This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

3 2044 106 416 605

44- S67sn III v.7-8
1884-86(1895-87)

W. G. FARLOW

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES

DE NANCY

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

Série II. — Tome VII. — Fascicule XVII

17e ANNÉE. — 1884

(AVEC PLANCHES ET FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE)

5

PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

5, Rue des Beaux-Arts, 5

MÊME MAISON A NANCY

1885

Digitized by Google

4+
S67on
II v.7-8
1884-86 (1885-87)

Digitized by Google

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

BUREAU ET CONSEIL D'ADMINISTRATION

POUR L'ANNÉE 1884.

		MM.
Bureau	*Président,*	Gross.
	Vice-président,	Floquet.
	Secrétaire général,	Hecht.
	Secrétaire annuel,	Koehler.
	Trésorier,	Friant.
Administrateurs		Fliche.
		Beaunis.
		Charpentier.

LISTE DES MEMBRES

COMPOSANT LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Arrêtée au 1er janvier 1884.

I. MEMBRES TITULAIRES

INSCRITS PAR RANG D'ANCIENNETÉ.

1. Dr Oberlin ✻, professeur honor. à l'École supérieure de pharmacie. 10 décembre 1855.
2. Jacquemin ✻, directeur de l'École supérieure de pharmacie. 3 février 1857.
3. Dr Morel ✻, professeur à la Faculté de médecine. 9 juin 1857.
4. Dr Schlagdenhauffen, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 5 juillet 1859.
5. Bach ✻, doyen honoraire de la Faculté des sciences. 9 janv. 1861.
6. Dr Hecht, professeur à la Faculté de médecine. 3 janvier 1865.
7. Dr Feltz ✻, professeur à la Faculté de médecine. 7 février 1865.
8. Dr Ritter, professeur à la Faculté de médecine. 4 décembre 1866.
9. Dr Gross, professeur à la Faculté de médecine. 16 décembre 1868.

Digitized by Google

10. Dr Bleicher ✻, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 7 juillet 1869.
11. Dr Beaunis ✻, professeur à la Faculté de médecine.
12. Dr Bernheim, professeur à la Faculté de médecine.
13. Dr Marchal, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine. } 5 mai 1873.
14. Dr Spillmann, professeur agrégé à la Faculté de médecine.
15. Humbert, docteur en médecine. 30 juin 1873.
16. Delgominète, professeur suppl. à l'École supérieure de pharmacie. 5 janvier 1874.
17. Dr Friant, professeur à la Faculté des sciences. 19 janvier 1874.
18. Roussel, professeur adjoint à l'École forestière. 16 mars 1874.
19. Fliche, professeur à l'École forestière . 20 avril 1874.
20. Dr Lallement, professeur à la Faculté de médecine. 26 avril 1875.
21. Haller, professeur à l'École supér. de pharmacie. 8 janv. 1877.
22. Bichat, professeur à la Faculté des sciences. 22 janvier 1877.
23. Dr Herrgott (Alph.), professeur agrégé à la Faculté de médecine. 5 février 1877.
24. Dr Coze ✻, professeur à la Faculté de médecine. 7 mai 1877.
25. Le Monnier, professeur à la Faculté des sciences. 18 juin 1877.
26. Monal, pharmacien de 1re classe. 2 décembre 1878.
27. Gault, pharmacien de 1re classe. 6 janvier 1879.
28. Wohlgemuth. 20 janvier 1879.
29. Lécuyer, pharmacien de 1re classe. 20 janvier 1879.
30. Dr Charpentier, profess. à la Faculté de médecine. 2 mars 1879.
31. Godfrin, professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie. 24 novembre 1879.
32. Floquet, professeur à la Faculté des sciences. 19 janvier 1880.
33. Arth, licencié ès sciences physiques. 19 janvier 1880.
34. Dr Koehler, docteur ès sciences. 2 février 1880.
35. Dr Macé, professeur agr. à la Faculté de médecine. 1er mai 1880.
36. Dr Grandeau O✻, doyen de la Faculté des sciences. 15 juin 1880.
37. Dr Lemaire, licencié ès sciences naturelles. 15 juillet 1880.
38. Sadler, docteur en médecine. 1er décembre 1880.
39. Dumont, docteur en droit, chef des travaux physiques à la Faculté de médecine. 16 janvier 1881.
40. Kuntzmann, professeur au Lycée. 16 janvier 1881.
41. Jaquiné, inspecteur général honoraire des ponts et chaussées. 16 janvier 1881.
42. Dr Garnier, prof. agrégé à la Faculté de médecine. 2 mars 1881.
43. Dr Stoeber, chef de clinique à la Fac. de médecine. 15 mars 1881.
44. Volmerange, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite. 15 mars 1881.

Digitized by Google

45. André, architecte. 1er mars 1882.
46. Blondlot, maître de confér. à la Faculté des sciences. 2 juin 1882.
47. Held, prof. agrégé à l'École supérieure de pharmacie. 2 juin 1882.
48. Henry, professeur à l'École forestière. 1er décembre 1882.
49. Vuillemin, aide d'histoire naturelle médicale à la Faculté de médecine. 1er décembre 1882.
50. Hasse, professeur à l'École normale d'instituteurs. 1er mars 1883.
51. Thouvenin, chef des travaux à l'École supérieure de pharmacie. 1er mars 1883.
52. Millot, ancien officier de marine, chef des travaux de l'observatoire météorologique. 17 mai 1883.
53. A. de Metz-Noblat, homme de lettres. 3 juillet 1883.

II. MEMBRES ASSOCIÉS

INSCRITS PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

Berger-Levrault (Oscar) ✻, imprimeur à Nancy. 24 mars 1873.
Dupont, maître de forges à Pompey. 1er avril 1880.
Gaiffe, constructeur d'appareils de physique. 28 janvier 1882.
Goudchaux, banquier à Nancy. 18 juin 1873.
Dr Herrgott, professeur à la Faculté de médecine. 18 novembre 1878.
Heydenreich, ancien pharmacien à Strasbourg. 10 mars 1873.
Dr Heydenreich, professeur à la Faculté de médecine. 18 nov. 1878.
Houbre, ingénieur des ponts et chaussées à Nancy. 18 novembre 1878.
Laederich (Ch.), manufacturier à Épinal. 16 janvier 1874.
Lang (B.), manufacturier à Nancy. 16 mars 1880.
Lang (R.), manufacturier à Nancy. 16 mars 1880.
Dr Langlois, médecin en chef de l'Asile de Maréville. 16 janvier 1881.
Langenhagen (de), manufacturier à Nancy. 2 mars 1874.
Lederlin (E.) ✻, doyen de la Faculté de droit de Nancy. 24 mars 1873.
Dr Netter ✻, médecin principal de l'armée, en retraite. 2 août 1880.
Nœtinger (F.), à Nancy. 4 mars 1878.
Norberg (J.) ✻, imprimeur à Nancy. 24 mars 1873.
Dr Tourdes ✻, doyen de la Faculté de médecine de Nancy. 1er juin 1880.
Viller, licencié en droit. 2 mars 1881.
Barthélemy, à Nancy. 17 mai 1883.

III. MEMBRES CORRESPONDANTS

A) NATIONAUX.

Babinet ✻, lieutenant-colonel d'artillerie à Poitiers. M. T. 5 nov. 1865.
Bardy, pharmacien de 1re classe à Saint-Dié. 15 novembre 1880.
Belleville, colonel en retraite, président de la Société d'histoire naturelle à Toulouse. 18 mai 1874.

Digitized by Google

Bertin ✻, directeur de l'École normale supérieure à Paris, ancien professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg. M. T. 6 février 1849.

Dr Bœckel (Eugène) ✻, prof agr. à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg, chirurgien en chef de l'hôpital civil. M. T. 19 mars 1867.

Dr Bouchard ✻, professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux. M. T. 2 juin 1869.

Brillouin, maître de conférences à la Faculté des sciences de Dijon. M. T. 16 janvier 1881. M. C. 15 novembre 1882.

Dr Bouisson O ✻, ancien doyen de la Faculté de médecine de Montpellier. 14 août 1838.

Buchinger, ancien inspecteur de l'instruction primaire, à Strasbourg.

Castan ✻, chef d'escadron d'artillerie. M. T. 5 juin 1866; M. C. 5 juin 1867.

Dr Christian, médecin en chef de la Maison nationale de Charenton. M. T. 22 janvier 1877.

Dr Collignon, médecin aide-major de l'armée. M. T. 9 juin 1879; M. C. 15 novembre 1881.

Daubrée C ✻, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, professeur au Jardin des Plantes. M. A. 9 avril 1839; M. T. 5 avril 1842; M. C. août 1861.

Dr Delacroix, inspecteur des eaux de Luxeuil. 9 juin 1868.

Dr Engel, professeur à la Faculté de médecine de Montpellier. M. T. 5 mai 1875.

Dr Faudel, secrétaire de la Société d'histoire naturelle de Colmar (Haut-Rhin). 8 mai 1867.

Dr Fée ✻, médecin principal de l'armée. M. T. 19 février 1867.

Fiessinger, docteur en médecine à Thaon (Vosges). 1er décembre 1881.

Flammarion (Camille), astronome et écrivain scientifique, à Paris. 4 novembre 1868.

François (Jules), inspecteur général des mines, à Paris. 9 juin 1868.

Gay (J.), professeur au Lycée de Montpellier. M. T. 19 février 1867; M. C. 19 juillet 1871.

Grad (Ch.), naturaliste, à Colmar (Haut-Rhin). 6 février 1869.

Dr Haro ✻, médecin principal de l'armée. M. T. 16 avril 1877; M. C. 3 janvier 1881.

Heckel, prof. à la Faculté des sciences de Marseille. M. T. 21 fév. 1876.

Herrenschmidt (E.), docteur en médecine à Strasbourg. 15 janv. 1867.

Hirsch, ingénieur des ponts et chaussées, à Paris. M. T. 5 mai 1873.

Hugueny ✻, professeur à la Faculté des sciences de Marseille. M. T. 5 juillet 1859.

Jouan, capitaine de vaisseau, à Cherbourg. 1er décembre 1863.

Jourdain, ancien professeur à la Faculté des sciences de Nancy, à Saint-Waast-la-Hogue (Manche). M. T.; M. C. 8 décembre 1879.

Keller, ingénieur des mines, à Paris. 19 juillet 1871.

Digitized by Google

KLEIN, pharmacien à Strasbourg. M. T. 4 juillet 1865.

Dr KŒBERLÉ O ✻, professeur agrégé à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg. M. T. 7 juillet 1857.

KOSSMANN, docteur ès sciences, à Nancy. 9 janvier 1866.

LADREY, prof. de chimie à la Faculté des sciences de Dijon. 3 mars 1863.

LEJEUNE, chef d'escadron d'état-major. 8 juillet 1860.

LEVALLOIS, ingénieur en chef des mines. 2 février 1830.

Dr LORTET (L.), doyen de la Faculté de médecine de Lyon. Déc. 1868.

MANGIN, professeur au Lycée Louis-le-Grand, à Paris. M. T. 24 novembre 1879; M. C. 15 novembre 1881.

Dr MILLARDET, professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux. M. T. 5 mai 1869.

Dr MONOYER, professeur à la Faculté de médecine de Lyon. M. T. 4 juillet 1865.

MUNTZ, ingénieur des ponts et chaussées, à Nancy. M. T. 5 mai 1873.

OLRY, instituteur communal à Allain (Meurthe-et-Moselle). 5 juill. 1875.

PASTEUR C ✻, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne, ancien professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg. M. T. 8 janvier 1850; M. C. 1854.

QUATREFAGES (A. de) O ✻, membre de l'Institut, professeur au Jardin des Plantes, à Paris. 2 juin 1835.

RŒDERER, ingénieur des ponts et chaussées. M. T. 5 mars 1877.

ROGER, pharmacien-major en retraite. M. T. 3 février 1857; M. C. 1er mars 1859.

SAINT-LOUP, prof. à la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand. 15 janv. 1867.

Dr SIMONIN (Edm.) ✻, ancien professeur à la Faculté de médecine de Nancy. 6 novembre 1867.

WELTEN ✻, chef d'escadron d'artillerie en retraite.

Dr WIEGER, professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg. M. T. 9 juin 1857.

Dr VILLEMIN ✻, professeur au Val-de-Grâce. 4 août 1857.

WILLEMIN O ✻, médecin-inspecteur adjoint des eaux de Vichy. M. T. 8 mai 1867; M. C. 19 juillet 1871.

WILLM, professeur à la Faculté des sciences de Lille. M. T. 8 mai 1867.

Dr WURTZ C ✻, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences de Paris. 2 décembre 1845.

Dr ZEYSSOLFF, ancien médecin cantonal à Strasbourg. M. T. 15 avril 1834; M. C. 10 mars 1873.

B) ÉTRANGERS.

Allemagne.

BRUCH (Carl), professeur d'anatomie à Offenbach. 5 janvier 1864.

DECHEN, directeur général des mines à Bonn. 5 novembre 1850.

Digitized by Google

GEINITZ (H. B.), prof. à l'École polytechnique de Dresde. 5 fév. 1868.
LUDWIG, ingénieur civil à Darmstadt. 5 juillet 1859.
NÆGELI, professeur de botanique à l'Université de Munich. 7 mai 1855.
SANDBERGER, professeur à l'Université de Würzbourg. 4 août 1856.
SIEBOLD (Th. de), professeur à l'Université de Munich. 8 février 1848.

Amérique du Nord. (États-Unis.)

ASA-GRAY, professeur à l'Université de Boston. 2 décembre 1851.
LEA, membre de l'Académie de Philadelphie. 1er juillet 1856.
LESQUEREUX, naturaliste à Columbus. 5 novembre 1850.

Angleterre, Écosse, Irlande.

COLLINS (Matth.), professeur à Dublin. 2 juin 1869.
GOULD (John), membre de la Société royale de Londres. 8 février 1848.
HELLIER-BAILY, paléontologiste, membre de la Commission géologique de l'Irlande. 4 mars 1868.
MOORE (David), directeur du Jardin botanique de Dublin. 1er août 1865.
Dr STIRTON (James), à Glasgow. 6 février 1869.

Belgique.

MORREN (Edouard), professeur de botanique à l'Université de Liège. 12 janvier 1859.

Brésil.

GLAZIOU, directeur du Jardin botanique de Rio-Janeiro. 4 mars 1868.

Italie.

NARDO (de), professeur à Venise. 6 février 1844.
TARGIONI-TOZETTI, professeur de botanique à Florence. 10 nov. 1846.

Portugal.

BARBOZA-DUBOCAGE, membre de l'Académie royale de Lisbonne. 12 mars 1862.
O CASTELLO DA PAÏVA, membre de l'Académie royale de Lisbonne. 4 décembre 1866.

Russie.

KUTORGA, professeur à Saint-Pétersbourg. 4 juin 1855

Suède et Norvège.

ARESCHOUG, professeur à l'Université d'Upsal. 11 janvier 1859.
LOVEN, membre de l'Académie de Stockholm. 8 février 1848.

Suisse.

FAVRE (Alph.), professeur de géologie à Genève. 2 décembre 1862.
PICTET (Franç. Jul.), professeur à l'Académie de Genève. 7 déc. 1841.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

ANNÉE 1884

PREMIÈRE PARTIE

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Séance du 15 *janvier* 1884.

Présidence de M. Bleicher.

Membres présents : MM. Arth, Bleicher, Dumont, Fliche, Godfrin, Gross, Hasse, Humbert, Kœhler, Lemaire, Millot, Le Monnier, Thouvenin, Vuillemin, Wohlgemuth.

M. Le Monnier demande que la Société propose un échange de publications à la Société d'émulation du Doubs.

Élection d'un vice-président, d'un secrétaire annuel, d'un trésorier, d'un membre du conseil d'administration.

Nombre des votants : 14.

Sont élus : *vice-président*, M. Floquet à l'unanimité ; *secrétaire annuel*, M. Vuillemin, par 11 voix ; *trésorier*, M. Friant à l'unanimité ; *membre du conseil d'administration*, M. Fliche, par 12 voix.

En vertu de l'article 25 des statuts, M. Gross, vice-président, est proclamé président pour l'année 1884.

M. le Président donne lecture d'un rapport sur la candidature de M. Bagnéris, au nom de M. Charpentier, qui n'a pu assister à la séance. M. Bagnéris, docteur en médecine et agrégé de physique à la Faculté de médecine, a publié une thèse inaugurale sur la *Structure histologique des veines*, une thèse d'agrégation sur l'*Emploi des verres correcteurs en ophthalmologie*.

En outre, M. Bagnéris a collaboré au *Traité de réfraction et d'accommodation de l'œil*, publié par M. le Dr Landolt.

M. Bagnéris est élu à l'unanimité membre titulaire.

Digitized by Google

MM. Bleicher et Kœhler présentent M. Brunotte, préparateur à la Faculté des sciences, comme membre titulaire.

MM. Bleicher et Haller présentent au même titre MM. Laviéville, professeur au Lycée, et Klob, chef de travaux à l'École supérieure de pharmacie de Nancy.

COMMUNICATIONS.

Zoologie. — M. Vuillemin expose ses observations sur le *développement des Échinocoques.* Les résultats de ces recherches sont les suivants :

1° Les scolex normaux ont une origine exogène. Ils pénètrent dans la cavité de la vésicule proligère par un phénomène de retournement qui commence après l'apparition des crochets et des ventouses.

2° Le bourgeon exogène se creuse d'un canal résultant de l'invagination de la cuticule. On distingue, dans ce canal, une région large ou vestibulaire et une autre très étroite. Les parois de la première deviendront les parois externes de l'échinocoque retourné. La portion étroite persiste seule comme canal après le retournement.

3° Les crochets naissent aux dépens de cellules fusiformes différenciées à la surface d'un rostellum qui a bourgeonné au fond de l'invagination.

4° Les ventouses naissent comme des diverticules de ce même canal.

5° Quand l'échinocoque pénètre dans la vésicule proligère, le rostellum se retourne en godet, et les crochets dirigent seulement alors leurs pointes vers l'orifice.

6° L'orifice des ventouses reste toujours sur la paroi externe du canal, au voisinage de son ouverture; non pas à la base du rostellum qui en occupe le fond.

7° Il existe aussi des bourgeons endogènes. Ou bien encore le retournement d'un bourgeon exogène s'effectue avant la production des crochets et des ventouses. Dans ces deux cas, on a affaire à une production abortive.

Le Secrétaire annuel,
P. Vuillemin.

Séance du 1er février 1884.

Présidence de M. Gross.

Membres présents : MM. Bagnéris, Bleicher, Charpentier, Fliche, Godfrin, Gross, Haller, Held, Le Monnier, Thouvenin, Vuillemin, Wohlgemuth.

M. le Président prononce l'allocution suivante :

Avant de prendre place au fauteuil présidentiel, permettez-moi de

Digitized by Google

vous adresser l'expresssion de ma gratitude pour l'honneur que vous m'avez conféré. Il vous paraîtra quelque peu audacieux qu'un chirurgien vienne prendre sans hésitation la direction des travaux d'une Société éminemment scientifique. Mon excuse sera, Messieurs, d'être un des membres titulaires de l'ancienne Société des sciences naturelles de Strasbourg, qui, après nos désastres de 1870, ont aidé à reconstituer cette Société à Nancy, sous le nom de *Société des sciences* qu'elle porte aujourd'hui. Ayant contribué pour ma part à la création de votre Société, je regarde comme un devoir de travailler à sa prospérité. Tous mes efforts tendront à perfectionner l'œuvre si heureusement agrandie et développée depuis bientôt 11 ans. Votre indulgente bienveillance me rendra la tâche aussi agréable qu'aisée ; elle me sera aussi facilitée, j'en suis certain, par le concours de tous mes excellents collègues du bureau, et surtout par notre secrétaire général dont nous ne saurions trop louer l'activité et le dévouement.

Avant de passer à l'ordre du jour, j'adresse au nom de la Société des remerciements très mérités aux membres du bureau sortant, à notre excellent président, M. Bleicher, qui par ses nombreuses communications a tant contribué à l'intérêt de nos séances ; à M. le secrétaire annuel qui s'est acquitté avec zèle de ses difficiles et ingrates fonctions.

J'ai encore un autre et triste devoir à remplir. Mon entrée en fonctions est marquée par un deuil ; la Société vient de perdre un de ses membres titulaires les plus anciens et les plus appréciés, le Dr Morel, professeur d'histologie à la Faculté de médecine.

