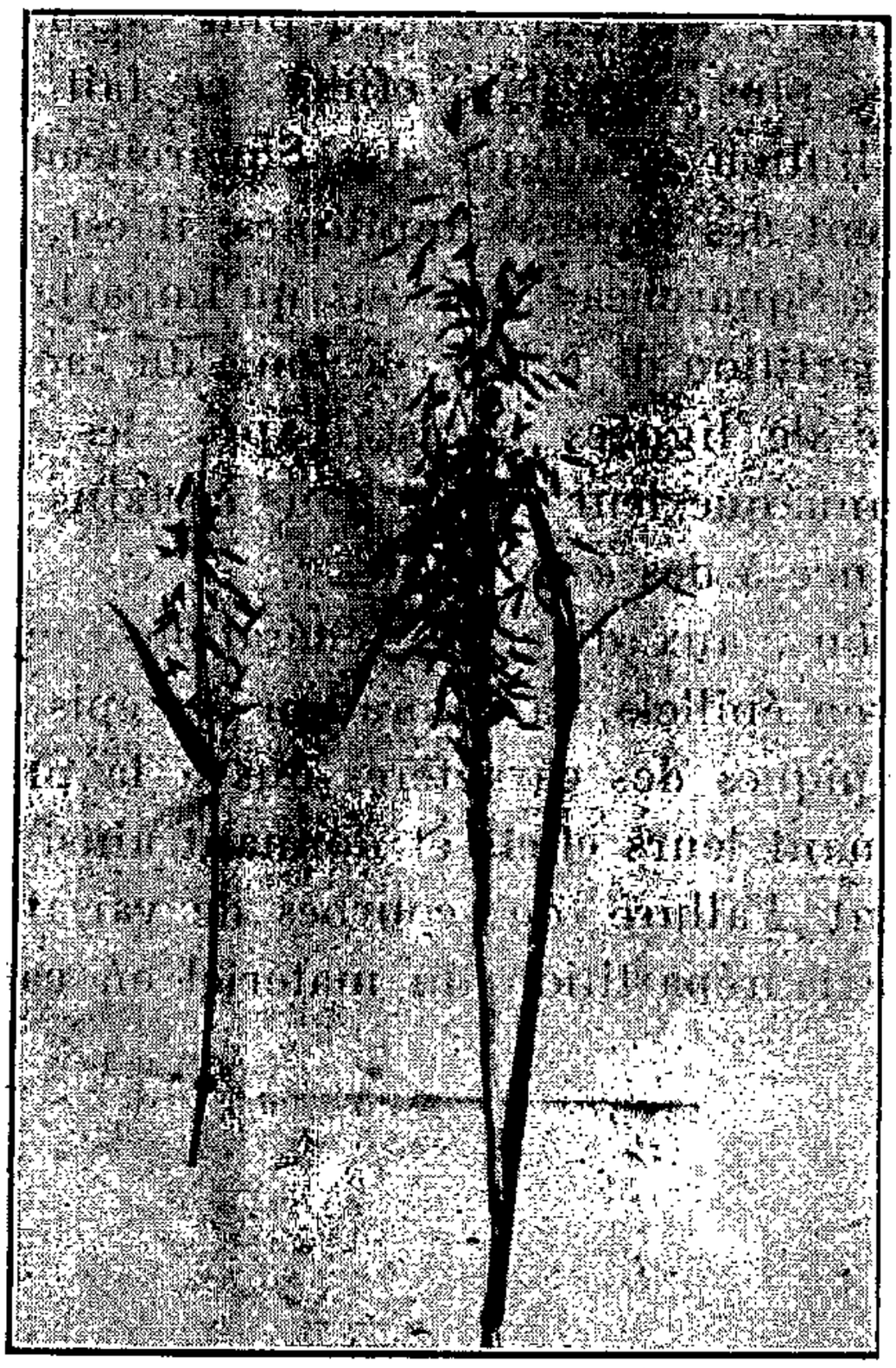


Fig. 1. — Panicule d'*Avena sativa* : forme normale et forme géante.

Les mérishalles avaient 25, 30 cm. de longueur et mesuraient jusqu'à 5 centimètres de tour.

La panicule qui terminait le chaume de ces Avoines à port de

Roseau avait une longueur de 50 cm. et comprenait un grand nombre d'axes secondaires étalés en tous sens et eux-mêmes abondamment ramifiés; les épillets portés par ces petits axes avaient les dimensions de ceux des Avoines normales (20 mm) et étaient presque toujours mutiques. La base de la panicule avait éprouvé sur environ 8/10 cm. un enroulement hélicoïdal très prononcé qui se manifestait à un plus faible degré chez les axes secondaires des premiers verticilles et même dans quelques-unes de leurs ramifications.

Au point de vue anatomique, la structure du chaume rappelait dans ses grands traits celle des tiges d'Avoine normale; comme dans celle-ci on observait deux cercles de faisceaux libéro-ligneux et une sclérification marquée de la partie périphérique du conjonctif; mais le nombre des faisceaux de chaque cercle avait décuplé et leurs éléments s'étaient amplifiés d'une façon remarquable.

Le diamètre moyen des vaisseaux qui est de 30 mm. chez les Avoines normales, était de 70 mm. et celui des tubes criblés de 10 mm. au lieu de 4 mm.

Les nombreuses racines insérées sur les nœuds de la base de la tige atteignaient également une grosseur inusitée qui se traduisait au point de vue anatomique par une augmentation de dimensions de l'écorce et du cylindre central, avec, comme conséquence, un accroissement du nombre de faisceaux ligneux et de faisceaux libériens.

L'écorce, beaucoup moins sclérifiée que celle des racines normales, était en outre creusée de grandes lacunes.

E. MIEGE

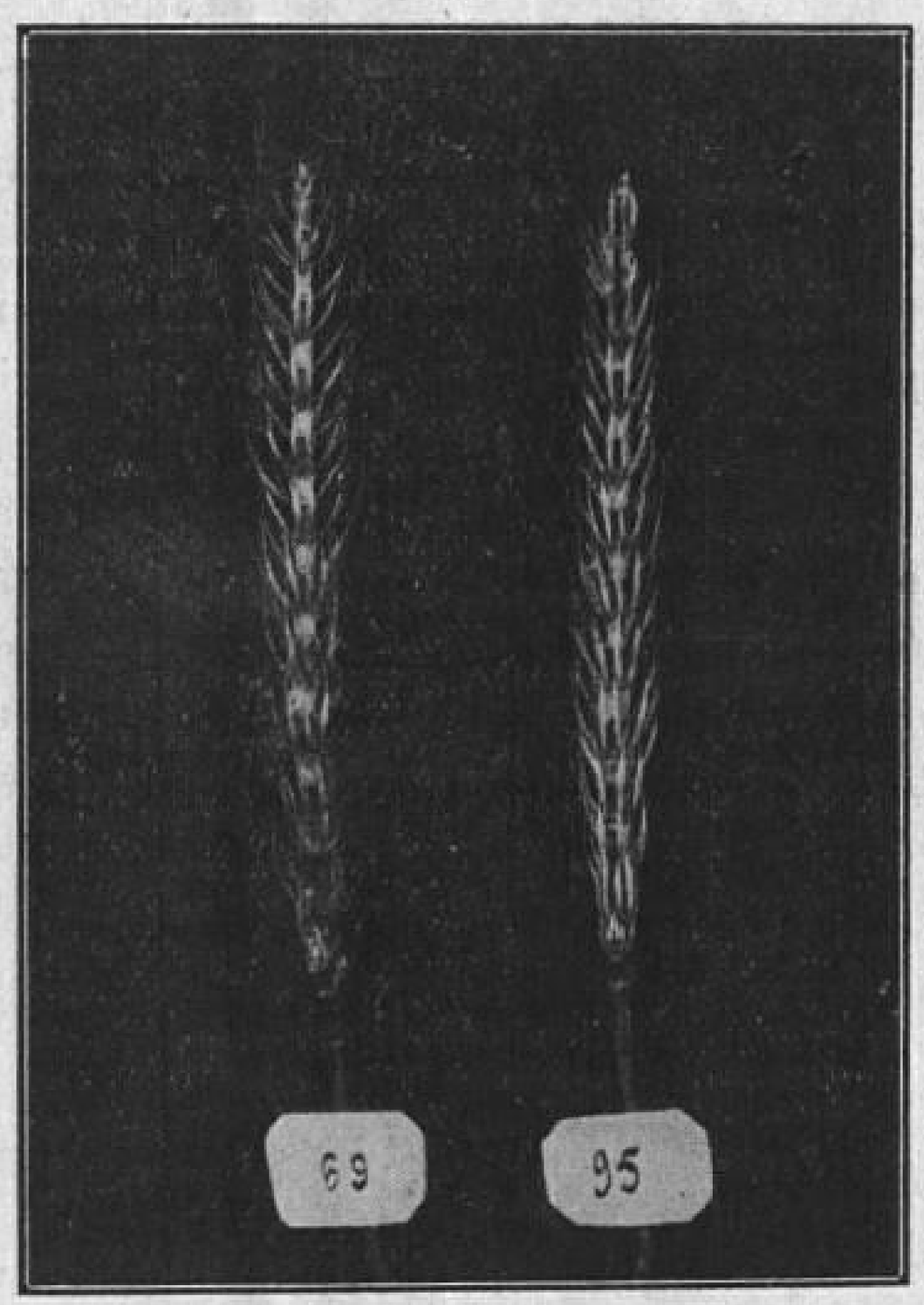
Station de sélection et d'essai de Semences, Rabat (Maroc).

DE QUELQUES CARACTERES SECONDAIRES POUVANT SERVIR A LA DISTINCTION DES « SORTES » DANS LES ORGES CULTIVEES

En dehors des caractères morphologiques qui permettent habituellement de séparer les espèces et variétés d'Orges cultivées, un certain nombre de particularités secondaires peuvent utilement servir à la distinction des sous-variétés et des sortes. Nous les avons avantageusement employées depuis 1921 pour l'étude des Escourgeons marocains (1),

(1) E. Miège : Les orges marocaines, Rabat 1924.

et nous avons cherché à déterminer leur valeur taxonomique, c'est-à-dire leur amplitude, leur constance, la facilité de leur appréciation, leurs variations, etc... en les examinant successivement dans les parties d'une même inflorescence, dans les épis d'une même plante, dans les individus d'une même lignée et dans les différentes sortes d'une même variété, puis enfin dans les générations d'un même type, et ceci sur 156 *H. tetrastichum* dont 99 marocains, 60 *H. distichum* et 14 *H. hexastichum*.



Port de l'épi. — Ce caractère semble avoir été utilisé pour la première fois par Schubler (1818), qui divisa l'espèce linéenne *H. distichum L.* en *erectum* et en *nutans*; il nous a paru assez net et constant dans les Orges à deux rangs, où il est le plus souvent penché. Dans les *H. tetrastichum*, il est plus fréquemment dressé chez les races indigènes, et plus encore chez les *H. hexastichum*, ce qui n'est pas surprenant, étant donné sa relation avec la densité de l'épi. Toutefois, le port est aussi sous la dépendance des conditions écologiques; en milieu pauvre et sec, l'épi reste souvent accroché par ses barbes ou, par suite du ralentissement dans la croissance du premier entre-nœud, il est retenu dans la gaîne; on observe le même fait dans les repousses, qui sont toujours à épi dressé.

Rachis. — Les particularités du rachis utilisées pour la différencia-

tion des Blés (1) n'ont que peu de valeur pour celle des Orges. Sa coloration, qui varie du blanc-crème au jaune plus ou moins foncé et brillant, n'est pas facile à apprécier, ni très constante d'une année à l'autre.

Par contre, sa fragilité, différente selon les sortes, paraît héréditaire.

Premier entre-nœud du rachis. — Il varie dans sa forme et dans ses dimensions; il peut être court ou long; droit, courbe ou sinueux, parfois même presque double; épais ou mince.

Chez les *H. tetrastichum*, les entre-nœuds courts (2 à 5 m/m) et courbes sont de beaucoup les plus fréquents (118 et 120 sur 156); il en est de même chez les *H. Hexastichum*, tandis que dans les Orges à deux rangs, les types longs (4 à 11 m/m) sont les plus nombreux (40 sur 58). Dans certaines sortes, même chez les Escourgeons, le premier entre-nœud est très long et dépasse 2 et 3 c/m; il atteint même 5 c/m dans une Orge marocaine (n° 77).

Ce caractère paraît assez stable dans un grand nombre de sortes et variétés pures.

Collerette. — La collerette, ou bourrelet, qui existe à la base du rachis, affecte une forme variable selon les Orges considérées. Cette particularité, qui est relativement constante dans une sorte pure, mais irrégulière cependant chez quelques-unes, est assez stable d'une année à l'autre pour une même lignée. Chez les *H. distichon*, la collerette est ordinairement oblique et entière (52 sur 58), rarement droite, et chez les *H. tetrastichum* et *hexastichum*, le bourrelet oblique est également le plus fréquent (100 sur 156). Dans quelques types, il porte une expansion plus ou moins développée, semblable à la languette que l'on trouve sur certaines panicules d'Avoines, et qui s'observe plus souvent chez les Orges à six rangs (11 sur 14).

Ce caractère semble utile pour la différenciation des sortes.

Glumes et arêtes. — Les glumes des Orges habituellement cultivées sont linéaires ou lancéolées, exceptionnellement spatulées, assez fréquemment asymétriques. Leurs dimensions et celles de l'arête qui les termine peuvent servir avantageusement pour la distinction des sortes.

Chez les orges à 2 rangs, les glumes (et leurs arêtes) se sont montrées plus courtes (de 2 à 4 m/m) aux deux extrémités de l'épi et surtout au sommet, mais à peu près égales d'un côté ou de l'autre de l'inflorscence ; leurs variations dans les épis d'une même plante ou dans les individus d'une même lignée sont de l'ordre de 0 à 2 m/m., et dépassent rarement 1 m/m. dans les générations successives d'une même sorte. Les glumes courtes, à arêtes plus petites qu'elles, sont les plus fréquentes.

Dans les orges à 4 rangs, l'arête est souvent un peu plus grande dans

(1) Denaiffe, Colle et Sirodot : Les blés cultivés.

l'épillet latéral externe et les glumes plus petites au sommet de l'épi, mais les variations restent faibles. La longueur de la glume varie, dans ce groupe, de 5 à 9 m/m., les types moyens (6 à 7 m/m.) étant les plus fréquents; celle des arêtes va de 3 à 15 m/m., les courtes (3-7) étant les plus nombreuses; mais chez quelques formes marocaines, elle est égale ou supérieure au double de celle de la glume.

Chez les orges à 6 rangs, les glumes sont moyennes, tandis que les arêtes paraissent toujours longues; dans certains cas, elles sont fragiles.

Ce caractère des dimensions de la glume et de l'arête paraît bien héréditaire.

Barbes. — Les dimensions, la disposition, la caducité et la fragilité, la rugosité, la couleur... des barbes sont autant de caractères secondaires utilisables pour la distinction des sortes d'orges.

D'après nos observations, la longueur est ordinairement plus élevée dans les épillets médians (5 à 10 m/m) ainsi qu'au quatrième rang des épillets fertiles, mais plus faible aux deux extrémités de l'épi et surtout au sommet. Les variations sont plus fortes dans un même épi que dans les diverses inflorescences et dans les divers pieds d'une même lignée. Malheureusement,, la taille — comme la couleur — des barbes est largement influencée par les conditions de milieu, surtout chez les escourgeons. D'autre part, leur fragilité — relativement grande dans les régions chaudes et sèches comme le Maroc — rend assez difficile la détermination précise de leurs dimensions.

La largeur des barbes n'est pas toujours en rapport avec leur longueur et elle semble, d'autre part, être influencée par les conditions extérieures; quoique variable d'une année à l'autre (1) (1,5 ‰ en 1921, 1,2 en 1922, 1,4 en 1923, 1 ‰ en 1924 dans les escourgeons indigènes); elle est généralement forte au Maroc, même pour les orges à deux rangs, où elle s'est élevée jusqu'à 2 ‰ (Princesse) et chez lesquelles elle atteint, en moyenne, la même valeur que chez les orges à 4 rangs (1,5 ‰).

La disposition des barbes (en pinceau, en éventail) reste assez constante pour une même sorte, mais leur coloration — comme celle des blés — varie, au contraire, d'une année à l'autre.

Grains. — Les dimensions des grains — bien que subordonnées aux conditions de nutrition et, par suite, aux facteurs écologiques — sont assez caractéristiques d'un certain nombre de races et de variétés.

Dans un même épi d'orge à 2 rangs, les grains sont généralement plus petits aux deux extrémités et surtout au sommet (parfois 2 ‰ 5) et varient également selon la situation des épillets; dans les divers épis d'une même plante et dans les individus d'une même lignée, les varia-

(1) Mesurée toujours au sommet de la paléole.

tions de taille sont de l'ordre de 1 m/m et atteignent 3 m/m dans les sortes différentes.

Dans les escourgeons, les grains des épillets médians sont plus longs (0,5 à 1,5 ‰) que ceux des épillets latéraux, et plus courts aux deux extrémités de l'épi; ils varient peu dans les inflorescences d'un même pied et dans les plantes d'une même sorte pure. Ils sont toujours plus allongés que chez les *H. distichum*, mais l'amplitude de leurs variations est de même ordre (1,5 ‰ dans la même plante, 1 ‰ dans une même lignée, 3 ‰ dans les différentes sortes). Les valeurs extrêmes que nous avons observées ont atteint 9 et 14 ‰ 5, dépassant de beaucoup celles qui ont été données par les différents auteurs.

La nature lisse ou ridée de la surface des grains est moins utilisable dans les escourgeons que dans les orges à 2 rangs, surtout en année très sèche. La couleur des grains, bien qu'utilisée par presque toutes les systématiciens, nous a paru assez variable dans le temps, surtout sur certaines variétés; son appréciation est, du reste, difficile et imprécise, car tous les intermédiaires existent entre les types; enfin, elle est nettement soumise à l'influence des conditions climatériques et le Prof. Blaringhem a déjà signalé sa variabilité et la difficulté de l'estimer.

Pédicelle. — La longueur du pédicelle est assez caractéristique. Dans les orges à 4 rangs, elle varie de 0,5 à 1 m/m dans le même épi et est un peu plus grande dans les grains du centre; elle est, par contre, souvent plus courte dans les types β et α (1), que dans les δ et γ. Cette dimension est relativement uniforme dans les divers épis d'un même pied et dans une même lignée. Elle varie peu d'une année à l'autre (1 ‰ au maximum) et permet de diviser les escourgeons en types à pédicelle court (inférieur à 4 ‰), qui sont les plus nombreux, et en types à pédicelle long.

Dans les orges à 2 rangs, la longueur du pédicelle varie (1 ‰) d'un côté à l'autre du rachis, et est plus faible aux deux extrémités de l'épi; entre les épis d'une même plante ou d'une même lignée, les écarts atteignent de 0,5 à 1 ‰ et 2 ‰ entre les diverses sortes et variétés. Enfin, dans certaines races de *H. distichon*, les pédicelles restent fréquemment attachés au rachis.

Ils sont courts (3 à 4 ‰) chez *H. hexastichum K.*

Résumé. — A la condition expresse d'être examinés sur des organes strictement homologues (2), certains caractères secondaires de l'épi et du grain montrent une stabilité relative et une valeur pratique suffisantes pour servir avantageusement à la distinction des sortes, et parfois même des variétés d'orges cultivées. En particulier : la longueur des glumes et de leurs arêtes, celle du pédicelle, la disposition de la

(1) De même chez H. DISTICHUM.
(2) Par exemple : 4 épillet médian, à partir de la base, pour les orges à 4 rangs.

collerette et du premier entre-nœud, celle des barbes... permettent — lorsqu'ils sont utilisés simultanément — d'extraire des sortes, lignées et biotypes, qui risqueraient de rester insoupçonnés ou insuffisamment précisés; par contre, la coloration du rachis, des barbes et du grain, les dimensions et la fragilité des barbes, la texture du caryopse — au moins sous le climat du Maroc et dans les conditions de nos essais — paraissent trop sensibles à l'influence d'un milieu sévère et, par suite, soumis à des fluctuations irrégulières et de trop grande amplitude, pour pouvoir être utilisés avec certitude.

P. MARSAIS
Ingénieur agronome.
Chef des Travaux de Viticulture à l'Institut national agronomique.
Directeur intérimaire de la Station de Recherches viticoles de Paris.

MALADIE DE L'ESCA

(Notes recueillies au cours de M. Pierre Viala)

Revue de Viticulture - Tome LIX N° 1514. Juillet 1923

E. MARCHAL

Directeur de la Station de Phytopathologie de l'Etat, Gembloux (Belgique).

1° DE L'EMPLOI DU CARBONATE DE CUIVRE EN POUDRE POUR LA DESINFECTION DU GRAIN DE FROMENT DANS LA LUTTE CONTRE LA CARIE

La question de la désinfection des semences des Céréales contre certaines maladies charbonneuses et, en particulier, de celles du Froment contre la Carie, a fait l'objet d'une très riche expérimentation. Cependant, si l'on dispose, à l'heure actuelle, de procédés qui assurent la destruction complète des germes parasitaires, ces procédés présentent tous des inconvénients sérieux, soit qu'ils mettent en danger la vitalité de l'embryon, soit que leur application n'est pas suffisamment pratique.

Dans ces dernières années, on a, en Amérique, et spécialement à la Station expérimentale agricole de Berkeley (Californie), poursuivi des études sur l'emploi du carbonate de cuivre en poudre dans la désinfection des semences (1). A la suite de très nombreux essais conduits avec beaucoup de méthode et avec un soin minutieux, les expérimentateurs américains ont été amenés à adopter la modalité de traitement que voici :

Ils emploient un carbonate basique de cuivre renfermant de 51 à 54 % de carbonate et 39 à 42 % d'hydrate de cuivre et ne contenant pas plus de 6 à 7 % de matières étrangères. Le produit se présente sous l'aspect d'une poudre verdâtre, fine et bien sèche.

La quantité employée est de 2 « ounces » par « bushel », soit environ de 175 grammes par 100 kilos de grain. L'incorporation de la poudre s'effectue à l'aide d'un mélangeur qui n'est qu'une modification appropriée de la baratte-tonneau, d'une capacité telle que l'on puisse traiter un sac de froment à la fois. L'opération dure environ cinq minutes : deux minutes pour l'exécution du mélange et trois minutes pour la vidange et le remplissage. Il existe aussi des appareils à grand travail, brevetés, exécutant à la fois le triage, le nettoyage et le poudrage de la semence.

(1) Fungicidal Dusts for the Control of Bunt. by W.-W. Mackie and F.-N. Briggs. College of Agriculture. Agricultural Experiment Station, Berkeley, California. Bulletin n° 364, 1923.

Le traitement peut être effectué longtemps à l'avance, il suffit de conserver la semence dans un endroit sec.

Les résultats très encourageants obtenus en Californie à l'aide du carbonate de cuivre m'ont engagé à soumettre ce procédé à des essais comparatifs avec les méthodes classiques.

En voici le protocole et les résultats :

Série A. — Froment d'automne de la variété « Trésor » praliné de spores de carie de la récolte de l'année dans la proportion de 1 de spores pour 1000 de grains.

Semaille : le 10 novembre 1923.

RÉSULTATS	% DE GERMINATIONS	% D'ÉPIS CARIÉS
1. — Témoin, non traité.....	85	35
2. — Immersion dans solution à 0,5 % de sulfate de cuivre : 15 heures, lait de chaux : 5 minutes.....	93	0
3. — Immersion dans solution à 1 % de sulfate de cuivre : 1 heure, lait de chaux : 5 minutes.....	89	0
4. — Immersion dans solution à 5 % de sulfate de cuivre : 10 min., lait de chaux : 5 minutes.....	87	0
5. — Immersion dans solution à 5 % de sulfate de cuivre; pas de chaulage	69	0
6. — Arrosage à l'aide d'une solution de 6 % de sulfate de cuivre, pelletage de 10 minutes.....	85	0
7. — Immersion dans une solution à 0,3 % de formol : 10 minutes; grain maintenu humide en tas pendant 4 heures.....	85	0
8. — Poudrage à l'aide de carbonate de cuivre, à raison de 200 grammes pour 100 kg.; pelletage de 5 min.	91	0

Série B. — Froment de printemps de la variété « Manitoba », mélangé de grains cariés partiellement écrasés, dans la proportion de 1 de grains cariés pour 500 de grains sains.

Semaille : le 29 avril 1924.

1. — Témoin, non traité.....	81	15
2. — Poudrage au carbonate de cuivre à raison de 200 grammes par 100 kilos; pelletage de 10 minut.	82	3

Conclusions. — Il ressort de ces essais que le carbonate de cuivre utilisé pour la désinfection des grains de froment simplement pralinés de spores de carie fournit des résultats qui ne le cèdent en rien à ceux obtenus par les méthodes classiques par immersion au sulfate de cuivre et au formol.

Lorsque le grain contient, indépendamment de spores de carie, des faux grains cariés, l'efficacité du poudrage diminue sensiblement et l'avantage reste aux procédés par trempage.

On peut d'ailleurs rendre, dans ce cas, toute son efficacité au poudrage en brassant pendant quelques instants la semence dans de l'eau, ce qui permet d'éliminer les faux grains; elle est ensuite séchée, puis poudrée au carbonate de cuivre.

Quoi qu'il en soit, utilisé dans les conditions ordinaires d'un grain débarrassé au préalable de faux grains cariés, le poudrage au carbonate de cuivre apparaît comme un procédé réunissant toutes les conditions requises par un désinfectant parfait : il est efficace, respecte la faculté germinative de la semence et est, de plus, éminemment pratique.

Il me paraît représenter le procédé de l'avenir.

2° DE LA PRETENDUE EXISTENCE, EN BELGIQUE, DE L'ENDOTHIA PARASITA DU CHATAIGNIER

Dans une communication faite à la dernière réunion de Cincinnati de l'« American Phytopathological Society » et reproduite dans le numéro de janvier dernier du recueil américain « Phytopathology » (vol. 14, n° 1, p. 52), M. Haven Metcalf a annoncé la découverte qu'il avait faite à Bruges du redoutable *Endothia parasitica* du Châtaignier.

D'après les renseignements complémentaires que le savant spécialiste américain a bien voulu fournir à la légation belge à Washington, la découverte de ce parasite a été faite au cours d'une promenade dans le jardin public qui avoisine l'Eglise Sainte-Madeleine à Bruges, sur un buisson d'un *Castanea* oriental présentant une lésion insignifiante qui a fourni, en culture, les aspects caractéristiques du champignon américain.

M. Metcalf pense que l'importation du parasite en Europe a pu se faire pendant la guerre par des bois de châtaigniers provenant de

l'Ouest des Etats-Unis et il est même d'avis que le parasite pourrait encore être trouvé sur d'autres points de notre continent, s'il était méhodiqument recherché.

L'annonce de la découverte de M. Metcalf, qui constitue la première manifestation en Europe du parasitisme du redoutable champignon qui décime les plantations de châtaignier aux Etats-Unis, a suscité une légitime inquiétude en France où cette essence souffre déjà des atteintes de diverses affections graves.

C'est pourquoi il m'a paru nécessaire de procéder à une enquête sérieuse en vue de déterminer l'état sanitaire actuel des châtaigniers, non seulement dans la plantation mise en cause, mais encore dans la région environnante.

J'ai procédé à cette enquête au début de ce mois avec la collaboration de M. Van Hove, chef du Service belge d'Inspection phytopathologique.

Sous la conduite de M. Leys, chef des plantations de la ville de Bruges, nous avons minutieusement visité le parc Sainte-Madeleine dans lequel on trouve en sous-étage, en mélange avec des essences variées, quelques centaines de buissons périodiquement récépés de *Castanea « Numbo »*.

Un examen individuel de ces buissons nous a révélé l'absence complète de manifestations du parasitisme de *Endothia parasitica*.

On trouve çà et là sur ces Châtaigniers des rameaux secs sur lesquels s'observent, tantôt les gazonnements de *Tubercularia vulgaris*, tantôt les stromes valsiformes d'un *Cytospora*, très différent de la forme pycnidienne attribuée à l'Endothia américain.

Nous n'avons pu retrouver la lésion qui a servi au phytopathologiste américain à établir son diagnostic, sans doute s'est-elle cicatrisée sans laisser de traces.

Nous sommes donc autorisés à déclarer que le cas d'attaque d'un buisson de *Castanea Numbo* par Endothia parasitica, observé à Bruges en 1923 par M. Metcalf, est resté isolé, que le parasite n'a depuis pris aucune extension et qu'actuellement même toute trace en a disparu.

D'autre part, des observations effectuées sur les représentants du genre *Castanea* que l'on trouve çà et là dans les plantations de la ville de Bruges et dans les environs, ont confirmé l'inexistence du parasite dans la région.

On peut donc considérer encore, à l'heure actuelle, notre pays et l'Europe comme étant encore indemnes de ce parasite.

J. BEAUVERIE

Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.
Fondateur et ancien Directeur de la Station de Sélection du Massif central.

QUELQUES OBERVATIONS SUR LES RENDEMENTS DE DIVERSES VARIETES DE BLES

Les données numériques très nombreuses que nous avons réalisées sur les diverses variétés de blés cultivées à la Station de sélection de Clermont (Lafont, près Riom) en 1923 (1), nous permettent de tirer quelques conclusions d'ordre général et, notamment, d'établir des points de comparaison entre les blés tendres et poulards.

Tallage. — Faible chez les Poulards (5,12 à 4,33 par pied) (2), il atteint plus du double chez les blés tendres (8 à 12,26).

Poids de la paille. — 1° Avec engrais (3) : Un blé dur (Médéah) arrive en tête, viennent ensuite les Poulards, sauf les variétés méridionales. Cependant un blé tendre, Wilhelmina, s'intercale dans les Poulards, donnant un poids aussi élevé que la plupart d'entre eux. Blé Bordier se signale par le faible poids de la paille, mais son rapport G/P (grain sur paille) est très élevé;

2° Sans engrais : Odessa, hybride inversable, hybride du trésor, l'emportent de beaucoup, tandis que les Poulards deviennent inférieurs.

En somme, les Poulards ont des pailles bien plus longues et généralement plus fortes que les blés tendres, mais ce fait ne compense généralement pas le faible tallage, et les poids de la paille sont nettement inférieurs à ceux des blés tendres; avec engrais complet, l'inverse se produit et les blés poulards (et blés durs) l'emportent nettement sur les blés tendrés.

Poids des grains. — Avec engrais chimique, les Poulards donnent

---

(1) Nous publions le résumé de ces données (plusieurs milliers) dans la suite de notre rapport sur la Station de Sélection en 1923 (Bull. de l'Office rég. agr., Clermont, 1924, p. 101-170), on trouvera dans ce rapport les résultats de nos observations sur les nombreuses variétés et les pédigrès cultivés, au point de vue de leur résistance aux rouilles, de leur précocité, etc., etc.

(2) Les décimales s'expliquent par le fait que ces chiffres répondent à des moyennes.

(3) Ces blés avaient reçu l'engrais chimique suivant pour les 580 m. carrés de la collection : superphosphate 29 k. 500; sulfate d'ammoniaque 6 k. 500; sulfate de potasse 9 k. 500; nitrate de soude 20 k. 500 (ce dernier épandu au 15 mars).

les plus forts rendements, sauf les variétés méridionales comme Richelle de Naples.

Dans nos cultures sans engrais, ce sont, au contraire, les blés tendres qui arrivent en tête; cependant, un Poulard, la Touzelle d'Issoire, surpasse quelques blés tendres et, par suite, tous les autres Poulards.

En somme, avec engrais, le rendement des Poulards dépasse celui des blés tendres; sans engrais, c'est l'inverse qui se produit.

Poids total. — Avec engrais chimiques : Les blés poulards, malgré leur faible tallage, l'emportent de beaucoup sur les blés tendres; l'ordre décroissant a été le suivant : Aubaine blanche, Poulard blanc lisse de Touraine, Nonette de Lausanne, Poulard blanc lisse, Pétanielle de Nice, King of wheat, turgido. Un blé dur (Médéah) s'intercale après Poulard blanc lisse; les blés tendres viennent donc seulement à la suite des Poulards et blés durs;

Sans engrais, on constate tout le contraire : ce sont nettement les blés tendres qui prennent le pas : Odessa, hybride inversable, hybride du trésor, Bordeaux, dattel. Bon fermier et gros bleus ont été mis en état d'infériorité du fait de leur sensibilité à la rouille jaune qui a fortement sévi en 1923.

Les Poulards sont donc capables d'enlever plus de substance au sol, lorsque celui-ci est assez riche, que les blés tendres ; mais, nous verrons que, dans ces conditions, ils leur deviennent inférieurs quant au rapport G/P.

Rapport poids des grains au poids de la paille (G/P). — Si c'est le rendement G que l'on recherche surtout, et c'est le cas général, plus G/P sera élevé, meilleure sera l'utilisation du sol.

Avec engrais chimiques : Perle de Nuisement barbu, Teverson, Bordier, Cazaux Riéti x Japhet A3, Gironde, etc., se montrent supérieurs; par contre, Médéah, Wilhelmina. Poulard blanc lisse velu, Poulard à six rangs, etc..., semblent se livrer à quelque gaspillage. Ce dernier est compatible avec un fort rendement en grains : Poulard blanc lisse, Médéah, Wilhelmina, etc., mais avec une dépense un peu disproportionnée.

Sans engrais : Le rapport G/P devient fort pour les Poulards si on le compare à celui des blés tendres et même, un Poulard, la Touzelle d'Issoire, arrive en tête des 13 variétés cultivées en pédigrés. Les variétés suivantes se signalent par un rendement particulièrement économique : Touzelle d'Issoire (poulard), hybride inversable, dattel, hybride de la paix, etc., tandis que : « rustique » (Bordeaux), hybride du trésor, gros bleu, bon fermier, Wilhelmina, se montrent plus dispendieux.

Il semble donc qu'en sol assez fertile, mais sans engrais, les Poulards puissent donner des résultats avantageux par rapport à beaucoup de blés tendres. Et, de fait, nous avons vu la Touzelle d'Issoire (Pou-

lard), donner dans la région de cette ville des résultats considérés comme excellents par les cultivateurs, bien qu'ils n'apportassent aucun engrais à cette cuture. Cette variété présente certainement un intérêt spécial, son défaut est d'avoir une paille trop fine pour sa hauteur relativement considérable, ce qui l'expose beaucoup à la « verse ».

Si nous comparons les rapports G/P des Poulards cultivés avec et sans engrais, il semble que ceux-ci améliorent moins le rendement utile que dans le cas des blés tendres; la paille est favorisée bien plus que le grain. Il va sans dire que cette observation ne saurait être généralisée qu'autant que l'on aura fait varier la composition des engrais expérimentés, car il est bien vraisemblable que la composition de ceux-ci influe sur la valeur de G/P.

Le fait que les Poulards cultivés avec engrais se sont placés en tête des 43 variétés cultivées dans notre collection : blés tendres, blés durs, blés poulards, etc., justifie la pratique ancienne de la culture spécialisée des poulards en Limagne. Le blé dur de Médéah arrive ensuite et avant les blés tendres; il y aurait donc, peut-être, intérêt à y essayer la culture de certains blés durs. Cependant, l'infériorité du rapport G/P dans le Médéah indique une mauvaise utilisation du sol; celle-ci, toutefois, deviendrait meilleure en culture non intensive (c'est-à-dire sans engrais).

En somme, les blés poulards en culture intensive (engrais), donnent des chiffres absolus de rendement : paille, grain, poids total, plus forts que les blés tendres, mais la proportion $\frac{\text{Poids des grains}}{\text{Poids de la paille}}$ est plus faible;

En culture non intensive, les chiffres absolus de rendement deviennent inférieurs à ceux des blés tendres, mais G/P est plus fort.

Ces résultats semblent démontrer l'intérêt particulier des Poulards : supériorité en culture intensive, avec quelque gaspillage cependant qu'on peut tolérer en milieu d'abondance; par contre, meilleure utilisation du sol en culture sans engrais ou extensive.

Il y aurait lieu, peut-être, d'étendre les essais de ces poulards à d'autres régions que la Limagne présentant des conditions climatériques voisines et un sol assez fertile, sans doute de préférence argilo-calcaire; d'autant plus que la consommation des pâtes alimentaires tend à s'accroître au détriment du pain.

Il faudrait compléter ces études par l'examen des variations de G/P corrélatives aux variations dans la composition de l'engrais.

V. DUCOMET
Professeur à Grignon.

QUELQUES APERÇUS SUR LA DEGENERESCENCE DE LA POMME DE TERRE

Le problème de la dégénérescence de la Pomme de terre, posé depuis 150 ans au moins, reste un problème d'actualité. Il paraît aujourd'hui bien démontré que ce mot de dégénérescence exprime le résultat de l'intervention de *maladies à déterminisme externe, transmissibles, héréditaires, incurables, à aggravation progressive.*

a) L'idée de l'affaiblissement lié à la culture d'une part, à la multiplication végétative d'autre part, doit être abandonnée.

1° *La dégénérescence ne paraît pas liée à la culture.* — Les formes sauvages sont intéressées au même point que les formes cultivées. *Solanum Maglia* est très sujette à l'enroulement; *Solanum Caldasii* est très sensible à la mosaïque; mosaïque et enroulement coexistent fréquemment chez *Solanum Commersonii.* Les données nous manquent sur l'état sanitaire dans le pays d'origine, mais de ce que nous voyons *Solanum Caldasii* d'importation directe gravement atteinte l'année même de son introduction, il nous paraît logique de conclure que le mal existe comme chez nous dans la patrie de l'espèce.

2° *La dégénérescence n'est pas un effet du mode de multiplication.* — Dans tous nos essais, les produits de semis se sont immédiatement montrés tout aussi sensibles que les plants issus de tubercules.

b) Il s'agit bien de maladies à déterminisme externe, car l'élevage sous abri permet de maintenir la plante en bonne santé.

Quant à la cause exacte du mal, nous n'avançons guère. L'agent infectieux reste à découvrir; le mécanisme même de l'infection est loin d'être éclairci. Il n'est pas douteux que des insectes tels que les Aphidiens peuvent intervenir dans le transport et l'inoculation, mais la question est loin d'être résolue. *Nous n'oserions pas affirmer que la contamination par le sol ne s'effectue jamais.*

c) La transmission par le tubercule-semence est indéniable. Pratiquement, tous les descendants d'un individu malade peuvent être considérés comme atteints. Est-ce rigoureusement exact? Nous ne saurions l'affirmer encore, parce que l'extériorisation des symptômes ne se produit pas avec une régularité mathématique, parce que la distinc-

tion entre l'effet tardif de contaminations anciennes et l'effet hâtif de contaminations nouvelles est malaisée. Malgré tout, il semble bien que de rares exceptions existent. Il importe de les rechercher; la démonstration de leur réalité peut nous mettre sur une voie utile dans la recherche des causes.

d) Les mêmes réflexions doivent être faites à propos de la transmission par la graine. Pratiquement, les choses se passent comme si cette transmission existait. Les expériences faites jusqu'à ce jour ne nous permettent pas de conclure à la *régénération* par le semis. Bien plus, nous voyons les produits de semis plus violemment atteints que les produits de multiplication asexuée et les résultats du croisement sont tels qu'il semble que le mal soit transmis par le gamète du géniteur intéressé. Mais, dans les deux cas, rien ne permet de dire s'il n'y a pas simplement transmission de la prédisposition; il est fort possible que l'infériorité si souvent constatée des produits de semis tienne simplement à une plus grande sensibilité du jeune individu.

e) L'incurabilité n'est pas douteuse. Quels que soient les artifices employés, le mal persiste. Il peut y avoir des variations dans l'intensité, il n'y a jamais guérison. C'est-à-dire que l'aggravation qui est fatale par définition n'est pas toujours très régulièrement progressive.

De là des divergences d'opinion très graves au point de vue pratique. L'observation superficielle ou des essais fragmentaires peuvent laisser croire que le simple renouvellement du plant, des variantes dans la fumure, la multiplication dans des sols ou sous des climats différents, etc., peuvent redonner la santé à des plantes atteintes, alors que *la lignée d'un individu malade est irrémédiablement vouée à la déchéance.*

Les formes de dégénérescence sont multiples, tellement différentes les unes des autres qu'un vocabulaire spécial doit être nécessairement employé pour les exprimer. Mais, dans l'ignorance des causes, l'accord est loin d'être fait sur le nombre des termes et les termes eux-mêmes. Y a-t-il vraiment autant de maladies spécifiques que semblerait l'indiquer la littérature de certains pays tels que la Hollande ou les Etats-Unis? Pour nous, la multiplicité des *facies stables* n'est pas une preuve de la multiplicité des maladies. L'association à des degrés divers d'un nombre restreint de maladies peut engendrer des confusions. La constitution particulière et la réaction variable des différentes races entrent aussi pour une large part dans la diversité des symptômes. Le pédigrage des plantes malades qui montre la constance des symptômes ne suffit pas pour autoriser à conclure en faveur de la spécificité. Le problème ne sera résolu que le jour où, les causes étant connues, les *inoculations intervariétales* pourront être méthodiquement réalisées.

Pour l'instant, l'*enroulement*, la *bigarrure*, la *frisolée*, la *mosaïque*, constituent des faciès définis de beaucoup les plus importants. Mais,

même en ne tenant compte que de ceux-là, des difficultés paraissent au point de vue de la spécification.

La mosaïque se montre fréquemment sur les feuilles planes et elle passe très souvent à la frisolée avec les générations. D'autre part, la frisolée typique montre couramment l'aspect mosaïque lorsque la plante est cultivée en milieu humide peu insolé. De telle façon que l'expression *frisolée-mosaïque* est justifiée dans de très nombreux cas. S'agit-il vraiment d'un complexe ou d'une maladie unique à facies variable? L'examen de nombreuses variétés nous fait pencher vers l'hypothèse la plus simple, mais nous ne saurions aller plus loin.

Indépendamment de ce qui vient d'être dit au point de vue de la spécification, nous croyons devoir attirer l'attention sur l'imprécision fréquente des premiers symptômes de dégénérescence.

En ce qui concerne la frisolée toujours, gaufrure, ondulation, crispation du limbe foliaire, sont des caractères que nous ne savons pas distinguer d'une façon nette des attributs de race chez plusieurs variétés. Dans des cas assez nombreux, nous croyons voir des phénomènes comparables à ceux que l'on observe dans bien d'autres espèces végétales; les variations crispées ou panachées par exemple ne sont pas nécessairement d'ordre pathologique, semble-t-il. Il est vrai que devant l'ignorance des causes, il est permis de songer à l'existence de formes pathologiques à évolution tellement lente que l'expérience de plusieurs années ne suffit même pas pour montrer la réalité de la *déchéance progressive, caractère essentiel de la dégénérescence.*

D'autre part, le raccourcissement des entre-nœuds constitue un caractère de la frisolée qui marche de pair avec l'accentuation des déformations foliaires. A lui seul, nous ne le considérons cependant pas comme un symptôme de dégénérescence, même s'il progresse dans le temps, contrairement à ce qui existe dans le cas précédent. D'après les résultats de nos expériences poursuivies pendant quatre années consécutives, il nous semble qu'il faut voir là la simple manifestation d'un défaut d'*adaptation* au milieu, indépendant des maladies de dégénérescence.

Pour ce qui concerne l'enroulement, les symptômes externes joints aux caractères internes anatomiques et physiologiques, paraissent beaucoup plus précis. Néanmoins, la généralisation des incurvations foliaires chez plusieurs variétés précoces, le non-redressement des feuilles intéressées, la non-progression basifuge de l'anomalie constituent un ensemble de caractères tel qu'il est permis de se demander si, dans certains cas, il n'y a pas de confusion entre état pathologique vrai et un état physiologique spécial qui correspond simplement à l'arrivée de la fin de la végétation. Cette dernière hypothèse paraît difficilement soutenable de prime abord; il n'importe pas moins de chercher à lever tous les doutes par l'emploi de la méthode expérimentale.

En parlant d'adaptation, nous venons d'aborder l'une des questions les plus graves au point de vue pratique. Chez la Pomme de terre comme ailleurs, les exigences des races sont très diverses. Or, il est des variétés tellement bien adaptées au milieu cultural qu'en dépit de maladies du type frisolée-mosaïque, le rendement peut se maintenir. Par contre, le transport dans des milieux différents au point de vue sol et climat peut entraîner une déchéance rapide du type considéré. Pour nous, le problème de l'adaptation est d'une importance primordiale. *La sélection*, seule méthode de lutte connue, *ne peut donner son plein effet que chez les variétés adaptées au milieu.*

Le problème de l'*adaptation* nous conduit logiquement au problème général de la *prédisposition*.

On sait qu'à maintes reprises, un déséquilibre de nutrition a été invoqué pour expliquer la dégénérescence. D'autres ne veulent voir que la réaction vis-à-vis d'un agent infectieux, la plante étant implicitement considérée comme une entité en quelque sorte indépendante du milieu nutritif. Notre opinion se place entre les extrêmes. Nous ne voyons pas la dégénérescence motivée par des raisons d'ordre uniquement physiologique, mais de même que nous la voyons retardée ou précipitée sous l'effet de l'intervention des facteurs multiples de la nutrition, il nous semble qu'il y a à tenir grand compte de la prédisposition, ici comme pour les autres maladies contagieuses.

Aucune expérience précise n'autorise à affirmer que l'état de souffrance ou de langueur motivé par des conditions défavorables de temps, de lieu, de fumure, etc., prédisposent à l'infection. Mais, entre autres faits, l'observation de cultures d'origine connue dans des milieux hétérogènes, la plus grande fréquence de l'enroulement dans les fourrières mal travaillées, dans les îlots à couche arable d'épaisseur réduite par affleurement de la roche, portent à penser qu'il en est bien réellement ainsi. L'observation ne suffit évidemment pas, car il est aisé de confondre naissance et extériorisation plus ou moins rapide. Il n'en est pas moins vrai que l'étude des facteurs de la prédisposition mérite d'être soigneusement entreprise.

Les brèves considérations qui précèdent ont été exposées avec l'intention de montrer qu'à côté de faits indiscutables, il reste bien des points à éclaircir.

La transmission par le plant, l'incurabilité, la contagiosité, sont pour nous incontestables. La nature exacte des diverses maladies, la spécificité des divers facies restent encore à préciser. Il en est de même de bien d'autres points, parmi lesquels l'adaptation au milieu et, d'une manière plus générale, la prédisposition à l'infection, comptent parmi les plus importants. Jusqu'à présent, nous ne voyons pas de moyens de lutte autres que la sélection, c'est-à-dire la multiplication des individus sains dans des conditions qui réduisent au minimum la possi-

bilité de nouvelles contaminations. On connaît les principes généraux de la sélection ; on sait les services qu'elle a déjà rendus; on n'ignore pas les difficultés qu'elle peut présenter. Le perfectionnement des méthodes actuelles dépendra des progrès réalisés dans la connaissance des maladies qui nous préoccupent. Son efficacité sera toujours fonction de l'adaptation, mais des précautions spéciales d'ordre cultural paraissent susceptibles d'intervenir largement, même en ce qui concerne les variétés les mieux appropriées au milieu. Il est temps de chercher à préciser l'influence de l'époque de plantation et de récolte, de la conservation du plant, de l'égermage, de la fumure, etc...

L. CHAPTAL
Directeur de la Station régionale de Physique et d'Avertissements agricoles de Montpellier.

1° LA METEOROLOGIE AGRICOLE ET LA PREVISION DES RENDEMENTS

Détermination des périodes critiques

Un des buts de la météorologie agricole est l'étude des relations qui existent entre le temps et le rendement des récoltes. En rapprochant les observations météorologiques et les observations biologiques et culturales correspondantes, Warren Smith a mis en évidence une remarque, faite depuis longtemps, à savoir : qu'il y à une combinaison optimum de température, d'humidité et d'insolation pour laquelle on obtient le maximum de rendement.

La difficulté est de préciser ces conditions optima, étant donné que les différentes plantes ne demandent pas les mêmes proportions d'humidité, de chaleur et d'insolation et que chaque végétal a des besoins variés selon la période de son développement que l'on considère.

Broounoff a indiqué, il y à plus de 10 ans, que : « ....les rendements dépendent moins de la présence de telle ou autre quantité de chaleur ou de précipitations atmosphériques pendant toute la durée de la végétation que de la répartition de ces facteurs par rapport aux

différents moments de la croissance des plantes. Il existe des périodes dans la vie des plantes où ces dernières éprouvent un besoin particulier de la chaleur, ou bien craignent particulièrement le froid, ou exigent une humidité plus abondante, etc... »

La détermination des périodes critiques des principales plantes cultivées, la mise en évidence des facteurs météorologiques qui y jouent un rôle prépondérant et la valeur que doivent atteindre ces facteurs pendant la phase végétative envisagée sont des problèmes qu'il faut s'efforcer de résoudre.

La première opération à faire est de comparer la courbe du rendement avec celle des divers éléments climatériques. Ces derniers doivent être envisagés successivement et en prenant d'abord leur valeur totale durant la période de végétation, puis des valeurs portant sur des périodes de temps de plus en plus réduites : une saison, un mois, une décade, etc...

Cet examen comparatif fait ressortir les facteurs météorologiques qui ont le plus d'action sur la récolte. Si l'on possède des observations phénologiques et par conséquent les dates du début et de la fin des principales phases de la végétation, on peut arriver à dégager les périodes critiques et les éléments climatériques qui y jouent le rôle primordial.

Il faut vérifier les résultats ainsi trouvés au moyen de cultures en pots avec lesquelles il est possible de réaliser les conditions de milieu que l'on désire. Elles permettent en outre de prendre comme estimation de l'effet produit, non seulement le rendement, mais aussi la vitesse de croissance évaluée par la mesure de l'élongation des tiges, la surface foliaire, le nombre de fruits, etc...

Enfin le sol ayant aussi une action, on doit effectuer une deuxième série de vérifications en plein champ sur des soles spécialement surveillées, placées dans le voisinage immédiat d'un poste météorologique et dans un terrain aussi semblable que possible aux terres de la région.

Relations entre le temps et les rendements

Il est certain que lorsqu'on aura précisé les conditions atmosphériques qui doivent être réalisées durant les diverses phases du développement d'un végétal, le choix des variétés les mieux adaptées à un climat donné et celui des variétés dont l'acclimatation peut être essayée se trouveront facilités.

De même, quand on connaîtra à la fois les besoins des cultures relativement aux divers facteurs climatériques et le temps qu'il a fait, on pourra à chaque instant savoir approximativement ce que sera la récolte prochaine si les conditions restent normales jusqu'à cette époque.

C'est en se basant sur ces considérations que certains auteurs ont établi des méthodes de prévision des récoltes et calculé des coefficients de corrélation entre la valeur de quelques éléments météorologiques et le rendement.

Nous avons dit que la comparaison de la courbe du rendement avec celles des éléments météorologiques met en évidence l'existence des relations entre le facteur climatérique envisagé et la récolte. Pour étudier la nature de cette relation, il convient de tracer une nouvelle courbe dans laquelle les valeurs du facteur météorologique ou la différence entre ces valeurs et la normale sont portées en abcisse et les rendements correspondants en ordonnée. On cherche ensuite la courbe de meilleur accord avec le diagramme ainsi obtenu et quand cette courbe est une droite on calcule le cœfficient de corrélation entre les deux variables du graphique.

S'il nous paraît utile de trouver par la comparaison des graphiques représentatifs du rendement et des valeurs du facteur climatérique choisi, les relations qui existent entre les deux et de chercher la courbe de meilleur accord, il nous semble par contre déplacé de calculer le coefficient de corrélation et de donner ainsi l'aspect d'une précision mathématique à quelque chose qui ne l'a pas.

Les réserves faites par Bouasse au sujet des éléments du calcul des probabilités ont dans le cas qui nous occupe une importance d'autant plus grande qu'il s'agit de faits d'ordre biologique et qu'il est bien difficile de renouveler plusieurs fois les expériences en se plaçant dans des conditions identiques.

Remarques sur les coefficients de corrélation et les équations de régression

Supposons qu'une plante donnée traverse en Mai une période critique P et que la dominante météorologique de cette période soit la hauteur d'eau. Il est évident que la quantité H de pluie recueillie pendant cette période aura une grande influence sur le rendement R. C'est le principe fondamental de la prévision du rendement. Ce qu'il faut déterminer, c'est la valeur pratique du coefficient de corrélation qui peut être trouvé entre H et R et la possibilité d'utiliser cette relation pour prévoir le rendement.

Soit h la hauteur minimum d'eau nécessaire au végétal pendant la période P. Il nous paraît impossible que la quantité H-h ait la même influence sur le rendement, quel que soit le nombre de jours de pluie de la période P, la vitesse de chute, etc...

D'autre part, la quantité Q d'eau qui se trouve dans le sol au début de la période P a certainement une action sur la hauteur minimum h. Cette quantité Q étant sous la dépendance de la pluie tombée anté-

rieurement, de l'intensité de l'évaporation, de l'importance du ruissellement, etc... On ne peut guère en tenir compte dans la formule de corrélation.

Nous avons déjà indiqué que les divers facteurs météorologiques : précipitations, température, insolation, etc., s'influencent les uns les autres et que la valeur optimum de l'un est fonction des valeurs des autres. Etant donné cette remarque, le coefficient de corrélation entre un seul de ces facteurs et le rendement repose sur des coïncidences plutôt que sur des bases mathématiques.

Il est possible, au moins dans certains cas, de calculer des coefficients de corrélation dans lesquels on tient compte de plusieurs éléments; mais, comme l'a fait remarquer Axel Vallen : « ...Ces prévisions exigent toutefois qu'on trouve des coefficients de corrélation très grands et certainement c'est seulement dans un nombre de cas très restreint qu'on trouve des coefficients de corrélation totaux assez grands pour qu'il vaille la peine de calculer les équations de régression en vue de les employer à des prévisions... »

D'ailleurs, les coefficients de corrélation totaux ont le défaut de ne tenir aucun compte de l'état du milieu antérieurement au moment où débute la période considérée. On peut très bien admettre qu'un végétal qui se développe dans des conditions de sécheresse exceptionnelles jusqu'à une certaine phase de sa végétation aura, durant cette phase, besoin d'une hauteur minimum d'eau h' différente de celle d'une plante qui se sera développée dans des conditions normales. Dans le premier cas le rendement sera influencé par H-h' dans le second par H-h.

Il faut aussi tenir compte que pour plusieurs cultures, il est bien difficile de trouver des coefficients de corrélation. C'est ainsi que pour la vigne nous n'avons trouvé dans la région méridionale aucune relation entre le rendement et les différentes hauteurs d'eau : annuelle, saisonnières, mensuelles, etc...

C'est par l'interprétation des diverses données de l'écologie agricole, faite par des personnes qualifiées, et non par l'application de formules mathématiques qu'on arrivera, en l'état actuel de nos connaissances, à réaliser la prévision du rendement.

Il nous paraît du reste tout à fait illogique de calculer des formules en partant de données aussi peu précises que celles dont nous nous occupons. Si l'on peut admettre que les valeurs relatives aux éléments climatériques sont suffisamment exactes, on ne saurait en dire autant des chiffres fournis par les statistiques.

Nous ne voulons pas priver systématiquement les intéressés du secours des mathématiques, mais nous estimons qu'il faut faire de la prévision raisonnée et non de la prévision automatique.

Autre méthode de prévision du rendement

S'il est intéressant de tracer la courbe du meilleur accord qui met en évidence la nature des relations entre le rendement et le phénomène considéré et qui montre en particulier si l'action du phénomène est proportionnelle à son intensité ou si cette action après être passée par un maximum va en diminuant; il est inutile, et peut-être même nuisible, d'aller plus loin et d'essayer de traduire ces relations par une formule.

La courbe de meilleur accord indique l'allure de la relation qui existe entre les deux variables; facteur météorologique envisagé et rendement.

Cette relation peut être employée pour la prévision du rendement mais à la condition de faire intervenir une quantité d'autres éléments dont on n'a pas tenu compte pour le tracé de la courbe.

A notre avis, le meilleur moyen pour arriver à prévoir le rendement est de généraliser, en la modifiant un peu, la méthode préconisée par le Ministère de l'Agriculture dans l'enquête sur les dégâts causés par les calamités. Il faudrait :

1° Avoir une idée de la récolte maxima qui peut être obtenue dans le lieu considéré;

2° Evaluer les dommages causés par les intempéries ou les mauvaises conditions climatériques;

3° En déduire le rendement probable.

Cette méthode a sur celle des corrélations les avantages suivants : 1° elle est applicable à toutes les cultures; 2° elle tient compte de tous les éléments; 3° elle donne en même temps que le rendement probable l'évaluation des pertes causées par les calamités.

Par récolte maximum il faut entendre la plus forte récolte obtenue dans le pays dans une période de 50 ans au moins. Si l'on a des renseignements permettant d'affirmer que l'année de rendement maximum ainsi déterminée, une proportion quelconque de la récolte a été enlevée par un accident météorologique ou une maladie, le rendement maximum réel doit être augmenté d'une certaine quantité. On obtiendra ainsi le rendement maximum possible Rm.

Le sol ne changeant pas d'une année à l'autre et les méthodes culturales n'évoluant que très lentement, si les conditions météorologiques sont favorables le rendement doit être Rm.

Supposons que la récolte se présente dans d'excellentes conditions jusqu'en avril, époque où une gelée de printemps en enlève la moitié soit $D = Rm/2$ la portion enlevée.

Si aucun autre accident ne survient la récolte sera :

$$Rm - D = R'$$

Supposons qu'en Juin arrive une grêle qui enlève encore les 2/3 de ce qui reste. Au point de vue pertes la récolte détruite est de $2R'/3 = D'$ et le rendement final $R' - D' = R''$.

Estimation des pertes causées par les calamités

Le point délicat de cette méthode de prévision des rendements est l'évaluation de la proportion enlevée par les diverses calamités. Cette estimation ne peut être faite que si l'on dispose de documents nombreux et sérieux.

Chaque année, à la récolte, il est possible de se rendre compte des dégâts causés par les diverses intempéries. Il y a toujours à côté des parcelles gelées, grélées, attaquées par les insectes, etc..., des parcelles qui ont été préservées contre l'une de ces calamités. Si la parcelle gelée par exemple donne X', la parcelle non gelée X, la perte due à la gelée X — X', ce qui fait pour cent :

$$\frac{100 - (X - X')}{X} = X''$$

Nous aurons ainsi, d'un côté la proportion de récolte enlevée par l'intempérie et la valeur totale maximum que pourrait atteindre la perte : $\frac{Rm \times X''}{100}$.

En comparant le rendement d'une parcelle irriguée à celui d'une parcelle non irriguée, nous arriverons à déterminer les mêmes éléments pour la sécheresse.

De même pour les autres causes de dégâts.

Quand on possèdera un grand nombre de ces pertes pour cent et de ces pertes maxima, il sera relativement facile, si des conditions anormales se produisent, de calculer en faisant un raisonnement inverse au précédent la diminution de rendement qui peut en résulter.

Il faut donc s'efforcer d'établir à côté des courbes du meilleur accord un tableau dans lequel on indiquera que :

La sécheresse du mois de mai peut diminuer la récolte de X % (année ....) à Y % (année ...).

Les pluies de juin diminuent de x' à y'.

La grêle, de x" à y".

Ce tableau permettra de voir que les dégâts produits par la sécheresse du mois de mai sont maxima quand la hauteur totale d'eau recueillie pendant ce mois est inférieure à ... et que, durant l'hiver et au début du printemps, la quantité de pluie tombée a été faible, la température élevée, le vent violent, etc...

Une année où le mois de mai sera sec, pour déterminer l'action de cette sécheresse sur le rendement, on regardera si les autres conditions climatériques se rapprochent de celles de l'année où les dégâts ont été les plus élevés ou, si elles en diffèrent, on fera les corrections nécessaires et on en déduira le rendement probable.

Les prévisions ainsi établies auront une allure moins savante que celles calculées d'après le coefficient de corrélation, mais elles reposeront sur des bases beaucoup plus solides.

2° LA DIFFUSION DES AVERTISSEMENTS AGRICOLES DANS LE MIDI DE LA FRANCE

La Station régionale de Physique et d'Avertissements agricoles de Montpellier qui fait partie de l'Institut des Recherches Agronomiques a, dans ses attributions, l'élaboration et la diffusion des avertissements agricoles.

Les Avertissements Agricoles sont des avis basés sur les conditions météorologiques et relatifs aux opérations culturales à entreprendre, à l'opportunité des traitements contre les parasites, aux mesures à employer contre les météores, etc...

Depuis 25 ans, la Station adresse, tous les jours, vers 17 heures, à ses abonnés, un télégramme donnant :

a) Des indications sur le temps qu'il fait à Montpellier et à l'Aigoual, ainsi que le temps probable pour la journée du lendemain;

b) Des avertissements agricoles : annonce des gelées de printemps, informations sur les dégâts causés par les météores, renseignements sur l'apparition des parasites, indication du moment favorable pour l'application des traitements appropriés, etc...

En attendant la mise en fonctionnement de la Station météorologique de Marignane (Bouches-du-Rhône), qui sera spécialement chargée, sous le contrôle de l'Office national météorologique de Paris, de formuler les avis de prévision du temps pour toute la région méditerranéenne, la partie « temps probable » du télégramme quotidien reproduit la prévision, pour la région Sud, faite vers midi par l'Office national météorologique.

Pour la transmission de ces télégrammes quotidiens qui bénéficient de la priorité, l'Administration des Postes et Télégraphes a consenti

des tarifs d'abonnement exceptionnellement réduits. Le montant de l'abonnement est fixé à 50 francs par semestre pour les particuliers et à 20 francs pour les communes.

Les communes rurales éloignées ne recevant parfois les télégrammes que longtemps après leur dépôt, le Ministère de l'Agriculture avait mis à l'étude, en 1914, un projet de transmission de ces dépêches par télégraphie sans fil.

En raison des progrès faits par la téléphonie sans fil pendant la guerre, on a procédé, à la Station régionale de Physique et d'Avertissements agricoles de Montpellier en 1918 et en 1920 à des essais de diffusion des avertissements agricoles par téléphonie sans fil. Les expériences ont été concluantes, mais l'obligation de disposer d'un personnel spécialisé et d'un matériel coûteux n'a pas permis à l'Administration d'utiliser ce mode de transmission.

Il est indiscutable que ce procédé de diffusion offre de grands avantages, mais depuis 1922 que l'Office national météorologique emploie la téléphonie sans fil pour répandre ses prévisions météorologiques, on a pu constater que ce mode de transmission présente, surtout dans le cas qui nous occupe, un certain nombre d'inconvénients. La pratique a montré que si la réception des messages téléphonés par la Tour Eiffel est satisfaisante dans toute la France quand on se sert d'appareils récepteurs à lampes amplificatrices, toujours coûteux, elle n'était possible au moyen d'appareils économiques que dans un certain rayon autour du poste émetteur. Ce serait une erreur d'engager tous les agriculteurs et, en particulier, ceux qui habitent les régions méridionales, à se procurer un poste d'amateur pour entendre les émissions faites dans la région parisienne. Ce conseil ne pourra leur être donné que le jour où on aura équipé dans les diverses régions de la France des postes émetteurs destinés à répéter les informations de la Tour Eiffel.

D'ailleurs, même avec des appareils permettant une bonne réception, la transmission des avertissements agricoles et météorologiques par téléphonie sans fil présente certaines difficultés.

La manipulation des appareils récepteurs, surtout celle des modèles peu perfectionnés, étant assez délicate, il ne sera pas toujours facile de trouver dans une exploitation agricole des personnes capables de s'en servir. D'autre part, celui qui sera chargé de ce travail devra se trouver tous les jours à la même heure aux écouteurs, quelle que soit l'urgence de ses autres occupations. S'il n'est pas libre au moment voulu, ce qui peut arriver, les travaux agricoles ne pouvant pas être réglés avec une précision mathématique, le propriétaire perdra le bénéfice de l'information.

Au contraire, dans la transmission par fil, l'abonné n'a pas à se déranger, on lui remet le télégramme à domicile. S'il est absent, il le

trouve à son arrivée. Il reçoit régulièrement et sans se déranger ni déranger son personnel les renseignements qui lui sont utiles.

Il faut aussi considérer que, dans une commune ayant un certain nombre d'abonnés, il n'y a, par la transmission par fil, qu'une personne immobilisée : l'agent des postes rétribué pour faire ce service. Au contraire, dans la transmission par sans fil, tous ceux qui désirent recevoir sont immobilisés au même instant.

On doit également tenir compte que si les informations données par fil ne sont qu'un faible résumé des renseignements pouvant être donnés par sans fil, ce résumé a l'avantage de pouvoir être mis à la disposition des collectivités. Un télégramme peut facilement, après traduction s'il y a lieu, être affiché dans un endroit déterminé et porté ainsi à la connaissance de nombreux intéressés. Il n'en est pas de même des informations transmises par téléphonie sans fil. Si celui qui les reçoit ne connaît pas la sténographie, il ne pourra que répéter des à peu près et nous nous méfions des à peu près d'informations qui ne sont elles-mêmes que des probabilités.

Nous n'insisterons pas sur le prix d'achat et d'entretien d'un petit poste récepteur de T.S.F. (poste à galène), mais nous signalerons les ennuis des pannes et des parasites. Ce sera précisément les jours orageux où l'on voudrait bien savoir le temps qu'il fera le lendemain que les parasites empêcheront d'entendre la prévision.

Les amateurs de T.S.F. savent combien les canalisations électriques gênent la réception, même quand on dispose de postes perfectionnés; aussi on peut se demander comment on arrivera à recevoir convenablement au moyen de postes de fortune quand les réseaux électriques ruraux, dont on préconise avec juste raison le développement, seront installés. Bien plus délicat encore serait le problème de la réception si l'électroculture par haute tension et par haute fréquence entrait dans le domaine de la pratique.

Toutes ces difficultés ne sont sans doute pas insurmontables, mais elles méritent de retenir l'attention et, en l'état actuel de la téléphonie sans fil, ce serait une faute de vouloir l'utiliser à l'exclusion de tous autres procédés pour la transmission des avertissements agricoles. Il est, au contraire, tout indiqué de l'employer concurremment avec les méthodes actuellement en usage qu'on doit d'ailleurs s'efforcer d'améliorer et de compléter.

J. MARCQ

Professeur de Zootechnie à l'Institut agronomique de Gembloux

APPLICATION DE LA GENETIQUE A LA PRATIQUE AVICOLE

Les recherches visant à l'application en élevage de la science dénommée Génétique, ont pris, au cours de ces vingt dernières années, des proportions vraiment prodigieuses. D'autre part, l'éleveur qui, jusqu'ici, avait accordé peu de crédit aux théories mendéliennes, commence à s'inquiéter de ce que disent les « hommes de laboratoire » et il voudrait savoir si réellement la Génétique présente un intérêt pratique. C'est un premier pas dû à l'influence bienfaisante des journaux de vulgarisation, conférences, brochures, etc., et le second pas devrait être une union plus étroite entre hommes de science et praticiens afin de multiplier autant que possible les matériaux de recherche nécessaires à la solution de divers problèmes. Pourquoi, par exemple, dans les sociétés d'aviculture, n'accorderait-on pas un prix spécial à l'éleveur qui aurait fourni les renseignements les plus intéressants sur des faits observés dans son exploitation, tout en procédant à la vérification éventuelle des assertions des intéressés dans une station expérimentale?

Pour démontrer la possibilité de pareille collaboration, nous nous proposons de relater les résultats d'une expérience pratiquée cette année par la chaire de zootechnie de l'Institut agronomique de Gembloux, sur un nombre de volailles d'ailleurs réduit, dans le but de familiariser nos étudiants avec la pratique de l'aviculture, autant qu'avec les recherches en matière d'hérédité. Nous avons, entre autres, examiné le problème suivant : Est-il possible de faire la distinction des sexes à la naissance dans le cas de croisement ♂ Brabançon noir × ♀ Leghorn blanche et ♂ Brabançon noir × ♀ Wyandotte blanche.

La question de la différenciation des sexes à la naissance présente une importance économique considérable, si pas pour le fermier ordinaire, tout au moins pour l'aviculteur spécialisé dans la vente de poussins ou d'œufs. En effet, on sait qu'il naît à peu près autant de mâles que de femelles. L'explication vraisemblable est que le sexe est un caractère mendélien, un sexe étant homozygote et l'autre hétéro-

zygote. La théorie de Goldsmith, qui a cherché à mettre d'accord l'interprétation mendélienne avec l'hypothèse du chromosome accessoire nous paraît la plus acceptable. Goldsmith admet que, dans les cellules génitales, les deux sexes sont représentés par des particules chromosomiques, M pour le sexe masculin, F pour le sexe féminin.

En plus, le sexe mâle est homozygote sur les deux facteurs, soit $M^2\ F^2$, et le sexe femelle hétérozygote sur le facteur mâle, soit MF^2, d'où :

$M^2\ F^2 \times M\ F^2$ donnera comme gamètes $MF \begin{matrix} \diagup \\ \diagdown \end{matrix} MF$, avec comme résultats 50 p. c. $M^2\ F^2$ mâles et 50 p. c. MF^2 femelles.

L'étude de l'hérédité *sex linked*, dont nous allons parler plus loin, démontre précisément que c'est la femelle qui est hétérozygote.

Jusqu'à l'âge de quelques semaines au moins, parfois plus tardivement — deux ou trois mois — suivant les races, il est difficile ou impossible de reconnaître les coquelets des poulettes. Le producteur est donc tenu d'élever un nombre sensiblement égal de mâles et de femelles. En éliminant les premiers dès la naissance, il n'élèverait que des poulettes, soit un nombre double de celles-ci, dans des conditions semblables, d'où bénéfice sur le prix de vente ou profit en tant que sujets producteurs d'œufs.

Sinon, l'élevage comprendrait en tous cas un nombre moindre de sujets, et l'on sait que c'est là un facteur de succès. Si, en outre, on veut bien tenir compte du fait que la première année de ponte est la plus abondante, et si on sacrifie les oiseaux à la fin de cette première période, on n'aura pas nui ou bien faiblement à la production de la viande. Il est bien entendu qu'il reste indiqué d'élever les races pures nécessaires à la production des sujets parentaux, et qu'on s'en tient au croisement de première génération auquel on reconnaît aujourd'hui des avantages sérieux.

Venons-en au problème posé. Nous savons qu'on a renseigné des moyens assez simplistes pour le diagnostic des sexes à la naissance : forme et pose de la crête, couleur du duvet et présence de certaines taches, grosseur de la tête, prestance, forme plus ou moins ronde des yeux, aspect des plumes de l'aile, etc. Nous n'avons rien trouvé de précis de ce côté, bien que nous ayions pris un signalement complet des oiseaux à la naissance.

Les phénomènes d'hérédité *sex linked* ou de facteur couplé au sexe ont apporté des données plus intéressantes. Un exemple bien connu est l'hérédité du barrage de la plume chez la Plymouth-Rock. En croisant un coq noir avec des poules Plymouth barrées, on obtiendra des coquelets barrés et des poulettes noires. (Pearl.)

Cette expérience a été répétée par Frateur sur la race Coucou de Malines avec des résultats identiques. Dans les races où existent des

variétés argentées et dorées, l'union d'un coq doré avec une poule argentée fournit des poulettes dorées et des coquelets argentés. Le croisement d'un coq Hambourgh doré avec une poule Leghorn brune donne des poulettes à pattes foncées et des coquelets à pattes claires. Il est à remarquer que les croisements inverses ne donnent pas les mêmes résultats. Les travaux de Pearl, opérant sur les Plymouth-Rock et le combattant indien, ont démontré que le facteur de haute production en œufs est lié au sexe, si bien que le coq, seul homozygote pour ce facteur, joue le rôle essentiel dans l'amélioration d'une basse-cour.

Lorsque l'on effectue les croisements renseignés, il est indiqué d'user d'un coq de formule supérieure, quant aux facteurs de ponte. Et comme, précisément, les races les plus réputées actuellement sont de couleur blanche — Leghorn et Wyandotte blanches — l'éleveur pourrait avoir intérêt à rechercher chez elles un caractère *sex-linked*. Cela s'imposerait s'il était démontré que le caractère ponte abondante est corrélatif du plumage blanc, mais il est vraisemblable, pour ne pas dire certain, que la sélection pratiquée chez les autres races démontrera qu'il n'en est pas ainsi et que toute amélioration est fonction de lignées et non de races.

Punnet, qui a spécialement étudié ces questions d'hérédité chez les volailles, écrit : En supposant que l'éleveur désire tirer parti de l'hérédité *sex linked*, le seul caractère à prendre en considération chez la Leghorn blanche est la couleur des pattes. Si, dit-il, la Leghorn blanche possède, comme c'est probable, un facteur inhibitoire de la pigmentation des pattes, les poules doivent être hétérozygotes pour ce facteur, et le transmettre uniquement à leur descendance mâle. C'est ainsi que la poule Leghorn blanche unie à un coq de race à pattes foncées, devrait donner des poussins mâles à pattes claires et des femelles à pattes foncées. Le duvet sera blanc chez tous les poussins avec quelques taches noires. Toutefois, ajoute Punnet, on n'a pas déterminé jusqu'à présent à quel point on peut facilement différencier la couleur des pattes à la naissance. Dans quelques cas observés par cet expérimentateur, cette différenciation était aisée à l'éclosion; dans d'autres, elle n'était possible qu'après plusieurs semaines, alors que les pattes prenaient une teinte foncée chez les poulettes. Il y aurait lieu de fixer par l'expérience quels seraient les croisements les plus avantageux en l'occurrence. C'est ce qui nous a incité à faire un essai de croisement coq Brabançon noir × poules Leghorn blanches. En même temps, nous avons réalisé un croisement coq Brabançon noir × poules Wyandotte blanches. Il ne faut pas s'attendre ici aux mêmes résultats, et, avant de faire connaître les nôtres, nous rappellerons brièvement nos connaissances actuelles sur la nature des plumages blanc et noir qui caractérisent les races utilisées ici par nous, et nous chercherons à

interpréter les résultats théoriques à attendre du croisement coq Brabançon noir × poules Leghorn blanches.

Plumage blanc. — On sait qu'il y a plusieurs sortes de blanc génotypiquement différents, à savoir :

a) Blanc dominant. Dès 1902, Bateson démontrait que le blanc de la Leghorn blanche est dû à un facteur inhibitoire du pigment de coloration. Différents expérimentateurs confirmèrent ce résultat en croisant des races diverses avec la Leghorn et en obtenant en F^1 des oiseaux blancs, mais avec quelques plumes colorées.

b) Blanc récessif. Chez certaines races, telles que la Silky, la Dorking blanche, la Wyandotte blanche, l'Orpington blanc, le blanc est récessif — avec des exceptions cependant — vis-à-vis du coloré. Et encore ce blanc récessif ne se comporte-t-il pas toujours de même. Ainsi, certains blancs récessifs peuvent-ils donner, croisés ensemble, tous oiseaux colorés en F^1. Ceux-ci, unis à nouveau entre eux, produisent une descendance colorée et blanche, la première étant un peu plus nombreuse, suivant la formule 9 : 7.

Voici l'explication probable : Deux facteurs sont nécessaires pour la production du pigment de coloration. Un oiseau peut contenir l'un ou l'autre et être blanc. Mais quand on les associe, le pigment apparaît et l'oiseau est coloré. Nous n'insisterons pas. Ce qui nous importe, ici, c'est de savoir que tous les blancs récessifs ne sont pas identiques, et qu'on ne peut les distinguer entre eux, pas plus que du blanc dominant. Le duvet est aussi le même, peut-être un peu plus jaune pour le blanc récessif. Chez tous, on peut rencontrer des taches occasionnelles.

Le blanc récessif est dû à l'absence de l'un ou l'autre des facteurs nécessaires à la coloration, parfois sans doute les deux. Mais on n'oubliera pas que des races blanches ont été croisées entre elles, si bien que parmi les races à blanc considéré comme récessif, on rencontre des souches qui donnent en union avec des colorés, des blancs et des colorés. Nous avons vérifié ce fait à l'occasion du croisement ♀ Brabançon noir de race pure et ♂ Wyandotte blanche plutôt légère dans le type.

c) Blanc andalou. Bateson croise un coq andalou blanc avec une poule andalouse noire. Tous les métis sont bleus, couleur intermédiaire entre le blanc et le noir, et la reproduction entre eux donne 25 p. c. de noirs, 50 p. c. de bleus et 25 p. c. de blancs. Les blancs et les noirs sont purs, les bleus sont impurs. En outre, on remarque que la couleur bleue varie chez les sujets de F^2 depuis la teinte pâle jusqu'au bleu foncé. On a recours, pour l'interprétation de ce phénomène, à l'hypothèse des facteurs multiples se trouvant à la base des caractères quantitatifs.

d) Plumage noir. Dans certains croisements, le noir se comporte

en simple dominant. C'est le cas vis-à-vis du brun, qui se transforme en noir par addition d'un facteur. D'autres fois, la séparation du noir et du non-noir est plus compliquée. Ce qui semble bien résulter de l'expérimentation, c'est que différents noirs peuvent être de même constitution pour les facteurs produisant le noir, et différer par des facteurs sans effet visible sous le manteau noir.

Interprétation des résultats théoriques à attendre du croisement coq de race à pattes foncées avec poules Leghorn blanches :

Le blanc dominant contient un facteur I absent chez le noir et s'opposant à l'apparition du pigment. Le facteur I serait influencé par le sexe, et on peut admettre qu'il y a couplement entre I et M. Le coq étant homozygote pour le facteur I, tous ses gamètes le contiennent, et il transmet le caractère à ses fils et à ses filles, c'est-à-dire que toute la descendance est à pattes claires. Par contre, elle ne pourrait l'être qu'à la condition de recevoir le facteur de sa mère aussi bien que de son père. Et c'est là une impossibilité si M et I sont couplés, c'est-à-dire doivent nécessairement entrer dans la constitution du même gamète. Dans les souches de race pure, les poules doivent aussi être hétérozygotes pour le facteur I, et c'est ce qui explique la coloration des pattes moins jaune que chez le coq homozygote pour le même facteur. L'expérience semble démontrer qu'il en est ainsi. La poule Leghorn transmet son caractère de féminité et l'absence de I à ses filles, et transmet son caractère « pattes claires » à ses fils.

Nous exprimerons ces données par les symboles suivants :

A. Coq Leghorn blanc et Poule Brabançonne noire

	$M^2\ F^2\ I^2$		MF^2
Gamètes	MFI	Gamètes	MF
	MFI		F

soit 50 p. c. $M^2\ F^2\ I$ ou coquelets à pattes claires et 50 p. c. $MF^2\ I$ poulettes à pattes claires.

B. Coq Brabançon noir et Poule Leghorn blanche

	$M^2\ F^2$		$MF^2\ I$
Gamètes	MF	Gamètes	MFI
	MF		F

soit 50 p. c. $M^2\ F^2\ I$ coquelets à pattes claires et 50 p. c. MF^2 poulettes à pattes foncées.

Résultats acquis.

Un coq de race brabançonne noire de notre élevage a séjourné avec quatre poules de race Leghorn blanche, et nous avons récolté les œufs à mettre en incubation à partir du vingtième jour du séjour en commun en parquet. Quinze œufs ont amené leurs embryons à un déve-

loppement complet. Un seul poussin est mort en coquille à la dernière période. Les quatorze poussins éclos ont reçu une bague d'aile portant les numéros de 80 à 93. Le signalement de chaque oiseau a été pris à la naissance. D'une manière générale, le duvet était jaune pâle crème, avec de rares taches noires ou brunes sur le dessus du corps, à part chez quatre sujets d'un blanc uniforme. Il est connu que les poussins hétérozygotes pour le facteur blanc dominant sont en général légèrement tachetés. Tous les poussins présentaient la couleur claire des pattes à la naissance.

Nous fûmes amenés à faire un second examen général un mois seulement après l'éclosion. A ce moment, sur 14 sujets, nous constatons, pour le seul caractère que nous envisageons ici :

Pattes claires, 6; pattes foncées, 5; Teinte douteuse (intermédiaire), 3.

Un nouvel examen effectué un mois après, soit deux mois après l'éclosion, renseigne sur 13 sujets restants (1 à pattes claires a disparu) :

Pattes claires, 3; pattes foncées, 8; teinte douteuse sous forme de quelques taches bleuâtres, 2.

Il faut remarquer que les trois numéros renseignés de teinte intermédiaire après un mois peuvent être maintenant classés parmi ceux à pattes foncées, et ce sont deux numéros à pattes claires antérieurement qui présentent quelques taches bleuâtres.

Enfin, un troisième examen récent, soit trois mois après éclosion, confirme le relevé précédent avec accentuation du nombre des taches bleuâtres chez les deux sujets renseignés comme possédant quelques taches à l'examen antérieur. A ce moment, les sexes peuvent être facilement reconnus, et toutes les pattes nettement foncées, c'est-à-dire franchement bleues, correspondent à des poulettes, celles couleur chair correspondent à des coquelets, et celles de teinte intermédiaire (taches bleuâtres) correspondent également à des coquelets. Soit, au total, 8 poulettes à pattes bleues, 3 coquelets à pattes couleur chair, et 2 coquelets à pattes de teinte mélangée, légèrement bleuâtres.

Nos résultats ne sont donc pas absolument conformes aux prévisions théoriques exposées plus haut, puisque 2 coquelets n'ont pas les pattes claires. D'autre part, nous ne pouvons encore affirmer que les deux autres conserveront la teinte claire.

Néanmoins, toutes les poulettes sont à pattes foncées et il y a là une indication pratique pour le producteur qui désire éliminer hâtivement un certain nombre de sujets, et choisira donc dans ce cas parmi ceux à pattes claires. Et encore ce choix ne pourra-t-il se faire qu'un certain temps après la naissance, un mois au maximum d'après nos observations. L'expérience devrait être poursuivie et répétée avant de chercher à interpréter définitivement les résultats.

Pour expliquer l'apparition progressive de la teinte plus ou moins foncée, on doit penser à une influence d'ordre nutritif ou chimique. Les deux cas que nous appellerons négatifs (coquelets à pattes tachetées) pourraient relever de la présence d'un sujet impur parmi les quatre Leghorn acquis et étrangers à notre élevage, à moins que le facteur I ne soit lui-même plus complexe, de nature quantitative, ou soit seulement inhibitoire vis-à-vis du pigment localisé dans le derme et non dans l'épiderme, ou encore agisse en association avec le facteur de barrage que posséderaient certaines Leghorn, toutes hypothèses à vérifier expérimentalement.

Nous serons très brefs touchant l'exposé des résultats d'une seconde expérience, à savoir le croisement d'un coq brabançon noir de notre élevage avec des poules Wyandotte blanches que nous avons prises en location.

Des vingt et un poussins éclos, douze étaient noirs et neuf blancs, alors que, théoriquement, nous aurions dû obtenir tous poussins noirs. C'est que des souches de race Wyandotte ont reçu des infusions de sang Leghorn blanche en vue d'améliorer la factulté de ponte. Ces souches impures au point de vue génétique donnent en croisement avec des oiseaux colorés, des sujets blancs et des colorés. La dissociation portait d'ailleurs sur plusieurs caractères, comme le prouvent encore les résultats obtenus du côté de la crête :

Eclosions 21	Noirs 12	Crêtes en rose	9
		Crêtes simples	3
	Blancs 9	Crêtes en rose	5
		Crêtes simples	4

Parmi les noirs	Pattes foncées	9
	Pattes jaunes	3

Parmi les blancs, tous ont les pattes jaunes.

Les poussins noirs possédaient le duvet caractéristique du noir : gorge et dessous du corps d'un blanc plus ou moins pur ou grisâtre, parfois extrémités des ailes décolorées.

Après l'espace d'un mois, la coloration jaune des pattes chez quelques sujets a fait place à une teinte foncée. Mais il ne nous est pas possible de formuler des conclusions, étant donné que nous ne pouvons encore différencier sûrement les sexes, et qu'il nous manque ici un élément d'appréciation, à savoir la connaissance de la formule héréditaire de la souche Wyandotte employée.

Nous rappellerons encore en terminant que la couleur des pattes chez les volailles a été étudiée par Barrows, qui distingue trois types :

a) Pigment noir dans l'épiderme. Les écailles contiennent un pig-

ment, et la patte est noire, quel que soit l'état du derme. Peut-être le type le plus foncé comporte-t-il un épiderme et un derme pigmentés.

b) Pigment noir dans le derme. S'il y a en même temps absence de pigment dans l'épiderme, la coloration bleue ardoisée apparaît.

c) Un pigment jaune (yellow) est présent dans l'épiderme. Si le pigment foncé du derme est aussi présent, c'est la couleur saule (willow) qui en résulte.

La patte blanche serait due à l'absence des trois types de pigment.

A la vérité, il est souvent difficile de reconnaître la localisation exacte de la pigmentation et le degré de son intensité.

Malgré les difficultés que l'on rencontre dans l'application du mendelisme à l'élevage, il faut bien admettre que les lois mendéliennes jettent une clarté nouvelle sur l'explication de phénomènes d'hérédité que l'on ne pouvait autrefois interpréter avec une précision satisfaisante. Si l'on avait toujours affaire à des caractères simples, l'application du mendelisme procurerait dès maintenant à l'éleveur des données très appréciables. Mais il faut reconnaître que l'étude des caractères les plus importants au point de vue économique, que nous rangeons dans la catégorie des caractères quantitatifs, est singulièrement compliquée du fait des influences extérieures, telles que l'alimentation, l'hygiène, etc. En outre, nous ne pouvons affirmer que certaines propriétés de l'individu ne sont pas des propriétés générales, causées par les échanges vitaux de tout le plasma. Connaissons-nous suffisamment la physiologie des glandes à sécrétions internes? Quoi qu'il en soit, la loi de la disjonction de Mendel doit exercer une influence décisive sur la conception générale en matière d'élevage.

Les éleveurs doivent abandonner l'idée de l'existence d'une hérédité constamment intermédiaire, l'idée d'un mélange des qualités suivant les formules 3/4, 7/8, 15/16 de sang; ils doivent mieux comprendre la nécessité d'utiliser la sélection individuelle, en étudiant les résultats obtenus chez les descendants, mieux comprendre l'utilité des livres généalogiques bien tenus, etc. D'empirique qu'elle était autrefois, la zootechnie est devenue scientifique et rationnelle, et c'est pourquoi, comme nous le disions au début de ce travail, il faut attendre le progrès de la collaboration plus étroite de la science et de la pratique.

La première doit organiser et diriger les méthodes d'expérimentation scientifique, la seconde apporter sa collaboration et le fruit de ses observations. Les résultats de divers essais ne peuvent être comparés l'un à l'autre que si tous ont été exécutés d'après un plan d'ensemble. On a trop souvent méconnu l'unité nécessaire dans le travail.

Pierre LARUE
Ingénieur agronome, Avocat.
Docteur de la Faculté des Sciences de Paris, Gurgy (Yonne).

1° LEXIQUE AGROLOGIQUE

Français		*Anglais*	*Allemand*
Acide phosphorique.	Se dit le plus souvent au lieu d'anhydride phosphorique P^2O^5	**Phosphoric acid.**	**Phosphorsäure.**
Alios.	Couche de grès ferrugineux à lien organique se formant à la profondeur de $0^m,30$ à 1 mètre sous les sables des Landes de Gascogne en climat humide. Les concrétions calcaires s'appellent tufs.	**Layer of iron pan.**	**Ortstein. Raseneisenstein.**
Alluvion.	Terrain de transport par les eaux.	**Alluvial boden.**	**Schwemmboden.**
Arénacé.	Se dit d'un terrain inconsistant.	**Arenaceous, sandy.**	**Sandig.**
Arène.	Terrain de sable anguleux grossier ordinairement dérivé du granit. La « terre d'arène » est constituée par des graviers calcaires transportés sur le bord des vallées jurassiques et entourés d'argile ferrugineuse de décalcification. (*Parrallèle entre la terre d'arène bourguignonne et la grouine lorraine*, par Pierre Larue, Association française pourl'Avancement des sciences, Congrès de Lille, 1909).	**Pit.**	
Argile.	Silicate d'alumine hydraté colloïdal plus ou moins ferrugineux. Les éléments extrêmement fins siliceux sont rapportés à l'argile à cause de leurs propriétés colloïdales.	**Clay.**	**Ton.**
Argile schisteuse.	Une « terre », ne reste schisteuse qu'en sous-sol.	**Bedded Clay Shale.**	**Schiefer Ton.**
Azote.	Az = N.	**Nitrogen.**	**Stickstoff.**
Beauce (Terre de).	Terre franche surtout répandue dans les limons surmontant le calcaire lacustre de Beauce entre la Seine et la Loire.		
Boulbènes.	Terres sableuses fines du Bassin garonnais sous-pyrénéen. Durcissent en séchant.		
Caillou.	Petite pierre libre dans le sol, de la grosseur d'un œuf à celle du poing. Ordinairement siliceuse.	**Pebble.**	**Kieselstein.**

Cailloux roulés.	Pierres arrondies par transport au sein des eaux.	**Boulders.**	**Geschiebe. Gerölle.**
Calcaire.	Carbonate de chaux.	**Limestone.**	**Kalkstein.**
Calcicole.	Se dit des plantes qui aiment les sols calcaires.	**Calcicolous.**	**Kalkliebend.**
Calcifuge.	Se dit des plantes qui se développent mal en sol calcaire.	**Calcifugous.**	**Kalkmeidend.**
Champagne.	Région de terre blanche calcaire peu boisée. La vraie Champagne est crayeuse.		
Chaux.	CaO — Oxyde de calcium.	**Lime.**	**Kalk.**
Craie.	Roche calcaire traçante.	**Chalk.**	**Kreide.**
Crevassement.	Formation de fentes par retrait des sols colloïdaux.	**Cracking.**	**Zerklüftung.**
Couverture.	(du sol). Végétation basse (tapis végétal) et débris couvrant le sol (couverture morte).	**Surface cover. Leaf-litter.**	**Bodenüberzug. Bodenstreu.**
Décalcification.	Dissolution de la chaux par les eaux météoriques au sein de la terre arable. Les terres recouvrant les faciès coralliens par exemple sont absolument décalcifiées.		**Entkalkung.**
Déchaussement.	Décollement de la plante par le foisonnement, dilatation du sol sous l'influence de la gelée : surtout dans les terres crayeuses.	**Frostlifting.**	**Auffrieren. Barfrost.**
Décomposition.	Phénomène faisant passer la roche à l'état de terre.	**Decomposition.**	**Verwesung. Zersetzung.**
Densité.	Poids de l'unité de volume.	**Gravity.**	**Gewicht.**
Désagrégation.	Première séparation mécanique des éléments d'une roche dure la conduisant par exemple à l'état grenu. La désagrégation constitue le début de la décomposition.	**Desintegration.**	**Verwitterung.**
Délitement.	Des roches par les actions naturelles (agents atmosphériques).	**Weathering.**	**Verwitterung.**
Détritus végétaux.	Eléments de plantes rencontrés dans le sol.	**Vegetable refuse.**	**Pflanzen Abfälle.**
Dune.	Colline de sable due au vent.	**Sand-dune.**	**Düne.**
Eboulis.	Débris provenant d'un glissement de terrain sur une pente.	**Pile of rubbish.**	**Schuttkegel.**
Ecobuer.	Mettre le sol en mottes pour le brûler.	**Remove sods and burn the covering herbage.**	**Hainen. Ueberland brennen.**
Elément	Partie constituante d'un tout, par exemple sable, argile sont des éléments du sol.	**Constituent part.**	**Bestandteil.**
Eoliens (sols).	Sols transportés par le vent, tel le loess.	**Windsoil.**	**Windboden.**
Epuisement du sol.	Enlèvement des matières solubles par les plantes ou les eaux de pluies.	**Impoverishment of the soil.**	**Aushagerung.**
Eremacausis.	Décomposition des feuilles mortes et débris végétaux.	**Full decomposition.**	**Volständige Verwesung.**
Erosion.		**Erosion.**	**Ausnagung.**
Evaporation.	Départ de l'eau du sol dans l'air	**Evaporation.**	**Ausdungstung.**
Flétrissure.	(Coefficient de). Proportion d'eau minima nécessaire à la turgescence de la plante.	**Wilting coefficient.**	**Verwelken.**
Galets,	Cailloux roulés allongés ou aplatis.	**Pebbles.**	**Gerölle Geschiebe.**
Glaise.	Argile sableuse (plastique)	**Loam pottersclay**	**Lettenboden.**
Gras.	Les terres grasses sont habituellement argileuses.	**Fat, fleshy.**	**Fett.**
Grès.	Sable aggloméré durci.	**Sandstone.**	**Sandstein.**
Grès bigarré.	Grès avec couleurs variées ordinairement violettes, roses, jaunes et blanches.	**Variegated sandstone.**	**Bunter Sandstein.**

Groies.	Terres légères peu profondes, plus ou moins décalcifiées, sur roches calcaires dans l'ouest de de la France.		
Grouine.	Alluvions anciennes analogues aux terres d'arène mais un peu « grasses », c'est-à-dire argileuses, dans l'est de la France.		
Humidité du sol.	Proportion d'eau, degrés : Aride.	**Arid.**	**dürr.**
	sec.	**dry.**	**trocken.**
	frais.	**fresh.**	**frisch.**
	humide.	**moist.**	**feucht.**
	mouillé.	**wet.**	**nass.**
Humus.	Elément organique du sol.	**Vegetable mould. Humus.**	**Humus.**
Indifférent.	(Plante) indifférente à la nature du sol.	**Indifferent Plant.**	**Bodenvage. Pflanze.**
Lames.	Terres franches un peu grasses fertiles (terme agricole et non scientifique).		
Légère (Terre).	Facile à travailler, de peu de consistance (et non terre peu dense)	**light.**	**leicht.**
Lehmeux.	(peu employé) : terre franche le plus souvent d'alluvion fertile.	**Loam.**	**Lehm.**
Limon.	Terrain déposé au fond de l'eau, alluvion fine ordinairement vaseuse (sens géologique).	**Loam.**	**Lehm.**
Marne.	Sens géologique : argile calcaire ou sableuse.	**Marl.**	**Mergel.**
	Sens agricole : calcaire tendre argileux ou sableux servant à amender les terres fortes et froides.		
Pierre.	Roche détachée libre dans le sol, ordinairement demi-dure ou non siliceuse.	**Stone.**	**Stein.**
Potasse.	K^2O — Base alcaline du sol.	**Potash.**	**Kali.**
Procédé.	cultural. Moyen employé pour tirer un revenu de la terre par la plante.	**Cultural system.**	**Kulturverfahren.**
Qualité.	(du sol).	**Quality.**	**Bodengüte.**
Qualitative.	(analyse) indiquant la nature des éléments.	**Qualitative.**	**Qualitativ.**
Quantitative.	(analyse) indiquant la proportion des éléments.	**Quantitative.**	**Quantitativ ou Massanalyse.**
Roche en place.	Couche de la formation géologique locale non ou peu altérée.	**Bedrock.**	**Felsenlager.**
Sable.	Elément grenu du sol	**Sand.**	**Sand.**
Schiste.	Argile comprimée feuilletée.	**Schist.**	**Schiefer.**
Segala.	Terre à seigle, légère, ordinairement siliceuse, surtout dans le sud du Massif central granitique de la France.	**Ryesoil.**	**Roggenboden.**
Silice.	$Si\ O^2$.	**Silica.**	**Kieselerde.**
Sol.	Terre envisagée *in situ*.	**Soil Ground.**	**Boden. Grund.**
Sol humifère.	Terrain minéral et organique.	**Muck.**	**»**
Sol superficiel.	Sol de peu d'épaisseur sur sous-sol dur.	**Shallow.**	**Seichter.**
Sous-sol.	Partie comprise sous le sol arable et sur la roche géologique en place	**Subsoil.**	**Untergrund.**
Tapis végétal.	Couverture vivante du sol.	**Surface cover. vegetable covering.**	**Bodenüberzug.**
Terrain.	Sol envisagé comme milieu de culture.	**Soil. Ground.**	**Bodenart. Terrain.**
Terrain détritique.		**Disintegrated soil.**	**Verwitterungs Boden.**

Terre.	Roche tendre recouvrant habituellement la surface du sol.	**Earth. till.**	**Erde.**
Terre arable.	Partie superficielle du sol où circule l'araire ou charrue.	**Arable soil.**	**Ackerboden.**
Terre de Bruyère.	Sol humifère acide où croissent les bruyères.	**Heather soil.**	**Heideboden.**
Terre battante.	Terre sableuse fine se colmatant par la pluie et durcissant ensuite.		**Schlagboden.**
Terre forte ou lourde.	Sol où pénètrent difficilement les instruments aratoires	**Heavy soil.**	**Stark schwer Boden.**
Terreau.	Mélange *artificiel* de terre et résidus végétaux.	**Vegetable mould.**	**Pflanzen erde.**
Terres.	Ensemble de pays agricoles.	**Land.**	**Land.**
Terres vagues.	Mauvaises terres.	**Waste land. Barren land,**	**Oedelaenderei. Oedung.**
Tourbe.	Roche organique végétale.	**Peat.**	**Torf.**
Tourbière.	Lieu où l'on rencontre la tourbe.	**Moor, Fen.**	**Torfmoor.**
Tuf.	Concrétion dans le sous-sol.	**Pan.**	**Tufstein.**
Transport.	Terrain de transport glaciaire.	**Drift.**	
Varenne.	Terre légère à sous-sol calcaire.		
Vase.	Dépôt fin minéral et organique.	**Silt.**	**Schlamm.**
Volcanique.	(poussière) = cinérite.	**Vlocanic dust.**	**Vulkanischer Staub.**

2° POUR L'ECHANTILLONNAGE D'UNE CARTE AGRONOMIQUE

3° FACIES SYLVOPHOBES

Marcel BERTRAND
Professeur d'Agriculture, Malonne (Belgique).

L'ENSEIGNEMENT ELEMENTAIRE ET LA VULGARISATION AGRICOLE DOIVENT ETRE PRATIQUES ET DONNER PLUS D'ATTENTION AUX RESULTATS ECONOMIQUES DE L'INDUSTRIE AGRICOLE

L'auteur conclut en formant le vœu que l'enseignement agricole élémentaire et populaire, celui dont la mission primordiale est de conserver à l'agriculture les ouvriers des campagnes, devienne de plus en plus objectif et concret dans ses programmes, régulariste dans ses tendances et son adaptation, expérimental dans ses méthodes et que, surtout, il s'attache à initier les élèves et les cultivateurs au calcul des prix de revient et à la pratique de la comptabilité agricole.

Fl. MAT
Inspecteur-adjoint au Ministère de l'Agriculture.

L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL AGRICOLE EN BELGIQUE

I. *Organisation de l'enseignement agricole en Belgique.*

Personne ne conteste plus aujourd'hui la nécessité d'un enseignement professionnel agricole.

Il ne faut pas songer, en effet, à l'étude personnelle; le cultivateur n'a guère de loisirs pour se livrer à des études qui, entreprises sans guide et sans méthode, auraient d'ailleurs tôt fait de le rebuter.

Il était donc de toute nécessité que les pouvoirs publics vinssent à son secours en le mettant à même de suivre un bon enseignement pro-

fessionnel. C'est ce que fit le Ministère de l'Agriculture qui prit une série de mesures destinées à assurer la diffusion de cet enseignement.

Ces mesures peuvent se ramener à deux catégories : celles permettant d'obtenir une amélioration immédiate de la production agricole, et celles visant une augmentation immédiate.

1° Mesures permettant d'augmenter *immédiatement* la production agricole. — Elles s'adressent aux cultivateurs-praticiens, qui peuvent en tirer immédiatement profit. Citons :

a) Le Service des Agronomes de l'Etat, créé en 1885, en pleine crise agricole, et qui a constitué longtemps le pivot de la vulgarisation des procédés rationnels de culture et d'élevage. Les moyens employés par les agronomes sont connus : conférences à l'occasion des réunions des associations agricoles, consultations gratuites, visites aux marchés et aux fermes, champs de démonstration et essais d'alimentation du bétail, articles dans la presse, etc...

b) Les cours et conférences aux adultes. Ces conférences ont eu un énorme succès, surtout au début. On sait qu'elles sont instituées annuellement par le Département de l'Agriculture sur la proposition des Agronomes de l'Etat et sous le patronage soit d'une association agricole, soit de l'autorité communale. Le tableau ci-après indique le nombre de cours institués en :

1880.....	1.253
1890.....	235
1900.....	1.380
1910.....	2.525
1921.....	2.365

c) Les champs de démonstration et les essais d'alimentation de bétail. Ces champs et essais sont installés annuellement, à l'intervention des agronomes de l'Etat, chez plusieurs centaines de cultivateurs d'élite. Ils ont permis de répandre des variétés de plantes améliorées, l'emploi rationnel des engrais chimiques, les bonnes méthodes culturales, etc...

d) Les concours de culture, de bétail et les expositions agricoles. Ces manifestations suscitent l'émulation parmi les intéressés, qui s'informent sur les procédés mis en œuvre par les lauréats, s'adressent à ceux-ci pour se procurer de leurs produits, etc...

e) Les avis aux cultivateurs, etc., etc...

2° Mesures permettant d'obtenir une augmentation immédiate de la production agricole.

Ce sont les diverses formes d'enseignement agricole qui s'adressent aux jeunes gens et aux jeunes filles en âge d'école, qui ne peuvent donc, dans la plupart des cas, en tirer profit que le jour où ils sont placés à la tête d'une exploitation agricole.

On sait que l'enseignement agricole comprend les mêmes subdivisions que l'enseignement général : degrés supérieur, moyen et primaire.

En fait, l'enseignement supérieur et moyen agricole s'adresse généralement à des personnes qui ne se consacrent pas elles-mêmes à l'agriculture. On peut dire que seul l'enseignement agricole primaire s'adresse directement et exclusivement à ceux qui sont ou seront plus tard dans la pratique.

Le tableau ci-après (1) permet de constater qu'auparavant on s'est trop attardé aux écoles d'agriculture supérieures et moyennes, destinées à former une élite, et qu'on ne s'était pas assez occupé de l'enseignement qui doit toucher la grande masse des cultivateurs.

A partir de 1923, heureusement, — nous y reviendrons plus loin — un sérieux revirement s'est produit dans ce domaine.

	Instituts sup. d'agriculture		Ecoles moyennes		Ecoles primaires p^{r} jeunes gens	
	—		—		—	
		Elèves		Elèves		Elèves
1880.....	2	180	—	—	—	—
1890.....	2	301	15	301	—	—
1900.....	2	234	18	383	8	232
1910.....	2	292	21	882	53	1.722
1921.....	3	399	37	2.009	82	2.149
1923.....	3	398	38	2.101	518	14.374

II. *Progrès réalisés et à réaliser dans l'agriculture belge.*

Les statistiques officielles montrent que grâce à la diffusion de l'enseignement agricole, des progrès considérables ont été accomplis dans l'agriculture.

Voici ce qu'elles nous apprennent quant aux principales cultures :

	Rendement à l'H^{a} en		
	1880	1910	1924
	—	—	—
Froment	1.500 kg.	2.500 kg.	2.600 kg.
Seigle	1.400 —	2.300 —	2.300 —
Avoine	1.600 —	2.500 —	2.600 —

Dans l'espace de 30 ans, par conséquent, le rendement du froment notamment s'est accru dans la proportion de 2/3.

---

(1) Dans ce tableau ne sont pas compris les chiffres relatifs aux écoles ménagères agricoles et aux écoles d'horticulture.

Des progrès notables ont, d'autre part, été réalisés dans les spéculations animales vers lesquelles l'agriculture s'est particulièrement orientée à partir de 1880, grâce à l'accroissement de la production végétale et à l'emploi d'aliments concentrés du commerce. Le nombre de bêtes bovines, par exemple, a passé de 1.382.865 en 1880 à 1.879.756 en 1910.

Ces résultats ne doivent pas étonner le lecteur au courant du développement pris notamment par l'emploi des engrais chimiques et par les associations agricoles de toute nature.

Principaux engrais utilisés dans le pays.

Nature	Consommation en 1895	Consommation en 1910
	Tonnes	Tonnes
Sulfate d'ammoniaque.....	7.600	33.493
Nitrate de soude.....	53.061	105.696
Guano	23.806	30.932
Superphosphates	54.327	148.926
Scories basiques.....	42.271	100.659
Engrais potassiques.....	10.131	39.358

Associations agricoles

	1895	1911
Comices agricoles.....	149	167
Ligues agricoles libres (local.)....	410	1.200
Sociétés apicoles.....	177	230
Sociétés avicoles.....	29	145
Syndicats d'élevage du bétail.....	71	537
Syndicats de plant. de better.....	16	152
Sociétés pour l'achat de semences.	337	1.260
Laiteries coopératives.....	69	666
Caisses Raiffeisen.....	33	642
Sociétés assurance bétail.....	279	1.339
	1.570	6.338

Si encourageants que soient ces résultats, il n'en est pas moins vrai qu'ils peuvent être largement dépassés. La limite des progrès réalisables ne sera atteinte que lorsque tous les cultivateurs auront apporté à l'exploitation des plantes et du bétail les perfectionnements rendus possibles par les découvertes scientifiques. Cette limite n'est approchée jusqu'ici que par un petit nombre d'agriculteurs. Ce sont ceux qui réalisent bon an mal an une récolte de 40 sacs de froment à l'hectare au lieu de 25,

qui détiennent des vaches produisant 5.000 litres de lait au lieu de 3.000 et possèdent des poules pondant 150 œufs au lieu de 100. Ces quelques chiffres suffisent pour nous montrer que dans l'état actuel de la science agronomique, la production agricole de la Belgique peut dans son ensemble être majorée de 50 %.

L'importance que cette majoration exercerait sur la situation économique du pays n'échappera pas à ceux qui savent que l'agriculture indigène couvre actuellement les trois quarts des besoins de la consommation. D'importateur de produits alimentaires, notre pays deviendrait donc exportateur.

III. *Pour réaliser ces nouveaux progrès, il faut généraliser l'enseignement professionnel.*

Nous avons vu plus haut que pour réaliser ces nouveaux progrès, il est indispensable de mettre tous les cultivateurs à même de tirer profit des recherches scientifiques.

L'enseignement agricole, tel qu'il était organisé jusqu'ici, suffisait-il pour atteindre ce résultat ?

On peut sans crainte de se tromper répondre négativement à cette question. Les écoles d'agriculture du degré supérieur ne sont accessibles qu'à une élite. Les écoles du degré moyen ne sont pas suffisamment nombreuses pour s'adresser à toute la masse des jeunes cultivateurs et puis, la plupart des parents ne peuvent pas se payer le luxe d'envoyer leurs enfants à l'école pendant deux ou trois ans. Les conférences isolées, les causeries avec l'agronome, les concours, les champs de démonstration, etc. ont certes été très utiles et le sont encore, mais ils n'atteignent qu'une partie des cultivateurs et les atteignent d'une façon imparfaite et superficielle.

Il ne reste donc à proprement parler que l'école professionnelle agricole primaire, ouverte durant la morte-saison, et où se donne un enseignement méthodique et suffisamment complet, qui satisfait à toutes les conditions voulues pour donner avec chance de succès un enseignement convenable à la jeunesse agricole.

IV. *Vers la généralisation de l'enseignmeent professionnel agricole.*

Jusqu'en ces dernières années, les écoles d'agriculture primaires étaient relativement peu répandues en Belgique.

En 1921, il y avait au total :

	Nombre	Elèves
Sections professionnelles agricoles primaires....	30	1.130
Ecoles temporaires d'agriculture pour jeunes gens.	31	939
Sections ménagères agricoles primaires.....	6	138
Ecoles ménagères agricoles ambulantes.....	41	615
Sections professionnelles horticoles primaires....	38	1.243
	146	4.065

Ce genre d'enscignement était donc fréquenté par 4.065 élèves, alors que 144.000 garçons et filles sont en âge de le suivre. (Cf. M. Miserez: Projet d'extension de l'enseignement agricole à la campagne.)

En 1922, le ministre de l'Agriculture, M. le baron Ruzette, soucieux d'accentuer la production agricole de la Belgique, donna une vive impulsion à cet enseignement professionnel. Il fit appel au concours des provinces, des communes et de l'initiative privée, et ses efforts ne tardèrent pas à être couronnés de succès. En effet, dès l'hiver 1922-1923, le nombre des sections profesionnelles agricoles primaires pour jeune gens fut porté de 31 à 456, c'est-à-dire que le quart des communes rurales du pays bénéficie d'ores et déjà d'une institution de l'espèce. Plus de 10.000 élèves en suivirent régulièrement les leçons. Voici comment ces chiffres se décomposent :

Provinces	Nombre de sections	Elèves
Anvers	73	2.103
Brabant	32	912
Flandre Occidentale	54	1.171
Flandre Orientale	53	1.530
Hainaut	38	799
Liége	28	496
Limbourg	39	942
Luxembourg	102.	1.546
Namur	37	592
	496	10.091

Une campagne analogue est menée en ce moment pour développer l'enseignement ménager agricole.

Pour terminer, voici quelques renseignements au sujet de l'organisation et du fonctionnement de ces sections.

Préparation du personnel enseignant. — Les titulaires des sections professionnelles agricoles primaires pour jeunes gens sont presque tous des instituteurs qui sont préparés à leur mission dans les cours normaux d'agriculture institués pendant les grandes vacances par le ministère de l'Agriculture, d'accord avec les provinces et les fédérations agricoles.

Organisation générale. — Les sections sont en général annexées auprès des écoles primaires rurales.

L'enseignement est réparti sur deux périodes d'hiver. Il se donne généralement le soir, à raison de deux à trois soirées par semaine, et comprend 100 heures de leçon par an.

Ces sections sont souvent organisées à l'initiative des agronomes de l'Etat, qui sont chargés de les inspecter.

Programme. — Le programme comprend les notions d'agriculture, de zootechnie, de mécanique agricole et comptabilité les plus indispensables à la profession de cultivateur.

Méthode. — Les leçons durent généralement deux heures, dont la première est consacrée à l'enseignement théorique et la seconde à des applications pratiques : problème, dessin, rédaction, dictée ayant des raports directs avec l'agriculture.

Des excursions sont organisées pendant et après la période des cours. Des essais sont institués à la ferme des parents des élèves.

Manuel. Matériel didactique. Bibliothèque. — Il n'y a pas encore de manuel spécialement adapté à ces sections. Quant au matériel d'enseiment et à la bibliothèque, ils sont en voie de formation.

Résultats. — La fréquentation a été régulière; les parents s'intéressent à cet enseignement, et les conditions écrites qui ont lieu de-ci de-là témoignent que les leçons ont été suivies avec fruit.

Les agronomes de l'Etat ont eu des rapports suivis avec les instituteurs et ont trouvé en ceux-ci des auxiliaires précieux.

Enfin, des progrès sont constatés dans les localités où fonctionnent des sections.

Il est donc permis d'augurer les plus heureux résultats de cet enseignement qui met les fils de tous les cultivateurs — petits et grands — en mesure de s'instruire et de devenir des praticiens éclairés, tout en continuant à prêter le concours de leurs bras à leurs parents.

CONCLUSIONS

Quoique les rendements de l'agriculture belge supportent avantageusement la comparaison avec ceux des pays étrangers, ils peuvent encore être largement augmentés. Pour atteindre ce but, il est indispensable de généraliser l'enseignement professionnel agricole qui permettra, d'autre part, de développer l'éducation générale et sociale des cultivateurs.

Cet enseignement donnera le maximum de résultats si le personnel auquel il est confié, est dûment préparé à sa mission.

Comme ce personnel se recrute surtout parmi les instituteurs, il y aurait lieu de créer des écoles normales spéciales pour les instituteurs ruraux.

D'autre part, en vue de permettre aux jeunes gens qui le désirent de poursuivre leurs études agricoles, il y aurait lieu de multiplier les écoles régionales d'agriculture, dans lesquelles se donne un enseignement d'un degré plus élevé que dans les sections primaires.

19e section

GÉOGRAPHIE

Président ..... Alexandre DELMER, Professeur à l'Université de Bruxelles.

Aucun mémoire n'a été remis au secrétariat.

20e section

ÉCONOMIE POLITIQUE ET STATISTIQUE

Président ..... Maurice ANSIAUX, Professeur à l'Université de Bruxelles, Membre de l'Académie Royale de Belgique.

Vice-Président. ..... Le Pasteur REY, Liége.

Secrétaire. ..... Vital GRANET, Saint-Junien (Haute-Vienne).

Pasteur A. REY

Liége.

LA FAMILLE NORMALE MINIMUM

Il y a, surtout depuis les cruelles hécatombes de la guerre, une telle unanimité chez nous, en Belgique aussi bien qu'en France, pour déplorer notre insuffisante natalité, qu'il y aurait quelque simplicité à s'attarder à en démontrer la nuisance, pour les individus comme pour la société.

Nous nous bornerons donc à établir la situation en Belgique à l'heure actuelle et à signaler les remèdes qui nous paraissent les plus urgents à appliquer par les pouvoirs publics.

La natalité en Belgique.

Les Français s'étonnent parfois de nos alarmes en constatant la disproportion entre les densités de nos populations respectives : 72 par kilomètre carré en France, 258 en Belgique. Qu'avez-vous à craindre ? disent-ils. Et de quoi vous plaignez-vous ?

Nous nous plaignons de l'énorme diminution de la natalité. De 1881 à 1923 le taux est descendu de 29,5 à 20,32 0/00. En 1923, on ne compte plus que 154.613 naissances, soit 33.000 naissances de moins

que la moyenne de 1901-1910, ou 13.000 de moins qu'en 1872. Or, remarquons que nous sommes 2.400.000 habitants de plus qu'en 1872.

Les coupables de cet état de choses sont les familles déficitaires, comme on peut s'en convaincre en étudiant les chiffres du recensement de 1910, à défaut de renseignements plus récents.

En 1910, sur l'ensemble du royaume, c'est-à-dire sur 1.359.805 familles, 796.231 familles, soit 58,55 %, ont 0, 1 ou 2 enfants et n'ont à elles toutes que 549.739 enfants. Tandis que les familles ayant 3 enfants ou plus, au nombre de 563.574, donnent au pays le chiffre splendide de 2.632.000 enfants, soit 5 fois plus que les premières. Ainsi les familles normales et nombreuses fournissent au pays 2 millions d'enfants de plus que les familles déficitaires beaucoup nombreuses.

Arrêtons-nous un moment et permettons-nous quelques suppositions.

Première et sinistre hypothèse, supposons que les familles normales et nombreuses, gagnées par le funeste exemple des familles déficitaires, n'aient procuré depuis 1895 que deux enfants par famille, imitant les meilleures parmi les autres. Q'en résultait-il ? 1.500.000 enfants de moins quinze ans après. En 1910, les enfants au-dessous de quinze ans étaient au nombre de 2.267.019; ils n'auraient plus été que 762.167.

Supposons, au contraire, que les familles déficitaires eussent été prises d'émulation et aient tenté de mettre au monde trois enfants. Eliminons de leur nombre 350.000 couples mariés depuis moins de six ans et auxquels nous aurions laissé le temps de la réflexion et 100.000 couples voués peut-être à la stérilité, il resterait 346.231 ménages qui, à la date de 1910, auraient pu donner à la Belgique 490.000 enfants de plus et porter le taux de la natalité à un chiffre vraiment beau.

Ces hypothèses ne sont pas si vaines qu'elles le paraissent au premier abord. Elles sont nécessaires pour nous représenter ce qui aurait pu être et ce qu'il convient de demander à notre population.

Un fait connu c'est que les familles déficitaires se rencontrent en majorité dans les grands centres. Le Service de Statistique générale résume la situation dans les termes suivants. Dans les communes les plus populeuses, la moitié des familles ont 0 ou 1 enfant, tandis que dans les communes de moins de 5.000 habitants, c'est le tiers seulement qui est à ce point déficitaire.

La natalité walonne.

Ce ne sont pas seulement les grands centres qu'il faut envisager, nous arrivons au point qui nous est le plus sensible. Quand on compare la Flandre et la Wallonie, on demeure stupéfait de la différence entre ces deux fractions du pays au point de vue de la natalité.

Mettons à part le Brabant (1.573.950 habitants) qui compte la plus grosse agglomération, Bruxelles, et contient une région wallonne peuplée de 660.000 Wallons. Et ne comparons que les quatre provinces wal-

lonnes, Hainaut, Liége, Luxembourg, Namur, avec les quatre provinces flamandes, Anvers, Flandre Orientale, Flandre Occidentale et Limbourg.

Le recensement de 1910 dit que la Wallonie contient 12 à 15 % de plus de familles déficitaires que la Flandre. Le fait est que dans le Hainaut, grosse province où l'on se marie beaucoup et jeune pourtant, les familles qui ont quatre enfants et plus sont le 1/5 des familles, tandis que dans le Limbourg, province flamande, et il est vrai surtout agricole, les familles qui ont quatre enfants et plus sont la moitié des familles.

Il s'ensuit nécessairement que l'excédent des naissances sur les décès qui assure l'augmentation de la population est notablement plus élevé en Flandre. Pour 1923 les chiffres sont :

	Population	Naissances	Décès	Excéd.	Nais. %	Exc.%
Flandre	3.342.937	79.647	42.471	37.176	23,82	11,12
Wallonie	2.689.933	46.477	36.688	9.789	17,27	3,64
Brabant	1.573.950	28.489	19.120	9.279	18,10	5,90
Royaume	7.606.820	154.613	98.369	56.244	20,32	7,39

C'est-à-dire que l'excédent de la Flandre est presque égal à celui de l'Allemagne pour 1921, 11,3 0/00 et que celui de la Wallonie n'est guère supérieur à l'excédent français pour 1921, 3 0/00.

Si cette énorme différence persiste, dans 30 ans la Flandre aura ajouté à sa population un million de plus que la Wallonie, soit 1.315.783 contre 302.877, et dans 50 ans 2 millions de plus, soit 2,468,162 contre 535.777 en Wallonie.

A ce moment la population des quatre provinces flamandes sera à celle des quatre provinces wallonnes comme 9 est à 5, au lieu de 6 sur 5 qui est à peu près la proportion actuelle.

Ces perspectives sont angoissantes.

Terminologie

Avant de proposer quelques remèdes, justifions notre terminologie.

Il saute aux yeux que si la fécondité des familles s'arrêtait à 0, 1 ou 2 enfants, la race serait condamnée. C'est seulement à l'apparition du 3e enfant qu'il peut être question du maintien de la population au chiffre existant ou même d'une faible augmentation. L'augmentation ne devient importante qu'à partir du quatrième enfant. Les dénominations suivantes s'imposent donc logiquement. Si notre terminologie l'emporte, on appellera dorénavant dans la loi et les études techniques comme dans le langage courant :

Famille déficitaire, la famille de 0, 1 ou 2 enfants.

Famille normale, la famille de 3 enfants.

Famille nombreuse, la famille de 4 enfants et plus.

On objectera peut-être que notre terminologie risque de décourager les familles nombreuses. Mais ne résistent-elles pas à des influences autrement déprimantes, telles que l'exemple et les conseils des parents

déficitaires qui les entourent? Ne comprendront-elles pas fort bien que ce que nous appelons la famille normale c'est la famille normale minimum? (1.)

En tous cas notre terminologie a cet avantage qu'elle éclaire les familles déficitaires sur ce que le pays attend d'elles.

Mesures à prendre en Belgique

Nous nous abstiendrons de parler de l'action privée des Ligues des familles nombreuses ou des chefs d'industries, bien que les premiers résultats obtenus méritent la plus grande considération. Nous ne parlerons que de l'action des pouvoirs publics.

1° *Conseil supérieur de la natalité wallonne*

C'est en Wallonie principalement que le besoin d'une impulsion puissante et méthodique se fait particulièrement sentir. Il y aurait donc lieu de créer un Conseil supérieur de la natalité wallonne organisé peut-être par les Conseils provinciaux et dont les tâches seraient les suivantes :

a) Enquête annuelle sur la situation dans chaque commune. Enquête sur la natalité comparativement à la profession, au revenu, au logement, à la santé générale etc. Enquête sur toutes les causes permanentes ou variables qui influent sur la natalité.

b) Etude des réformes à réaliser par les pouvoirs publics et des progrès à introduire dans la législation.

c) Propositions fermes aux conseils provinciaux ou éventuellement au parlement.

d) Propagande appropriée parmi les populations.

2° *Une propagande patriotique*

Le peuple n'est pas éclairé. Ceux qui limitent leur progéniture ont pensé jusqu'ici que la marche d'une nation s'assure d'elle-même et que d'autres rempliront les vides. Il est temps de leur dire que ce faisant ils portent un coup sensible à la prospérité ou à l'existence même de leur pays. Car si, comme le démontrent les faits, cette mentalité devient celle de l'énorme majorité des citoyens, elle constitue un péril national.

Il est donc urgent de répandre dans toutes les classes — si classes il y a — la conviction que la famille à 0, 1 ou 2 enfants est une famille déficitaire dont les parents, sauf exception due à des raisons

---

(1) M. Bertillon eût voulu que la famille normale comptât 4 enfants, deux pour remplacer les parents, un pour la casse, un pour la race, comme il disait. M. Leroy-Beaulieu, que nous suivons est moins exigeant. Il lui suffit que la famille normale à 3 enfants se multiplie. N'en demandons pas plus pour le moment.

Remarquons cependant que la moyenne des enfants par famille est supérieure à 3 dans d'autres pays : 4 en Allemagne, 3,7 en Angleterre.

de santé, démontrent leur insouciance à l'égard des intérêts généraux du groupe social dont ils font partie. *La famille normale est la famille qui compte trois enfants au moins*, telle est la formule qui, gravée sur les murs de nos Hôtels de Ville, compléterait admirablement la devise nationale. Car ce n'est pas seulement l'union, c'est aussi le nombre qui fait la force.

3° *Emprunts à la législation française*

La France a sur nous une avance de plusieurs années grâce aux mesures énergiques introduites dans la loi pour favoriser la natalité. Nous devrions lui emprunter :

a) Un impôt spécial appliqué aux célibataires de plus de 30 ans et une surcharge fiscale aux ménages déficitaires mariés depuis plus de 10 ans;

b) Des réductions dans les établissements d'enseignement à tous les degrés pour les familles nombreuses;

c) Des réductions sur les chemins de fer notablement plus élevées que celles qui existent;

d) Des avantages militaires analogues à ceux qu'accordent la loi française du 1er avril 1923;

e) Le secours aux femmes en couches.

4° *Primes à la natalité*

Parmi les emprunts à faire à la loi française nous préconisons tout particulièrement la prime à la natalité. Nous la voudrions plus forte dans les grands centres industriels qui appellent une politique spéciale, puisque la fécondité est en raison inverse de l'importance des communes ou agglomérations. En 1920, les grandes agglomérations et les communes de plus de 25.000 habitants comptaient près de la moitié de la population belge. Il importe à tout prix d'augmenter la natalité dans cette importante fraction de la nation.

Nous proposons donc le barème suivant :

Prime à la natalité à accorder par les pouvoirs publics à tous les citoyens

	p. le 1er enf.	p. le 2e	p. le 3e	p. les 4e et suiv.
Petits centres (moins de 25.000)	300 fr.	300 fr.	1000 fr.	300 fr.
Centres moyens 25.000) à 100.000)	400 fr.	400 fr.	1500 fr.	400 fr.
Grands centres (Comm. et agglom. de plus de 100.000)	500 fr.	500 fr.	2000 fr.	500 fr.

Une prime de ce taux coûterait pour le Royaume à l'Etat pour 160.000 naissances environ 100 millions et pour la Wallonie seule-

ment (4 provinces) environ 29 millions et demi. Et la Wallonie est en état de supporter cette dépense, au besoin avec l'aide de l'Etat.

Si les chiffres ci-dessus sont choisis arbitrairement, la progression est raisonnée et calculée d'après l'importance des obstacles à la natalité.

5° *Augmentation des heures de travail*

Jusqu'à ce que les enfants soient en âge de gagner, l'égalité du nombre d'heures de travail est défavorable aux familles nombreuses. Nous avons connu nombre de pères de familles nombreuses qui eussent été heureux de travailler plus de 8 heures et d'augmenter ainsi leurs ressources. Il s'ensuit que les pères de familles normales et nombreuses devraient jouir de la faculté de travailler plus de 8 heures. Les industriels auraient intérêt à en former certaines équipes. Et une difficulté de la situation actuelle serait écartée à la satisfaction générale.

Conclusion

La Belgique et spécialement la Wallonie ne peuvent se contenter des efforts individuels, si louables soient-ils, ni non plus des mesures fiscales et autres, insuffisantes, qui ont jusqu'ici été en ordre dispersé à l'assaut de la mentalité restrictive et de la dénatalité. Il est urgent que des mesures nationales de grande envergure soient prises si la Belgique veut se développer ou si la Wallonie veut seulement se maintenir.

Il faut que les parents soient assurés que par la progression certaine d'un mouvement irrésistible, quels que soient le nombre de leurs enfants, plus ils en auront, plus il seront secondés dans la lourde tâche d'en faire des hommes et des femmes occupant une position satisfaisant, utiles au pays, élevés dans des notions saines et de bons principes.

Commandant du BOBERIL
Le Gavre (Loire-Inférieure).

1° LES RESTRICTIONS A LA LIBRE DISPOSITION DES CAPITAUX

2° L'EQUILIBRE BUDGETAIRE

On a proposé comme sujet d'examen l'équilibre budgétaire. Voici quelques réflexions qui ont trait à ce sujet et aux finances.

On conçoit très facilement qu'un budget soit difficile à établir dans un grand pays comme le nôtre, on conçoit encore mieux combien il est difficile de réunir une majorité au milieu de tant d'ambitions diverses.

L'instabilité budgétaire tient à la démocratie qui gouverne, la multitude n'agit que par caprice et imprévoyance, et ne peut aboutir à rien de fixe en matière financière. Le gouvernement je le reconnais, fait les plus louables efforts pour assurer l'équilibre financier, mais je crains que ses efforts qui doivent être soutenus par tous les gens de bien ne soient infructueux, Dieu veuille que je me trompe, parce que le régime est instable par nature. Aujourd'hui c'est la multitude qui gouverne et l'expérience doit nous ouvrir les yeux, je maintiens que ce sont les classes élevées et moyennes qui sont les représentants naturels d'un pays lésé et dupé depuis longtemps par les sophismes révolutionnaires; si les intérêts de ces classes pouvaient se trouver opposés à ceux de leurs contemporains pauvres, ils sont identiques à ceux des générations innombrables qui doivent nous succéder. Je n'ai aucune pensée malveillante contre la classe ouvrière qu'on a mise sur un piédestal, tout est bon pourvu qu'il soit à son rang, car dans la société il faut une hiérarchie. L'homme de bien par ses vertus, le savant par ses découvertes, le médecin par les soins dévoués qu'il donne, l'ouvrier par son labeur, contribuent tous au bien-être de leur pays. Les arguments des utilitaires ou socialistes en faveur du suffrage universel n'ont aucune valeur puisqu'ils n'ont jamais prouvé qu'il était de l'intérêt du peuple de respecter la propriété, base essentielle d'un Etat. On parle sans cesse de changement, l'évolution ne doit avoir lieu qu'au point de vue physique, au point de vue moral, le bien et le mal sont toujours distincts, et jamais un homme pervers ne fera un bon citoyen. Les utilitaires ou socialistes nous parlent, comme si avant eux les habitants de l'Europe avaient vécu dans les cavernes, et s'étaient mangés les uns les autres.

Nous sommes et on l'a dit bien avant moi, fatigués des objets de notre ancien culte, nous soupirons après une nouvelle idolâtrie.

Il faut renoncer à tout ce qui était précieux, il faut tout jeter dans la fournaise, (excepté ce principe de l'intérêt individuel cher aux socialistes) et voilà le veau qu'on en fait sortir ! Une fois au pouvoir les utilitaires actuels embrouillent le budget, augmentent les dépenses

pour donner des places à leurs amis, et créent des impôts formidables. Je sais que nos richesses naturelles paraissent assez abondantes, mais les impôts exploitent merveilleusement le filon, et un jour viendra où il sera épuisé, puisque tout se fait avec imprévoyance. A un autre point de vue les salaires élevés, les dépenses au delà de la fortune créent une corruption générale qui produit l'anéantissement des sentiments élevés.

Les utilitaires ou socialistes sont les zélateurs d'une secte, nous, libéraux nous sommes des chercheurs de vérités. Les utilitaires veulent trancher toutes les questions, nous, nous avons la prétention de les *examiner*.

A titre de renseignement historique, voici ce qu'ont coûté différentes guerres soutenues par la France :

Louis XIV en 73 ans a laissé comme dette 2 milliards (Macaulay). Napoléon en 15 ans a dévoré 15 milliards (Chateaubriand, tome 26, p. 24). La République 1914-18 a dévoré 200 milliards (annexe du procès-verbal du Sénat, 27 avril 1920).

Le progrès, et réel et sérieux, c'est ce qu'on peut appeler un progrès moderne.

Je sais que je ne suis pas agréable à tout le monde, mais il m'importe peu. Je suis de l'école de Chateaubriand et de Lord Macaulay qui voulaient avant tout la grandeur de leur pays, sans même s'inquiéter des susceptibilités ombrageuses des individus.

Je ne répondrai à aucune critique parce que mon expérience est basée sur les faits, sur le temps et l'observation, qui sont les deux grandes sources de lumière. L'expérience démontre que tant que le pouvoir illimité d'une assemblée populaire n'a pas de contrepoids il en est toujours de même; avec le despotisme héréditaire, il y a des chances de repos pour les hommes, il perd son apreté en veillissant, avec le despotisme électif *jamais*.

Alfred MICHA
Liége.

Aucune statistique gouvernementale n'a été publiée dans le royaume de Belgique pas plus avant qu'après la guerre.

Ce que nous pourrons dire de la pratique en la matière, due à l'initiative privée, sera donc fatalement incomplet, n'ayant point dis-

posé dans nos recherches, des facilités et précieux moyens investigateurs de l'Etat.

La *Société pour l'étude pratique de la participation du personnel dans les bénéfices*, reconnue d'utilité publique, en France, par décret du 12 mars 1889, a donc dû se borner à interroger, elle-même, les industriels et les commerçants qui lui étaient renseignés comme acquis, plus ou moins, à ses idées de juste répartition dans le produit du travail effectué, en commun, dans le commerce comme dans l'industrie.

Nous ne considérons véritables et complètes entreprises à participation, que celles qui réunissent les trois conditions essentielles : 1° part des bénéfices revenant, collectivement aux ouvriers et employés, déterminée d'avance; 2° quantum de participation de chacun déterminé par des règles fixes, et 3° part des bénéfices définitivement acquise au participant avec libre disposition dès qu'elle est attribuée.

Nous ne mentionnerons, que pour mémoire, les interventions généreuses, les usages bienveillants qui, souvent, en Belgique, se traduisent, aussi bien dans le commerce que dans l'industrie, à la fin d'un exercice soldant en bonis sensibles, par des gratifications allouées au personnel.

D'autre part, si nous ne faisions état que des organismes qui, scrupuleusement, entièrement sont conformes aux éléments essentiels de la participation proprement dite, nous ne rendrions point hommage aux louables efforts tentés en vue d'une meilleure justice distributive entre les divers facteurs de la production.

Lorsqu'en 1906, le *Musée Social* de Paris ouvrit un concours pour l'étude de la question de la *Participation du personnel aux bénéfices*, un belge : Emile Waxweiller, ingénieur aux Charbonnages de Marie-mont, et qui fut le premier directeur de l'Institut Solvay, institut belge de sociologie, remporta le prix, lequel était de douze mille francs.

On pouvait croire, alors, au moins espérer que se développerait en Belgique, peut-être même plus rapidement que partout ailleurs, le système nouveau de rémunération du travail appelé à concilier, harmoniser les rapports entre employeurs et employés. Cependant il n'en fut rien.

Le Gouvernement, le premier, se désintéressa absolument de la question, bien que le Sénat de Belgique, en 1919, eût voté, à l'unanimité de ses membres, un vœu en faveur de l'application de la participation aux bénéfices, dans le commerce comme dans l'industrie. La motion, il est vrai, était due à l'initiative parlementaire ayant été formulée par un membre du Sénat qui avait envisagé la participation aux bénéfices comme moyen de pacification sociale, estimant que notre organisation industrielle surtout, ne répondait plus aux idées de justice et d'équité en cours.

Aucune enquête officielle n'a été faite, jusque maintenant, en Belgique, sur ce qui a pu être tenté ou réalisé en fait de participation aux bénéfices, alors cependant que le Gouvernement dispose de moyens si puissants pour se renseigner aisément, complètement et sans frais !

Le champ d'expérience, où doit s'appliquer le principe de la participation aux bénéfices, est si vaste, si varié, que par sa nature même, il entraîne des modalités dans l'exécution dont il y a lieu de tenir compte.

Ce qui convient aux uns, peut ne pas convenir aux autres; ce qui se pratique dans une industrie peut, très bien, n'être pas applicable dans une autre industrie, surtout si elle ne lui est point complèment assimilable.

Aussi, la Société pour l'étude pratique de la participation du personnel aux bénéfices de l'entreprise à laquelle il est attaché, est bien inspirée en ne se montrant nullement exclusive, ni de parti pris à cet égard.

Dans le Bulletin trimestriel qu'elle publie à Paris, depuis 46 ans (1), la Société prend soin de renseigner ses lecteurs, de les instruire de tout ce qui se réalise, en Angleterre aussi bien qu'en France, dans le nouveau comme dans l'ancien monde, s'approchant du but de son institution, même si ce n'est point de la participation proprement dite.

Les essais de mise en pratique qui n'ont pas été couronnés de succès retiennent aussi son attention, elles les expose dans son Bulletin, recherche les causes des mécomptes, en disant, avec raison, que l'expérience, alors même qu'elle n'a point répondu à l'attente espérée, peut encore être un enseignement dont il y a éventuellement à tirer profit, une déconvenue est même, parfois, très instructive.

Voici un relevé de quelques mises en pratique de la participation aux bénéfices en Belgique. Il est fatalement bien incomplet, on le comprend aisément.

Le fondateur des *Anciens Etablissements Louis de Noyer :* fabriques de papiers, de chaudières, etc., à Willebroock près de Gand, a été des premiers, en 1891, à intéresser son personnel aux bénéfices de son industrie.

Diverses modifications ont été apportées, successivement, dans l'organisation de ce service, notamment en 1907 et aussi après la guerre.

La somme affectée annuellement à cette destination est répartie au marc le franc des appointements et des salaires. (Bulletin de la Participation aux bénéfices, année 1923 pp. 189 à 193 (2).

Les *Etablissements Boël,* exploitation de forges et laminoirs à La

---

(1) *Bulletin de la Participation aux bénéfices,* 20, rue Bergère, à Paris. Prix de l'abonnement, 10 fr. par an.

(2) *Idem.*

Louvière, pratiquèrent longtemps aussi la participation du personnel aux bénéfices, mais depuis la guerre, ne l'ont pas encore reprise.

La Banque Populaire de Liége, société coopérative, fondée en 1864, comptant actuellement 7.460 actionnaires, pratique, depuis 1893 la participation de son personnel aux bénéfices. La part lui revenant de droit est de 5 % des bénéfices nets; elle s'est élevée en 1923 à 12.006.35.

Jusqu'en ces dernières années, la répartition se faisait, moitié par tête, moitié proportionnellement aux appointements afférents aux divers membres du personnel. On recherche actuellement une formule permettant de tenir compte, mieux encore, des services rendus.

Les *Etablissements Englebert*, fabrique de Liége, pour le caoutchouc, occupant trois mille ouvriers des deux sexes, se rallièrent, successivement à deux systèmes de participation qui ne lui donnèrent entière satisfaction. (Bulletin de la Participation, année 1923, p. 173 et suivantes).

La Société *Le Journal l'Express*, de Liége, alloue en participation, 40 % de ses bénéfices, somme qui est répartie, au prorata des appointements et salaires de son personnel.

La *Manufacture de soiries artificielles de Tubize* applique aussi, d'une manière très large, la participation de son personnel aux bénéfices de l'entreprise.

Les *Verreries Delhaize-Dethier*, de Chênée, allouent également, en participation, une importante partie de leurs bénéfices.

De son côté, la *Ferronnerie Bouillonnaise* a décidé, dans son assemblée générale d'actionnaires du 24 décembre 1920 de faire un essai de l'actionnarat ouvrier. Cet essai est limité aux huit années restant à courir alors, de la durée statutaire de la société fondée en 1899 (*Moniteur Belge* du 16 janvier 1921. *Une Application de l'actionnariat ouvrier*, brochure publiée, en 1922, par M. Paul de Moffart, sénateur).

Nous ne pouvons examiner, en détail, ces différentes mises en pratique de la participation aux bénéfices, ces organismes divers si intéressants soient-ils; nous n'en avons point le temps, et ce n'est peut-être le moment.

Nous avons, en effet, à vous entretenir aussi de l'introduction, très prochaine, espérons-nous, de l'application de la participation aux bénéfices dans la plus vaste entreprise industrielle du pays : l'exploitation des chemins de fer belges.

L'exploitation du réseau des chemins de fer, en Belgique, est, presque exclusivement, confiée à l'Etat.

Cette régie n'a pas été créée dans un but lucratif, mais en vue d'assurer, dans les meilleurs conditions possibles, le transport des voyageurs et des marchandises.

Elle est d'intérêt public, il n'y a donc plus lieu de chercher à lui

faire produire des bénéfices, que d'en mettre tout ou partie des frais à charge de la collectivité.

Les dépenses d'exploitation s'étant considérablement accrues en 1919 et 1920, par suite de causes sur lesquelles nous n'avons pas à insister, l'Administration des chemins de fer de l'Etat Belge chargea deux de ses ingénieurs MM. Jadot et Muselle, de rechercher les moyens de rémédier à une situation qui ne pouvait se prolonger, d'indiquer les mesures à prendre pour réduire immédiatement et faire disparaître, par la suite, le fort déficit d'exploitation constaté.

Les études de ces deux hauts fonctionnaires aboutirent au dépôt, en décembre 1920, d'un rapport préconisant la décentralisation administrative de cette vaste entreprise, l'industrialisation de l'exploitation, en même temps que la participation du personnel dans les bénéfices à réaliser, disons mieux dans les économies acquises.

Sur ce dernier point de vue : participation du personnel dans les bénéfices ou économies réalisées, les conclusions du rapport sont à mentionner tout particulièrement.

« Dans la situation actuelle, y est-il dit, le personnel employé et plus encore le personnel ouvrier ignore tout du résultat de ses efforts. Il travaille automatiquement. Quand, par hasard, il semble s'intéresser aux résultats financiers de l'entreprise dont il est l'artisan, il ne voit souvent que des détails mesquins et d'une importance tout à fait secondaire, il convient que, dans l'organisation nouvelle, l'employé ait sa part de pouvoir comme aussi sa part de responsabilité. L'un ne va pas sans l'autre.

« Quand l'ouvrier se trouvera dans l'obligation de décréter une dépense nouvelle qui viendra grever les résultats de l'entreprise qu'il dirige, en coopération avec ses chefs, il réfléchira, mesurera les conséquences de sa décision.

« Nous proposons, en conséquence, de confier la gestion financière des ateliers, groupes, sections à un conseil d'administration composé de trois membres : le fonctionnaire dirigeant le service, un employé comptable, un ouvrier désigné par ses pairs. Toute dépense nouvelle, avant d'être proposée à l'administration supérieure devrait faire l'objet d'une délibération du conseil d'administration.