M. Morel appartenait à la *Société des sciences naturelles* de Strasbourg depuis le 9 juin 1857, et il est membre fondateur de la *Société des sciences* de Nancy. Les comptes rendus de nos séances, et nos mémoires renferment plusieurs travaux du professeur Morel. Ce sont des communications intéressantes sur les muscles lombricaux et interosseux de la main et du pied ; sur la disposition de l'appareil musculaire du canal de l'urèthre ; sur les orifices observés à la surface libre du mésentère chez la grenouille, une étude anatomique très intéressante sur un monstre anencéphale.

Morel était un travailleur de laboratoire par excellence. Il maniait le microscope avec une rare habileté, et il laisse une collection des plus riches et des plus remarquables, un véritable trésor de préparations histologiques.

Un des premiers, il vulgarisa les études micrographiques en France et son *Traité d'histologie*, œuvre consciencieuse, s'il en fut, paru en 1860, en est aujourd'hui à sa troisième édition. La science lui doit encore une *Topographie anatomique du cerveau* dont les belles planches rendent les plus grands services pour l'étude si difficile des localisations cérébrales. L'année dernière, il publia en collaboration avec un de ses meilleurs élèves, devenu une des illustrations parisiennes actuelles, le

Digitized by Google

Dr Duval, un excellent *Manuel de l'anatomiste*, livre des plus utiles à l'amphithéâtre de dissection.

Morel était aimé de ses élèves, apprécié par ses collègues; à la Société des sciences il avait gagné toutes les sympathies.

Notre collègue avait exprimé le désir que ses obsèques eussent lieu sans apparat, sans discours officiels. J'ai donc dû suivre l'exemple de M. le doyen de la Faculté de médecine et m'abstenir ailleurs de prendre la parole au nom de la Société ; mais je regarde comme un devoir de rendre hommage ici au mérite et aux travaux du savant collègue que la mort nous a enlevé. Une pareille perte ne saurait être de longtemps oubliée parmi nous.

M. le Président donne ensuite lecture d'une lettre de remerciements de M. Bagnéris, membre récemment élu.

COMMUNICATIONS.

I. **Chimie.** — M. HALLER expose ses recherches sur *quelques propriétés nouvelles de l'éther cyanomalonique.*

Il a constaté que cet éther se décompose, sous l'influence de l'eau bouillante, en acide carbonique, ammoniaque et éther malonique. Ce dernier subit à son tour l'influence de l'eau et se scinde en alcool et acide malonique qui se combine à l'ammoniaque au fur et à mesure de sa formation :

$$1)\quad CH^{\diagup CAz} = (CO^2C^2H^5)^2 + 2H^2O = CO^2 + CH^2(COOC^2H^5)^2 + AzH^3.$$

$$2)\quad CH^2 = (COOC^2H^5)^2 + 2H^2O = 2C^2H^6O + CH^2 = (CO^2H)^2.$$

$$3)\quad CH^2 = (CO^2H)^2 + 2AzH^3 = CH^2 = (CO^2AzH^4)^2.$$

Chauffé sous pression avec une solution alcoolique d'ammoniaque, l'éther cyanomalonique fournit du carbonate d'ammoniaque et de l'éther malonique suivant l'équation :

$$CH^{\diagup CAz} = (COOC^2H^5)^2 + AzH^3 + 2H^2O = CO\left\{\begin{matrix}\diagup AzH^2\\ \diagdown OAzH^4\end{matrix}\right\} + CH^2(COOC^2H^5$$

Une partie seulement de ce composé subit cette décomposition, car il reste dans les tubes une grande quantité d'ammoniaque cyanomalonate d'éthyle $C\left\{\begin{matrix}\diagup CAz\\ \diagdown AzH^4\end{matrix}\right\} = (CO^2C^2H^5)^2$ qui se présente sous la forme de cristaux prismatiques brillants, très solubles dans l'eau et dans l'alcool.

Le brome agit vivement sur l'éther cyanomalonique en donnant un produit blanc soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, mais insoluble dans le carbonate de soude.

Ce produit paraît avoir pour formule : $C\left\{\begin{matrix}\diagup CAz\\ \diagdown Br\end{matrix}\right\} = CO^2O^2H^5)^2.$

Digitized by Google

Un dosage d'azote a donné des résultats répondant à cette composition.

L'éther cyanomalonique donne, avec les sels ferriques, une belle coloration pourpre, et il se dépose, au bout de quelque temps, un précipité d'un rouge-violet.

II. **Tératologie.** — M. VUILLEMIN présente un *porc synote* dont il a fait l'étude anatomique. Il résulte de ce travail que, contrairement à l'opinion généralement admise, les quatre hémisphères cérébraux sont représentés. D'autre part, les organes des sens sont plus développés qu'on ne se le figure d'après la description de Geoffroy Saint-Hilaire, reproduite partout sans conteste. Les deux oreilles de la face postérieure sont normalement conformées dans leurs régions profondes. Elles se soudent sur la ligne médiane, à partir du milieu de l'oreille moyenne au niveau du marteau. Tous les autres osselets étant pairs, les deux marteaux se sont fusionnés sur la ligne médiane en un osselet impair et symétrique; des portions plus externes que le marteau sont également impaires.

Le mémoire sera publié avec planches dans le *Bulletin*.

III. **Botanique.** — M. GODFRIN fait une communication sur l'*anatomie comparée des cotylédons et de l'albumen*.

Le Secrétaire annuel,
P. VUILLEMIN.

Séance du 15 février 1884.

Présidence de M. GROSS.

Membres présents : MM. Barthélemy, Bleicher, Fliche, Godfrin, Gross, Hasse, Haller, Henry, Jaquiné, de Metz-Noblat, Millot, Le Monnier, Vuillemin, Wohlgemuth.

Sur la proposition de M. Fliche, la Société décide que le secrétaire ne donnera plus lecture du résumé des communications destinées au procès-verbal.

M. HALLER fait un rapport verbal sur la candidature de M. Laviéville, professeur au Lycée, et celle de M. Klob, chef de travaux à l'École supérieure de pharmacie de Nancy. Les deux candidats s'occupent activement de l'étude des sciences physiques. Ils s'intéressent aux travaux de la Société, et lui communiqueront le résultat des recherches qu'ils exécutent au laboratoire de M. Haller.

MM. Laviéville et Klob sont élus à l'unanimité membres titulaires.

M. GODFRIN fait un rapport verbal sur la candidature de M. Brunotte, préparateur à la Faculté des sciences. M. Brunotte, ancien préparateur à l'École supérieure de pharmacie, pharmacien de première classe, s'a-

Digitized by Google

donne depuis plusieurs années à l'histoire naturelle. Il a offert à la Société une étude sur les falsifications du thé. Ce travail avait été présenté comme thèse à l'École de pharmacie.

M. Brunotte est élu à l'unanimité membre titulaire.

COMMUNICATIONS.

Botanique. — M. Fliche fait une communication sur *quelques anomalies de la nervation des feuilles* et montre combien on doit être prudent dans l'application des caractères en apparence les plus constants de la nervation à la paléontologie.

Il rappelle qu'il en a déjà signalé chez le *Ficus elastica* et chez l'*Asplenium trichomanes*. Aujourd'hui, c'est chez les *Juglans regia, Fagus sylvatica, Lonicera periclymenum, Lonicera xylosteum* qu'il en a rencontré et de fort remarquables. Chez la première espèce, notamment lorsqu'elle est jeune et qu'elle végète sous le couvert, on trouve des feuilles qui, par leur nervation, par leur bord denté, rappellent bien plus les *Carya* que les *Juglans*, et tout particulièrement le *J. regia* adulte. Cela montre une fois de plus que les caractères spécifiques et même génériques sont moins accusés pendant la jeunesse des individus; et les anomalies de nervation en général, qu'il ne faut pas s'attacher d'une façon exclusive à un caractère dans la détermination des groupes en classification. Il semble enfin que ces observations doivent inspirer une grande prudence en paléontologie végétale, puisqu'on n'a bien souvent que des nervations pour déterminer les espèces fossiles. Beaucoup, parmi celles-ci, ne peuvent être admises que comme provisoires. Il n'en est pas moins utile de décrire et de nommer toute forme nouvelle; c'est le seul moyen qui permette d'arriver à une connaissance plus complète des flores anciennes.

Le Secrétaire annuel,
P. Vuillemin.

Séance du 1er mars 1884.

Présidence de M. Floquet, vice-président.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Bleicher, Floquet, Hasse, Hecht, Henry, Humbert, Millot, Le Monnier, Volmerange, Thouvenin, Vuillemin.

M. le Président donne lecture d'une circulaire de M. le Ministre de l'instruction publique, invitant la Société à désigner quelques-uns de ses membres pour la représenter à la 22e réunion des Sociétés savantes qui aura lieu au mois d'avril prochain à la Sorbonne.

MM. Le Monnier et Henry présentent la candidature de M. Gény comme membre titulaire.

Digitized by Google

COMMUNICATIONS.

I. **Minéralogie.** — M. HENRY présente à la Société un échantillon de *latérite des Indes* et expose sommairement la nature et les conditions de gisement de cette roche, si commune dans l'Inde, mais qu'on ne rencontre que là et dans quelques autres régions tropicales. Il indique la distinction que les géologues anglais ont faite entre la latérite des hauts niveaux située sur le pourtour du plateau de trapp du Decan et celle des bas niveaux qui se trouve le long des côtes, et rapporte les différentes hypothèses qui ont été émises sur l'origine de cette roche poreuse, formée d'argile et de fragments siliceux fortement imprégnés et cimentés par de l'oxyde de fer. Elle forme d'immenses étendues de sol, à peu près complètement stérile, à cause de sa porosité et, sans doute aussi, de l'énorme proportion de fer qui s'y rencontre.

II. **Paléontologie.** — M. BLEICHER fait à la Société une communication sur deux faits intéressants relatifs à l'*histoire du terrain quaternaire dans les environs de Nancy*.

Le premier a trait à la découverte faite par M. Gaiffe, dans les alluvions quaternaires de Liverdun, d'une dent molaire de rhinocéros.

M. Bleicher attribue cette dent au *Rhinoceros tichorhinus*, ou rhinocéros à narines cloisonnées, et y reconnaît la 5e molaire droite de la mâchoire supérieure.

Il a étudié le gisement de cette dent qui a été trouvée dans les alluvions des moyens niveaux, formant à Liverdun une terrasse bien nivelée, élevée de 8 à 10 mètres au-dessus des eaux actuelles.

De nombreuses gravières ont été ouvertes dans cette terrasse, et l'on peut y distinguer les éléments ordinaires de notre quaternaire : les graviers et le diluvium rouge sableux.

Les graviers et sables contiennent ici, en abondance, des roches jurassiques à peine roulées et une certaine quantité de cailloux roulés de granite. M. Bleicher insiste sur la présence de cette roche dans le diluvium des moyens niveaux et fait remarquer qu'elle manque presque complètement dans le diluvium des plateaux et des fissures, où dominent les quartzites blancs. Il estime qu'il y a là un moyen de les distinguer l'un de l'autre, à défaut de fossiles malheureusement trop rares. Au-dessus des graviers, il existe à Liverdun, comme presque partout, une mince couche de diluvium rouge sableux.

C'est au contact de ce diluvium rouge sableux avec les graviers, que notre confrère de la Société, M. Millot, a trouvé récemment, dans les graviers qui se trouvent à gauche de la route de Fléville, au delà du château de Renémont, une série d'ossements qui paraissent appartenir à des animaux entiers. M. Bleicher y a reconnu avec doute le sanglier, mais il y a constaté, avec l'auteur de cette découverte, la présence

Digitized by Google

d'ossements devant appartenir à un animal de plus grande taille. En ce point, le contact du diluvium rouge et des graviers, très riches en quartzites, en cailloux porphyriques des Vosges, se fait par une surface d'affouillement très évidente. M. Bleicher rappelle en terminant que c'est au même endroit qu'il a trouvé, il y a quelques années, un silex taillé et fait remarquer que ces instruments ne doivent pas être rares, car dans une des courses qu'il a faites à ce gisement avec M. Millot, celui-ci a trouvé un éclat de roche de quartzite évidemment travaillé.

Le Secrétaire annuel,
P. VUILLEMIN.

Séance du 15 *mars* 1884.

Présidence de M. GROSS.

Membres présents : MM. Arth, Bagnéris, Beaunis, Bleicher, Brunotte, Charpentier, Fliche, Friant, Gross, Hasse, Hecht, Held, Henry, Klob, Laviéville, Millot, Le Monnier, Volmerange, Vuillemin, Wohlgemuth.

M. BEAUNIS présente quelques numéros du *Compte rendu général des Académies et Sociétés médicales de la France et de l'étranger*, publié par M. de Ranse, et demande à la Société s'il n'y a pas lieu de s'entendre avec le rédacteur pour publier dans cette revue les travaux de la Société des sciences.

Cette proposition est renvoyée au conseil d'administration.

M. BLEICHER demande un échange de publications avec la *commission d'études minéralogiques et géologiques d'Alsace-Lorraine.* La proposition est adoptée à la majorité des suffrages.

M. LE MONNIER fait un rapport verbal sur la candidature de M. Gény, inspecteur adjoint des forêts à Nancy. M. Gény n'a encore publié aucun travail scientifique. Mais ses brillantes études commencées à l'École forestière, où il occupa le premier rang depuis son entrée jusqu'à sa sortie, et continuées à la Faculté des sciences promettent aux naturalistes de la Société un savant collaborateur.

M. Gény est élu à l'unanimité membre titulaire.

COMMUNICATIONS.

I. **Physiologie.** — M. BEAUNIS donne lecture d'un travail *sur les phénomènes d'arrêt.*

Les conclusions principales de ce travail sont les suivantes :

Les phénomènes d'arrêt qui se passent dans la substance nerveuse peuvent se rattacher aux catégories suivantes pour ce qui concerne les fonctions motrices :

1° Le mouvement commencé peut être interrompu ;

Digitized by Google

2° Le mouvement peut être diminué dans son intensité, sa vitesse ou sa durée;

3° Le mouvement peut être retardé dans son apparition;

4° Le mouvement peut ne pas se produire;

5° La forme de la contraction peut être modifiée;

6° Les influences d'arrêt peuvent diminuer l'excitabilité de la substance nerveuse;

7° On peut avoir, au lieu d'un raccourcissement, un allongement réflexe du muscle.

La différence de forme du tétanos direct et du tétanos réflexe tient essentiellement aux phénomènes d'arrêt qui se passent dans les centres nerveux.

Toute excitation sensitive peut, sous certaines conditions, déterminer des phénomènes d'arrêt.

Il est probable qu'il n'y a pas d'appareils moteurs et d'appareils d'arrêt distincts et indépendants, mais que les actions motrices et les actions d'arrêt se passent dans les mêmes éléments.

Les phénomènes d'arrêt s'observent non seulement pour les mouvements, mais pour la sensibilité, pour les sécrétions et, en un mot, pour toutes les manifestations de l'activité nerveuse.

A un point de vue tout à fait général, l'arrêt est un fait fondamental d'innervation.

Toute excitation nerveuse détermine dans la substance nerveuse excitée deux modifications de sens contraire, une impulsion à l'activité d'une part, une tendance à l'arrêt de cette activité d'autre part, et la manifestation quelconque, mouvement, sécrétion, etc., qui suit une excitation nerveuse n'est que la résultante de ces deux actions contraires.

Ces actions d'arrêt jouent certainement un rôle en pathologie et il importe que l'attention des cliniciens soit éveillée sur ce point.

Les phénomènes d'arrêt interviennent dans les actes psychiques comme dans toutes les autres manifestations de l'activité nerveuse.

II. **Chimie.** — M. ARTH fait *sur quelques réactions de l'uréthane mentholique* la communication suivante :

J'ai déjà eu l'honneur de présenter à la Société un produit obtenu en faisant agir le cyanogène sur le menthol sodé, et répondant à la formule $C^{11}H^{21}AzO^2$ qui est celle du carbamate de menthyle. J'ai dû confirmer, par quelques réactions particulières aux uréthanes, cette fonction que le mode de préparation ne pouvait *à priori* faire prévoir, un seul cas de ce genre étant connu jusqu'ici : la formation de la camphol-uréthane de M. Haller.

D'abord, j'ai constaté que le composé $C^{11}H^{21}AzO^2$ se scinde en s'hydratant, lorsqu'on le chauffe en vase clos avec de l'eau ou de l'acide

Digitized by Google

chlorhydrique étendu, en acide carbonique, ammoniaque et menthol :

$$C^{11}H^{21}AzO^2 + H^2O = CO^2 + AzH^3 + C^{10}H^{20}O.$$

On sait aussi que D. M'Creath, en cherchant à préparer le dérivé diacétylé du carbamate d'éthyle [1], trouva que, par une digestion de quelques heures avec de l'anhydride acétique, ce corps fournit le produit mono-acétylé, et que si l'on chauffe davantage, la molécule se détruit en donnant naissance à de l'anhydride carbonique, de l'acétamide et de l'acétate d'éthyle d'après l'équation :

$$CO\begin{matrix}\diagup AzH^2\\ \diagdown OC^2H^5\end{matrix} + (C^2H^3O)^2O = CO^2 + C^2H^3O.AzH^2 + \left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ C^2H^5\end{matrix}\right\}O.$$

Avec le carbamate de menthyle, je n'ai pu obtenir le dérivé acétylé au moyen de l'anhydride acétique, les deux corps ne réagissant pas l'un sur l'autre à 100°, même au bout d'un temps assez long, mais en chauffant le mélange à 135°-140°, il a été facile de constater le dédoublement indiqué plus haut.

Enfin, j'ai encore eu recours aux combinaisons que Bischoff a obtenues avec les aldéhydes [2]. L'hydrure de benzoïle, en particulier, lui a fourni en réagissant sur l'uréthane éthylique, un composé dont la formation est exprimée de la façon suivante :

$$2\left\{CO\begin{matrix}\diagup AzH^2\\ \diagdown O.C^2H^5\end{matrix}\right\} + C^6H^5 - COH = H^2O + (C^2H^5O - CO - AzH)^2 = CH - C^6H^5.$$

En additionnant une solution de mon produit dans trois fois son poids d'essence d'amandes amères, d'une quantité assez forte d'acide chlorhydrique très concentré, et chauffant le tout pendant quelques instants, j'ai obtenu une substance cristallisée en belles aiguilles soyeuses, fondant à 149°, et régénérant par hydratation l'hydrure de benzoïle et la matière primitive; l'analyse conduit aussi à la formule $C^{20}H^{16}Az^2O^4$ du benzylidène-uréthane. Voici les nombres obtenus :

	Trouvé.	Calculé.
C p. 100	71.51	71.60
H	9.84	9.46
Az.	5.42	5.76

J'ai déjà indiqué autrefois que le composé $C^{11}H^{21}AzO^2$ fournit, de même que la camphol-uréthane, de l'acide cyanurique sous l'action de la chaleur, et du cyanate de potassium lorsqu'on le traite par la quantité théorique de potasse alcoolique.

J'ai trouvé que cette dernière réaction appartient aussi au carbamate d'éthyle [3] et que, par suite, elle fournit un argument de plus pour ran-

1. D. M'Creath, *Berichte der deutsch. Gesell.*, p. 1182. 1875.
2. Bischoff, *Berichte der deutsch. Gesell.*, p. 628 et 634. 1874.
3. *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 521. 1884.

Digitized by Google

ger ces deux produits dans la classe de ces éthers, loin de les en faire exclure. Quant à la formation d'acide cyanurique, elle n'a pas encore été généralisée; il est possible que cette particularité soit due simplement à l'élévation assez considérable du point d'ébullition de tous les dérivés du menthol (et du bornéol), cette température ne pouvant être atteinte avant de provoquer la décomposition du produit, tandis que les uréthanes de la série éthylique distillent auparavant. Quoi qu'il en soit, ce fait n'est pas plus extraordinaire que la production du cyanate de potassium sous l'influence de la potasse alcoolique, et montre une fois de plus la facilité avec laquelle peuvent s'opérer les transpositions moléculaires dans les substances qui dérivent du cyanogène ou qui peuvent y conduire.