« A côté de cette réforme, nous plaçons, logiquement, celle de la participation de tout le personnel aux bénéfices de l'entreprise. Dans la situation actuelle, cette réforme ne produirait aucun fruit : l'entreprise est trop vaste. L'effort de chacun se perd dans l'effort de tous, il n'en serait plus ainsi si, comme nous le proposons, se décentralisait la gestion financière. Dès ce moment, la participation aux bénéfices pourrait être instaurée utilement. Nous attendons de son instauration le salut qui, sans cela, ne nous paraît pas possible. »

Il ne fut, d'abord, donné aucune suite à ce rapport dont les conclusions, cependant, étaient nettes et précises.

Ce n'est que depuis quelques mois que l'industrialisation de l'exploitation des chemins de fer de l'Etat Belge est réellement entrée en cours de réalisation.

Entre temps, M. Jadot, ingénieur en chef, inspecteur de direction, complétait ses études sur la participation, nous ne dirons plus dans les bénéfices, mais dans les économies à réaliser dans l'exploitation de notre réseau de chemins de fer.

En janvier 1923, il soumettait à l'Association des ingénieurs *U.P.I. C.M.T.* « un avant-projet d'organisation de participation de tout le personnel des chemins de fer aux bénéfices d'exploitation. »

La formule à trouver, disait-il à ses collègues, doit, avant toute chose, permettre : 1° de favoriser la coopération des différents services au but commun : exploitation économique du réseau; 2° de récompenser tout effort individuel comme il le mérite; 3° de proportionner la récompense à l'importance de la participation de chacun.

Après enquête et examen, l'Association des ingénieurs de l'Etat Belge, prenant pour base le travail préliminaire de M. Jadot, a élaboré un « projet d'organisation d'une participation du personnel des chemins de fer au bénéfice de la réduction des dépenses d'exploitation » et elle l'a soumis au ministre compétent.

En juillet 1923, M. Jadot a présenté et défendu ce projet devant la commission permanente de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer.

Enfin, une commission officielle ayant été créée au sein de notre administration des chemins de fer pour étudier, à son tour, le projet présenté, elle a conclu à son adoption et le rapport de cette commission est actuellement soumis à l'autorité supérieure.

Voici, dans ses grandes lignes, l'organisme proposé.

Le montant total de la somme à répartir entre les membres du personnel sera égale à la *moitié* de la réduction réalisée sur les dépenses d'exploitation telles qu'elles résultent de la comptabilité industrielle d'un *exercice type* pris pour base et qui ne pourra être modifié.

Comme dans le système de participation du personnel aux bénéfices d'exploitation, adopté pour les chemins de fer des réseaux français, conformément au décret présidentiel du 22 septembre 1922, art. 4; il serait fait deux parts de la somme totale à répartir, l'une à partager, uniformément, entre tous les agents, quels que soient leur grade et leurs fonctions, l'autre à attribuer suivant l'importance des fonctions exercées, mais en donnant, dans le système belge, une importance relative d'autant plus grande à la part à répartir uniformément, que les résultats de l'exploitation deviendraient plus favorables.

Il est considéré, en effet, qu'au fur et à mesure que l'organisation se

perfectionne, le rôle des dirigeants de l'entreprise perd de sa prépondérance, tandis que, de plus en plus, s'accroît l'effort individuel attendu de l'ouvrier et de l'employé. Il faudra, alors, demander à chacun d'eux de produire plus en une heure de travail : c'est de ce fait qu'il est tenu compte dans le système belge, lorsque l'on divise la somme totale à partager en tranches successives, chacune d'elles donnant lieu à une formule différente.

Ces tranches seraient de vingt millions de francs et au nombre de quatre, dont la première serait attribuée comme suit : un *quart* à tous les agents comptant au moins un an de service, par parts égales quels que soient le rang et les fonctions occupés; *trois quarts* en tenant compte de l'importance des fonctions remplies, suivant tableau, avec cotes, arrêté d'avance et rendement individuel ou collectif.

La deuxième tranche serait partagée comme suit : 1/3 à répartir par parts égales, 2/3 suivant tableau et rendement.

La troisième tranche serait répartie 1/2 par parts égales, 1/2 suivant tableau et rendement.

Le surplus enfin, ou quatrième tranche, serait partagé 2/3 à répartir par parts égales, 1/3 suivant tableau et rendement.

Le système français de répartition se trouve ainsi développé et amélioré en donnant, à la part revenant uniformément au personnel, plus de justice et d'équité dans sa distribution.

Enfin, sont maintenues les primes spéciales déjà instaurées dans maints services des chemins de fer belges, telles, par exemple, les primes d'économie de combustibles et de matières de graissage, les primes d'entretien des locomotives, etc. On peut suivre de très près leur détermination, ainsi que l'effort fait pour les obtenir, incontestables avantages que possèdent ces primes sur la prime de gestion annuelle. Il n'eût été ni sage, ni de bonne administration de les supprimer.

Mais, ne pouvant les étendre à tous les membres du personnel, alors que l'on désirait les intéresser tous aux économies à réaliser dans l'exploitation des chemins de fer de l'Etat, on a recours à la participation sur l'ensemble des dépenses en moins que l'on escompte sur le réseau entier.

Dans le système français, les bénéficiants des primes spéciales participent à la prime annuelle de gestion. Il n'en est pas précisément de même, en Belgique, où les participants aux primes spéciales ne peuvent que dans certains cas, dans maintes circonstances, participer aussi, et partiellement à la prime de gestion, lorsque la justice commande qu'il en soit ainsi.

D'aucuns, et des premiers, la Cour des Comptes qui tient à ses moyens de contrôle simples, faciles, pourront trouver compliqué, dans son organisation, le système de participation du personnel aux béné-

fices, tel que nous venons de l'exposer sommairement et bien qu'il soit préconisé non par des théoriciens, mais par les gens pratiques qui sont, en général, les ingénieurs, et se rapproche sensiblement de celui en usage en France depuis la loi du 21 octobre 1921.

Compliqué? Il l'est plus en apparence qu'en réalité.

La participation du personnel dans les économies à réaliser étant considérée, à juste titre, comme le complément indispensable du programme d'industrialisation de l'exploitation de nos chemins de fer en cours de réalisation, nous adopterons cette importante réforme qui s'impose en fait comme en équité.

Ainsi que le disait, en effet, à la Chambre des représentants M. le député Lemonnier, lors de la dernière discussion du budget des chemins de fer : « Il faudrait aussi intéresser le personnel à l'économie des frais d'exploitation. Un projet, bien étudié, a été présenté par l'Union professionnelle des ingénieurs. Son adoption contribuerait à solidariser tout le personnel, dans une forte mesure, pour augmenter le rendement du réseau. »

Et ce sera, nous l'espérons, un bel et salutaire exemple que suivra notre industrie privée, à laquelle le Gouvernement voudra bien, dans ses applications de la participation aux bénéfices, s'intéresser plus qu'il ne l'a fait jusque maintenant.

Discussion. — M. B. COHEN, de Paris, Administrateur de la Société pour l'étude pratique de la Participation aux bénéfices dans l'Industrie, s'associe au vœu présenté par M. Micha, tendant à l'institution d'une enquête officielle en Belgique sur les Etablissements pratiquant la Participation, ainsi qu'il vient d'être fait en France par le Ministère du Travail.

Au point de vue des chemins de fer, il estime qu'une comparaison utile pourrait s'établir éventuellement entre la formule pratiquée pour l'établissement en France, de la prime de gestion et celle qui a été proposée récemment par l'Association des Ingénieurs de l'Etat Belge et dont la communication précitée a défini le mode d'application.

Augustin REY

Membre de la Société d'Economie politique de **Paris.**

INFLUENCE DU LIBRE ECHANGE SUR LE PROBLEME DE L'HABITATION ECONOMIQUE

Il ne peut y avoir de véritable paix entre les Etats tant qu'ils pourront se menacer dans l'exercice libre de leur commerce.

L'échange libre des matières premières et de celles nécessaires à l'alimentation et objets de première nécessité, exempt de toutes charges et droits d'entrée et de sortie, est un des éléments essentiels pour la vie à bas prix des peuples. La protection n'a pas eu pour but de répandre sur un plus grand nombre la richesse, mais de la concentrer dans une minorité de mains.

Nous sommes parvenus à cette heure, conséquence de la guerre, et surtout de l'incapacité économique des gouvernements, à une situation des plus inquiétantes pour les affaires du monde. L'instabilité financière, sans exemple dans l'histoire, dans laquelle se trouvent plongés la plupart des Etats, les hausses vertigineuses et factices qu'enregistrent les prix de la vie, les spéculation audacieuses, dont le change n'est qu'un des aspects les plus apparents, sont des signes graves.

Les remèdes à cette situation, — et ils sont nombreux — sont incontestablement dominés par une méthode claire, loyale et efficace : la liberté commerciale universelle.

Classant chaque pays, élément de la structure de la machine économique mondiale, à son rang de producteur et consommateur, la liberté commerciale stimule l'individu, provoque les plus larges initiatives et fait naître ce principe pacificateur par excellence et producteur de la richesse et du bien être du public, celui de la grande collectivité humaine.

***

Que voyez-vous au contraire sous le régime de la protection ?

L'hostilité a grandi partout, opposant l'acheteur exploité au vendeur exploitant, élevant de nouvelles tranchées entre le travail et le capital et bouleversant de fond en comble le régime économique et la vie journalière de l'individu, de la famille et de la Nation.

La production mondiale des denrées et des marchandises de première nécessité, est encore aujourd'hui le domaine du chaos. La haute spéculation, facilitée par l'accumulation en trop peu de mains d'énormes capitaux, ne vise aveuglément qu'à l'accumulation et l'augmentation, — vrais trusts privés — de fortunes bloquées qui quoiqu'elles fassent, restent en dehors de la grande circulation et ont pour conséquence automatique d'appauvrir la masse.

La fortune répandue sur le plus grand nombre est au contraire « la vraie base de granit » de la fortune publique. Plus la propriété de sa maison et de ses champs sera rendue accessible au plus modeste citoyen, plus la fortune sera répandue, émiettée jusqu'aux masses profondes d'une Nation, plus cette Nation aura le sentiment de sa force, de son unité, de sa résistance contre tous les périls, plus elle sera consciente de sa sécurité et de son avenir.

Comme l'a dit Napoléon : « *La force, l'avenir d'un gouvernement sont dans les petits, et les dangers qui peuvent les menacer sont dans les grands ! Souverains, protégez donc les petits si vous voulez qu'à leur tour ils vous protègent.* »

Or avoir pour soi les petits, c'est viser à l'amélioration constante de leur bien être, les voir constituer de solides économies, en faire de petits propriétaires, défenseurs des lois, de l'ordre et du territoire national. Ainsi organisée, une Nation deviendra un rempart contre toute atteinte à son prestige, et le Gouvernement à qui elle se donnera sera le reflet flamboyant de son idéal pacifique.

***

La stabilité est essentielle à la vie de l'individu, de la famille, de la Nation. L'instabilité créée par la protection dans les mains de Gouvernements ignorants doit donc être combattue. La barrière factice qu'elle met aux frontières n'est au fond qu'un rempart pour le moindre effort.

La politique économique du libre échange est la seule rationnelle, car elle est l'application magistrale du principe de la division du travail, chacun apportant à construire l'édifice social du monde, qui devrait être le point culminant de la sagesse humaine, les matériaux qu'il peut produire au plus bas prix.

L'objet précis du Protectionisme est l'augmentation des prix à l'intérieur, et ceci rarement au profit du bien être social. Une démoralisation générale envahit les pays en provoquant la vie chère qui ne fait pas payer le prix juste de chaque chose mais un prix de pure convention et qui a pour résultat social grave de provoquer l'instabilité dans les budgets individuels, source des plus grands maux politiques.

Le libre échange est avant tout un facteur moral d'organisation de

la vie des peuples et son horizon est immense. Il doit aboutir à spécialiser pour ainsi dire chaque pays dans les produits pour lesquels il est le plus apte à les produire à bas prix.

Le ciment des relations sociales sont les échanges des produits. De ces échanges entre les hommes résulte une solidarité d'intérêt qui rend solidaire entre elles les familles et les Nations.

Tout est de parvenir à l'équilibre, c'est-à-dire au libre jeu de l'offre et de la demande, de la production et des échanges.

Le progrès humain est parfois si désordonné, les découvertes des nouvelles lois régissant la nature sont si déconcertantes, qu'il en est résulté de constants à-coups qui mettent en péril l'équilibre. Quand on veut bien y réfléchir, ce qu'on appelle le progrès couvre un état singulièrement chaotique, qui nécessiterait une constante remise au point.

***

Il y a un malentendu persistant et qui a singulièrement aggravé le cataclysme dont nous commençons à peine à émerger, entre les conceptions rationnelles appliquées à l'amélioration de la vie matérielle et morale de l'individu, et les méthodes désordonnées, sans bases scientifiques, de nos conceptions d'ordre politique.

Ce malentendu fondamental aboutit à cette heure de la vie des peuples aux plus graves conséquences économiques.

Y a-t-il réellement application du progrès des sciences à la consolidation de l'organisation pacifique matérielle des groupements et des sociétés ? Ce qui importe cependant n'est-il pas de chercher à développer la solidarité sociale qui aboutit en définitive à l'amélioration du bien être individuel et collectif ?

La question sociale se concentre en grande partie sur le rapport qui existe au sein de chaque Nation entre le salaire moyen des travailleurs et le coût moyen de la vie.

Le coût de la vie pour le citoyen c'est, dans ses éléments essentiels, d'abord l'aliment, puis le vêtement et enfin cet autre vêtement qui met à l'abri sa famille : l'habitation. Ce dernier est d'importance capitale pour le développement équilibré d'une Nation en vue de la rendre heureuse et prospère.

Or la construction de l'habitation et la fourniture de tous ses accessoires, l'établissement des voies d'accès et des canalisations de tous genres qui lui sont nécessaires, travaux considérables concernant leur groupement en agglomérations plus ou moins importantes, constitue, dans leur ensemble, près des deux tiers de l'activité manuelle ouvrière d'une Nation. Directement ou indirectement, ce facteur de la vie des peuples est d'importance, comme on le voit. Peu de Nations l'ont

encore placé au rang qu'il mérite. Et c'est en partie à cette grave erreur sociale que nous devons les troubles qui assaillent périodiquement l'édifice social.

La libre concurrence entre les matériaux nationaux et ceux pénétrant par les frontières, que réclame le libre échange, est essentielle dans la lutte au profit du prix bas, c'est-à-dire en faveur de l'habitation réellement économique.

Qui ne serait frappé à quel point est relativement simple dans ses rouages en apparence complexes, cette question du bas prix de l'habitation. Dans les pays de protection, les brusques mouvements dans les prix sont favorisés par la pression anormale qui brise la libre concurrence. Or la haute valeur moralisatrice et hygiénique de la vie maintenue à bas prix a des répercussions profondes sur la vie journalière d'une Nation.

Il est incontestable, et particulièrement sur ce point capital visant la paix sociale : l'habitation, que les pays de libre échange ont une avance marquée sur ceux où des barrières factices ont été élevées et ont faussé le noble jeu de la concurrence.

Et conséquence à relever dans les pays à bas salaires, donc de vie à bas prix, nous voyons la maison individuelle le plus souvent avec jardin, par contraste avec les pays à hauts salaires, où fleurit la caserne à étages, et ses déplorables conséquences sociales. Or la forme et les détails d'aménagement de l'habitation ont une influence qu'on ne saurait assez mettre en valeur sur la paix sociale. Faire le bonheur et le bien-être additionné de chaque famille, cellule primitive, dont le total constitue une Nation, est un idéal réalisable. L'attrait de la maison, nid de la famille, y retient tout naturellement la femme, qui ne s'engage pas dans ce travail trop souvent dégradant de l'usine. De là des conséquences incalculables que la dignité de la famille impose à la vie d'une Nation, qui n'est, en définitive, que l'addition des dignités familiales.

L'éducation des enfants et leur santé, tout s'en ressent profondément. Par l'habitation saine, large, aérée, ensoleillée, isolée de sa voisine, les poumons et l'esprit s'exhalent. La Nation est naturellement plus prospère et son calme, dont le bon ordre familial est une des bases, s'imposera au dehors de ses frontières.

Le libre échange permet d'entrer des matériaux de construction les plus économiques. Sur le puissant marché mondial l'habitation peut alors s'alimenter à bas prix, de telle ou telle spécialité, qui réduira d'autant son prix de revient.

On ne saurait donc assez attirer l'attention sur les conséquences profondes de la politique économique du libre échange, sur le prix de revient à bas prix de l'habitation ouvrière et familiale. C'est là

un des arguments d'une valeur très grande qui vient appuyer, devant l'opinion des peuples, la nécessité de ce remaniement profond dans l'organisation des échanges.

***

La protection crée incontestablement des fortunes parfois considérables, mais ce qui lui est difficile c'est de former le petit capital du faible, du petit, en répartissant les richesses sur le plus grand nombre de familles possible.

Le protectionnisme augmente les soucis de la vie journalière de la masse d'une population, tandis que le libre échange répartit plus libéralement et équitablement ses bienfaits par la vie à bas prix.

Il a été fréquemment montré, par des statistiques sévèrement présentées sur tel ou tel produit de grande consommation, que le protectionnisme a presque dans tous les cas, renchéri le prix de revient de la vie, sans aucun bénéfice réel correspondant pour la masse des individus. Les hauts salaires sont comme un masque trompeur qui essaie de dissimuler le jeu des lois économiques immuables qui règlent les échanges.

Les industries des pays de protection et par conséquent celles nécessaires à la construction des habitations, sont toujours sous la menace de modifications de tarifs de douane qui paralysent trop souvent leur extension.

Les industries des pays de libre échange n'ont à lutter contre aucune incertitude de ce genre. Toujours en face du problème à résoudre, le véritable prix de revient et non ce prix fictif et faussé qui résulte de la barrière douanière, elles sont à l'affut de tout progrès. Elles se maintiennent dans un état de perfectionnement constant, qui profite à la masse et tendent à l'abaissement du prix de revient. Et phénomène logique, chaque grande industrie prospère entraîne dans son sillage et sous sa dépendance particulière, une multitude d'autres qui à leur tour, prenant leur essor, débordent sur les autres pays.

Et c'est ainsi qu'envisageant impartialement, au point de vue statistique, les échanges du monde, on reconnaît que le rythme le plus égal, le plus continu, est celui produit par l'activité libre et non par la contrainte.

Le propre d'une bonne organisation économique est de provoquer et répandre, sur une toujours plus large étendue de peuples, le bien-être familial, base du bien-être social, qui engendre à son tour pour le citoyen et sa famille la propriété de la maison, de son jardin, de ses champs quand cela est possible.

La politique protectionniste à outrance, qui engendre celle des monopoles, les cartels et les dummpings, forme farouche et barbare

des jalousies commerciales qui séparent entre elles les Nations, est la grande pourvoyeuse des conflits criminels qui dressent les peuples les uns contre les autres.

Est-ce pour ce but que dix millions d'hommes sont morts de 1914 à 1918 et quinze millions ont été mutilés dans une guerre qui a mis aux prises les plus grandes Nations du monde devant les regards froids et impitoyables des profiteurs, des grands trusts occultes auxquels se sont joints des Nations restées neutres, afin de voir grandir leur fortune !

Léon MOISSENET

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, en retraite, Dax.

LE COMMERCE INTERNATIONAL. EXPANSION DES RELATIONS COMMERCIALES INTERNATIONALES PAR L'EMPLOI DE L'ESPERANTO

21e section

PÉDAGOGIE ET ENSEIGNEMENT

Président. . . . . Julien RAY, Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Lyon.

Secrétaire. . . . . G. LAPIERRE, Instituteur, Paris.

Georges LAPIERRE

Instituteur à Paris.

L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE A L'ÉCOLE PRIMAIRE

Résumé : Cette communication est la suite de celle qui a été faite l'année précédente sur le même sujet au Congrès de Bordeaux.

A Bordeaux, M. Lapierre avait indiqué comment on pourrait concevoir une initiation scientifique basée sur l'observation directe des êtres et des faits.

Les instructions ministérielles de 1887, confirmées par celles de 1923, font une obligation de donner aux enfants « d'abord une somme de connaissances appropriées à leurs futurs besoins, ensuite et surtout de bonnes habitudes d'esprit, une intelligence ouverte et éveillée, des idées claires, du jugement, de la réflexion, de l'ordre et de la justesse dans la pensée et le langage ».

Il y a là deux buts différents que les instructions de 1887 placent sur des plans différents, dont les instructions de 1923 demandent de réaliser la conciliation, l'interpénétration : « Cherchons, disent ces instructions, à donner aux enfants du peuple une éducation qui, si l'on ose dire, soit à la fois utilitaire et désintéressée, réaliste et idéaliste, et qui tienne un compte égal de leurs besoins les plus effectifs et de leurs plus nobles aspirations. Dans l'océan immense des notions qui peuvent être offertes à des enfants, puisons celles qui sont susceptibles de former

leur jugement tout en servant à leur vie pratique et réciproquement ».

Cette conciliation apparaît difficile à réaliser : le souci de faire acquérir des connaissances, la préoccupation des résultats à obtenir, sanctionnés par des examens entraînent à un enseignement dogmatique, à un gavage ; par contre, un enseignement qui veut être éducatif, qui veut éveiller des curiosités, développer des aptitudes, doit être pratiqué selon des méthodes qui utiliseront les curiosités naturelles et le besoin d'activité de l'enfant.

Dans le premier cas, les programmes seront établis à l'avance, et le maître s'ingéniera à élaborer la méthode qui permettra la meilleure assimilation de la matière à enseigner.

Dans le deuxième cas, c'est la méthode qui sera fixée la première, et à laquelle les programmes sesont subordonnés.

Malgré leur souci de concilier les deux thèses, les instructions officielles penchent, sans conteste, vers la première des deux solutions, et s'accompagnent de programmes minima.

Il a paru utile de tenter l'expérience contraire, de déterminer ce que pourrait être une méthode active.

Le premier problème à résoudre est de capter l'attention de l'enfant, de susciter un intérêt, de poser une question. Puis la leçon se déroule comportant un certain nombre de moments psychologiques qui apportent une représentation de plus en plus complète de l'objet étudié : vue générale et confuse du tout d'abord, vue syncrétique, selon le mot de Renan, puis observation dirigée, systématique, analytique; vérification, comparaison des observations faites, en vue d'une conclusion, d'une vue générale, synthétique.

A l'appui de cette conception, trois plans de leçons étaient présentés à Bordeaux : une leçon de géologie sur la Butte-Montmartre, faite dans une école parisienne du 18e arrondissement conduisant à la connaissance des faits de sédimentation; une leçon de géographie enseignant par quelle suite d'observations, de calculs, d'entreprises les hommes sont arrivés à la possession de cette vérité : la terre est ronde ; une leçon d'histoire naturelle sur le bourgeon faite d'une série d'observations comparées sur le bourgeon du marronnier, les boutures, les tubercules de la pomme de terre, les bulbes.

Les travaux présentés à Liége sont de nouveaux essais d'application de la même méthode d'observation.

M. Lapierre présente trois groupes de travaux :

1° Une série de leçons de sciences et de géographie, dont il est l'auteur, parues dans la Revue de l'Enseignement primaire, au cours de l'année scolaire 1923-24 ;

2° Une série de monographies d'histoire naturelle dont on trouvera plus loin l'énumération, et où les auteurs se sont efforcés de faire de

l'enseignement concret en prenant comme sujet d'observation l'une des plantes ou l'un des animaux de leur région ;

3° Une série de leçons d'histoire, parues également dans la *Revue de l'Enseignement primaire*, et où l'auteur, M. Dumas, procède exclusivement par l'étude de textes originaux.

Ces divers travaux n'ont pour leurs auteurs que la valeur d'une expérience ; la méthode n'est qu'ébauchée ; aux psychologues d'indiquer si elle est en accord avec les données de la psychologie expérimentale ; aux instituteurs qui utiliseront les documents présentés et la méthode proposée de dire si l'expérience peut être généralisée.

DISCUSSION

M. Goffart, *Professeur à l'Athénée de Liége*, est, lui aussi, animé par le souci de substituer à l'enseignement dogmatique un enseignement basé sur l'observation et l'expérience. Professeur d'histoire naturelle, il estime que l'étude des sciences naturelles au degré moyen a pour but principal d'apprendre aux élèves à voir par eux-mêmes et à raisonner sur ce qu'ils ont vu; puis de leur enseigner le moyen d'exprimer, par la parole, par le dessin ou par un texte écrit, ce qu'ils ont compris.

La préoccupation de l'élève qui répond à une question posée est de chercher à reproduire, aussi textuellement que possible, ce qui se trouve dans son livre ou dans son cahier. Il faut combattre cette tendance antiscientifique. L'élève doit s'exercer à observer, à comparer, à juger; il doit réfléchir, comprendre et s'exprimer par ses propres moyens.

M. Maréchal, *Inspecteur des Ecoles primaires de Liége* : Usant des prérogatives que lui confèrent les règlements scolaires belges, M. Maréchal a fait supprimer, de l'examen du certificat d'études, l'épreuve écrite de sciences. Il avait pu constater que cette épreuve était une incitation à l'enseignement dogmatique. Depuis que l'épreuve de sciences a été supprimée, l'enseignement scientifique dans les écoles de Liége s'est orienté dans la voie de l'observation et de l'expérimentation.

M. le Docteur Beauvisage, *Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Lyon* : L'enseignement scientifique de la nature doit être fait hors de la classe et doit se répéter quand il s'agit de plantes en voie de développement.

M. Decroly : Dans la méthode d'observation, il est nécessaire de songer que l'enfant a une autre manière de voir les choses et de penser que l'adulte, et surtout que l'adulte qui enseigne, a réappris tardivement la branche qu'il enseigne et y est souvent spécialisé.

Alors que l'adulte croit procéder de la partie au tout, de l'analyse à la synthèse, et le fait souvent, en réalité, pour s'assimiler une nouvelle matière et, en tout cas, pour se représenter l'ensemble d'uns question; l'enfant est, avant tout, frappé par l'ensemble et ne retient les aspects et les faits qu'en bloc, et c'est seulement lorsqu'on le force à parler qu'on peut être illusionné sur la manière dont il s'assimile les choses et les événements. En tout cas, s'il frise plutôt certains détails, c'est inconsciemment et sans préoccupation d'analyse, déterminé par ses intérêts et tendances latents.

Si cela est vrai et les études publiées sur le pouvoir synerétique, le schématisme, la fonction globalisatrice sont là pour étayer cette manière de voir; il convient, dans les débuts surtout et peut-être d'une manière continue chez les arriérés, de commencer les observations par des objets et des faits qui touchent directement à sa vie, à ses besoins essentiels, ceux pré-

cisément à propos desquels le milieu renferme le plus de matériaux et de phénomènes.

En ce qui regarde l'étude des bourgeons par exemple, choisie par M. Lapierre pour illustrer son exposé, il serait nécessaire de l'amorcer par un certain nombre de notions qui favorisent l'association de cette étude aux intérêts naturels de l'enfant et capables de satisfaire sa curiosité latente; notamment, il y a avantage à attirer d'abord son attention et à provoquer un travail mental de comparaison sur des êres vivants plus proches de lui, puis sur des graines pour n'arriver aux bourgeons que dans la suite. Dans le programme d'idées associées qui est appliqué dans les écoles et classes qui suivent notre méthode, ces démonstrations sont, pour ainsi dire, permanentes par le fait que les enfants élèvent des petits animaux et des plantes; mais il y a des points spéciaux du programme qui concernent plus particulièrement ces questions de développement, notamment du programme de l'alimentation, lorsqu'on touche aux rapports des parents avec les jeunes à propos de la nourriture, de même pour la défense contre les intempéries et les dangers divers.

Bref, il nous semble que, tout en n'excluant pas les exercices d'observation occasionnels comme le propose M. Cousinet et d'autres, ce que nous admettons explicitement dans l'application du programme d'idées associées, il faut, lorsque le sujet est peu frappant ou susceptible d'être traité à une période prévue, de l'encadrer comme le demandent W. James et J. Dewey entre autres, et de l'appuyer sur des notions en étroit rapport avec l'enfant lui-même. La mémoire intelligente est la plus sûre et l'association des idées est le meilleur moyen de former des idées générales capables d'influer sur les actes.

M. Foucault, *Professeur à la Faculté des Lettres de Montpellier :* Je considère ces réalisations pédagogiques comme constituant des progrès réels et certains, en parfait accord avec le peu de connaissances solides que possède la Psychologie. Tout cela d'ailleurs, théorie scientifique ou application pratique, se modifiera sans doute dans l'avenir; mais il en est de même dans tous les domaines où s'exercent l'action et la pensée humaines, l'essentiel est de progresser.

M. Piéron : Je pense que les psychologues peuvent paraître très exigeants, car ils ne s'occupent pas des exigences des règlements et des programmes. M. Lapierre, dans son intéressant effort, concilie de telles exigences avec l'aspiration vers le perfectionnement scientifique des méthodes. Mais je crois aussi que les psychologues n'ont pas tort, car les programmes et les règlements eux-mêmes sont modifiables, et je suis tout à fait d'accord avec M. Decroly sur la primauté du rôle de l'intérêt dans les premiers stades éducatifs. La psychologie traditionnelle envisage la mentalité enfantine comme une réduction de la mentalité adulte, et cette dernière même, non telle qu'elle est, en réalité, mais telle que, idéalement, on voudrait qu'elle devînt. Il faut se rappeler que le fonctionnement mental allié à la vie d'un organisme, aux exigences de son activité, s'exprime sous la forme de l'« intérêt », et que, si l'éducation socialise peu à peu l'individu, il faut, pour réaliser cette socialisation progressive, utiliser les lois primitives, psycho-biologique du fonctionnement mental.

Jules GOFFART
Professeur à l'Athénée Royal, Liége.

LA METHODE SCIENTIFIQUE

Tout le monde est d'accord pour que l'enseignement des sciences soit partout intuitif et raisonné. Tout le monde reconnaît qu'il doit reposer sur l'observation, l'expérimentation, la comparaison des faits.

Ces beaux principes universellement admis sont loin d'être universellement mis en pratique. Il y a loin du principe à son application logique et immédiate.

Dans certains milieux, on confie l'enseignement des sciences à des maîtres mal préparés : ou bien leur culture a été faussée, leur développement intellectuel insuffisant ; ou bien encore, enseignant à la fois la langue maternelle, le calcul et parfois d'autres branches encore, ils s'imaginent que tout doit être fait partout de la même manière et qu'on arrive toujours au but final en suivant en tout le même chemin.

Trop souvent, on oublie qu'à côté d'une méthodologie générale, chaque branche d'enseignement réclame une méthodologie spéciale. Dans le domaine scientifique surtout, il en est particulièrement ainsi.

A tous les degrés de l'enseignement, mais surtout au degré primaire et au degré secondaire, on doit s'efforcer avant tout de donner aux enfants et aux jeunes gens le goût de l'étude, l'aptitude à s'instruire, de leur faire aimer et apprécier les choses de la nature et toutes celles que le génie de l'homme a modifiées, transformées, créées même, et qui constituent le patrimoine immense de notre civilisation.

Quel vaste champ livré à l'observation! Faut-il chercher ailleurs des éléments mieux appropriés, capables d'habituer l'enfant à observer, à analyser, à comparer, à juger, à raisonner, à classer, etc.. etc.., en un mot à développer en lui le *sens scientifique* par l'étude directe des choses, c'est-à-dire de tout ce qui est, et des phénomènes, c'est-à-dire de tout ce qui agit? En d'autres termes, la morphologie et la physiologie étendues à tout ce qui nous entoure.

Pour cela, notre enseignement scientifique doit avoir deux tendances extrêmement inégales.

L'une, la première, la plus importante, la seule au premier âge, c'est la formation de l'esprit, la culture du sens scientifique, le façonnement et le développement harmonique des facultés qui sont indispensables à son perfectionnement intégral.

L'autre, la seconde, dont on s'occupera occasionnellement dans l'enseignement secondaire, pas du tout dans l'enseignement primaire, est de fournir des connaissances sur les choses et sur les faits. Ici, il y a à éviter le grave écueil d'une érudition prématurée et pédantesque, souvent faussée, un chargement inutile, dangereux et fastidieux de la mémoire.

Connaître les sciences, ce n'est pas avoir retenu beaucoup de sciences. C'est bien plus posséder, par le travail et l'habitude, la bonne méthode qui permette d'acquérir sûrement et de s'assimiler une nouvelle notion scientifique.

Dans un enseignement bien compris, l'élève n'a jamais de leçons à apprendre et encore moins à réciter, dans le sens que l'on attribue généralement à ces expressions. Ce qui signifie donc que la mémoire doit avoir un rôle très secondaire à remplir.

L'élève observe les choses et les phénomènes; il les analyse d'une façon plus ou moins approfondie selon son degré d'avancement. Il est donc utile et nécessaire de revenir plusieurs fois sur le même sujet. Il effectue lui-même, autant que possible, les expériences dont le choix sera progressif, soit qu'il reproduise celles qu'il a vu faire, soit qu'il s'efforce d'en réaliser d'autres analogues : excellent procédé pour développer l'habileté manuelle et l'esprit d'initiative.

Il décrit tout ce qu'il voit. Ce n'est pas faire un enseignement de mots que de donner, après une bonne observation, le terme précis qui désigne la chose. Il est utile d'enrichir le vocabulaire chaque fois que l'occasion se présente, et c'est dans les cours scientifiques, exclusivement, que l'on pourra acquérir le sens exact d'un grand nombre de termes. C'est aussi dans ces cours que l'enfant apprendra à s'exprimer avec précision, correction, concision et clarté.

On commence donc et l'on commence toujours par de la bonne observation dans laquelle la description sera accompagnée autant que possible, le plus possible, de croquis et de dessins.

S'il s'agit d'expériences, on fera souvent appel à des faits extérieurs pour les compléter.

Tout cela, c'est l'analyse qui sera plutôt rigoureuse que minutieuse.

L'interprétation des faits observés ne doit pas nécessairement revêtir, dans tous les cas, une parfaite exactitude scientifique. Elle doit être adaptée aux circonstances et elle sera progressive.

Après l'analyse vient la comparaison. Celle-ci met en relief les ressemblances et les différences ; dégage le principal de l'accessoire ; permet de saisir des notions nouvelles qui auraient pu échapper à une première observation; associe et groupe les connaissances ; dis-

pense d'organiser des répétitions systématiques qui ne sont souvent qu'une fastidieuse remémoration des faits observés ; aboutit à la fixation de notions communes, des caractères dominants, des idées générales, des principes et des lois, la classification qui synthétise l'ensemble des connaissances à un moment donné.

On le voit, la comparaison conduit à la synthèse par voie inductive. Elle doit toujours être judicieuse et la généralisation sera faite avec prudence (Gravis). Jamais elle ne sera ni précoce, ni prématurée. (Jonckeere et Demoor).

Quand faut-il donner la notion générale? On ne peut établir de règle et ce point ne peut être résolu que dans chaque cas particulier. J'estime cependant qu'il ne faut pas attendre trop tard, car on ne peut méconnaître la valeur éducative de la déduction, dans certaines limites. C'est une question de tact, d'opportunité, de circonstances ; je ne dirai pas de tempéraments, car nous devons guider, canaliser, rectifier au besoin les tempéraments.

Il n'est pas possible de s'occuper de méthode scientifique, sans parler des examens ou concours qui en sont l'inévitable sanction. Cette question est trop vaste pour pouvoir entrer complètement dans le cadre qui m'a été tracé. J'attire surtout l'attention sur un point : tels sont les examens, tel sera le cours, telle sera la méthode suivie.

Un *cours* de sciences, donné avec méthode, n'est jamais un exposé. Celui-ci est souvent une *course* rapide et furibonde aboutissant à un bourrage de crânes. Dès lors, l'examen est toujours façonné sur le sempiternel *leit-motiv* : « Que savez-vous de...; faites-moi connaître..., etc... »

Mémoire, toujours la mémoire ; contrôle de ce qui a été retenu.

Faut-il donc nécessairement que, pour tel jour de juillet, à telle heure de l'avant ou de l'après-midi, l'élève qui a suivi un cours pendant une année de vingt-cinq semaines, cours comportant 6 à 700 pages grand format, à raison de 15 à 20 pages par heure dans les périodes de presse, faut-il donc que cet élève doive comprimer dans sa pauvre cervelle distendue et surchauffée, un tel fatras de formules, de principes avec démonstration, des plans, des coupes et un tas d'autres choses ! Faut-il en outre qu'il soit à même d'excréter tout cela, sans avoir parfois le temps de réfléchir ; de traiter telle ou telle question piquée au hasard par le professeur, souvent enfouie profondément sous un tas d'autres que l'on n'a pas le temps de déblayer avec ordre.

. Franchement, si nous avons parfois de très bons professeurs, médecins, ingénieurs..., ce n'est pas un tel régime qui les a formés. Heureusement qu'il existe l'autodidactisme pour les gens intelligents !

Dans l'enseignement primaire et dans les classes inférieures de

l'enseignement secondaire, le meilleur moyen d'organiser les examens et les concours est de les supprimer.

En général, il faut condamner sévèrement, et dans tous les cas réduire au strict minimum, tout ce qui est répétition et tout ce qui est blocage, préparatoires aux examens.

Pour terminer, laissez-moi faire une comparaison, complément et auxiliaire incomparable de l'observation, comme je l'ai dit tantôt. Il y a dix ans, à peu près jour pour jour, les Liégeois virent briller un soir, sur le haut des collines qui encerclent leur ville du côté de l'Est, une ligne à peine interrompue de feux errants, étranges et variés. C'étaient les feux de nos perpétuels ennemis, signes précurseurs de l'invasion et des incendies qui allaient l'accompagner.

Aujourd'hui, dix ans plus tard, nous sommes sous le coup d'une nouvelle, mais combien autre, invasion. Nos éternels et fidèles amis du sud ont franchi la faible et imaginaire frontière qui nous sépare. Ils sont venus chez nous projeter les vives lueurs de leur intelligence que nous ne cessons d'admirer et d'envier, pour éclairer d'un jour nouveau les questions communes qui nous préoccupent les uns et les autres.

La main dans la main, nous marchons ensemble vers ce noble idéal qui est la recherche du vrai et du mieux.

Puisse cet heureux rapprochement contribuer, si possible encore, à raffermir, à consolider les liens d'amitié et de solidarité fraternelle qui nous unissent et que rien ne pourra jamais altérer.

(*Communication faite aux membres de l'A. F. A. S., au Congrès de Liége, le* 31 *juillet* 1924.)

APPLICATION DE LA METHODE D'OBSERVATION A L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE DANS LES ECOLES PRIMAIRES

---

a) TORTILLET, instituteur à Bélignat (Ain).
Monographie du sapin.

b) JEULIN, instituteur à Pont-de-l'Arche (Eure).
Monographie du pommier.

c) BELLET, instituteur à Saint-Didier-d'Aussiat (Ain).
Monographie du maïs.

d) SECTION PEDAGOGIQUE VAROISE.
Monographie de l'olivier.

e) BOURSIN, inspecteur primaire à Châteaudun (et un groupe d'instituteurs d'Eure-et-Loir).
Le Blé en Beauce.

f) JACQUET, instituteur à Belin-Joué (Gironde).
Monographie du pin.

g) COINTRE. instituteur à Sempesserre (Gers).
Le porc de Miélan

h) ROZES, professeur à l'Ecole primaire supérieure de Mirande (Gers).
La poule gasconne.

i) PECH, instituteur à Castres (Tarn).
L'industrie lainière à Mazamet.

(La longueur de ces monographies ne permet pas de les publier toutes. Seules ont pu être insérées les parties pédagogiques des monographies traitant de l'olivier et du pin maritime.

SECTION PEDAGOGIQUE VAROISE

MONOGRAPHIE DE L'OLIVIER

dressée par :

MM.
ALPHERAN, instituteur, à Esparron.
ALZIARY, instituteur, à Bras.
BACQUER, instituteur, à Rougiers.
PANISSE, instituteur, à Saint-Maximin.
PASCAL, instituteur, à Pourcieux.
Mme PELISSIER, à La Portanière.
SANDRO, instituteur, à Salernes.

DEUXIEME PARTIE.

Plans de leçons.

1° Ecoles à classe unique.
2° Cours préparatoire.
3° Cours élémentaire.
4° Cours moyen.

1° *Ecoles à classe unique.* — Ces leçons sont communes à toutes les divisions.

1. *L'aspect général de l'arbre.*

Leçon faite en avril, mai, au moment de la floraison, en plein air.

I. *But de la leçon.* — On *observe* (pour les petits). On *définit* sommairement le rôle de chaque partie (pour les grands).

II. *Plan de la leçon.*

Introduction : un arbre ressemblant ?

a) *Tronc : branches.*

On observe.

On raisonne : charpente, conduite de la sève.

b) *Feuilles :*

On observe ; on dessine.

On raisonne : respiration...

c) *Fleurs.*

Observation sommaire ; dessin.

Raisonnement : production de la graine.

2. *La fleur de l'olivier.* Même époque.

I. But de la leçon. — Idem.

II. *Plan de la leçon.*

Introduction : une fleur de lilas.

a) *Enveloppes florales :* calice, corolle.

On observe ; on dessine.

On raisonne ; rôle : protection.

b) *L'androcée.*

On observe ; on dessine.

On raisonne.

c) *Le gynécée.*

On observe avec loupe.

On définit le rôle et la transformation du style, du stigmate et des deux carpelles.

3. *L'olive mûre.* Au moment de la cueillette.

I. *But de la leçon.* — L'olive est constituée en fonction de la production de l'huile et de la reproduction de l'espèce.

II. *Plan de la leçon.*

Introduction : faire citer des fruits à noyau.

a) *Le fruit :*

Observation simple ; dessin exact.

b) *La pulpe.*

On manipule.

On observe.

On raisonne : rôle, composition.

c) *Le noyau.*

On manipule.

On observe ; on le casse.

Le rôle de la graine.

4. *Un moulin. — Extraction de l'huile.*

Cette leçon donnera lieu à une *longue* visite au moulin, s'il en existe un naturellement. Sinon la leçon restera descriptive et ne s'adressera qu'aux plus grands.

I. *But.* — On observe la composition et le fonctionnement de l'outillage. On explique aussi certaines opérations comme l'échaudage.

II. *Plan.* — Le plan sera imposé par les manipulations auxquelles on assistera.

On pourra, aux plus grands élèves exposer le procédé moderne.

5. *L'oléiculteur dans son verger d'oliviers.*

Leçons faites au moment de la floraison.

I. *But.* — Observer les divers travaux et les expliquer.

II. *Plan.*

a) Mode de fructification de l'olivier.

b) Taille.

c) Labours et binages.

e) Comparaison avec la vigne.

d) Production.

2° *Cours préparatoire.* — Simples leçons d'observation. Education des sens. Dessin.

1. Une olive verte. Novembre.

2. Une olive mûre. Janvier.

3. Comparaison. Janvier.

4. Un rameau. La feuille. Après la cueillette.

5. L'huile.

3° *Cours élémentaire.* — On observe la vie en marche.

1. Aspect général de l'arbre : du gros tronc aux fines branches.

2. Des boutons aux fleurs.

a) Les boutons : place, nombre, forme.

a) Les fleurs : diverses parties.

3. Des fleurs aux fruits. Observer ce qui dans la fleur fait prévoir le fruit.

4. Rendement pratique. L'huile.

4° *Cours moyen.* — On observe la vie en marche en raisonnant quelque peu.

1. Observation générale de l'arbre : sa lutte pour la vie contre le milieu, son adaptation.

2. Une section d'un tronc, diverses parties, particularités.

3. La fleur : étude raisonnée (rôle de chacune de ses parties).
4. Le fruit : reproduction de l'olivier.
5. Utilisation de la vie chez l'olivier.
   a) Taille et culture de l'olivier.
   b) Un moulin. Extraction de l'huile.
6. La vie de l'olivier dans l'espace : régions, conditions de culture.

Données pour problèmes :

150 pieds à l'ha.
Production moyenne 35 à 50 hl d'olives par ha.
Un double dal d'olives pèse 12 à 13 kilos.
Un double dal d'olives donne 2 à 3 kilos d'huile.
Densité de l'huile : 0.915.

Rédactions

La cueillette des olives.
Au moulin d'huile.

JACQUET
Instituteur, Belin-Joué (Gironde).

MONOGRAPHIE DU PIN MARITIME

1° *Etude biologique* qui sera demandée à M. Chaine, professeur à la Faculté de Bordeaux.

2° *La forêt de pins*, par M. Dupont, professeur à la Faculté de Bordeaux. Article paru dans l'ouvrage : *Bordeaux métropole du Sud-Ouest* (remis aux congressistes en 1923).

a) La forêt landaise.
b) L'industrie des résines.
c) L'utilisation des résines.
d) L'industrie des bois.
e) Les utilisations du bois de pin.

3° *Les ennemis du pin maritime et les moyens de s'en préserver.*

Incendies.

Maladies cryptogamiques.

Insectes.

4° *Anthologie.*

Extraits d'œuvres d'écrivains français (Th. Gautier, Taine, Bersot, Rosny, etc...).

Extraits d'œuvres d'écrivains locaux (J. Rameau, de Pesquidoux, Emile Martin, Emile Bodin, etc.).

5° *Exercices scolaires.*

Exercices d'observations directes.

Leçons de choses, de sciences et d'agriculture.

Leçons de géologie et de géographie physique et économique.

Problèmes.

Exercices de vocabulaire, dictée, rédaction, lecture expliquée.

Dessin d'après nature, croquis coté d'appareils simples, composition décorative.

Classes promenades. Visites d'usine à essence et colophane. Visites de scieries fixes et volantes.

L'ouvrage sera accompagné de croquis et schémas.

N.-B. — A titre d'exemples sont joints à la présente esquisse :

1. Un liste d'observations ;

2. Quelques-unes des leçons faites pendant le courant de l'année à l'école de Joué (Gironde). Cours moyen et élémentaire (2e année).

OBSERVATIONS SUR LE PIN MARITIME

Examen d'un jeune pied. La racine pivotante. Dessin.

Examen des aiguilles vertes, sèches. Comparaison avec autres conifères.

Examen microscopique de coupes d'aiguilles.

La persistance des feuilles.

Hauteur moyenne des arbres, hauteurs extrêmes.

Examen de coupes transversales et longitudinales de la tige.

Examen des souches.

Examen d'un terrain préparé pour le semis.

Examen d'une jeune plantation. Temps écoulé entre le semis et l'apparition des premiers pieds.

Examen des graines et comparaison. Dispersion.

Date du commencement et de la fin des travaux annuels.

Examen d'une pousse de printemps.

Examen de la fleur mâle.

Examen de la fleur femelle.

Examen d'une « carre » aux différentes époques de l'année.

Examen d'un pot recevant la résine.

Examen de la résine.
Examen et dessin d'outils du résinier.
Les galeries d'insectes sous l'écorce et dans le bois.
Ravages divers d'insectes.
Les nids des processionnaires.
Les théories de processionnaires.
Comment brûle un pin pendant un incendie.
Comment on éteint les incendies de forêt.
Les nuages de pollen.
Examen microscopique de grains de pollen.
Examen de cônes à divers degrés de maturité, etc., etc...

SCIENCES AGRICULTURE

LE PIN

Demander quel est l'arbre principal de nos forêts :
Le pin.

Demander aux enfants s'ils n'ont pas vu des pins différents de ceux qui constituent nos forêts et dire :

Qu'il existe près de 80 espèces de pins;

Que celui de notre région s'appelle :

Le pin maritime.

Demander si le pin est une plante sauvage ou cultivée et pour quelle raison on sème le pin.

Demander s'il y a longtemps que l'on sème des pins dans notre région et dire que cette opération fut faite pour la première fois par Brémontier vers 1790 pour fixer les dunes de Gascogne.

Dire que dans les anciennes forêts de la Gaule le pin poussait à l'état sauvage.

Demander quelle hauteur atteignent en général les pins de notre région :

25 à 35 mètres.

Demander quelle grosseur ils atteignent au maximum :

1 m. 50 à 2 mètres.

Faire examiner un tronc de pin arraché et faire remarquer que la quantité de terre entraînée dans la chute n'est pas considérable et en faire trouver la raison :

Le pin a une racine pivotante.

Le faire constater et faire remarquer :

Qu'il est très difficile d'arracher une souche de pin,

Que les pins se cassent plutôt qu'ils ne s'arrachent.

Demander quelle est la couleur du pin lorsqu'il est jeune : grisâtre, et comment il devient lorsqu'il est plus âgé :

L'écorce devient brun rougeâtre, fendillée, rugueuse.

Faire examiner une coupe et faire remarquer que le grain du bois est très lâche par rapport aux autres arbres. En faire trouver la raison :

Les vaisseaux du bois de printemps qui transporte l'abondante sève résineuse sont très larges.

Faire remarquer comment les branches du pin sont disposées sur la tige en cercles horizontaux.

Faire trouver le nom des feuilles de pin (*aiguilles*) et en faire trouver la raison.

Faire remarquer comment elles sont disposées sur la tige par deux et réunies en une sorte de petit étui.

Faire remarquer qu'elles ne jaunissent pas sur l'arbre qui reste toujours vert.

Demander aux enfants s'ils ont remarqué au commencement du printemps vers mars-avril, ces branches claires s'élevant toutes droites semblables à des cierges et dire que ce sont les jeunes branches de l'année.

Demander si ces jeunes branches portent seulement des feuilles : fleurs aussi.

Faire indiquer comment sont les fleurs du pin.

Incomplètes et de deux sortes : mâles et femelles.

Les mâles composées seulement d'étamines en forme d'écailles réunies par groupes compacts.

Les femelles plus grosses, rouges, disposées par deux ou plusieurs groupes à l'extrémité des branches.

Demander comment le pollen des étamines peut atteindre les ovaires qui sont placées au-dessus :

Par le vent nuages de pollen au printemps, pollen à ailes.

Demander ce que deviennent les fleurs femelles après la fécondation :

Elles grossissent, durcissent, deviennent les *cônes*, qui ont donné leurs noms aux plantes de la famille du pin.

Les conifères.

Demander où on trouve la graine :

Entre les écailles des cones qui sont des carpelles.

Demander comment elle est :

Noire et portant une aile membraneuse.

SCIENCES AGRICULTURE

LE PIN (2e Leçon)

Demander pourquoi on cultive le pin dans notre région :

Pour en extraire la « gemme ».

Demander ce qu'est la gemme.

Sève de l'arbre.

Faire indiquer quels travaux nécessite la culture du pin :

Nettoyage du terrain dans lequel on veut semer (arrachage des souches, draînages, etc.), incinération avantages.

Labours. — Faire remarquer qu'il faut opérer des labours profonds et en faire trouver la raison :

Le pin a une racine pivotante.

Semailles en lignes ou à la volée.

Eclaircisages divers. — En faire trouver la raison :

Des arbres trop nombreux dans un espace restreint se nuisent les uns les autres.

Le travail de gemmage serait très incommode sans cela.

Nettoyages annuels. — Enlèvement de la bruyère.

En faire trouver la raison.

Eviter les dangers d'incendie.

Faciliter le travail du gemmeur.

Litière pour les animaux.

Demander en quoi consiste le travail du gemmage :

Pratiquer une plaie au flanc de l'arbre pour permettre l'écoulement de la sève à l'extérieur.

Demander à quelle époque les végétaux ont le plus de sève :

Au printemps et à l'automne (sève montante et sève descendante).

Faire indiquer à quelles époques commence et finit le gemmage :

Mars-novembre.

Faire indiquer par quelle partie de la tige monte et descend la sève :

Par les vaisseaux du bois et le liber.

Faire comprendre que c'est pour cette raison que l'entaille faite au pin est très peu profonde et doit être pratiquée avec un outil bien affûté.

Demander pourquoi le gemmeur allonge toujours sa carre en allant vers le haut :

Pour suivre la montée de la sève.

Demander à quel âge on commence à gemmer un pin :

Vers 20 ans.

Et à quoi se guident les gemmeurs :

A la circonférence qui doit atteindre un mètre environ.

Demander pourquoi on ne commence pas plus tôt :

Le gemmage ralentit la croissance de l'arbre en grosseur.

Demander si le gemmage n'altère pas le bois et faire comprendre qu'au contraire, il le rend meilleur, plus lourd, plus compact et en faire trouver la raison :

Par le gemmage moins de sève monte, il se produit moins de trous et moins larges dans le bois de printemps et d'automne.

Faire indiquer combien de fois on entaille les pins :

Une fois par semaine.

Faire indiquer pendant combien de temps on conduit la même cafre (4 ou 5 ans), et pendant combien de temps on gemme le même pin (20 ans environ).

Faire apprécier la quantité de gemme donnée par un pin :

1 litre ou 1 litre 1/2 par an jusqu'à 3 litres.

Demander combien de fois par an on ramasse la gemme :

Sept fois par an environ.

Faire indiquer quels sont les différents modes de gemmages :

Gemmage à vie avec une carre ; *gemmage à mort* avec plusieurs carres et qui épuise le pin en deux ans.

Lire l'article *Le gemmage en France autrefois.*

SCIENCES AGRICULTURE

L'INDUSTRIE DES BOIS

Demander ce que l'on fait des pins d'éclaircissage :.

Barres ou bois de chauffage.

Demander ce que l'on fait des pins qui ne donnent plus de résine :

1. Gemmage à mort pendant deux ans.

2. Abatage.

Demander quel âge ont en général ces arbres : plus de 50 ans.

Quelle est leur longueur moyenne : 20 à 25 mètres.

Quelle est leur circonférence moyenne : 1 m. 50 à 2 mètres.

Demander comment on s'y prend pour abattre un pin :

Entailles à la cognée ; sciage du pied ; action sur le sommet par la corde.

Demander quelle opération on fait ensuite subir au pin :

Ebranchage à la hache ou à la serpe.

Demander à quoi on emploie le bois provenant de cette opération :

Chauffage

Faire dire comment on dispose ce bois dans la forêt :

Par tas de un ou plusieurs stères. (Les rondins ayant 1 mètre de long et les tas 1 mètre de hauteur.)

Demander ce que l'on fait du tronc :

Il est coupé en *billons.*

Faire indiquer par quel moyen :

Par l'emploi de la scie passe-partout.

Demander à quoi sont employés les billons :

Les plus gros, ceux provenant de la partie inférieure du tronc sont envoyés à la scierie. Les plus petits, ceux provenant de la partie supérieure du tronc sont destinés à faire des *poteaux brute.*

Demander si on ne fait pas des poteaux bruts avec autre chose :

Pins d'éclaircissage de 10 à 15 ans.

Demander ce que deviennent les gros billons :

Ils sont transformés en *traverses*, *poteaux*, *planches*.

Au moyen de gravures, indiquer les différents modes de sciage :

Anciennement : *les scieurs de long*. Aujourd'hui : *les scieries volantes* en forêt (emploi de la scie à ruban) ; *les scieries fixes* (emploi de la scie circulaire), et montrer comment on opère : *équarissage*, *débitage* en traverses, en poteaux, en planches.

Faire indiquer comment on nomme les débris résultant de ces opérations :

Délignage et redos ; sciure de bois.

Faire indiquer l'emploi des divers produits obtenus :

Poteaux bruts employés pour soutenir les galeries des mines ; traverses employées pour la construction des voies de chemin de fer (après injection au sulfure de carbone ou au carbonyle) ; planches employées en construction ou menuiserie ; délignages employés pour le chauffage ou les constructions grossières ; sciure employée pour les nettoyages ou comme combustible dans certains fourneaux économiques.

Dire que la transformation des arbres (*matière première*) en poteaux, traverses, planches (*produits manufacturés*) constitue *l'industrie des bois ou industrie forestière* qui est extrêmement prospère dans la région landaise.

SCIENCES-AGRICULTURE

Demander ce que l'on fait de la gemme après chaque « amasse » :

On la porte aux usines.

Faire indiquer où se trouvent quelques-unes de ces usines :

A Joué, à Belin, à Béliet, à Salles, et en général dans presque toutes les communes de la région landaise.

Demander ce qu'on fait de la gemme dans les usines :

On la transforme en *essence de térébenthine*.

Dire que ce procédé de fabrication de l'essence de térébenthine s'appelle : la *distillation*.

Faire constater que la gemme n'est pas tout à fait liquide ni tout à fait solide : elle a la consistance d'une pâte.

En faire trouver la raison :

La gemme est composée de corps liquides et de corps solides.

Au moyen d'un schéma faire comprendre le principe de l'extraction de l'essence de térébenthine.

Nommer l'appareil : *alambic* et faire comprendre l'utilité de chacune de ses parties : *la chaudière*, pour l'ébullition de la gemme ; *le tuyau*, pour le transport des vapeurs; *le serpentin*, pour le refroidissement des vapeurs, la condensation de l'essence; *la cuve de réception* : l'essence flotte sur l'eau.

Faire visiter l'usine proche de l'école.

Faire constater que la distillation de la gemme donne aussi des produits secs appelés *brais*, dont le plus important est la *colophane*.

Faire sentir l'essence de térébenthine :

Faire examiner un morceau de colophane : presque transparents, couleur plus ou moins foncée suivant la valeur de la gemme, ne se dissout pas dans l'eau mais se dissout dans l'alcool.

Dire que la transformation de la gemme (*matière première*) en essence et en brais (produits manufacturés) constitue une *industrie*.

Indiquer ce que 100 kilos de gemme produisent :

En Essence; en Colophane.

Faire indiquer à quoi sont employés ces produits :

Essence de térébenthine :

Dégraissage des étoffes;

Fabrication de l'encaustique pour les meubles et parquets;

Fabrication des couleurs et des vernis.

Traitement des rhumatismes et des maladies des voies respiratoires. Fabrication du camphre synthétique.

Colophane :

Fabrication des vernis.

Fabrication des savons;

Encollage du papier;

Préparation de pommades et emplâtres;

Calfatage des vaisseaux;

Soudure des métaux;

Entretien des archets pour instruments à cordes.

Les derniers produits sont employés comme allume-feu.

GEOGRAPHIE

Demander aux enfants ce que devient l'essence de térébenthine fabriquée à Joué et dans toute la région landaise :

1. Une très petite partie est utilisée sur place pour les besoins ménagers (entretien des parquets et des meubles, dégraissage);

2. La presque totalité est envoyée à Bordeaux.

Dire que là :

1. Elle est concentrée par des commerçants dans des *entrepôts* qui en reçoivent de plusieurs usines;

2. Une partie est vendue à des commerçants de Bordeaux ou des environs « droguistes » pour la vente au détail, ou à des industriels pour la fabrication des vernis et des peintures;

3. Une partie est expédiée à des fabricants de peinture ou de vernis, d'autres parties de la France;

4. Une partie est expédiée à l'étranger pour les mêmes besoins, surtout en Angleterre et en Allemagne.

Dire que la même chose se passe pour les colophanes. (Faire répéter à quels usages elles sont destinées.)

Pour donner une idée des quantités ainsi consommées, donner le tableau suivant (avant-guerre) :

	Production totale de la France	Consommation en France	Consommation à l'Etranger
	—	—	—
Essence.....	25.000 tonnes	15.000 tonnes	10.000 tonnes
Colophanes	85.000 tonnes	60.000 tonnes	25.000 tonnes

Dire que par suite des nombreuses coupes faites pendant la guerre, la production des produits résineux a beaucoup diminué, mais que le prix en a considérablement augmenté.

Dire que nous venons au deuxième rang dans cette production, juste après les Etats-Unis.

LE COMMERCE DES BOIS

Demander ce que deviennent les produits provenant du débitage des arbres :

1. Le bois de chauffage est presque tout consommé sur place;

2. Les traverses sont en grande partie envoyées à Labouheyre d'où elles sont réparties sur l'ensemble du réseau du Midi;

3. Les planches sont expédiées dans des directions très différentes mais actuellement, surtout dans les régions libérées pour la reconstruction des cités détruites;

4. Les poteaux bruts sont envoyés surtout en Angleterre pour soutenir les voûtes des galeries de mines de houille.

Demander ce que reçoivent les commerçants, les industriels, les résiniers, les bûcherons, en échange des produits qu'ils expédient ou qu'ils transforment :

L'argent qui leur permet d'acheter ce qui est nécessaire à la vie.

Dire que la vente et l'achat de ces produits constituent le *commerce* et que ceux qui le font sont les *commerçants*.

Demander pourquoi on expédie ainsi les produits landais dans certaines régions de la France ou à l'étranger et faites trouver :

C'est parce qu'ils n'en produisent pas et en ont besoin.

Dire que l'expédition et la vente de matières premières et de produits manufacturés aux régions qui en demandent, constitue l'*exportation*.

Faire comprendre que l'exportation est une cause de richesse pour un pays.

Avant la guerre l'exportation des produits résineux rapportait à la France, 30 millions; aujourd'hui elle rapporte environ 80 millions.

L. DUMAS
Instituteur à Paris.

PLAIDOYER EN FAVEUR DE L'HISTOIRE

I. FAUT-IL SUPPRIMER L'ENSEIGNEMENT DE L'HISTOIRE A L'ECOLE PRIMAIRE?

C'est la question que pose au personnel enseignant, M. Clémendot, instituteur.

Les manuels scolaires, dit M. Clémendot, déguisent ou mutilent la vérité historique. Erreurs ou mensonges, omissions volontaires et déformations tendancieuses sont les procédés empoisonnés et habituels qu'emploie l'esprit de parti pour abuser l'intelligence enfantine.

Si les commentaires historiques des auteurs de manuels « élémentaires » sont suspects, demanderons-nous aux historiens professionnels leur interprétation des faits essentiels?

Hélas, leur aigre désaccord nous entraîne et nous plonge dans un abîme de perplexité.

Et même fussent-ils unanimes, comment faire comprendre à des enfants les jugements nuancés et complexes portés sur les hommes et les institutions du passé? Auront-ils l'outrecuidance, ces bambins, la présomption et le ridicule de s'instituer juges ou avocats? Philippe le Bel, Louis XIV, Robespierre, Napoléon ou M. Thiers vont-ils comparaître devant le tribunal d'enfants?

Comment apprendre ce qu'on n'entend pas? Pourquoi cet effort absurde et illusoire? Puisqu'en fait l'enfant ne sait pas et ne peut pas savoir l'histoire, pourquoi donc la lui enseigner? Qu'on retire donc des programmes cette discipline décevante...

Voilà une argumentation qui ne laisse pas d'être impressionnante. Ajoutez à cela la relativité de la certitude historique. N'est-elle pas, en effet, un infini vers lequel on tend par approximations successives, sans l'atteindre? Dans le domaine historique, ne reste-t-on pas en définitive sur une probabilité, sur une opinion?

L'homme peut-il se vanter jamais d'avoir sondé les cœurs et d'en avoir exploré le fond complexe, trouble et changeant?

Alors pourquoi donc ne pas supprimer cet enseignement qui ne peut conduire à aucun savoir précis?

* * *

II. LE PROBLEME N'A PAS ÉTÉ POSÉ DANS TOUTE SON AMPLEUR.

Nous nous élevons cependant contre cette conslusion. Le problème, ainsi résolu, a été singulièrement rétréci. La question mérite d'être envisagée plus largement.

Toute la thèse exposée est bâtie sur l'impossibilité de conférer à l'enfant un *savoir historique.*

Elle ne prouve pas qu'une *éducation historique* est impossible.

On dira : *Education — Savoir* : querelle de mots. Non. Ce sont les deux aspects fondamentaux, liés et différents de la doctrine de l'éducation populaire. Nous nous permettons de le rappeler : un retour aux principes éclaire les débats.

III. COMMENT NOUS NE CONCEVONS PAS L'ENSEIGNEMENT DE L'HISTOIRE.

Comment concevons-nous donc l'enseignement de l'histoire à l'école élémentaire? et plutôt, pour déblayer le terrain, quels sont les buts de l'histoire que nous rejetons?

Pour nous, l'enseignement historique n'a pas pour but essentiel d'enrichir la mémoire. Ce n'est pas un gavage. Qu'on ne dise donc pas « Inutile d'enseigner l'histoire puisqu'il n'en reste à peu près rien ». Dans la mémoire peut-être, mais nous prétendons que si l'étude a été faite dans une vue éducative, comme nous le concevons, la tâche n'a pas été vaine. Une habitude intellectuelle a été prise, l'esprit de l'enfant a été formé, sa culture s'est perfectionnée.

* * *

Nous ne voyons pas davantage dans cet enseignement l'étude d'une philosophie de l'histoire même réduite à sa plus simple expression. Sans doute serait-ce une notion fort utile pour un futur citoyen. Nous ne la croyons pas possible. Dans la pratique, cet enseignement prématuré sera vide de sens. Ce seront encore des mots sans contenu dont la mémoire s'encombrera.

Enseigner une doctrine c'est enseigner des conceptions d'adultes (et souvent des hypothèses) à des enfants qui acceptent, d'autorité, ces opinions pour articles de foi, dans l'impossibilité de les comprendre, de les discuter, de les juger.

* * *

Nous rejetons enfin tout enseignement qui aurait pour but d'inculquer des notions historiques tendancieuses en vue de leur utilité sociale. Ce pragmatisme politico-pédagogique ne nous dit rien qui vaille. Et d'ailleurs, l'ordre social gagnerait-il à nourrir la mémoire des masses de ces notions qu'une pseudo-élite croit indispensables à la conservation des institutions. Le citoyen entretenu dans la crédulité est prêt à devenir le fanatique d'une croyance subversive tout autant que d'une croyance conservatrice.

En ce qui nous concerne, enseigner cette histoire-là, sollicitée, fabriquée, dans le dessein d'endoctriner les enfants, nous apparaît être un abus de confiance d'autant plus vil qu'il s'agit de consciences enfantines crédules et faibles.

Ainsi, l'enseignement de l'histoire n'a pour but selon nous, ni de bourrer la mémoire de tous les faits « qu'on ne peut ignorer » ou des conceptions « qui sont fondamentales à une époque donnée », ni encore moins d'endoctriner les enfants pour une sainte cause, morale, politique ou religieuse.

* * *

IV. NOTRE CONCEPTION DE L'ENSEIGNEMENT HISTORIQUE.

Quelle est donc notre conception de l'enseignement historique à l'école primaire?

Notons d'abord que l'histoire ne peut être considérée isolément, elle fait partie d'un plan cohérent d'éducation populaire. C'est un édifice à étages. Ne voyons pas seulement le plan du sous-sol.

On se doit évidemment de donner à l'enfant les outils indispensables à toute connaissance : *Ecrire-Lire-Compter*, voilà cet indispensable. Sur ce trépied, s'élèvera toute instruction, toute éducation ultérieure.

Mais ces connaissances pratiques acquises et par des méthodes concourant à l'œuvre générale d'éducation, la tâche de l'instituteur n'est qu'à moitié accomplie. Il reste encore la tâche purement éducative. Celle-ci ne vise pas à l'acquisition du savoir usuel, de ce savoir « instrumental » comme on dit parfois, mais tend à former les esprits. En bref, c'est une *initiation à la culture*.

L'instituteur confère une initiation à la culture historique, comme il confère une initiation à la culture littéraire, à la culture scientifique, mathématique ou artistique.

Si l'enfant ne fait que les premiers pas avec lui dans le domaine de la culture, s'il devient trop tôt, un enfant intellectuellement abandonné,

si la société a peu d'égards pour l'adolescence ouvrière ou paysanne, c'est là un autre problème, qu'il ne nous appartient pas de résoudre ici. Toujours est-il que l'enfant a la clef du domaine des idées s'il a reçu l'initiation à la méthode pour conduire son esprit vers la vérité.

Et l'histoire concourt à cette initiation à la culture que nous estimons indispensable à l'école populaire.

*
* *

V. COMMENT RÉALISER L'INITIATION A LA CULTURE HISTORIQUE DÈS L'ÉCOE PRIMAIRE?

Comment réaliser cette culture historique?

La tâche est limitée par l'âge des élèves et leur développement intellectuel, par la durée de la scolarité et la place réservée dans les horaires à cet enseignement.

Nous sommes ainsi amenés à donner une culture historique par l'initiation à l'une des démarches les plus accessibles de la méthode historique. *L'étude directe et raisonnée des documents originaux.*

Nous entendons que ces documents peuvent être des outils, des meubles, des costumes, des monnaies, des reliques, des armes, des poteries aussi bien que le beffroi, le clocher, la pierre tombale, les ruines du château féodal, le camp romain, pour aboutir avec les plus grands, au texte authentique, au document écrit.

Le choix à faire est déterminé par l'âge des élèves et le milieu. Il y a ainsi place pour une étude, à la fois locale, régionale, nationale ou même dépassant le cadre de la nation.

L'essentiel, pour qu'il y ait initiation véritable et non dressage de perroquets, c'est de faire travailler l'enfant sur les faits eux-mêmes, sur ces monuments du passé et non sur leur interprétation, si ingénieuse soit-elle.

L'art du maître consiste à classer ces documents de façon à jalonner les époques disparues d'études fragmentaires approfondies.

L'enfant ne « saura » pas l'histoire. Au reste personne ne « sait » l'histoire. Un ouvrage parait définitif : un spécialiste survient et le doute apparaît. Par ailleurs, qui pourrait se flatter de connaître tout le passé? Une vie humaine pourrait-elle cerner ainsi les faits et gestes des générations antérieures? Le cerveau divin de Minerve n'y suffirait pas!

Mais si l'enfant ne « sait » pas l'histoire, il aura pris l'habitude d'étudier un fait historique suivant l'unique méthode, celle de tout progrès intellectuel, il aura « appris à apprendre ».

C'est la méthode scientifique appliquée à des disciplines diverses : *Observer les faits d'abord, pour pouvoir les comparer;* et s'efforcer à

porter un jugement. Et partout, nous retrouvons à la base, cette observation directe des faits. Le fait, c'est le texte littéraire, c'est l'objet dont on étudie les modifications, c'est le végétal qui s'accroît, les corps qui se combinent, le liquide qui se dilate, c'est le pays, le sol ou sa reproduction mathématiquement exacte, c'est la donnée du problème...

Partout même doctrine : toujours soumettre à l'enfant le document, le texte authentique, le fait. ou, à défaut, son image exacte.

Ainsi l'habitude se prend d'aller soi-même aux sources, d'aller directement observer la nature et les hommes, d'aller édifier soi-même sa propre culture par une démarche personnelle de l'esprit.

Puis là-dessus faire effort pour comprendre et pour juger prudemment : jugement parfois boiteux, bien supérieur cependant à l'abdication de la raison, même vacillante, en faveur de la foi.

Notre procédé ne donne pas un « cours d'histoire » lié, cohérent, systématique. Adieu les beaux édifices bien charpentés, trop solides pour être honnêtes; adieu les résumés définitifs qui vous exécutent un homme en trois lignes et une œuvre en trois points; adieu l'histoire en formules, en tableaux, en pilules intellectuelles. Nous ne fixons l'attention que sur quelques événements, que sur un petit nombre de personnages, que sur certaines époques. Quand la liaison apparaît, quand l'évolution se devine, l'enfant tire des documents rapprochés, une idée générale. Nous ne voulons toutefois pas être astreints à faire de ces liaisons occasionnelles, un système.

Enseignements fragmentaires alors? Evidemment. Très incomplets aussi? Hélas, oui. Tous les ouvrages le sont plus ou moins.

Alors, pas de grandes vues simplifiant et coordonnant les événements? Ni les « grandes lignes » ni les « grandes idées »? Non plus.

Rassurons-nous. Tel que, cet enseignement suffira au certificat d'étude primaires. Les programmes, lisez-les, sont libéraux.

Ils ne préconisent nullement l'extraordinaire prétention de vouloir enclore tout le passé dans un comprimé de 250 pages, et encore bien moins la barbare illusion de vouloir faire ingurgiter cette médecine à un petit bonhomme de moins de treize ans.

Donc, l'enseignement que nous préconisons, tout fragmentaire qu'il est, suffira au législateur.

Il plaira beaucoup à l'enfant. Et comme un fait que pimente l'attrait du vrai et du vécu déchaîne l'attention! Etudier sur le réel est profitable, mais aussi, c'est si captivant! Le détail a tant d'intérêt? Que l'enfant lise les passages du procès-verbal de l'interrogatoire de Jeanne d'Arc, vous verrez comme votre exposé serait pâle et froid et morne à côté de ce témoignage palpitant d'un grand passé mort.

On ne donnera pas, évidemment, de jugements tranchants, clairs et définitifs. L'étude directe des faits laisse diverses interprétations possi-

bles, sans imposer une conclusion brutale et simpliste. Est-ce un mal d'amener l'enfant à comprendre que les mobiles de nos actions sont complexes et divers et les intentions difficiles à saisir et à déterminer? L'enfant est au seuil de la prudence scientifique.

VII. C'EST LA TRADITION DE LA PÉDAGOGIE LIBÉRALE.

Ainsi, nous restons dans le grand courant pédagogique libéral puisque nous estimons, avec Montaigne, que rien ne doit être plaqué dans l'esprit par autorité et à crédit; avec Descartes, que nous ne tenons pour vrai que ce qui apparaît évidemment pour tel, et avec Rousseau, le contempteur des études prématurées, puisque nous répétons avec lui : « Les pires historiens pour un jeune homme sont ceux qui jugent. Les faits ! Les faits ! Et qu'il juge lui-même. C'est ainsi qu'il apprend à connaître les hommes ».

CONCLUSION PRATIQUE.

A 1° Etablir de modestes musées historiques scolaires (objets, poteries, monnaies, etc.).

2° Editer des albums de reproduction authentiques de monuments, de lieux historiques, etc.. portraits.

3° Editer des recueils de textes historiques authentiques.

B Dresser une liste départementale des textes historiques sur lesquels portera l'épreuve orale historique au certificat d'études.

F. RONGAU

Inspecteur de l'Enseignement primaire, Auch (Gers).

1° L'ENSEIGNEMENT DE L'HISTOIRE A L'ECOLE PRIMAIRE

Vigoureusement attaquée par M. Clémendot, la question de l'enseignement de l'histoire a, durant toute l'année scolaire, alimenté quelques études intéressantes et provoqué des nombreuses polémiques, non seulement dans les revues pédagogiques, mais encore dans la Grande Presse.

Faut-il donc maintenir dans les programmes de l'école primaire élémentaire, l'enseignement de l'histoire, ou faut-il en demander la suppression? Dans la première alternative, les méthodes actuelles d'enseignement sont-elles satisfaisantes ou n'y a-t-il pas lieu d'en préconiser de nouvelles? Tels seront à peu près les problèmes qui seront débattus à Liége, au sein de la Section de Pédagogie de l'A. F. A. S., à Lyon, au Congrès du Syndicat National des Instituteurs.

La présente communication contient deux parties indépendantes :

1° Un court mémoire résumant les arguments avancés par les contempteurs de l'enseignement de l'histoire à l'école primaire, avec discussion sommaire de ces arguments.

2° Le compte rendu d'une enquête faite pour apprécier les résultats de l'enseignement historique dans diverses écoles primaires élémentaires d'une région rurale.

*
* *

CLASSEMENT ET CRITIQUE DES PRINCIPAUX ARGUMENTS FORMULÉS CONTRE L'ENSEIGNEMENT DE L'HISTOIRE

1° *Argument politique.* — Exprimé généralement par les partis avancés soucieux d'entente internationale.

Des esprits, fort généreux souvent, redoutent que l'enseignement de l'histoire ne maintienne les traditions des nationalismes égoïstes et belliqueux. Ils redoutent les glorifications des souverains combattifs et des généraux victorieux, les récits enthousiastes de chevauchées et de batailles. Les concepts traditionalistes, fortifiés par les études du passé, leur paraissent un obstacle à la constitution de la société future. Les plus idéologistes d'entre eux en viennent même à penser que pour édifier le nouvel ordre social, il faudrait rompre toute attache et perdre jusqu'au souvenir des errements anciens. L'argument n'a peut-être pas été développé aussi brutalement, mais il existe à l'état latent et explique l'appréhension quasi mystique de certains.

La réfutation paraît assez aisée. Il est certain que l'histoire en elle-même est neutre. Ce sont l'historien et le professeur qui prennent parti et jugent, mais, en fait, ils peuvent exalter à volonté les tendances internationalistes et le plus ombrageux nationalisme, ils peuvent louer ou flétrir la tyrannie, ils peuvent admirer ou exécrer les vertus guerrières, etc... Tous les partis politiques ne se font pas faute, du reste, d'asseoir leurs théories sur des arguments d'ordre historique.

Dans une société démocratique, appelés à juger ces théories, il faut bien que la plupart des citoyens possèdent des connaissances historiques suffisantes pour apprécier, au moins dans l'ensemble, les divers témoignages empruntés au passé.

Enfin, l'histoire joue dans le groupement social un rôle analogue à celui de l'expérience acquise dans la vie individuelle. De même qu'il serait très préjudiciable à un homme de ne pas bénéficier de ses essais antérieurs, de même le corps social ne peut oublier les expériences passées. Mais ces dernières se classent par siècles, tandis que les premiers se comptent en années. L'histoire serait ainsi la « mémoire de la collectivité », aussi indispensable que la « mémoire » de l'individu.

2° *Incertitude des connaissances historiques.* — M. Clémendot a joué avec virtuosité de cet argument. Il a fait par là une profonde impression sur ses collègues. Beaucoup d'entre eux qui n'avaient pas eu la curiosité ou le loisir d'approfondir le lot de connaissances enregistré jadis comme un credo, ont été bien surpris de voir démolir force légendes, infirmer maint jugement traditionnel. Du même coup, mettant tout en doute, les voilà saisis d'un scrupule, très honorable, en face de toute l'Histoire. M. Clémendot a le mérite d'avoir énoncé avec esprit et vulgarisé un grand nombre de points litigieux sur lesquels les historiens discutent âprement. Mais il y a beau temps que les polémiques sont ouvertes et chaque jour quelque thèse nouvelle surgit. Faut-il renoncer dès lors à l'enseignement de l'histoire « petite science conjecturale »?

En premier lieu remarquons que les incertitudes auxquelles il est fait allusion ne sont pas l'apanage exclusif de l'histoire. Les grammairiens sont parfois très divisés dans le classement de telle fonction; va-t-on renoncer pour cela à l'étude de la langue? En littérature, Victor Hugo a été exalté par les uns, bafoué par les autres, tous critiques de talent; ferons-nous étudier encore « Jeanne au pain sec »? Les sciences physiques fourmillent d'incertitudes. Les déconvenues des chimistes ne se comptent plus; ce matin, le journal annonce que le professeur Nicthe « a désagrégé l'atome de mercure et constaté la présence d'or » et mes élèves qui ont classé Hg dans les corps simples! Il n'est pas jusqu'aux mathématiciens eux-mêmes qui ne doutent et discutent! mais nous continuerons, paisiblement, à appliquer les quatre règles.

C'est que les notions très générales que dispense l'école primaire ne participent guère aux incertitudes de la science approfondie. Dans le domaine historique, si les détails sont douteux, les grands faits, les grandes lignes restent vraies. Très récemment, les travaux de M. Doucet, apportent des vues séduisantes et toutes nouvelles sur le règne de Louis XI, la divergence est très sensible avec l'opinion de nombreux historiens antérieurs; cela ne modifie pas sensiblement la leçon du maître d'école : que Louis XI ait existé, qu'il ait eu à lutter contre la Ligue du Bien Public et contre l'Etat bourguignon, qu'il ait bénéficié de certains héritages, réuni des ressources financières abondantes pour le temps et formé une armée alors puissante, voilà ce dont nous restons assurés et ce que nous enseignerons tout au plus.

3° *Faiblesse des résultats obtenus.* — L'enseignement de l'histoire ne donne que des résultats minimes et précaires, hors de proportion avec le temps qui lui est consacré et les efforts qu'il exige. Et chacun d'avancer les bévues des malheureux élèves. les ignorances formidables révélées par les examens de recrues; je pourrais, en utilisant l'enquête dont je rends compte plus loin, ajouter à la liste, un bon nombre de « perles ».

Mais ces déconvenues ne sont pas spéciales à l'histoire; des confusions aussi considérables se produisent dans toutes les matières, seulement, il est de bon ton de s'indigner ou de se gausser d'une énormité, faire de Sedan le nom d'un monarque, par exemple, tandis qu'on cherche à excuser l'élève qui a classé le mot « crayon » parmi les verbes, qui transporte Calais en Afrique, exprime un volume en ares ou prétend mesurer la température avec un baromètre: Pourquoi tant de sévérité à l'égard des confusions historiques et tant d'indulgence pour les hérésies grammaticales, scientifiques ou mathématiques, qui sont au moins aussi communes? Exceptées les notions d'un usage journalier et constant : lecture, écriture, opérations élémentaires de calcul, formes orthographiques courantes, tout ce que nous enseignons à l'école subit la loi de l'oubli; les résultats médiocres ne sont pas le lot exclusif de l'enseignement historique.

4° *Elimination de l'histoire par suite d'une conception différente du plan général d'éducation.* — Tel est le cas de certaines écoles pédagogiques « écoles actives » par exemple, à base d'observation, d'expérimentation, de recherche personnelle, dans lesquelles l'histoire, n'ayant point de place, se trouve éliminée : « Quand l'histoire ainsi se trouvera « isolée au milieu de disciplines entièrement actives; quand on voudra « l'imposer à des enfants habitués au travail personnel et libre, et ne « travaillant plus par autorité, mais par raison, ils n'en voudront « plus et ils la rejetteront avec dégoût... » (Roger Cousinet, *L'Ecole et la Vie*, du 22 juillet 1922.)

La critique complète de l'argument obligerait à une étude générale des doctrines de l'« Ecole active » et cela nous entraînerait trop loin.

Remarquer simplement que M. Cousinet ne supprime pas l'histoire, mais qu'il en transforme profondément la conception, car il ajoute plus loin : « ce jour-là il faudra bien considérer qu'il est possible de « changer entièrement le contenu du programme historique et avoir « recours à des méthodes du genre de celle que j'ai exposée dans ce journal ». (Cour d'histoire publié par l' « Ecole et la Vie », années 1920-21 et 1921-22.) L' « Ecole Active », admet du reste, les études historiques : voir Salle de l'Histoire dans la « Central School » de Cambridge, conçue pourtant d'après le plan Dalton.

3° *Argumentation d'ordre psychologique et pédagogique.* — Il n'est

pas possible, dit-on, d'enseigner l'histoire, science qui exige une certaine expérience de la vie, une fine connaissance des hommes, à des enfants de moins de treize ans. C'est l'argument peut-être le plus troublant.

L'étude de l'histoire, ou tout au moins sa compréhension, exige une certaine maturité d'esprit — et la conclusion serait de la reporter le plus tard possible dans la scolarité, de la réserver même, avec l'instruction civique, pour un enseignement post-scolaire s'il en existait un véritablement obligatoire.

En attendant, partant de cette constatation qu'une base de connaissances historiques est nécessaire au futur citoyen, on en est réduit à maintenir un enseignement *prématuré* de l'histoire.

Admettons que plusieurs notions ne soient pas accessibles, que de larges pans croulent dans l'oubli, l'enseignement n'aura pas manqué son but s'il réussit à créer chez l'adulte une certaine *curiosité*, une *inclination vers les études historiques :* un simple désir de compléter son information soit par des lectures d'ouvrages appropriés, soit par l'audition de conférences.

Ce sont l'adulte et le citoyen qui doivent étudier l'histoire; mais l'école primaire rend cette tâche ultérieure possible et plus facile en munissant l'enfant d'un double bagage, bien ancré dans la mémoire :

a) *Un canevas* très large de grands faits et de grandes dates dans lequel s'imbriqueront les acquisitions ultérieures.

b) *Un lexique*, des vocables historiques courants : sens des mots : parlement, constitution, ministre, monarque, etc..., etc...

Enfin, dès l'école primaire, l'histoire peut être éducatrice, tous les détails mêmes étant oubliés, si deux larges idées subsistent; je crois qu'elles sont accessibles à nos élèves et qu'elles justifient largement le temps et les soins consacrés à l'histoire;

a) *Idée d'évolution :* les choses n'ont point toujours été telles que nous les voyons, d'où, elles se transformeront encore probablement dans l'avenir (idée de progrès).

b) *Idée de tolérance et circonspection :* le même événement a été jugé de façons bien différentes; divers témoins donnent du même fait des versions très diverses et également sincères; un document écrit n'est pas nécessairement un argument irréfutable (défiance de la chose écrite, de plus en plus nécessaire).

2° SONDAGE DES CONNAISSANCES HISTORIQUES ACQUISES PAR LES ELEVES FREQUENTANT LES ECOLES PRIMAIRES ELEMENTAIRES D'UNE REGION RURALE

I° OBJET DE L'ENQUETE. — Si la discussion qui va s'ouvrir, relative à l'enseigneemnt de l'histoire à l'école primaire élémentaire, ressemble à bien d'autres discussions analogues, il est à craindre que les divers interlocuteurs y apportent force affirmations à l'appui de thèses ingénieuses et brillantes mais peu d'exemples précis. C'est pour combler cette lacune possible que la présente enquête fut entreprise; elle visait à fournir des faits scrupuleusement observés. Mieux vaut avouer tout de suite que les résultats obtenus n'ont pas la netteté escomptée.

II° SES CONDITIONS. — A) un questionnaire adressé à 75 écoles de la circonscription en choisissant, non pas systématiquement les meilleures, mais celles qui fonctionnent régulièrement, maîtres de valeur professionnelle suffisante, fixés depuis quelque temps.

L'enquête a eu lieu dans la première semaine d'avril 1924. La date choisie n'était pas sans inconvénients, en particulier dans plusieurs écoles le programme n'avait pas été encore totalement parcouru. Cependant une enquête en juin ou juillet perdait toute signification : la plupart des grands élèves, exception faite pour les candidats au certificat d'études primaires, ne revenant pas en classe après les congés de Pâques.

La copie ci-après de la lettre adressée aux instituteurs et institutrices donnera de nouveaux détails sur les conditions de l'expérience :

Je vous serais obligé de bien vouloir prêter votre concours à une expérience de pédagogie ayant pour objet de sonder les connaissances historiques de nos élèves.

Pour que l'essai ait quelque valeur, il importe que vous écriviez au tableau noir les questions posées sans fournir aucune explication, sans apporter aucun éclaircissement, en vous assurant que les élèves ne peuvent ni communiquer entre eux, ni s'aider de manuels, cahiers de résumés, etc. *Il ne s'agit nullement d'un* contrôle *de votre façon d'enseigner, ni d'une appréciation quelconque à porter sur le maître, mais d'une enquête impartiale pour établir dans quelle mesure des écoliers de* **11** *à* **13** *ans ont retenu certaines notions d'histoire* (indépendamment du programme en cours d'étude). Votre intervention inopportune fausserait les conclusions possibles.

Les copies devront me parvenir directement, avant le 13 avril si

possible, vierges de toutes corrections même orthographiques). Lorsque les élèves ne posséderont pas les éléments d'une réponse ils laisseront deux lignes en blanc sous le numéro de la question. Chaque enfant répondra sur trois feuilles (une par groupe de quatre questions). Rappeler simplement le numéro de la question sans la recopier; répondre dans l'ordre des questions posées pour faciliter le dépouillement. Mentionner, en haut de la page : nom de l'élève, âge, appréciation générale (Très bon, bon, a. bon, pass., mauvais élève), une note pour la fréquentation (très régulière, assez régulière, irrégulière).

Je désirerais que l'expérience ait lieu le plus tôt possible avant que les absences ne soient trop nombreuses. Choisir le même jour dans les deux écoles d'une même commune.

Devront composer, en principe, tous les élèves de 11 à 13 ans appartenant aux cours moyens ou supérieurs. (Elèves des cours complémentaires exclus.)

Il va de soi que les questions posées, de niveau très différent, n'ont aucune prétention à servir de questions modèles ou de critère pour établir « ce qu'il n'est pas permis d'ignorer ». Elles répondent simplement à une série de préoccupations qui seront exposées dans une étude ultérieure.

Si vous craignez que les élèves ne soient trop fatigués, les questions pourraient être traitées en trois séances (sous réserve toujours de ne donner connaissance du sujet qu'au moment même).

Auch, le 28 mars 1924.

Note. — Pour le chef-lieu de canton.

Il serait désirable : 1° que les travaux aient lieu dans votre école avant que les élèves aient été appelés à effectuer les copies nécessaires à la transmission.

2° Qu'après entente avec Mme la Directrice de l'école de filles, les compositions aient lieu en même temps dans les deux écoles.

Seuls les élèves de 11 à 13 ans ont participé au travail. C'est, théoriquement, l'âge du cours supérieur. Pratiquement un lot important d'enfants est retardé de 1 à 2 ans (difficultés de la fréquentation) et n'entre guère au cours moyen avant 11 ans.

B) *Les questions posées*, au nombre de douze, se rapportent : quatre à la politique intérieure (groupe A), quatre à la politique extérieure (groupe B), quatre à l'histoire de la civilisation (groupe C). Elles étaient de difficultés différentes et essayaient, dans la mesure du possible, d'imposer à l'élève un effort personnel : regroupement et rapprochement, avec ou sans comparaison, des faits acquis. Douze questions ne constituent sans doute qu'un sondage bien incomplet, mais il aurait été difficile de corriger des mémoires plus longs et leur rédaction aurait par trop troublé le travail scolaire normal. Voici les questions posées :

QUESTIONNAIRE

A. — *Politique intérieure.*

1. Quels sont les personnages de l'histoire de France qui portèrent le tire d' « empereur » ? Indiquer, si possible, les dates.

2. Combien de fois la République fut-elle proclamée en France ? Donner les dates.

3. Pourquoi la fête nationale est-elle célébrée le 14 juillet ?

4. Nommer trois grands ministres français de 1594 à 1789. Indiquer, en face de leurs noms les grandes lignes de leur œuvre.

B. — *Politique extérieure.*

5. Citer trois moments de l'histoire (événement et date) où la France a été en péril.

6. Nommer deux souverains qui ont épuisé la France par des guerres trop fréquentes en indiquant, pour chaque règne, une ou deux victoires et une défaite.

7. Rappeler trois périodes de notre histoire pendant lesquelles nous avons été en guerre avec l'Angleterre.

8. Citer trois moments de notre histoire où nous avons été en Italie. En rappelant brièvement pour quelle cause.

C. — *Histoire de la Civilisation.*

9. Quelles furent les premières conséquences de l'usage des armes à feu (bombardes, arquebuses) ?

10. Choisir, dans l'œuvre de la IIIe République, les bienfaits qui vous paraissent les plus importants.

11. Montrer, en quelques mots, la différence de condition entre un esclave de l'ancienne Rome, un serf du moyen-âge et un métayer actuel.

12. Que savez-vous de la « Société des Nations », date de sa création, but, fonctionnement ?

C) *La correction*. Ne disposant que d'un temps compté pour le travail de correction et devant le tas important des copies centralisées : 500 devoirs environ 1.500 feuilles, 6.000 réponses, j'ai songé un moment à demander le concours de quelques élèves-maîtres de l'Ecole Normale d'Auch, ou d'accepter les offres de service de divers instituteurs. Ces solutions ont été écartées, car il importait de tout lire pour avoir une opinion, et d'autre part, les résultats n'étaient véritablement comparables que si la même personne avait noté toutes les copies. J'ai donc limité mon travail à la correction des travaux de 150 élèves, soit le tiers environ, donnant 1.800 réponses. Ils appartiennent à 26 écoles différentes : 3 écoles de chefs-lieux de canton; 4 écoles de villages assez importants; 19 écoles de petits villages; 5 écoles spéciales de garçons; 4 écoles spéciales de filles; 4 écoles à coéducation; 13 écoles mixtes.

III° LES CONSTATATIONS. — A) *Résultats d'ensemble.* — Ils sont exprimés par les tableaux récapitulatifs I et II.

Tableau Récapitulatif I

Numéro du graphique correspondant				Absents	Pas répondu	Note 0	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Note 5	Note 6	Note 7	Note 8	Note 9	Note 10
				0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Nombre de réponses ayant mérité la note indiquée dans la colonne verticale.	1re Question		2	.	.	2	8	7	13	12	42	24	14	19	7
2		2me »		2	4	3	.	7	8	28	8	26	11	29	17	7
3		3me »		2	1	7	1	2	4	5	14	28	47	27	8	4
4		4me »		2	2	9	.	6	9	13	14	23	36	21	7	4
5		5me »		2	3	4	1	8	8	12	13	30	28	19	16	4
6		6me »		2	3	3	1	7	13	14	13	30	29	24	9	2
7		7me »		2	5	9	.	12	13	6	10	40	25	19	8	1
8		8me »		2	13	12	1	6	19	10	11	22	18	22	10	4
9		9me »		3	17	7	3	8	18	14	17	17	18	14	4	10
10		10me »		3	20	13	3	13	20	19	18	15	14	9	2	1
11		11me »		3	17	6	2	3	14	11	27	19	17	16	8	7
12		12me »		3	49	19	.	7	11	7	11	12	10	9	10	2
13	Nombre d'élèves ayant obtenu la note moyenne indiquée dans la colonne verticale	1er Groupe	A	2		.	2	9	9	13	18	29	36	26	3	3
14		»	B	2		3	4	13	6	20	25	20	24	25	6	2
15		»	C	3		12	21	9	20	28	20	14	10	7	4	2
16		Moyenne Générale.				1	4	8	16	25	28	35	14	8	4	2

Ce tableau donne pour chaque question posée, en ligne horizontale, le nombre des réponses ayant mérité la note 0, 1, 2, etc... Les colonnes verticales permettent de comparer entre eux les résultats obtenus dans les diverses questions : on y voit, par exemple, que le maximum des réponses nulles s'est produit à propos de la question n° 12 (Société des Nations).

La deuxième partie du tableau ne peut être comparée avec la pre-

mière car elle concerne les moyennes obtenues par chaque élève dans les trois groupes de questions posées. Il faut donc lire, dernière ligne par exemple : 25 élèves ont obtenu la note moyenne 4 pour les douze questions posées.

Tableau récapitulatif II.

1re	Question	17	réponses très faibles 0 à 3	25	passables 4-5	42	assez bien 6	64	bien et très bien 7-8-9-10
2e	»	22	»	36	»	26	»	64	»
3e	»	15	»	19	»	28	»	86	»
4e	»	26	»	27	»	23	»	68	»
5e	»	26	»	25	»	30	»	67	»
6e	»	27	»	27	»	30	»	64	»
7e	»	39	»	16	»	40	»	53	»
8e	»	51	»	21	»	22	»	54	»
9e	»	53	»	31	»	17	»	46	»
10e	»	69	»	37	»	15	»	26	»
11e	»	42	»	38	»	19	»	48	»
12e	»	86	»	18	»	12	»	31	»

Voir graphique 17								
A. Polit. intérieure	20 élèves ont mérité de 0 à 3		31 élèves ont mérité de 4 à 5		29 élèves ont obtenu 6		68 élèves ont bien répondu 7-8-9-10	
B. » extérieure	26	»	45	»	20	»	57	»
C. Hre Civilisation	62	»	48	»	14	»	23	»
Résultats généraux	29	»	53	»	35	»	28	»

En résumé sur 6 élèves :
- 1 élève ne retient rien de l'histoire.
- 1 » en profite dans de bonnes conditions.
- 4 » en conservent quelques notions { 2 passables, 2 assez bien } à peu près

Les données fournies par le tableau II relatives aux moyennes obtenues par les élèves dans les trois groupes A, B. C. et dans l'ensemble, donnent lieu au graphique suivant : (1).

En somme, pour les quatre premières questions (politique intérieure) à peine si un élève sur huit s'est montré complètement ignorant, un cinquième a retenu quelques notions imprécises, plus des deux tiers a assez bien ou bien répondu. Dans le groupe B (politique extérieure), les réponses sont déjà moins bonnes : le sixième de l'effectif n'a rien dit de sensé, près du tiers se contente de souvenirs vagues, la moitié cependant mérite encore plus de la moyenne. Le troisième groupe, C, (histoire de la civilisation), totalise la plus forte proportion de notes nulles : plus du tiers (les deux cinquièmes à peu près); un tiers des réponses se classe comme passable, un quart dans les bonnes notes.

(1) En raison des difficultés de reproduction, les 18 graphiques concrétisant les résultats obtenus n'ont pu être insérés.

Au total, le cinquième des 150 élèves paraît n'avoir rien retenu des faits historiques qui se rapportent aux douze questions posées, un tiers obtient la note passable qui correspond quelques acquisitions fort incomplètes, un quart mérite la mention assez bien, un cinquième répond bien ou très bien.

Il paraît peu utile d'interpréter plus longuement ces résultats puisque les tableaux récapitulatifs et les graphiques correspondants sont mis à la disposition des membres du congrès qui voudraient les examiner et les interpréter.

B. Remarques diverses.

1° *Critique des questions posées.* — Commençons par notre propre critique. Il est fort difficile de poser des questions à de jeunes enfants. Je viens de l'éprouver une fois de plus et la correction m'a révélé plusieurs défectuosités. En premier lieu, les questions du groupe B, qui paraissaient cependant très différentes, motivaient toutes quatre des emprunts à l'histoire de Napoléon Ier; on m'en a fait le reproche; mais, suis-je responsable de l'accumulation des événements importants dans ces quelques années d'histoire ? Dans la question n° 9, les termes « bombardes, arquebuses » avaient été introduits pour fournir un complément d'information ; plusieurs enfants ont pensé qu'il fallait définir ces termes. L'expression « premières conséquences » n'a pas toujours été comprise : certains ont fait un historique de ces inventions, d'autres, confondant « conséquences » avec « imperfections » ont parlé du maniement peu commode de ces bombardes. La question n° 10 est beaucoup trop vague. Du reste, le mot « bienfait » n'a peut-être pas un sens très précis pour certains enfants, d'où confusion entre l'œuvre proprement dite de la IIIe République et les progrès scientifiques qui ont marqué la fin du XIXe siècle. Je trouve dans une copie : « La IIIe République a inventé la téléphonie sans fil, les rayons X, etc. ». L'élève est sans doute moins coupable que les auteurs de manuels qui placent dans le dernier chapitre de leur ouvrage, « Bienfaits de la IIIe République », une longue énumération qui se termine souvent, sans transition assez apparente, par la liste des inventions et les noms des grands hommes ayant illustré cette période.

D'autre part, il est très difficile pour l'historien, et à plus forte raison pour l'enfant, de définir l'œuvre propre d'un homme ou d'un régime. Les transformations sont généralement préparées par de nombreux artisans et celui qui en retire toute gloire n'est pas toujours celui qui y a le plus travaillé. C'est peut-être ici que la critique historique a le plus d'occasions de se montrer partiale. D'où, les inconvénients de la question 10 et ceux aussi de la question 4. Cette dernière question (grands ministres de 1594 à 1789) était aussi trop vaste et laissait semble-t-il trop de latitude à l'élève.

2° *Sincérité de l'expérience* — Faisons au contraire la louange

des autres, c'est-à-dire des soixante-quinze maîtres qui ont collaboré à l'expérience. Ils en ont fort bien compris le sens et l'ont réalisée avec toute la sincérité que j'avais souhaitée. J'ai dû éliminer cependant des copies présentant des similitudes inquiétantes. Je n'en ai pas conclu que les instituteurs avaient fourni des explications, mais que la surveillance avait été imparfaite. Ceci n'est pas étonnant dans une classe à plusieurs cours : les leçons à faire aux jeunes enfants absorbent l'attention et les élèves du cours moyen peuvent assez aisément communiquer si on n'a pas pris la précaution de les éloigner les uns des autres (quand cela est possible).

3° *Système de notation.* — J'ai réagi de mon mieux contre la tendance qui porte à donner une mauvaise note en présence d'une erreur très grossière sans tenir compte des aperçus acceptables placés à côté. Voici quelques exemples des principes de la notation adoptée : question n° 1 : 2 points pour chaque nom donné, 1 point par date, 1 point pour les détails supplémentaires ; question n° 2 : 4 points pour la réponse à la première partie : « combien de fois... », 6 points pour les dates ; question n° 11 : 3 points pour chacune des conditions définies, 1 point pour les détails supplémentaires ; question n° 21 : la moyenne a été donné à tous les élèves qui ont exprimé l'idée d'un organisme créé en vue d'éviter les guerres.

4° *Histoire de la civilisation.* — Le graphique 17 montre combien les réponses obtenues en histoire de la civilisation sont faibles. Faut-il en conclure que ces notions ne sont pas accessibles aux élèves de l'école primaire? Je ne le pense pas ; la proportion des notes 10 y est du reste aussi grande que pour les huit autres questions. Bon nombre d'élèves n'ont pu répondre parce que la question n'avait pas encore été traitée. Les vues d'histoire de la civilisation sont généralement données au moment des révisions, en juin et juillet ; d'une part, l'expérience a eu lieu, en avril, d'autre part, beaucoup de grands élèves qui ne fréquentent pas l'école de mai à novembre (travaux agricoles) n'entendent jamais ces leçons et n'ont pu répondre. Enfin, certains maîtres se contentent de suivre pas à pas l'ordre chronologique, répugnant, par timidité parfois, à la construction de leçons originales qui exigent plus de personnalité. Ainsi s'expliquerait le pourcentage élevé des réponses nulles à la question n° 12 (Société des Nations), pourtant une leçon devait être sur ce sujet, le 11 novembre 1923 (imposé par circulaire ministérielle) ; il semble qu'elle n'ait pas été faite partout, remarquer aussi qu'à cette date tous les élèves n'étaient pas encore rentrés. Du reste, les résultats sont ici très homogènes dans chaque école : tous répondent, plus ou moins bien, ou tous s'abstiennent.

En résumé, tout en étant aussi accessible que l'autre aux élèves de l'école primaire, il semblerait que l'histoire de la civilisation soit

généralement plus négligée : mauvaise répartition mensuelle des programmes, défaut de travail ou de moyens d'informations.

5° *Relation des résultats avec la fréquentation scolaire.* — Tableau de la fréquentation : 49 élèves signalés comme fréquentant très régulièrement, 49 élèves fréquentent régulièrement, 34 assez régulièrement (absences à l'époque des grands travaux agricoles), 18 fréquentent irrégulièrement. Les rapprochements sont très probants. Il n'y a pas d'élève fréquentant irrégulièrement l'école qui ait obtenu une bonne note moyenne. »

Dans une même école, on observe des écarts importants entre élève assidu et élève fréquentant de façon irrégulière. (voir tableau III, plus loin). Naturellement, tous les élèves ayant une excellente mention de fréquentation n'ont pas nécessairement une note brillante en histoire, d'autres facteurs interviennent.

6° *Les résultats et l'âge des élèves.* — Il n'est pas possible d'apercevoir une relation constante entre ces deux facteurs. Plusieurs élèves jeunes (10 ans), à la demande de leurs instituteurs, ont participé à l'expérience ; ils ont aussi bien répondu que les autres aux huit premières questions. J'ai l'impression cependant que les jeunes élèves de 10 à 11 ans ont moins bien répondu que ceux de 13 ans aux questions du groupe C (histoire de la civilisation) : il se pourrait que ces sujets demandent plus de maturité d'esprit tandis que le facteur mémoire intervient surtout dans les premiers ?

7° *Les résultats et la valeur des élèves.* — Dans les cas extrêmes, la note donnée par l'instituteur a toujours concordé avec les résultats obtenus : les élèves signalés comme « très bons » ont obtenu des notes brillantes, les « mauvais élèves » n'ont rien, ou presque rien donné. Dans la zone moyenne « passables » et « assez bons », les écarts sont plus fréquents.

8° *Les résultats et la valeur du maître.* — Ici, on peut éprouver quelque surprise. De forts bons maîtres, que je sais dévoués, n'obtiennent pas de bons résultats, et ces résultats sont parfois inférieurs à ceux obtenus par des instituteurs qui sont loin de les valoir. Le tableau et le graphique ci-dessous permettent de mesurer cet écart.

Il y a un décalage caractéristique en A, E, N et O, concordance au contraire en G, H, I, L. Mais on a affaire là, à des maîtres ayant un goût marqué pour l'histoire et un « tour de main » particulier pour l'enseigner. Il semblerait donc qu'il y ait une aptitude pédagogique spéciale à l'histoire.

9° *Rôle de la mémoire et du manuel.* — Dans les écoles M. N. O. P. où les résultats sont parmi les plus satisfaisants (H excepté), la méthode livresque est essentiellement en honneur. Les enfants étudient leur manuel, l'institutrice y ajoute quelques rares commentaires, elle exige avec sévérité que la leçon soit sue « par cœur ». J'ai condamné

bien souvent cette méthode. Je suis bien obligé de convenir que, *dans la forme actuelle de mon contrôle,* elle donne de bons résultats.

Il faut ainsi reconnaître que la mémoire joue, dans l'étude de l'histoire à l'école primaire, un rôle de premier plan, même à l'occasion

III. REPARTITION DES NOTES PAR ECOLES (quelques écoles seulement) ET RAPPROCHEMENT AVEC LA NOTE PROFESSIONNELLE DE L'INSTITUTEUR

		Nature de l'école	Nombre d'élèves ayant composé	Nombre d'élèves ayant mérité la note moyenne ci-dessous : 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Note moyenne obtenue par les élèves	Valeur profession. du maître (0 à 10)
Institr	A	Ecole de garçons, centre urbain.	19		1	2	5	5	3	3					4	8
»	B	Ecole de garçons, centre urbain. Classe à 2 cours.	13			1	1	4	3	2	1		1		5	8
»	C	Ecole de garçons. centre urbain. Classe à 2 cours.	12				2	2	2	4	2				5	8
»	D	Ecole de garçons rurale. 4 cours.	5						2	1	2				6	7
»	E	Ecole de garçons rurale. 3 cours	11		1	2	0	3	3	2					4	9
»	F	Ecole mixte (coéducation) 2 cours.	13			1	2	3	3		1	3			5	8½
»	G	Ecole mixte rurale. 4 cours.	7					1	3	2	1	1			6	6½
»	H	Ecole mixte (coéducation) 2 cours.	7							3	1	1	1	2	8	8½
Institutce	I	Ecole de filles rurale. 2 cours.	6					1	1	2	1		1		6	8
»	J	Ecole mixte rurale. 4 cours.	4	1	1		1				1				3	6
Institr	K	Ecole mixte (coéducation). 2 cours.	3		1		2								2½	5
Institutce	L	Ecole mixte rurale. 3 cours.	4					1		2		1			6	8
»	M	Ecole mixte rurale. 3 cours.	2				1				1				5	5½
»	N	Ecole mixte rurale. 3 cours.	3			1				1			1		5¾	4½
»	O	Ecole mixte rurale. 3 cours.	2					1				1			6	4½
Institr	P	Ecole mixte rurale. 3 cours.	4					2	1	1					6	6
Institutce	Q	Ecole de filles rurale. 4 cours.	4							2	2				6½	6½

d'une interrogation qui s'efforce de trouver des questions dites « d'intelligence ».

10° *Les confusions, les exagérations.* — La méthode suivante avait été recommandée dans la circonscription, pour la composition de la

leçon d'histoire : choisir une idée générale, très simple, la placer bien en relief, puis l'illustrer de détails nombreux et pittoresques pour frapper l'imagination et sceller fortement l'idée principale. Il faut en rabattre; soit par la faute de la méthode, soit par des défectuosités d'application, très souvent le point de vue essentiel s'efface, un infime détail subsiste et l'événement est lamentablement déformé. Ainsi, un enfant écrit, confondant d'ailleurs Mazarin et Luynes : « Mazarin était bon pour dresser les faucons », c'est tout ce qu'il a retenu. Un autre réduit la condition du serf à ceci : « Il n'avait pas le droit d'avoir des pigeons. » ; et pour un troisième : « Sully a fait élever des vers à soie. »

Par contre, les précisions font défaut et certains points, date de la proclamation de la I^re^, puis de la III^e^ République, noyés dans les événements multiples de 1792 et 1870 sont passés inaperçus. Très souvent, les devoirs placent la proclamation de la I^re^ République en 1789.

On enseignerait donc trop de détails au détriment des points essentiels qui disparaissent. Une école fournit, de ce défaut, un exemple typique. L'instituteur, brillant du reste, y expose d'abondance, élevant toujours trop ses sujets qu'il bourre de faits ; quatre élèves ont composé ; les travaux de trois d'entre eux sont déplorables, moyennes : 2, 2, 2 3/4 (un travail a été joint à titre documentaire, un enfant bien doué, au contraire en a grandement profité : moyenne, 8.

Pour mieux impressionner son auditoire on exagère souvent la peinture d'un personnage, d'un événement, d'un état social, on le déforme, on sort de la vérité historique. La question n° 11 — en a donné maintes preuves. — Les tableaux du moyen âge sont généralement si sombres, la situation du serf présenté de façon si lamentable qu'il est difficile d'imaginer être plus malheureux, d'où, l'erreur très fréquente : esclave et serfs sont placés sur le même plan et parfois même le servage est considéré comme inférieur à l'esclavage.

11. *Comparaisons entre les résultats obtenus par les garçons et par les filles, par les écoles urbaines et les écoles rurales.* — Aucune différence constante n'a pu être établie.

IV. Conclusions. — Somme toute nous avons surtout contrôlé dans quelle mesure quelques faits historiques sont retenus, et, semble-t-il, compris ; la mémoire joue un rôle de premier plan dans les réponses enregistrées. Les résultats obtenus permettent de penser que l'enseignement de l'histoire, à l'école primaire élémentaire, n'est pas aussi stérile que certains ont voulu l'affirmer : les quatre cinquièmes des élèves examinés ont bénéficié plus ou moins des leçons entendues ou lues, les uns dans une très faible mesure, d'autres dans de bonnes conditions. Mais un cinquième de l'effectif n'aurait rien retenu et *paraît* n'avoir tiré aucun profit de ces leçons d'histoire. Encore faut-il souligner le dubitatif « paraît » car, au fond, nous ne savons si les

leçons entendues, et depuis oubliées, n'ont pas contribué à l'éducation de l'enfant, si elles n'ont pas fait naître, favorisé ou renforcé en lui quelques sentiments, quelques idées. Nous ne savons pas si les faits perdus de vue n'ont pas eu une action éducatrice plus ou moins profonde. Un questionnaire ne paraît pas pouvoir nous fournir les éléments de la réponse. Pour l'obtenir, il faudrait observer, plusieurs années durant, des enfants, les uns soumis à un programme comportant l'enseignement historique, les autres, en étant privés ; il faudrait de plus que les conditions de milieu extérieur soient identiques et les caractères à peu près équivalents : toutes choses difficiles à réaliser.

L'enquête ne résout pas non plus un autre problème : le pourcentage assez élevé des résultats faibles est-il inhérent à l'histoire ou doit-il être imputé à l'imperfection des programmes tracés et des méthodes préconisées ? Pour répondre, il faudrait que des expériences soient entreprises dans ce sens, donnant lieu ensuite à des enquêtes permettant de mesurer les résultats obtenus et de comparer.

Du reste, il serait souhaitable que des sondages, inspirés de celui-ci, aient lieu un peu partout donnant aux conclusions générales une force qui manque certainement aux nôtres. La section de pédagogie de l'A. F. A. S. aurait peut-être là un rôle intéressant digne de son activité et de son esprit d'initiative : susciter et coordonner une vaste enquête sur les résultats de l'enseignement de l'histoire.

P. BOURSIN

Inspecteur de l'Enseignement primaire à Châteaudun (Eure-et-Loir).

SUR LA NECESSITE DE MAINTENIR L'HISTOIRE A L'ECOLE PRIMAIRE ET SUR L'ORIENTATION A DONNER A SON ENSEIGNEMENT

Sur la nécessité de maintenir l'histoire à l'école primaire et sur l'orientation à donner à son enseignement.

L'histoire est une « science d'homme » dont les germes doivent être déposés dans l'esprit de l'enfant.

Elle est autre chose qu'une « pauvre petite science conjecturale ». Elle est une « discipline ».

I

Nécessité de la maintenir à l'école primaire.

L'Histoire est indispensable au citoyen et à l'homme. Elle *enseigne* l'instruction civique et *éclaire* le patriotisme. Sans elle, le patriotisme reste obscur, aveugle, et le chauvinisme amène guerres à l'extérieur et réaction à l'intérieur.

L'Histoire est une auxiliaire de la *morale*, montre de beaux exemples à côté des mauvais (dévouement, sacrifice, travail, justice), inspire reconnaissance.

Elle est une *discipline intellectuelle*, explique les événements, provoque des remarques, réflexions, des jugements. Elle permet de dégager des *idées générales* qui survivent aux faits eux-mêmes dans l'esprit des gens du peuple. Exemples :

Le Pouvoir absolu a fait ses preuves, nous n'y reviendrons pas.

Les conquêtes conduisent à la ruine.

Les guerres conduisent à la revanche, à la paix armée, au malaise général.

La victoire est de plus en plus coûteuse et illusoire.

Le vainqueur est presque aussi ruiné que le vaincu.

« Si nos élèves ont plus tard oublié les guerres de Louis XIV et confondu ce souverain avec Napoléon, mais s'ils ont retenu ces idées nous n'aurons pas perdu notre temps. » (M. Leduc, instituteur, à Baudreville (Eure-et-Loir).)

Pratiquement, la vie actuelle, journaux, lectures, conversation évoquent souvent, perpétuellement, des personnages et des faits historiques. On ne peut comprendre certains romans de V. Hugo sans connaître Napoléon et son temps. La connaissance de l'Histoire permettra au citoyen de lire le journal avec profit, car il y verra autre chose d'intéressant que les faits-divers et les mercuriales. (Blondeau, instituteur à Neuvy-en-Dunois (Eure-et-Loir).)

Supprimer l'enseignement de l'Histoire serait retrécir et fausser l'esprit des enfants : ceux-ci « croiraient que tout ce qui existe a *toujours ainsi* existé, et deviendraient des hommes indifférents, apathiques, fermés à l'idée de progrès, d'effort, d'évolution sociale et humaine. Ce serait ignorer tous ces changements qui sont tout le passé et un peu l'avenir. (Allouis, Guilleville.)

« On ne peut admettre que l'enfant circule ignorant et indifférent au milieu des souvenirs de vingt siècles d'Histoire, qu'il ne sache point ce qu'il doit à ses ancêtres.

L'Histoire donne donc à l'homme la « conscience de lui-même ». On défend d'autant mieux son pays qu'on le connaît bien. » (Courtois, Sancheville.)

II

Quelle orientation donner à l'enseignement de l'Histoire à l'école primaire ?

Il est possible d'enseigner l'Histoire à l'école primaire, car il est des faits que les enfants peuvent comprendre, retenir, apprécier, il est des événements dont ils peuvent tirer des conséquences. Exemple : l'ancien régime par ses abus, conduisait fatalement à un changement, qui fut la Révolution. Un pays risque gros lorsqu'il abandonne ses destinées à un seul homme. Les deux empires français, essentiellement militaires, ont vécu et sont morts de la guerre ; ils ont abouti à l'invasion, et le pays a expié les fautes de ses souverains.

Il existe un *fonds historique* parfaitement établi et qui peut être enseigné (Allonis).

A. — *Idées.*

Orientons donc nettement l'enseignement de l'Histoire vers l'étude de la civilisation, vers le développement des idées générales et des sentiments généreux.

A. *Idées.* — Nos ancêtres avaient une vie beaucoup plus rude que la nôtre. Notre civilisation s'est organisée, constituée lentement, par une longue suite d'épreuves, à l'école du malheur. (Gilet, instituteur à Saint-Pellerin.)

La gloire militaire est toujours coûteuse. Les gloires de Louis XIV et de Napoléon ne doivent pas nous faire oublier les campagnes dévastées, le peuple mourant de faim.

Malgré le progrès et l'évolution, l'Histoire reste encore trop un « perpétuel recommencement ». La barbarie amène la barbarie. (Dévastation du Palatinat, incendie de Châteaudun, régions envahies en 1917.)

A côté du mal, montrer le bien. Tout n'a pas été mauvais, il faut rendre à chacun la justice qui lui est due, car la justice est l'essence de la civilisation.

La royauté a constitué, unifié le territoire français. Le peuple a toujours recherché la justice, la liberté, la fraternité. L'épopée révolutionnaire a répandu les Droits de l'Homme et les bienfaits de la Révolution. Bref, *montrer* dans nos leçons et dans nos révisions, que l'Histoire est une école *de solidarité morale et humaine.*

B. — *Faits.*

Ces idées reposent toujours sur la connaissance indispensable des grands faits et de quelques dates essentielles. La critique historique qui n'a pas sa place à l'école primaire, est réservée aux détails et aux érudits.

c) Documents, illustrations, excursions permettront de rendre le plus concret possible l'enseignement historique, lui donneront une base solide, apprendront à juger sur des preuves, sur ce qui existe ou subsiste, au lieu de se payer de mots ou de risquer des interprétations ou des « faux patriotiques ».

Ainsi se cultivera l'intelligence et se développeront l'amour de la paix, de l'humanité et la reconnaissance envers nos aïeux et tous les hommes qui ont contribué au Progrès universel.

Conclusion.

Pour cela, faire plus simple, éviter programmes trop détaillés et leçons surchargées, trop élevées, trop ambitieuses. S'en tenir aux récits et descriptions de légendes et de faits, de personnages jusqu'au cours moyen. Alors on abordera les leçons ou entretiens. Et cela dans un langage clair, approprié aux enfants.

Aux examens, poser des questions d'intelligence qui conviennent au futur citoyen d'une démocratie.

Ainsi, des mots et notions répétés finiront par être compris, assimilés et l'enseignement de l'Histoire aura formé autre chose que des péroreurs ou des perroquets.

Mais le feu sacré, la conviction sont indispensables au maître qui veut pratiquer la « méthode active ».

G. LAPIERRE
Instituteur.

UN PROGRAMME D'HISTOIRE REGIONALE POUR LES ECOLES DE PARIS ET DE LA REGION PARISIENNE

Pour que notre enseignement historique devienne vivant et concret, pour qu'il soit véritablement une évocation, une résurrection du passé, il faut le reconstruire sur de nouvelles bases : renoncer aux manuels qui, voulant être une réduction des gros ouvrages historiques, ne sont qu'une nomenclature, une chronologie, une énumération indigeste de faits et de dates, « de l'histoire en pilules »; utiliser tout ce qui peut

parler à l'imagination de l'enfant : les documents originaux; passer progressivement du concret à l'abstrait, du particulier au général, l'histoire générale s'étayant sur l'histoire locale et l'histoire régionale.

L'histoire locale, c'est à chacun de nous de la faire revivre en utilisant au mieux les ressources du milieu.

L'histoire régionale fera revivre la vie de la cité, du diocèse, du comté, du bailliage, qui furent au cours des siècles, les cadres élémentaires de la vie collective; elle montrera aux enfants que si Paris et le roi ont pu résumer, symboliser la France d'autrefois, la province a eu sa vie propre, tantôt autonome, tantôt liée étroitement à celle de la capitale et de la royauté; elle apportera la contribution concrète que l'histoire locale ne pourra pas toujours fournir; sa mise en œuvre ne saurait être qu'une tâche collective, coopération d'historiens qui fourniront les matériaux, d'instituteurs qui adapteront ces matériaux à leur milieu scolaire.

L'œuvre accomplie par les premiers est déjà fort considérable : la *Revue de Synthèse Historique* a entrepris la publication de monographies régionales qui sont des recueils inappréciables de références.

Les instituteurs voudront-ils entreprendre dans leurs sections départementales l'œuvre complémentaire de réalisation et d'adaptation pédagogique?

Voici un programme d'histoire régionale inspiré par la monographie que Marc Bloch a consacré à l'Ile-de-France, avec quelques-unes des références. J'ai systématiquement négligé Paris et ceux de ces monuments dans lesquels s'associent intimement l'histoire de Paris et l'histoire de la France.

1. *Chelles,* station paléolithique (âge de la pierre taillée) dans la région parisienne : les haches amygdaloïdes découvertes dans les graviers roulés de la vallée de la Marne, parmi les ossements de « l'éléphas antiquus » et de l'ours des cavernes; les autres stations découvertes sur le sol français, celles qui sont de découverte récente et pour lesquelles les revues ont publié des photographies (Illustration du 20 octobre, du 10 et du 17 novembre, du 13 décembre 1923); celles qui sont de découverte plus ancienne et qui ont servi de base à la classification chronologique (Saint-Acheul, Le Moustier, Solutré, La Madeleine).

Ouvrages à consulter : Marcelin Boule : *L'Homme fossile;* Dechelette : *Manuel d'archéologie.*

2. *Un monument mégalithique* dans la région parisienne : la Pierre au Moine, menhir du bois de Meudon; les monuments, aujourd'hui détruits, mais dont le souvenir est conservé par le nom d'une rue ou d'une localité : la rue Pierre-Levée, le village de Pierrefitte; les dolmens transportés ou reconstitués au musée de Saint-Germain.

Ouvrages à consulter : Dechelette, tome II; Guegan et Dutilleux,

Tableau et Carte des monuments et objets de l'âge de la pierre en Seine et-Oise, Annuaire de Seine-et-Oise 1878.

3. *Lutèce,* bourgade insulaire de la tribu des Parises; des objets de bronze ou en fer, des poteries provenant des sépultures gauloises de la région; une visite au musée de Saint-Germain (Collections paléolothiques, néolithiques et gauloises); les peuples gaulois groupés autour du carrefour fluvial Seine - Marne - Oise (Carnutes, Senons, Suessons, Bellovaques et Véliocasses); les forêts, marches frontières entre les différents peuples (Forêt de la Thelle entre les Véliocasses et les Bellovaques).

Ouvrages à consulter : DECHELETTE, *Manuel d'archéologie*, tomes III et IV; MAURY, *Les Forêts de la Gaule et de l'ancienne France;* E. PATY, *Les Antiquités galliques en Seine-et-Marne, bulletin minumental* 1848; DE BOISVILLETTE, *Statistique archéologique d'Eure-et-Loir;* C. JULLIAN, *De la Gaule à la France; les Gaulois au confluent de l'Oise; Revue des Etudes anciennes*, Tome XIII, 1911; *A propos des Suessiones, Revue des Etudes anciennes*, Tome V, 1903.

4. *Une cité gallo-romaine.*

Lutèce, d'après Marcel POETE, *L'enfance de Paris.*

Chartres, Melun, Orléans. Soissons, d'après BLANCHET, *Les Enceintes romaines de la Gaule.*

Autres ouvrages à consulter : BONNARD, *Chartes gallo-romaines.*

SOYER, *La Légende de la fondation d'Orléans par l'empereur Aurélien.*

5. *Une voie romaine :* La voie de Lutèce ou Paris à Génabum ou Orléans, d'après LANCELOT; Dissertation sur Genabum, mémoire de l'Académie des Inscriptions, tome 8; les autres voies romaines autour de Paris, d'après DE PACHTEIRE, Paris gallo-romain.

Autre ouvrage à consulter : A. BERTRAND, *Les voies romaines en Gaule*, revue archéologique 1863.

6. *Une communauté chrétienne dans une cité gallo-romaine;* celle de Lutèce, d'après M. POETE ; celles de Sens, Orléans, Chartres. Meaux, bases des futurs diocèses, superposées aux cités gauloises et gallo-romaines.

Ouvrage à consulter : CUISSARD, *Les premiers évêques d'Orléans,* mémoire de la Société archéologique de l'Orléanais, tome XX, 1886.

7. *Les rois francs à Paris et dans leurs villas de la région parisienne :* la villa de Verberie (près Compiègne), d'après Augustin THIERRY.

8. *Un comté ou pagus de la région parisienne,* d'après Aug. LONGNON, géographie de la Gaule au 6e siècle et atlas historique de la France.

9. *Une abbaye parisienne à l'époque mérovingienne,* d'après M. POETE, L'Enfance de Paris.

10. *Le siège de Paris par les Normands* : le comte de Paris et l'évêque Gozlin; l'autorité du comte subordonnée à celle de l'évêque, d'après M. POETE.

11. *Un comté à l'époque féodale* :

Ouvrages à consulter : E. MOURIN, *Les Comtés de Paris;* études diverses sur les comtés du Gâtinais, de Chartres, de Corbeil, du Véxin, de Meulan, d'Etampes, de Montfort, sur les seigneurs de Nemours de Pithiviers, du Puiset, de Chevreuse, sur les châteaux-forts d'Etampes, de Montlhéry.

12. *Une abbaye à l'époque féodale* : Saint-Germain-des-Prés, d'après M. POETE; Saint-Denis, d'après J. BÉDIER, Légendes épiques; études diverses sur Sainte-Geneviève, Saint-Victor, Saint Martin-des-Champs, Chelles, Saint Florentin de Bonneval, Morigny, près d'Etampes, Ferrières en Gâtinais.

13. *Un village à l'époque féodale* : le nom aidant à préciser l'origine, d'après LONGNON, dictionnaire topographique, et Jacques FLACH, Introduction historique à l'enquête sur les conditions de l'habitation en France.

Autres ouvrages à consulter : *Monographies* des communes de la Seine, par BOURNON; monographies des communes des cantons de Nogent-le-Roi. Auneau, Courville, Janville, dans l'annuaire d'Eure-et-Loir; monographies de communes de la Brie dans l'annuaire de Seine-et-Marne.

14. *Une ville au moyen âge* : Monographies de Pithiviers, Corbeil, Chartres, Meaux, Melun.

15. *Une route au moyen âge* : la voie romaine de Paris à Orléans devenue la voie des pèlerins, des marchands et des détrousseurs; les châteaux de Méréville et de Toury, le premier, château de brigands; le second, dépendance de Saint-Denis et asile.

16. *La construction d'une église ou d'une cathédrale* : Chartres, d'après René MERLET.

17. *Une maladie au moyen âge* : la lèpre.

18. *Une foire au moyen âge* : le Landit.

19. *La France, cadre féodal, au même titre que la Champagne, la Flandre ou la Normandie;* Louis VI contre les seigneurs de la France.

20. *Un baillage de la France au temps de Philippe-Auguste* :

Ouvrages à consulter : Armand BRETTE, Atlas des Baillages; COARD, Les Baillages royaux qui ont formé le département de Seine-et-Oise; C. BLOCH, Le bailliage d'Orléans.

21. *L'Ile de France, gouvernement militaire se constituant au-dessus des baillages au cours de la guerre de Cent ans.*

22. *Un mouvement populaire dans l'Ile de France au cours de la guerre de Cent ans* : la Jacquerie.

23. *Une « maison des champs » dans l'Ile de France, à l'époque moderne* : monographies de Saint-Germain-en-Laye, Fontainebleau, Ecouen, Dampierre, Rambouillet, Vaux-le-Vicomte, Sceaux, Ermenonville, etc...

24. *Une province sous Louis XIV* : la généralité de Paris d'après DE BOISLISLE, mémoire de la Société d'histoire de Paris, tome VII, 1880; l'administration des intendants d'Orléans, d'après DE CREIL, mémoire de la Société archéologique de l'Orléanais, tome XXXIII, 1911.

25. *La vie d'un village avant la Révolution* : monographies du DUNOIS, par VERLET, monographies du pays de Versailles, par DEFRESNE.

26. *Une assemblée paroissiale au cours de la consultation nationale de* 1787 : monographies sur les assemblées paroissiales de la généralité d'Orléans, par Camille BLOCH, sur l'assemblée paroissiale de Melun, par AUBERGÉ, sur l'assemblée provinciale d'Orléans, par BOURNON.

27. *Une assemblée de baillage au cours de la grande consultation populaire de* 1789, d'après les cahiers des paroisses et des bailliages.

28. *La vie d'un village pendant la Révolution* : les répercussions des grands événements, émeutes, incendies des châteaux, émigration.

29. *La création du département* : étude de la formation du département de la Seine, par BOURNON, du département de Seine-et-Marne, par LHUILLIER.

Cete liste ne prétend être ni complète, ni définitive; le but sera atteint si dans chaque région les instituteurs comprenant la nécessité de faire œuvre créatrice, se mettent résolument au travail.

Ch. BRUNEAU

Instituteur public, Neuilly-sur-Seine (Seine).

L'ECOLE ACTIVE ET L'ECOLE PRIMAIRE PUBLIQUE EN FRANCE

On permettra à un instituteur public de débuter en écartant un préjugé qui plane souvent sur tous les débats relatifs à l'école active, et pour qu'on ne lui reproche pas d'être ici juge et partie, de citer un théoricien et un praticien de l'école active, M. Georges Bertier, directeur de l'Education et de l'Ecole des Roches.

« Nos amis de l'école nouvelle jugent trop souvent l'école officielle comme une majestueuse personne au corps usé et aux idées vieillottes, lente à comprendre et à se mouvoir, autoritaire et revêche..., gardant sévèrement dans une geôle toute une jeunesse captive... Rien à lui emprunter, rien à lui donner ; elle est d'un autre âge, d'une autre nature, d'un autre idéal ; gardons-nous, comme d'un sacrilège, de tout contact avec elle.

« Il y a le plus grand danger à laisser se perpétuer ce malentendu.

« Nos écoles s'efforcent de plus en plus de donner à l'enfant une méthode de travail et les moyens de chercher et de trouver lui-même la vérité, au lieu d'enrichir sa mémoire en enregistrant passivement les découvertes des autres.. L'éducation intellectuelle est de plus en plus une collaboration, elle laisse de plus en plus d'initiative à l'enfant.

« Le ministre engage les maîtres à chercher toutes les occasions de donner à leurs élèves une initiative, un rôle à jouer dans la vie de la classe. Voilà introduit officiellement le principe de l'éducation de la liberté, de l'éducation par la liberté... Dans beaucoup de classes déjà, il y a eu des enfants chargés de l'ordre matériel et de la propreté de la classe, des instruments de travail ; il y a eu des comités préposés à l'ornementation ; dans quelques-unes d'entre elles, il y a eu des élèves chargés de veiller à l'exactitude, à la propreté de leurs camarades, au silence, à la bonne tenue. Voici venir l'ère des capitaines.

« Il y a eu, ces années dernières, dans nos écoles primaires de France, des efforts presque unanimes et profondément touchants pour rapprocher l'enfant du vrai et du réel. »

(*L'Education*, de juin 1924.)

L'école populaire, l'école publique en France tendrait donc à se faire « active ».

Si par école active nous entendons école où tout enseignement est une collaboration entre le maître et les élèves, une coopération dans laquelle chacun joue un rôle actif, où les méthodes font intervenir l'enfant autrement que pour collectionner des mots et des formules, personne ne contestera et l'opportunité, et la réalité de sa généralisation. Le cours d'enseignement scientifique de Colomb, les cours de français, de sciences, de géographie et d'histoire publiés entre autres par la Revue de l'Enseignement primaire et primaire supérieur répandent les méthodes actives. Les musées scolaires des hameaux les plus reculés renferment souvent des échantillons nombreux, des appareils ingénieux, et tout cela est utilisé. Les promenades scolaires se font plus fréquentes et plus méthodiques ; des centres d'intérêt lient les différents enseignements ; des mutualités scolaires, des coopératives scolaires, des journaux d'écoliers, des ligues de bonté, des sociétés forestières introduisent à l'école un apprentissage actif de la vie sociale.

On pourra seulement remarquer que certains maîtres trouvent l'école « passive » plus facile à conduire, et appliquent la loi du moindre effort. Quelques-uns n'ont pas assez confiance en eux-mêmes pour prendre ces initiatives continuelles que nécessite la pratique de l'école active, tandis que d'autres n'ont pas assez confiance dans leurs élèves, ni dans la vertu de la liberté. Les méthodes actives exigent certes des maîtres qui les emploient une culture, une documentation, une jeunesse et une vigueur d'esprit très grandes et sans cesse renouvelées, et on comprend que tous ne s'y sentent pas également préparés.

Chacun pourtant se rend bien compte qu'à bien des points de vue, il serait bon que les élèves des écoles publiques fussent traités comme les élèves des Roches ou de Bierges, et qu'on pût leur appliquer les procédés des Expérimental Schools de John Dewey. Que M. Desgranges, professeur à l'Ecole des Roches, entreprenne, avant de commencer son cours d'histoire grecque à ses élèves, un pèlerinage au pays de Socrate, de Périclès et du Parthénon, que M. Faria conduise toute sa classe tantôt à la mer, tantôt à la montagne, tantôt aux musées de la ville, tantôt aux fermes de la campagne, voilà que nous trouvons admirable, sans pouvoir l'imiter. Pensons que M. Faria de Vasconcellos avait à Bierges 25 élèves, 17 professeurs et un budget. Telle école que nous connaissons bien comptait hier, à Paris, plus de 1.000 élèves et 20 maîtres.

Dans nos écoles populeuses et populaires des villes, l'école active rencontre des difficultés avec lesquelles il faut compter. Le personnel n'est pas toujours homogène, ni de formation professionnelle, ni de culture générale, ni de tendances d'esprit. Le directeur n'a qu'une autorité administrative limitée, plutôt négative, et son autorité intellectuelle et morale est parfois, comme toute chose humaine, discutée : comment dans ces conditions éveillerait-il, et surtout coordonnerait-il les initiatives des maîtres et des élèves ? L'activité de l'enfant porte en elle-même une vertu propre, mais elle peut s'exercer de bien des façons et il faut, surtout dans une société dense, une direction assez vigoureuse pour que la liberté demeure, et ne devienne pas anarchie ou chaos.

Et la population scolaire est bien diverse. Des enfants de toute origine, de toute condition morale, intellectuelle, physiologique et sociale se coudoient sur nos bancs. Dans les écoles actives en particulier, les classes pour être fructueuses à tous, doivent comprendre des élèves assez semblables ; on y a senti, plus qu'ailleurs, le besoin des classes mobiles, variant suivant les matières enseignées.

Les parents, qui conservent un droit de regard dans l'école, regard pas toujours très compréhensif, ont un avis qui ne peut être dédaigné. Ils exigent généralement des progrès rapides, apparents, plus qu'une culture à lointaine échéance, plus qu'une formation de l'esprit et du

caractère dont ils se croient souvent les seuls ouvriers qualifiés, ou les ouvriers les plus qualifiés, en droit et en fait. Il faut des précautions pour introduire de nouvelles méthodes, qui ne seront pas d'ailleurs entourées des mêmes sympathies chez les Latins individualistes, chez les Germains disciplinés et chez les Anglo-Saxons toujours prêts à tenter une initiative. La nonchalance et la sociabilité des races latines se manifestent et s'unissent par le besoin de « vivre par autrui », a remarqué Firmin Roz. Et nous sommes Latins.

Les méthodes actives, si elles sont sûres, éducatives, sont-elles rapides ? Plus nous allons, plus l'école devient ambitieuse et plus elle veut s'adapter au nombre et à la qualité des connaissances qui s'accroissent et se vulgarisent de jour en jour. Les méthodes rapides ont partout, dans tous les domaines, la préférence. Il faut aboutir aujourd'hui plus vite qu'autrefois, et si la journée de travail est abrégée en longueur, les repos, les repas, les loisirs ont eux-mêmes pris une allure toujours accélérée. Le rythme de la vie se précipite. L'enfant est pressé d'apprendre et l'adulte de produire. La société actuelle doit satisfaire une foule de besoins, porter une foule de charges dont on peut discuter l'opportunité et l'utilité, mais qui n'en grèvent pas moins la société et l'éducation.

On devra choisir : ou continuer à vouloir tout apprendre, et apprendre « de tout un peu », ou adopter les méthodes actives qui semblent sûres et fructueuses, à condition de borner leur programme et de limiter leurs efforts.

Ces méthodes actives, quel principe les pénétrera ?

Sera-ce, comme dans les écoles de travail de Dewey, le dessein de faire franchir à l'esprit enfantin les diverses étapes que dut parcourir l'esprit humain en tirant de ses conquêtes techniques ses conquêtes scientifiques, à travers les générations, et de créer ainsi une tendance au mouvement, au progrès, à l'élan à la fois matériel et spirituel, économique et moral ? Sera-ce, comme dans les écoles de travail de Kerschensteiner, la préoccupation de former l'esprit enfantin, par les travaux manuels, par les méthodes actives et collectives, aux qualités d'une utilité essentielle dans la cité, dans l'Etat, dans la société : tendances à la coopération, à la collaboration sociale ? Sera-ce la constatation d'ordre psychologique qui nous montre leur efficacité sur le développement de la vigueur, de la vivacité et de la spontanéité de l'esprit, et sur la formation de la personnalité, du caractère ? A la fois les uns et les autres. Et aussi le souci de tenir compte des possibilités que nous laissent l'ampleur de la tâche, les ressources du milieu, la faiblesse de nos moyens et les responsabilités de notre action. Classe active, qui ne cessera d'être classe méthodique, dans le détail de ses procédés, et dans l'ensemble de son programme ; méthode active, adaptée au niveau mental de l'enfant, à ses ressources et à ses besoins ; élèves actifs, dans le cadre du simple, du sain, de l'utile et du beau.

Et pour que les qualités de bon sens, qui sont les plus partagées s'il en faut croire notre compatriote Descartes, ne perdent pas leurs droits, l'école, liée à son milieu, se fera assez souple pour se plier à l'activité de ses élèves, les pourvoir à la fois des connaissances immédiates que savait leur fournir l'école traditionnelle, et d'habitudes d'esprit qui porteront leurs fruits dans la suite, d'une discipline intérieure qui rendra chacun le capitaine de son âme, et de cette sagesse qui conduira tous à accepter la discipline de la règle et de l'association, — mais assez intelligente pour rester sympathique aux populations.

Dr O. DECROLY

Professeur à l'Université de Bruxelles.

LA FONCTION GLOBALISATRICE DANS L'ENSEIGNEMENT DE L'ECRITURE

(Résumé)

L'une des preuves les plus surprenantes et les plus démonstratives de la réalité de cette activité mentale, appelée *pouvoir syncrétique*, par Renan et Claparède, *schématique* par Kant et Revault d'Allones et que nous avons proposé pour des raisons exposées dans un article de la *Rivista di Pedagogia de Madrid*, de désigner *fonction globalisatrice*, nous est fournie par l'expérience que nous avons faite, que d'autres ont répétées après nous et qui consiste à faire apprendre l'écriture sans passer par l'analyse des éléments graphiques.

Dans la méthode que nous préconisons et où les exercices d'observation forment le pivot auquel on s'efforce de rattacher les exercices portant sur les techniques, il était logique d'enseigner celles-ci et notamment la lecture et l'écriture, par la voie suivie par la nature pour faire acquérir à l'enfant une autre technique, à savoir le langage, qu'il apprend dans la majorité des cas avant d'entrer à l'école, grâce à son entourage et surtout grâce à sa mère, sans que celle-ci recoure à un manuel, ni suive une marche prévue à l'avance et dominée par la logique.

Pour ce qui est de la lecture nous avions déjà publié dès 1906, dans la *Revue Scientifique*, les considérations qui nous avaient amené à adopter ce que nous avons appelé la méthode de lecture *globale* ou *individuelle*.

Pour l'écriture, Mlle Hamaïde, puis M. Dalhem, ont publié des résultats qu'ils ont obtenus en appliquant la méthode idéo-visuelle à l'écriture.

Nous vous avons apporté ici une série de dix feuilles sur lesquelles un autre instituteur, M. Demeuter de Molenbeck a réuni les écritures de quelques-uns de ses élèves, et où vous pouvez suivre, mois par mois, les progrès de l'écriture d'enfants de 6 à 7 ans que l'on invite dès le début des travaux écrits, à reproduire une phrase entière présentée comme modèle et dont la teneur est empruntée à l'exercice d'observation qui a servi de base à cet exercice. Vous pouvez vous rendre compte aisément des étapes parcourues plus ou moins rapidement par les enfants qui arrivent en majorité, avec des vitesses inégales, il est vrai, à avoir une écriture normale au bout de quelques semaines à quelques mois.

Pour les enfants dont l'écriture est fortement en retard sur la lecture, cas qui se présente parfois chez certains types de *lacunaires*, intelligents pour le reste, il est évident que des exercices d'écriture spéciaux indépendants pourront être indiqués. Mais ce sont là des cas exceptionnels et pour lesquels il n'est point logique de faire piétiner toute la classe.