III. **Botanique.** — M. VUILLEMIN fait une communication sur la *situation de l'appareil sécréteur dans les composées.*

Les canaux oléifères des radiées et des tubuliflores occupent parfois la même situation dans la tige que dans la racine, c'est-à-dire qu'ils n'y sont pas individualisés par rapport à l'endoderme. Dans le *Senecio cardatus* ils sont même situés en dedans de l'assise à plissements, tout en étant d'origine corticale, ce qui montre que la présence des plissements ne caractérise pas l'endoderme d'une façon exclusive.

M. Vuillemin expose le développement des cellules résineuses des tubuliflores aux dépens du péricycle. Les cotylédons du *Silybum marianum* reçoivent tous les vaisseaux du pivot primaire divisés en deux groupes dont chacun leur forme une nervure médiane, et de plus une paire de faisceaux issus de la tige qui constitue les nervures latérales. Les anastomoses de ces deux systèmes dans le limbe cotylédonaire établissent la seule communication vasculaire entre la tige et le pivot à la période primaire. A cette *circulation fœtale,* qui cesse à la chute des cotylédons, succède un abouchement direct des vaisseaux de la tige et de la racine, réalisé par les formations secondaires. Les faisceaux de la racine entraînent dans les cotylédons tout l'endoderme avec les canaux oléifères. Les cellules résineuses apparaissent au niveau même de ce départ. Tous les faisceaux de la tige en sont pourvus, sauf la seule paire qui s'est échappée avant la disparition de l'appareil oléifère pour se rendre dans les cotylédons.

M. BLEICHER demande si M. Vuillemin considère l'endoderme de la tige comme équivalent de celui de la racine. En l'absence de plissements possède-t-il quelque caractère distinctif?

M. VUILLEMIN ne regarde l'endoderme ni dans la tige ni dans la racine comme un tissu distinct comparable à l'épiderme. C'est tout simplement un groupe de cellules du parenchyme cortical qui, par suite de leurs connexions spéciales, se différencient d'une façon qui leur est propre. Dans la racine, la structure et la disposition des éléments

Digitized by Google

connexes présentent une grande fixité. Aussi l'aspect de l'endoderme y est-il assez constant. Dans la tige, son évolution est troublée : 1° par la différenciation très variable des éléments voisins, en particulier par le développement du stéréome ; 2° par le départ des faisceaux destinés aux rameaux, aux feuilles, aux racines latérales. Ces diverses influences demandent une étude spéciale qui fera l'objet d'une prochaine publication.

Par suite de sa nature, par suite de ses conditions de vie, l'endoderme n'a d'autre caractère fixe que sa situation.

Le Secrétaire annuel,
P. VUILLEMIN.

Séance du 1er avril 1884.

Présidence de M. GROSS.

Membres présents : MM. Arth, Barthélemy, Bichat, Bleicher, Blondlot, Charpentier, Fliche, Floquet, Friant, Gross, Haller, Hecht, Jaquiné, Laviéville, Lemaire, Le Monnier, Thouvenin, Vuillemin.

COMMUNICATION.

Botanique. — M. LE MONNIER fait à la Société une communication sur l'*Insertion des bourgeons*.

M. Le Monnier présente quelques observations sur la manière dont est établie la relation vasculaire des bourgeons avec la branche mère. Il rappelle que M. Van Tieghem, le premier, a donné quelques indications générales sur ce sujet[1], mais n'a pas abordé la discussion du rapport que le mode d'insertion peut avoir avec la place du végétal dans la classification naturelle. L'examen de ce rapport suppose des recherches très étendues que M. Le Monnier n'a pas faites. Toutefois, il pense, d'après ce que lui ont montré certaines familles, telles que les Ombellifères et les Araliacées, que le mode d'insertion des bourgeons peut avoir une valeur notable comme caractère taxinomique.

Une condition essentielle doit être observée cependant dans ce genre de comparaison, c'est de faire porter la comparaison sur des bourgeons de même valeur. Il peut arriver, en effet, que dans la même plante le bourgeon floral et le bourgeon végétatif aient des insertions de formes très différentes.

Il y a quelques années déjà, M. L. Mangin[2] signalait à la Société un fait de ce genre chez l'*Acorus calamus*; l'*Asarum europæum* est dans le même cas. Dans ces deux plantes, l'insertion des bourgeons

1. VAN TIEGHEM, *Traité de botanique*, p. 763.
2. L. MANGIN, *Bulletin de la Société des sciences de Nancy*, p. 105. 1879.

Digitized by Google

végétatifs est *latérale*, celle des axes florifères *transverse*. C'est-à-dire que pour les bourgeons végétatifs les relations vasculaires s'établissent seulement avec les faisceaux caulinaires situés du côté de la sortie du bourgeon, tandis que les axes floraux sont formés par des faisceaux venus de toute la périphérie de la branche mère et traversant la moelle de cette branche.

A la suite de la communication de M. Le Monnier, M. Vuillemin fait les remarques suivantes :

M. VUILLEMIN, se basant sur la coexistence des types latéral, périphérique et transverse dans les tiges d'une même espèce si l'on considère diverses régions, pense que ce ne sont que des cas particuliers d'un seul type d'insertion.

Les bourgeons à insertion périphérique du rhizome chez les *Nardosmia fragrans* et *Petasites officinalis* résultent de la coalescence de plusieurs bourgeons convergeant au-dessous du nœud vers l'un d'entre eux qui est de bonne heure devenu prédominant. Ce fait est démontré : 1° par l'examen de la tige florale des mêmes plantes; 2° par la comparaison des rhizomes en question avec les tiges des divers *Eupatorium* à feuilles opposées ou verticillées; 3° par ce fait que le bourgeon médian émet plusieurs feuilles et, par suite, est individualisé avant que les faisceaux provenant des bourgeons latéraux se soient unis à lui.

Les feuilles axillaires se comportent de même et la feuille engaînante équivaut à plusieurs feuilles latérales coalescentes, la nervure médiane de l'une d'elles devenant la nervure médiane du système.

Dans l'insertion des fleurons sur le pédoncule commun des composées, les faisceaux gemmaires pénètrent en grand nombre dans la moelle et s'anastomosent en un réseau d'où se détachent les faisceaux qui se rendent à chaque fleuron. Ce dernier type a été signalé dans la tige des *Cactées*. Il semble fréquent chez les *Monocotylédones*, et se rapproche de l'insertion transverse indiquée par M. Le Monnier dans la branche florale de l'*Asarum*.

Le passage du type latéral aux types périphérique et transverse paraît lié à un puissant développement du parenchyme, cortical dans le premier cas, médullaire dans le second.

M. Vuillemin pense donc avec M. Le Monnier qu'il faut apporter la plus grande réserve dans l'appréciation de la valeur taxinomique de ces caractères.

Le Secrétaire annuel,

P. VUILLEMIN.

Digitized by Google

Séance du 1er mai 1884.

Présidence de M. Floquet, vice-président.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Blondlot, Charpentier, Floquet, Haller, Hecht, Laviéville, Millot, Volmerange, Vuillemin, Wohlgemuth.

Correspondance. — Lecture est donnée d'une lettre de M. le Ministre de l'instruction publique qui accorde une subvention de quatre cents francs à la Société pour la publication d'un mémoire *sur le jurassique moyen à l'est du bassin de Paris.*

M. le Président informe la Société que M. le Préfet de Meurthe-et-Moselle a approuvé une modification apportée à l'article 4 des statuts d'après laquelle *le nombre des membres titulaires de la Société est illimité.*

COMMUNICATIONS.

I. **Paléontologie.** — M. Wohlgemuth fait une communication sur les *Iguanodons.*

II. **Chimie.** — M. Haller fait une communication sur l'*éther benzoïl-acétique.* (Sera publiée *in extenso* dans le Bulletin de la Société.)

Le Secrétaire annuel,
P. Vuillemin.

Séance du 15 mai 1884.

Présidence de M. Gross.

Membres présents : MM. Bagnéris, Floquet, Friant, Gross, Hecht, Henry, Humbert, Vuillemin.

COMMUNICATION.

Botanique. — *Sur la répartition de quelques plantes en Lorraine,* par M. Vuillemin.

Les plantes que j'ai l'honneur de présenter à la Société des sciences sont moins remarquables par leur rareté que par les conditions exceptionnelles dans lesquelles elles ont été rencontrées.

Le *Pyrola secunda* a été découvert par M. Prenant sur la côte Sainte-Geneviève à Essey-lès-Nancy, et, malgré la saison, je n'ai pas eu de peine à le reconnaître à son port si caractéristique, et aux fruits de l'an dernier que porte encore sa tige.

Cette plante n'est commune nulle part en Lorraine. Longtemps on l'a crue cantonnée dans quelques stations des hautes Vosges, représentée dans chacune d'elles par quelques pieds seulement. Depuis quelques années elle a été signalée à Saint-Dié et aux confins de la région mon-

Digitized by Google

tagneuse, à Rambervillers. C'est la première fois que cette plante entre dans la liste de notre flore jurassique. Toutefois, il est à craindre qu'elle ne s'y maintienne pas ; le petit bois où elle a été cueillie vient d'être abattu, et cette modification dans la station pourra compléter la ruine d'une espèce à existence bien précaire dans notre région. Le *Pyrola secunda*, si commun dans les Alpes et même dans la Forêt-Noire, est en effet chez nous essentiellement erratique. Cette espèce se montre dans les stations les plus variées sans qu'aucune semble lui offrir d'avantages assez sérieux pour qu'elle s'y établisse solidement. Elle ne se trouve pas à même de soutenir la concurrence du *Pyrola minor* dans les Vosges, du *Pyrola rotundifolia* si puissant aux environs de Nancy.

Lorsqu'une espèce douée de moyens de dissémination assez efficaces pour apparaître dans des localités aussi distantes entre elles et dans des stations aussi variées que le *Pyrola secunda*, ne se propage dans aucune, on peut dire que son extinction est proche dans la région considérée.

Il n'en est pas de même de l'*Ulex europæus* qui tend à s'acclimater dans certains points de la Lorraine. En présence d'un rival redoutable, le *Sarothamnus scoparius*, l'ajonc lutte énergiquement et résiste dans les localités où il s'est implanté. Plantes très voisines, ayant des besoins identiques, l'une et l'autre accompagnent les bruyères dans les terrains sablonneux. Plus résistant à la gelée, le genêt à balais est presque seul dans les Vosges, tandis que l'ajonc avec ses buissons courts et trapus défie toute concurrence sur les landes de tout le littoral de la France.

Aux environs de Paris, les deux espèces sont à peu près également réparties.

L'*Ulex* s'est fortement implanté dans la prairie tourbeuse de la Calotine, près d'Épinal : il y est signalé depuis plusieurs années. Si j'en fais mention, c'est que j'ai été frappé du rapide accroissement qu'il a pris depuis quelques années et en particulier à la suite de l'hiver d'une douceur extraordinaire, que nous venons de traverser. La prairie est bordée, d'un côté par un bois, de l'autre par une pente sablonneuse couverte de bruyères et de *Sarothamnus*. Longtemps localisée au côté de la prairie qui avoisine le bois, où elle était abritée contre le froid et contre sa rivale, notre plante s'est avancée dans la prairie, et au printemps dernier le talus couvert de *Sarothamnus* était envahi par les *Ulex* aussi abondants que les genêts et fleuris comme sur les landes bretonnes. Remarquons que le désastreux hiver de 1879 ne lui avait pas fait perdre ses positions. Encore quelques hivers comme le dernier et le *Sarothamnus* sera complètement dépossédé.

J'ai recueilli l'*Enteromorpha intestinalis* dans le canal de la Marne au Rhin entre Jarville et Laneuveville-devant-Nancy, le 21 juin 1882, très peu de temps après l'installation d'une saline à quelques centaines de mètres plus haut. Cette algue des eaux saumâtres est commune dans

Digitized by Google

les étangs salés de la Lorraine aussi bien qu'aux embouchures de ruisseaux sur les plages marines. L'intérêt de cette rencontre est dans la rapidité avec laquelle apparaît une espèce, dès qu'une station lui est franchement propice.

Je terminerai par une remarque sur la station de quelques mousses. Dans sa *Flore cryptogamique de l'Est*, M. l'abbé Boulay indique le *Diphyscium foliosum*, le *Dicranodontium longirostre* comme ayant pour station la terre, et plus spécialement pour cette dernière la terre tourbeuse, les troncs pourris. Et de fait je les ai trouvées sur un tel support dans les Vosges granitiques. Mais sur le grès vosgien elles abondent sur les rochers et surtout là. Si nous comparons la consistance des grès à celle du granit, il est naturel de lui attribuer cette différence et de dire que les mousses en question, de même que toutes celles qui sont pourvues d'un protonema persistant ou de rhizoïdes développés, ne croissent que *sur un sol friable*.

Notons aussi que la station du *Brachyodus trichodes* n'est pas forcément « les parois verticales ou très inclinées des pierres ou des rochers siliceux, presque au niveau du sol ». Nous l'avons trouvé sur des surfaces horizontales de rochers de grès vosgien, bien au-dessus du sol. La véritable condition de développement est sans doute seulement le support rocheux, et un degré d'humidité, qui, dans certaines localités, ne se rencontrerait que dans les conditions indiquées par M. Boulay. Les localités où le *Brachyodus* était signalé étaient en dehors du grès vosgien. Il n'est pas rare sur ce terrain.

Le Secrétaire annuel,
P. VUILLEMIN.

Séance du 7 juin 1884.

Présidence de M Gross.

Membres présents : MM. Barthélemy, Blondlot, Gross, Laviéville, de Metz-Noblat, Le Monnier, Vuillemin.

COMMUNICATIONS.

Physique. — M. BLONDLOT fait les communications suivantes :

a) Relation entre la tension maxima de la vapeur d'un liquide et l'état électrique de la surface de séparation du liquide et de la vapeur;

b) Relation entre la différence électrique de deux corps en contact et la courbure de la surface de contact. (Ces communications paraîtront *in extenso* dans le Bulletin de la Société.)

Le Secrétaire annuel,
P. VUILLEMIN.

Digitized by Google

Séance du 16 juin 1884.

Présidence de M. Floquet, vice-président.

Membres présents : MM. Bleicher, Floquet, Hecht, Macé, Millot, Volmerange, Vuillemin, Wohlgemuth.

M. le Président donne lecture d'une lettre de M. Alph. Herrgott, donnant sa démission de membre titulaire de la Société.

MM. Bleicher et Vuillemin présentent M. Chenu comme membre titulaire.

COMMUNICATIONS.

I. **Géologie.** — M. Bleicher fait à la Société une communication sur le *rhétien* ou *infra-lias de Lorraine,* qu'il a étudié dans ces derniers temps, de la côte de Delme à Charmes. Il y a trouvé une faune très riche en espèces de coquilles lamellibranches, en poissons, reptiles, et constaté l'existence, à ce niveau, de végétaux peu déterminables. Il résume ses recherches ainsi qu'il suit :

1° Le rhétien de Meurthe-et-Moselle se sépare nettement du lias par sa faune et par sa composition minéralogique, des marnes irisées par sa faune seulement, qui est composée d'espèces différentes de celles des marnes irisées, à caractères généralement triasiques.

2° Le rhétien de Meurthe-et-Moselle commence par des couches de grès siliceux caractérisées par *Avicula contorta* et la faune habituelle du rhétien. Il se termine par les marnes rouges de Levallois.

3° Il se compose de deux massifs de grès avec ou sans dolomies, séparés par des marnes schisteuses ; les marnes rouges ou versicolores de Levallois surmontent le massif supérieur de grès, qui passe souvent au poudingue.

4° Les marnes schisteuses ne contiennent que de rares débris végétaux ; le massif supérieur de grès ou de poudingues est pauvre en fossiles bivalves et assez riche en débris de poissons ; les marnes rouges de Levallois sont absolument privées de fossiles.

II. **Botanique.** — M. Vuillemin fait à la Société une communication *sur les causes anatomiques de l'enracinement des tiges de ronce.*

M. Vuillemin pense que les explications proposées jusqu'à ce jour sur ce phénomène sont insuffisantes, parce que, en tenant compte de divers faits accessoires, on a négligé le point capital, c'est-à-dire les modifications intimes qui font de la tige aérienne un rhizome. C'est l'anatomie de la tige de la ronce qui doit servir de base à l'étude de son enracinement.

D'une façon générale, les portions de plantes soumises à des influences de milieu variables, comme les tiges aériennes, reçoivent de ce milieu une stimulation spéciale qui détermine en elles une évolution

Digitized by Google

rapide, tandis que les portions vivant dans un milieu calme et uniforme s'organisent plus lentement et plus régulièrement. Ce principe nous explique tout ce qui se passe dans la ronce.

Dans la tige aérienne, le péricycle, dont le rôle est capital dans la formation des racines, se sclérose de bonne heure et devient inapte à la fonction rhizogène. D'autre part, cette gaîne rigide qui étreint le cylindre central fait que la tige s'allonge beaucoup plus qu'elle ne s'épaissit. De là, tendance à la nutation, puisque, dans les bois humides où le phénomène s'observe, la ronce vit en buissons isolés, loin de tout support. L'extrémité renversée est frappée d'un arrêt de développement. Les feuilles se retournent d'abord; elles sont de plus en plus réduites et bientôt nulles. Les matériaux nutritifs s'entassent; les cellules sont gorgées d'amidon, mais s'organisent lentement. Le contact du sol humide ajoutant son action, la sclérose devient nulle. L'extrémité de la tige représente alors un tubercule gorgé de réserves nutritives, à feuilles réduites, à parenchyme abondant, à stéréome presque nul, pourvu enfin d'un péricycle à éléments non différenciés en sclérenchyme, et capables de devenir rhizogènes. En un mot, la tige aérienne s'est anatomiquement transformée en rhizome.

Par le fait même de cette propriété, elle a une double tendance, tendance à produire des racines, tendance à s'enterrer. La première se réalise seule si la tige, penchée au-dessus d'un ruisseau, et par suite soumise prématurément aux conditions extérieures capables d'en faire un rhizome, s'est transformée longtemps avant d'avoir atteint le sol. On voit alors le bourgeon terminal entouré d'une houppe serrée de racines. Parfois, au contraire, l'enfouissement et la production des racines sont simultanés, comme cela résulte des observations de M. Mer[1]; et les premières racines ne sont extérieurement visibles qu'au moment où l'extrémité de la tige pénètre dans le sol.

Entre les deux types extrêmes de structure de la tige, il y a des intermédiaires. On les observe en particulier sur des tiges qui rampent un certain temps dans les herbes avant de s'enfouir. Le péricycle y a conservé sa structure aérienne, sauf en certains points où des connexions anatomiques spéciales l'ont frappé d'un retard de développement. Ces points sont ceux où un faisceau foliaire pénètre dans le cylindre central. Le péricycle s'organise assez lentement à ce niveau pour que sa propriété rhizogène se soit révélée avant l'invasion de la sclérose. Aussi les premières racines que l'on trouve sur la tige de la ronce à une certaine distance de l'extrémité tuberculeuse sont-elles localisées de façon à s'insérer d'un côté sur un faisceau foliaire médian qui soulève l'endoderme, de l'autre, sur le faisceau caulinaire voisin.

1. Ém. Mer, in *Bulletin de la Soc. bot. de France*, t. XXXI, 1884, p. 62.

Digitized by Google

M. Vuillemin conclut de ces observations que la vraie cause de l'enracinement de l'extrémité des tiges de ronce, c'est l'action du milieu sur la structure intime de ces tiges.

Le Secrétaire annuel,
P. VUILLEMIN.

Séance du 1er juillet 1884.

Présidence de M. Gross.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Bleicher, Charpentier, Floquet, Gross, Hecht, Humbert, Millot, Stoeber, Volmerange, Vuillemin.

COMMUNICATIONS.

I. Physique. — M. CHARPENTIER fait une communication sur quelques *faits nouveaux d'optique physiologique.*

L'auteur a déjà présenté à la Société un instrument, *le photoptomètre différentiel*, grâce auquel il a pu étudier sous toutes ses formes la sensibilité de l'œil aux différences de clarté. Les premiers résultats de cette étude ont été communiqués, il y a un an, à la Société ; voici les faits nouveaux qui ont été observés depuis cette époque :

M. Charpentier avait montré que la perception des différences de clarté entre deux surfaces contiguës avait été diversement envisagée suivant les auteurs qui ont étudié la question. Il est évident, puisque cette perception dépend de l'éclairage absolu, qu'il faut considérer, dans des expériences comparatives, des surfaces de même éclairage. Mais quelle unité choisir pour comparer des éclairages de couleurs différentes ? Il y a deux manières de s'y prendre : on peut évaluer l'intensité lumineuse, la clarté de ces couleurs, ou bien leur intensité visuelle, c'est-à-dire la facilité avec laquelle on distingue un même objet éclairé par les différentes couleurs essayées. MM. Macé et Nicoti ont déjà montré la différence qui existe entre ces deux termes de comparaison ; l'étude de la sensibilité différentielle donne une base physiologique à cette distinction.