Ce procédé répond, en somme, à plusieurs desiderata dont le principal, à notre avis, est de permettre l'association de l'écriture, c'est-à-dire de l'expression graphique de la pensée avec le dessin et avec les exercices d'observation, au lieu de constituer une branche spéciale, isolée des autres ou seulement reliée à la lecture.

Dr René LEDENT

et

Lucien WELLENS

Instituteur, Liége.

L'ATTENTION ET LA GYMNASTIQUE RESPIRATOIRE

L'utilité de coordonner les travaux des psychologues et des pédagogues est nettement ressortie des discussions du Congrès.

Mais le médecin, hygiéniste, surveillant les fonctions physiques, peut avoir son mot à dire en l'occurence.

Notre communication, se basant sur des considérations psychologiques pourra, par le moyen de l'éducation physique, rendre service aux pédagogues. Nous désirons donner une portée immédiatement pratique à cette communication. Si nous avons choisi l'attention pour montrer l'influence heureuse de l'éducation physique sur les processus intellectuels, c'est que nous avons estimé que cette faculté est la plus importante au point de vue pédagogique.

Il serait à peine exagéré de dire que la valeur intellectuelle d'un homme se mesure à l'intensité et à la continuité de son attention (Bouchet).

L'attention est un effort conscient dans le but d'amener certaines modifications au centre du champ de la conscience, et d'éliminer autant que possible les idées, les images dont on ne veut pas s'occuper pour l'instant. Organiquement, l'attention agit sur de nombreuses fonctions. C'est ce qui motive d'innombrables moyens de mensurations : temps de réaction, ergographe, tests variés, effets circulatoires, etc... Les investigations seront poussées du côté des diverses espèces d'attention : attention concentrée, distribuée.

L'effort d'attention influe sur les mouvements respiratoires, les suspend (Binet, Gouxtier, Schuyten) et les modifie (Mac Dougall). Le pouls et la respiration ont des variations correspondant aux efforts d'attention (Zonoff, Meumann). La fatigue cérébrale est réparée par des inspirations profondes (Lehmann, Obici) et Ley, dans ses études sur l'arriération mentale, conclut que l'exercice respiratoire fixe dans le sang une quantité d'oxygène plus considérable, et a une influence immédiate et heureuse sur les processus intellectuels.

L'observation clinique montre l'insuffisance des aptitudes intellectuelles chez l'adénoïdien, insuffisant respiratoire : il suffit de rappeler ce fait constant. Les arriérés ont aussi une capacité respiratoire diminuée. D'autre part, dans les examens d'aptitudes de conducteurs de tramways, auxquels l'un de nous procède depuis deux ans, il s'est dégagé une corrélation nette entre les aptitudes respiratoires, la résistance spirométrique en particulier, et l'attention, qu'elle soit distribuée ou concentrée.

Le docteur Laufer et Mlle Jouanneau, tout dernièrement, dans la *Médecine Scolaire*, ont répété après Binet, que la valeur fonctionnelle de la respiration est le témoin le plus fidèle de la valeur globale des aptitudes. A niveau mental élevé, correspondent des chiffres spirométriques supérieurs.

Pour s'en rendre compte, il faut procéder à une série d'épreuves spirométriques répétées; il faut étudier, comme l'indique Rosenthal, la résistance respiratoire.

Les plus intelligents, les plus attentifs, sont ceux qui ont une respiration soutenue. Les irréguliers respiratoires sont des instables, des inattentifs. L'épreuve spirométrique est un vrai test d'aptitude; c'est aussi un test d'adaptabilité. Telles devaient être rappelées les conclusions du docteur Laufer et de Mlle Jouanneau.

Comparons l'inattentif à un anémique : même déficit, même impuissance, ici du corps, là de l'intelligence.

Pour traiter l'anémique, nous remontons aux causes spéciales; mais de nombreux cas s'améliorent par un traitement général.

Il ne suffit cependant pas d'alimenter cet anémique d'une nourriture excellemment choisie : elle ne sera pas utilisée en raison du déficit du métabolisme.

L'anémique a besoin d'air, de frictions, de bains, d'exercices même, s'il est dosé.

L'attention est une faculté qu'il convient de solliciter non pas seulement par le travail cérébral. Les centres supérieurs, comme les centres moteurs, ont besoin d'une alimentation choisie, et d'une provision d'oxygène nécessaire au métabolisme basal. Exciter le psychisme de cellules nobles mal nourries, c'est courir au désordre réactionnel. De même, l'exercice musculaire ne peut agir sur les neurones moteurs, que si les éléments nutritifs nécessaires à la myélinisation existent en présence de l'oxygène.

Nous ne croyons pas devoir pousser plus loin les données primordiales de ce problème médico-pédagogique que la psychologie expérimentale, comme l'observation clinique ou scolaire, permettent d'approfondir.

Nous demandons aux psychologues notamment, de nous fixer sur la direction de nouvelles recherches et sur le choix des tests à employer

dans ces expériences. A notre époque on se plaint de l'enfant, de l'adolescent. On répète que l'école fait faillite, qu'on ne peut y obtenir l'attention nécessaire aux acquisitions intellectuelles, à la maîtrise des facultés. Par ailleurs, on affirme que la race dégénère. En présence de ces réflexions, et dès qu'on reprend les travaux de nos devanciers, sur l'attention d'une part, sur la gymnastique respiratoire d'autre part, on est frappé de l'évidente synthèse d'idées qui résulte de l'examen de questions que nous affirmons connexes.

Nous pouvons résumer cette synthèse comme suit :

L'éducation et l'entraînement des fonctions respiratoires, selon des règles conformes à la psychologie et à la pédagogie, sont éminemment favorables au développement des facultés d'attention.

DISCUSSION

Le Dr F. REGNAULT note qu'il faut un apprentissage pour apprendre à bien souffler au spiromètre. L'hystérique n'y arrive pas et produit un chiffre très léger, 500 grs 100 grs. L'hystérique est aussi un inattentif.

Le Dr DECROLY. — Le problème présente plusieurs difficultés. La fonction respiratoire est, selon le cas, automatique ou soumise à la volonté. Faites-vous attention parce que vous respirez bien ou respirez-vous convenablement parce que vous êtes attentif ? Les deux choses s'interpénètrent. Decroly appuie le fait cité par Regnault et rappelle les travaux de Merge rééduquant les tiqueurs par l'exercice respiratoire.

De nouvelles recherches seront nécessaires. Quant à la pratique. elle devra tenir compte de l'intérêt que l'enfant trouvera dans l'exercice bien enseigné.

Dr Félix REGNAULT

LA LEÇON D'ACTES

Jusqu'à présent on a opposé à la leçon verbale uniquement la leçon de choses; la première s'adresse à l'ouïe, la seconde à la vue. Il faut distinguer un troisième mode d'enseignement, important lui aussi, qui fait d'éducation directe du sens musculaire par la leçon d'actes. L'homme arrive à pratiquer la leçon d'actes grâce à la perfection de sa main qui transmet exactement les sensations musculaires. Prenons l'exemple d'une leçon de massage : le maître ne se borne plus à mon-

trer à son élève comment il masse et à lui conseiller de l'imiter; il met ses mains sur celles de son élève, ces dernières étant appliquées sur la région qu'il s'agit de masser, il lui recommande de conserver ses mains inertes et il fait les mouvements du massage par-dessus celles-ci (1).

Historique. — La leçon d'actes était déjà pratiquée empiriquement par les anciens. Pour apprendre à lire à l'enfant, le maître grec lui prenait son index et le promenait sur des lettres gravées; pour lui apprendre à tirer de l'arc, il tendait ce dernier avec ses mains placées sur celles de son élève. Des peintures antiques montrent le centaure Chiron donnant une leçon de ce genre à Achille. On trouverait aisément d'autres exemples.

De nos jours les instituteurs font souvent de même pour l'enfant qui apprend à écrire, ils mettent leur main sur la sienne pour lui transmettre l'acte. De même pour dessiner, etc...

Cette pratique est courante pour l'éducation des arriérés. Ceux-ci, en effet, ne répondent qu'aux moyens éducatifs les plus aisés, à ceux qui exigent le moins de l'intelligence.

Mais, jusqu'à présent, la leçon d'actes n'a été employée qu'empiriquement. Il conviendrait de la systématiser et de la généraliser à tous les cas où elle est possible.

Avantages. — En effet, tout acte complexe est long et difficile à acquérir si l'élève commence par en regarder l'exécution, pour tâcher ensuite de l'imiter. Il tâtonne, fait des mouvements faux, inutiles ou des mouvements justes mais trop courts ou trop amples; il ne se corrige que peu à peu, graduellement, lentement. Au contraire, par l'éducation directe du sens musculaire, il apprend d'emblée l'ampleur, la durée, la direction des mouvements, l'intensité de la force à donner. Il évite ainsi tout tâtonnement, toute erreur et, par suite, les mauvaises habitudes. Celles-ci sont difficiles à perdre chez l'élève laissé à son initiative. Au contraire, des leçons directes du sens musculaire, les suppriment aisément.

S'agit-il d'une série de mouvements complexes, de tours de main comme en ont les métiers difficiles, l'éducation directe du sens musculaire devient très avantageuse. Pour l'étudiant en médecine, outre la leçon de massage, je citerai la leçon de dissection, de percussion, de petite chirurgie, de sondage, etc... qui gagnent toutes à être apprises directement par le sens musculaire. De même, pour apprendre la musique, j'ai connu un professeur de piano qui mettait ses doigts sur ceux de son élève, posés passifs, inertes sur les touches, et lui communiquait sa manière de faire.

---

(1) Félix Regnault, « *Les Masseurs Aveugles* », revue moderne de médecine et chirurgie, 1923, p. 204.

Sans doute, en bien des cas, l'éducation directe du sens musculaire est impossible. Parfois, un subterfuge permet de la réaliser. Prenons une leçon de danse : les mains du maître ne peuvent indiquer à l'élève les mouvements des membres inférieurs; mais le maître en prenant son élève à bras le corps, et en dansant sur un rythme lent, communique au buste les attitudes et mouvements appropriés. Les mouvements des membres inférieurs accompagnent nécessairement ceux du buste auquel ils sont liés. Autre exemple. Je conseille contre le mal de mer des leçons d'amarinage : deux marins tiennent le novice chacun par un bras, le maintiennent en équilibre; les mouvements que leur corps exécute pour garder la verticale alors que le bateau bouge sont sentis par l'élève qui les imite d'instinct; ceux des membres inférieurs étant coordonnés à ceux du corps, accompagnent forcément ce dernier. Une telle leçon donne rapidement le pied marin à qui la prend.

Une recherche systématique étendrait beaucoup le champ de l'éducation directe du sens musculaire; l'éducation technique, en une foule de cas, en serait grandement facilitée.

Dr GOMMES

Professeur au Collège libre des Sciences Sociales, Paris.

L'ENSEIGNEMENT MENAGER MODERNE DANS LA PROPHYLAXIE DE LA FATIGUE MENAGERE

Tous les problèmes qui, de loin ou de près, touchent à la détermination de la fatigue, à son estimation qualitative ou quantitative, sont à l'ordre du jour, moins, naturellement, ceux qui concernent la fatigue physiologique habituelle, réparable, aisément par le repos, que la pathologique, vraiment néfaste quand elle atteint un certain degré (surmenage aigu, surmenage chronique surtout, avec endolorissement musculaire, pâleur de la face, adynamie générale, etc.), Lesdits problèmes sont, d'autre part, envisageables et chez les individus (fatigue personnelle) et dans les collectivités agissantes (fatigue indus-

trielle). Ils présentent un intérêt considérable, quand ils étudient ce qu'on peut appeler l'*Industrie Ménagère*. Les y situer, c'est évoquer une immense suite de fatigues de genres multiples qui, de temps immémoriaux, sont le lot des travailleurs du foyer, les écrasant sous le poids toujours renouvelé de tâches très nombreuses, très disparates, et qui exigent des efforts et des aptitudes des plus variées et fort mal règlées les unes et les autres. Les femmes qui veulent travailler sérieusement à leur intérieur y laissent 9 fois sur 10 leur jeunesse et leur santé. Sans doute diminue largement cet épuisement l'aide d'une femme de ménage, — mieux encore celle d'une domestique à demeure — mieux encore celle d'un nombreux personnel salarié spécialisé, quand cela est possible, d'après les conditions sociales. Mais la valeur physique (sans parler de l'économique) de cette tâche, quelles qu'en soient les exécutantes, maîtresse de maison ou auxiliaires, est profondément méconnue des personnes, même les plus avancées d'idées. Dans leur immense majorité, les hommes ferment les yeux sur la somme de labeur nécessitée par les travaux ménagers, même les plus banaux. Aveuglément partagé (ô surprise!) par un très grand nombre de femmes elles-mêmes, en vertu certainement d'une docilité ancestrale, un peu aussi par le fait de cette habitude d'esprit qui représente le travail de la maison comme quelque chose, en somme, d'assez vulgaire, dont il n'est pas de bon goût de parler. Bref, c'est une sous-estimation générale. Quelques rares littérateurs, rangés parmi les féministes, se sont seuls élevés contre cette injustice séculaire, grosse de conséquences.

Si l'on doute du caractère intensif de ces travaux, qu'on se rappelle, par exemple, les diverses phases du *lavage du linge au cuvier*. L'empilage, dans un large bassin, avec un ordre déterminé, du linge, du cendrier, des cendres. Des transports incessants de l'eau chaude, nécessitant chaque fois des allées et venues du fourneau à la cuve et vice-versa. La station debout, l'attitude baissée, courbée en deux même, et cela pendant une durée d'une dizaine d'heures. Sans doute, — dans des villes surtout, — pour la pratique du coulage, la lessiveuse a presque partout remplacé le cuvier. Mais là non plus ne sont supprimés les autres actes du blanchissage qui nécessitent une forte dépense énergétique : avant le coulage, l'essangeage, obligeant à des mouvements assez onéreux; après le coulage, le savonnage, le rinçage, le pliage, le rangeage, qui mettent en jeu de si nombreux groupes musculaires.

J'ai insisté ailleurs sur les fatigues de tous les nettoyages, plus ou moins variés, et donné leur évaluation énergétique tirée des données calorimétriques directes (chambres calorimétriques) ou indirectes (mesure des gaz).

Que dire aussi de la fatigue des astiquages, balayages, etc. ?

Aussi les déterminations scientifiques des fatigues *précoces*, c'est-à-

dire des fatigues non encore perçues, et par suite d'autant plus dangereuses, sont-elles riches en enseignements cliniques pour tout médecin.

Il est bien rare que chez une ménagère s'offrant à son examen après une journée de travail bien remplie, le clinicien ne puisse retrouver un des troubles suivants : modification de la respiration en fréquence, en régularité, — soit comme rythme, soit comme débit, — modification du pouls en fréquence, en pression sanguine; modification du métabolisme se traduisant à l'examen des urines, ou à la prise des températures.

Il importe au plus haut point, naturellement, que cette fatigue soit combattue. Sans cela, lesdites modifications s'accentueront et deviendront de véritables troubles difficilement curables, précurseur d'infirmités permanentes proprement dites. Tels les emphysèmes, les dilatations du cœur droit ou du cœur gauche, les œdèmes des chevilles et des jambes, les dilatations variqueuses, etc...

Sans parler des troubles suraigus qui peuvent se greffer sur ces modifications chroniques, par exemple à l'occasion d'un effort, état où la cage thoracique est remplie d'air à une pression considérable : 1er groupe d'accidents : les hernies, le pneumothorax, la rupture du sac lacrymal, la déchirure du tympan; 2e groupe : les hémorrhagies cérébrale et pulmonaire par modification de la tension du sang. 3e groupe, qui s'y surajoutent souvent : les ruptures musculaires et tendineuses, les fractures, luxations, entorses provenant de violentes contractions musculaires concomitantes de la surpression thoracique.

C'est dire la somme d'infirmités et, par suite, le déchet social considérable que représente une telle diversité d'accidents.

Comment parvenir à l'éviter ?

Je n'hésite pas à dire : *par une éducation spéciale, par un enseignement ménager complet*, de beaucoup plus étendu qu'il ne l'est dans nos écoles. Et c'est ici que l'avis de cette section spéciale du Congrès peut être d'un précieux secours.

Je pose déjà que cet enseignement doit être envisagé *à ses divers degrés*, non pas seulement le *Primaire*, mais le *Secondaire*, mais le *Supérieur*, de telle manière qu'y puissent participer les diverses catégories sociales, puisque nous n'avons pas en core l'Ecole Unique : maîtresses de maison qui gouverneront une maison entière, simples ménagères qui auront à gérer un modeste intérieur, professionnelles (domestiques, encore qu'elles deviennent de plus en plus rares, générales ou spécialisées, hôteliers...).

Par ailleurs, cet enseignement doit continuer son évolution dans le sens d'un enseignement d'Etat qu'il commence déjà à être aujourd'hui. Il gagnerait à ne pas être fractionné entre diverses directions ministérielles (comme par exemple l'Instruction Publique, l'Enseignement technique, l'Agriculture, etc.).

Il aurait à comprendre dans son plan d'études :

1° *Un enseignement théorique de l'organisation générale* avec son application aux sciences ménagères. Pour celles-ci, nous n'en sommes plus en effet aux temps de l'expérience, du petit procédé, de la routine, mais à ceux du *système*, de la *méthode*. La nouvelle science qui s'ébauche, celle du travail, comme les autres, pose des définitions, cherche des rapports, établit des classifications et, si possible, des lois. Formulée par Taylor, reprise et élargie par Fayol, elle distingue partout, dans toute entreprise, l'ordonnancement général (routing), le procédé optimum pour chaque opération (standarding), les programmes horaires (scheduling). Or tous ces principes d'organisations rationnelles — qui transforment actuellement la conception du monde industriel — sont parfaitement applicables au travail ménager, qui doit lui-même être considéré comme une entreprise industrielle d'un certain genre. A lui s'appliquent aussi les principes généraux que j'ai résumés dans ma brochure : *Introduction aux Sciences Ménagères*, et dont Mlle Bernège a fait une étude si complète au récent *Congrès d'organisation scientifique* (Paris, juin 1924) : la préparation et la division du travail, l'accomplissement et la diversion du travail, l'accomplissement de certaines tâches en série, l'économie des trajets, etc. Ce sont d'ailleurs tous préceptes enseignés et appliqués à l'Institut ménager de Laeken (Belgique), sous l'égide du célèbre administrateur, M. de Wuyst, directeur au ministère de l'Agriculture. Là, les résultats ne se sont pas fait attendre. Des vérifications nombreuses — chronométrées — exécutées en particulier au concours des *Vaillantes Fermières*, ont montré, sans excédent de fatigue, un gain de 100 % de productivité ménagère, — et cela est d'un puissant encouragement pour l'avenir de ce genre de recherches.

Sans doute, on aura à lutter ici contre quelques difficultés que nous montre la pratique : les unes tenant au vice général de l'enseignement scientifique qui néglige encore de former de vrais organisateurs et expérimentateurs, les autres à ce fait que particulièrement l'esprit féminin est encore pour une très grande part rebelle à l'esprit de méthode et de discipline. Mais tout cela est en voie de sérieuse évolution.

B) Un enseignement pratique de la mécanisation.

Nous ne tirons pas de l'appareillage ménager tous les services qu'il pourrait rendre encore qu'il n'apparaisse pas encore sous la forme d'un système complet permettant une suppléance régulière à la main-d'œuvre. Sans doute, nos locaux n'offrent que rarement les dispositions nécessaires à son emploi intégral (place pour remiser les divers outils, conduites d'eau chaude, canalisations électriques, tuyaux de vidage...). Et surtout, dans la vie courante, nous ne trouvons ces appareils ménagers mis en vente encore qu'à l'état d'exception. Heureuse-

ment, des expositions commencent à s'organiser, qui révèlent à beaucoup ce qui est d'ailleurs connu depuis longtemps aux Etats-Unis : les machines à laver, à brosser, les divers systèmes de moteurs domestiques, etc. (1). Mais ici, chez les acheteuses, quel manque de connaissances techniques, et aussi quelle absence totale d'esprit critique, qui les laissent désarmées devant le flot montant d'une publicité outrancière ! Le public ignore, en général, tout de l'art d'acheter (matériel, vêtements, denrées alimentaires, etc.). Il se contente des affirmations les plus contestables, juge sur la foi de catalogues tendancieux et d'explications volontairement incomplètes. L'éducation ne devrait-elle pas avoir préparé à différencier ce qui est commercial et ce qui est scientifique, ce qui est le nom de la marque (nom conventionnel), et ce qui est la composition même du produit, cette connaissance, même approximative, permettant souvent de reconstituer celle-ci (dans les produits de nettoyage particulièrement)? Quel devoir pour l'enseignement puplic de combattre l'influence moderne d'un verbalisme pur, — expliquant tout chez tant d'esprits faciles à satisfaire !

Il serait bon de joindre aussi des notions simples de mécanique d'amateur. Le démontage de quelques pièces, la démonstration de quelques petites réparations urgentes auraient une utilité incontestable, et vaudraient beaucoup aussi, comme on l'admet aujourd'hui, au point de vue pédagogique pur.

C) Un entraînement physique.

Celui-ci concerne ce qui touche à la partie humaine proprement dite. Avec l'*entraînement*, c'est-à-dire la substitution du reflexe, de l'automatisme, aux actes purement commandés par l'influx cérébral, les mouvements sont plus faciles et rapides (amélioration des processus neuromusculaires), l'essoufflement arrive moins vite (amélioration des processus circulo-respiratoires), comme dans tout sport et même tout travail, puisque celui-ci doit être envisagé comme un sport, d'après nos grands organisateurs modernes.

Pour ce faire, on peut s'inspirer des diverses étapes que j'ai décrites (*Physiologie du Travail ménager et Exercices Physiques*).

1. — Des exercices méthodiques d'*appprentissage musculaire général* (développement de l'enseignement physique) ;

2. — Des exercices méthodiques d'*apprentissage musculaire spécialisé :*

a) associés au rythme musical ;

b) associés au chant ;

3. — Des exercices empruntés au *sloyd*. Un exemple : l'éducation de l'effort du soulevage. Ne pas agir avec les muscles lombaires, mais,

(1) Voir GONNÈS, *L'appareillage ménager et sa manipulation*, Maloine, 1924 (Préface de M. le Sénateur Breton).

joignant les talons, joignant les genoux, bien en face de la résistance, la soulever avec les bras (action des muscles fixateurs de l'épaule).

Cet ensemble théorique et pratique forme une vraie discipline, qu'il y aurait lieu de synthétiser au point de vue scolaire. D'ailleurs, c'est un enseignement qui est loin d'être déplaisant pour la jeunesse, encore que nous le voyons actuellement distribué par bribes et sans idées directrices, et de plus fort mal présenté. Partout, on l'a constaté, les fillettes prennent goût aux travaux ménagers, et les parents les suivent quand ils sont quelque peu tenus au courant de leurs études. C'est que, dans le travail ménager il y a *diversité* et *distraction* : tout l'opposé de la plupart des métiers qui consistent en des travaux en série, stéréotypés, appuyés des mêmes gestes sempiternels. Dès qu'il y a diversité, apparaît l'imprévu, le mystère, et éclot dans le fait, l'objet pour qui l'approche, une source d'intérêt, d'émotion, d'amusement, de réflexion (Arnyvelde). J'ai montré ce genre d'avantages dans mon mémoire sur l'*Education des Enfants arriérés*, où le travail ménager est particulièrement apte à augmenter les processus d'association, à exciter l'imagination et l'ingéniosité, etc.

Ainsi conçu plus spécialement comme prophylactique de la fatigue, l'Enseignement ménager acquiert donc une valeur sociale considérable. Sans compter l'influence qu'il peut ainsi prendre sur le rendement du travail et, d'autre part, sur la prophylaxie des accidents proprement dits, on voit qu'il vise surtout à *épargner le capital humain*, et cela dans de larges proportions. Avantage précieux à une époque où l'on juge, avec raison, essentiel de faire état de ce capital.

Sous-section

LINGUISTIQUE, PHILOLOGIE ET GRAPHISTIQUE

Président. . . . . . J. DEPOIN, Président de la Société de Graphologie, Paris.

Vice-Président. . . . . . Mme Genina CLAPIER, femme de lettres, membre de l'Académie de Vaucluse, Montpellier.

Secrétaire: . . . . . VARINARD DES COTES, membre du Conseil directeur de la Fédération Régionaliste Française, Paris.

A l'ouverture des séances de travail M. Varinard des Côtes, secrétaire, excuse M. Depoin, président, qui gravement malade est retenu à Paris, il demande la nomination d'un vice-président pour le suppléer.

Me Genina Clapier est désignée et prend place à la présidence.

On commence par l'étude : *de la manière d'orthographier les parlers locaux*, question du programme ainsi posée :

ORTHOGRAPHE DES PARLERS LOCAUX

Parmi les questions d'ordre essentiellement régionaliste, il en est une dont la solution préalable importe, au premier chef, pour le progrès de l'étude scientifique des parlers locaux.

C'est celle de leur graphisme : elle a été posée, à la Section de Linguistique, dès le congrès de Montpellier en 1922.

Les patois, qu'il ne faut pas confondre avec les parlers, ont, à la différence de ceux-ci, une certaine conformité générale avec la langue-mère, et, s'ils apportent des contributions nouvelles au lexique, grâce à des mots qui ont disparu du langage par l'usage, ils se distinguent surtout par des variantes accentuées de prononciation.

Le premier problème qui se pose est donc d'examiner les modes de reproduction des parlers locaux en vue de se déterminer entre deux méthodes : *A*) ou bien écrire les mots de ces parlers, comme ils le sont dans l'orthographe nationale, quitte à y ajouter quelques signes diacritiques; ou bien B) abandonner cette orthographe et écrire les mots comme on les entend, c'est-à-dire phonétiquement et sans souci des étrangetés graphiques qui résulteront de cette méthode.

La question étant ainsi posée semble appeler la première détermination, car si on se résoud au phonétisme pur, il est superflu d'examiner davantage les nuances d'application tout à fait secondaires, mais si l'on admet le rattachement visible du parler à la langue, on est en face de diverses solutions :

Il en est une, qui s'applique habituellement dans les petits dictionnaires polyglottes pour faciliter la conversation dans une langue étrangère : les mots sont naturellement écrits comme l'orthographe l'exige, mais après chacun d'eux une parenthèse renferme une prononciation phonétique qui indique à la langue les mouvements à faire, pour que celui qui parle puisse être compris. Ce dispositif est appliqué, même dans la langue nationale, pour fixer les prononciations mal connues et incertaines.

Ayant ainsi sous les yeux divers points de vue de la question, le Comité de la Section de Linguistique et Graphistique présente le questionnaire suivant aux personnes compétentes dans la question des patois :

I. — *Le ou les parlers, principalement connus de vous, paraissent-ils rentrer dans la catégorie A, de ceux qui doivent s'écrire orthographiquement en intercalant, après les mots qui l'exigent, la figuration phonétique de leur prononciation ? ou dans la catégorie B, de ceux qui doivent s'écrire phonétiquement ?*

II. — *Nos correspondants envisagent-ils d'autres systèmes susceptibles de résoudre le problème ?*

M. BENEZET, *de la maintenance d'Auvergne.* — Rappelant que les dialectes de langue d'oc, et en particulier ceux de Basse-Auvergne, ont subi de nombreuses déformations provenant de prononciations défectueuses estime que l'on doit employer la forme orthographique, quant à intercaler des figurations phonétiques cela alourdit les textes.

M. SIMON PALAY, *président de l'Ecole Gaston Fébus.* — Considère que, pour les langues de souche latine, il importe de leur laisser leur physionomie, et de n'employer les figurations que dans les dictionnaires. Cette figuration étant toujours très imparfaite pour une oreille qui n'est pas habituée à l'harmonie de la langue.

M. Prosper CONVERT, *de la Bresse.* — Craint que la méthode phonétique, très variable avec les individus n'apporte beaucoup d'ambiguïtés par des consonnances semblables, comme par exemple : « Y vint m'appourto de vin. »

M. BOURCHENIN, *de l'Académie du Tarn-et-Garonne.* — Est du même avis.

M. J. DELPONT, *de Perpignan.* — Fait connaître qu'au groupe « Montagnes Regalades » on est complètement opposé à l'orthographe phonétique qui défigure complètement la langue transmise par l'écriture traditionnelle, et que pourtant préconise une école de Barcelone.

La lutte est très vive entre les deux écoles, celle de Perpignan se revendique de l'avis du maréchal Joffre, qui est pour l'orthographe étymologique.

M. GANDILHON GENS-D'ARMES, *de la maintenance d'Auvergne*. — Déclare que la graphie phonétique lui paraît vaine, fâcheuse, anarchique et absurde et qu'il est partisan de la graphie étymologique avec tendance centralisatrice (de façon à ce que les écrivains de dialectes voisins puissent se lire facilement entre eux). Littérairement, la graphie phonétique c'est l'émiettement à l'infini d'un canton à l'autre.

Il donne les avis du poète Vermenouze, l'abbé Four, Jean Ajalbert, Louis Farges, Desdevizes du Désert, etc., qui sont très affirmatifs et opposés au phonétisme pur.

M. Bernard SARRIEU, *félibre majoral*. — Etudie les deux points de vue. S'il s'agit d'études linguistiques purement scientifiques pour préciser les formes successives de la langue et des idiomes qui en découlent le phonétisme lui semble bon, comme par exemple dans le « Maître phonétique », organe de l'association phonétique internationale publié par Paul Passy, la Revue des Langues Romanes, etc. S'il s'agit d'usage littéraire, de la pratique du parler, c'est tout autre chose on doit prendre pour base l'orthographe de la langue mère devenue langue officielle, soit à employer quelques combinaisons de lettres ou quelques signes diacritiques, s'il faut noter certains sons particuliers du parler local, qui varie souvent d'intonation d'un canton à un autre. Il cite des exemples pris dans les parlers champenois, lorrains, d'oc. Pour cette langue la tradition des troubadours a été renouée, avec adaptation à l'évolution de la langue depuis le moyen âge, par les félibres provençaux, depuis Roumanille et Mistral.

Un autre point de vue est celui de la *toponymie*, dans les études géographiques, trois solutions se présentent :

1° Noter les noms de lieu aussi exactement que possible au point de vue phonétique ;

2° Les écrire aussi correctement que possible dans le système courant de la langue à laquelle ils appartiennent ;

3° Les transcrire, dans la langue officielle, en ne s'écartant pas trop de la notation courante du parler local. Il rappelle les études de toponymie, générale ou appliquée, parues dans le « *Bulletin Pyrénéeux* » (Pau) sous les auspices de la fédération des Sociétés pyrénéistes : la section de toponymie de cette fédération que préside M. Meillon a tenu de nombreux congrès et elle a vu ses efforts couronnés récemment par une demande officielle de collaboration que le Service Géographique de l'Armée, par l'intermédiaire du Club Alpin français, lui a adressé.

M. Marcel PELLISSON. — Ne se prononce pas sur le fond général de la question, il examine le cas particulier du patois saintongeais.

Cependant il estime qu'il est préférable de rattacher les mots à leurs paronymes du dictionnaire de l'Académie quitte à indiquer entre parenthèse la prononciation vraie. Il cite La Fontaine qui à la fin de la fable *Le Loup, La Mère et l'Enfant*, écrivit en patois picard :

Biaux chires loups n'écoutez mie.
Mère tenchent chen fieux qui crie.

M. George LAPORT, *de Liège*. — Est pour la méthode phonétique pure, il estime qu'on doit écrire les mots comme on les entend.

Un assistant répond qu'il y a autant de prononciations que d'individus et qu'alors il est difficile de savoir celui qui est dans le vrai.

Me GENINA CLAPIER, dit que : proposer d'orthographier les mots des parlers locaux tels qu'on les entend, serait ouvrir un champ illimité aux variantes et semer l'anarchie dans l'étude sérieuse des formes dialectales.

Pour *parler correctement une langue*, la première condition est, semble-t-il, de l'entendre dans le pays où elle est le mieux prononcée, afin d'en acquérir la meilleure accentuation, tel en France l'accent de la Touraine.

Vouloir écrire une langue, cela demande un effort de plus et laisse supposer que l'étude de cette langue en vaut la peine. S'il en est ainsi, cela implique une éducation graphique qui tiendrait compte de l'origine des mots, des radicaux, de la formation des phrases. Toutes les langues romanes étant d'origine latine ont le pur cachet de la source dont elles proviennent. Si l'on veut faire œuvre durable de poésie ou d'histoire, il faut tout d'abord se *conformer* à l'étude de la grammaire et lire dans leur texte les plus belles œuvres parues. Pour ce qui est du provençal, en particulier ou plus généralement de la langue d'oc, il est aussi curieux qu'intéressant de comparer les œuvres des troubadours avec les meilleures productions modernes.

Dans son *Grand Trésor du Félibrige*, Mistral a rendu d'appréciables services à ceux qui veulent tenter l'étude de la langue d'Oc, en mettant en regard le mot savamment orthographié d'après son origine latine, et, à côté, les diverses variations provenant des dialectes et des sous-dialectes.

Au point de vue phonétique, ce que les termes graphiques ne donnent jamais, c'est la façon de diphtonguer. Il faut une oreille bien exercée, par exemple, pour différencier la façon de prononcer « piou-piou » à la française, pour désigner un petit soldat, et le « piou piou » provençal qui exprime le cri du moineau.

Ainsi donc, puisque l'orthographe est impuissante à donner toutes les variations que l'accentuation peut marquer, *ne l'improvisons pas*, efforçons-nous de la donner aussi correcte que possible, suivant les règles établies.

La première langue qu'apprend l'enfant demande, quelle qu'elle soit, six à huit ans d'initiation sérieuse.

Toute autre langue, superposée dans le cerveau à la langue maternelle, nécessite un minimum de vingt mois d'étude.

Il n'est pas suffisant de s'intituler : poète régional et de connaître l'euphonie d'un parler local pour bien l'écrire, il faut surtout l'étudier.

Il serait curieux de suivre l'évolution d'un simple mot, à travers monts et vallées et de voir comment il se cisèle d'après l'accoutumance des peuples.

Un vieux proverbe dit : « Dans la nature, il n'y a pas de saut. » De même, il n'y a pas de ligne absolue de démarcation dans l'accentuation de certaines formes.

Ainsi, *Jean*, qui se prononce *Ouan* en Espagne, donne *Jean* en France, *Giovanni* en Italie, *Jovanovitch* en serbo-croate, et plus simplement en russe, *Ivan.*

Le *Miguel* espagnol donnera en France *Michel*, *Michaolo* en Italie *Mihailovitch* en serbe.

Un enfant qui prononcera « il le sait » dans les Alpes, s'approchera de la forme italienne « io lo so ».

De même, le J français se dit Y en espagnol. Ainsi se prononce *Jacques* qui devient *Yago*, tel *Santiago*, général de l'armée castillane. La comparaison utile, la compréhension ouverte des langues donnent de l'indulgence et surtout de la *largeur d'idées.*

En somme, les accents variés de nos provinces-frontières ne sont pas en réalité « mauvais accents français », mais plus justement *accents de transition* tendant à préparer l'accoutumance à la langue voisine-sœur.

Les parlers locaux donnent au cerveau de l'enfant de précieuses indications, pour lui faciliter la connaissance du latin, clé de voûte de tant de langues modernes.

Peut-être me serait-il possible de répondre aujourd'hui à une curieuse question de *bilinguisme* qui me fut si souvent posée depuis la parution de mon poème *Estelle.*

C'était la première fois qu'une œuvre du même auteur apparaissait écrite entièrement en vers français et en regard en vers provençaux, sans que l'une soit la traduction littérale de l'autre, mais plutôt son adaptation dans le sens intégral de la pensée. Cet événement, curieux, paraît-il, au point de vue bilingue, fut partout signalé. La presse française et les auteurs étrangers, qui depuis ont traduit cette œuvre en diverses langues, m'ont maintes fois demandé en quelle langue avait jailli l'idée première?

J'avouerai que, s'il s'agissait de la description d'un voyage, d'un récit local ou historique, d'évocations poétiques se rapportant au sol, aux usages, aux traditions, l'inspiration jaillissait plutôt dans la pitto-

resque et savoureuse langue provençale. Pour donner une forme précise à la pensée, s'il s'agissait d'idée philosophiques, de sentiments, d'élévation de l'âme ou de l'idéal, la pensée était exprimée d'abord dans la langue française, inégalable peut-être dans le monde pour sa précision et sa clarté.

Si une comparaison m'était permise, j'oserais dire : le *latin* est la racine de l'arbre dont le *français* et les langues *néo-romanes* sont les branches.

L'italien, placé tout près du tronc, en garde la structure. Le parler d'*Oc* dut peut-être son plus hâtif développement à la douceur de son climat. C'est pourquoi Dante et Pétrarque ont hésité entre le provençal et le latin pour écrire leurs œuvres immortelles.

Le *français* est devenu la tête de l'arbre, parce que la sève est allée dans ses plus petites branches par progression lente et continue, par des productions de tous les âges. Cela lui a permis de se développer avec délicatesse et précision pour donner peut-être la plus noble expression de la pensée humaine.

C'est pourquoi nous devrions supplier ceux qui ont une influence sur sa conservation, un droit de garde sur sa richesse, de ne pas laisser introduire dans la langue française des mots qui ne seraient pas en harmonie avec le génie de sa race. Pourquoi, pour une question de mode ou de sport, emprunter des mots baroques à la langue saxonne ou à d'autres? Ne serait-il pas mieux *d'extraire, d'utiliser les mots (comme les productions de notre riche sol), de notre inépuisable fonds national ?*

Les parlers locaux, pour rajeunir des formes, enrichir le vocabulaire seraient d'un apport précieux. De même que le *franc-monnaie* doit sa sécurité à notre agriculture, de même le *franc-parler* qui porte une admirable signification dans son nom propre, a toute sa plénitude en rejetant les mots d'origine étrangère, en restant vivace et national.

Les mal-intentionnés, les mal-renseignés d'il y a trente ans, ont prononcé avec le mot cruel de « séparatisme » un jugement qui portait à faux. Les événements ont prouvé le contraire.

La langue natale est l'expression de notre âme, la forme de notre pensée, la force de notre amour, le guide de notre foi, le couteau de notre haine, l'épée de notre patriotisme. Ainsi, à l'attaque du Mort-Homme, ne fut-il pas surprenant d'entendre dans les rangs des soldats provençaux, jaillir, comme credo de concentration suprême, le chant immortel de :

la Coupo Santo

qui donne *l'enavans di fort. Il n'est pas de nation plus UNE que la France en ses divers aspects.* Il n'en est pas qui donne, par ses dispositions géographiques autant de variété que d'harmonie en ses régions

maritimes et fluviales, ses montagnes et ses vallées. L'équilibre, la mesure président à la diversité des sites, des costumes, des parlers et des arts locaux. Les idiomes régionaux, qui sont une richesse nationale ont, comme dans la Grèce antique, non seulement des poètes pour les exalter, les écrire, mais des paysans pour les maintenir. L'attachement au sol et à la langue sont l'assurance de la vie d'un peuple.

Me serait-il permis de rappeler ici un souvenir du *Congrès des Mathématiciens* 1920. C'était à Strasbourg, dans la joie patriotique du retour de notre belle province retrouvée.

Sur le bateau des congressistes, près du pont de Kehl en voyant à la proue du navire flotter le pavillon alsacien, un délégué de l'Université de Gand, voulant sans doute rendre hommage à la belle unité française, insinua : « *Pourquoi pas le drapeau français ?* »

M. Camille Jordan, l'illustre doyen de la science française, que nous pleurons aujourd'hui, répondit :

« Le drapeau français ! regardez : du grand mât, il protège toute la barque et même le fleuve !

« Mais c'est parce qu'à la proue le drapeau alsacien claque au vent de ses destinées que la barque marche si bien ! C'est en gardant son parler natal que l'Alsace est restée l'Alsace : une province française. »

M. Pierre MALVEZIN, *président de la Société nationale de Linguistique.* — Etudie la vie et l'évolution des mots et s'élève contre les formations erronées consacrées par l'usage.

M. J. BONNAFOUS. — Etablit une discussion sur les mots patois et parler, dialecte et langue.

M. Louis DAVILLE, *correspondant du ministère de l'Instruction publique.* — Fait une étude très savante et approfondie du nom Bar et de ses dérivés, Bar-le-Duc, etc.

APPLICATION MEDICALE DE L'ECRITURE, GRAPHOTHERAPIE

La graphologie étant basée sur les modifications apportées dans le mode d'écriture général par chaque faculté de l'être humain, il s'en suit une liaison étroite entre une faculté et une forme graphique déterminée, celle-là agissant sur celle-ci.

On peut donc supposer l'action inverse et en habituant une personne, et plus spécialement un enfant, à employer, dans son écriture ces formes déterminées, agir sur les facultés et par suite le caractère du sujet.

Partant de ce point de vue, M. VARINARD DES COTES a donc essayé de prescrire à des enfants ayant des tendances à réprimer, des formes, qui tout en répondant au caractère général de chacun, seraient employées par des sujets ayant des qualités meilleures. Le résultat a répondu à la tentative.

Il cite entre autres le cas d'un jeune homme qui avait pris l'habitude d'une écriture longue, anguleuse et raide qu'il a traité avec succès.

En même temps que l'état moral et intellectuel s'est développé, l'état physique s'est amélioré; le jeune homme est devenu mieux portant, il n'a plus les agacements anciens, les nerfs sont calmés, son assurance s'est affermie, donc plus de crises nerveuses; il est calme, posé et chez lui tout se ressent de cette satisfaction physique qui a amené avec elle le repos du corps. Celui-ci se développe maintenant normalement et sans fatigue, le regard est franc. et ouvert, il n'est plus gêné et en dessous, comme il l'était lorsque nous l'avons connu, il est dans la bonne voie et nous avons tout lieu de penser qu'il s'y maintiendra et que nous le verrons prendre une place prépondérante dans la carrière où il se lancera. Ce qui est arrivé.

Nous n'avons pas la prétention, dit-il, de créer des facultés nouvelles, et certes d'un enfant qui serait né artiste ou poète d'en faire un calculateur et un savant, s'il n'a pas le germe qui le destine à cela ; rien ne pourra défaire ce que la nature a créé et le remplacer par autre chose de tout différent, mais par notre procédé nous étudions les facultés qui existent et qui resteraient peut-être enfermées pour toujours, nous les faisons apparaître et les développons.

Ce travail ne peut, bien entendu, se faire en l'espace de quelques jours, car en brusquant l'éclosion d'une force, on risquerait ou bien de se tromper et de prendre une apparence pour une réalité, ou d'en développer une au détriment du reste.

Un enfant est une mine de forces psychiques, de laquelle il faut extraire petit à petit les richesses qui s'y trouvent accumulées, mais sans vouloir tirer le tout d'une seule fois.

La force morale et même la force physique sont limitées chez l'enfant et l'abus amènerait vite l'usure de ses capacités : il faut donc laisser se remplacer ce que l'on prend et se contenter de développer ce qui existe.

Peut-être, peut-on essayer un peu plus et déterminer des facultés tellement rudimentaires qu'elles ne se montreraient jamais d'elles-mêmes, mais ce sont là des cas particuliers.

Notre nature se modifie tous les jours et il arrive souvent qu'adulte, une aptitude se déclare soudain, dont on ne soupçonnait nullement l'existence avant. Devons-nous admettre que c'est là une création nouvelle ? Nous ne le croyons pas, nous supposons plutôt que des circonstances nouvelles se sont créées, qui ont atténué certaines parties de cet être et ont permis à d'autres de croître, lorsqu'elles n'ont plus eu d'obstacle à leur développement.

Nous avons donné ainsi un procédé nouveau d'éducation, nous n'osons pas espérer que la graphothérapie sera mise en pratique d'une manière absolue. Il faut une mère dévouée et intelligente qui apporte presque journellement ses soins à la surveillance de ses enfants; mais nous sommes persuadés que sa connaissance peut dans bien des cas être d'un grand secours et éviter bien des malentendus regrettables.

M. le docteur GOMMES, ancien chef de clinique de la Faculté de Paris. Rappelle que dans un ouvrage édité en 1913 sous le nom de *Graphopathologie* qu'il a créé, il a proposé de faire converger dans un but de diagnostic par les écrits seuls : 1° les observations cliniques; 2° les précisions graphonomiques ; 3° les indications caractérologiques.

Il y a lieu d'étudier la morphologie externe du document (aspect soigné, maculé, etc...), son conteste, ses déformations graphomotrices, ses graphointerprétations, en s'appuyant sur les signes généraux à l'exclusion des petits signes tirés de mots, de lettres qui ne doivent être considérés que comme confirmation des premiers. On procédera ensuite à l'interprétation qualificative des modalités (dimensions, vitesse, etc...) et à la recherche des petits signes et au calcul des résultantes en relation avec les particularités offertes par les diverses maladies cérébrales et affections organiques.

Le manque de jugement, qui est le point de départ de tous les états de déséquilibre et de débilité mentale, les exagérations graphiques dues à la mégalomanie, le mysticisme à la prudence conduisant au délire des persécutés, à l'irritabilité, à l'exaltation, à la tristesse, la mélancolie anxieuse, etc...

ESPERANTO

M. Léon MOISSENET, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, dans un premier rapport démontre l'intérêt que présente l'usage de l'espéranto qui, par ses dispositions linguistiques, est une langue pratique, contrairement à ce que disent ses détracteurs, qui la présentent comme un mélange incohérent de racines empruntées à diverses langues et affectées de terminaisons mal choisies. Alors que ce sont précisément les prétendus *barbarismes inutiles* qui rendent cette langue simple et pratique.

Un des principes fondamentaux est l'unité de son et l'unité de lettre pour chaque son.

Nous avons ensuite la distinction des mots, le substantif ne peut se confondre avec l'adjectif, le verbe ou une autre forme de langage. La prononciation est persistante grâce à l'accent tonique.

Enfin ce qui a fait son succès, c'est sa simplicité qui la rend accessible à tous même aux moins érudits.

Puis, M. Léon MOISSENET, montre les rapports de l'Espéranto avec la langue française et avec la nation française.

La Presse française en général et sans aucune exception, ne contient qu'assez rarement des articles ayant trait à l'Espéranto. Les Espérantistes n'ont guère de nouvelles du mouvement que par les journaux espérantistes mensuels, et qui souvent ne disposent que de peu d'espace. Ils ne sont donc pas toujours au courant des attaques dont la

langue auxiliaire est l'objet, et ne peuvent pas toujours mettre en garde contre ces attaques ceux de leurs amis et connaissances, non encore gagnés à la langue et qui sont exposés à en recevoir les échos. Tous les membres de l'Association française pour l'avancement des Sciences ne sont pas non plus Espérantistes et nombre d'entre eux ont pu entendre les critiques et en être défavorablement impressionnés.

Nous croyons qu'il convient d'envisager nettement et sans ombrages un des reproches adressés à l'Espéranto, le plus dangereux, que l'on tenait à répandre actuellement, et de résumer ici la réfutation qu'il mérite pour la mettre à la portée, tant des Espérantistes, que des autres personnes qui n'ont pas encore de notions précises sur la situation.

*
* *

Le reproche dont il s'agit est le suivant :

« L'Espéranto serait une machine de guerre aux mains de l'Allemagne contre la France et contre la langue française. »

Y a-t-il quelque chose de fondé dans ce reproche? Repose-t-il seulement sur une certaine apparence? et quelle attitude doit-il inspirer à l'égard de l'Espéranto?

Tels sont les points que nous examinerons principalement.

*
* *

Un peu d'*histoire* pour commencer.

A quoi l'Espéranto doit-il son élan initial?

Il y a vingt-huit ans, les dirigeants du Touring-Club de France et son éminent président M. Abel Ballif, apprécièrent la simplicité, la clarté, le mérite de cette langue auxiliaire infiniment, invraisemblablement plus facile que toutes les langues nationales.

Ils pensèrent que la France et les Français pourraient bénéficier de sa diffusion en y trouvant le moyen d'intercommunication qui leur manque. Dans l'esprit de ces propagandistes, les Français, pour qui toutes les langues étrangères sont d'une acquisition difficile, devaient au contraire pouvoir apprendre et retenir aisément cette langue simple et claire, néolatine, au surplus, et comme telle se rapprochant plus du français qu'aucune autre langue. Ils devaient l'utiliser pour attirer et mieux accueillir les Touristes étrangers, source de richesse pour la nation. Ils devaient s'en servir utilement eux-mêmes pour leurs relations avec l'étranger, dans leurs voyages à l'étranger, facilités par elle. Bref, au lieu que la France attende des étrangers qu'ils se donnent la peine d'apprendre sa langue, et se voie, à cet égard, dans un état d'infériorité de plus en plus marqué par rapport aux polyglottes étrangers, elle devait, dans l'Espéranto, trouver le moyen de recouvrer sa supériorité et de l'affirmer.

Et, en effet, les peuples étrangers constatant l'appui moral apporté alors à l'Espéranto, par la France, considérant que cet appui donnait à cette langue un brevet d'internationalité de bon aloi, qui manquait aux autres tentatives similaires, acceptèrent la propagande espérantiste qu'ils avaient jusqu'alors dédaignée. En peu de temps devinrent possibles les grands Congrès internationaux annuels d'Espéranto. La langue auxiliaire internationale existait.

*
* *

Attitude de l'Administration française. Ses conséquences

Si à ce moment nos gouvernants avaient compris tout ce que la France pouvait tirer de l'Espéranto pour la diffusion de son commerce, de ses arts, de ses sciences, de sa pensée et même de sa langue, il y avait pour eux et pour la France un rôle splendide à jouer, la France, foyer de toutes les belles manifestations internationales, d'où son génie eût rayonné sur le Monde!

Malheureusement, dès cette époque, l'Administration de l'Instruction publique qui voudrait, vain désir, utopie chimérique, hélas! voir la langue française devenir la langue internationale, se montra plus que froide. Elle décora pourtant de la Légion d'honneur, en 1905, l'inventeur de la langue, le Docteur Zamenhof. Mais elle laissa tout aux soins de l'initiative privée dont les ressources pécuniaires étaient insuffisantes.

Le mouvement Espérantiste resta donc à peu près stationnaire en France, alors qu'il se développait sensiblement à l'étranger.

*
* *

Utilisation de l'Esperanto par l'Allemagne

Quoi de surprenant, alors, à ce que le gouvernement allemand, profitant de cet instrument merveilleux que nous lui avions donné, s'en servît pendant la guerre, et consacrât, année moyenne, *trois millions de marks-or* à la propagande pro-allemande pour l'Espéranto chez les neutres : traduction de tous ses communiqués de guerre, envoi de tracts, etc...

Veut-on savoir ce que fit le service français de propagande, à l'encontre de cette activité germanique? A la Société des Amis de l'Espéranto, qui lui avait proposé son concours, il alloua en tout et pour tout, *mille cinq cents francs*. Nous disons bien : *mille cinq cents francs* dix mille fois moins que les crédits ouverts par le gouvernement allemand.

A qui la faute si l'Espéranto est devenu une machine de guerre contre la France, sans réciprocité suffisante? Les avions, les sous-marins

aussi, ont été des machines de guerre contre la France! En a-t-on interdit en France la fabrication et l'usage? Non. évidemment : on a cherché à en construire plus que n'en avaient les Allemands, et à s'en servir mieux qu'eux. Si l'Administration française avait favorisé et subventionné l'Espéranto, avec quel avantage ne l'eussions nous pas utilisé pour divulguer la claire vérité française contre les mensonges diffus et entortillés de la Germanie! La vérité a, dit-on, des accents auxquels on ne se trompe pas. Qu'eût-ce été, que serait-ce encore aujourd'hui, si elle se diffusait sur les ailes de l'Espéranto, la plus claire et la plus précise des langues?

*
* *

Utilisation de l'Esperanto contre l'Allemagne

De ce que les Allemands se servent de l'Espéranto, doit-on conclure que les Français doivent ignorer ce dernier? Les Allemands s'en servent comme s'en servent les autres peuples. Si les circonstances les amènent à l'employer contre nous, d'autres peuples l'utilisent contre eux, et ne demandent qu'à l'utiliser à notre profit! Eh! oui!

Tous les peuples jadis asservis par la race germanique, que nous avons libérés, qui sont nos alliés et nos amis, et qui désirent resserrer leurs relations avec nous, eux et ceux qui se sont affranchis de la Russie bolchevique, en un mot Tchéco-Slovaques, Yougoslaves, Finlandais, Lithuaniens, Lettons, Polonais, Roumains, même, étaient obligés avant la guerre, d'avoir l'allemand comme langue seconde. Nous avons voyagé dans un certain nombre de ces pays : c'est en allemand qu'il fallait converser à Prague, à Cracovie, à Bucarest, à Belgrade, à Trieste, à Fiume. L'Espéranto les libère de cette servitude : ils s'y adonnent avec ferveur, avec enthousiasme. Grâce à lui ils pourront s'entendre entre eux. Ceux des Français qui apprendraient l'Espéranto pourraient en quelques mois s'entendre directement avec des nationaux de tous ces pays, alors que (oh honte!) c'est nous, Français, qui les empêchons d'oublier l'allemand parce qu'ils en ont besoin pour s'entretenir avec nous !

Qu'ils apprennent le français! nous répondra-t-on peut-être! Oui! c'est bientôt dit! Ce n'est pas sitôt fait. Pour apprendre le français, il faut du temps et de l'argent. Où le prendront-ils?

*
* *

Le Français favorisé par l'Esperanto

C'est en ceci même que la diffusion de l'Espéranto est favorable à la langue française : quand tous ces peuples, nos amis, seront, par l'Espéranto, dispensés de la perte énorme de temps que leur inflige *l'étude des diverses langues étrangères parlées par leurs voisins*, il leur

restera du temps à consacrer à l'étude de la plus belle langue du monde celle dans laquelle sont exprimées les plus belles pensées : le français!

Déjà la lecture, en espéranto, de divers chefs d'œuvre français, traduits plus exactement en cette langue qu'en aucune autre langue nationale, leur inspire, c'est un fait acquis, le désir de pouvoir lire, en son texte original, notre littérature.

La structure néolatine de l'Espéranto leur facilite l'étude et l'acquisition du français : c'est encore là un fait dûment constaté au cours de la Conférence sur l'Enseignement dont nous avons rendu sommairement compte au Congrès de l'A.F.A.S. à Bordeaux, en 1923, et où seize Etats étaient officiellement représentés : une communication du gouvernement letton a officiellement constaté qu'il en est ainsi, et les délégués des peuples orientaux l'ont proclamé avec preuves à l'appui.

Si donc le gouvernement français favorisait en France et à l'étranger la diffusion de l'Espéranto, la traduction d'œuvres françaises en Espéranto, l'impression de grammaires en Espéranto pour apprendre le français, etc... etc... il contribuerait plus puissamment que par tout autre procédé, à la diffusion de notre langue et au rayonnement de la science et de la pensée française.

AUTORITÉS QUI APPUIENT CETTE THÈSE

Nous avons rendu compte au Congrès de Bordeaux, qu'un grand nombre de membres de l'Académie des Sciences, dont la liste s'accroît chaque année, ont signé un vœu favorable à l'enseignement de l'Espéranto : c'est à ce vœu que nous empruntons la conclusion qui précède. On ne peut pas supposer que ces Académiciens travaillent pour l'Allemagne!

Nous avons également rendu compte sommairement du rapport approuvé par la Société des Nations en son assemblée de 1922, rapport favorable à l'Espéranto; l'Allemagne, comme on le sait, ne fait pas partie de la Société des Nations, ce n'est donc pas elle qui a pu inspirer ce rapport, et si ce dernier n'est pas conforme aux vues du gouvernement français alors au pouvoir, on ne peut même pas dire que la Société des Nations a travaillé contre la France; il serait beaucoup plus exact de dire, vu la presqu'unanimité des membres de cette Société en faveur de l'Espéranto, que c'était le gouvernement français d'alors qui cherchait à faire de l'obstruction.

Nous avons encore rendu compte de la Conférence internationale qui s'est tenue à Venise en Avril 1923 pour le choix d'une langue commerciale commune. Sur 209 organismes représentés, appartenant à vingt-six pays des cinq parties du monde, 14 étaient Allemands et 50 français. Si les Allemands avaient cherché à influencer la conférence contre la France, il est vraisemblable que les Français auraient

su réagir énergiquement; or les vœux ont été adoptés à l'unanimité... Et dans le discours de clôture, on a constaté que la conférence demande instamment la diffusion de l'Espéranto, *langue auxiliaire unique, simple et pratique dont la valeur et la supériorité sont éprouvées par l'expérience.* Elle insiste pour qu'on n'arrête pas par de vaines controverses un *progrès humain dont le besoin se fait sentir d'une façon urgente.*

Ce besoin vient d'être constaté une fois de plus à Genève, non pas par des Espérantistes mais bien par la conférence préliminaire pour une entente internationale en radiotéléphonie (avril 1924). (Nous en rendons compte à la 5e section).

*
* *

Faut-il que la France, sous le prétexte que l'Allemagne la combat par l'Espéranto, s'abstienne de bénéficier d'un instrument déjà si apprécié dont l'usage lui rendrait les plus grands services; et qu'elle s'isole de plus en plus dans l'Univers? Qui oserait répondre affrmativement à cette question?

M. ROLLET DE L'ISLE présente une méthode d'enseignement de l'Espéranto, qui étant une langue vivante est souvent enseignée comme celle-ci, ce qui en complique l'étude.

Il estime qu'il faut utiliser le raisonnement plus que la mémoire.

Pour cela commencer par traduire un texte d'espéranto en français à l'aide du dictionnaire, puis l'opération inverse, enfin apprendre à lire, à écrire l'Espéranto, et à le parler, les règles s'apprendront d'elles-mêmes par la pratique.

HYGIÈNE ET MÉDECINE PUBLIQUE

Président. . . . . Ernest MALVOZ, Professeur à l'Université, Directeur du Laboratoire provincial de Bactériologie, Liége.

Secrétaire. . . . . Dr Pierre BARBIER, Paris.

Eugène FOUARD

Ingénieur E.C.P., Docteur ès sciences physiques.

Chimiste-expert près le Tribunal civil de la Seine.

LA REALISATION PRATIQUE DE L'ULTRAFILTRE A MEMBRANE DE COLLODION, APPLIQUE A LA STERILISATION ABSOLUE DE L'EAU ET DES LIQUIDES AQUEUX

C'est en 1896 que MM. E. ROUX et SALIMBENI ont introduit dans la technique bactériologique la membrane de collodion; ils avaient montré que le vibrion cholérique pouvait croître au sein d'un milieu de culture isolé par un tel diaphragme, formé d'un sac clos placé sous le péritoine d'un lapin; les germes y prolifèrent ainsi activement, sans que jamais un seul puisse s'en échapper; l'organisme tout entier de l'animal, alors qu'il est en plein contact avec cet intense foyer d'infection, reste absolument vierge de tout microorganisme, ce qui n'empêche nullement les sécrétions microbiennes solubles, dans un sens, les liquides humoraux de l'animal, dans l'autre sens, de diffuser, de circuler librement, de filtrer à travers le septum de collodion.

L'étude de ces membranes a montré que leurs pores sont constitués par des passages infiniment petits, de l'ordre du millionième de millimètre de diamètre ; une telle structure, d'une ténuité extrême, conduit à une comparaison avec les porcelaines filtrantes, dont les canaux nous apparaissent comme de vastes couloirs mille à dix mille fois plus larges que les « ultra-minuscules » passages de la pellicule de collodion.

Emile DUCLAUX dans son *Traité de Microbiologie* (Tome I, pages 101 et 547), avait défini ces pores de la porcelaine comme des tunnels vis-à-vis de wagons, qui représenteraient les microbes ; ceux-ci sont retenus sur la surface des conduits porcelaniques internes par des forces d'adhésion de nature physique; ils pénètrent donc dans l'épaisseur de la cloison; ils s'y fixent en remplissant peu à peu les pores; ils y cultivent même, de telle sorte qu'après une certaine durée de marche, indéterminée, il y a obstruction des « tunnels » et il se produit, sous l'influence de la poussée, dans le liquide filtré, des décharges de microbes entraînés; l'eau, qui a été stérile pendant un certain temps, redevient polluée, sans aucun signe décelable du changement produit.

Dès lors, nous comprenons aisément le mode d'action absolument différent de l'Ultrafiltre de collodion : devant les dimensions infimes de ses pores, les microbes sont des créatures énormes dont les calibres moyens sont mille fois plus grands qu'un orifice de membrane; par conséquent, ils ne pénètrent jamais dans la masse membraneuse; ils sont véritablement tamisés et fixés sur la surface externe du diaphragme pelliculaire.

La stérilisation « mécanique » des liquides est donc un problème qui n'avait jamais été résolu par les méthodes de filtration ; le procédé d'ultrafiltration à travers le collodion nous en apporte la solution complète ; solution réelle, en vérité, mais, jusqu'ici purement théorique : cette membrane, d'une fonction si subtile dans sa précision absolue, n'a que quelques centièmes de millimètre d'épaisseur ; barrière éminemment fragile que peut briser le moindre choc, que peut emporter la plus minuscule pression.

Cependant, débarrasser intégralement de tout germe microbien, mort ou vif, qu'il soit seul, ou qu'il soit légions innombrables, l'eau la plus contaminée, qui garde ainsi tous ses sels solubles, tous ses gaz dissous naturels; cela sûrement, depuis la première goutte qui passe, sans aucune cause d'arrêt; obtenir ce résultat capital, sans dépenser les calories de la stérilisation à l'autoclave, ou sans consommer, pour un résultat aléatoire, les hectowatts de l'énergie électrique, productrice de l'ozone ou de rayons ultraviolets, en dispositifs délicats, de réglages difficiles; ou sans dénaturer ni rendre toxique l'eau par addition d'un antiseptique; en un mot, produire régulièrement, gratuitement, de l'eau pure, sans toucher à ses qualités minérales et digestives, c'est réaliser, de la manière la plus complète et la plus élégante, un problème très important de l'hygiène et de la technique bactériologique.

Mais, de la conception purement théorique jusqu'à la création du système robuste, pratique, il y avait un espace à franchir, rempli de tels obstacles qu'aucune solution de la question posée n'a pu jusqu'ici être édifiée d'une manière simple, économique, définitive.

Nous avons résolu toutes les difficultés matérielles soulevées dans cette réalisation, par le dispositif suivant (*fig.* 1) :

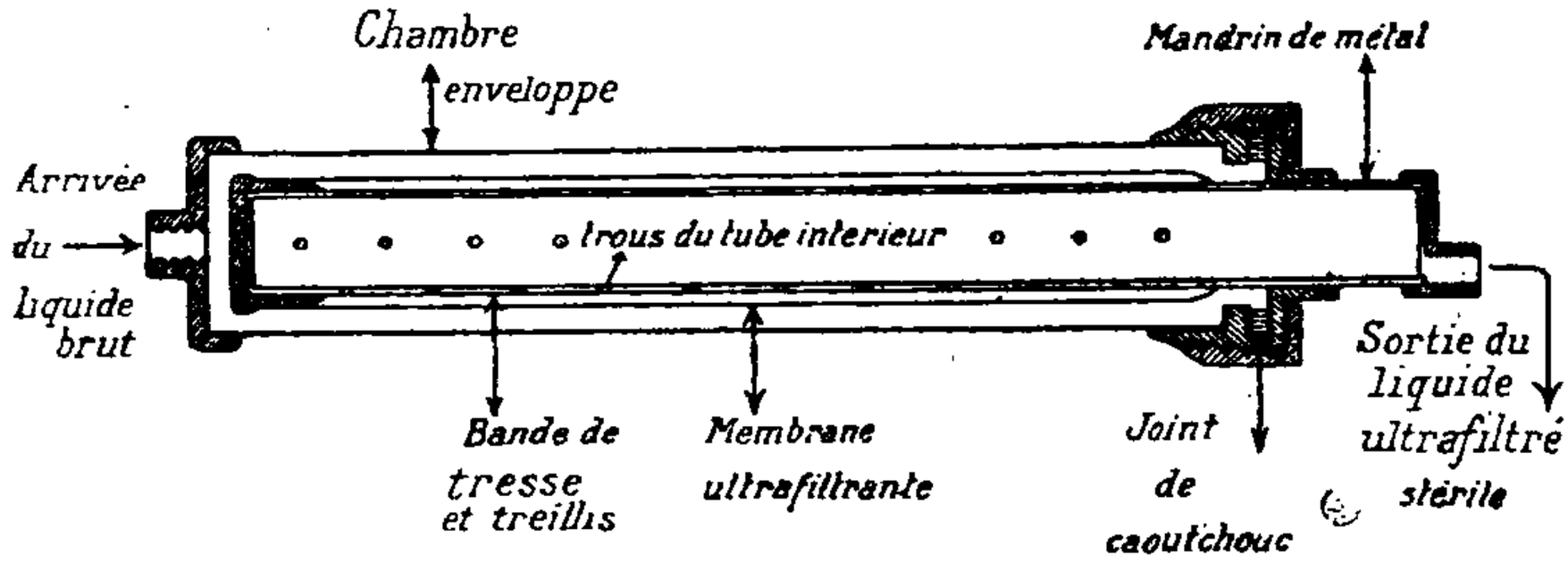


Fig. 1

Il se compose d'un mandrin tubulaire en métal émaillé, protégé contre les altérations chimiques diverses, et percé de petits trous collecteurs répartis uniformément sur sa surface; celle-ci est revêtue d'un enroulement en ruban de fil ou en tresse de soie artificielle, formant couche intermédiaire filtrante, contre laquelle on applique un manchon de treillis à mailles larges de 1 à 2 millimètres, en fil résistant, bien serré sur son support; l'armature ainsi constituée, fermée à une extrémité, ouverte à l'autre, a ainsi schématiquement, même profil qu'une bougie de porcelaine filtrante. Une technique spéciale permet de déposer sur ce système une couche de collodion qui ne pénètre pas dans l'enveloppe de tresse, mais immerge complètement les mailles du réseau de fil; il se forme ensuite, par l'effet coagulant de l'eau, une membrane à la fois adossée, en tous points de sa surface, à un support rigide filtrant, et armée en outre dans sa masse par le treillis de fil solide, de telle sorte que la membrane ultrafiltrante, immobilisée complètement, a cessé d'être fragile; elle peut subir toutes les pressions, même instantanément variables, des coups de bélier des canalisations, jusqu'à 40 atmosphères, sans aucune altération de ses propriétés.

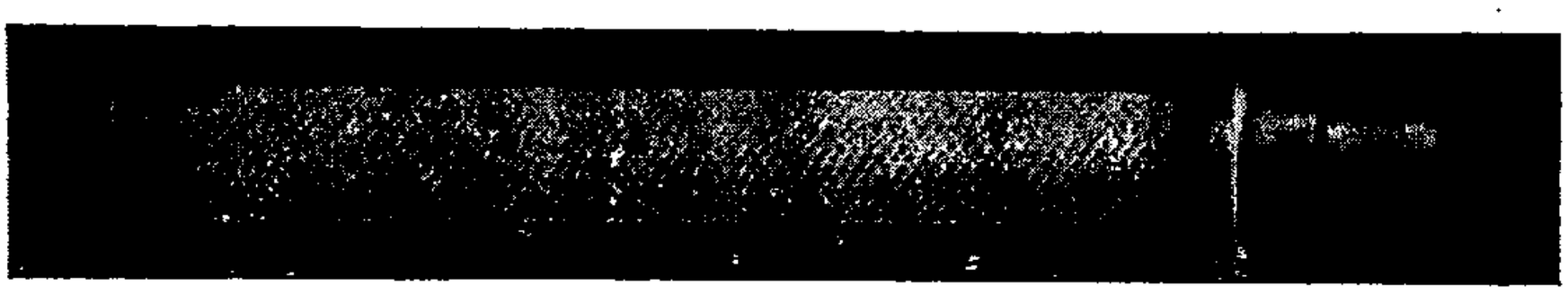


Fig. 2

Dans ce dispositif, d'une simplicité maxima, l'ultrafiltration s'effectue toujours dans un seul et même sens, de l'extérieur vers l'intérieur du mandrin, soit par l'effet d'une trompe à eau, soit par compression directe sur le liquide, auquel cas le mandrin porte une collerette métallique qui permet de le fixer dans une chambre de pression, comme une bougie de porcelaine (*fig.* 2).

Entretien de la membrane. — On peut dire que cet entretien est pratiquement nul. En effet, l'arrêt des microbes et de toutes les suspensions insolubles contenues dans l'eau ou dans tout liquide, si transparent soit-il apparemment, accumule sur la membrane un dépôt, de consistance glaireuse; l'ultrafiltre, en principe, se colmate et, par cela même, son débit diminue.

La vitesse de formation du dépôt varie évidemment selon la nature du liquide ; elle sera, par exemple, excessivement faible dans le cas d'une eau provenant d'un terrain granitique; par contre, le dépôt sera abondant pour des eaux boueuses, venant de terrains d'alluvions, ou purifiées préalablement par des bassins filtrants, ou pour des liquides chargés de matières colloïdales, albuminoïdes, pectiques par exemple. C'est ainsi qu'un ultrafiltre, qui débite sur une eau de source à Paris, avec sa membrane neuve, 20 litres en 24 heures, à la pression de 80 mètres d'eau, arrivera, au bout de 8 à 10 semaines, à un débit d'environ 16 litres, qui se maintiendra d'ailleurs fort longtemps, de telle sorte qu'en réalité, le colmatage de l'ultrafiltre, uniquement superficiel, reste de minime importance.

Si, d'autre part, on veut conserver un débit sensiblement constant à l'ultrafiltre, l'obligation de nettoyer la surface ne comporte pas, comme pour les bougies de porcelaine, les opérations compliquées de lavages en bain acide, suivis d'une calcination au four; ici, la manœuvre est insignifiante; elle est rare; et elle ne dure qu'une minute; on sort le mandrin collodionné, on passe sa surface sous un jet d'eau, en la frottant légèrement avec un tampon de coton hydrophile; la boue accumulée tombe en un instant. Il suffit alors de remonter l'appareil, revenu exactement à l'état de neuf, cela aussi bien après des mois de fonctionnement : le liquide ultrafiltré qui revient aussitôt est stérile, sans aucun arrêt.

Applications diverses de l'Ultrafiltration. — On pourrait facilement édifier des batteries d'appareils plus étendues pour certaines installations, d'importance définie et limitée, telles qu'un étage d'immeuble, une section d'école, de magasin, de château, d'usine, un service d'hôpital.

Dans un autre ordre d'idées, diverses applications sont à prévoir dans le domaine de la stérilisation de certains liquides de valeur, par exemple, les eaux minérales, qui, par ce seul procédé, conserveraient intégralement leur milieu salin et gazeux et leurs propriétés thérapeutiques; dans le domaine de la clarification et de la purification de certains produits chimiques, dont les solutions peuvent abandonner, sur la membrane, des impuretés particulières infiniment plus fines, nous l'avons vu, que les corps microbiens, par exemple, les matières colloïdales, colorantes, pectiques, cellulosiques, albuminoïdes, tanniques, toutes sortes de liquides organiques, tels, par exemple que les

jus de diffusion de l'industrie sucrière, les vins de grande valeur commerciale, les bouillons de cultures microbiennes, les préparations de toxines.

Durée d'un élément ultrafiltrant. — Celle-ci paraît très longue; ainsi, nous avons laissé fonctionner un ultrafiltre à la pression de 3 atmosphères, pendant 15 mois, sur une canalisation à eau de Seine, sans le moindre soin ; l'eau ultrafiltrée, en dernière épreuve, était toujours stérile; mais son débit était devenu extrêmement faible.

Débit de l'Ultrafiltration. — Reconnaissons ici qu'un modèle pratique, de la grandeur d'une bougie normale de porcelaine, ne peut promettre un de ces débits de 40 ou 50 libres d'eau par 24 heures, fournis couramment par les filtres actuels ; mais, si dans le même temps il n'offre environ que 15 litres d'eau, il s'agit d'eau vraiment stérile. Et d'ailleurs, ce débit n'est-il pas une provision suffisante pour un groupe familial moyen? Sans hésiter, nous répondons à cette question par l'affirmative. En effet, quels peuvent donc être, en hygiène privée, les usages rationnels de l'eau stérile?

D'abord, faut-il compter s'en servir utilement, suivant une croyance assez répandue, pour stériliser, par lavages superficiels, soit un objet quelconque, soit un produit alimentaire d'origine animale ou végétale, viande, légume, fruit, destiné à être absorbé à l'état de crudité? Ce serait là une simple illusion; on pourrait dépenser dans un tel but des quantités énormes, des tonnes d'eau stérile; on ne parviendrait jamais à débarrasser la plus petite surface, ainsi lavée à outrance, de tous les germes microbiens qui sont à son contact. Il y a à cela une cause évidente, — nous l'avons déjà invoquée — : Selon le Directeur Emile Duclaux, les microbes s'attachent à la surface des pores de la bougie de porcelaine, en vertu de forces physiques d'adhésion. Tout aussi bien, ils se fixent à un élément superficiel, quelle qu'en soit la nature, enrobés, en réalité, dans une couche liquide adhérente, infiniment mince et que les lavages répétés ne renouvellent pas, malgré les apparences. C'est seulement en l'action de la chaleur que réside le moyen classique de stériliser les aliments, comme l'a dit Metchnikoff; il faut simplement les « ébouillanter » et réserver l'eau véritablement stérile à ses destinations efficaces. De celles-ci, incontestablement, nous retiendrons son emploi courant, indispensable, à la portée de tous, en boisson alimentaire, soins de dentition, ou tout usage interne par lequel nous protégeons notre système digestif de la contamination par les germes pathogènes des eaux polluées; aussi précieux sera l'emploi de l'eau stérile dans la pratique médicale, pour les pansements aseptiques des plaies, soit d'origine morbide (furoncles, abcès, etc...) soit de nature chirurgicale.

Considérations générales sur la stérilisation des eaux. — On préconise fréquemment les grandes installations de stérilisation d'eau po-

table à l'usage de toute une ville; or, les procédés disponibles aujourd'hui, étendus sur une aussi vaste échelle — antiseptiques, électricité (ozone, rayons ultra-violets), — sont imparfaits, incomplets et très dispendieux. Mais en outre, en supposant qu'il puisse sortir de ces usines, à très grand débit, une eau absolument stérile, il faut la distribuer à la population par une longue canalisation, aux innombrables joints, dont l'étanchéité ne peut pas être déclarée parfaite, totale et constante. Aussi, par toutes sortes de portes de réinfection, de situations toujours inconnues, les germes du sol doivent fatalement s'infiltrer dans ce réseau. Et l'eau supposée stérile à l'Usine Centrale, au prix de coûteux efforts, parvient toujours au consommateur régulièrement contaminée.

Nous pouvons de la sorte prévoir que le choix futur des hygiénistes consistera seulement dans la stérilisation sur place de l'eau collectée, au lieu même de sa consommation; cette opération, réellement et uniquement efficace, nous savons l'acomplir, maintenant, en toute sécurité, par l'ultrafiltration.

CONFÉRENCES

CONFÉRENCES FAITES A PARIS

P. IDRAC

Répétiteur à l'Ecole Polytechnique

ETUDES EXPERIMENTALES SUR LE VOL DES VAUTOURS ET DES ALBATROS (1)

5 *février* 1925.

On a donné le nom de vol à voile aux évolutions de certains grands oiseaux qui parcourent l'espace, montent et descendent à leur gré, sans donner aucun mouvement des ailes.

Dans ce système de vol, l'oiseau plane sur place ou évolue sans effort apparent et sans dépenser aucune force musculaire.

L'homme qui n'a pas attendu jusqu'au xx^e^ siècle pour s'essayer au métier d'oiseau, a cherché depuis longtemps à saisir le mécanisme de ce vol paradoxal et avant même l'invention des aéroplanes les observateurs sagaces en avaient analysé les mouvements et tenté de les expliquer.

Malheureusement ce genre de vol est rare en Europe où on ne l'observe que tout à fait accidentellement. Mouillard le déplore et ses observations précises et scrupuleuses, pleinement confirmées depuis par d'autres observateurs, ne laissent aucun doute sur l'immobilité et la fixité des ailes où l'observateur le plus exercé ne peut, même muni d'une bonne jumelle, découvrir le moindre mouvement.

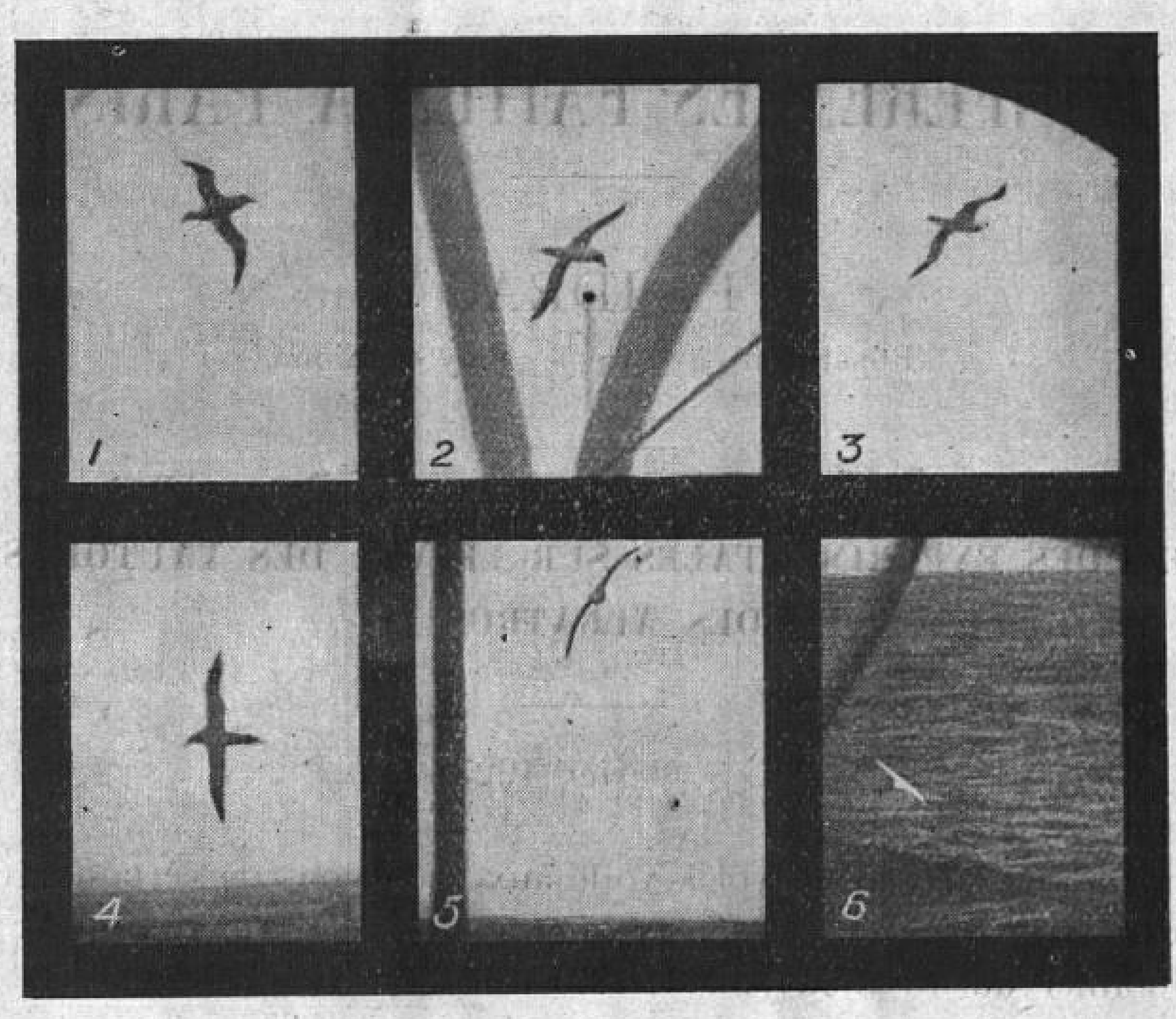
Il est d'ailleurs facile de s'en assurer en Afrique où, dans certaines régions, on peut voir, parfois, les oiseaux en plein vol, à quelques mètres de distance seulement.

---

(1) Les clichés de la majeure partie des figures illustrant cette conférence ont été obligeamment prêtés par le journal « La Nature ».

Nombreuses sont les théories qui ont été édifiées pour tenter d'expliquer ce genre de vol.

Parmi ces théories, les seules reposant sur une base mécaniquement acceptable sont celles qui font appel à l'énergie *interne* de l'air : l'oiseau ne dépensant aucun travail musculaire, il faut nécessairement qu'il tire du milieu ambiant l'énergie nécessaire à sa sustentation.



Albatros au cours de leurs évolutions.

Nous laisserons donc de côté les théories assez nombreuses qui ont été édifiées sur l'utilisation d'un vent régulier et horizontal ; un tel vent est en effet, au point de vue aérodynamique, assimilable à un air calme pour un objet (comme un oiseau ou un ballon) qui n'a aucune liaison avec un point fixe terrestre. Les théories basées sur l'utilisation d'un tel vent ramènent donc le problème au mouvement perpétuel et sont, par suite, inadmissibles.

Parmi les autres théories, je citerai particulièrement :

1° La théorie des irrégularités de vitesse du vent. Cette théorie, entrevue par Mouillard, admet que l'oiseau utilise les variations de vitesse du vent : le vent n'est, en effet, jamais régulier : il souffle par rafales plus ou moins violentes et au point de vue physique et mécanique, théoriquement tout au moins, l'oiseau peut se servir de ces oscillations de vitesse pour se sustenter. Les courbes d'enregistrement de vitesse du vent obtenues dernièrement par MM. Huguenard, Magnan et Planiol, montrent que l'énergie mise ainsi en jeu

est suffisante, quoique quand on suit le problème de plus près, comme l'ont fait M. Bréguet et le colonel Alleyrac, il y a de très grosses difficultés de réalisation dans leur utilisation pour le vol.

La seconde théorie, exposée par Lilienthal, suppose que le vent a une vitesse rapidement variable avec l'altitude et que l'oiseau en passant assez souvent d'une altitude à une autre, peut, en raison de son inertie, trouver dans le vent relatif une énergie suffisante à sa sustentation et à sa translation.

Il y a encore la théorie du vent louvoyant d'Alexandre Sée, qui prévoit l'utilisation des variations, non plus de vitesse cette fois, mais de direction du vent. Le vent, en louvoyant, vient alternativement frapper à droite et à gauche l'oiseau, dont l'inertie est suffisante pour obtenir le vent relatif produisant, par une disposition convenable des ailes, l'énergie nécessaire à ses évolutions.

Enfin, il y a la théorie du vent ascendant qui admet que l'oiseau descend en vol plané dans une région où le vent monte. Si la vitesse verticale de descente de l'oiseau en vol plané est égale en valeur absolue ou inférieure à la vitesse de montée de l'air environnant, il restera à hauteur constante ou même montera.

Les théories que je viens d'exposer très sommairement et dont quelques-unes sont fort ingénieuses, ont fait couler beaucoup d'encre. Néanmoins on s'était surtout contenté d'aligner les équations, mais la base même sur laquelle on les appuyait manquait, et aucune expérience sérieuse, il y a peu d'années encore, n'avait été tentée aux endroits mêmes où évoluaient les oiseaux, pour déterminer laquelle de ces théories avait une base sérieuse. Des expériences faites rationnellement sur place pouvaient seules permettre de trancher la question. En Europe, en effet, les rares cas de vol à voile qu'on y observe sont dus presque toujours, ainsi que nous le verrons plus loin, à des courants ascendants provoqués par la déviation du vent sur des obstacles, courants qui, comme le prouve l'expérience, se font sentir très haut même au-dessus d'obstacles petits, comme des terrains ondulés, des bois, etc.

Mais il y a d'autres cas de vol à voile qu'on ne peut expliquer de même : c'est particulièrement celui des grands voiliers (vautours, milans, etc.) des pays chauds et de certains oiseaux de mer.

Le premier se produit, en effet, au-dessus de terrains complètement plats, et grande est la stupéfaction du voyageur qui voit pour la première fois, au Soudan, en Egypte, etc., le spectacle saisissant et déconcertant de ces immenses oiseaux planant majestueusement en grandes troupes et évoluant dans tous les sens, à leur gré, semble-t-il, au-dessus de plaines parfaitement unies. Il paraît à première vue qu'aucun remou ascendant ne peut se produire. C'est du moins l'impression que j'eus en débarquant au Sénégal, où j'avais été envoyé pour ces études par la Direction des Inventions, muni

d'un matériel spécialement étudié pour des expériences de physique dans la brousse africaine. Je m'étais en effet proposé d'étudier au voisinage immédiat des oiseaux volant à voile les sources d'énergie interne de l'air, c'est-à-dire non seulement les variations de vitesse, direction, ascendance, etc., mais également les modifications éventuelles d'état physique, pression, température, etc.

Les difficultés d'expérience dans la brousse sont grandes, car s'il faut donner une grande sensibilité aux appareils, il faut encore leur donner beaucoup de robustesse : ils sont destinés à être maltraités par des porteurs indigènes qui n'ont aucune notion de ce que peut être un mouvement délicat, ils doivent pouvoir supporter toutes les intempéries (la chaleur excessive ou la pluie torrentielle). Avec cela ils doivent être d'un poids très léger et il faut, en cas d'avarie, pouvoir les raccommoder avec des moyens de fortune.

Je ne vous détaillerai pas les méthodes et les instruments que j'ai employés : l'exposé en serait par trop aride et trop long (1). Je vous indiquerai seulement que le principe a consisté à emporter, soit avec des ballons pilotes, soit à l'aide de cerfs-volants, les instruments de mesure au voisinage même des oiseaux. J'arrivais si près d'eux que j'ai vu parfois le cerf-volant porteur des instruments attaqué par les milans qui se demandaient quel était le nouvel intrus qui venait leur disputer leur domaine et surtout la bête morte qu'ils convoitaient et que j'avais fait placer dans le voisinage pour les attirer.

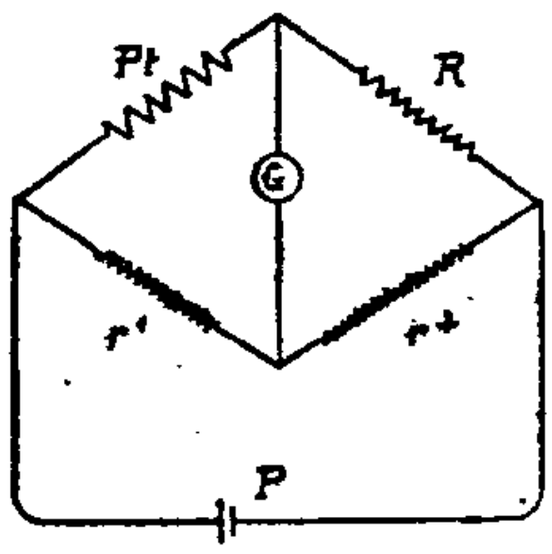
A titre d'exemple, voici toutefois un schéma tiré de ma thèse indiquant les méthodes que j'ai employées pour mesurer les températures et les pressions.

L'appareil est basé sur les variations avec la température de la résistance électrique d'un fil de platine. Il se compose d'une spirale de fil de platine très mince (5/100 de mm.) que l'on met à l'abri des rayons solaires dans un tube noirci ouvert à ses deux extrémités pour permettre la circulation de l'air. Ce tube est fixé au cerf-volant et relié au sol par des fils électriques courant le long du câble du cerf-volant. Ces fils aboutissent à un montage bien connu des électriciens, appelé pont de Wheastone et qui sert à mesurer les résistances électriques.

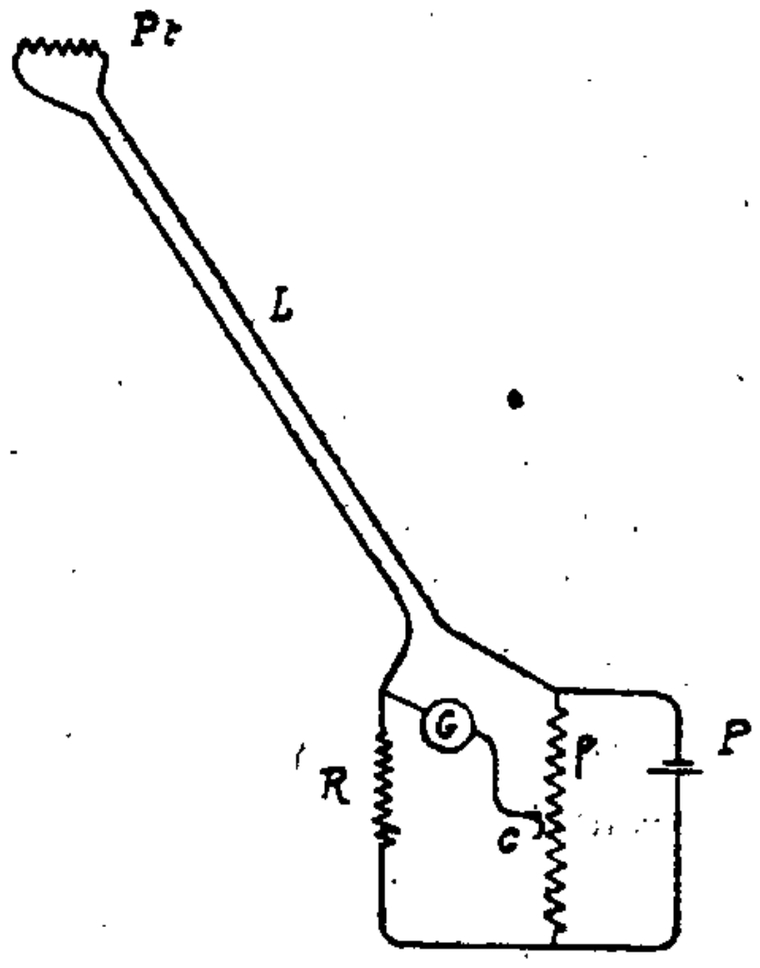
Ce montage comprend entre autres un galvanomètre, et j'avais disposé l'expérience de telle sorte que les variations de température puissent se lire directement sur une échelle graduée qu'on observait dans une lunette. Ce galvanomètre, construit spécialement pour les transports dans la brousse, permettait d'évaluer facilement le 1/50 de degré. L'étude préalable en avait été faite et les dispositions réglées pour que l'échauffement du platine par le courant soit abso-

(1) Voir sur ce sujet l'*Aérophile* janvier-février et mars 1922 et Etudes expérimentales sur le vole à voile, par P. Idrac, thèse de la Faculté des Sciences de Paris, chez Vivien, éd., 48, rue des Ecoles, Paris.

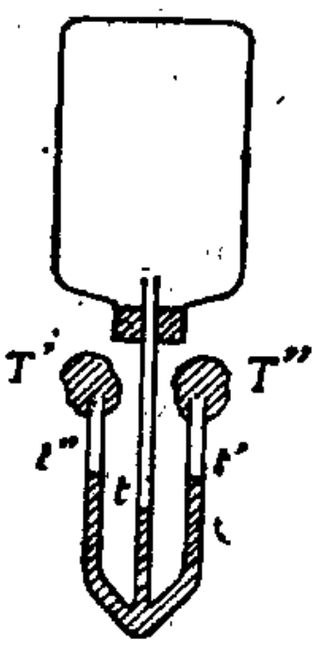
lument insensible et que seules interviennent les variations de la température de l'air. L'instantanéité de cette espèce de thermomètre était assez grande pour qu'en une fraction de seconde il se mette en équilibre de température avec l'air ambiant à 1/50 de degré près.



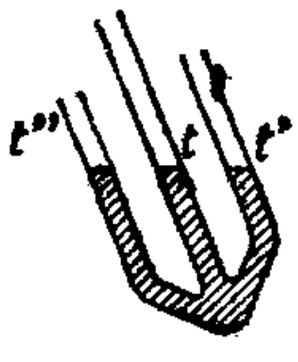
1. — *Pt*, spirale de platine ; *R*, résistance fixe en constantan ; *r1* et *r2*, bras de proportion ; *G*, galvanomètre ; *P*, pile.



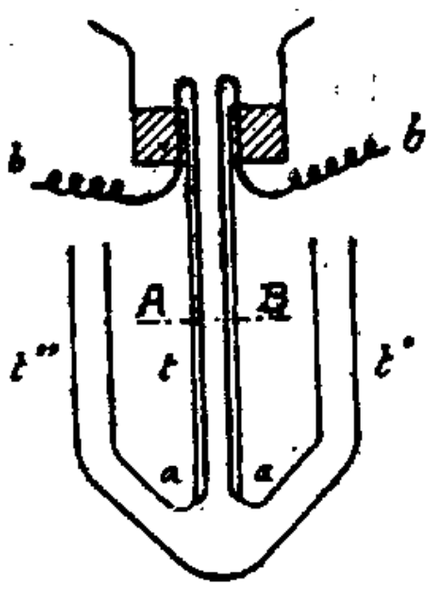
2. — ρ, rheostat ; *c*, curseur ; *Pt*, spirale de platine fixée au cerf volant ; *L*, ligne courant le long du cable.



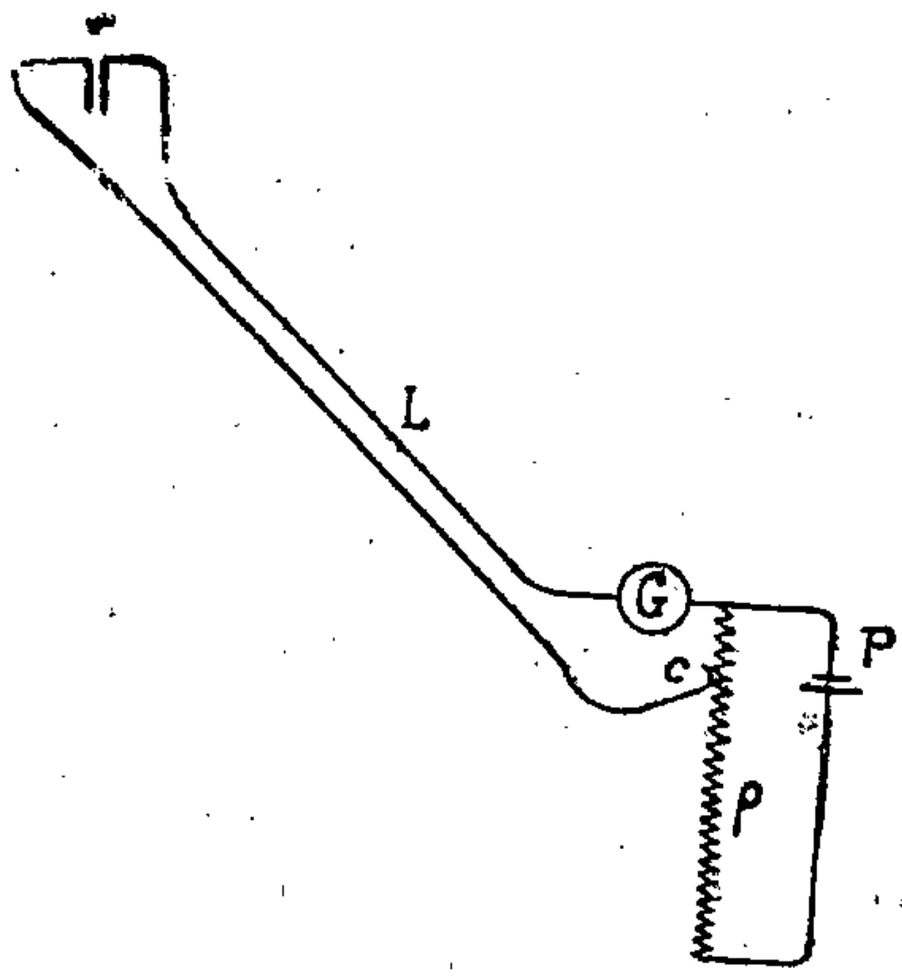
3. — Manométre différentiel.



4



5



6. — *r*, résistance liquide à sulfate de cuivre ; *L*. ligne ; *G*, galvanomètre ; *p*, potentiomètre ; *c*, curseur *P*, pile.

Fig. 1. — Schéma des températures et pressions.

Cet appareil permettait donc d'étudier avec beaucoup de précision les variations de température atmosphérique au point où se trouvait le cerf-volant, et par conséquent au voisinage immédiat des oiseaux volant à voile.

Quant aux variations de pression, elles s'étudiaient de même au moyen d'un manomètre différentiel très sensible permettant de mesurer la différence de pression entre l'air ambiant et celui contenu dans un récipient clos athermane. On évaluait cette différence de pression au sol par mesure de la résistance électrique de la colonne liquide qui constituait le manomètre. Afin d'éviter l'effet de balancement du cerf-volant, un dispositif spécial de manomètre à trois branches permettait de rendre les lectures indépendantes de l'inclinaison de l'instrument. Cet appareil forme un statoscope d'une sensibilité telle que j'ai pu, au laboratoire, en le réglant convenablement, déceler des différences de niveau de 5 centimètres.

Je passe sous silence toutes les autres méthodes de mesure employées et qui ont été exposées dans ma thèse. Ces méthodes, qui étaient variées de manière à se contrôler entre elles, permettaient de déterminer entre autres les variations de vitesse et d'inclinaison du vent, sa composante ascendante, les fluctuations de la direction, la vitesse aérodynamique des oiseaux, leur hauteur, etc.

Trois voyages successifs au Sénégal, dans les plaines du Haut-Niger et en Guinée, nous ont amené aux conclusions suivantes :

Le vent a, dans ces régions, presque toujours une composante ascendante ou descendante, autrement dit le vent (à une certaine hauteur au-dessus du sol, bien entendu) est toujours, soit montant, soit descendant : il y a des zones assez larges où le vent monte. d'autres où il descend. Ces zones changent d'ailleurs de place en se modifiant très lentement sans loi apparente.

Les zones où les oiseaux évoluaient sans battre des ailes et sans perdre de hauteur ont toujours coïncidé avec les zones où le vent montait (1). C'est dans ces zones qu'ils se maintenaient en décrivant soit des orbes, soit des lignes brisées. Ils se déplaçaient avec elles et n'allaient de l'une à l'autre qu'en ligne à peu près droite et sans s'arrêter : ils pouvaient alors perdre impunément un peu de hauteur qu'ils rattrapaient dans la zone ascendante suivante : ce qui, à première vue, donne l'impression qu'ils évoluent irrégulièrement dans l'espace. J'ai été à même de constater ce fait plus de cent fois. Partout et toujours, quand les oiseaux volaient en grand nombre ou décrivaient des cercles, le vent avait une composante ascendante. Au contraire, dans les zones où l'air ne monte pas, les oiseaux peu nombreux, ne faisaient que passer et chaque fois que j'ai été à même de constater des variations de hauteur, ils en perdaient.

Le but de ces orbes majestueux que l'on admire tant au début est donc bien simple : c'est de rester dans la zone favorable tout en

---

(1) D'ailleurs, au début de leur envol jusqu'à une vingtaine de mètres, on voit les vautours faire du vol ramé.

conservant la vitesse suffisante à la sustentation. La fig. 2 montre une trajectoire typique de vautour.

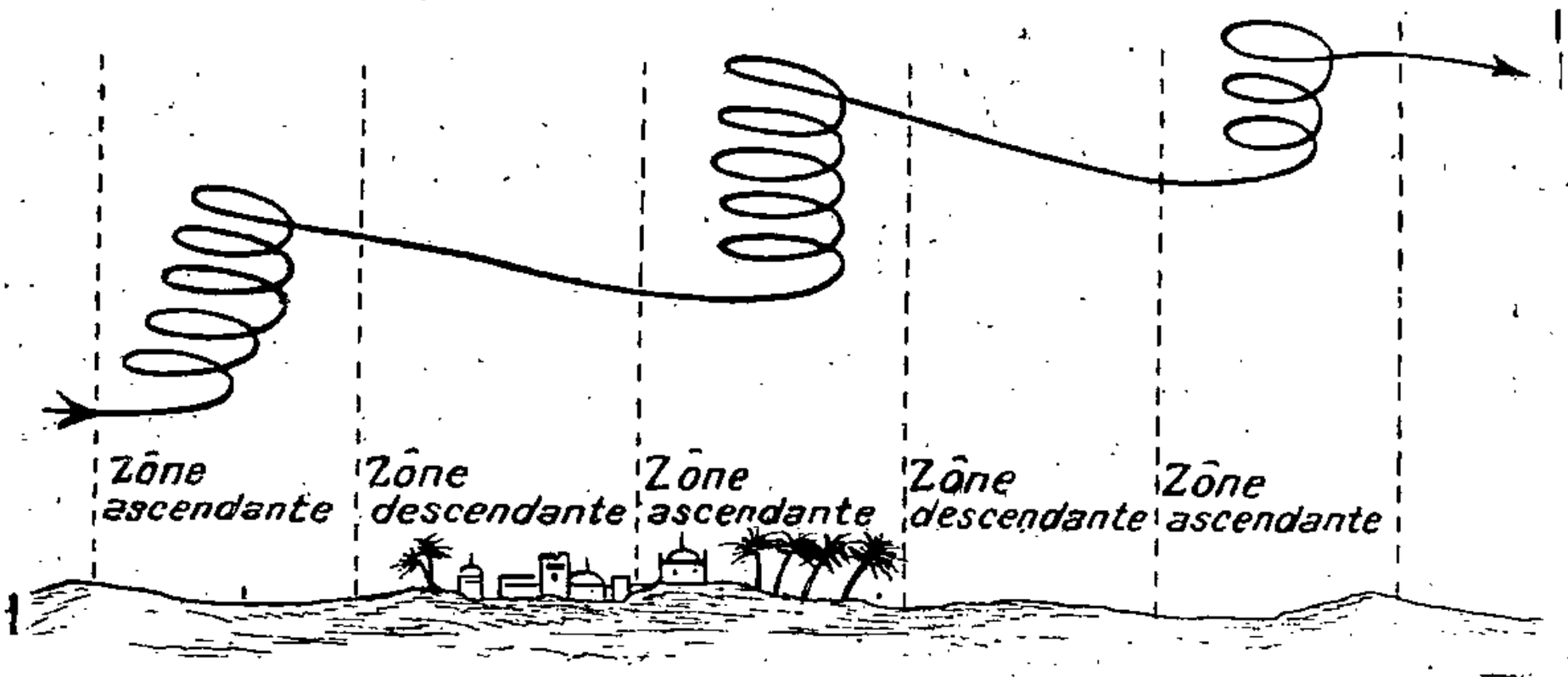


Fig. 2. — Trajectoire de Vautour ; l'oiseau décrit des orbes, de manière à rester longtemps dans les zônes où le vent monte, et peu dans celles où il descend.

Remarquons que des mesures faites sur la vitesse des oiseaux et la composante ascendante minimum nécessaire à leur sustentation on peut déduire ce qu'on appelle en aviation la finesse de l'oiseau (rapport de la traînée à la poussée) ; voici un tableau qui donne le résultat de nos mesures :

Milan				
V= 7 m.	v=0 m. 43	γ=1/16	Ky=0,07	Kx=0,004
Perconoptère moine				
V= 8 m. 1	v=0 m. 50	γ=1/16	Ky=0,08	Kx=0,005
Pseudogyps africain				
V= 9 m. 2	v=0 m. 53	γ=1/17	Ky=0,10	Kx=0,007
Gyps fulvus				
V=10 m. 5	v=0 m. 68	γ=1/15,5	Ky=0,09	Kx=0,006

V = vitesse aérodynamique de l'oiseau.
v = vitesse ascendante du vent minimum.
γ = finesse.

Quelle est maintenant la cause de ces courants ascendants et descendants qui ne sont pas dus à des obstacles terrestres ? L'observation simultanée des variations d'état physique et d'ascendance du vent par les méthodes expérimentales décrites nous a montré très nettement qu'il s'agissait là d'un phénomène d'origine thermique : ce sont des remous de chaleur qui se superposent au vent et qui donnent à ce dernier une composante ascendante et descendante. Ceci explique d'ailleurs pourquoi le vol à voile ne commence presque jamais avant une ou deux heures après le lever du soleil, pour se terminer à son coucher.

Les courbes suivantes tirées de nos observations montrent clairement ce phénomène.

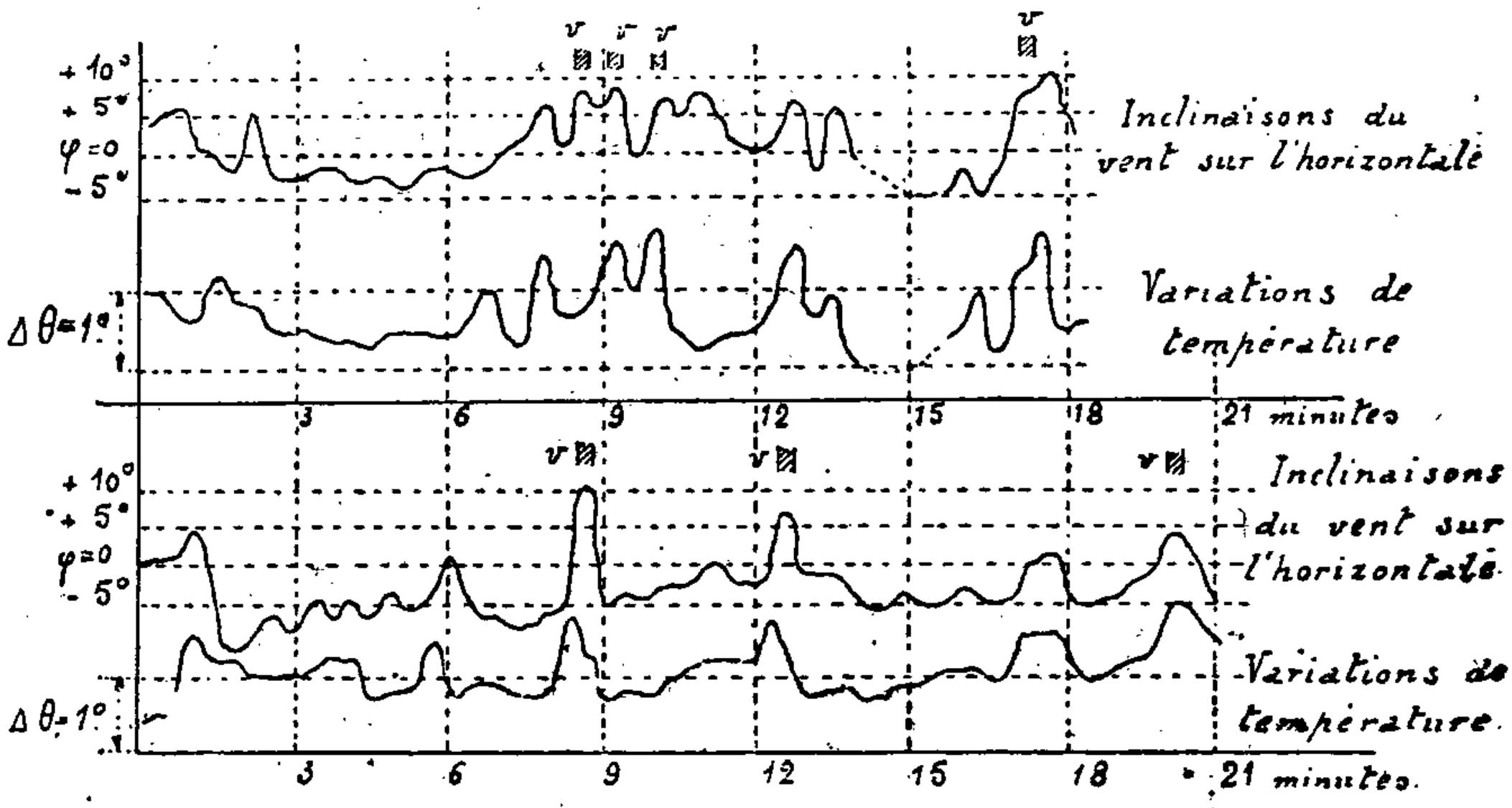
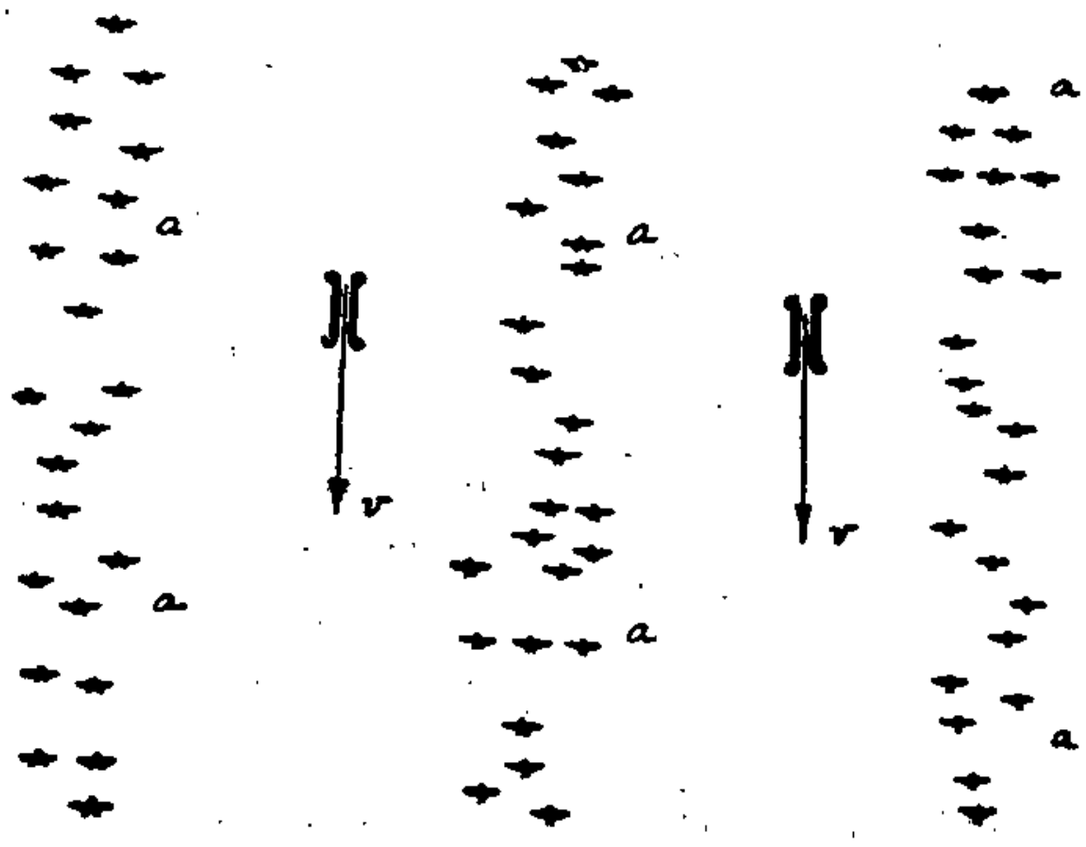


Fig. 3. — Courbes donnant simultanément les variations de température et les variations d'inclinaison du vent (Hachures au-dessus de la courbe en v, v, = oiseaux volant à voile au voisinage immédiat des appareils).

Lorsque le vent est un peu fort, les zones d'ascendance affectent alors souvent la forme de bandes parallèles à la direction du vent que l'on voit jalonnées par les oiseaux.



— a,a, bandes d'oiseaux volant à voile.
v, v, direction du vent.

Fig. 4. — a, a, bandes d'oiseaux volant à voile. v, v, direction du vent.

J'ai essayé de reproduire au laboratoire ce phénomène de courants ascendants thermiques qui semblait dû à la présence d'une couche plus chaude au voisinage du sol tendant à s'élever dans l'atmosphère.

Pour cela, au moyen d'un ventilateur convenablement réglé, on produisait un courant horizontal entre deux plaques métalliques dont l'une, inférieure, était maintenue à température élevée au moyen d'un bain de sable convenablement chauffé et dont l'autre était en contact avec une couche d'eau froide (fig. 5). Dans ces conditions on

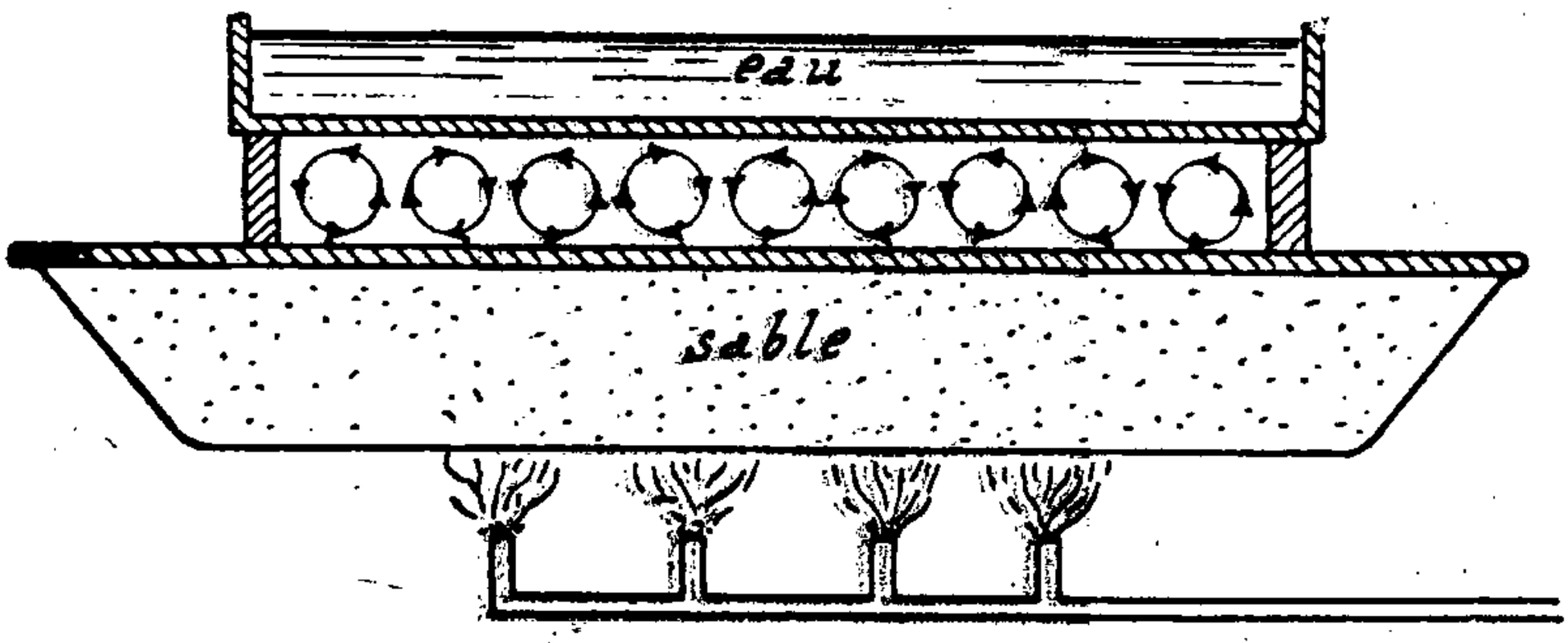


Fig. 5. — La direction du courant d'air est perpendiculaire au plan de la figure. Les flèches indiquent le sens de rotation des tourbillons.

observe, en rendant les filets d'air visibles au moyen d'une fumée légère, la formation de tourbillons à axes horizontaux, comme il est indiqué dans la figure, où le vent est supposé perpendiculaire au plan du tableau. Lorsque le courant d'air est plus faible, on voit ces courants ascendants et descendants changer de forme et se déplacer irrégulièrement, reproduisant ainsi le phénomène que l'on observe en grand dans la nature.

Voici donc le problème à peu près éclairci en ce qui concerne les vautours, les milans, etc., en un mot les oiseaux voiliers des pays chauds. Je ne parlerai pas des aigles, des condors et autres oiseaux qui fréquentent les régions montagneuses et où le relief du sol produit des courants ascendants considérables qu'ils utilisent, et je passe maintenant à l'étude des oiseaux de mer.

Ceux-ci semblaient, en effet, d'après les récits qu'on pouvait en trouver, pratiquer un mode de vol tout à fait différent : leur étude était, de plus, difficile, car loin des côtes où se produisent toujours des remous particuliers, l'observateur, placé sur un navire essentiellement instable, est mal placé pour étudier en particulier la composante ascendante du vent.

Avant d'entreprendre ce travail, nous avons donc voulu faire une étude préalable du vent du large en un point où ce vent arrive sans déformation au-dessus d'une houle non modifiée par des écueils sous-marins. Seul le phare de la Jument (fig. 6) paraissait réaliser sur nos côtes un point stable répondant à ces conditions. Complètement isolé au large de l'île d'Ouessant, il est construit au-dessus d'une sorte de pic sous-marin, et depuis le Groënland et l'Amérique, aucun ob-

stacle ne vient briser ni le vent ni la houle de la haute mer. La tour, où l'on ne peut accéder que hélé par un câble lancé d'une fenêtre à la chaloupe, émerge seule de l'Océan en dominant de hauts fonds où la grosse houle du large arrive sans déformations sensibles.



Fig. 6. — Phare de la Jument.

Le résultat d'un séjour de cinq semaines à ce phare, en septembre 1923, fut qu'on ne peut trouver en mer sous nos latitudes des variations thermiques suffisantes pour produire des remous analogues à ceux des pays chauds. Les courants ascendants de quelque importance que l'on rencontre sont dus à un effet de réaction de la houle sur le vent et sont limités à une faible hauteur : ils prennent d'autant plus d'importance que le vent et la houle ont des vitesses plus dif-

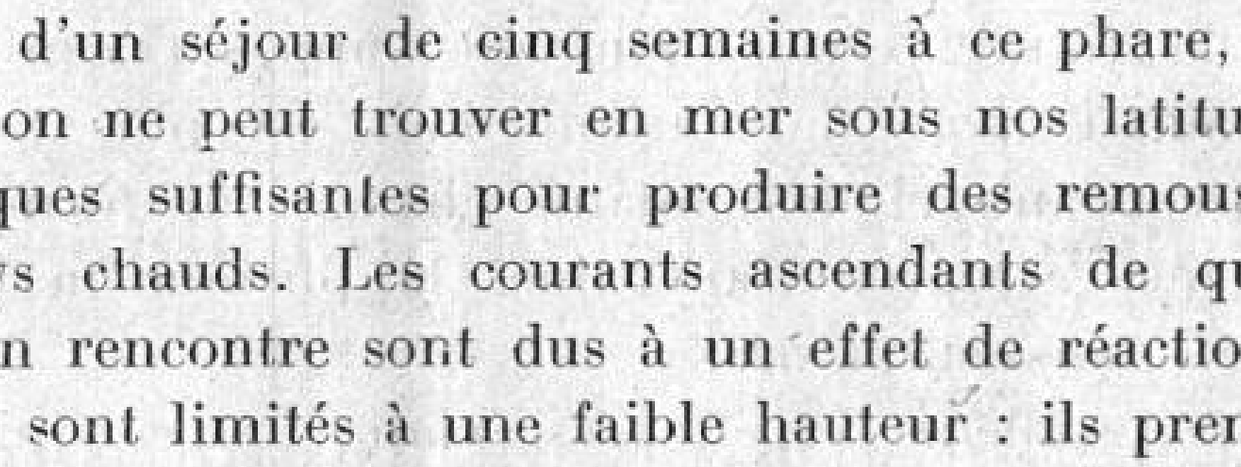


Fig. 7

férentes en grandeur et direction ; les oiseaux les utilisent d'ailleurs assez fréquemment dans ce dernier cas en volant au ras des vagues et en se maintenant le plus possible sur les flancs de la vague où se trouve le courant ascendant (fig. 7).

Nous avons enfin constaté que le vent du large était en général nettement plus régulier que le vent de terre (1) et qu'il paraïssait assez difficile de trouver dans ses variations une énergie suffisante à sustenter les oiseaux (fig. 8).

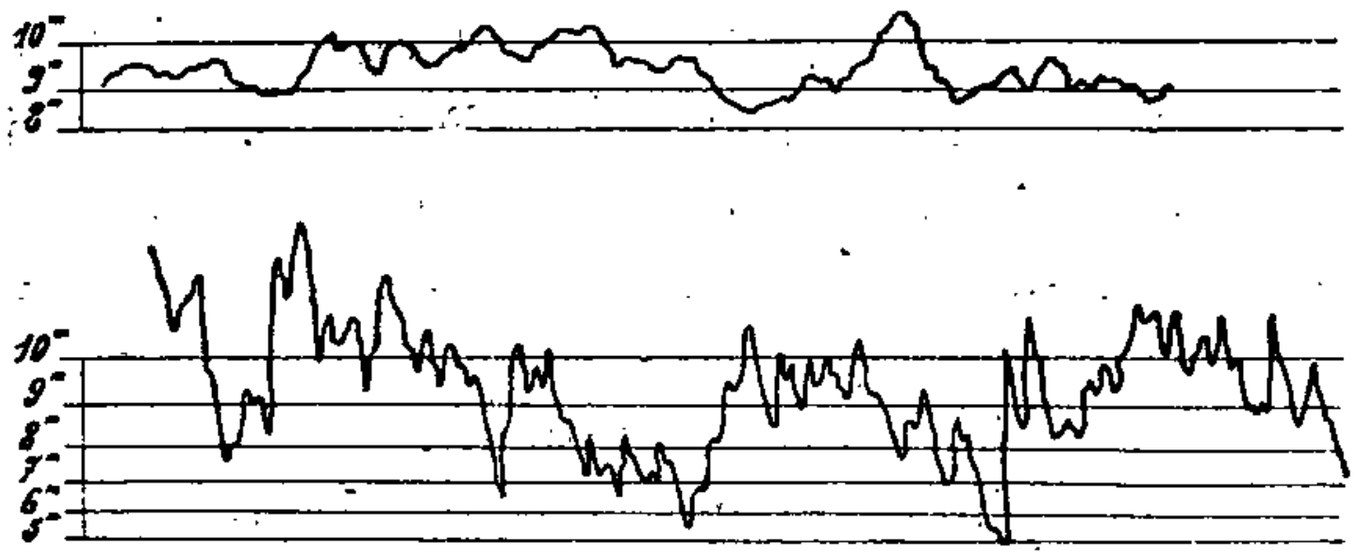


Fig. 8. — Types moyens d'irrégularités de vent : en haut à la Jument, en bas en plaine dans les mêmes conditions.

A la suite de ces premières recherches, nous résolûmes de partir sur place étudier, avec le matériel expérimental nécessaire, les divers voiliers de haute mer. L'albatros surtout était particulièrement intéressant en raison de sa grande envergure (3 m. 50), de son fort allongement, de sa grande charge au mètre carré et de sa forte vitesse aérodynamique, qui le rapprochent un peu plus que les autres oiseaux des alérions actuels. Son vol était de plus assez peu connu, vu les régions très éloignées et peu fréquentées où on le rencontre.

Le grand albatros se trouve en effet dans l'hémisphère sud, entre le 40e et le 60e degré de latitude. Il s'approche rarement des côtes habitées et niche dans des îles désertes ou à peu près, telles que Kerguélen, Tristan da Cunha, l'île Bouvet, la Géorgie du Sud, etc. C'est dans cette dernière île, relativement la plus accessible, que nous pûmes nous rendre l'été dernier, grâce à l'appui de l'Office national des Inventions et de la Caisse des Recherches scientifiques.

Il y a deux cas de vol à voile que pratique parfois l'albatros et que nous écarterons systématiquement de l'exposé qui va suivre : c'est d'abord le cas des courants ascendants créés par la masse du navire : il y a une colonne ascendante du côté du vent et une autre sous le vent créée par les masses d'air séparées par la coque du navire et qui se rencontrent ; l'oiseau fait alors du vol sur courant ascendant, cas déjà étudié. Le second cas est celui des oiseaux se plaçant au ras des vagues lorsque les vagues et le vent ont des vitesses très différentes en grandeur ou direction : c'est le cas traité plus haut et nous n'y reviendrons pas.

(1) Le fait a été retrouvé dans des expériences faites cette année par MM. Huguenard, Magnan et Planiol avec leur anémomètre à fil chaud.

Mais en dehors de ces deux cas, loin des remous du navire et même quand le vent et les vagues ont des vitesses peu différentes, les albatros volent à voile pourvu qu'il y ait un vent suffisant ; le manège qu'ils emploient est alors tout à fait différent : on les voit d'abord raser la surface de l'eau, généralement entre deux vagues et de préférence sur le flanc de la vague opposé au vent, en faisant un virage. Lorsque ce virage les amène à être sensiblement face au vent, ils montent à peu près en ligne droite jusqu'à ce qu'ils atteignent une altitude de 10 à 15 mètres. Ils font alors un nouveau virage, soit à droite, soit à gauche, suivi d'une descente vent arrière ou vent latéral qui les ramène au voisinage de la surface de la mer, où ils répètent le même manège, et ainsi indéfiniment.

Ils suivent donc une ligne sinueuse, composée d'une série de virages entrecoupés de montées et de descentes. Nous donnons ci-contre (fig. 9 et 10) des croquis cotés des trajectoires observées : ils utili-

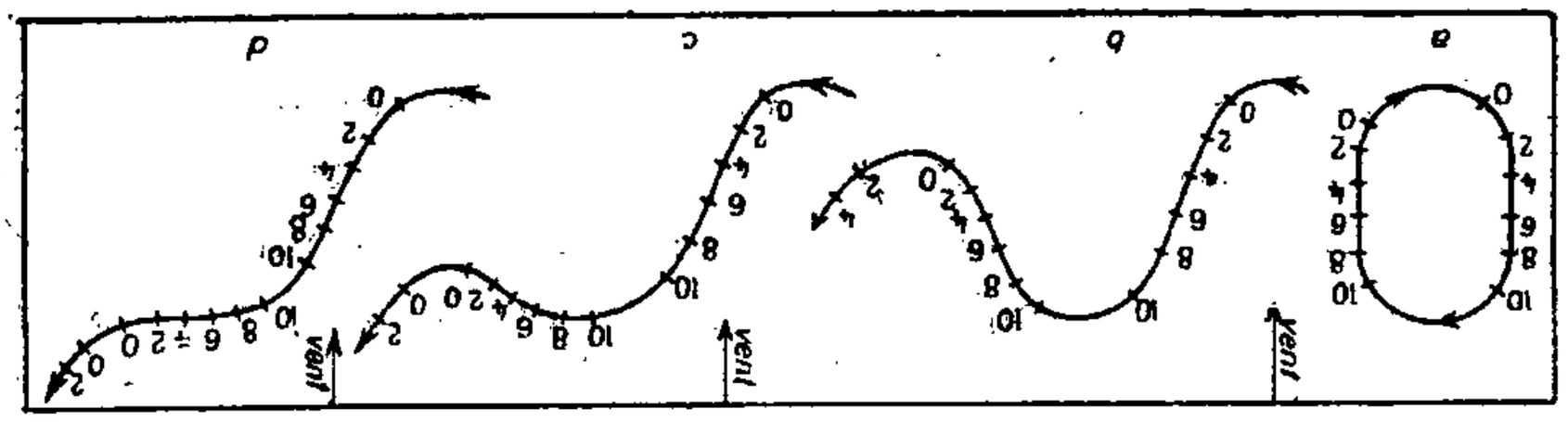


Fig. 9. — Types divers de trajectoires d'albatros. Les trajectoires rapportées à des axes emportés par le vent dans la couche moyenne sont figurées en plan coté entre deux couches d'air cotées 0 et 10 m. A titre d'exemple, les flèches indiquent le sens de marche de l'oiseau sur les trajectoires.

sent les unes ou les autres suivant le chemin qu'ils veulent suivre.

Nous avons fait les diverses remarques suivantes en ce qui concerne les caractéristiques de ces manœuvres :

1° Le vol à voile commence vers 5 mètres de vent à la couche voisine de l'eau où l'oiseau fait son virage inférieur (constatation faite au moyen d'appareils fumigènes abandonnés à la surface de la mer) ;

2° La hauteur maxima à laquelle montent les oiseaux pour une trajectoire d'un type donné est plus grande par vent fort que par vent faible ; elle varie de 8 mètres environ par vents faibles à une quinzaine de mètres pour les vents forts (et exceptionnellement 20). Nous évaluions facilement cette hauteur en nous attachant dans des haubans à diverses hauteurs au-dessus de la ligne de flottaison (on pouvait atteindre ainsi 24 mètres) et en comparant la ligne d'horizon à la position de l'oiseau ;

3° La pente de la trajectoire est plus faible pendant les montées que pendant les descentes ;

4° La vitesse aérodynamique des grands albatros a été, en moyenne totale de nos mesures, de 22 mètres ; celle de l'albatro melanophris

de 19 mètres. Elle peut varier dans d'assez larges limites : nous avons trouvé des nombres extrêmes de 14 et 28 mètres. Il est probable que ces valeurs extrêmes que peut prendre la vitesse aérodynamique constituent pour l'oiseau une sorte de volant, une grande vitesse aérodynamique correspondant à une réserve d'énergie ciné-

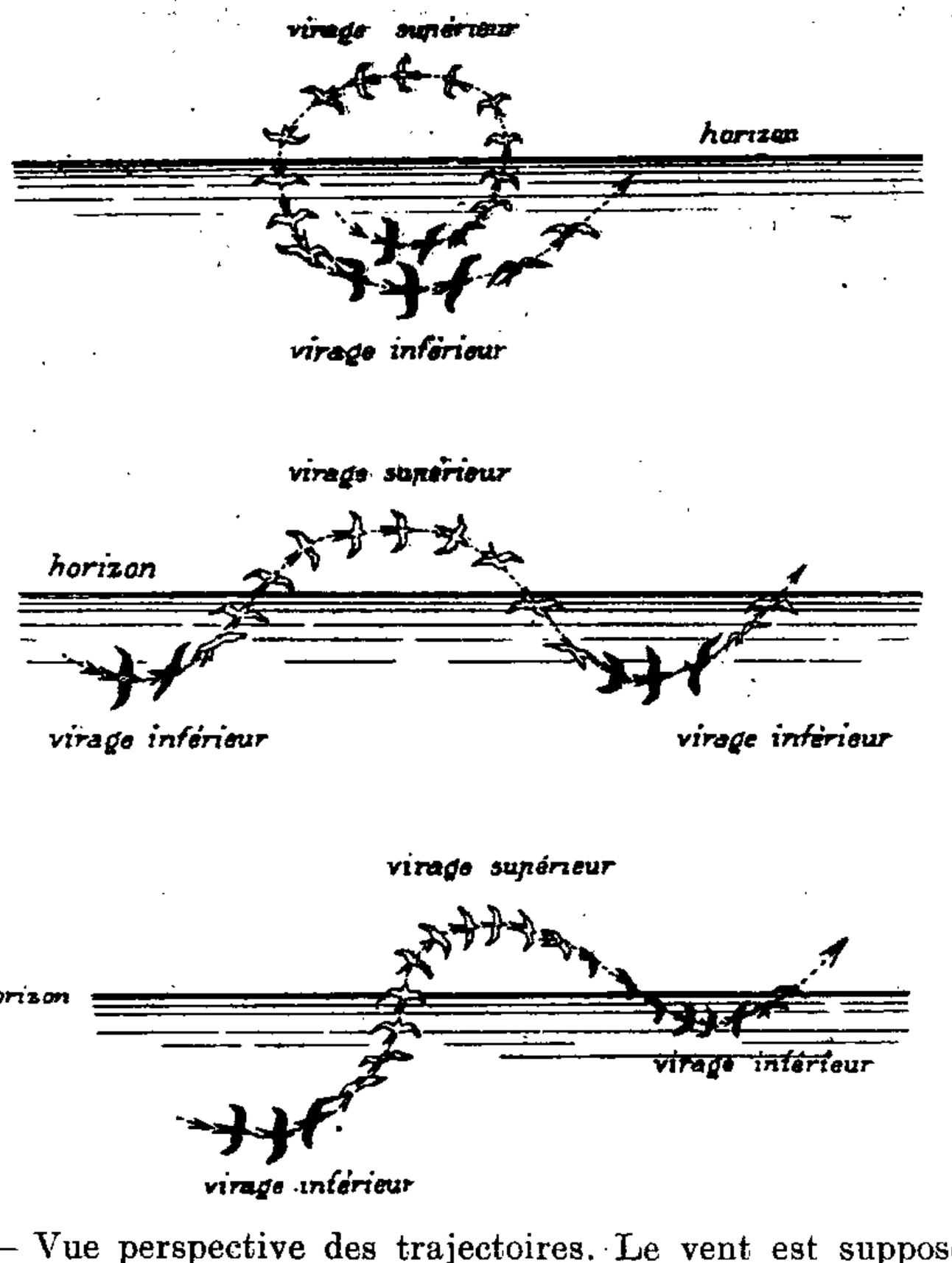


Fig. 10. — Vue perspective des trajectoires. Le vent est supposé venir de l'horizon vers l'observateur. Les ailes sont figurées en hachurée quand l'observateur est censé les voir par en-dessous.

tique ; les albatros peuvent ainsi contrebalancer les variations d'énergie interne de l'air qu'ils utilisent pour se sustenter. Ces vitesses ont été déterminées (compte tenu de la vitesse du vent) par restitution photographique sur des films obtenus avec un appareil cinématographique mu par un mouvement d'horlogerie et prenant 17 vues à la seconde (1) (fig. 11 et 12) ;

5° Les manœuvres ci-dessus décrites se font avec une période assez constante qui dépend de la trajectoire suivie (elle est un peu plus courte pour les trajectoires des derniers types que des premiers), mais qui, pour une trajectoire donnée et une espèce d'oiseau donnée, varie fort peu.

(1) Cet appareil nous avait été fort obligeamment prêté par M. Mestre, de la Société d'information documentaire par films.

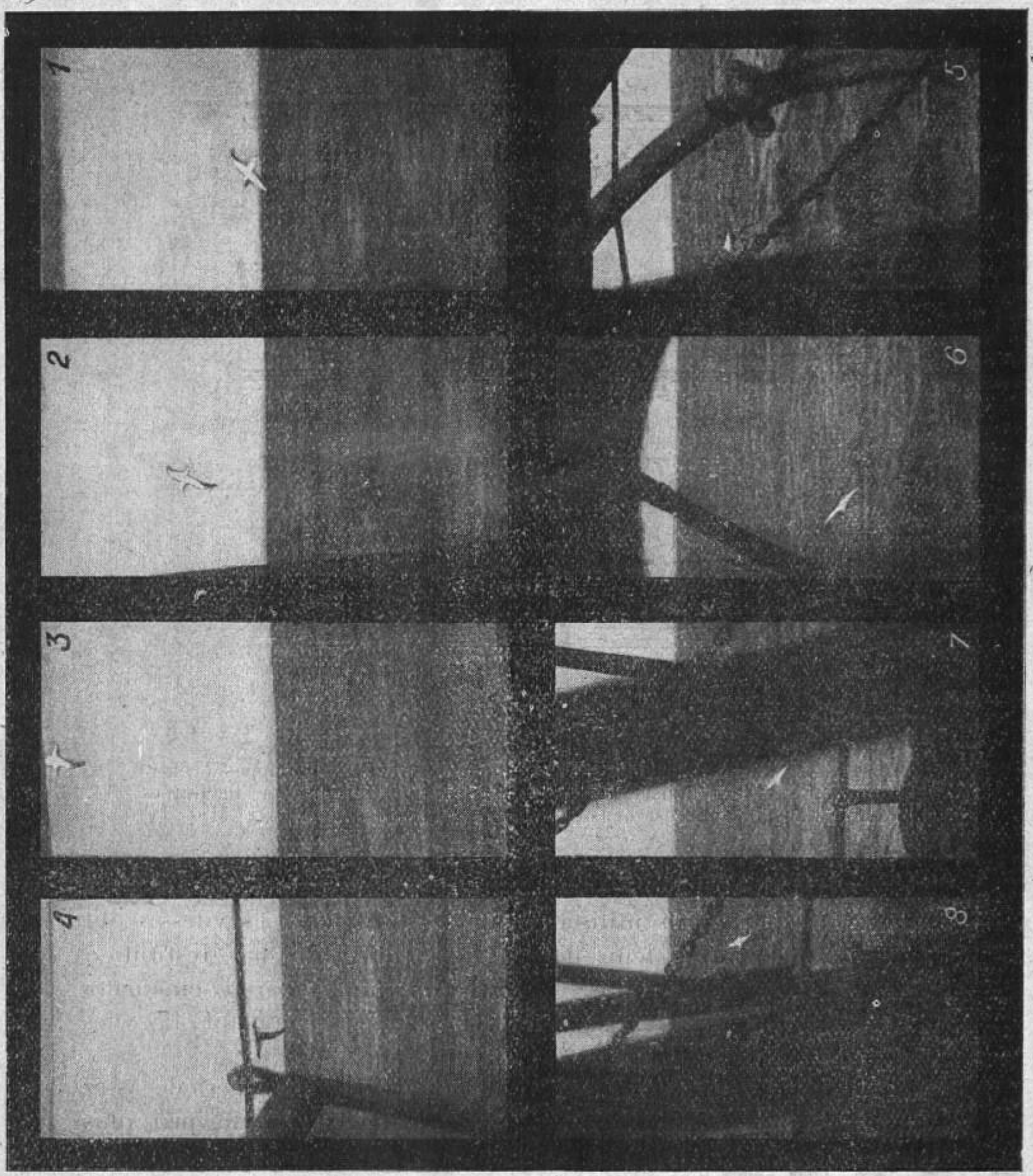


Fig. 11. — Albatros faisant, en vol à voile, une des manœuvres périodiques

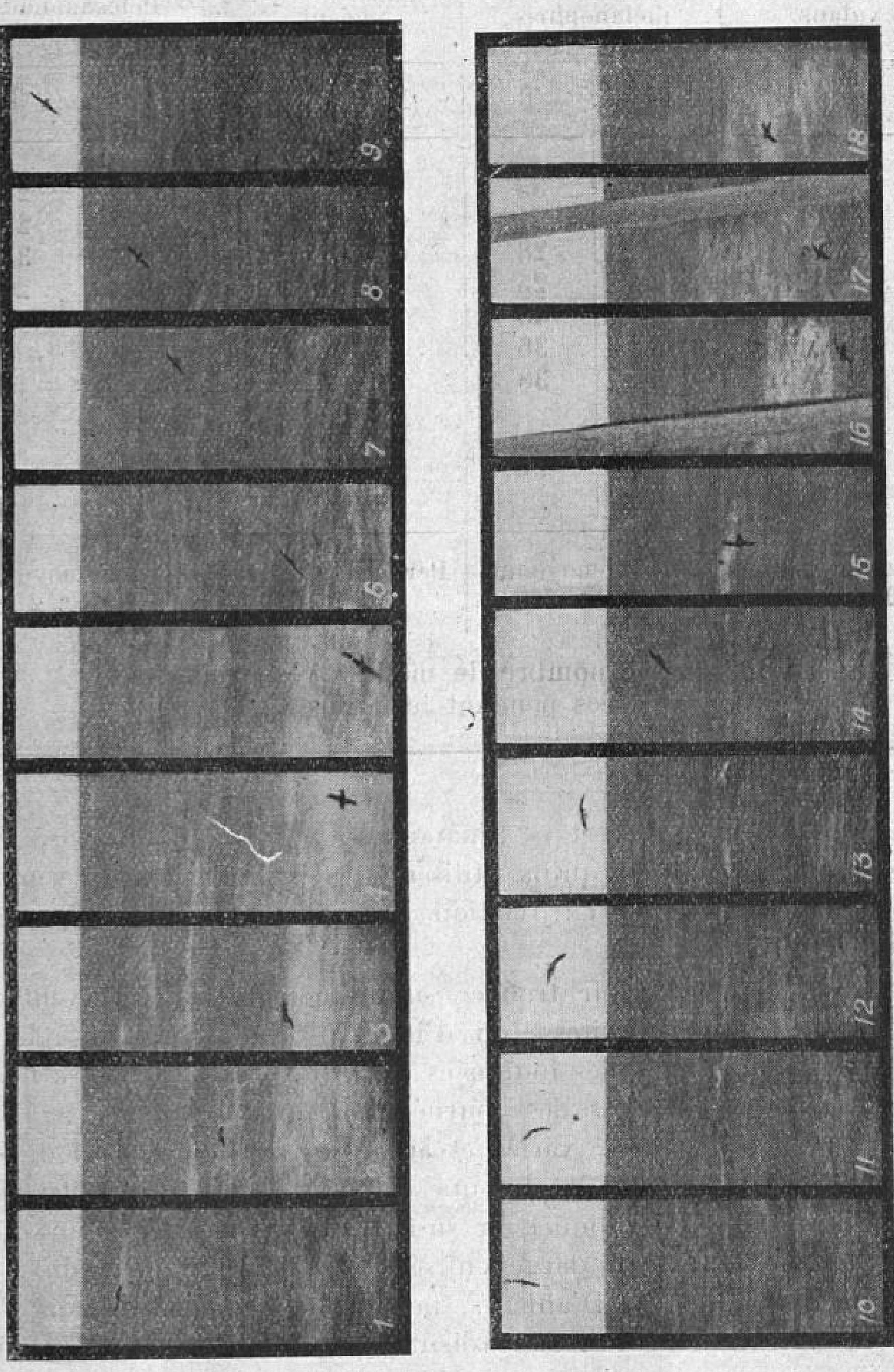


Fig. 12. — Petrel faisant en vol à voile une des manœuvres périodiques. (Film de M. Idrac).
Les chiffres indiquent l'ordre de la prise de vue.