A égale intensité lumineuse, la perception des différences de lumières contiguës varie suivant la couleur ; elle est de plus en plus faible à partir du rouge jusqu'au violet.

A égale intensité visuelle, elle est la même pour toutes les couleurs. D'où il suit que c'est l'intensité visuelle qu'on devra se proposer de déterminer par la photométrie.

M. Charpentier a étudié de plus la *sensibilité aux différences de lumières successives,* à l'aide d'une méthode nouvelle et plus précise que celle qui lui avait servi en 1880 à ébaucher cette étude. Un disque de

Digitized by Google

papier blanc est éclairé à la fois par derrière et par devant, à l'aide des deux graduateurs du photoptomètre. Mais entre la lampe postérieure et le tube correspondant, oscille 150 fois par seconde un disque opaque qui vient alternativement occlure et laisser passer la lumière destinée à éclairer le papier par transmission, l'éclairage antérieur demeurant fixe. La lumière postérieure peut d'ailleurs être graduée de façon à permettre tout juste la perception par l'œil des alternatives d'augmentation et de diminution de la clarté. Or, les mêmes lois ont été établies que pour la perception des lumières contiguës :

A égale intensité lumineuse, la perception des différences de lumières successives augmente avec la réfrangibilité de la couleur.

A égale intensité visuelle, cette perception est indépendante de la couleur.

Enfin, dans les mêmes conditions, *la perception des différences de lumières successives a exactement la même valeur que celle des différences de lumières contiguës.*

Malgré cela, il existe entre ces deux fonctions une distinction capitale : la première a sensiblement la même valeur dans toutes les parties de la rétine (elle est même un peu plus délicate dans une zone moyenne qu'au centre), tandis que la perception des lumières contiguës diminue graduellement du centre à la périphérie.

M. Charpentier a, en dernier lieu, étudié par une méthode spéciale la *perception des diminutions de clarté.* Il a retrouvé les mêmes lois que celles qu'il avait établies en partant du principe de la plus faible augmentation lumineuse perceptible.

II. **Météorologie.** — Communication de M. MILLOT sur les *cyclones.*

Le but de cette communication n'était pas de présenter des faits nouveaux, mais de résumer, dans une courte description, ce que l'on sait de positif sur les cyclones.

Toutes les tempêtes sont circulaires, car les masses d'air qui affluent de toutes parts vers une dépression barométrique se trouvent déviées, par la rotation de la terre, dans des sens opposés, suivant qu'elles viennent du nord ou du sud de la dépression. Il se forme ainsi une infinité de couples de rotation, sous l'influence desquels l'air se met à tourner ; en même temps, la force centrifuge, qui intervient aussitôt, retarde la marche des molécules vers le centre et les force à décrire des courbes fermées autour du minimum barométrique.

Dans les deux hémisphères la rotation est inverse : tandis que le vent tourne de droite à gauche au nord de l'équateur, il tourne de gauche à droite dans l'hémisphère austral.

Les cyclones prennent naissance, de part et d'autre de l'équateur, aux points de la surface du globe et aux saisons où l'équateur thermal s'écarte à plus de six degrés de l'équateur géographique. Ces condi-

Digitized by Google

tions se trouvent réalisées de juillet à octobre dans l'Atlantique nord et de janvier à avril dans la mer des Indes.

Le cyclone une fois formé décrit, en s'éloignant de l'équateur, une trajectoire parabolique dont les deux branches sont dirigées vers l'Est, tandis que la convexité ou le sommet regarde l'Ouest.

En même temps que la tempête s'avance sur sa trajectoire, son diamètre va en augmentant, de 250 à 2,000 kilomètres, par exemple, tandis que la vitesse de rotation, énorme au début (200 kilomètres à l'heure), va en diminuant. Quant à la vitesse de translation, elle va en croissant : de 1 à 5 milles au début, elle peut atteindre une vingtaine de milles à l'heure dans les latitudes élevées.

Il résulte de la combinaison des deux mouvements de translation et de rotation que, dans une moitié de la tempête, celle qui est du côté convexe de la trajectoire, ces deux mouvements se différencient et peuvent même s'annuler, comme cela a lieu dans les hautes latitudes; le vent y souffle alors avec beaucoup moins de violence.

Au contraire, les deux mouvements s'ajoutent dans la moitié du cyclone qui est située du côté concave de la trajectoire; la tempête y règne dans toute sa violence. Les marins distinguent ces deux côtés de la tempête sous les noms de *demi-cercle maniable* et *demi-cercle dangereux*.

Au centre, qui coïncide avec le minimum barométrique, il y a un espace circulaire où il ne souffle aucun vent, mais où la mer, énorme et tourmentée, met les navires en péril.

Le baromètre est le guide le plus sûr pour annoncer les cyclones, surtout entre les tropiques où l'oscillation du mercure est d'ordinaire si régulière. L'apparence du ciel et de la mer fournissent aussi des pronostics nombreux.

Quant aux causes qui donnent naissance à ces tempêtes tourbillonnaires, on les ignore encore. Elles ne se montrent pas périodiquement; quelquefois les cyclones manquent pendant 7 ou 8 années consécutives, tandis que certaines années en comptent plusieurs. Leur production exige donc un concours exceptionnel de circonstances qui sont loin d'être bien connues. On a essayé bien des explications, aucune n'est satisfaisante.

Le Secrétaire annuel,
P. VUILLEMIN.

Séance du 18 juillet 1884.

Présidence de M. GROSS.

Membres présents : MM. Barthélemy, Bleicher, Charpentier, Fliche, Godfrin, Gross, Stoeber.

Digitized by Google

CORRESPONDANCE. — Une lettre du Directeur de la Commission de géologie d'Alsace-Lorraine informe le Président de la Société des sciences de Nancy que la demande par lui formulée en vue d'établir un échange entre les publications de ces sociétés n'ayant point été rejetée, il a obtenu officiellement l'échange des bulletins des deux sociétés.

M. le Président rend hommage au souvenir de M. Ritter, membre titulaire de la Société depuis 1866 ; il a succombé le 7 juillet 1884, par suite d'une maladie cruelle qui depuis plus d'un an l'empêchait de prendre une part active à ses travaux. M. le Président donne lecture des paroles d'adieu qu'il a prononcées sur la tombe du regretté confrère dont la Société déplore la perte prématurée.

ÉLECTION. — M. BLEICHER fait un rapport verbal sur la candidature de M. Chenu, licencié ès sciences naturelles, amateur zélé de géologie, qui aura prochainement d'importantes communications à faire à la Société sur cette science.

M. Chenu est élu à l'unanimité membre titulaire.

COMMUNICATIONS.

I. **Physique.** — M. CHARPENTIER fait une communication sur cette question : *la périphérie de la rétine est-elle daltonienne?*

On sait que les couleurs sont mal perçues dans les parties excentriques du champ visuel. Même lorsque l'on fait l'expérience avec des papiers colorés ordinaires, on trouve qu'ils ne sont pas perçus du tout dans une zone tout à fait périphérique. Cette zone passait, il y a quelques années, pour être complètement achromatope. De plus, le bleu étant perçu plus périphériquement que le rouge, certains auteurs admettaient en outre une zone daltonienne, c'est-à-dire percevant les couleurs, sauf le rouge.

Ces théories ont été battues en brèche par Landolt qui, en 1874, montra que la périphérie rétinienne percevait bien toutes les couleurs, mais à condition que celles-ci fussent assez intenses. En 1877, j'ai montré de plus que la perception des couleurs diminuait régulièrement du centre à la périphérie, sans jamais devenir nulle. En outre, si les couleurs sont moins bien perçues en tant que couleurs à la périphérie, elles sont perçues comme lumière blanche avec au moins autant d'intensité qu'au centre.

Les expériences de Landolt ayant été débattues, je les ai répétées l'année dernière avec l'aide de M. Bernard, préparateur du laboratoire de physique, en présentant à l'extrême limite du champ visuel des verres colorés placés au-devant d'une petite lampe électrique de Gaiffe; toutes les couleurs ont été reconnues.

Mais il restait à résoudre une autre question : si la périphérie rétinienne n'est pas achromatope, ne pouvait-elle pas être dyschromatope,

Digitized by Google

c'est-à-dire percevoir mieux certaines couleurs que d'autres ? J'ai fait, pour y répondre, les expériences suivantes :

J'ai déterminé, à l'aide de ma méthode du minimum perceptible et avec mon photoptomètre, la valeur de la perception de chaque couleur comparativement par le centre et par certaines parties excentriques de la rétine ; or, pour un même éloignement du centre, la perception a été diminuée *dans le même rapport* pour toutes les couleurs employées, bleu, vert, jaune, rouge. Donc la perception des couleurs est uniformément diminuée à la périphérie et certaines couleurs ne sont pas mieux perçues que les autres ; par conséquent, la périphérie de la rétine n'est pas daltonienne. Si les papiers colorés ordinaires sont perçus différemment, cela tient à leurs différences d'intensité et au degré de pureté de leur nuance principale.

II. **Paléontologie.** — M. Bleicher fait une communication sur les *Échinides des étages jurassiques de Lorraine,* depuis le lias inférieur jusqu'à la grande oolithe ou étage bathonien. Ces fossiles, mieux que tous les autres, traduisent fidèlement l'état des fonds de mer de nos régions à ces différentes époques. Ils sont extrêmement rares et appartiennent tous aux échinides réguliers pendant toute la durée des dépôts vaseux des trois étages du lias ; dès que les temps oolithiques approchent, ils deviennent abondants, leurs formes régulières et irrégulières se multiplient, et leur maximum est atteint à l'époque de l'apparition des récifs de polypiers dans nos mers bajociennes ou de l'oolithe inférieure. A l'étage bathonien correspond une série en partie nouvelle, mais généralement moins riche, sauf aux époques où se développent des polypiers à l'état sporadique. Certains de nos échinides passent d'un étage à l'autre ; d'autres, que M. Bleicher présente à la Société, sont caractéristiques et ne se rencontrent qu'à un seul niveau bien déterminé. En achevant sa communication, M. Bleicher ajoute que c'est grâce à la collaboration de MM. Gaiffe et Barthélemy, de la Société des sciences, de MM. Monal, Riston et Chenu, qu'il a pu enrichir la faune paléontologique de nos régions d'environ soixante espèces non encore indiquées en Lorraine.

Pour le Secrétaire annuel,
Godfrin.

Séance du 17 novembre 1884.

Présidence de M. Gross.

Membres présents : MM. Arth, Barthélemy, Bleicher, Blondlot, Charpentier, Chenu, Dumont, Fliche, Floquet, Gross, Haller, Hasse, Hecht, Jaquiné, Millot, Stoeber, Thouvenin, Wohlgemuth, Volmerange.

Digitized by Google

Présentation. — MM. Bichat et Bleicher présentent M. l'abbé Chevallier comme membre titulaire.

COMMUNICATION.

Optique. — M. Stoeber fait une communication sur la *Myopie scolaire.*

Le travail sur la *Myopie scolaire,* lu par M. Stoeber, est une étude approfondie sur les conditions hygiéniques des écoles primaires, tant au point de vue de l'attitude des enfants et de son influence sur la santé du corps en général et sur l'état de la vue en particulier, qu'au sujet des conditions physiques dans lesquelles on doit placer les élèves pendant la durée de leur scolarité. L'auteur développe assez rapidement les causes, la prophylaxie et le traitement de la myopie : il insiste surtout sur l'étiologie de cette affection si désastreuse et la trouve dans la négligence que l'on apporte à rendre aussi parfaits que possible les cinq facteurs suivants : *éclairage, aération, mobilier, livres* et *écriture.* C'est là le point important de cette communication, d'autant plus que la diffusion de l'instruction devient de plus en plus grande.

Les conditions actuelles d'instruction obligatoire ont déjà amené et amèneront encore un grand nombre d'améliorations dans l'état et la disposition des éléments de l'enseignement; car, si le nombre des élèves s'accroît, il faut de toute nécessité que l'espace qui leur est réservé augmente, le volume d'air indispensable pour chacun d'eux étant de 7 à 10 mètres cubes. Dans les villes, où le choix des emplacements à bâtir n'est pas toujours facile, l'orientation est défectueuse : l'éclairage devient insuffisant, soit par ce motif, soit parce que l'école n'est pas isolée et entourée de cours et de jardins.

Voici, du reste, les conclusions de ce travail :

La myopie reconnaissant pour cause une application prolongée de la vue pendant l'enfance sur des livres imprimés trop fin et insuffisamment éclairés, la lumière dans une classe doit être franche, abondante, l'éclairage uni ou bilatéral, pourvu qu'il n'arrive pas en face; — il faut que le mobilier soit proportionné à la taille des enfants, que l'espace entre le banc et la table soit nul et la table inclinée; — les livres seront imprimés en caractères d'autant plus gros qu'ils sont destinés à des enfants plus jeunes; — pour l'écriture, corps droit, cahier droit, écriture droite ou française.

Pour le Secrétaire annuel absent,
Thouvenin.

Digitized by Google

Séance du 1er décembre 1884.

Présidence de M. Gross.

Membres présents : MM. Arth, Bagnéris, Barthélemy, Bleicher, Blondlot, Charpentier, Chenu, Floquet, Haller, Held, Henry, Hecht, Gross, Jaquiné, Kœhler, Millot, Thouvenin, Volmerange, Wohlgemuth.

Rapport et présentations. — M. Bleicher fait un rapport verbal sur la candidature de M. l'abbé Chevalier, licencié ès sciences physiques, professeur à l'École Saint-Sigisbert, ancien élève de la Faculté des sciences.

M. l'abbé Chevalier est élu à l'unanimité membre titulaire de la Société.

MM. Bleicher et Laviéville présentent M. Lecat comme membre titulaire.

MM. Bleicher et Chenu présentent au même titre M. Riston.

MM. Bleicher et Volmerange présentent au même titre M. Pérot.

MM. Blondlot et Bichat présentent au même titre M. Bertin.

MM. Haller et Arth présentent au même titre M. Guntz.

MM. Kœhler et Wohlgemuth présentent au même titre M. Saint-Remy.

M. Vuillemin, retenu loin de Nancy par son service militaire, ayant donné sa démission des fonctions de secrétaire annuel, il est procédé à son remplacement.

M. Thouvenin ayant réuni la majorité des suffrages est élu secrétaire annuel de la Société.

COMMUNICATION.

M. Blondlot fait une communication concernant l'une *des propriétés de la surface d'un liquide.* Pour la démontrer, M. Blondlot présente à la Société l'expérience suivante :

On dépose une goutte d'huile sur de l'eau contenue dans un verre. Si l'on vient à plonger dans l'eau un morceau de papier mouillé, on voit la goutte d'huile diminuer de diamètre au fur et à mesure que l'on enfonce le papier; lorsqu'on retire ce dernier, la goutte s'agrandit de nouveau et reprend son diamètre primitif lorsque le papier est entièrement hors de l'eau.

Ce phénomène est dû à la viscosité superficielle de l'eau, laquelle permet la transmission à toute la surface liquide des tractions opérées par le papier sur une portion de celle-ci.

M. Kœhler, rappelant que certains mollusques rampent la tête en bas sous la surface de l'eau, demande si ces animaux n'utiliseraient pas comme point d'appui pour marcher, la viscosité qui est attribuée à la couche superficielle de l'eau.

Digitized by Google

Après une discussion à laquelle prennent part MM. Blondlot, Floquet et Charpentier, la question reste indécise.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance générale annuelle du 20 décembre 1884.

Présidence de M. Gross.

Membres présents : MM. Arth, Bagnéris, Barthélemy, Bleicher, Blondlot, Charpentier, Chenu, Chevalier, Fliche, Friant, Floquet, Gross, Hasse, Hecht, Henry, Herrgott père, Jaquiné, Kœhler, Klob, Le Monnier, Macé, Millot, Thouvenin, Volmerange.

Un grand nombre de personnes étrangères à la Société assistent à cette séance.

M. le Président prononce l'allocution suivante :

C'est sous l'émotion d'un deuil profond que j'ouvre notre séance générale annuelle. Il y a quelques jours à peine nous avons rendu un dernier hommage au doyen de nos membres titulaires, à Oberlin, professeur et directeur honoraire de l'École supérieure de pharmacie.

Collègue estimé et sympathique à tous, Oberlin a sincèrement aimé notre Société et largement contribué à sa prospérité par les travaux dont il a enrichi nos annales et la part active qu'il a consacrée au fonctionnement administratif de notre institution. Il a été notre trésorier jusqu'au jour où les premières atteintes du mal qui devait nous l'enlever, l'ont forcé à renoncer à ces honorables fonctions. Notre aimé collègue, notre dévoué collaborateur laisse parmi nous des regrets unanimes et bien mérités. Il est, hélas ! après Morel et Ritter, le troisième membre fondateur dont nous déplorons la perte depuis l'année dernière. Rendons ici un pieux hommage de reconnaissance à la mémoire de ces savants collègues, de ces vétérans de notre Société.

Si tant de vides sensibles sont survenus dans nos rangs, la Société des sciences a aussi eu la satisfaction de recevoir cette année de sérieuses et importantes recrues. Heureux présage pour l'avenir ! Nous nous réjouissons de la collaboration active de tous ces nouveaux adhérents, nous comptons sur leur dévouement sincère à notre œuvre. Que tous nos jeunes collègues nous apportent les fruits de leur labeur et de leurs recherches, qu'ils viennent confier leurs travaux à notre *Bulletin,* qui va rendre compte au loin du travail scientifique de la Lorraine française.

Profitons tous de ces nouveaux éléments de vitalité ; et faisons persévérer notre Société dans la voie de progrès si brillamment tracée par nos devanciers.

Rappelons-nous sans cesse l'exemple de nos aînés, des Lauth, des

Digitized by Google

Duvernoy, des Gerhardt, des Sarrus, des Voltz, des Lereboullet, de ces savants modestes qui ont illustré les premières années d'existence de notre Société dans la regrettée Alsace ; des Baudelot, des Rameau, des Engel, des Godron, des Delbos, de tous ces chercheurs infatigables qui nous ont légué les traditions du travail incessant et de la probité scientifique.

Le temps est proche où il faudra mesurer nos forces et directement entrer en lice. La ville de Nancy vient d'être désignée pour une des prochaines sessions de l'Association pour l'avancement des sciences.

Notre Compagnie devra tenir un des premiers rangs dans cette grande assise de la science française. C'est à nous qu'il appartiendra de montrer, pour notre part, ce que valent les chercheurs et les travailleurs des régions de l'Est. Unissons donc nos efforts et préparons-nous à soutenir dignement l'honneur du drapeau de la Lorraine savante.

COMMUNICATIONS.

I. Géologie. — M. BLEICHER résume dans une communication les travaux des sections de géologie et d'anthropologie au Congrès tenu à Blois par l'Association française pour l'avancement des sciences, sur la question de *l'homme tertiaire de Thenay* (Loir-et-Cher).

Après avoir fait l'historique de la découverte de silex taillés, brûlés, craquelés dans l'étage tertiaire aquitanien ou miocène inférieur, par l'abbé Bourgeois en 1867, il passe en revue les résultats auxquels le Congrès est arrivé au sujet de la question d'âge, de condition de dépôt des argiles à silex de Thenay, et enfin de la valeur de ces silex eux-mêmes.

Il a paru bien prouvé à tous les géologues et anthropologistes présents, que le gisement principal des silex de l'abbé Bourgeois était bien en place, au-dessous du calcaire de Beauce et des faluns marins ; mais quelques membres du Congrès ont élevé des objections au sujet de l'âge aquitanien de ce gisement. Ils y voient une formation plus ancienne, comparable en tous points aux argiles à silex qui remplissent presque partout, sur le pourtour du bassin de Paris, les dépressions de la craie. Les conditions de dépôt des argiles à silex taillés de Thenay ont semblé être celles d'un fond de lac et non d'un rivage. Quant aux silex eux-mêmes, ils proviennent évidemment, d'après les fossiles roulés qu'ils contiennent, des couches crétacées-sénoniennes-ravinées sous-jacentes.

Certains d'entre eux présentent, en effet, des traces de taille, mais il n'a pas paru évident à tous que cette taille fût intentionnelle. Enfin, les craquelures que certains éclats de silex présentent ont fait l'objet de discussions approfondies, desquelles est ressortie la nécessité d'expériences de laboratoire sur les silex, pour les soumettre aux agents physiques et chimiques capables de les modifier dans leur ap-

Digitized by Google

parence et leur structure, tous les membres du Congrès n'étant pas d'avis qu'il y ait nécessité de mettre les craquelures sur le compte d'un être intelligent qui aurait soumis le silex à l'action du feu.

II. Astronomie. — M. FLOQUET fait une communication sur l'*origine et la fin des comètes*. (Cette communication sera publiée *in extenso* dans les Mémoires de la Société.)

III. Zoologie. — M. KŒHLER rend compte d'un voyage qu'il fit pendant l'été dernier aux *îles Anglo-normandes* et des recherches auxquelles il s'y est livré dans le but de recueillir des matériaux pour la publication d'un *travail sur la faune marine de ces îles*. Il a exploré surtout l'île de Jersey, mais il s'est aussi rendu à l'île de Guernesey et à celle de Sark, et il possède des collections importantes provenant de ces deux dernières localités.

Après avoir rappelé en quelques mots l'histoire géologique de ces îles, qui n'existaient pas avant le VIII^e^ siècle, ou plutôt, qui étaient alors rattachées au continent français dont elles furent détachés plus tard à la suite d'une série d'affaissements très remarquables, il passe successivement en revue les types les plus intéressants rapportés de son voyage et présente à la Société les échantillons des animaux qu'il décrit. Certaines espèces rares ou nouvelles pour les côtes de la Manche ou bien mal connues ont particulièrement été l'objet de ses recherches.

M. Kœhler insiste sur l'intérêt que présente, au point de vue zoologique, l'examen des faunes locales, qui permet de se rendre compte de l'influence qu'exercent tous les agents extérieurs, conditions climatériques, nature de fonds, constitution géologique, etc., sur la distribution géographique des animaux, étude qui est malheureusement trop négligée. Ces considérations seront développées dans un mémoire qui paraîtra dans le Bulletin de la Société et dans lequel l'auteur donnera la liste de toutes les espèces qu'il a recueillies dans les îles de la Manche et comparera cette faune avec celle des régions voisines.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Digitized by Google

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR UN

MONSTRE SYNOTE

Par M. Paul VUILLEMIN

CHEF DES TRAVAUX D'HISTOIRE NATURELLE MÉDICALE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

I. — PARTIE DESCRIPTIVE.

Le présent travail a pour objet un monstre du genre *synote* de Geoffroy Saint-Hilaire. C'est un jeune porc qui vécut quelques heures seulement. Ses congénères tératologiques ne sont jamais viables.

Les synotes font partie, dans la nomenclature de Geoffroy Saint-Hilaire, de la famille des *monstres doubles sycéphaliens*. Dans ce groupe, deux jumeaux, appliqués l'un contre l'autre par les bords de leur face ventrale, à une époque de la vie embryonnaire où cette région du corps est excavée en gouttière, se sont soudés dans toute leur portion sus-ombilicale. A partir de l'ombilic, l'union est d'autant plus intime qu'on se rapproche davantage de la tête. L'intimité de cette fusion entraîne des réductions dont le degré variable a permis de partager la famille en genres. Dans le genre *synote*, l'un des visages très réduit n'est plus représenté *au dehors* que par deux ou même une seule oreille.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX.

Certains organes (sternum) sont formés de parties appartenant par moitié à chacun des composants; d'autres (colonnes verté-

Digitized by Google

brales) appartiennent en propre à l'un d'eux. Cette disposition est facile à saisir dans la région sternale (*fig.* 1). Un plan AB sépare les deux sujets composants. C'est le plan de symétrie du monstre. On peut l'appeler par abréviation *axe d'union,* puisqu'il se trouve représenté sur nos figures par l'intersection du plan en question avec le plan du dessin. Chaque sujet, considéré isolément, possède aussi un plan de symétrie CD, ED, perpendiculaire au précédent, que nous nommerons *axe individuel.* On distingue donc, au niveau des sternums, deux plans de symétrie rectangulaires.

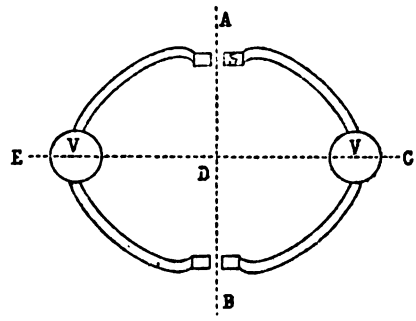


Fig. 1.

Il n'en est pas de même dans la région céphalique (*fig.* 2). Un synote n'y possède plus d'autre plan de symétrie que le plan d'union (AB, *fig.* 2). Par suite de l'inégalité des moitiés de chaque sujet, les axes individuels font entre eux un angle dièdre CDE au lieu de se confondre.

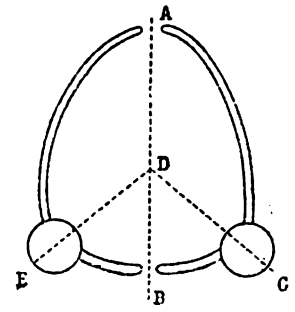


Fig. 2.

L'un des visages est bien conformé; l'autre est indiqué seulement par la présence d'*un pavillon auriculaire.* Nous disons *un seul,* bien qu'à première vue on soit tenté d'en reconnaître deux (pl. I, *fig.* 1). Il n'y a en effet qu'un trou auditif externe, et de chaque côté de ce trou on distingue la portion de la conque qui, chez les sujets normaux, se trouve en arrière et en dehors du plan médian du trou auditif. La moitié antéro-interne, normalement très petite, n'est pas ici représentée. C'est donc un pavillon unique dans lequel la petite moitié est remplacée par une portion semblable à la grande, et qui lui est fournie par une oreille de l'autre sujet.

La vue d'un monstre de cette nature donne l'impression d'un animal à corps double et à visage unique portant des oreilles supplémentaires dans la région occipitale. On peut utiliser cette

Digitized by Google

apparence pour établir une nomenclature. Nous appellerons *face antérieure* celle qui correspond au visage bien développé, *face postérieure* celle où se trouve le visage rudimentaire; sujet de *droite*, sujet de *gauche*, les composants suivant leur situation respective par rapport à la face antérieure.

Pour Geoffroy Saint-Hilaire, il y a concordance entre la conformation intérieure de la tête et sa disposition extérieure. Cette manière de voir est exacte en principe et justifie suffisamment la distinction des genres définis par les caractères extérieurs. Pourtant l'étude à laquelle nous nous sommes livré ne nous permet pas d'accepter sans restriction les développements que lui a donnés l'illustre tératologue, et en particulier l'ordre de disparition qu'il assigne à divers organes des sens : « .... L'état « imparfait et rudimentaire de l'une des cavités orales entraîne « nécessairement l'atrophie des organes des sens. L'appareil na- « sal, comme le plus immédiatement lié par ses connexions « anatomiques avec l'appareil buccal, est celui qui est atteint le « premier ; et déjà même on ne le trouve plus que très rudimen- « taire chez plusieurs janiceps; vient *ensuite* l'appareil oculaire « qui, très imparfait chez les iniopes, a disparu chez les synotes; « puis en dernier lieu l'appareil auditif, qui existe encore chez « les synotes comme chez les iniopes, mais très rudimentaire. « Il se compose en effet *seulement de deux canaux auditifs* TER- « MINÉS EN CUL-DE-SAC, ou même d'un seul canal médian, qui « accompagnent, dans presque tous les cas, deux conques auri- « culaires, ou une conque double et médiane [1]. »

On verra au cours de la description que nos recherches nécessitent plusieurs modifications à cet exposé.

TRONC.

La structure du tronc concorde avec les descriptions classiques. Comme toujours, les deux sujets sont pourvus du même sexe. Ils sont femelles, avec organes bien conformés. Le tube digestif est simple dans les régions pharyngienne, œsophagienne, stomacale,

1. Is. Geoffroy Saint-Hilaire, *Anomalies*, t. III, 1836, p. 133.

Digitized by Google

et une partie de l'intestin. L'intestin se bifurque assez bas, pour envoyer un peloton vers chaque anus. Les foies sont distincts, mais celui de droite très petit. Les appareils urinaires, comme les organes génitaux, appartenant à la région qui a échappé au dédoublement, sont normalement développés dans chaque sujet. Les cœurs sont distincts : celui de l'individu droit beaucoup moins gros que celui de gauche. Les appareils respiratoires ne présentent ni fusion, ni condensation. Dans le pharynx unique s'ouvrent deux larynx. Il y a deux trachées, quatre poumons.

Les *larynx* présentent une particularité digne d'être relevée. Chacun d'eux se rapportant tout entier à l'un des sujets perd sa symétrie bilatérale, tandis que le système formé par les deux larynx est parfaitement symétrique par rapport au plan d'union.

Le cartilage thyroïde présente en avant un angle dièdre (EFG, *fig.* 3). Les deux faces qui constituent cet angle sont légèrement inégales, l'avantage appartient à celle que nous sommes convenu d'appeler antérieure EF. En même temps, par suite de la légère déviation des axes individuels (CD), les faces antérieures prolongées font, avec le plan de symétrie AB, un angle EHA beaucoup plus grand que l'angle GIB, dû à l'intersection, avec le même plan AB, d'une face postérieure GF également prolongée.

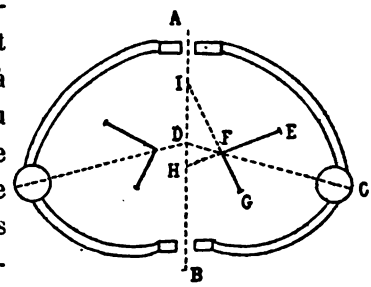


Fig. 3.

TÊTE.

Voûte du crâne.

A. — PORTION NON DÉDOUBLÉE.

Pour comprendre la voûte du crâne, il suffit de se rappeler la situation des axes individuels et de l'axe d'union (*fig.* 4). Les *occipitaux* (O), éloignés de la région où commence le dédoublement, sont à peu près normaux. Leur portion écailleuse possède en

Digitized by Google

avant deux bords dont la situation rappelle, en l'exagérant, celle des cartilages thyroïdes. Ces bords devraient s'articuler chacun avec un pariétal.

B. — PORTION DÉDOUBLÉE.

a. — Moitié antérieure d'un des sujets. — Un *pariétal* (P) se développe normalement dans la région qui avoisine l'occipital, et s'étend le long de l'axe individuel du sujet considéré. En dehors, il a toute la place nécessaire pour prendre le développement normal. Du côté interne, il ne peut dépasser le plan d'union. Par suite, le bord interne AB (*fig.* 4) fait un angle à sommet C. A partir de là, le pariétal considéré s'articule suivant CB avec son congénère fourni par l'autre sujet.

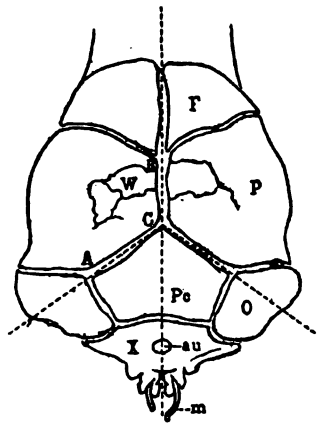


Fig. 4.

Il en résulte que, dans la région antérieure, les deux grands pariétaux ont entre eux les mêmes relations que les deux pariétaux d'un individu normal. Aussi les grands *frontaux* (F) viennent-ils s'articuler avec leurs bords antérieurs sans aucune particularité; et toute la portion antérieure de la tête rappelle un porc ordinaire.

Les os situés en avant des pariétaux ont à peu près les dimensions normales. Nous noterons seulement une légère anomalie dans la formation des pariétaux, résultant de ce qu'ils avaient trop de place pour se développer. C'est à cela sans doute que l'on doit attribuer une ossification irrégulière attestée par la présence d'*os wormiens* (W).

b. — Moitié postérieure d'un des sujets. — Nous trouvons un os (Pc) qui, par ses connexions avec l'occipital et le grand pariétal, est évidemment *le pariétal*. Il est à peu près normal au niveau de ces insertions; mais il se trouve considérablement gêné dans son développement du côté interne, puisqu'il ne peut se former que dans l'angle aigu résultant de l'intersection des axes indi-

Digitized by Google

viduel et commun. Pour qu'il prît son développement normal, il aurait dû empiéter sur le domaine de son congénère. Celui-ci avait les mêmes tendances. Il en est résulté une fusion dans les points d'ossification des deux pariétaux, et il s'est produit *un seul os pariétal* pour la face postérieure.

La fusion est encore plus intime pour les os qui s'articulent avec les pariétaux. Ce ne sont plus seulement les deux frontaux, mais avec eux les temporaux et un certain nombre d'os de la face qui sont venus se souder en une masse unique (X), située au-dessous du petit pariétal, et dont la structure ne pourra être élucidée que par l'étude de la base du crâne. Rappelons seulement que c'est au milieu de cet os que s'ouvre le conduit auditif unique de la face postérieure (*au*).

Encéphale.

En ce qui concerne l'encéphale, Geoffroy Saint-Hilaire, généralement si clair et si exact, s'est complètement départi de la précision qu'il montre dans la description d'autres organes et de la sagacité qu'il déploie dans l'appréciation de leur valeur respective. Il semble avoir oublié que les encéphales se sont dédoublés comme les autres organes, et que là, comme ailleurs, la petite moitié de chaque sujet est restée dans une situation normale par rapport aux axes individuel et commun, que la seule différence consiste dans la manière dont cette moitié s'est développée, différence correspondant à une atrophie évidente et à la déviation des axes individuels qui l'accompagne. « Chez les synotes, dit-il, « toutes les parties de l'encéphale sont *confondues* jusqu'aux cer- « velets qui seuls restent séparés et doubles. »

Les auteurs qui ont suivi ont bien constaté des traces d'organes autres que le cervelet dans la petite moitié, mais sans rectifier ce qu'il y a de foncièrement erroné dans l'exposé de Geoffroy. La description la plus exacte qui nous soit connue est celle que Vrolik a donnée d'un synote humain. Ses dessins de l'encéphale prouvent qu'il avait un cas tout à fait comparable au nôtre. Il y a décrit et figuré avec exactitude des tubercules quadrijumeaux doubles; mais tout ce qui devait être antérieur à cette portion,

Digitized by Google

tout l'espace occupé par le cerveau correspondant à la petite face est couvert d'une ombre épaisse, et la description est muette. (Vrolik, *Tabulæ ad illustrandam embryogenesin hominis et mammalium.* — Tab. XCVI, *fig.* 1 et 2; Tab. XCVII, *fig.* 1, 2, 4, 5. Ces figures sont reproduites par Fréd. Ahlfeld, *Die Missbildungen des Menschen,* 1880, page 92, et *Atlas,* pl. XV, *fig.* 1, 2, 3, 4, 5, 6.) Vrolik ne contestant pas l'opinion de Geoffroy, son observation ne faisait que reculer la limite des parties *confondues* jusqu'au-devant des tubercules quadrijumeaux.

1. — Face supérieure.

Réclinant légèrement la partie postérieure des deux grands hémisphères, nous avons constaté (pl. II, *fig.* v), la présence de deux séries de *tubercules quadrijumeaux* dont chacune, faisant suite à l'un des cervelets, et composée de mamelons sensiblement égaux, appartenait à l'un des sujets. Les axes individuels convergeaient vers l'axe d'union de manière à le rejoindre au niveau d'une *glande pinéale* unique. Cette dernière résultait évidemment de la fusion des glandes faisant suite à chaque groupe de tubercules quadrijumeaux.

Dans l'opinion de Geoffroy, il aurait fallu admettre que chacun des axes individuels tend à devenir parallèle à l'axe d'union. Ce parallélisme étant atteint au niveau de la glande pinéale, il en résulte que, dans toute la région antérieure à cette glande, la moitié gauche du cerveau droit et la moitié droite du gauche devraient être réduites à une ligne géométrique, c'est-à-dire nulles. Par suite aucun rudiment du petit cerveau n'existerait. Mais d'une part, la direction même des axes dans les portions où les deux moitiés de chaque sujet sont bien développées, c'est-à-dire en arrière de la glande pinéale; d'autre part, la situation des organes des sens et des parties osseuses sont contraires à cette hypothèse. Les angles aigus déterminés par la rencontre des axes individuels et de l'axe d'union, c'est-à-dire l'espace postérieur à la glande pinéale, sont le seul territoire où le développement des *hémisphères* fût possible. Or la place est étroite, vu le grand développement des cervelets et des tubercules quadrijumeaux. Les hémisphères

Digitized by Google

ne pouvaient donc être que très rudimentaires. Un examen attentif les fait reconnaître précisément dans cette situation (pl. II, *fig.* v, vi, vii). On les distingue à leur forme générale, à leur situation homologue à celle des grands hémisphères, à leurs relations avec les organes voisins, et surtout à la façon dont ils se continuent sur la face ventrale.

Si nous écartons les grands hémisphères de part et d'autre de la ligne médiane (pl. II, *fig.* vi), nous pouvons examiner le *troisième ventricule.* Nous voyons deux *aqueducs de Sylvius* (S). Entre eux se trouve une masse impaire surmontée de la commissure blanche postérieure, et constituée par la fusion des *pédoncules cérébraux* qui font suite aux deux moitiés internes des tubercules quadrijumeaux, et correspondant aux petites moitiés des deux sujets. A la partie supérieure de cette masse et au-dessous de la commissure blanche postérieure, on distingue une couche (O') qui, par sa forme et sa situation vis-à-vis de l'axe individuel indiqué par l'aqueduc, répond à la *couche optique.* (Vrolik l'a dessinée. Il lui donne, nous ne savons pourquoi, le nom de corps strié. Ses rapports avec les tubercules quadrijumeaux internes et les pédoncules cérébraux, sa situation homologue avec les couches optiques des grands hémisphères, ne laissent aucun doute sur sa nature.) Au-devant de cette région se trouve un *tuber cinereum unique* (H), donnant insertion à *deux tiges pituitaires,* comme nous le reconnaîtrons à l'examen de la face ventrale. Le *tuber cinereum* appartient donc aux deux individus. Il marque dans cette région le point de jonction des axes individuels avec l'axe d'union, de la même façon que la glande pinéale le fait à un niveau plus dorsal.

Sur la face ventrale, le point d'intersection des axes est porté encore plus en avant, puisque les tiges pituitaires y sont distinctes, chaque sujet en possédant une. C'est au contraire sur la face dorsale que ce point est reporté le plus en arrière. Les grands hémisphères y recouvrent presque totalement les tubercules quadrijumeaux.

Ces divers points de repère se trouvent sur une ligne fortement oblique de haut en bas et d'arrière en avant faisant avec la verticale un angle de 40°, et qui n'est autre que l'intersection des

Digitized by Google

plans axiaux individuels et commun. Aussi les deux petites moitiés de l'encéphale, débordées de toutes parts par les grandes, n'ont eu pour se développer qu'un *espace tétraédrique,* à sommet dirigé en avant et pourvu d'un bord supérieur dans le plan médian. De cette façon, les parties du petit cerveau sont d'autant moins développées qu'elles sont plus voisines de la région où les divers axes convergent, c'est-à-dire vers la région oculaire.

2. — Base de l'encéphale. (Pl. II, *fig.* VII.)

A. — PORTION NON DÉDOUBLÉE.

Nous trouvons deux moelles allongées, deux protubérances annulaires et deux cervelets entièrement distincts et rappelant tout à fait la conformation normale, à cela près que chaque groupe a subi une torsion autour de son axe de manière à n'avoir plus ses deux moitiés symétriques, tandis que les portions appartenant aux deux sujets forment un ensemble symétrique par rapport au plan d'union. Cette disposition est tout à fait analogue à celle que nous avons signalée pour les larynx.

La conformation normale de cette région est encore démontrée par ce fait qu'elle donne naissance, de part et d'autre, aux nerfs qui la caractérisent dans les cas ordinaires. Tous les nerfs postérieurs à la septième paire sont aussi bien développés sur la face interne que sur la face externe de chaque bulbe. Les *faciaux* et les *auditifs* sont aussi volumineux du côté correspondant au cerveau atrophié qu'à celui du cerveau bien conformé. (Pl. II, *fig.* VII : VII, VIII; VII, VIII.)