Voici un relevé de notre cahier d'observations qui donnera idée des nombres trouvés et dont la régularité est assez frappante :

Albatross exulans		Albatross mélanophris		Petrel ossifrage géant		Pélécamoïdes	
N	T	N	T	N	T	N	T
11	120	5	33	6	57	5	24
11	122	3	21	6	62	5	27
11	118	4	28	6	54	6	33
20	217	3	25			4	20
5	48	5	40				
10	110	5	36				
5	51	5	38				
6	59						
10	108						
6	63						
Période moyenne 10 sec. 7		Période moyenne 7 sec. 4		Période moyenne 9 sec. 6		Période moyenne 5 sec. 2	

N indique le nombre de manœuvres cycliques opérées pendant le temps T.

Pour expliquer ce vol et ces manœuvres, la première pensée qui se présente à l'esprit est qu'ils utilisent des irrégularités du vent ou des courants ascendants en relation avec les différentes phases de la manœuvre.

Il faudrait donc pouvoir trouver simultanément dans le vent naturel des variations de vitesse ou d'inclinaison du vent en relation avec les différentes périodes indiquées ci-dessus, ces périodes se maintenant constantes pendant des journées entières, avec des vents de direction variée, de vitesse variée et au-dessus de houles de longueur d'onde variée. Il faudrait de plus que ces amplitudes fussent de grandeur suffisante pour expliquer la sustentation. Or la décomposition d'une courbe de vent du large en série de Fourrier généralisée ne montre rien d'analogue. D'ailleurs, nous avons eu maintes fois l'occasion de voir des oiseaux très voisins opérer leurs montées et descentes sans aucun accord, alors qu'ils auraient dû le faire simultanément s'ils utilisaient quelque variation périodique du vent.

D'ailleurs, pour nous assurer directement de ce qui se passait, nous avons suspendu à quelques mètres au-dessus du pont du navire un tube de Venturi relié à un manomètre enregistreur. Voici des

enregistrements obtenus (fig. 13) dans le cas où on a pu mesurer la distance de l'oiseau placé sous le vent de l'appareil (de manière à ce que celui-ci reçoive les variations ayant passé sur l'oiseau) : on ne voit aucune variation nette coïncidant avec la montée.

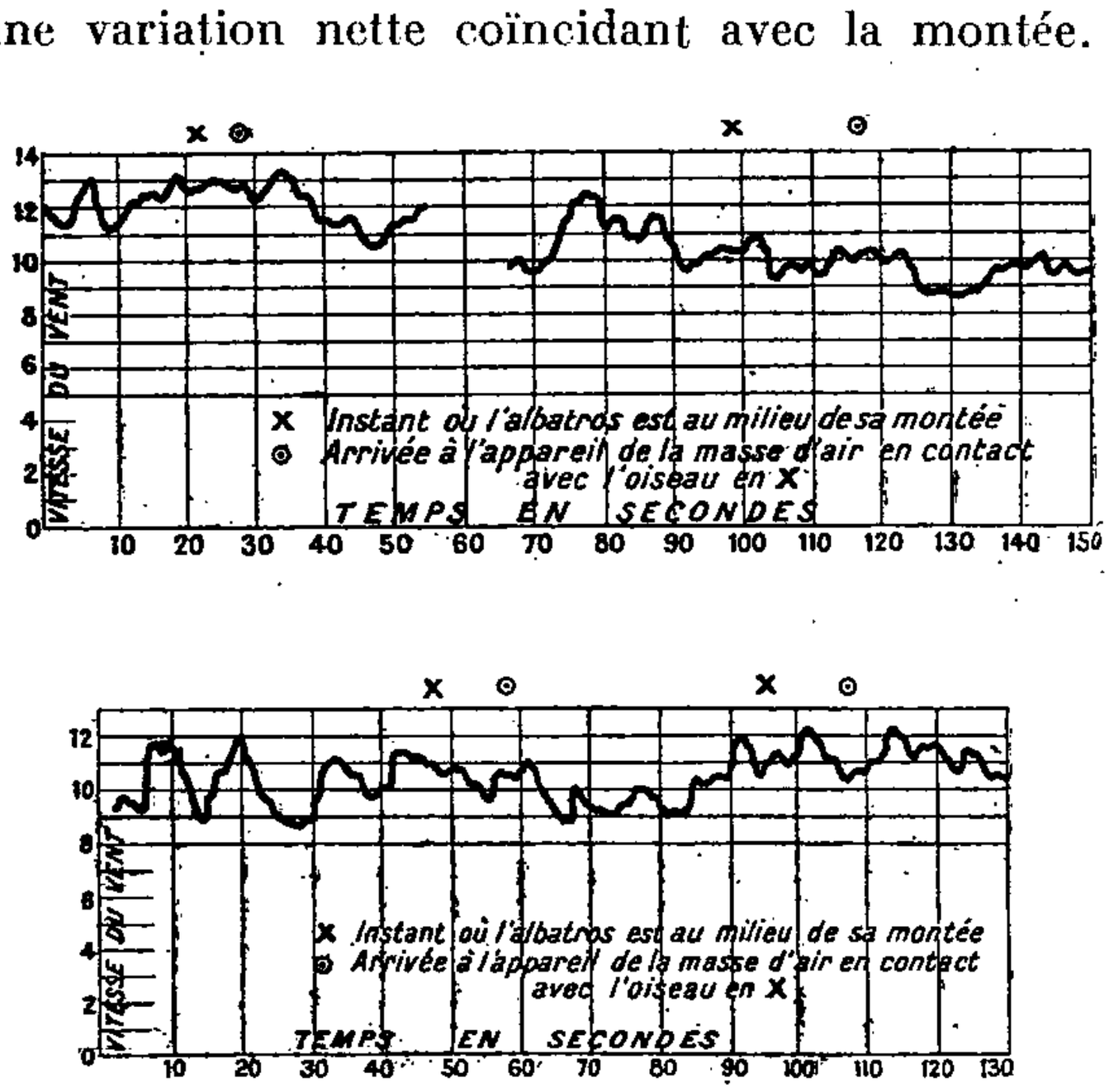


Fig. 13

De même, l'étude des courants ascendants (faite principalement au moyen de fumées lancées par des flotteurs munis de fumigènes abandonnés à la surface de l'eau et cinématographiées) a montré que les oiseaux passaient sans s'en préoccuper indifféremment dans les zones ascendantes et descendantes, d'ailleurs de très faible amplitude, placées hors des remous du navire (fig. 14).

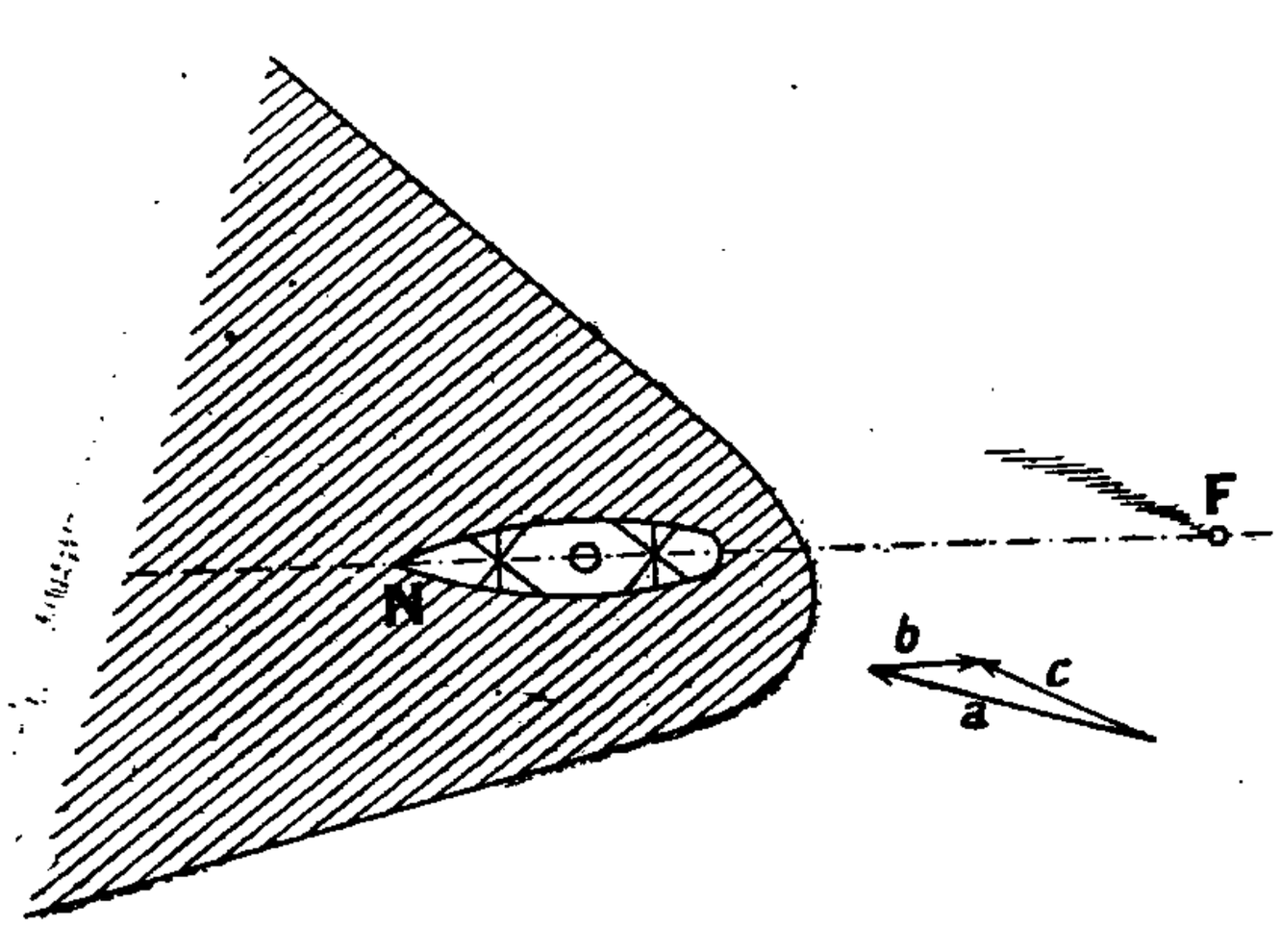


Fig. 14. — La partie hachurée montre la zône soumise aux remous dus à la coque du navire N, hors de laquelle ont été faites toutes les observations, en particulier celles de fumigènes F.
a) vent absolu ;
b) marche du navire ;
c) vent relatif au navire.

De plus, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, l'oiseau se place en général, au cours de son virage inférieur, au-dessus du flanc de la vague opposée au vent. Or, lorsque la vague est de courte longueur d'onde, sa vitesse est inférieure au vent, et des expériences directes nous ont montré que le vent est alors plus faible sur la face opposée au vent que sur l'autre, où se trouve un léger courant ascendant : l'oiseau cherche donc une zone à vent faible au cours de son virage inférieur (1) (fig. 15).



Fig. 15. — Les ordonnées de la courbe en pointillé sont proportionnelles à la vitesse du vent à 0 m. 50 au-dessus de la surface de l'eau.

Enfin, on ne peut invoquer une réaction quelconque de la houle sur le vent, car les albatros peuvent faire leur manœuvre sur une mer unie ne présentant que de petites vagues de 0 m. 25 de levée, ainsi que j'ai pu le constater dans une baie de la Terre-de-Feu.

Par contre, dans tous les cas où j'ai pu observer qualitativement avec les fumées ou mesurer quantitativement la variation du vent en altitude (et en particulier dans la baie précitée), j'ai constaté que quand les albatros faisaient du vol à voile, il y avait toujours une importante *augmentation de la vitesse du vent avec la hauteur* dans les couches d'air où opéraient les oiseaux.

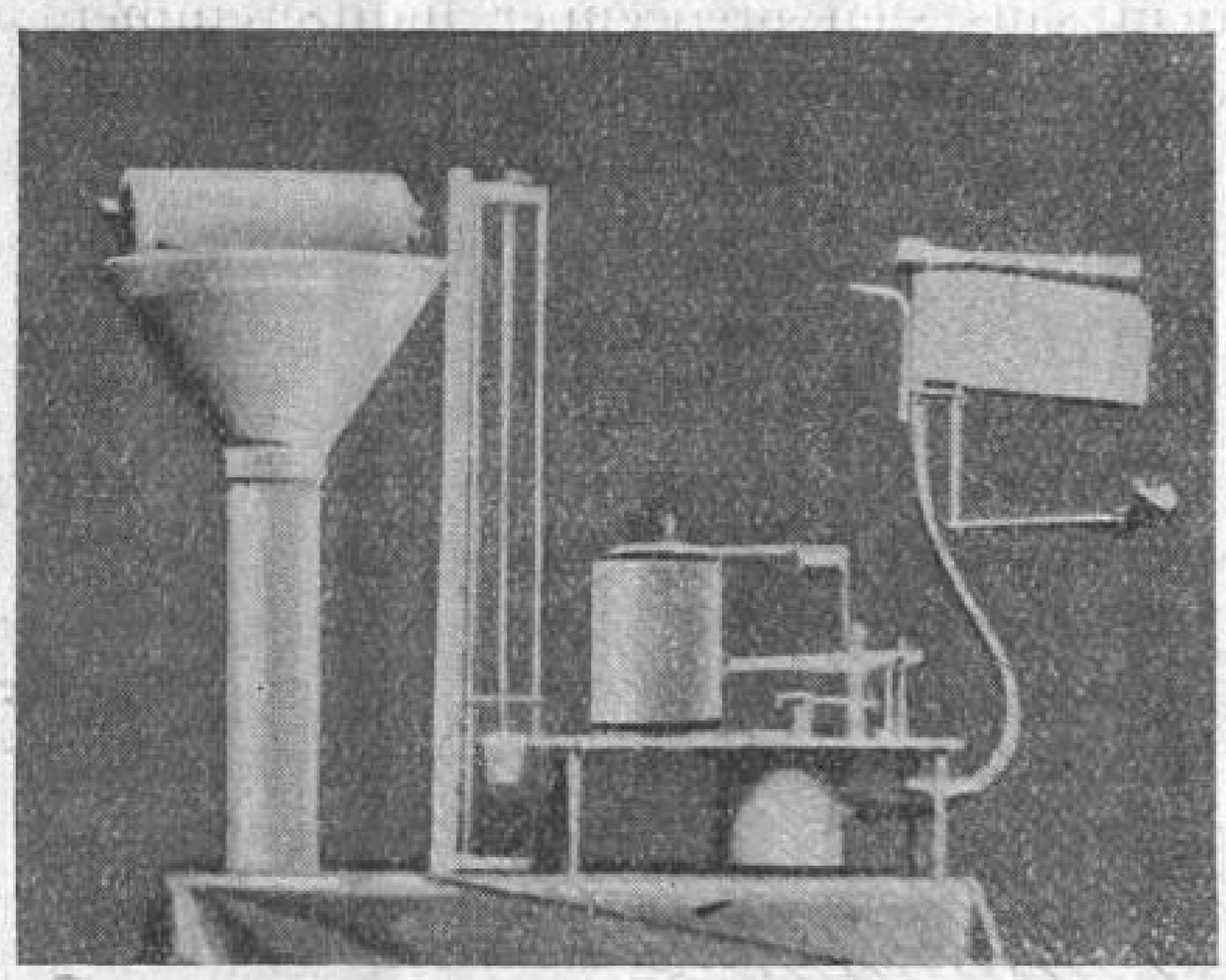


Fig. 16. — Quelques appareils ayant servi aux expériences : à gauche, flotteur muni de l'appareil fumigène ; à droite, tube de Venturi avec girouette et manomètre enregistreur.

(1) On peut d'ailleurs, en partant des données expérimentales que nous avons établies, faire un calcul analogue à celui qui sera fait plus loin et montrer que le profit que l'oiseau retirerait de l'ascendance du vent est dans ce cas moindre que celui qu'il peut retirer de la décroissance du vent sur la face opposée.

C'est donc à cette *croissance du vent avec la hauteur* dans les couches basses qu'il faut attribuer le but des manœuvres des albatros. J'ai poussé l'étude cet été de ce phénomène au-dessus des vagues et même d'une plaine unie et constaté que dans les 20 premiers mètres de hauteur il y avait toujours une augmentation de vitesse du vent avec l'altitude, le taux de cette augmentation dépendant d'ailleurs de l'état du sol ou de la mer. Ce phénomène est sans doute dû à un effet de frottement du vent contre le sol qui le ralentit dans les couches les plus basses.

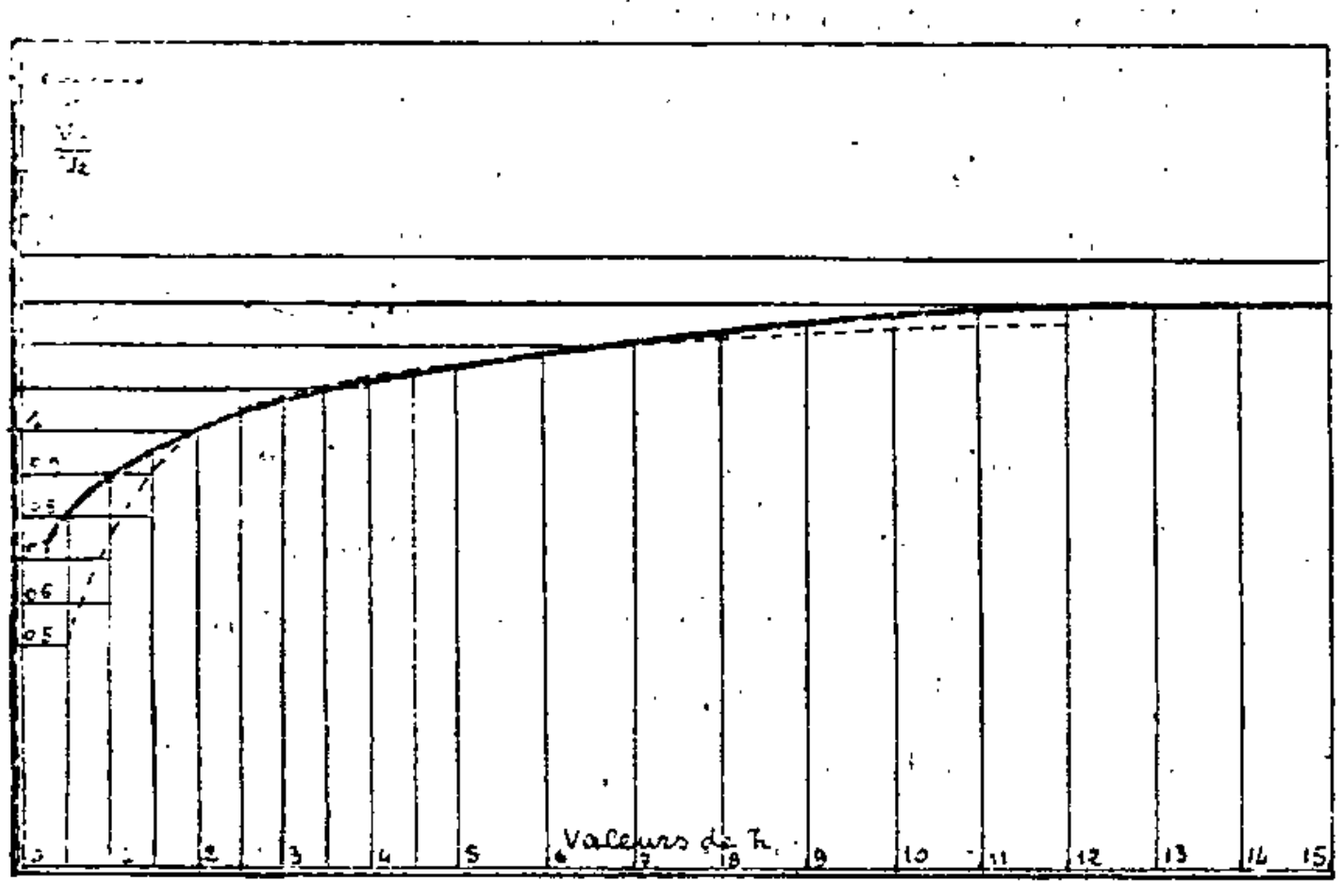


Fig. 17

Des nombres obtenus, j'ai pu déduire une loi d'augmentation de la vitesse du vent avec la hauteur. Je suis arrivé ainsi, pour une mer dans l'état moyen d'agitation de celles observées dans le sud, à la courbe figurée ci-contre (fig. 17). (Celle en pointillé a été obtenue indépendamment par MM. Magnan, Huguenard et Planiol, dans des circonstances analogues.) Elle donne le rapport du vent moyen à l'altitude h au vent à l'altitude 2 mètres.

L'oiseau manœuvre donc de manière à se placer dans des couches d'air de vitesses différentes et son manège revient à créer artificiellement des rafales, en se présentant face au vent à la montée (donc par vent croissant) et vent arrière ou latéral à la descente (donc par vent décroissant).

La croissance du vent avec la hauteur n'étant rapide que dans les 20 premiers mètres, ceci explique pourquoi on ne voit pas ces oiseaux gagner une altitude de beaucoup supérieure.

Il faut soumettre au calcul les trajectoires observées et voir si l'énergie que l'oiseau peut tirer de la différence de vitesse du vent dans les couches est suffisante à sa sustentation.

Or, on peut montrer par le calcul qu'il est possible à un oiseau d'utiliser les variations de vitesse du vent s'il se présente face au vent quand le vent croît et vent arrière ou latéral quand il descend

le but des manœuvres de l'oiseau, comme nous le disions. est de rechercher entre deux couches d'altitude différente ces variations de vitesse du vent.

Il faut toutefois montrer en partant des nombres expérimentaux trouvés que la décroissance du vent en hauteur ainsi obtenue est suffisante pour expliquer leur sustentation.

Nous ne développerons pas ici ce calcul qui a été exposé en détail dans la Technique Aéronautique du 15 janvier 1925 et dans le Bulletin des Recherches et Inventions du 1er mars. Disons seulement que ce calcul a été fait en ne partant d'aucune hypothèse spéciale, si ce n'est que l'albatros a une finesse de 0,05 à 0,07, suivant le cas, c'est-à-dire qu'il est assimilable à un excellent planeur, hypothèse vraisemblable. Or ce calcul, qui s'appuie sur les données expérimentales et repose sur les formules très simples couramment employées dans la dynamique des avions, permet d'arriver aux conclusions théoriques suivantes :

1° Les manœuvres étudiées ci-dessus ne sont possibles que pour des oiseaux possédant une grande vitesse aérodynamique (c'est-à-dire une grande vitesse par rapport à l'air) : ceci explique pourquoi les vautours, milans, etc., ne la pratiquent pas.

2° Dans le cas des albatros, dont la vitesse aérodynamique peut varier de 14 à 28 mètres d'après nos observations, le vol à voile ne commence à être possible que pour un vent d'au moins 5 m. 5 à la couche basse.

3° La hauteur de la couche supérieure à laquelle doit s'élever l'oiseau pour obtenir le meilleur rendement est plus grande par vent fort que par vent faible ; elle doit être en moyenne de 10 à 20 mètres.

4° L'oiseau ne peut lutter contre le vent sans perdre de terrain qu'avec des trajectoires des types c et d, et ne peut en aucun cas remonter un vent de plus de 16 mètres à la couche moyenne, sans être entraîné par rapport à la mer.

Or, ces déduction théoriques sont d'accord avec les observations qu'il m'a été donné de faire dans les mer du Sud. Nous sommes donc bien en présence, dans le cas des albatros, de l'utilisation d'une nouvelle forme de l'énergie interne de l'air : l'augmentation de vitesse avec la hauteur dans les couches inférieures étant due à ce fait que les couches les plus basses sont ralenties par un effet de frottement sur la mer et les vagues.

Comme conclusion de cette étude, je dirai qu'il y a trois sortes de vol à voile actuellement bien connues :

1° Le vol à voile utilisant les courants ascendants créés par des obstacles ;

---

(1) On appelle finesse le rapport de la résistance de l'air à l'avancement à la force portante.

2° Le vol à voile utilisant le phénomène de la friction de l'air sur le sol qui se traduit par une croissance de vent avec la hauteur ;

3° Enfin celui qui utilise les courants ascendants thermiques des pays chauds et parfois tempérés.

Jusqu'ici les avions humains sans moteur n'ont encore fait que copier le premier de ces vols. Il paraît peu probable qu'ils puissent imiter le second, en raison de la faible hauteur à laquelle il doit se pratiquer (au-dessus d'une vingtaine de mètres la croissance du vent devient infime) et aussi en raison des manœuvres compliquées et virages brusques qu'il nécessite.

Par contre il semble possible que l'on puisse utiliser le troisième, les courants ascendants thermiques, quoique non sans de grosses difficultés. Toutefois, alors que des manœuvres analogues à celles des albatros nécessiteraient une forte charge au mètre carré et une grande vitesse aérodynamique, il faudra pour utiliser les courants ascendants thermiques une faible charge au mètre carré et une faible vitesse aérodynamique, jointes de plus à une grande finesse.

Le Père Pierre TEILHARD de CHARDIN
Professeur de Géologie à l'Institut Catholique

LE PAYS DES ORDOS (CHINE)

---

5 mars 1925

Armand RENIER
Directeur du Service Géologique de Belgique

COMMENT SE SONT FORMEES LES HOUILLES DU BASSIN FRANCO-BELGE

---

12 mars 1925

CONFÉRENCE FAITE A GRENOBLE

Paul RAZOUS

LA FABRICATION DU CHARBON DE BOIS PAR DES MOYENS MECANIQUES ET SON UTILISATION PAR LES GAZOGENES

19 février 1925

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Liste des Congrès et de leurs Présidents IV
Décret reconnaïssant l'Association d'Utilité publique V
Statuts VII
Règlement XIII

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE.

Assemblée générale tenue à Paris le 7 janvier 1924..... 1

CONGRÈS DE LIÈGE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES.

Assemblée du 28 juillet 3
Assemblée du 2 août 3
LUCIEN PERQUEL. — Rapport du Trésorier 5
L. JOLEAUD. — Discours du Secrétaire 7
Vœux de l'Association 11

SÉANCE GÉNÉRALE D'OUVERTURE.

P. NOLF. — Discours 15
Émile DIGNEFFE. — Discours 19
Charles DEJACE. — Discours 21
COVILLE. — Discours 23
Charles LALLEMAND. — Discours 25
Pierre VIALA. — La Coopération scientifique. (Discours du Président.) 27

CONFÉRENCES.

Conférences faites au Congrès.

Marcel FRAIPONT. — Conférence sur le verre 41
Léopold CHARLIER. — La musique belge 52
P. FOURMARIER. — Quelques indications géologiques pour servir d'introduction à la Conférence de M. R. Lecomte sur « la mise à fruit du bassin houiller de la Campine » 53
Rémy LECOMTE. — La mise à fruit du bassin houiller de la Campine 57
F. HENRIJEAN. — Conférence sur les eaux minérales carbogazeuses 57

SÉANCES DE SECTIONS

1er GROUPE. — **Sciences Mathématiques.**

1re SECTION. — *Mathématiques.*

I. HISTOIRE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

L.-G. DU PASQUIER. — État actuel de la publication des œuvres complètes d'Euler 67
M. MINEUR. — La Société Mathématique de Belgique 68
André GÉRARDIN. — 1° Sept lettres de Th. Pépin adressées à Henri Brocard 68
2° Lettres inédites adressées à Édouard Lucas par Maurice Cantor 69
3° Sur la bio-bibliographie de Mansion 69
4° Portraits de Mathématiciens 69
5° Notice historique sur les travaux des sections 1 et 2 de l'A. F. A. S. de 1887 à nos jours..... 69
L. CHANZY. — 1° Traduction de l'ouvrage de Stewart : Some general theorems of considerable use in the higher parts of mathematics 70
2° Sur un ouvrage de Stewart 70
Léon GUINET. — Note sur la revue « Isis »..... 71
M. BOUSQUET. — Sur l'économie mathématique de V. Pareto.. 73
Pierre XARDEL. — Le mathématicien Jean L'Hoste (1570-1631). 74
H. BOSMANS S. J. — Sur l'opportunité d'une histoire de l'analyse infinitésimale au XVIIe siècle 75
CLAPIER. — Sur l'origine et l'histoire du calcul de l'Infini au XVIIe siècle 76
CANDIDO. — Présentation du journal *La Matimatica Elementare.* 77
Dr BERNARDO IG. BAIDAFF. — Historique et présentation de la *Revista de Matematicas y Fisicas Elementales*..... 77
A. AUBRY. — Note sur son manuscrit remis à la bibliothèque de Louvain 77
Mme TANNERY. — Sur les travaux de Paul Tannery 77

II. GÉOMÉTRIE.

L. GODEAUX. — Sur une propriété des courbes gauches en Géométrie Cayleenne elliptique 78
J. RICHARD. — Principes de la géométrie dans leurs rapports avec l'enseignement 82
R. GOORMAGHTIGH. — 1° Construction du centre de courbure des développées des courbes triangulaires symétriques..... 84
2° Sur la courbure des courbes de lame 86
P. SERGESCO. — Quelques remarques sur les courbes unicursales. 87
T. LEMOYNE. — 1° Sur quelques formules relatives à la théorie des caractéristiques dans les coniques et qui ne sont pas de la forme $\alpha\mu+\beta\nu$, où $\alpha\beta$ sont entiers 89
2° Sur les caractéristiques des systèmes de coniques tangentes à une courbe algébrique quelconque. Application à la détermination des ordres : 1° de l'antipodaire d'une courbe algébrique ; 2° de sa courbe parallèle ; 3° de la courbure équidistante de deux courbes algébriques 91
3° Les lieux géométriques en mathématiques spéciales..... 95
Alfred ERRERA. — Sur le problème des quatre couleurs..... 96
C. CLAPIER. — 1° Sur la signification géométrique de la relation $\sqrt{x^n}+\sqrt{y^n}+\sqrt{z^n}=0$..... 99
2° Sur un quadrilatère harmonique 100

III. Théorie des nombres et analyse indéterminée.

Kraïtchik. — 1° Quelques qualités des nombres cycliques..... 101
2° Sur la factorisation des grands nombres..... 102
Dr N.-G.-W. Beeger. — Sur la congruence $2p-1 \equiv 1 \pmod{p^2}$ et le dernier théorème de Fermat..... 105
G. Candido. — Contribution à l'étude des fonctions V_n et U_n de Lucas..... 106
A. Gérardin. — Tableaux de factorisations pour des nombres de formes spéciales..... 111
A. Cadenat. — Contribution à l'étude des formes algébriques qui se reproduisent par la multiplication..... 114
Léon Aubry. — Solution complète en nombres entiers de l'équation. $x^4+y^4=172^2$..... 116
M.-A. Aubry. — Questions d'analyse indéterminée..... 121
L.-G. du Pasquier. — Unification de la terminologie arithmétique dans les principales langues..... 121
Léon Pomey. — Théorie des nombres : sur la théorie des nombres premiers..... 122

IV. Algèbre. Analyse.

J. Deruyts. — Méthode nouvelle d'exposé de la théorie des nombres irrationnels..... 123
C. Huttinger. — Note sur la résolution des équations algébriques..... 128
A. Aubry. — 1° Figuration des résidus des nombres complexes. 128
2° Théorie et usage des inégalités..... 134
Jacques Touchard. — Sur l'intégrale $I=\int_0^1 f(-r)r^{-a}(-r)^b dr$. 135
Margossian. — Simple observation sur la définition du calcul des probabilités..... 135
André Bloch. — Sur les fonctions à point essentiel isolé..... 135
Édouard Barbette. — Sur la détermination des racines incommensurables d'une équation algébrique à coefficients réels.... 140
Rosenfeld. — Sur le concept de structure et le théorème de Cantor-Berstein..... 144
R.-H. Germay. — Suite de fonctions implicites d'intégrales d'équations différentielles et d'équations aux dérivées partielles 146
Georges-J. Remoundos. — Sur les points canoniques d'une suite de fonctions..... 151
L. Fouarge. — Sur le résultat de Bezout..... 153
A. Pellet. — Sur la racine du plus petit module des équations. 155
Léon Pomey. — Analyse mathématique. — Sur les équations intégrales et intégro-différentielles non linéaires..... 158

2e Section. — *Astronomie. Géodésie. Mécanique.*

Émile Belot. — Les principes de la cosmogonie dualiste et de l'isostasie appliqués aux problèmes géologiques et à la critique des hypothèses gratuites introduites en géologie..... 163
Jean Boccardi. — Calcul de la vitesse angulaire dans le mouvement elliptique..... 174
A. Cadenat. — Projet de calendrier universel basé sur la conservation indéfinie de la semaine..... 180
René Danger. — Compensation graphique des cheminements polygonaux..... 181

M. DEHALU. — Sur les expériences de géodésie de M. Lecrenier.. 186
P. JUPPONT. — De l'inertie à la mécanique objective 189
A. LEBŒUF. — Résultats chronométriques obtenus en 1924 et comparaisons principales avec les résultats de l'année 1923.. 189
Commandant LITRE. — Les orbites képleriennes sont-elles des réalités ? 190
L. MAURY. — Essai de calendrier perpétuel..... 190
Henry MÉMERY. — Nouvelles recherches sur les variations périodiques des taches solaires indépendantes de la période undécennale..... 190
R. DE MONTESSUS DE BALLORE. — Au sujet du calcul de la probabilité des écarts 196
J. PAUWEN. — Nivellement général de l'Ourthe supérieure 197
Colonel PERRIER. — La nouvelle carte de France 199
E. PRÉVOT. — Nivellements réciproques à longue portée pour le franchissement des estuaires de fleuves 205
Louis ROY. — Sur les théorèmes de d'Alembert, du travail virtuel et de la moindre contrainte de Gauss 210
Colonel H. SÉLIGMANN. — La jonction de la triangulation des territoires d'Eupen et de Malmédy avec la triangulation belge. 214
A. VÉRONNET. — La dynamique stellaire et la structure de l'Univers 217

3e et 4e SECTIONS. — *Navigation et Aéronautique. Génie civil et militaire.*

WIDMANN. — Note relative à trois ponts suspendus construits par la Société Anonyme des forges et chantiers de la Méditerranée 220
E.-G. BARRILLON. — 1° Conditions d'équilibre des ensembles de flotteurs réunis par des liaisons élastiques 230
2° Conditions de travail des hélices propulsives placées au voisinage de la surface de l'eau 238
L. MAHL. — 1° Stabilisateur à mercure pour avion réglant la hauteur de marche, sa direction et assurant sa sécurité .. 243
3° Méthode Mahl pour effectuer des perforations très rapides et économiques ; progrès important dans la voie des recherches souterraines 243
4° Observations sur la construction des grands barrages en maçonnerie 243
BONNET. — 1° Étude technique des fleuves à marée 243
2° Rapport sur les radiers en béton armé d'écluses maritimes. 254
Léon MOISSENET. — Chaussées des routes et chemins, considérations pratiques sur le bombement désirable 258
FOILLARD. — Note sur l'application de la transmission électrique à la propulsion des navires 258
GÉO LOPPENS. — Barrage souple filtrant à étanchement automatique par colmatage 263
Dr AMANS. — Sur les rendements de petits moulins à vent..... 270
René KŒCHLIN. — Principes généraux pour l'aménagement de fleuves au double point de vue de la navigation et de l'utilisation de la force motrice 270
R.-L. SALMON. — Développement de l'emploi du béton et du béton armé dans les ouvrages sous voie ferrée 279

2e GROUPE. — **Sciences physiques.**

5e SECTION. — *Physique.*

J.-H. COBLYN. — Réflexions sur la thermodynamique 287
L. DIXSAUT. — 1° Appareil pour l'étude de la chute libre 293
2° Pendule inscripteur sur chariot 293
L.-G. DU PASQUIER. — Une méthode de Lippmann pour mesurer le temps absolu, envisagée au point de vue de la relativité. 297
Alfred TURPAIN. — 1° L'histoire de l'électrodynamomètre. Un précurseur français de Weber : le doyen Lallemand de la Faculté des Sciences de Poitiers 302
2° A propos de la théorie de la propagation des ondes électriques et des récentes mesures U. R. S. I. 305
3° A propos de l'invention du cinématographe et des précurseurs du cinéma : le physicien belge Plateau ; l'inventeur Reynaud 307
P. JUPPONT. — Essai philosophique sur la valeur physique et les méthodes de son enseignement 311
Georges GUÉBEN. — Le rayonnement des sels de potassium.... 312
Léon MOISSENET. — Le développement de l'emploi de l'Espéranto pour la téléphonie sans fil 317
Léon COUNSON. — De l'emploi de la lumière blanche dans les réfractomètres interférentiels 317
Albert NODON. — Les variations électromagnétiques et les parasites dans la téléphonie sans fil 320
F. Roos. — Les atomes dévoilés (selon Rutherford-Bohr), preuves numériques et schémas 321

6e SECTION. — *Chimie.*

Jean POUGNET. — Sur quelques actions des rayons ultra-violets (suite), modifications allotropiques des corps en état de faux équilibre 323
Georges KIMPFLIN. — La résine artificielle, son industrie en France et les industries qui s'y rattachent 327
Professeur GRIGNARD et R. STRATFORD. — Décomposition catalytique d'hydrocarbures hexahydroaromatiques et aliphatiques saturés. Contribution à l'étude du cracking des pétroles..... 334
Professeur V. GRIGNARD et R. JENKINS. — Composés organoaluminiques mixtes ; les iodures de monoéthyl et de Dethyl-Aluminium 337
Robert-D. LANCE. — Note sur la substitution de l'oxyde de carbone, comme élément de chauffage, au coke métallurgique, dans les hauts-fourneaux..... 341
Alb. COLSON. — Rôle de l'hypothèse dans la théorie de la solubilité et le déplacement de l'équilibre 344
F. Roos. — Les atomes dévoilés (selon Rutherford-Bohr)..... 350

7e SECTION. — *Météorologie et Physique du globe.*

L. CHAPTAL. — La diffusion des avertissements agricoles dans le midi de la France 353
F. ANDUZE DE SAINT-PAUL. — Abaque pour la détermination du point de rosée et de la tension de la vapeur d'eau dans l'air. 354
L. JAUMOTTE. — 1° Détermination du poids de vapeur d'eau par kilog. d'air en fonction de la température, de la pression et de l'humidité relative 358
2° Sur la technique des sondages météorologiques par avion. 361

3° Sur un cas de sursaturation intense dans l'atmosphère libre décelé par les observations faites au cours d'une ascension d'avion météorologique 361
4° Sur les résultats obtenus en Belgique dans la prévision du temps, par l'application des théories norvégiennes 361
Ch. MAURAIN. — Propagation dans le sol et dans l'air des ondes. produites par de fortes explosions 362
G. GUILBERT. — Sur la théorie des précipitations .....
E. ROTHÉ. — Les échelles employées en séismologie 364
A. HENRY. — Sur l'actinomètre d'Arago pendant l'éclipse partielle de soleil du 8 avril 1921 .....

3e GROUPE. — **Sciences Naturelles.**

8e SECTION. — *Géologie et Minéralogie.*

MINETTE D'OULHAYE. — Quelques notes sur la géologie du Congo belge 379
P. FOURMARIER. — Quelques considérations sur l'âge des terrains sédimentaires du Congo belge 380
A. RENIER. — Les tremblements de terre envisagés comme les manifestations les plus récentes des phénomènes de plissement du sol belge 382
J. PENEAU. — Le dévonien supérieur du bassin de Saint-Julien de Vouvantes 383
L. BERTRAND & L. JOLEAUD. — Esquisse géologique du pays sakalave entre la Betsiboka et la Tsiribihina et la région d'Antsirabe (Madagascar). Les gisements de charbon et de sables bitumisés de l'île 384
E. DENAYER. — Essai de coordination des données lithologiques de quelques régions sahariennes et soudanaises 386
Georges LECOINTRE et Paul LEMOINE. — Sur les graptolithes gothlandiens de la Guinée française 387
H. BUTTGENBACH. — Note sur les minéraux de Sidi Amor ben Salem (Tunisie) 388
P. FOURMARIER. — Les dernières ondulations du sol de la Belgique et les terrasses de la Meuse 389
G. COURTY. — Sur la formation de la pénéplaine des Flandres.. 390
Serge GLINKA. — Sur les roches contenant le corindon du district de Karkaralinsk (Sibérie occidentale) 390
Suzanne LECLERCQ. — Premières observations sur la structure anatomique des végétaux du houiller belge 391
Armand RENIER. — Quelques remarques sur les bothrodendrées. 392
Mlle M.-A. LEFÈVRE. — Un aspect de la topographie des environs de Louvain 393
P.-L. MICHOTTE. — Essai de carte lithologique du sous-sol de la Belgique. 394
Henri LAGOTALA. — Le Néowurmien et les dépôts quaternaires du bassin du lac de Genève 394
ANTEN et CHARLES. — Variations du faciès du bruxellien 395
P. FOURMARIER et M. LEGRAYE. — Les courbes isoanthracitiques dans le bassin de Liége. 397
F. KAISIN. — La Faille de Charlemont et les phénomènes du charriage en Belgique 398
BELLIERE. — Communication relative à un fossile du Couvinien belge. 398

Colonel HENRY. — Études géologiques dans la province orientale du Congo belge 398
L. JOLEAUD. — Sur l'origine des cassures africaines..... 399
LECRENIER. — Expériences de géogénie 401
VAN ESBROECK. — Un diagramme chimico-minéralogique pour comparer les analyses des roches éruptives 402

9e SECTION. — *Botanique.*

Joseph COULOUMA. — Flore de Ceilhes et de la haute vallée de l'Orb. 405
Paul BERTRAND. — Importance des phénomènes de coalescence pour l'édification du corps des végétaux vasculaires..... 410
L. BLARINGHEM. — Hybrides et mutantes de primevères *Primula officinalis* Scop et *Pr. Vulgaris* Hudson..... 418
E. DE WILDEMAN. — Nos progrès dans la connaissance de la flore congolaise 423
Hyacinthe LONAY. — Sur la présence de bourgeons adventifs sur les pétioles d'*Haemanthus* et leurs rapports anatomiques avec ces pétioles 425
Jean FRIEDEL. — Fleurs anormales d'*Asperula odorata* L., présentant le type 3 au lieu du type 4 normal ; simples remarques sur quelques anomalies de symétrie florale 436
G. ARNAUD. — La distribution géographique des champignons astérinoïdes (asterina, meliola, érysiphées, etc.) et le climat.. 440
Mme G. ARNAUD. — Sur les formes parfaites des champignons du genre *Sphæropsis*, parasite des arbres fruitiers 444
René VANDENDRIES. — Les résultats acquis au sujet de la sexualité des basidiomycètes 447
Ray. BOUILLENNE. — *Iriartea exorrhiza.* Mart. Palmier amazonien 453
Armand MONOYER. — Contribution à l'anatomie des palmiers. 458

10e SECTION. — *Zoologie, anatomie et physiologie.*

Dr Jacques PELLEGRIN. — Les mormyridés du bassin du Congo. 463
F. CARPENTIER. — Une chenille anormale d'*Acherontia atropos*.. 466
Commandant CAZIOT. — 1° Sur le genre *Bulinus* d'Adanson.... 469
2° Les myriapodes du département des Alpes-Maritimes ... 471
Charles PÉREZ. — Sur la transformation des formes cryptonisciennes en mâles chez les bopyriens 472
R. ANTHONY et Mlle F. COUPIN. — Note préliminaire sur les sinus et les cornets nasaux de l'Okapi (*Okapia Johnstoni* Sclater)... 474
Dr Léon JAMES. — Le laboratoire biologique du lac d'Orédon (Hautes-Pyrénées) 477
Dr Marcel BAUDOUIN. — Croissance des canards sauvages en captivité 480
Georges TEISSIER. — Nature et destinée dans l'ontogénése du pigment noir-gris des œufs de *Clava squamenta*..... 481
P. SPEHL. — Quelques variations de la glycémie chez le cobaye. 482
F. VILLEMIN. — Les notions anatomiques nouvelles sur le duodenum et leurs applications fonctionnelles 494
Jacques ROSKAM. — Quelques aspects nouveaux de la physiologie des globulins (plaquettes de Bizzozero) 494
IDE. — Le système nerveux métasympathique 501
J. DEMOOR. — Le rythme du cœur 504
Edgard ZUNZ. — Le métabolisme de base 508
Dr Henri DE WAELE. — Les phénomènes de choc 512

11e SECTION. — *Anthropologie.*

L. FRANCHET. — La poterie dite dolménique 521
G. COURTY. — Autour des pétroglyphes préhistoriques considérés comme des prototypes d'écriture idéographique en Europe ... 524
Henri MARTIN. — Traces de décarnisation sur les os d'animaux débités à l'époque solutréenne, vallée du Roc (Charente)..... 526
Émile SCHMIT. — Couronnes mortuaires ou couronnes de mariées. 532
Dr Marcel BAUDOUIN. — La pierre (menhir) à sculptures de la Barre du Mont 534
Alphonse AYMAR. — Industrie lithique des environs d'Aurillac (Cantal) morphologie de types spéciaux 535
G. HUBERT, A. LÉVEQUE. — Le dépôt de haches votives de Saint-Cyr en Pail (Mayenne) 537
E. PASSEMARD. — Un objet phalloïde en os de la caverne d'Isturitz (Basses-Pyrénées)..... 540
A. DE MORTILLET. — 1° A propos d'un tranchet en pierre de provenance sicilienne..... 542
2° Quelques pièces néolithiques du Cap Blanc (Mauritanie).. 543
3° Cornes en terre cuite découvertes en Sicile 545
Capitaine OCTOBON. — Le Tardenoisien français et le Tardenoisien belge..... 548
Léon COUTIL. — Cachette de l'âge du bronze III découverte à Longchamps, près Étrépagny (Eure) 552
G. LAPIERRE. — Les sépultures gauloises de Courtavant (Aube) . 554
M. FLORENCE. — L'âge du bronze en Loir-et-Cher..... 559
René LE COMTE. — Les Basques sont-ils des Ougro-Finnois ?.. 563
Maurice PIROUTET. — Sur des pénétrations ou invasions dans nos régions à l'âge du Bronze 564
L. MANOUVRIER. — Documents craniométriques sur 16 crânes égyptiens préhistoriques ou archaïques provenant des fouilles de M. de Morgan 567
Abbé H. BREUIL. — Harpons aziliens peu connus trouvés en France..... 572
P. RIVET. — Interprétation ethnographique de deux objets préhistoriques..... 577
Dr Marcel BAUDOUIN et A. BOULAND. — Contribution à la radiographie de maxillaires préhistoriques, étude de quelques radiographies d'os de l'âge de la pierre polie..... 582

SOUS-SECTION. — *Histoire et Archéologie.*

Florent PHOLIEN. — 1° L'Horlogerie dans l'ancien Pays de Liége 583
2° La verrerie dans l'ancien Pays de Liége 588
3° La faience dans l'ancien Pays de Liége 590
Dr Marcel BAUDOUIN. — L'orientation des églises : orient de printemps et orient d'hiver 591

12e SECTION. — *Sciences médicales.*

Jean FIRKET. — Contribution à l'étude des facteurs réglant le mécanisme d'expulsion des globules rouges dans le courant sanguin 593
Dr RAPPIN. — Vaccination et vaccinothérapie de la tuberculose. 600
Dr Pierre BARBIER. — Étude clinique et expérimentale des orchidées-iridiées dans le traitement de la tuberculose 604

Professeur A. DEPAGE. — Comment s'organise en Belgique la lutte contre le cancer 605
Dr Léon ABRAMOVITSCH. — La consultation des nourrissons au sein de la dépopulation 611
Dr Adrien LOIR. — Thérapeutique et voyage au long cours, climat marin et climat maritime 611
Charles ROLLAND. — Action des lipoïdes sur le bacille tuberculeux 612
Dr E. DELCOURT-BERNARD. — Plaquettes sanguines, mïcrobes et sang circulant 613
L. MARTY. — Parasitisme des cancers 617
Dr BIGWOOD. — La concentration en ions H du sang, sa constance et l'entretien de la neutralité humorale 618
Lucien DAUTREBANDE. — Le *p*H, excitant du centre respiratoire. 627

13e SECTION. — *Electrologie et Radiologie médicale.*

L. BOUCHACOURT. — Un cas de Radiodiagnostic de lithiase du canal cholédoque 637
MIRAMOND DE LAROQUETTE. — Expériences sur l'action de diverses qualités de rayons X sur la vie et le développement de *Rana temporaria* 639
René GAUDUCHEAU. — Action favorable de la diathermie sur certaines arthrites subaiguës 644
Dr ARCELIN. — 1° Les altérations de la selle turcique consécutives aux anévrysmes artérioso-veineux du sinus caverneux. 646
2° Les sélecteurs d'onde sur interrupteurs à mercure et bobine 646
GUNSETT, VAUCHER, SICHEL et WEIGEL. — Quelques maladies rares du sang traitées par radiothérapie de la rate (hémophylie) anémie grave, polyglobulie 647
Dr A. GUNSETT. — Les effets dangereux des grosses doses données en peu de temps. Les petites doses ont-elles un effet pernicieux ? Excitent-elles la croissance d'un néoplasme ?..... 648
LUBOSHEZ. — L'action des rayons durs et des rayons mous en radiographie 653
Dr Paul FRANCOIS. — De l'emploi des bains généraux de lumière artificielle par les lampes à arc voltaïque dans le traitement des tuberculoses cutanées, ganglionnaires et ostéo-articulaires . 653
DE NOBELE. — La talalgie et son traitement 661
Dr BOINE. — Rœntgenthérapie des sciatiques 662
Dr SLUYS. — Radiothérapie profonde des tumeurs du médiastin. 663
R. PROUST et Lucien MALET. — L'unité D (Dominici) dans les tissus ; sa notation dosimétrique 664
MATHEY-CORNAT. — 1° Le traitement palliatif des métastases abdominales carcinomateuses. 664
2° Hyperazotémie consécutive aux irradiations 665
3° Du traitement des angiomes par le radium 665
Dr GUILBERT. — Action des rayons X sur quelques ferments organiques et cellulaires 666
Dr JUARISTI. — L'épilation par la radiothérapie semi-pénétrante. 673
MIRAMOND DE LAROQUETTE. — La dose d'érythème ou d'épilation temporaire. — Sa mesure ionométrique. — Quantités incidentes et quantités absorbées pour des rayons de diverses longueurs d'ondes 674

Dr Marcel JOLY. — L'homogénéité des doses dans la masse et dans le temps en radiothérapie profonde 679
Dr A. MORLET et Dr R. CASMAN. — Emploi de la paraffine en radiothérapie profonde 691
Iser SALOMON. — Les unités quantitométriques en roentgenthérapie 694
Georges GUÉBEN. — Le rayonnement du potassium 701
Dr Maurice D'HALLUIN. — 1° Suite des observations présentées l'an dernier comme exemples de guérisons prolongées obtenues par les radiations. 706
2° Tout en utilisant les radiations, songeons à leur mode d'action et n'oublions pas les thérapeutiques complémentaires. 708
Dr DECLAIRFAYT. — La Pyogenese aseptique artificielle auxiliaire des radiations pénétrantes dans la thérapeutique du cancer.. 712
Dr F. DELPORTE et Dr Jean CAHEN. — Technique nouvelle de la pose extra-péritonéale de radium par voie para-iliaque 716
NEUMAN. — Traitement radio-chirurgical des cancers du rectum ; premiers résultats 717
Dr H. COUTARD. — Note préliminaire sur la radiographie du larynx normal et du larynx cancéreux..... 719
Dr Armand DELILLE et Dr DARBOIS. — Diagnostic radiologique de la dilation des bronches chez l'enfant 720
Drs JAULIN et LIMOUZI. — 1° Résumé d'une observation d'enchondiome avec radiographie 722
2° Résumé sur une observation de luxation métacarpo-phalangienne complète en arrière des quatre derniers doigts.. 723
A. GUNSETT et D. SICHEL. — 1° Nouveau cas de radiographies du carrefour duodénal contrôlés par l'opération 723
2° La radiographie des sinus postérieurs par film intrabuccal. 724
Dr Étienne HENRARD. — Les subluxations de l'épaule méconnues. 725
Dr BOURGUIGNON. — 1° La chronaxie dans les états de contracture et de rigidité musculaire d'origine centrale ou périphérique 726
2° Traitement de la paralysie faciale périphérique basé sur l'étude de la chronaxie 726
Dr A. FAUCONNIER. — Un tube à rayons X auto-protecteur : le tube Philips métalix 726
L. DELHERM et Robert CHAPERON. — Le syndrome radiologique de l'hypertension aortique 732
Dr J. MURDOCH. — Essai de standardisation de la technique de l'examen du rein, de la vésicule, de la région lombo-sacrée et de l'articulation coxo-fémorale 734
Géo VERLIAC et V. ROCCA. — L'électro-vibreur du professeur Bergonié en clientèle de dispensaire 736
Dr MONTIES. — Sur l'examen du duodénum chez l'enfant normal par la radioscopie 737
Dr LEDOUX et Dr PAQUET. — Contribution à l'exploration radiologique du médiastin 738
Dr HANRIOT. — Présentation d'un masque protecteur 742
Dr A. BÉCLERE. — Calculs de la vésicule et du cholédoque : projection de films 742
Professeur J. BERGONIÉ. — Quatre cas de cancer guéris depuis dix ans par la radiothérapie 743
JEANNENEY et MATHEY-CORNAT. — 1° Quelques aperçus sur la chirurgie palliative du cancer suivie de radiothérapie 744

2° Cancer mammaire et perméation pariétale 745
JEANNENEY. — Sur les résultats du traitement radio et radium-thérapique des néoplasmes du col au Centre contre le cancer de Bordeaux et du Sud-Ouest..... 746
Dr P. ANGEBAUD. — De la protection du radiologiste et des moyens de protection 747
LAQUERRIERE et DELHERM. — Quelques réflexions cliniques sur l'introduction électrolytique médicamenteuse 753
Dr FOVEAU DE COURMELLES. — Les rayons X et le radium dans le traitement des fibrômes 754
Dr H. BORDIER. — État actuel des trois premières fibromateuses guéries depuis 15 ans par la radiothérapie 761
C.-M. ROQUES et J. DUPAS. — Étude radiographique sur le développement du squelette du coude de l'enfant normal..... 765
C.-M. ROQUES et MOLLANDRIN DE BOISSY. — Étude radiographique sur le développement du squelette du poignet et de la main chez l'enfant normal 766
C.-M. ROQUES et M. DUMAIL. — Étude radiographique sur le développement du squelette du cou de pied et du pied de l'enfant normal. 768
G. PETGES et C.-M. ROQUES. — Le traitement des teignes par la méthode de Kienbock-Adamson, à l'Hôpital des enfants de Bordeaux 769
Dr CHUITON et KERGROHEN. — 30 cas de sciatique dite rhumatismale aiguë traités avec succès par les applications combinées de radiothérapie, de diathermie ou de courant galvanique. 770
Drs CHUITON, KERGROHEN et PHILIPPON. — Guérison rapide (en 6 mois) d'un cas de poliomyélite aiguë compliqué de séquelles graves 776

14e SECTION. — *Odontologie.*

H. DE LA TOUR. — Les radiographies extra-buccales dans le cabinet dentaire 779
Dr Léo MAC SON. — L'odontologie chez les enfants..... 782
Dr WATRY. — Les éléments économiques et psychologiques dans la thérapeutique radiculaire 785
Dr THIBONNEAU. — Les différentes méthodes de radiographie dentaire et leurs indications respectives 791
Dr Maurice ROY. — Les sinusites pyorrhéiques 794
Dr L.-F. REGNART. — Traitement des sinusites d'origine dentaire par l'oxygène 798
Chactas HULIN. — Essai sur l'étiologie de la pyorrhée 801
W. BRODHURST. — La formadermine en art dentaire 804
Dr Marcel DARCISSAC. — Nouvelle instrumentation et technique pour l'enregistrement intra-buccal des rapports individuels d'articule et leur reproduction précise sur un articulateur spécial 809
Dr FRISON, G. DE LIBOUTON et Mlle GUÉRICOLAS. — Résultats obtenus au cours de la première année de fonctionnement du service de vaccinothérapie à l'école odontotechnique de Paris. 812
CHARLET et DE CROES. — Anomalies dentaires par diminution. Leur traitement 816
E. LEBRUN. — Anomalies dento-maxillaires 823
Cyrus-N. FAY. — Bridge à pivots vissés 826

Dr Lévy. — La conservation des pulpes sous les couronnes et travaux à pont, d'après une expérience de 20 ans..... 831
Dr Bousquet. — Importance croissante de la prophylaxie buccale dans la pratique courante 838
Dr E. Cadenat. — Bourgeon incisif, tubercule incisif, os incisif, région incisive 842
G. Viau. — Le manuscrit de Pierre Fauchard 846
Dr Pitsch. — Méthode de dévitalisation et d'obturation des dents en une séance 851
F. Fabret. — Démonstration pratique de l'avulseur 852
Dr Siffre. — Inaptitude dentaire des préhistoriques 854
Note sur la topographie apicole 855

15e Section. — *Sciences pharmaceutiques.*

J. Breugelmans. — La pharmacie, son passé, son avenir..... 857
F. de Myttenaere. — Le contrôle officiel des arsénobenzènes. 869
D.-C. Tamisier et R.-M. Gattefossé. — Considérations sur l'action antitoxique des huiles essentielles et sur la nécessité de leur présence dans les extraits pharmaceutiques 875
Albert Schamelhout. — Moyen simple et pratique d'utiliser les points de fusion pour le contrôle des médicaments..... 875
Charles Pottiez. — *Monas bipigmentaria*, une nouvelle espèce monadienne urinaire 880
A. Sartory et L. Maire. — Recherches sur le genre *Nyctalis*, Fr. 881
Joseph Coulouma. — Valeur des digitales de Ceilhes et de la région d'après leur teneur en digitaline 893
L. Delestrac. — Amandes douces et amandes amères 896
Y. Volmar et E. Reeb. — Sur un principe nouveau isolé du polypode de chêne, la polypodine 897

16e Section. — *Psychologie expérimentale.*

Dr O. Decroly. — Les tests collectifs et leurs applications à la pratique éducative. 901
F. Duffieux. — Organisation de l'Office d'orientation professionnelle par la Chambre des Métiers de la Gironde et du Sud-Ouest 906
A.-G. Christiaens. — L'orientation professionnelle à Bruxelles. 913
Gaston Papy. — L'orientation professionnelle 916
José Drabs. — 1° Une méthode psychographique 919
2° Application de la méthode psychographique 922
3° Un type de contrôle de fiches professionnelles..... 927
R.-L. Buyse. — 1° Pour une notion psychotechnique de l'intelligence 931
2° A propos de la sélection des mieux doués 933
Dr Vermeylen. — Examen mental pour la méthode psychographique 936
Gérard Boon. — Comment améliorer le rendement actuel de l'enseignement primaire par la sélection et le classement des écoliers 938
Marcel Foucault. — Mesure de la puissance propre des images. 944
Henri Piéron. — La notion de perception 947

17e Section. — *Biogéographie.*

Lucien Berland. — Essai sur l'histoire ancienne de la Nouvelle Calédonie d'après les araignées actuelles 949

A. GUILLAUMIN. — Le peuplement botanique de la Nouvelle-Calédonie 953
Louis ROULE. — Le thermotropisme dans la migration de l'alose. 954
Ray. BOUILLENNE. — Note sur les savanes équatoriales du Bas-Amazone 957
A. VANDEL. — La spanandrie géographique 964
Louis GERMAIN. — La faune des Iles Sandwich 966
P. LESNE. — Caractères bostrychologiques de la région guinéenne. 969
E. DE WILDEMAN. — La forêt tropicale congolaise. — Sa régression, sa transformation, sa distribution actuelle 971
L. CHOPARD. — La distribution géographique des *Blattinæ* aptères ou subaptères *(orth. Blattinæ)* 975
Louis FAGE. — Remarques sur la distribution géographique des araignées marines *Desis, Desidiopsis* 977
Raymond POISSON. — Quelques remarques sur la distribution géographique de certains hémiptères aquatiques 982
R. LEGENDRE. — Abondance croissante du *Nephrops norvegicus* sur la côte sud de Bretagne 987
Aug. CHEVALIER. — Le rôle joué par les migrations humaines dans la répartition actuelle de quelques végétaux 990
E. ROUBAUD. — La réactivation climatique et la distribution géographique des espèces 996
G. PETIT. — Remarques sur la distribution géographique des siréniens. 1002

18e SECTION. — *Agronomie.*

V. LATHOUWERS. — Variations spéltoïdes apparues dans les lignées pures de froment et d'épeautre 1009
W. RUSSELL. — Cas de gigantisme chez. *Avena sativa* 1014
E. MIÉGE. — De quelques caractères secondaires pouvant servir à la distinction des « sortes » dans les orges cultivées 1015
P. MARSAIS. — Maladie de l'esca 1020
E. MARCHAL. — 1° De l'emploi du carbonate de cuivre en poudre pour la désinfection du grain de froment dans la lutte contre la carie 1021
2° De la prétendue existence en Belgique de l'*Endothia parasita* du châtaignier. 1023
J. BEAUVERIE. — Quelques observations sur les rendements de diverses variétés de blés 1025
V. DUCOMET. — Quelques aperçus sur la dégénérescence de la pomme de terre 1028
L. CHAPTAL. — 1° La météorologie agricole et la prévision des rendements 1032
2° La diffusion des avertissements agricoles dans le Midi de la France 1038
J. MARCQ. — Application de la génétique à la pratique avicole. 1041
Pierre LARUE. — 1° Lexique agrologique 1049
2° Pour l'échantillonnage d'une carte agronomique 1052
3° Faciés sylvophobes 1052
Marcel BERTRAND. — L'enseignement élémentaire et la vulgarisation agricole doivent être pratiqués et donner plus d'attention aux résultats économiques de l'industrie agricole 1053
Fl. MAT. — L'enseignement professionnel agricole en Belgique. 1053

19e SECTION. — *Géographie.*

Aucun mémoire n'a été remis au Secrétariat.

20e SECTION. — *Economie politique et statistique.*

Pasteur A. REY. — La famille normale minimum 1063
Commandant DU BOBÉRIL. — 1° Les restrictions à la libre disposition des capitaux 1068
2° L'équilibre budgétaire 1069
Alfred MICHA. — La participation du personnel dans les bénéfices. 1071
Augustin REY. — Influence du libre échange sur le problème de l'habitation économique 1078
Léon MOISSENET. — Le commerce international. Expansion des relations commerciales internationales par l'emploi de l'Esperanto 1083

21e SECTION. — *Pédagogie et Enseignement.*

Georges LAPIERRE. — L'enseignement scientifique à l'école primaire 1085
Jules GOFFART. — La méthode scientifique 1089
TORTILLET, JEULIN, BELLET, SECTION PÉDAGOGIQUE VAROISE, BOURSIN, JACQUET, COINTRE, ROZES, PECH. — Application de la méthode d'observation à l'enseignement scientifique dans les écoles 1092
SECTION PÉDAGOGIQUE VAROISE. — Monographie de l'olivier 1093
JACQUET. — Monographie du pin maritime 1096
L. DUMAS. — Plaidoyer en faveur de l'histoire 1105
F. RONGAU. — 1° L'enseignement de l'histoire à l'école primaire. 1111
2° Sondage des Connaissances historiques acquises par les élèves fréquentant les écoles primaires élémentaires d'une région rurale 1115
P. BOURSIN. — Sur la nécessité de maintenir l'histoire à l'école primaire et sur l'orientation à donner à son enseignement.. 1125
G. LAPIERRE. — Un programme d'histoire régionale pour les écoles de Paris et de la région parisienne..... 1128
Ch. BRUNEAU. — L'école active et l'école primaire publique en France 1132
Dr O. DECROLY. — La fonction globalisatrice dans l'enseignement de l'écriture 1136
Dr René LEDENT et Lucien WELLEN. — L'attention et la gymnastique respiratoire 1138
Dr Félix REGNAULT. — La leçon d'actes..... 1140
Dr GOMMES. — L'enseignement ménager moderne dans la prophylaxie de la fatigue ménagère 1142

SOUS-SECTION. — *Linguistique. Philologie et graphistique.*

Orthographe des parlers locaux : MM. BENEZET, SIMON PALAY, P. CONVERT, BOURCHENIN, J. DELPONT, GANDILLON GENS D'ARMES, B. SARRIEU, M. PELLISSON, G. LAPORT, Mme Génina CLAPIER, MALVEZIN, J. BONNAFOUS, L. DAVILLE 1151
VARINARD DES COTES. — Application médicale de l'écriture, Graphothérapie 1155
Léon MOISSENET. — L'Espéranto 1157
ROLLET DE L'ISLE. — Méthode d'enseignement de l'Espéranto. 1162

22e SECTION. — *Hygiène et Médecine publique.*

Eugène FOUARD. — La réalisation pratique de l'ultrafiltre à membrane de collodion, appliqué à la stérilisation absolue de l'eau et des liquides aqueux..... 1163

CONFÉRENCES.

Conférences faites à Paris.

P. IDRAC. — Études expérimentales sur le vol des vautours et des albatros 1169
Le Père Pierre TEILHARD DE CHARDIN. — Le pays des Ordos.. 1189
Armand RENIER. — Comment se sont formées les houilles du bassin franco-belge 1189

Conférence faite à Grenoble.

Paul RAZOUS. — La fabrication du charbon de bois par des moyens mécaniques et son utilisation par les gazogènes..... 1190

TABLE ANALYTIQUE

Abramovitsch (Dr L.). — La consultation des nourrissons au sein et la dépopulation, p. 611.
Acherontia atropos (Chenille anormale d'), p. 466.
Actinomètre d'Arago, p. 371.
Aéronautique, p. 221.
Age du Bronze (L') en Loir-et-Cher, p. 558.
Age du Bronze III (Cachette de l'), p. 552.
Age du Bronze (sur des pénétrations dans nos régions à l'), p. 564.
Agronomie, p. 1009.
Algèbre. Analyse, p. 123.
Amandes douces et amandes amères, p. 896.

Amans (Dr). — Sur les rendements de petits moulins à vent, p. 270.
Aménagement de fleuves, p. 270.
Analyse indéterminée, p. 101, 121.
Analyse infinitésimale (sur l'opportunité d'une histoire de l') au XVIIe siècle, p. 75.

Anduze de Saint-Paul (F.). — Abaque pour la détermination du point de rosée et de la tension de la vapeur d'eau dans l'air, p. 354.
Anémie grave, p. 647.

Angebaud (Dr P.). — De la protection du radiologiste et des moyens de protection, p. 747.
Angiomes (Traitement des), par le radium, p. 665.
Anomalies dentaires par diminution, p. 816.
Anomalies dento-maxiliaires, p. 823.
Anten. — Variations du faciès du Bruxellien, p. 395.

Anthony (R.). — Note préliminaire sur les sinus et cornets nasaux de l'Okapi, p. 474.
Anthropologie, p. 521.
Antsirabe (Esquisse géologique de la région d'), p. 384.

Arcelin (Dr). — Les altérations de la selle turcique consécutives aux anévrysmes artérioso-veineux du sinus caverneux, p. 646.
— Les sélecteurs d'onde sur interrupteurs à mercure et bobine, p. 646.
Archéologie, p. 583.

Armand-Delille (Dr). — Diagnostic radiologique de la dilatation des bronches chez l'enfant, p. 720.

Arnaud (G.). — La distribution géographique des champignons astérinoïdes et le climat, p. 440.

Arnaud (Mme G.). — Sur les formes parfaites des champignons du genre *sphæropsis* parasite des arbres fruitiers, p. 444.
Apicole (Topographie), p. 856.
Araignées marines. Desis Desidiopsis (Remarques sur la distribution géographique des), p. 977.
Arsénobenzènes (Le contrôle officiel des), p. 869.
Arthrites subaiguës (Action de la diathermie sur certaines), p. 644.
Assemblée générale (Paris, 7 janvier 1924), p. 1.
Assemblée générale (Liége, 28 juillet 1924), p. 3.
Assemblée générale (Liége, 2 août 1924), p. 4.
Astronomie, p. 164.
Atômes dévoilés, p. 320, 350.
Attention (L'), p. 1138.

Aubry (A.). — Note sur son manuscrit remis à la bibliothèque de Louvain, p. 77.
— Questions d'analyse indéterminée, p. 121.
— Figuration des résidus des nombres complexes, p. 128.
— Théorie et usage des inégalités, p. 134.