B. — PORTION DÉDOUBLÉE.

a. — Moitié antérieure. — Retraçons un schéma indiquant la situation des axes (*fig.* 5).

La limite interne d'un des segments antérieurs est facile à établir. L'intersection du plan axial individuel avec cette face inférieure rejoint le plan d'union un peu en avant de la région pituitaire (*fig.* 5, D). Deux tiges pituitaires (P) existent en effet et chacune

Digitized by Google

d'elles appartient à l'un des sujets. D'autre part, cette intersection est un peu en arrière du chiasma des nerfs optiques (N), puisque ce dernier organe est absolument simple et appartient sans conteste aux deux segments antérieurs.

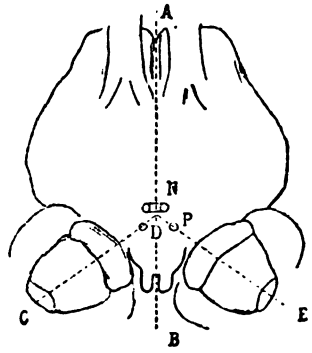


Fig. 5.

Ce segment présente un hémisphère très normal, si l'on néglige ce fait que son bord interne est une ligne brisée au lieu d'être une droite, fait qui d'ailleurs n'en modifie en rien la structure. On y distingue dans la région postérieure un demi-tubercule optique, un pédoncule cérébral, une scissure de Sylvius peu accusée, le lobe de l'hippocampe, le lobe sphénoïdal; et la région antérieure, entièrement conforme au type, présente un lobe olfactif des plus nets.

La tige pituitaire, chevauchant sur l'axe individuel, correspond dans sa plus grande moitié au segment que nous considérons. Il en est de même du tubercule optique.

De plus, tous les nerfs sont normalement disposés, et l'on peut voir (pl. II, *fig.* VII) l'origine de l'abducteur (oculo-moteur externe) VI, du trijumeau V, du pathétique IV, de l'oculo-moteur commun III, des nerfs optiques II, et des olfactifs I.

Le *chiasma des nerfs optiques* opère une fusion intime entre des éléments provenant de chacun des sujets composants. Ce fait est instructif pour démontrer combien, dans une anomalie du genre de celle que nous étudions, l'individualité physiologique tend à se déplacer et à devenir le caractère de l'être composé au détriment des sujets composants.

b. — *Moitié postérieure.* — Le petit *hémisphère* est la reproduction en miniature du grand. On y retrouve la petite moitié du tubercule optique, le lobe de l'hippocampe et la zone frontale. D'après la manière dont se comportent les axes, nous pouvions prévoir en effet que, à la face inférieure, les hémisphères présenteraient leur plus complet développement, bien que la place laissée entre les protubérances annulaires fût encore bien minime. Cette place est entièrement occupée, et notre figure VII de la

Digitized by Google

planche II ne laisse aucun doute sur l'homologie de ces diverses parties. On constate seulement que les sillons qui les séparent sont moins profonds, les circonvolutions nulles, et qu'aucun nerf ne s'en échappe. Les nerfs optiques ne sont pas même indiqués, et cela ne doit pas nous surprendre, puisque la place qu'ils devaient occuper est le sommet même du tétraèdre, c'est-à-dire la région la plus étroite. Nous avons vu, d'autre part, dans le troisième ventricule les couches optiques, elles-mêmes fort réduites, mourir en avant sans donner de bandelettes.

Base du crâne.

Les axes individuels (*fig.* 6) y sont définis de chaque côté par le trou occipital (M), la selle turcique (T), la fossette où se loge le corps pituitaire (H). Ces deux axes se rejoignent sur la ligne médiane ou axe d'union immédiatement en arrière des nerfs optiques (*fig.* 6). D'autres jalons précieux nous sont offerts par les trous auditifs internes (A*u*). Nous avons vu l'origine de quatre nerfs faciaux et de quatre auditifs. Il y a de même quatre trous auditifs internes, disposés symétriquement par rapport à chacun des axes individuels. Ceux qui font partie des petits segments sont aussi gros que les autres, et dans chacun d'eux s'engagent le facial et l'auditif correspondants. Notons aussi la situation des trous auditifs externes (A*e*). Nous n'en trouvons que trois dont deux latéraux pour les oreilles des grands segments, et un seul, placé en arrière sur la ligne médiane pour les deux trous auditifs internes des petits segments. Quatre trous déchirés postérieurs (pl. II, *fig.* VIII, D) sem-

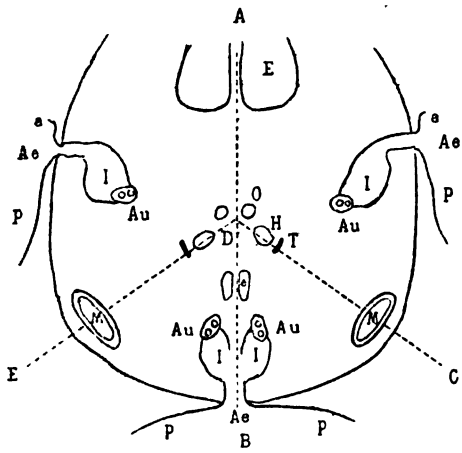


Fig. 6.

blables entre eux livrent passage aux nerfs qu'ils reçoivent chez les sujets normaux.

Les portions du crâne correspondant aux petits segments et aux régions cérébrales atrophiées et dépourvues de nerfs sont aussi réduites et condensées, mais pas uniformément. L'appareil visuel semble s'être totalement résorbé. Au contraire, l'appareil nasal, malgré l'absence de nerfs, est reconnaissable. En des points homologues des lames criblées de l'ethmoïde des grands segments, nous trouvons des fossettes offrant la même structure que ces lames (pl. II, *fig.* VII, *e*).

Appareil auditivo-nasal de la face postérieure.

A. — *Portion nasale profonde.* — En introduisant une soie (pl. I, *fig.* III, *s*) dans la lame criblée de l'individu gauche, nous la voyons pénétrer dans le pharynx, par un petit orifice qui se trouve au dehors du plan médian. Ce petit orifice, en forme de fente linéaire, a son homologue qui lui est symétrique de l'autre côté du plan médian, mais imperforé (pl. II, *fig.* IX, *o*) : il n'est plus indiqué que par une légère dépression linéaire. Nous aurons à discuter plus tard la nature de ces dépressions et orifices pharyngiens.

Cet appareil nasal s'est trouvé singulièrement gêné dans son évolution. La disposition des organes de l'ouïe nous fera comprendre pourquoi.

B. — *Portion auditive.* — L'appareil auditif, en sa qualité de premier occupant, d'organe pourvu de nerfs et normalement développé, a dominé l'évolution de l'appareil nasal. Ce dernier ne s'est conservé que par habitude. L'absence de nerfs, en lui ôtant sa raison d'être, l'a privé du même coup d'une partie de sa force nutritive, et il a dû se contenter de la place laissée par l'appareil auditif.

Chacun des segments rudimentaires possède un *rocher* bien conformé et symétrique par rapport à l'autre rocher du même sujet composant. Par suite de cette symétrie, il se dirige vers l'axe d'union, comme on peut facilement s'en assurer en jetant un

Digitized by Google

coup d'œil sur le schéma (*fig.* 6, I). Grâce à sa structure normale, il s'avance presque jusqu'à cet axe. Et si le développement continue à être aussi parfait dans les régions plus externes, il est facile, au seul examen de la base du crâne, de prévoir que l'appareil aura rejoint son congénère sur le plan de symétrie au niveau de l'oreille moyenne. Ne pouvant dépasser ce plan, les portions plus extérieures resteront médianes. En raison de l'accolement des deux organes similaires, il se produira une fusion, et les portions externes qui sont communes aux deux oreilles aboutiront au trou auditif externe unique de la face postérieure.

Telle est l'hypothèse que nous avait fait concevoir la simple inspection de la base du crâne; et la comparaison des rochers nous avait convaincu que les oreilles de la petite face devaient être normalement conformées, si éloignée que cette opinion pût être des descriptions antérieures. Pour la vérifier, il s'agissait de mettre à découvert les portions profondes de l'organe de l'ouïe.

Avant d'introduire les instruments et de causer aucun délabrement dans cette région, nous introduisîmes une soie dans le trou auditif externe de la face postérieure. La soie (pl. I, *fig.* III, *t*) pénétra sans obstacle jusque dans le pharynx par un orifice impair et volumineux sur lequel nous reviendrons. Pour le moment, cette opération nous démontrait l'absence de membrane du tympan complète.

Ayant constaté une certaine mobilité dans chaque moitié du rocher, il nous fut aisé d'en détacher une au moyen d'une pince. Le segment comprenait l'espace limité par le trou déchiré postérieur et par le plan médian.

Les parties mises à nu confirmèrent pleinement notre hypothèse. L'*auditif* s'était terminé à la façon ordinaire dans l'oreille interne, tandis que le *facial* venait ressortir près de l'apophyse styloïde de la face rudimentaire.

Partant de l'oreille externe, nous avons constaté les particularités suivantes. Le *conduit auditif externe* rappelle un conduit normal. Seulement ses deux moitiés sont symétriques. Il résulte en réalité de l'union des deux moitiés postérieures (*fig.* 6, *p*) des petits segments, les moitiés antérieures (*a*) s'étant complètement atrophiées. Nous retrouvons ici la disposition signalée à pro-

Digitized by Google

pos du pavillon. Le conduit auditif externe est séparé de l'oreille moyenne par quelques faisceaux conjonctifs, seul vestige de la membrane du *tympan*.

A une caisse du tympan impaire font suite deux cavités dont chacune loge les osselets d'une oreille moyenne. Tous les *osselets* s'y trouvent avec la situation et la forme qui leur sont propres. Un seul, le *marteau,* avait d'abord échappé à nos recherches. Songeant à ses relations avec la membrane du tympan, il nous fut aisé de le reconnaître dans un petit os d'aspect énigmatique (pl. I, *fig.* IV), impair, situé sur le plan médian. Cet osselet, se trouvant précisément au point où les deux oreilles moyennes s'étaient confondues sur la ligne médiane, résultait de la soudure de deux marteaux et venait, en confirmant notre supposition, démontrer avec la précision la plus rigoureuse le point où la fusion soupçonnée s'était produite. Ce petit os comprend un manche tranchant et coudé, portant à son extrémité les fibres que nous avons signalées, ce qui démontre leur nature tympanique. Au manche fait suite une portion losangique dont chaque angle latéral se continue en un appendice crochu, l'apophyse courte. Les apophyses grêles, développées vers le plan de fusion, sont peu distinctes. La tête, parfaitement symétrique comme les autres parties, offre cette particularité très intéressante de posséder *deux facettes articulaires* correspondant à celles des deux enclumes auxquelles elle s'articulait simultanément. De plus, son extrémité libre, de même que celle du manche, conserve une trace de *bifidité.*

C. — *Portion commune.* — Abordons maintenant l'examen des connexions paradoxales qui unissent cet appareil auditif médian à l'appareil olfactif.

Sur une coupe médiane (pl. I, *fig.* III) on voit que le plan médian traverse une vaste chambre dont la partie antérieure répond à l'arrière-cavité des fosses nasales, tandis qu'en arrière cette cavité se continue sans ligne de démarcation avec l'oreille moyenne. Cette cavité comprend à la fois les trompes d'Eustache et une portion olfactive. Sur la même figure on reconnaît que cette chambre olfactivo-auditive communique avec le pharynx par une vaste ouverture médiane (où passe la soie *t*). Deux autres

Digitized by Google

canaux situés de part et d'autre se dirigent en avant. Celui de gauche pénètre dans le pharynx (soie *s*), tandis que celui de droite est oblitéré. En examinant les rapports et les dimensions de ces trois orifices pharyngiens, et en les comparant à ceux de la face antérieure (pl. II, *fig.* IX), il semble logique d'admettre que le grand orifice médian est celui de l'arrière-cavité des fosses nasales dans le pharynx. Les deux canaux latéraux, dont l'embouchure pharyngienne est postérieure à la précédente (si l'on considère leurs relations avec la face rudimentaire), seraient les trompes d'Eustache redevenues distinctes dans cette région où d'autres organes ne viennent plus les refouler et les confondre vers le plan médian. On ne saurait invoquer le trajet des soies *s* et *t* comme une objection sérieuse à opposer à cette manière de voir. Aucun obstacle, en effet, ne s'opposait au passage de la soie *s* dans le grand orifice, ni à celui de la soie *t* dans le petit canal où se loge la soie *s*, et que nous considérons comme une trompe d'Eustache. D'ailleurs les rapports normaux sont profondément altérés par les connexions exceptionnelles que les organes auditifs sont venus contracter sur le plan médian avec l'appareil olfactif, et une démonstration rigoureuse de l'homologie de ces parties semble aussi difficile à établir qu'à réfuter.

D. — *Fosses nasales.* — Cette vaste cavité naso-auditive ne communiquait avec aucun autre organe, et en particulier ne se continuait point par des fosses nasales. Nous croyons néanmoins qu'il existe un organe de cette nature. Derrière la peau qui s'étend au-dessous du double pavillon de l'oreille postérieure, il existe un profond cul-de-sac (*c*, pl. I, *fig.* III) que nous avions pris d'abord pour la bouche. Il est séparé de la cavité auditivo-nasale par un plan osseux représenté en coupe dans la figure, et est terminé du côte extérieur par deux grosses apophyses (les apophyses médianes situées en dedans des cartilages de Meckel dans la *fig.* 4; *m*, pl. I, *fig.* III), qui sont situées de part et d'autre du plan médian et qui se rapportent évidemment aux mâchoires supérieures.

La présence de la bouche (*b*) parfaitement caractérisée comme nous allons le voir, et placée au-dessous du cul-de-sac dont nous parlons, renversa cette interprétation.

Digitized by Google

Notre cul-de-sac, simple du côté extérieur, est divisé dans sa partie profonde par une mince cloison médiane (*d*). Il est limité en haut par le plan osseux que nous avons mentionné. En bas, une paroi fibreuse le sépare de la bouche. Le fond est également constitué par un tissu mou qui prolonge la base osseuse de la cavité auditivo-nasale. Des sondes de tous calibres n'ont révélé aucun orifice dans cette paroi.

On ne peut voir dans cet organe autre chose que les fosses nasales. La situation même qu'il occupe au-dessous du maxillaire supérieur s'explique aisément. Les appareils nasal et buccal sont primitivement confondus. Dans le cas particulier, les deux moitiés du squelette, grâce à une tendance marquée à se porter vers le plan médian, ont de bonne heure divisé l'appareil olfactif, de telle sorte que ses deux segments ont contracté respectivement des relations plus intimes, d'une part avec l'organe auditif, de l'autre avec la bouche.

Bouche.

La bouche (*b*, pl. I, *fig.* III, et B, pl. II, *fig.* IX) s'ouvre largement dans le pharynx. Son orifice externe est oblitéré de façon qu'elle constitue un sac sous-jacent au sac nasal, et possédant une orientation inverse.

Le sac buccal, entièrement membraneux, est caractérisé avec rigueur par deux particularités : 1° une *langue* (*l*, pl. II, *fig.* IX) s'insère sur sa face inférieure. Elle est garnie de *papilles* bien développées. Les deux moitiés de la langue sont asymétriques; celle qui appartient au sujet gauche est la plus petite. De plus, n'ayant pu s'étendre du côté où devait se trouver l'orifice buccal, puisqu'une cloison la ferme dans cette direction, la langue s'est *repliée* sur elle-même, en sorte que sa pointe vient faire saillie vers l'orifice pharyngien; 2° deux cartilages inégaux à l'avantage de l'individu droit (*M, m*, pl. II, *fig.* IX) contournent le sac buccal pour venir se fixer à sa face inférieure. Ces cartilages s'insèrent (*m, fig.* 4) à la face postérieure, de chaque côté des tubercules osseux que nous considérons comme maxillaires supérieurs. Ce sont les portions terminales des *cartilages de*

Digitized by Google

Meckel qui, d'après les recherches de Brock, persistent pour constituer les maxillaires inférieurs, conjointement avec des os de recouvrement qui viennent les revêtir.

Cette cavité buccale si nettement définie ne communique pas au dehors. Pourtant, cette communication devait exister primitivement, et s'est oblitérée au cours de la vie intra-utérine. Nous avons reconnu sur le plan médian (*i*, pl. I, *fig.* III) une petite *fistule* borgne externe, simple invagination cutanée, étroite, et profonde seulement de 4 millimètres, tapissée de poils intérieurement et correspondant exactement au cul-de-sac buccal. Est-ce un vestige de la bouche primitive? Le fait semble assez probable, bien qu'il soit impossible de le démontrer autrement que par la situation des parties.

II. — PARTIE GÉNÉRALE.

MODE D'UNION DES DEUX SUJETS.

Pour qu'il y ait soudure, il faut et il suffit que des organes *homologues* se soient rencontrés *à l'état jeune* sur le plan d'union. — La soudure s'effectue : 1° entre moitiés d'organes *naturellement symétriques, dédoublés* suivant leur plan médian; et chaque sujet contribue à produire un organe du type normal (museau antérieur, langue antérieure, sternum); 2° entre deux organes *non dédoublés* qui, n'ayant pas assez de place pour acquérir leur complet développement, tendaient à empiéter chacun sur le domaine du voisin (marteau et pavillon auriculaire postérieurs, pariétal postérieur, estomac, etc.). La soudure s'accompagne alors de l'*atrophie* ou même de la *résorption* totale de la portion de chaque sujet qui se serait développée au delà du plan d'union.

Les domaines de chaque sujet sont toujours nettement délimités, même dans les organes communs : les segments sont rapprochés, coalescents, *jamais confondus*.

Digitized by Google

Certaines portions se réduisent jusqu'à complète disparition (yeux postérieurs).

Dans les régions qui échappent à la soudure, on trouve d'un sujet à l'autre des organes très inégaux (cœurs, foies), comme on pourrait s'attendre à en rencontrer chez des individus indépendants. Mais partout où l'union s'opère, l'*individualité supérieure* du monstre se substitue à celle des sujets composants. Cela se manifeste surtout dans les questions de *symétrie*. Déjà dans les larynx et dans les moelles allongées, nous avons vu des organes, naturellement pourvus de la symétrie bilatérale, perdre cette disposition, tandis que l'ensemble des deux larynx, l'ensemble des bulbes et des cervelets étaient d'une symétrie parfaite par rapport au plan d'union. Dans le cerveau et dans le crâne, les deux moitiés de chaque individu sont devenues tellement asymétriques, que l'une d'elles s'est réduite à un simple appendice sans importance. Aussi croirait-on avoir affaire à un seul sujet. Par suite, en effet, de l'avortement d'une de ces moitiés, *chacun des sujets composants devient par rapport au plan de symétrie de ce nouvel individu, ce qu'est une des moitiés du corps par rapport au plan médian d'un individu normal.*

CORRÉLATION ENTRE LES ORGANES.

Le degré de l'atrophie des divers organes ne peut pas être déterminé rigoureusement et dans tous les cas, comme l'admettait Geoffroy Saint-Hilaire, par celui d'un organe donné tel que la cavité orale. Pour être renseigné à cet égard, il faut connaître la façon dont se comportent les axes, celle dont chacun d'eux se contourne, et dont l'union s'opère entre les axes individuels et l'axe commun. Cette situation des axes varie : A, d'un monstre à l'autre ; B, d'un organe à l'autre dans un même monstre.

A. — Dans notre monstre, l'ordre de la réduction n'est pas celui que l'on admettait généralement, puisque pour les organes des sens les yeux seuls sont entièrement atrophiés.

Remarquons aussi qu'il n'y a pas correspondance exacte, au point de vue de l'atrophie, entre les organes sensoriels et les nerfs qui s'y rendent. Une telle relation existe en général, parce

Digitized by Google

que la portion cérébrale d'où naît le nerf est, par rapport aux axes, dans des conditions fort analogues à celles de l'organe sensoriel correspondant. Ainsi les nerfs auditifs et les oreilles, nés dans la portion la plus large des petits segments, sont très voisins de l'état normal, tandis que les yeux comme les nerfs optiques, situés dans la région la plus étroite correspondant au sommet du tétraèdre réservé aux deux petites moitiés, sont réduits à rien. — Mais, pour l'appareil nasal, nous trouvons des conditions mixtes. La portion du cerveau d'où naissent les nerfs olfactifs, comprimée vers l'arête supérieure du tétraèdre entre les bulbes et les cervelets, n'a pas donné de nerfs. Les fosses nasales, qui se développent plus bas vers une face du tétraèdre, sont relativement bien conformées.