Aubry (Léon). — Solution complète en nombres entiers de l'équation $X^4 + Y^4 = 172^2$, p. 116.

Avertissements agricoles (Diffusion des), pp. 351 et 1038.

Avion météorologique, p. 361.

Avulseur (Démonstration pratique de l'), p. 852.

Aymar (Alphonse). — Industrie lithique des environs d'Aurillac. Morphologie de types spéciaux, p. 535.

Bacille tuberculeux (Action des lipoïdes sur le), p. 612.

Baidaff (Dr Bernardo Ig.). — Historique et présentation de la « Revista de Matematicas y fisicas elementales), p. 77.

Barbette (E.). — Sur la détermination des racines incommensurables d'une équation algébrique à coefficients réels, p. 140.

Barbier (Dr P.). — Etude clinique et expérimentale des orchidées-iridiées dans le traitement de la tuberculose, p. 604.

Barrages en maçonnerie (Construction des grands), p. 243.

Barrage souple filtrant à étanchement automatique par colmatage, p. 263.

Barrillon (E.-G.). — Conditions d'équilibre des ensembles de flotteurs réunis par des liaisons élastiques, p. 230.
— Conditions de travail des hélices propulsives placées au voisinage de la surface de l'eau, p. 238.

Basidiomycètes (Sexualité des), p. 447.

Basques (Les) sont-ils des Ougro-Finnois, p. 563.

Baudouin (M.). — Contribution à la radiographie des maxillaires préhistoriques. Etude de quelques radiographies d'os de l'âge de la Pierre Polie, p. 582.
— Croissance des canards sauvages en captivité, p. 480.
— L'orientation des églises : orient de printemps, orient d'hiver, p. 591.
— La pierre à sculptures de la Barre du Mont, p. 534.

Beauverie (J.). — Quelques observations sur les rendements de diverses variétés de blés, p. 1025.

Béclère (Dr A.). — Calculs de la vésicule et du cholédoque, p. 742.

Beeger (Dr N.-G.-W.-H.). — Sur la congruence $2^{p-1} = 1 \pmod{p^2}$, et le dernier théorème de Fermat, p. 105.

Bellet. — Monographie du maïs, p. 1093.

Bellière. — Sur un fossile du Couvinien belge, p. 398.

Belot (Emile). — Les principes de la cosmogonie dualiste et de l'isostasie, appliqués aux problèmes géologiques et à la critique des hypothèses gratuites introduites en géologie, p. 164.

Bergonié (Prof. J.). — Quatre cas de cancer guéris depuis 10 ans par la radiothérapie, p. 743.

Berland (L.). — Essai sur l'histoire ancienne de la Nouvelle-Calédonie d'après les araignées actuelles, p. 949.

Bertrand (L.). — Esquisse géologique du pays sakalave entre la Betsiboka et la Tsiribihina et de la région d'Antsirabe. Les gisements de charbon et de sables bitumisés de l'île, p. 384.

Bertrand (M.). — L'enseignement élémentaire et la vulgarisation agricole doivent être

pratiques et donner plus d'attention aux résultats économiques de l'industrie agricole, p. 1053.

Bertrand (P.). — Importance des phénomènes de coalescence pour l'édification du corps des végétaux vasculaires, p. 410.

Béton et Béton armé (Emploi du) *dans les ouvrages sous voie ferrée*, p. 279.

Bezout (Sur le résultat de), p. 153.

Bigwood (Dr). — La concentration en ions H du sang, sa constance et l'entretien de la neutralité humorale, p. 618.

Biogéographie, p. 949.

Blaringhem (L.). — Hybrides et mutantes de primevères, p. 418.

Blattinæ aptères ou subaptères (La distribution géographique des), p. 975.

Blé (Le) *en Beauce*, p. 1093.

Blés (Rendements de diverses variétés de), p. 1025.

Bloch (A.). — Sur les fonctions à point essentiel isolé, p. 135.

Boberil (Commandant du). — Les restrictions à la libre disposition des capitaux, p. 1068.

— L'équilibre budgétaire, p. 1069.

Boccardi (J.). — Calcul de la vitesse angulaire dans le mouvement elliptique, p. 174.

Boine (Dr). — Roentgenthérapie des sciatiques, p. 662.

Bonnet. — Etude théorique des fleuves à marée, p. 243.

— Rapport sur les radiers en béton armé d'écluses maritimes, p. 254.

Boon (G.). — Comment améliorer le rendement actuel de l'enseignement primaire par la sélection et le classement des écoliers, p. 938.

Bopyriens (Transformation des formes cryptonisciennes en mâles chez les), p. 472.

Bordier (Dr H.). — Etat actuel des trois premières fibromateuses guéries depuis 15 ans par la radiothérapie, p. 761.

Bosmans (H.). — Sur l'opportunité d'une histoire de l'analyse infinitésimale au XVII^e^ siècle, p. 75.

Botanique, p. 405.

Bothrodendrées (Quelques remarques sur les), p. 392.

Bouchacourt (L.). — Un cas de radiodiagnostic de lithiase du canal cholédoque, p. 637.

Bouillenne (R.). — *Iriartea Exorrhiza* Mart. Palmier amazonien, p. 453.

— Note sur les savanes équatoriales du Bas-Amazone, p. 957.

Bourgeons adventifs sur les pétioles d'Haemanthus, p. 425.

Bourgeon incisif, tubercule incisif, os incisif, région incisive, p. 842.

Bourguignon (Dr). — La chronaxie dans les états de contracture et de rigidité musculaire d'origine centrale ou périphérique, p. 726.

— Traitement de la paralysie faciale périphérique basé sur l'étude de la chronaxie, p. 726.

Boursin. — Le blé en Beauce, p. 1093.

Boursin (P.). — Sur la nécessité de maintenir l'histoire à l'école primaire et sur l'orientation à donner à son enseignement, p. 1125.

Bousquet (Dr). — Importance croissante de la prophylaxie buccale dans la pratique courante, p. 838.

Bousquet (M.). — Sur l'économie mathématique de V. Pareto, p. 73.

Breugelmans (J.). — La pharmacie, son passé, son avenir, p. 857.

Breuil (Abbé H.). — Harpons aziliens peu connus trouvés en France, p. 572.

Bridge à pivots vissés, p. 826.

Brocard (Sept lettres de Th. Pépin adressées à H. Brocard, p. 68.

Brodhurst (W.). — La formadermine en art dentaire, p. 804.

Bronches (Diagnostic radiologique de la dilatation des) chez l'enfant, p. 720.

Bruneau (Ch.). — L'école active et l'école primaire publique en France, p. 1132.

Bruxellien (Variations du facies du), p. 395.

Bulinus d'Adanson, p. 469.

Buttgenbach (H.). — Note sur les minéraux de Sidi Amar Ben Salem (Tunisie), p. 388.

Buyse (R.-L.). — Pour une notion psychotechnique de l'intelligence, p. 931.

— A propos de la sélection des mieux doués, p. 933.

Cachettes de l'Age du Bronze III, à Longchamps, p. 552.

Cadenat (A.). — Contribution à l'étude des formes algébriques qui se reproduisent par la multiplication, p. 114.

— Projet de calendrier universel basé sur la conservation indéfinie de la semaine, p. 180.

Cadenat (Dr E.). — Bourgeon incisif, tubercule incisif, os incisif, région incisive, p. 842.

Cahen (Dr J.). — Technique nouvelle de la pose extrapéritonéale de radium par voie parailiaque, p. 716.

Calculs de la vésicule et du cholédoque, p. 742.

Calendrier perpétuel, p. 190.

Calendrier universel, p. 180.

Campine (Introduction à la conférence de M. R. Lecomte sur « la mise à fruit du bassin houiller de la Campine », p. 53.

Campine (La mise à fruit du bassin houiller de la),p. 57.

Canards sauvages (Croissance des) en captivité, p. 480.

Cancer (Chirurgie palliative du) suivie de radiothérapie, p. 744.

Cancer (Lutte contre le) en Belgique, p. 605.

Cancer mammaire, p. 745.

Cancers (Parasitisme des), p. 617.

Cancer (La pyogenèse aseptique artificielle auxiliaire des radiations pénétrantes dans la thérapeutique du), p. 712.

Cancer (Quatre cas de) guéris depuis 10 ans par la radiothérapie, p. 743.

Cancers du rectum (Traitement radio-chirurgical des), p. 717.

Candido. — Contribution à l'étude des fonctions V_n et U_n de Lucas, p. 106.

— Présentation du journal « La Matematica elementare, p. 77.

Cantor-Bernstein (Sur le théorème de), p. 144.

Cap Blanc (Pièces néolithiques du), p. 543.

Capitaux (Les restrictions à la libre disposition des), p. 1068.

Caractères bostrychologiques de la région guinéenne, p. 969.

Carbonate de cuivre (Emploi du) pour la désinfection du grain, p. 1021.

Carpentier (F.). — Une chenille anormale d'*Acherontia atropos*, p. 466.

Carrefour duodénal (Cas de radiographies du) contrôlés par l'opération, p. 723.

Carte agronomique (Pour l'échantillonnage d'une), p. 1052.

Carte de France (La nouvelle), p. 199.

Carte lithologique (Essai de) du sous-sol de la Belgique, p. 394.

Casman (Dr R.). — Emploi de la paraffine en radiothérapie profonde, p. 691.

Cassures africaines (Sur l'origine des), p. 399.

Caziot (Commandant). — Sur le genre *Bulinus* d'Adanson, p. 469.

— Les myriapodes du département des Alpes-Maritimes, p. 471.

Centre de courbure (Construction du) des développées des courbes triangulaires symétriques, p. 84.
Centre respiratoire (Le pH excitant du), p. 627.
Champignons astéroïdes (La distribution géographique des) et le climat, p. 440.
Champignons du genre sphæropsis, p. 444.
Chanzy (L.). — Traduction de l'ouvrage de Stewart : Some general theorems of considerable use in the higher parts of Mathematics, p. 70.
— Sur un ouvrage de Stewart, p. 70.
Chaperon (R.). — Le syndrome radiologique de l'hypertension aortique, p. 732.
Chaptal (L.). — La météorologie agricole et la prévision des rendements, p. 1032.
— Diffusion des avertissements agricoles dans le Midi de la France, pp. 351 et 1038.
Charbon de bois (La fabrication mécanique du), p. 1190.
Charbon (Gisements de) de Madagascar, p. 384.
Charles. — Variations du facies du Bruxellien, p. 395.
Charlet. — Anomalies dentaires par diminution, p. 816.
Charlier (Léopold). — La musique belge, p. 52.
Chaussées des routes et chemins, p. 258.
Cheminements polygonaux (Compensation graphique des), p. 181.
Chenille anormale d'Acherontia atropos, p. 466.
Chevalier (A.). — Le rôle joué par les migrations humaines dans la répartition actuelle de quelques végétaux, p. 990.
Chimie, p. 323.
Choc (Les phénomènes de), p. 512.
Chopard (L.). — La distribution géographique des *Blattinae* aptères ou subaptères (orth. *Blattinae*), p. 975.
Christiaens (A.-G.). — L'orientation professionnelle à Bruxelles, p. 913.
Chronaxie (La) dans les états de contracture et de rigidité musculaire d'origine centrale ou périphérique, p. 726.
Chuiton (Dr). — Guérison rapide en six mois d'un cas de poliomyélite aiguë compliqué de séquelles graves, p. 776.
— 30 cas de sciatique dite rhumatismale aiguë traités avec succès par les applications combinées de radiothérapie, de diathermie ou de courant galvanique, p. 770.
Chute libre (Appareil pour l'étude de la), p. 293.
Cinématographe (A propos de l'invention du), p. 307.
Clapier (Mme). — Orthographe des parlers locaux, p. 1149.
Clapier (C.). — Sur l'origine et l'histoire du calcul de l'infini au XVII^e siècle, p. 76.
— Sur la signification géométrique de la relation
$$\sqrt{x^n} - \sqrt{y^n} - \sqrt{z^n} = 0$$
p. 99.
— Sur un quadrilatère harmonique, p. 100.
Clava squamata (Pigment noir gris des œufs de), p. 481.
Climat marin et climat maritime, p. 611.
Coalescence (Importance des phénomènes de) pour l'édification du corps des végétaux vasculaires, p. 410.
Coblyn (J.-H.). — Réflexions sur la thermodynamique, p. 287.
Cœur (Le rythme du), p. 504.
Cointre. — Le porc de Miélan, p. 1093.
Colson (Alb.). — Rôle de l'hypothèse dans la théorie de la solubilité et le déplacement de l'équilibre, p. 344.
Composés organoaluminiques mixtes, p. 337.

Concentration en ions H du sang, p. 618.
Concept de structure (Sur le), p. 144.
Conférences faites au Congrès de Liége, p. 41.
Conférence faite à Grenoble, p. 1190.
Conférences faites à Paris, p. 1169.
Congo belge (Age des terrains sédimentaires du), p. 380.
Congo belge (Etudes géologiques dans la province orientale du), p. 398.
Congo belge (Géologie du), p. 379.
Congrès de Liége, p. 3.
Congrès (Liste des), p. IV.
Congruence $2^{p-1} = 1 \pmod{p^2}$, p. 105.
Coniques (Sur les caractéristiques des systèmes de) tangentes à une courbe algébrique quelconque, p. 91.
Coniques (Sur quelques formules relatives à la théorie des caractéristiques dans les), p. 89.
Consultation (La) des nourrissons au sein et la dépopulation, p. 611.
Contrôle des médicaments (Utilisation des points de fusion pour le), p. 875.
Contrôle officiel des arséniobenzènes, p. 869.
Coopération (La) *scientifique*, p. 27.
Corindon (Sur les roches contenant le), p. 390.
Cornes en terre cuite découvertes en Sicile, p. 545.
Cosmogonie dualiste (Les principes de la) *appliqués aux problèmes géologiques*, p. 164.
Coulouma (J.). — Flore de Ceilhes et de la haute vallée de l'Orb, p. 405.
— Valeur des digitales de Ceilhes et de la région d'après leur teneur en digitaline, p. 893.
Counson (Léon). — De l'emploi de la lumière blanche dans les réfractomètres interférentiels, p. 317.
Coupin (Mlle F.). — Note préliminaire sur les sinus et les cornets nasaux de l'Okapi, p. 474.
Courbes anthracitiques (Les) dans le bassin de Liége, p. 397.
Courbes gauches (Sur une propriété des) en géométrie cayleyenne elliptique, p. 78.
Courbes de lames (Sur la courbure des), p. 86.
Courbes unicursales, p. 87.
Couronnes de mariées, p. 532.
Couronnes mortuaires, p. 532.
Courtavant (Les sépultures gauloises de), p. 554.
Courty (G.). — Sur la formation de la pénéplaine des Flandres, p. 390.
— Autour des pétroglyphes préhistoriques considérés comme des prototypes d'écriture idéographique en Europe, p. 524.
Coutil (Léon). — Cachette de l'âge du Bronze III découverte à Longchamps (Eure), p. 552.
Coutard (Dr H.). — Note préliminaire sur la radiographie du larynx normal et du larynx cancéreux, p. 719.
Couvinien belge (Sur un fossile du), p. 398.
Coville. — Discours, p. 23.
Cracking des pétroles, p. 334.
Crânes égyptiens préhistoriques (documents craniométriques sur 16), p. 567.
Croës (de). — Anomalies dentaires par diminution, p. 816.
Danger (R.). — Compensation graphique des cheminements polygonaux, p. 181.
Darbois (Dr). — Diagnostic radiologique de la dilatation des bronches chez l'enfant, p. 720.
Darcissac (Dr M.). — Nouvelle instrumentation et technique pour l'enregistr. intra-buccal des rapports individuels d'articule et leur reproduction précise sur un articulateur spécial, p. 809.
Dautrebande (L.). — Le pH excitant du centre respiratoire, p. 627.

Décarnisation (Traces de) sur des os d'animaux débités à l'époque solutréenne, p. 526.

Declairfayt (Dr). — La pyogenèse aseptique artificielle auxiliaire des radiations pénétrantes dans la thérapeutique du cancer, p. 712.

Décret (Reconnaissance d'utilité publique), p. V.

Decroly (Dr O.). — Les tests collectifs et leurs applications à la pratique éducative, p. 902. — La fonction globalisatrice dans l'enseignement de l'écriture, p. 1136.

Dehalu (M.). — Sur les expériences de géodésie de M. Lecrenier, p. 186.

Dejace (Charles). — Discours, p. 21.

Delcourt Bernard (Dr). — Plaquettes sanguines, microbes et sang circulant, p. 613.

Delestrac (L.). — Amandes douces et amandes amères, p. 896.

Delherm (L.). — Le syndrome radiologique de l'hypertension aortique, p. 732. — Quelques réflexions cliniques sur l'introduction électrolytique médicamenteuse, p. 753.

Delporte (Dr F.). — Technique nouvelle de la pose extra-péritonéale de radium par voie para-iliaque, p. 716.

Demoor (J.). — Le rythme du cœur, p. 504.

De Myttenaere (F.). — Le contrôle officiel des arsénobenzènes, p. 869.

Denayer (E.). — Essai de coordination des données lithologiques de quelques régions sahariennes et soudanaises, p. 386.

De Nobele. — La talalgie et son traitement, p. 661.

Depage (Prof. A.). — Comment s'organise en Belgique la lutte contre le cancer, p. 605.

Dépopulation (La consultation des nourrissons au sein et la), p. 611;

Dépôts quaternaires du bassin du lac de Genève, p. 394.

Deruyts (J.). — Méthode nouvelle d'exposé de la théorie des nombres irrationnels, p. 123.

Désinfection du grain par le carbonate de cuivre dans la lutte contre la carie, p. 1021.

Dethyl-aluminium (iodure de), p. 337.

Dévonien supérieur (Le) du bassin de Saint-Julien-de-Vouvantes, p. 383.

De Waele (Dr H.). — Les phénomènes de choc, p. 512.

De Wildeman (E.). — Nos progrès dans la connaissance de la flore congolaise, p. 423. — La forêt tropicale congolaise. Sa régression, sa transformation, sa distribution actuelle, p. 971.

Diagramme chimico-minéralogique pour comparer les analyses des roches éruptives, p. 402.

Diathermie (Action de la) sur certaines arthrites subaiguës, p. 644.

Digneffe (Emile). — Discours, p. 19.

Dixaut (L.). — 1° Appareil pour l'étude de la chute libre, p. 293. — Pendule inscripteur sur chariot, p. 293.

Duffieux (F.). — Organisation de l'Office d'orientation professionnelle par la Chambre des Métiers de la Gironde et du Sud-Ouest, p. 906.

Digitales de Ceilhes (Valeur des) d'après leur teneur en digitaline, p. 893.

Drabs (J.). — Une méthode psychographique, p. 919. — Application de la méthode psychographique, p. 922. — Un type de contrôle de fiche professionnelle, p. 927.

Ducomet (V.). — Quelques aperçus sur la dégénérescence de la pomme de terre, p. 1028.

Dumail (M.). — Etude radiologique sur le développement du squelette du cou de pied et du pied de l'enfant normal, p. 768.

Dumas (L.). — Plaidoyer en faveur de l'histoire, p. 1105.

Duodénum (Examen du) chez l'enfant normal, p. 737.

Duodénum (Notions anatomiques nouvelles sur le), p. 494.

Dupas (J.). — Etude radiographique du développement du squelette du coude de l'enfant normal, p. 765.

Du Pasquier (L.-G.). — Etat actuel de la publication des œuvres complètes d'Euler, p. 67.

— Unification de la terminologie arithmétique dans les principales langues, p. 121.

— Une méthode de Lippmann pour mesurer le temps absolu au point de vue de la relativité, p. 297.

Dynamique stellaire, p. 217.

Eaux minérales carbo-gazeuses, p. 57.

Eclipse partielle de soleil du 8 *avril* 1924 (Sur l'actinomètre d'Arago pendant l'), p. 371.

Ecole active (L'), p. 1132.

Ecole primaire (*L'*) *publique en France*, p. 1132.

Economie politique, p. 1063.

Effets dangereux des grosses doses, p. 648.

Electrodynamomètre (Histoire de l'), p. 302.

Electrologie, p. 637.

Electro-vibreur (L') du professeur Bergonié en clientèle de dispensaire, p. 736.

Enchondrome (Observation d') avec radiographie, p. 722.

Endothia parasita du châtaignier (de la prétendue existence en Belgique de l'), p. 1023.

Enregistrement intra-buccal des rapports individuels d'articule, p. 899.

Enseignement, p. 1085.

Enseignement ménager, p. 1142.

Enseignement primaire (Comment améliorer le rendement actuel de l') par la sélection des écoliers, p. 938.

Enseignement professionnel agricole (*L'*) *en Belgique*, p. 1053.

Enseignement (*L'*) *scientifique à l'école primaire*, p. 1085.

Epeautre (Variations speltoïdes apparues dans les lignées pures d'), p. 1009.

Epilation (L') par la radiothérapie semi-pénétrante, p. 673.

Epilation temporaire, p. 674.

Equations algébriques (Note sur la résolution des), p. 128.

Equations intégrales, p. 158.

Equations integro-différentielles, p. 158.

Equation $X^4 + Y^4 = 172^2$. (Solution en nombres entiers de l'), p. 116.

Equilibre budgétaire, p. 1069.

Equilibre des ensembles de flotteurs, p. 230.

Equilibre (Rôle de l'hypothèse dans le déplacement de l'), p. 344.

Erréra (Alfred). — Sur le problème des quatre couleurs, p. 96.

Erythème (La dose d'), p. 674.

Esca (Maladie de l'), p. 1020.

Esperanto, p. 1157.

Esperanto (Le développement de l'emploi de) pour la téléphonie sans fil, p. 317.

Esperanto (L') et le développement du commerce international, p. 1083.

Euler (Etat actuel de la publication des œuvres complètes d'), p. 67.

Examen mental par la méthode psychographique, p. 936.

Fabret (F.). — Démonstration pratique de l'avulseur, p. 852.

Facies sylvophobes, p. 1052.

Factorisation des grands nombres, p. 102.

Fage (L.). — Remarques sur la distribution géographique des

araignées marines *Desis*, *Desidiopsis*, p. 977.
Faïence (*La*) *dans l'ancien Pays de Liége*, p. 590.
Faille (La) de Charlemont, p. 398.
Famille normale minimum (La), p. 1063.
Fauchard (Le manuscrit de Pierre), p. 846.

Fauconnier (Dr A.). — Un tube à rayons X auto-protecteur : le tube Philips Métalix, p. 726.
Faune (La) des Iles Sandwich, p. 966.

Fay (C. N.). — Bridge à pivots vissés, p. 826.
Fibromateuses (Etat actuel des trois premières) guéries depuis 15 ans par la radiothérapie, p. 761.
Fibromes (Les rayons X et le radium dans le traitement des) p. 755.
Fiche professionnelle (Un type de contrôle de), p. 927.
Film intrabuccal (Radiographie des sinus postérieurs par), p. 724.

Firket (J.). — Contribution à l'étude des facteurs réglant le mécanisme d'expulsion des globules rouges dans le courant sanguin, p. 593.
Fleurs anormales d'Asperula odorata L., p. 436.
Fleuves à marée (Etude théorique des), p. 243.

Florance (M.). — L'âge du Bronze en Loir-et-Cher, p. 559.
Flore de Ceilhes, p. 405.
Flore congolaise, p. 423.
Flotteurs (Conditions d'équilibre des ensembles de) *réunis par des liaisons élastiques*, p. 230.

Foillard. — Note sur l'application de la transmission électrique à la propulsion des navires, p. 258.
Fonction (*La*) *globalisatrice dans l'enseignement de l'écriture*, p. 1136.
Fonctions implicites (Suite de) *d'intégrales d'équations différentielles et d'équations aux dérivées partielles*, p. 146.
Fonctions à point essentiel isolé, p. 135.
Fonctions V_n et U_n *de Lucas*, p. 106.
Foret (*La*) *tropicale congolaise*, p. 971.
Forges et chantiers de la Méditerranée (Trois ponts suspendus construits par la Société Anonyme des), p. 221.
Formadermine (La) *en art dentaire*, p. 804.
Formes algébriques qui se reproduisent par la multiplication, p. 114.

Fouard (E.). — La réalisation pratique de l'ultrafiltre à membrane de collodion appliqué à la stérilisation absolue de l'eau et des liquides aqueux, p. 1163.

Fouarge (L.). — Sur le résultat de Bezout, p. 153.

Foucault (M.). — Mesure de la puissance propre des images, p. 944.

Fourmarier (P.). — Quelques indications géologiques pour servir d'introduction à la conférence de M. R. Lecomte sur « La mise à fruit du bassin houiller de la Campine », p. 53.
— Quelques considérations sur l'âge des terrains sédimentaires du Congo belge, p. 380.
— Les dernières ondulations du sol de la Belgique et les terrasses de la Meuse, p. 389.
— Les courbes isoanthracitiques dans le bassin de Liége, p. 397.

Foveau de Courmelles (Dr). — Les rayons X et le radium dans le traitement des fibromes, p. 755.

Fraipont (Marcel). — Conférence sur le verre, p. 41.

Franchet (L.). — La poterie dite dolménique, p. 521.

François (Dr P.). — Emploi des bains généraux de lumière artificielle par lampes à arc vol-

taïque dans le traitement des tuberculoses cutanées ganglionnaires et ostéo-articulaires p. 653.

Friedel (J.). — Fleurs anormales d'*Asperula odorata* L., p. 436.

Frison (Dr). — Résultats obtenus au cours de la première année de fonctionnement du service de vaccinothérapie à l'école odontotechnique de Paris, p. 812.

Froment (Variations speltoïdes apparues dans les lignées pures de), p. 1009.

Gattefossé (R.-M.). — Considérations sur l'action antitoxique des huiles essentielles et sur la nécessité de leur présence dans les extraits pharmaceutiques, p. 875.

Gauducheau (R.). — Action favorable de la diathermie sur certaines arthrites subaiguës, p. 644.

Gazogènes (Emploi du charbon de bois par les), p. 1190.

Génétique. — (Application de la) à la pratique avicole, p. 1041.

Génie civil et militaire, p. 221.

Géodésie (Expériences de) de M. Lecrenier, p. 186.

Géodésie, p. 164.

Géogénie (Expériences de), p. 401.

Géographie, p. 1061.

Géologie, p. 379.

Géométrie, p. 78.

Géométrie (Principes de la) dans leurs rapports avec l'enseignement, p. 82.

Gérardin (André). — Sept lettres de Th. Pépin adressées à Henri Brocard, p. 68.

— Lettres inédites adressées à Ed. Lucas par M. Cantor, p. 69.

— Sur la bio-bibliographie de Mansion, p. 69.

— Portraits de mathématiciens, p. 69.

— Notice historique sur les travaux des sections 1 et 2 de l'A. F. A. S. de 1887 à nos jours, p. 69.

— Tableaux de factorisation pour des nombres de formes spéciales, p. 111.

Germain (L.). — La faune des Iles Sandwich, p. 966.

Germay (R.-H.). — Suites de fonctions implicites d'intégrales d'équations différentielles et d'équations aux dérivées partielles, p. 146.

Gigantisme (Cas de) chez *Avena sativa*, p. 1014.

Glinka (Serge). — Sur les roches contenant le corindon du district de Karkaralinsk (Sibérie Occidentale), p. 390.

Globules rouges (Mécanisme d'expulsion des) dans le courant sanguin, p. 593.

Globulins (Physiologie des), p. 494.

Glycémie (Variations de la) chez le cobaye, p. 482.

Godeaux (L.). — Sur une propriété des courbes gauches en géométrie cayleyenne elliptique, p. 78.

Goffart (J.). — La méthode scientifique, p. 1089.

Gommès (Dr). — L'enseignement ménager moderne dans la prophylaxie de la fatigue ménagère, p. 1142.

Goormaghtigh (R.). — Construction du centre de courbure des développées des courbes triangulaires symétriques, p. 84.

— Sur la courbure des courbes de lames, p. 86.

Graphistique, p. 1149.

Graphothérapie, p. 1155.

Graptolithes gothlandiens de la Guinée française, p. 387.

Grignard. — Décomposition catalytique d'hydrocarbures hexahydroaromatiques et aliphatiques saturés. Contribution à l'étude du cracking des pétroles, p. 334.

— Composés organoaluminiques mixtes ; les iodures de monoéthyl et de dethyl-aluminium, p. 337.

Guében (G.). — Le rayonnement du potassium, pp. 312 et 701.

Guéricolas (Mlle). — Résultats obtenus au cours de la 1re année de fonctionnement du service de vaccinothérapie à l'Ecole odontotechnique de Paris, p. 812.

Guérisons prolongées (Exemples de) obtenues par les radiations, p. 706.

Guilbert (Dr). — Action des rayons X sur quelques ferments organiques et cellulaires, p. 666.

Guilbert (G.). — Sur la théorie des précipitations, p. 364.

Guillaumin (A.). — Le peuplement botanique de la Nouvelle-Calédonie, p. 953.

Guinée française (Graptolithes gothlandiens de la), p. 387.

Guinet (Léon). — Note sur la revue « Isis », p. 71.

Gunsett. — Quelques maladies rares du sang traitées par radiothérapie de la rate, anémie grave, polyglobulie, p. 647.

— Les effets dangereux des grosses doses données en peu de temps. Les petites doses ont-elles un effet pernicieux, p. 648.

— Nouveau cas de radiographies du carrefour duodénal contrôlés par l'opération, p. 723.

— La radiographie des sinus postérieurs par film intrabuccal, p. 724.

Gymnastique (La) *respiratoire*, p. 1138.

Habitation économique, p. 1078.

Haches votives (Dépôt de Saint-Cyr-en-Pail), p. 537.

Halluin (Dr M. d'). — Suite des observations présentées l'an dernier comme exemples de guérisons prolongées obtenues par les radiations, p. 706.

Hanriot (Dr). — Présentation d'un masque protecteur, p. 742.

Harpons aziliens, p. 572.

Hauts fourneaux (substitution de l'oxyde de carbone au coke métallurgique dans les), p. 341.

Hélices (Conditions de travail des) placées au voisinage de la surface de l'eau, p. 238.

Hémiptères aquatiques (Remarques sur la distribution géographique de certains), p. 982.

Henrard (Dr E.). — Les subluxations de l'épaule méconnues, p. 725.

Henrijean (F.). — Conférence sur les eaux minérales carbogazeuses, p. 57.

Henry (A.). — Sur l'actinomètre d'Arago pendant l'éclipse partielle de soleil du 8 avril 1921. p. 371.

Henry (Colonel). — Etudes géologiques dans la province orientale du Congo belge, p. 398.

Histoire, p. 583.

Histoire des Sciences mathématiques, p. 67.

Histoire (Plaidoyer en faveur de l'), p. 1105.

— (Enseignement de l') à l'école primaire, p. 1110.

— (Sur la nécessité de maintenir l') à l'école primaire, p. 1125.

Histoire régionale (Programme d') pour les écoles de Paris et de la région parisienne, p. 1128.

Homogénéité des doses dans la masse et dans le temps en radiographie profonde, p. 679.

Horlogerie (L') dans l'ancien Pays de Liége, p. 583.

Houilles du bassin franco-belge (Comment se sont formées les), p. 1190.

Hubert (G.). — Le dépôt de haches votives de Saint-Cyr-en-Pail, p. 537.

Huiles essentielles (Considérations sur l'action antitoxique des), p. 875.

Hulin (C.). — Essai sur l'étiologie de la pyorrhée, p. 801.

Huttinger (C.). — Note sur la résolution des équations algébriques, p. 128.

Hybrides de primevères, p. 418,
Hydrocarbures hexahydroaromatiques et aliphatiques saturés, p. 334.
Hygiène, p. 1163.
Hyperazotémie consécutive aux irradiations, p. 665.
Hypertension aortique (Le syndrome radiologique de l'), p. 732.

Ide. — Le système nerveux métasympathique, p. 501.

Idrac (P.). — Etudes expérimentales sur le vol des vautours et des albatros, p. 1169.
Iles Sandwich (La faune des), p. 966.
Images (Mesure de la puissance propre des), p. 944.
Inaptitude dentaire des préhistoriques, p. 854.
Industrie (L') *lainière à Mazamet*, p. 1093.
Industrie lithique des environs d'Aurillac, p. 535.
Inégalités (Théorie et usage des), p. 134.
Inertie, p. 189.
Infini (Sur l'origine et l'histoire du calcul de l') au XVII^e siècle, p. 76.
Intelligence (Pour une notion psychotechnique de l'), p. 931.
Interprétation ethnographique de deux objets préhistoriques, p. 577.
Introduction électrolytique médicamenteuse (Quelques réflexions sur l'), p. 753.
Iriartea exorrhiza Mart, p. 453.
« *Isis* » (Note sur la revue), p. 71.
Isostasie (Les principes de l') *appliqués aux problèmes géologiques*, p. 164.
Isturitz (Un objet phalloïde de la caverne d'), p. 540.

Jacquet. — Monographie du pin maritime, p. 1096.

Jammes (Dr Léon). — Le Laboratoire biologique du lac d'Orédon, p. 477.
Jaulin (Dr). — Résumé d'une observation d'enchondrome avec radiographie, p. 722.
— Résumé sur une observation de luxuation métacarpo-phalangienne complète en arrière des quatre derniers doigts, p. 723.
Jaumotte (L.). — Détermination du poids de vapeur d'eau par kilog. d'air en fonction de la température, de la pression et de l'humidité relative, p. 358.
— Sur la technique des sondages météorologiques par avions, p. 361.
— Sur un cas de sursaturation intense dans l'atmosphère libre décelé par les observations faites au cours d'une ascension d'avion météorologique, p. 361.
— Sur les résultats obtenus en Belgique dans la prévision du temps par l'application des théories norvégiennes, p. 361.
Jeanneney. — Quelques aperçus sur la chirurgie palliative du cancer suivie de radiothérapie, p. 744.
— Cancer mammaire et perméation pariétale, p. 745.
— Sur les résultats du traitement radio et radiumthérapique des néoplasmes du col, au centre régional contre le cancer de Bordeaux et du Sud-Ouest, p. 746.
Jenkins (R.). — Composés organo-aluminiques mixtes ; les iodures de monoéthyl et de dethyl-aluminium, p. 337.
Jeulin. — Monographie du pommier, p. 1092.
Joleaud (L.). — Discours du secrétaire, p. 7.
— Esquisse géologique du pays sakalave entre la Betsiboka et la Tsiribihina et de la région d'Antsirabe. Les gisements de charbon et de sables bitumisés de l'île, p. 384.

— Sur l'origine des cassures africaines, p. 399.

Joly (Dr M.). — L'homogénéité des doses dans la masse et dans le temps en radiographie profonde, p. 679.

Juaristi (Dr). — L'épilation par la radiothérapie semi-pénétrante, p. 673.

Juppont (P.). — De l'inertie à la mécanique objective, p. 189.

— Essai philosophique sur la valeur physique et les méthodes de son enseignement, p. 311.

Kaisin. — La faille de Charlemont, p. 398.

Karkaralinsk (sur les roches contenant le corindon du district de), p. 390.

Kergrohen (Dr). — 30 cas de sciatique dite rhumatismale aigüe traités, avec succès, par les applications combinées de radiothérapie, de diathermie ou de courant galvanique, p. 770.

— Guérison rapide d'un cas de poliomyélite aiguë compliquée de séquelles graves, p. 776.

Kimpflin (Georges). — La résine artificielle, son industrie en France et les industries qui s'y rattachent, p. 327.

Kœchlin (R.). — Principes généraux pour l'aménagement de fleuves au double point de vue de la navigation et de l'utilisation de la force motrice, p. 270.

Kraïtchik. — Quelques propriétés des nombres cycliques, p. 101.

— Sur la factorisation des grands nombres, p. 102.

Laboratoire biologique (Le) *du lac d'Orédon*, p. 477.

Lagotala (Henri). — Le Néowurmien et les dépôts quaternaires du bassin du lac de Genève, p. 394.

Lallemand (Charles). — Discours, p. 25.

Lallemand (Le doyen), p. 302.

Lance (Robert D.). — Note sur la substitution de l'oxyde de carbone, comme élément de chauffage au coke métallurgique, dans les hauts fourneaux, p. 341.

Lapierre (G.). — Les sépultures gauloises de Courtavant, p. 554.

— Un programme d'histoire régionale pour les écoles de Paris et de la région parisienne, p. 1128.

— L'enseignement scientifique à l'école primaire, p. 1085.

Laquerrière. — Quelques réflexions cliniques sur l'introduction électrolytique médicamenteuse, p. 753.

Larue (P.). — Lexique agrologique, p. 1049.

— Pour l'échantillonnage d'une carte agronomique, p. 1052.

— Facies sylvophobes, p. 1052.

Larynx (Radiographie du) normal et du larynx cancéreux, p. 719.

Lathouwers (V.). — Variations speltoïdes apparues dans les lignées pures de froment et d'épeautre, p. 1009.

La Tour (H. de). — Les radiographies extra-buccales dans le cabinet dentaire, p. 779.

Lebeuf (A.). — Résultats chronométriques obtenus en 1924, p. 189.

Lebrun (E.). — Anomalies dento-maxillaires, p. 823.

Leclercq (Suzanne). — Premières observations sur la structure anatomique des végétaux du houiller belge, p. 391.

Lecointre (G.). — Sur les graptolithes gothlandiens de la Guinée française, p. 387.

Lecomte (Rémy). — La mise à fruit du bassin houiller de la Campine, p. 57.

Le Comte (R.). — Les Basques sont-ils des Ougro-Finnois, p. 563.

Leçon (La) *d'actes*, p. 1140.

Lecrenier. — Expériences de géogénie, pp. 186 et 401.

Ledent (Dr R.). — L'attention et la gymnastique respiratoire, p. 1138.

Ledoux (Dr). — Contribution à l'exploration radiologique du médiastin, p. 738.

Lefèvre (Mlle M.-A.). — Un aspect de la topographie des environs de Louvain, p. 393.

Legendre (R.). — Abondance croissante du *Nephrops norvegicus* sur la côte sud de Bretagne, p. 987.

Legraye. — Les courbes isoanthracitiques dans le bassin de Liége, p. 397.

Lemoine (Paul). — Sur les graptolithes gothlandiens de la Guinée française, p. 387.

Lemoyne (T.). — Sur quelques formules relatives à la théorie des caractéristiques dans les côniques, p. 89.

— Sur les caractéristiques des systèmes de côniques tangentes à une courbe algébrique quelconque, p. 91.

— Les lieux géométriques en mathématiques spéciales, p. 95.

Lesne (P.). — Caractères bostrychologiques de la région guinéenne, p. 969.

Lévêque (A.). — Le dépôt de haches votives de Saint-Cyr-en-Pail, p. 537.

Lévy (Dr). — La conservation des pulpes sous les couronnes, p. 831.

Lexique agrologique, p. 1049.

L'Hoste (Le mathématicien Jean) p. 74.

Libouton (G. de). — Résultats obtenus au cours de la première année de fonctionnement du service de vaccinothérapie à l'Ecole odontotechnique de Paris, p. 812.

Libre échange, p. 1078.

Liége (Les courbes anthracitiques dans le bassin de); p. 397.

Lieux géométriques (Les) en mathématiques spéciales, p. 95.

Limouzi (Dr). — Résumé d'une observation d'enchondrôme avec radiographie, p. 722.

— Résumé sur une observation de luxation métacarpo-phalangienne complète en arrière des quatre derniers doigts, p. 723.

Linguistique, p. 1149.

Lipoïdes (Action des) sur le bacille tuberculeux, p. 612.

Lippmann (Méthode de) pour mesurer le temps absolu, p. 297.

Lithiase (Cas de radio-diagnostic de) du canal cholédoque, p. 637.

Lithologiques (Essai de coordination des données) de quelques régions sahariennes et soudanaises, p. 386.

Litre (Commandant). — Les orbites képleriennes sont-elles des réalités ? p. 190.

Loir (Dr A.). — Thérapeutique et voyage au long cours, climat marin et climat maritime, p. 611.

Loir-et-Cher (L'âge du Bronze en), p. 558.

Lonay (H.). — Sur la présence de bourgeons adventifs sur les pétioles d'*Haemanthus*, p. 425.

Longchamps (Cachette de l'âge du Bronze III à), p. 552.

Loppens (G.). — Barrage souple filtrant à étanchement automatique par colmatage, p. 263.

Louvain (Un aspect de la topographie des environs de), p. 393.

Luboshez. — L'action des rayons durs et des rayons mous en radiothérapie, p. 653.

Lumière blanche (Emploi de la) dans les réfractomètres interférentiels, p. 317.

Luxation métacarpo-phalangienne complète en arrière des quatre derniers doigts, p. 723.

Mac Son (Dr Léo). — L'Odontologie chez les enfants, p. 782.

Mähl (L.). — Stabilisateur à mercure pour avion, p. 243.

— Méthode Mähl pour effectuer des perforations rapides, p. 243.

— Observations sur la construction des grands barrages en maçonnerie, p. 243.

Maire (L.). — Recherches sur le genre *Nyctalis* Fr.

Mallet (L.). — L'unité D (Dominici) dans les tissus, p. 664.

Manouvrier (L.). — Documents craniométriques sur 16 crânes égyptiens préhistoriques ou archaïques provenant des fouilles de M. de Morgan, p. 567.

Mansion (Bio-bibliographie de), p. 69.

Marchal (E.). — De l'emploi du carbonate de cuivre en poudre pour la désinfection du grain de froment dans la lutte contre la carie, p. 1021.

— De la prétendue existence en Belgique de l'*Endothia parasita* du châtaignier, p. 1023.

Marcq (J.). — Application de la génétique à la pratique avicole, p. 1041.

Margossian. — Simple observation sur la définition du calcul des probabilités, p. 135.

Marsais (P.). — Maladie de l'esca, p. 1020.

Martin (Henri). — Traces de décarnisation sur les os d'animaux débités à l'époque solutréenne, vallée du Roc (Charente), p. 526.

Marty (L.). — Parasitisme des cancers, p. 617.

Masque protecteur, p. 742.

Mat (Fl.). — L'enseignement professionnel agricole en Belgique, p. 1053.

Matematica elementare (La), p. 77.

Mathématiciens (Portraits de), p. 69.

Mathématiques, p. 67.

Mathey-Cornat. — Le traitement palliatif des métastases abdominales carcinomateuses, p. 664.

— Hyperazotémie consécutive aux irradiations, p. 665.

— Du traitement des angiomes par le radium, p. 665.

— Quelques aperçus sur la chirurgie palliative du cancer suivie de radiothérapie, p. 744.

— Cancer mammaire et perméation pariétale, p. 745.

Maurain (Ch.). — Propagation dans le sol et dans l'air des ondes produites par de fortes explosions, p. 362.

Maury (L.). — Essai de calendrier perpétuel, p. 190.

Maxillaires préhistoriques (radiographie des), p. 582.

Mécanique, p. 164.

Mécanique objective, p. 189.

Médecine publique, p. 1163.

Médiastin (Contribution à l'exploration radiologique du), p. 738.

Mémery (H.). — Nouvelles recherches sur les variations périodiques des taches solaires, indépendantes de la période undécennale, p. 190.

Mesures U. R. S. I. (A propos des), p. 305.

Métabolisme (Le) *de base*, p. 508.

Métastases abdominales carcinomateuses (Traitement palliatif), p. 664.

Météorologie agricole, p. 1032.

Méthode d'observation (*Application de la*) *à l'enseignement scientifique dans les écoles primaires*, p. 1092.

Méthode psychographique, p. 919.

Méthode psychographique (Application de la), p. 922.

Méthode (La) *scientifique*, p. 1089.

Micha (A.). — Participation du personnel dans les bénéfices, p. 1070.

Michotte (P.-L.). — Essai de carte lithologique du sous-sol de la Belgique, p. 394.

Miège (E.). — De quelques caractères secondaires pouvant servir à la distinction des « sortes » dans les orges cultivées, p. 1013.

Migrations de l'alose (Les), p. 954.

Migrations humaines (Le rôle joué par les) dans la répartition de quelques végétaux, p. 990.

Minéralogie, p. 379.

Minéraux de Sidi-Amor-ben-Salem, p. 388.

Minette d'Oulhaye. — Quelques notes sur la géologie du Congo belge, p. 379.

Mineur (M.). — La Société mathématique de Belgique, p. 68.

Miramond de Laroquette. — Expériences sur l'action de diverses quantités et diverses qualités de rayons X sur la vie et le développement des larves de *Rana temporaria*, p. 639.

— La dose d'érythème ou d'épilation temporaire, sa mesure ionométrique, p. 674.

Modifications allotropiques des corps en état de faux équilibre, p. 323.

Moissenet (L.). — Chaussées des routes et chemins, p. 258.

— Le développement de l'emploi de l'Esperanto pour la téléphonie sans fil, p. 317.

— Le commerce international, expansion des relations commerciales internationales par l'emploi de l'Esperanto, p. 1083.

— L'Esperanto, p. 1157.

Mollandrin de Boissy. — Etude radiographique sur le développement du squelette du poignet et de la main chez l'enfant normal, p. 766.

Monas bipigmentaria, p. 880.

Monoéthyl (Iodure de), p. 337.

Monographie du maïs, p. 1093.

Monographie de l'Olivier, p. 1093.

Monographie du pin maritime, p. 1096.

Monographie du pommier, p. 1092.

Monographie du sapin, p. 1092.

Monoyer (A.). — Contribution à l'anatomie des palmiers, p. 458.

Montessus de Ballore (R. de). — Au sujet du calcul de la probabilité des écarts, p. 196.

Monties (Dr). — Sur l'examen du duodénum chez l'enfant normal, p. 737.

Morlet (Dr A.). — Emploi de la paraffine en radiothérapie profonde, p. 691.

Mormyridés (Les) du bassin du Congo, p. 465.

Mortillet (A. de). — A propos d'un tranchet en pierre de provenance Sicilienne, p. 542.

— Quelques pièces néolithiques du cap Blanc, p. 543.

— Cornes en terre cuite découvertes en Sicile, p. 545.

Moulins à vent (Rendement des petits), p. 270.

Murdoch (Dr J.). — Essai de standardisation de la technique de l'examen du rein, de la vésicule, de la région lombo-sacrée et de l'articulation coxo-fémorale, p. 734.

Musique (La) *belge*, p. 52.

Mutantes de primevères, p. 418.

Myriapodes du département des Alpes-Maritimes, p. 471.

Navigation, p. 221.

Navires (Application de la transmission électrique à la propulsion des), p. 258.

Néolithiques (Quelques pièces) du cap Blanc, p. 543.

Néoplasme (Les petites doses

excitent-elles la croissance d'un d'un), p. 648.
Néoplasmes (Résultats du traitement radio et radium-thérapique des) au centre régional contre le cancer de Bordeaux et du Sud-Ouest, p. 746.
Néowurmien du bassin du lac de Genève, p. 394.
Nephrops norvegicus (Abondance croissante de) sur la côte sud de Bretagne, p. 987.
Neuman. — Traitement radio-chirurgical des cancers du rectum, p. 717.
Neutralité humorale (Entretien de la), p. 618.
Nivellement général de l'Ourthe supérieur, p. 197.
Nivellements réciproques à longue portée pour le franchissement des estuaires de fleuves, p. 205.
Nodon (Albert). — Les variations électromagnétiques et les parasites dans la téléphonie sans fil, p. 320.
Nolf (P.). — Discours, p. 14.
Nombres complexes (Figuration des résidus des), p. 128.
Nombres cycliques (Quelques propriétés des), p. 101.
Nombres irrationnels (Méthode nouvelle d'exposé de la théorie des), p. 123.
Nombres premiers (Sur la théorie des), p. 122.
Notion (La) *de perception*, p. 947.
Nouvelle Calédonie (Essai sur l'histoire ancienne de la) d'après les araignées actuelles, p. 949.
— (Le peuplement botanique de la), p. 953.
Nyctalis (Fr.) — (Recherches sur le genre), p. 881.
Objet phalloïde en os, p. 540.
Objets préhistoriques (Interprétation ethnographique de deux), p. 577.
Octobon (Capitaine). — Le Tardenoïsien français et le Tardenoisien belge, p. 548.
Odontologie, p. 779.
Odontologie (L') *chez les enfants*, p. 782.
Office d'Orientation professionnelle organisé par la Chambre des Métiers de la Gironde et du Sud-Ouest, p. 906.
Okapi (Les sinus et les cornets nasaux de l'), p. 474.
Ondes électriques (A propos de la théorie de la propagation des), p. 305.
Ondes produites par de fortes explosions (Propagation dans le sol et dans l'air des), p. 362.
Ondulations (Les dernières) du sol de la Belgique, p. 389.
Orb. (Flore de la haute vallée de l'), p. 405.
Orbites képleriennes, p. 190.
Orchidées-iridiées (Les) *dans le traitement de la tuberculose*, p. 604.
Ordos (Le pays des), p. 1190.
Orédon (Laboratoire biologique du lac d'), p. 477.
Organisation professionnelle (L'), p. 915.
Orges cultivées (Caractères pouvant servir à la distinction des « sortes » dans les), p. 1013.
Orientation des églises, p. 591.
Orientation professionnelle (L') à Bruxelles, p. 913.
Orthographe des parlers locaux, p. 1149.
Os de l'âge de la Pierre polie (Etude de radiographies d'), p. 582.
Ougro-Finnois (Les Basques sont-ils des), p. 563.
Oxyde de carbone (L') *comme élément de chauffage dans les hauts fourneaux*, p. 341.
Palmier amazonien, p. 453.
Palmiers (Contribution à l'anatomie des), p. 458.
Papy (G.). — L'orientation professionnelle, p. 915.
Paquet (Dr). — Contribution à l'exploration radiologique du médiastin, p. 738.
Paraffine (Emploi de la) en radiothérapie profonde, p. 691.

Paralysie faciale (Traitement de la) périphérique basé sur l'étude de la chronaxie, p. 726.
Parasites dans la téléphonie sans fil, p. 320.
Parasitisme des cancers, p. 617.
Pareto (Sur l'économie mathématique de V.), p. 73.
Parlers locaux (Orthographe des), p. 1149.
Passemard (E.). — Un objet phalloïde en os de la caverne d'Isturitz, p. 540.
Pauwen (J.). — Nivellement général de l'Ourthe supérieure, p. 197.
Pays Sakalave (Esquisse géologique du), p. 384.
Pech. — L'industrie lainière à Mazamet, p. 1093.
Pédagogie, p. 1085.
Pellegrin (Dr J.). — Les mormyridés du bassin du Congo, p. 465.
Pellet (A.). — Sur la racine de plus petit module des équations, p. 155.
Pendule inscripteur sur chariot, p. 293.
Peneau (J.). — Le dévonien supérieur du bassin de Saint-Julien-de-Vouvantes, p. 383.
Pénéplaine des Flandres (Sur la formation de la), p. 390.
Pépin (Sept lettres de Th.) adressées à H. Brocard, p. 68.
Perez (Charles). — Sur la transformation des formes cryptonisciennes en mâles chez les bopyriens, p. 472.
Perforations rapides, p. 243.
Perméation pariétale, p. 745.
Perquel (Lucien). — Rapport du trésorier, p. 5.
Perrier (Colonel). — La nouvelle carte de France, p. 199.
Petges (G.). — Le traitement des teignes par la méthode de Kienbock-Adamson à l'hôpital des enfants de Bordeaux, p. 769.
Petit (G.). — Remarques sur la distribution géographique des siréniens, p. 1002.
Pétroglyphes préhistoriques, p. 524.
Pharmacie (La), son passé, son avenir, p. 857.
Philippon. — Guérison rapide d'un cas de poliomyélite aiguë compliquée de séquelles graves, p. 776.
Philologie, p. 1149.
Pholien (Fl.). — L'Horlogerie dans l'ancien Pays de Liége, p. 583.
— La verrerie dans l'ancien Pays de Liége, p. 588.
— La faïence dans l'ancien Pays de Liége, p. 590.
Physique, p. 287.
Piéron (H.). — La notion de perception, p. 947.
Pierre à sculptures, p. 534.
Piroutet (M.). — Sur les pénétrations ou invasions dans nos régions à l'âge du Bronze, p. 564.
Pitsch. — Méthode de dévitalisation et d'obturation des dents, p. 851.
Plaquettes sanguines, microbes et sang circulant, p. 613.
Plateau (Le physicien belge), p. 307.
Plissement du sol belge (Les tremblements de terre envisagés comme les manifestations les plus récentes des phénomènes de), p. 382.
Points canoniques d'une suite de fonctions, p. 151.
Points de fusion (Utilisation des) pour le contrôle des médicaments, p. 875.
Point de rosée, p. 354.
Poisson (R.). — Quelques remarques sur la distribution géographique de certains hémiptères aquatiques, p. 982.
Poliomyélite aiguë (Guérison rapide d'un cas de) compliquée de séquelles graves, p. 776.
Polyglobulie, p. 647.

Polypode de chêne (Principe nouveau isolé du (la polypodine, p. 897.
Polypodine (La), p. 897.
Pomey (Léon). — Théorie des nombres : Sur la théorie des nombres premiers, p. 122.
— Analyse mathématique. Sur les équations intérgales et intégro-différentielles non linéaires, p. 158.
Pomme de terre (Dégénérescence de la), p. 1028.
Ponts suspendus, p. 221.
Porc (Le) *de Miélan*, p. 1093.
Potassium (Le rayonnement du), pp. 312 et 701.
Poterie dolménique, p. 521.
Pothiez (Ch.). — *Monas bipigmentaria*, une nouvelle espèce monadienne urinaire, p. 880.
Pougnet (Jean). — Sur quelques actions des rayons ultra-violets. Modifications allotropiques des corps en état de faux équilibre, p. 323.
Poule (La) *gasconne*, p. 1093.
Précipitations (Sur la théorie des), p. 364.
Préhistoriques (Inaptitude dentaire des), p. 854.
Présidents (Liste des), p. IV.
Présidents de sections pour 1925 (Liste des), p. 5.
Prévision des rendements, p. 1032.
Prévision du temps par l'application des théories norvégiennes (Résultats obtenus en Belgique dans la), 361.
Prévot (E.). — Nivellements réciproques à longue portée pour le franchissement des estuaires de fleuves, p. 205.
Primevères (Hybrides et mutantes de), p. 418.
Probabilités (Définition du calcul des), p. 135.
Probabilité des écarts (Au sujet du calcul de la), p. 196.
Prophylaxie buccale (Importance croissante de la), p. 838.
Proust (R.). — L'unité D (Dominici) dans les tissus, p. 664.
Psychologie expérimentale, p. 902.
Pulpes (La conservation des) sous les couronnes, p. 830.
Pyogénèse (La) *aseptique artificielle auxiliaire des radiations pénétrantes dans la thérapeutique du cancer*, p. 712.
Pyorrhée (Essai sur l'étiologie de la), p. 801.
Quadrilatère harmonique, p. 100.
Quatre couleurs (Sur le problème des), p. 96.
Racines incommensurables (Détermination des) d'une équation algébrique à coefficients réels, p. 140.
Racine du plus petit module des équations, p. 155.
Radiers en bélon armé d'écluses maritimes, p. 254.
Radio-diagnostic de lithiase du canal cholédoque, p. 637.
Radiographie dentaire (Les différentes méthodes de), p. 791.
Radiographies extra-buccales dans le cabinet dentaire, p. 779.
Radiologie médicale, p. 637.
Radiologiste (Protection du) et des moyens de protection, p. 747.
Radium (Technique nouvelle de la pose extra-péritonéale de) par voie para-iliaque, p. 716.
Rappin (Dr). — Vaccination et vaccinothérapie de la tuberculose, p. 600.
Rayons durs (Action des), p. 653.
Rayons mous (Action des), p. 653.
Rayons ultra-violets (Quelques actions des), p. 323.
Rayons X (Action des) sur quelques fragments organiques et cellulaires, p. 666.
Rayons X (Action des) sur la vie de *Rana temporaria*, p. 639.
Rayons X (Tube à) auto-protecteur Philips Métalix, p. 726.
Razous. — La fabrication du charbon de bois par des moyens mécaniques et son utilisation par les gazogènes, p. 1190.
Rèactivation climatique (La) et la distribution géographique des espèces, p. 996.

Reeb (E.). — Sur un principe nouveau isolé du polypode de chêne : la polypodine, p. 897.
Réfractomètres interférentiels (De l'emploi de la lumière blanche dans les), p. 317.
Réglement, p. XIII.
Regnart (R.-L.-F.). — Traitement des sinusites d'origine dentaire par l'oxygène, p. 798.
Regnault (Dr F.). — La leçon d'actes, p. 1140.
Remoundos (G.-J.). — Sur les points canoniques d'une suite de fonctions, p. 151.
Renier (A.). — Quelques remarques sur les bothrodendrées, p. 392.
— Les tremblements de terre envisagés comme les manifestations les plus récentes des phénomènes de plissement du sol belge, p. 382.
— Comment se sont formées les houilles du bassin franco-belge, p. 1090.
Résine artificielle, p. 327.
Résultats chronométriques obtenus en 1924, p. 189.
Revista de Matematicas y fisicas, p. 77.
Rey (A.). — Influence du libre échange sur le problème de l'habitation économique, p. 1078.
Rey (Pasteur A.). — La famille normale minimum, p. 1063.
Reynaud (L'inventeur), p. 307.
Richard (J.). — Principes de la géométrie dans leurs rapports avec l'enseignement, p. 82.
Rivet (P.). — Interprétation ethnographique de deux objets préhistoriques, p. 577.
Rocca (V.). — L'électro-vibreur du professeur Bergonié en clientèle de dispensaire, p. 736.
Roches éruptives (Un diagramme chimico-minéralogique pour comparer les analyses des), p. 402.
Rœntgenthérapie des sciatiques, p. 662.
Rolland (Ch.). — Action des lipoïdes sur le bacille tuberculeux, p. 612.
Rongau (F.). — L'enseignement de l'histoire à l'école primaire, p. 1110.
— Sondage des connaissances historiques acquises par les élèves d'une région rurale, p. 1115.
Roos (F.). — Les atômes dévoilés (selon Rutherford-Bohr), p. 320 et 350.
Roques (C.-M.). — Etude radiographique sur le développement du squelette du coude de l'enfant normal, p. 765.
— Etude radiographique du développement du squelette du poignet et de la main chez l'enfant normal, p. 766.
— Etude radiologique sur le développement du squelette du cou de pied et du pied chez l'enfant normal, p. 768.
— Le traitement des teignes par la méthode de Kienbock-Adamson à l'Hôpital des enfants de Bordeaux, p. 769.
Rosenfeld. — Sur le concept de structure et le théorème de Cantor-Bernstein, p. 144.
Roskam (J.). — Quelques aspects nouveaux de la physiologie des globulins, p. 494.
Rothé (E.). — Les échelles employées en séismologie, p. 365.
Roubaud (E.). — La réactivation climatique et la distribution géographique des espèces, p. 996.
Roule (L.). — Le thermotropisme dans la migration de l'alose, p. 954.
Roy (L.). — Sur les théorèmes de d'Alembert, du travail virtuel et de la moindre contrainte de Gauss, p. 210.
Roy (Dr M.). — Les sinusites pyorrhéiques, p. 794.
Rozes. — La poule gasconne, p. 1093.

Russell (W.). — Cas de gigantisme chez *Avena sativa*, p. 1014.
Sables bitumisés (Gisements de) de Madagascar, p. 384.
Saint-Julien-de-Vouvantes (Le dévonien supérieur du bassin de), p. 383.
Salmon (R.-L.). — Développement de l'emploi du béton et du béton armé dans les ouvrages sous voies ferrées, p. 279.
Sang (Maladies rares du) traitées par radiothérapie de la rate, p. 647.
Sartory (A.). — Recherches sur le genre *Nyctalis*, Fr., p. 881.
Savanes équatoriales du Bas-Amazone, p. 957.
Schamelhout (A.). — Moyen simple et pratique d'utiliser les points de fusion pour le contrôle des médicaments, p. 875.
Schmit (Emile). — Couronnes mortuaires ou couronnes de mariées, p. 532.
Sciatique (30 cas de) traités avec succès par les applications combinées de radiothérapie, de diathermie ou de courant galvanique, p. 770.
Sciences économiques, p. 1009.
Sciences médicales, p. 593.
Sciences naturelles, p. 379.
Sciences pharmaceutiques, p. 857.
Séance générale d'ouverture, p. 15.
Séances de sections, p. 67.
Secrétaire (Discours du), p. 7.
Section pédagogique varoise. — Monographie de l'olivier, p. 1093.
Sections 1 *et* 2 (Notice historique sur les travaux des) de 1887 à nos jours, p. 69.
Séismologie (Les échelles employées en), p. 365.
Sélecteurs d'onde sur interrupteurs à mercure et bobine, p. 646.
Sélection des mieux-doués, p. 933.
Séligmann (Colonel H.). — La jonction de la triangulation des territoires d'Eupen et de Malmédy avec la triangulation belge, p. 214.
Selle turcique (Altérations de la) consécutives aux anévrysmes artérioso-veineux du sinus caverneux, p. 646.
Sépultures gauloises de Courtavant, p. 554.
Sergesco (P.). — Quelques remarques sur les courbes unicursales, p. 87.
Sichel. — Quelques maladies rares du sang traitées par radiothérapie de la rate, p. 647.
— Nouveau cas de radiographies du carrefour duodénal contrôlés par l'opération, p. 723.
— La radiographie des sinus postérieurs par film intrabuccal, p. 724.
Sicile (Cornes en terre cuite découvertes en), p. 545.
Sidi-Amor-ben-Salem (Minéraux de), p. 388.
Siffre (Dr). — Inaptitude dentaire des préhistoriques, p. 854.
— Note sur la topographie apicole, p. 856.
Sinus et cornets nasaux de l'okapi, p. 474.
Sinus postérieurs (Radiographie des) par film intrabuccal, p. 724.
Sinusites pyorrhéiques, p. 794.
Sinusites (Traitement des) d'origine dentaire par l'oxygène, p. 798.
Siréniens (Remarques sur la distribution géographique des), p. 1002.
Sluys (Dr). — Radiothérapie profonde des tumeurs du médiastin, p. 663.
Société (La) *mathématique de Belgique*, p. 68.
Solomon (I.). — Les unités quantitométriques en rœntgenthérapie, p. 694.
Solubilité (Rôle de l'hypothèse dans la théorie de la), p. 344.
Sondage des connaissances historiques, p. 1115.
Sondages météorologiques par avions, p. 361.

Sortes (De quelques caractères pouvant servir à la distinction des) dans les orges cultivées, p. 1013.
Sous-sol de la Belgique (Essai de carte lithologique du), p. 394.
Spanandrie géographique (La), p. 964.
Spehl (P.). — Quelques variations de la glycémie chez le Cobaye, p. 482.
Squelette du cou de pied et du pied (Etude radiographique du développement du) de l'enfant normal, p. 768.
Squelette du coude (Etude radiographique du développement du) de l'enfant normal, p. 765.
Squelette du poignet et de la main (Etude radiographique sur le développement du) chez l'enfant normal, p. 766.
Stabilisateur à mercure pour avion, p. 243.
Standardisation (Essai de) de la technique de l'examen du rein, de la vésicule, de la région lombo-sacrée et de l'articulation coxo-fémorale, p. 734.
Statuts, p. VII.
Stérilisation absolue de l'eau et des liquides aqueux, p. 1163.
Stewart (Traduction d'un ouvrage de), p. 70.
— Sur un ouvrage de, p. 70.
Stratford (R.). — Décomposition catalytique d'hydrocarbures hexahydroaromatiques et aliphatiques saturés. Contribution à l'étude du cracking des pétroles, p. 334.
Structure de l'Univers, p. 217.
Subluxations de l'épaule méconnues, p. 725.
Subventions de 1923, p. 6.
Sursaturation intense dans l'atmosphère libre, p. 361.
Système nerveux (Le) *métasympathique*, p. 501.
Tableau de factorisation pour des nombres de formes spéciales p. 111.
Taches solaires, p. 190.
Talalgie (La), p. 661.
Tamisier (D.-C.). — Considérations sur l'action antitoxique des huiles essentielles et sur la nécessité de leur présence dans les extraits pharmaceutiques, p. 875.
Tannery (Mme). — Sur les travaux de Paul Tannery, p. 77.
Tannery (Sur les travaux de Paul), p. 77.
Tardénoisien belge, p. 548.
Tardénoisien français, p. 548.
Teignes (Traitement des) par la méthode de Kienbock-Adamson à l'Hôpital des enfants de Bordeaux, p. 769.
Teilhard de Chardin (Le Père P.). — Le pays des Ordos (Chine), p. 1190.
Teissier (Georges). — Nature et destinée dans l'ontogenèse du pigment noir-gris des œufs de *Clava squamata*, p. 481.
Téléphonie sans fil (Variations électromagnétiques et parasites), p. 320.
Temps absolu (Une méthode de Lippmann pour mesurer le), p. 297.
Terrains sédimentaires du Congo belge, p. 380.
Terrasses (Les) *de la Meuse*, p. 389.
Tests collectifs (Les) et leurs applications à la pratique éducative, p. 902.
Théorèmes de d'Alembert, p. 210.
Théorème de Fermat (Sur le dernier), p. 105.
Théorie des nombres, p. 101.
Thérapeutique et voyage au long cours, p. 611.
Thérapeutique radiculaire (Les éléments économiques et psychologiques dans la), p. 785.
Thermodynamique (Réflexions sur la), p. 287.
Thermotropisme (Le) dans la migration de l'alose, p. 954.
Thibonneau (Dr). — Les différentes méthodes de radiographie dentaire et leurs indications respectives, p. 791.

Tortillet. — Monographie du sapin, p. 1092.

Touchard (Jacques). — Sur l'intégrale

$$I = \int_0^1 1 f(-r)\, r^{-a}(1-r)^{-b}\, dr$$

p. 135.

Triangulation (La jonction de la) *des territoires d'Eupen et de Malmédy avec la triangulation belge*, p. 214.

Tranchet en pierre de provenance sicilienne, p. 542.

Transmission électrique appliquée à la propulsion des navires, p. 258.

Tremblements de terre (Les) envisagés comme les manifestations les plus récentes des phénomènes de plissement du sol belge, p. 382.

Trésorier (Rapport du), p. 5.

Tuberculose (Traitement de la) par les orchidées iridiées, p. 604.

Tuberculose (Vaccination de la), p. 600.

Tuberculoses cutanées ganglionnaires et ostéo-articulaires (Traitement par la lumière artificielle), p. 653.

Tumeurs du médiastin (Rœntgenthérapie des), p. 663.

Turpain (Albert). — Histoire de l'électro-dynamomètre, un précurseur français de Weber : le doyen Lallemand, p. 302.

— A propos de la théorie de la propagation des ondes électriques et des récentes mesures U. R. S. I., p. 305.

— A propos de l'invention du cinématographe et des précurseurs du cinéma : le physicien belge Plateau ; l'inventeur Reynaud, p. 307.

Ultrafiltre (L') *à membrane de collodion*, p. 1163.

Unification de la terminologie arithmétique dans les principales langues, p. 121.

Unité (L') D (Dominici) dans les tissus, p. 664.

Unités quantitométriques en rœntgenthérapie, p. 694.

Vaccination de la tuberculose, p. 600.

Vaccinothérapie de la tuberculose, p. 600.

Vaccinothérapie (Service de) de l'Ecole odontotechnique de Paris, p. 812.

Valeur physique (Essai philosophique sur la), p. 311.

Vandel (A.). — La Spanandrie géographique, p. 964.

Vandendries (R.). — Les résultats acquis au sujet de la sexualité des basidiomycètes, p. 447.

Van Esbroeck. — Un diagramme chimico-minéralogique pour comparer les analyses des roches éruptives, p. 402.

Vapeur d'eau (Détermination du poids de) par kilog. d'air, p. 358.

Vapeur d'eau (Tension de la) dans l'air, p. 354.

Variations électromagnétiques dans la téléphonie sans fil, p. 320.

Variations spelloïdes apparues dans les lignées pures de froment et d'épeautre, p. 1009.

Varinard des Côtes. — Application médicale de l'écriture : graphothérapie, p. 1155.

Vaucher. — Quelques maladies rares du sang traitées par radiothérapie de la rate, p. 647.

Végétaux du houiller belge (Structure anatomique des), p. 391.

Végétaux vasculaires (Edification du corps des), p. 410.

Verliac (G.). — L'électro-vibreur du professeur Bergonié en clientèle de dispensaire, p. 736.

Vermeylen (Dr). — L'examen mental par la méthode psychographique, p. 936.

Véronnet (A.). — La dynamique stellaire et la structure de l'univers, p. 217.

Verre (Conférence sur le), p. 41.

Verrerie (La) dans l'ancien Pays de Liége, p. 588.

Viala (Pierre). — La coopération scientifique (Discours du Président), p. 27.

Viau. — Le manuscrit de Pierre Fauchard, p. 846.

Villemin (F.). — Les notions anatomiques nouvelles sur le duodénum et leurs applications fonctionnelles, p. 494.

Vitesse angulaire (Calcul de la) *dans le mouvement elliptique*, p. 174.

Vœux de l'Association, p. 11.

Vol (Le) *des Vautours et des Albatros*, p. 1169.

Volmar (Y.). — Sur un principe nouveau isolé du polypode de chêne : la polypodine, p. 897.

Watry (Dr). — Les éléments économiques et psychologiques dans la thérapeutique radiculaire, p. 785.

Weber (Un précurseur français de), p. 302.

Weigel. — Quelques maladies rares du sang traitées par radiothérapie de la rate, p. 647.

Widmann. — Note relative à trois ponts suspendus construits par la Société anonyme des Forges et Chantiers de la Méditerranée, p. 221.

Xardel (Pierre). — Le mathématicien Jean L'Hoste, p. 74.

Zunz (Edgard). — Le métabolisme de base, p. 508.

Paris. — Soc. Gén. d'Imp. et d'Ed., 17, rue Cassette.