B. — Il n'y a pas correspondance exacte entre les axes dans les divers appareils. Ainsi l'intersection des plans individuels et du plan d'union n'a pas la même direction dans l'encéphale et dans le crâne.

Si, du point d'intersection des axes avec la base de l'encéphale, nous élevons une perpendiculaire à cette base dans le plan d'union; si d'autre part nous déterminons au compas d'épaisseur la situation des points d'intersection à différents niveaux du même plan d'union, nous voyons que la ligne d'intersection qui relie ces points fait avec la verticale un angle de 40°, ainsi que nous l'avons mentionné plus haut.

La base du crâne est en rapport intime avec la base de l'encéphale. Les nerfs et autres appendices qui partent de l'encéphale pénètrent dans la portion osseuse, de manière à lier par les connexions les plus étroites le développement de ces parties. Aussi le point d'intersection avec la base du crâne se trouve-t-il absolument appliqué sur celui de la base de l'encéphale et situé sur la même verticale.

Si les axes se comportaient à l'égard de la boîte osseuse comme à l'égard de l'encéphale, le point d'intersection avec la convexité serait reporté très en arrière de la verticale, et placé sur la ligne qui fait avec elle un angle de 40°. Il n'en est rien. La ligne qui joint ce point à l'intersection sur la base du crâne ne fait avec la verticale qu'un angle de 3°, quantité négligeable, ce qui démontre

Digitized by Google

nettement l'*indépendance,* au point de vue du développement, entre la voûte du crâne et l'encéphale.

De cette façon, si les *caractères extérieurs* sont précieux pour grouper commodément les types de monstres asymétriques, ils ne sauraient nous renseigner avec précision sur la structure intime des divers appareils. L'aberration propre à chaque organe dépend de facteurs multiples qui se combinent diversement et déterminent des variétés en nombre indéfini.

TÉRATOGÉNIE.

Quelle est la loi de cette variabilité? En d'autres termes, quel est le *mode de production* de l'asymétrie?

A un moment donné, un certain nombre d'éléments, faisant partie de l'une des quatre moitiés du corps jusque-là symétriques, a pris un accroissement prédominant sur ses homologues. La cause de cette première déviation nous échappe. L'organe qu'elle frappe, l'époque de son apparition sont également difficiles à préciser et varient forcément avec les cas particuliers. C'est pourtant là le point capital. Car toutes les modifications ultérieures, abstraction faite de la possibilité de nouvelles aberrations imprévues dépendent de cette *prédominance initiale.* C'est elle qui assure à tel groupe d'éléments l'avantage dans une sorte de LUTTE POUR L'EXISTENCE qui va s'engager entre éléments de deux individus tendant à se développer sur le même terrain. Les éléments *connexes* seront entraînés par les causes d'*hypertrophie* qui ont atteint le groupe privilégié, ou bien au contraire seront frappés d'une *atrophie compensatrice.*

Ces destinées diverses des éléments sont liées à deux facteurs, l'*hérédité* et le *milieu.* Par suite d'un ensemble de propriétés qui constitue l'hérédité, chacun est destiné à vivre et à se différencier d'une façon spéciale en rapport avec la situation qu'il occupe dans un corps animé. Mais pour un grand nombre d'éléments, le développement régulier est entravé par les *connexions anomales* résultant de la soudure des deux sujets, aussi bien que par la *prédominance* rapidement acquise par certains groupes. Chez ces groupes privilégiés, l'action du milieu anomal constitué par les

Digitized by Google

organes connexes ne suffit pas pour dominer l'évolution, et les caractères héréditaires reprennent l'avantage comme nous le voyons dans la face antérieure. D'autres groupes s'atrophient parce que la seule place où ils pouvaient se développer est occupée par d'autres plus forts. Pour ces derniers, les caractères héréditaires sont impuissants à dominer les conditions anomales de milieu.

Ce qui assure l'avantage à l'un de ces facteurs, c'est *l'ordre d'apparition*. Les derniers venus occupent la place restée libre, tout en ayant une tendance à refouler les précédents pour acquérir leur développement normal. Il en résulte une déviation des axes correspondant à la *vitalité* propre à chaque groupe d'éléments, et aux avantages qu'il possède au moment où il entre dans la mêlée.

CONCLUSIONS.

1° Les domaines de chaque sujet sont partout distincts. *Aucune portion* de l'un *n'est confondue* avec une portion de l'autre.

2° L'union n'existe qu'entre parties *homologues*.

3° *Primitivement,* l'union ne s'opère qu'entre moitiés d'organes *dédoublés* provenant de chaque sujet (sternum, encéphale, crâne, face).

4° *Au cours du développement,* la soudure s'effectue entre organes *non dédoublés* (portion moyenne du tube digestif; marteau, caisse du tympan, oreille externe de la petite face).

5° L'*atrophie* est *possible* dans le premier cas (3) [encéphale postérieur, crâne postérieur, face postérieure], *constante* dans le second (4).

6° Dans les portions *libres,* les organes de chaque sujet se développent d'une façon indépendante, comme si les sujets étaient isolés (foies, cœurs).

7° Partout où il y a *soudure* primitive ou secondaire, les par-

Digitized by Google

ties de chaque sujet concourant à la formation d'un même organe sont *symétriques* par rapport au plan d'union.

8° Les appareils se développent *indépendamment* (axes du crâne, axes de l'encéphale). On ne peut conclure du degré d'atrophie de l'un à celui des autres.

9° La réduction est surtout prononcée dans la *moitié postérieure de la tête.* Les six premières paires de nerfs crâniens n'existent pas.

10° L'*appareil visuel* de la face postérieure a disparu.

11° Malgré l'absence de nerfs olfactifs, il y a un rudiment d'*appareil nasal.* Cet appareil est divisé en deux segments par suite du développement médian des organes de l'ouïe.

12° Les *oreilles sont normales dans leurs parties profondes,* soudées avec atrophie partielle à partir du marteau. Les trompes d'Eustache participent à cette soudure dans une portion de leur trajet.

13° La *bouche,* très petite, communique seulement avec le pharynx.

14° Le degré d'atrophie de chaque groupe d'éléments, variable : A, *d'un organe à l'autre;* B, *d'un monstre à l'autre,* est déterminé par *l'ordre d'apparition* et par la *vitalité* de ces groupes, propriétés qui assurent l'avantage soit à l'influence *héréditaire,* soit à l'influence de *milieu.*

Digitized by Google

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I.

Fig. I. — Vue d'ensemble. On reconnaît la face rudimentaire représentée uniquement, au dehors, par une conque auriculaire double et médiane, ce qui caractérise le genre synote.

Fig. II. — Région céphalique vue par la face dorsale du sujet droit, de manière à présenter les deux visages de profil.

Fig. III. — Coupe schématisée passant par le plan d'union de la face rudimentaire. (Les os impairs, présentant une faible épaisseur, n'ont pas été sectionnés et sont figurés de profil, à l'exception du marteau commun qui n'est pas dessiné.)

Les portions sectionnées sont limitées par un trait noir et indiquées par des teintes plates. — En pointillé, sections osseuses. — Hachures parallèles, parties molles. La peau et les parties profondes ont leurs hachures orientées en sens inverses.

Ph, pharynx commun. — B, cavité buccale antérieure. — L, langue antérieure. — Ce qui suit appartient à la face atrophiée : *b*, cavité buccale. — *l*, langue. — *i*, invagination cutanée allant vers la bouche. — *c*, cul-de-sac nasal dont la partie profonde est divisée par une cloison verticale *d*. — *o*, pavillon de l'oreille commune. — *ty*, caisse du tympan. — *e*, enclume. — *v*, vomer. — *s*, *t*, soies allant du trou auditif externe et de la lame criblée de l'ethmoïde dans le pharynx, à travers la cavité médiane auditivo-nasale.

Fig. IV. — Le marteau double et médian : A, de face; B, de profil.

PLANCHE II.

Fig. V. — Encéphale vu par la face postérieure. Les grands hémisphères et les cervelets sont écartés et laissent voir les 8 tubercules quadrijumeaux. Entre eux, extrémité des petits hémisphères. Au-dessus, glande pinéale unique vers laquelle convergent les axes.

Fig. VI. — Encéphale vu par la face supérieure. On a écarté les grands hémisphères de part et d'autre du plan médian et enlevé la toile choroïdienne pour mettre à découvert le troisième ventricule.

C, cervelet. — T, tubercules quadrijumeaux. — P, glande pinéale. — B, commissure blanche postérieure. — A, commissure blanche antérieure. — H, *tuber cinereum*. — O O′, couches optiques (tubercule des nerfs optiques de Gürlt). — S, aqueduc de Sylvius.

Fig. VII. — Base de l'encéphale. — La moitié correspondant au sujet gauche est ombrée. Celle du sujet droit porte les lettres et les chiffres.

L'origine des nerfs crâniens est indiquée par un chiffre romain qui est leur numéro d'ordre.

Digitized by Google

Chaque organe normal est indiqué par deux majuscules correspondant à ses deux moitiés. Lorsqu'une moitié est moins développée, elle porte la minuscule correspondante.

BB, bulbe. — CC, cervelet. — PA PA, protubérance. — P *p*, pédoncule cérébral. — O *o*, tubercule optique. — T, tige pituitaire. — H *h*, lobe de l'hippocampe. — SY *sy*, scissure de Sylvius. — S *s*, lobe sphénoïdal. — F *f*, lobe frontal. — SI *si*, scissure interhémisphérique. — 4, tubercules quadrijumeaux.

Fig. VIII. — Base du crâne. — Mêmes remarques générales que pour la figure précédente.

B, section du bulbe. — VII, nerf facial, et VIII, nerf auditif pénétrant dans le trou auditif interne. — R, rocher. — D, trou déchiré postérieur. — T, selle turcique. — H, hypophyse. — E *e*, lame criblée de l'ethmoïde. — O, globe de l'œil.

Fig. IX. — Voûtes palatines. — P, de la grande face ; *p*, de la petite. — A, museau. — N, orifice buccal des fosses nasales de la grande face. — E, trompe d'Eustache de la même. — O, les deux ouvertures et la dépression pharyngiennes de la face rudimentaire. — *l*, petite langue. — B, cul-de-sac buccal de la petite face. — M *m*, les deux cartilages de Meckel.

Digitized by Google

Fig. I.

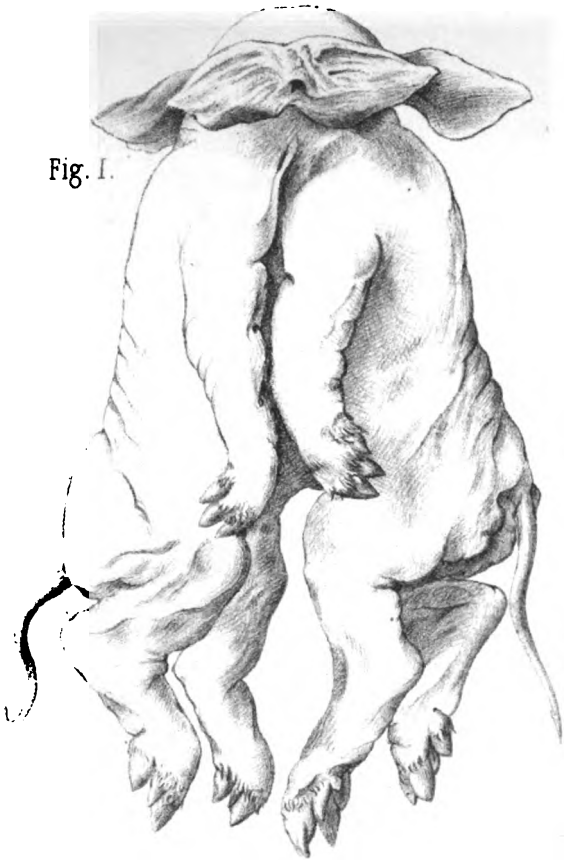


Fig. IV

Fig. II

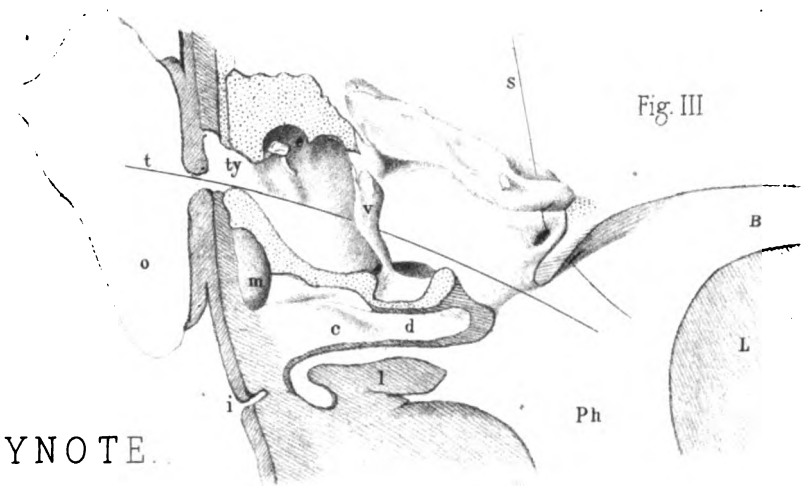


Fig. III

SYNOTE.

P V del.

314 Lith Berger Levrault et C^ie Nancy.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. VII

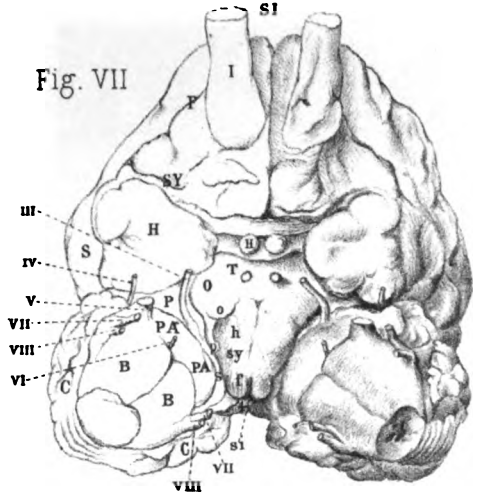
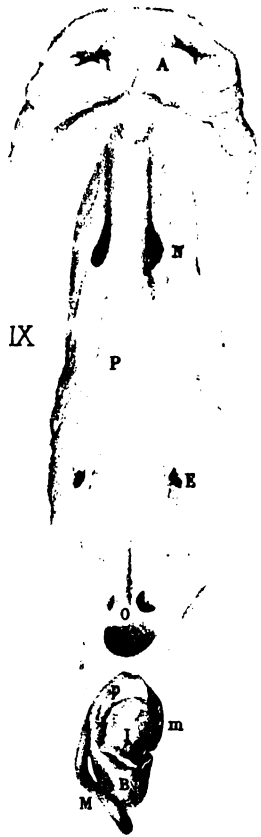


Fig. VI

Fig. IX



SYNOTE.

Fig. VIII

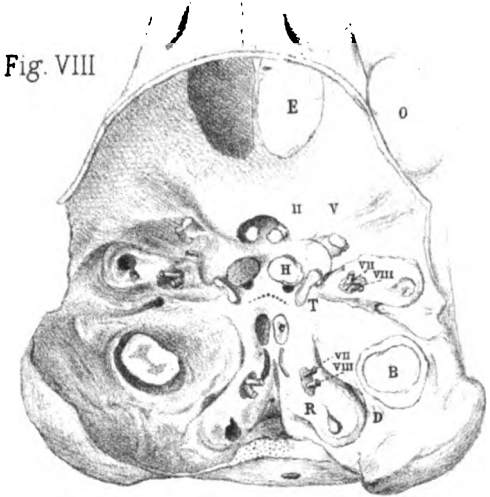
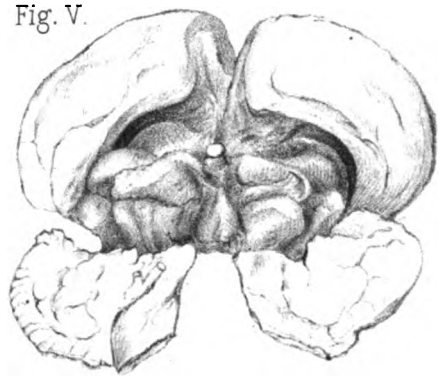


Fig. V.



P.V. del.

Lith. Berger-Levrault & Cie Nancy.

Digitized by Google

Digitized by Google

EXPÉRIENCES

CONCERNANT LES

PROPRIÉTÉS DE LA SURFACE D'UN LIQUIDE

Par M. R. BLONDLOT

MAITRE DE CONFÉRENCES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

L'examen de certaines particularités qui se présentaient dans une expérience d'électricité m'a conduit à réaliser l'expérience suivante.

On a un verre contenant de l'eau, dans laquelle on a préalablement immergé un morceau de papier; sur cette eau, on dépose une goutte d'huile, qui prend la forme d'une lentille. Puis, à l'aide d'une pince, on retire progressivement le papier; on constate alors que, au fur et à mesure que le papier sort de l'eau, la goutte d'huile augmente de diamètre en s'étalant de plus en plus. Vient-on, au contraire, à enfoncer de nouveau le papier, la goutte se rétrécit peu à peu, en se rapprochant de la forme sphérique et, au moment où la totalité du papier est hors de l'eau, elle a repris son diamètre primitif. A chaque instant, le diamètre de la goutte dépend de l'étendue de la surface de papier immergée.

L'explication de ce phénomène réside dans les propriétés de la surface d'un liquide. Les phénomènes capillaires ont montré que les liquides se comportent comme si leur surface était revêtue d'une membrane élastique tendant constamment à diminuer d'étendue en se contractant sur elle-même. En poursuivant l'étude des propriétés de cette couche superficielle, on a trouvé (M. Marangoni) que celles-ci se rapprochent de celles d'une mem-

Digitized by Google

brane *solide*, par exemple d'une feuille de caoutchouc ; autrement dit, la couche superficielle présente une *viscosité* manifeste. Ainsi, une traction exercée sur une portion de la surface se transmet aux autres portions, ce qui n'aurait pas lieu si la couche était constituée par un liquide parfait, puisqu'un tel corps ne peut transmettre une traction. L'existence de la viscosité superficielle peut être mise en évidence en répandant sur de l'eau contenue dans un verre quelques grains de poussière de bois et en enfonçant et retirant alternativement une baguette de verre plongée dans le liquide : les déplacements des grains de poussière indiquent clairement l'existence d'une solidarité entre les différentes portions de la surface.

Cela posé, voici comment s'explique l'expérience de la goutte d'huile. Lorsqu'on retire le papier, la surface eau-air s'accroît de l'aire des deux faces du papier ; en vertu de la viscosité, cette extension se fait aux dépens de toutes les portions de la surface de l'eau ; par suite la surface eau-huile la subit aussi : de là l'accroissement de diamètre de la goutte. De même, lorsqu'on enfonce le papier, la tension diminue en tous les points de la surface de l'eau, d'où le rétrécissement de la goutte d'huile en contact avec elle.

A. — Influence de l'état électrique d'une surface liquide sur la tension maxima de la vapeur de ce liquide en contact avec la surface.

B. — Influence de la courbure de la surface de contact de deux conducteurs sur la différence électrique de ces deux conducteurs.

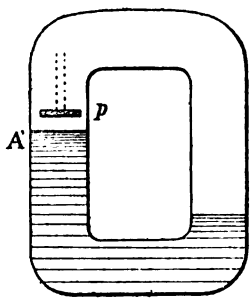
En acceptant comme un principe l'impossibilité du mouvement perpétuel, on peut démontrer *à priori* l'existence de certaines relations entre les propriétés des corps. Sir W. Thomson a donné plusieurs exemples de ce mode de déduction[1] ; je me propose ici d'en donner deux nouveaux.

1. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh.* Feb. 7, 1870.

Digitized by Google

A. — *L'état électrique de la surface d'un liquide doit modifier la valeur de la tension maxima de la vapeur de ce liquide pour une température donnée.*

Soit un tube U dont on a recourbé les deux branches, l'une vers l'autre, pour les souder ensuite entre elles de façon à constituer un vase fermé (*fig.* 1).



L'appareil est placé de manière que les deux branches de l'U soient verticales ; on suppose qu'on y a fait le vide, puis qu'on y a introduit une certaine quantité d'eau. Le niveau est alors le même dans les deux branches. Le tout est placé dans un milieu d'une température uniforme et invariable. Imaginons maintenant que dans l'une des branches on ait introduit un petit plateau électrisé et isolé *p*, disposé horizontalement au-dessus de la surface du liquide ; par suite de l'attraction électrique, le liquide s'élèvera dans cette branche du tube, s'abaissera dans l'autre, et il s'établira un nouvel état d'équilibre, une différence *h* existant entre les niveaux A et A′ dans les deux branches du tube. Si l'on abandonne l'appareil à lui-même, les choses subsistent ainsi indéfiniment.

Ce fait ne peut s'expliquer que de deux manières : ou bien en admettant qu'il se produit une distillation perpétuelle de l'une des branches dans l'autre, ou bien en admettant qu'il n'y a ni évaporation, ni condensation à l'une ou à l'autre des surfaces A et A′.

La première alternative ne peut être admise, puisqu'on aurait ainsi réalisé le mouvement perpétuel. Par suite, la seconde est nécessairement exacte, et l'on peut affirmer que, dans le voisinage de la surface A, la vapeur possède la tension qui correspond à l'état d'équilibre entre le liquide et sa vapeur, c'est-à-dire la tension maxima pour la température A, et que de même près de A′ la vapeur a la tension qui convient à l'état d'équilibre entre le liquide et sa vapeur.

Mais la pression existant actuellement au-dessus de A′ n'est pas égale à la pression existant au-dessus de A : elle est plus petite

Digitized by Google

de la pression due à la hauteur h de vapeur; c'est-à-dire de $h\delta$, si l'on désigne par δ le poids spécifique de la vapeur.

Par conséquent, la tension maxima qui convient à la surface électrisée A' est plus petite que la tension qui convient à la surface non électrisée A de la quantité $h\delta$.

Il est aisé de calculer h en fonction de la densité électrique μ à la surface du liquide. En effet, la pression électrostatique est $2\pi\mu^2$; comme c'est elle qui maintient le liquide soulevé, on doit avoir

$$2\pi\mu^2 = h(\Delta - \delta),$$

en désignant par Δ le poids spécifique du liquide.

On tire de là :

$$h\delta = \frac{2\pi\mu^2}{\Delta - \delta}\delta.$$

Par conséquent, *une surface liquide étant électrisée, si l'on désigne par μ la densité électrique à sa surface, la tension maxima de la vapeur en contact avec cette surface électrisée est plus petite qu'elle ne serait si la surface n'était pas électrisée, la température étant la même, de la quantité* $2\pi\mu^2 \frac{\delta}{\Delta - \delta}$, *où Δ et δ représentent respectivement les poids spécifiques du liquide et de sa vapeur.*

B. — *La courbure de la surface de contact de deux conducteurs doit modifier la différence électrique de ces conducteurs.*

Soit un vase très élevé, contenant une dissolution d'azotate de mercure. Supposons qu'on ait placé dans ce vase, à des niveaux très différents, deux capsules en verre contenant du mercure. Si les deux masses de mercure sont reliées par un conducteur métallique quelconque, isolé de la dissolution, il s'établira dans l'appareil un courant allant de haut en bas dans l'électrolyte et de bas en haut dans le conducteur métallique : la théorie prévoit l'existence de ce courant et M. Colley l'a constatée expérimentalement[1].

Imaginons maintenant un tube de verre étiré à la partie

1 Colley, *Pogg. Ann.* 157. p. 370, 624, 1876.

Digitized by Google

inférieure de manière à former une pointe capillaire et placé verticalement dans le sein de l'électrolyte. Versons-y du mercure : celui-ci, en vertu de l'action du ménisque formé dans la pointe, se maintient à une certaine hauteur.

Si l'on abandonne l'appareil à lui-même, les choses subsisteront ainsi indéfiniment.

D'autre part, il est impossible qu'il existe un courant traversant le mercure et l'électrolyte, car ce serait le mouvement perpétuel.

Si l'on compare ce cas à celui des deux capsules, on voit que, puisque le mercure est impolarisable dans l'azotate de mercure, il faut que le fait de la courbure du ménisque ait modifié la différence électrique entre le mercure et l'électrolyte de manière à arrêter le courant : le mercure est donc devenu *plus négatif* par rapport à l'électrolyte. Ainsi, *la courbure de la surface de contact entre le mercure et l'azotate de mercure modifie la différence électrique de ces conducteurs.*

C'est précisément ce que je me proposais d'établir.

Il est facile de calculer la variation ainsi produite, connaissant le rayon de courbure de la surface de contact (qu'on suppose être sphérique), la densité du mercure, sa constante capillaire dans l'électrolyte et son équivalent électrochimique. Ce calcul montre que les variations de différence électrique que l'on pourrait obtenir expérimentalement seraient extrêmement petites et bien difficilement observables. Je me proposais uniquement d'établir théoriquement leur existence.

Digitized by Google

LES CYCLONES

Par M. C. MILLOT

ANCIEN OFFICIER DE MARINE, CHARGÉ D'UN COURS COMPLÉMENTAIRE DE MÉTÉOROLOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY.

Une tempête est le résultat d'un violent appel d'air vers une dépression barométrique.

Cette définition fait voir de suite que, dans une tempête, la force du vent est proportionnelle à l'intensité de l'aspiration produite par le centre de dépression et, par conséquent, entre deux points déterminés, au rapport de la différence des hauteurs barométriques entre ces deux points à la distance qui les sépare.

Toutes les tempêtes sont circulaires, c'est-à-dire que, dans toutes les tempêtes, l'air tourne autour du minimum barométrique.

Pendant longtemps on a cru qu'il y avait deux sortes de tempêtes : les tempêtes *rectilignes* et les tempêtes *tourbillonnaires*. L'illusion que peut produire sur un observateur isolé une tempête de très grand rayon, et le manque d'observations faites simultanément en des points différents, avaient fait croire à l'existence de masses d'air se mouvant avec rapidité en ligne droite.

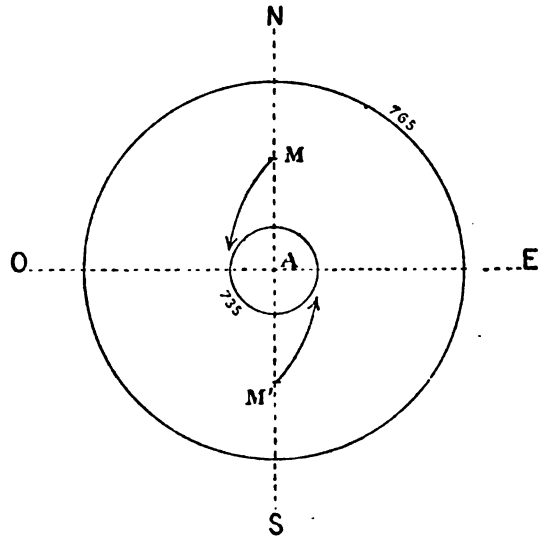
Les observations multipliées et synchroniques que l'on fait aujourd'hui, montrent que tous les vents font partie d'un circuit plus ou moins vaste, dans lequel les masses d'air se déplacent toujours en ligne courbe avec plus ou moins de vitesse.

Il est facile de s'en rendre compte.

Supposons que, pour une cause quelconque, telle qu'une élé-

Digitized by Google

vation rapide et considérable de la température, ou bien encore une précipitation subite et abondante de la vapeur d'eau, la pression barométrique vienne à tomber en un point A à 735 millimètres, tandis que dans toutes les directions autour de ce point la pression aille en augmentant progressivement jusqu'à 765 millimètres. De toutes parts l'air affluera pour combler le vide relatif créé en A.



Si le point A est dans l'hémisphère nord, les molécules telles que M et M', situées sur le même méridien que A, seront déviées, celles du Sud vers l'Est, celles du Nord vers l'Ouest, par l'effet de la rotation de la terre; on aura ainsi un couple de rotation (*fig.* 1). Il en sera de même, à des degrés divers, de toutes les molécules situées dans le demi-cercle septentrional et de toutes celles situées dans le demi-cercle méridional.

Seules les molécules situées sur le diamètre EO ne sont pas déviées par la rotation de la terre qui ne fait qu'accélérer ou retarder leur marche vers A; mais comme elles se trouvent encastrées dans une masse d'air se mouvant en ligne courbe, elles seront entraînées, celles de droite vers le Nord, celles de gauche vers le Sud. Sous l'influence de tous les couples de rotation ainsi formés, l'air se met en mouvement autour du point A. Aussitôt

Digitized by Google

que la rotation se dessine, la force centrifuge prend naissance et vient contribuer à maintenir le vide relatif du centre en retardant le moment où les masses d'air peuvent y arriver et en forçant celles-ci à décrire des spirales qui tendent de plus en plus vers le cercle.

Il peut même y avoir équilibre entre le mouvement vers A et la force centrifuge, alors les masses d'air décrivent des courbes fermées autour du centre où le calme règne et la tempête acquiert une durée qui lui permet de parcourir de vastes espaces à la surface du globe. Nous verrons tout à l'heure comment s'effectue le déplacement de la dépression.

Tel est en quelques mots le mécanisme des tempêtes. Ces perturbations atmosphériques ont reçu différents noms dans les divers parages où on les observe : ouragans, dans les Antilles ; typhons, dans les mers de Chine ; cyclones, dans la mer des Indes, etc. Cette diversité d'appellations vient de ce que, pendant longtemps, les navigateurs n'ont pas reconnu la parfaite identité de tous ces météores ; aujourd'hui, le mot de *cyclone* prévaut comme terme général et scientifique.

C'est aux recherches de l'Américain Redfield, constructeur de navires, des Anglais Reid et Piddington, officiers de la marine royale, des Français Bridet et Keller, le premier capitaine de frégate, directeur du port de Saint-Denis à la Réunion, le second ingénieur hydrographe, du lieutenant de vaisseau de la marine hollandaise Andrau, que l'on doit la connaissance parfaite du mouvement des couches inférieures de l'air dans les cyclones et des manœuvres à l'aide desquelles les navires peuvent échapper au danger, en un mot ce que l'on appelle la *loi des tempêtes*.

Les travaux de ces observateurs ont été résumés par M. Ploix, ingénieur hydrographe, dans sa *Météorologie nautique*. Dans ce qui va suivre nous ferons de fréquents emprunts à cet ouvrage connu seulement des marins, et qui mériterait une plus grande publicité ; nous y ajouterons les résultats de notre expérience personnelle en puisant dans nos notes et nos souvenirs.

Le cyclone est constitué par une masse d'air considérable, animée d'un mouvement de rotation rapide autour d'un axe à peu près vertical.

Digitized by Google

La rotation a constamment lieu, dans l'hémisphère nord, de l'Ouest à l'Est en passant par le Sud, c'est-à-dire en sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre. Dans l'hémisphère sud, au contraire, elle s'effectue de l'Ouest à l'Est en passant par le Nord ou dans le sens des aiguilles d'une montre.

Pendant que l'air tourbillonne ainsi sur lui-même, l'ensemble du météore se déplace d'un mouvement plus ou moins rapideà la surface du globe et décrit une vaste courbe de forme parabolique, dont la convexité est toujours tournée vers l'Ouest, tandis que les branches sont toutes deux dirigées vers l'Est. En d'autres termes, le tourbillon va toujours en s'éloignant de l'équateur ; il marche d'abord vers l'Ouest se redressant peu à peu vers le pôle jusqu'à ce qu'il atteigne, dans l'Atlantique Nord, environ 30° de latitude, et, dans l'hémisphère sud, 26°, c'est-à-dire la limite polaire des alizés. Là est le sommet de la parabole ; le tourbillon suit alors quelque temps un arc tangent au méridien, puis s'infléchit ensuite vers l'Est, tout en remontant du côté du pôle, dans la seconde partie de sa trajectoire.

Ainsi, dans l'hémisphère nord, la direction première est environ du S.-E. au N.-O. tant que le cyclone parcourt les régions tropicales. Parvenu à leur limite, il se recourbe presque à angle droit et, dans les régions tempérées, se dirige en moyenne du S.-O. au N.-E. Dans l'hémisphère austral, la trajectoire des cyclones est symétrique à celle des tempêtes de l'hémisphère nord, par rapport à l'équateur.

Cela est généralement vrai pour les ouragans des Antilles et les cyclones de la mer des Indes ; il n'en est plus de même pour les typhons des mers de Chine. Dans ces parages, les courants atmosphériques sont influencés par les archipels nombreux des grandes îles de la Malaisie et du Japon, et l'on voit souvent des typhons marcher vers l'équateur au lieu de s'en éloigner. On peut en dire autant des cyclones de la mer d'Oman et du golfe du Bengale qui ont une tendance à rouler le long des montagnes des Ghâttes, de chaque côté de l'Hindoustan. Mais, si la trajectoire est modifiée, le sens de rotation reste invariable.

Quant à l'Océan Pacifique et à l'Atlantique Sud, les cyclones y sont inconnus. La Nouvelle-Calédonie a eu, dans ces dernières

Digitized by Google

années, à souffrir du passage d'une de ces tourmentes, mais ce cas assez rare peut se rattacher aux tempêtes de la Malaisie.

Aucune tempête n'a jamais soufflé dans l'immense étendue de mer qui s'étend des Nouvelles-Hébrides au continent américain et, entre les tropiques du moins, l'Océan Pacifique mérite tout à fait son nom.

Les cyclones ne prennent naissance qu'à une certaine distance de part et d'autre de l'équateur ; on n'en a jamais observé à moins de 8° de la ligne équinoxiale.

Le diamètre du tourbillon, sa vitesse de rotation, sa vitesse de translation, sont très variables et ne sont pas toujours en rapport avec l'intensité de la tempête. Ainsi, on observe, surtout à leur origine, des tourbillons d'une violence inouïe avec un très faible diamètre et une vitesse de translation presque nulle, mais alors une vitesse de rotation énorme.

Le diamètre initial peut être de 3 à 4 degrés d'arc sur la surface du globe, ou de 250 à 400 kilomètres. Ce diamètre va en augmentant, surtout dans le parcours de la seconde branche de la parabole et peut atteindre alors 8 à 9 degrés, ou 1,500 à 2,000 kilomètres.

Quant à la vitesse de rotation, c'est au centre du tourbillon, ou plutôt au voisinage du centre, qu'elle est la plus considérable : au centre même il fait un calme attribué à la force centrifuge qui raréfie l'air en ce point, ce qu'indique la baisse excessive du baromètre. Près du centre, la vitesse peut être de 200 à 250 kilomètres à l'heure ; elle va en diminuant à mesure que la tempête progresse.

La vitesse de translation est moins considérable, surtout à l'origine du tourbillon où elle est très faible ; mais, à l'inverse de la vitesse de rotation, elle va en augmentant à mesure que l'ouragan se déplace sur sa trajectoire : d'après Bridet, qui a étudié spécialement les cyclones de la mer des Indes, la vitesse de translation pourrait être de 1 à 5 milles[1] entre 5° et 10° de latitude sud ; de 5 à 10 milles entre 15° et 25° latitude ; de 12 à 18 milles dans les latitudes plus élevées. Dans les plus violentes tempêtes,

1. Le mille marin = 1,852 mètres.

Digitized by Google

elle n'a jamais excédé 30 milles; elle varie en moyenne de 15 à 45 kilomètres à l'heure.

Ajoutons enfin que les cyclones ne sont pas toujours circulaires : ils sont souvent elliptiques ; de plus, ils se segmentent parfois de façon à donner naissance à deux tempêtes séparées, absolument comme certains animaux inférieurs se reproduisent par scissiparité. Cette segmentation s'opère à la suite d'un allongement du grand axe de l'ellipse, suivi d'un raccourcissement du diamètre au milieu ; elle est plus souvent observée sur les côtes qu'en pleine mer et peut s'expliquer par l'obstacle qu'offrent les montagnes à la marche du cyclone.

Tels sont les faits que constaterait un observateur placé dans l'espace, loin de la surface de la terre ; examinons maintenant les phénomènes auxquels assiste un navigateur qui pénètre dans le cercle d'action d'un ouragan.

Et d'abord quels vents rencontrera-t-il ?

Au bord même du cyclone, chacune des molécules aériennes est sollicitée par trois forces de directions et d'intensités bien différentes : 1° une force tangente au cercle d'action du météore ; c'est elle qui produit le mouvement de rotation ; elle est très grande entre les tropiques et va en diminuant dans les hautes latitudes ; 2° une force parallèle et d'intensité égale au mouvement de translation du centre ; relativement faible entre les tropiques, cette force croît rapidement dans les hautes latitudes ; 3° enfin, une force représentée en direction et en intensité par la direction et la vitesse du courant général dans lequel se trouve le cyclone, c'est-à-dire les alizés ou les vents généraux d'Ouest. Quant à la force centrifuge, on n'a pas à la considérer ici puisqu'elle est annulée par l'aspiration du centre, si bien que les molécules aériennes décrivent des courbes fermées. On aura donc le vent en intensité et en direction en traçant la résultante des trois forces que nous venons d'énumérer. Mais les courants généraux au milieu desquels se meut le météore ont une vitesse relativement faible, dont l'influence disparaît une fois qu'on est entré dans le cercle d'action de l'ouragan, et bien que le navigateur doive en tenir compte aux approches d'une tempête, nous pouvons la laisser de côté.

Digitized by Google

Alors, en traçant pour différents points de la circonférence la résultante des mouvements de rotation et de translation, nous obtenons la figure ci-dessous, qui indique le vent qui souffle de tel ou tel côté du centre (*fig.* 2).

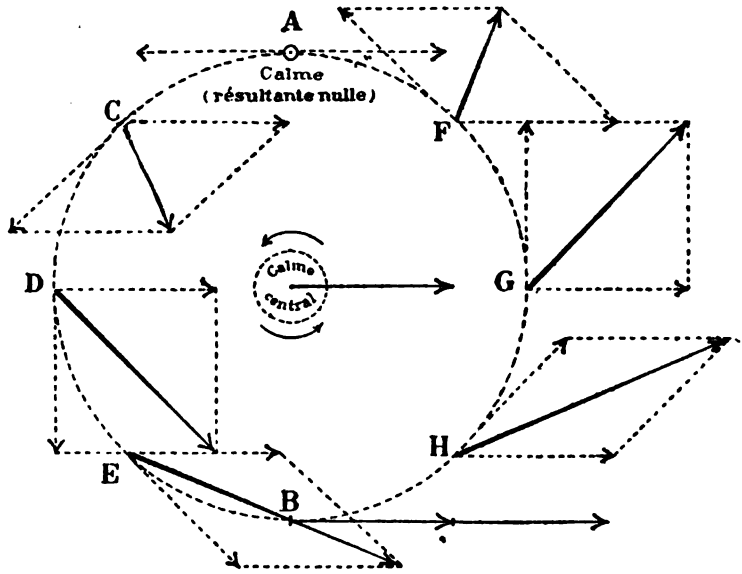


Fig. 2. — Direction et force du vent, dans le cas particulier où la vitesse de translation est égale à la vitesse de rotation.

Cette figure, tracée pour l'hémisphère nord, fait voir que le vent, en un point donné, ne sera pas toujours perpendiculaire au rayon ; par conséquent, la règle souvent énoncée : « Tournez le dos au vent et le centre sera à votre gauche dans l'hémisphère nord et à votre droite dans l'hémisphère sud » n'est pas absolument exacte, du moins à une certaine distance du centre. On voit en effet que les vents sont divergents dans la moitié antérieure de la tempête, par suite le centre se trouve à gauche et sur l'arrière du travers de l'observateur ; dans la seconde moitié, au contraire, les vents sont convergents et le centre se trouve sur la gauche et en avant du travers de l'observateur.

Toutefois, la vitesse de rotation allant en croissant à mesure qu'on se rapproche du centre, la divergence et la convergence des vents vont en diminuant et même deviennent nulles, alors le

Digitized by Google

vent est perpendiculaire au rayon et la règle énoncée plus haut retrouve toute sa valeur.

La même figure fait voir encore que le vent a sa plus grande violence en B et sa force moindre en A, c'est-à-dire, d'une façon générale, qu'il souffle plus fort dans le demi-cercle à droite de la trajectoire que dans le demi-cercle de gauche. Les marins font une grande différence entre ces deux moitiés de la tempête et ils appellent la première *demi-cercle dangereux* et la seconde *demi-cercle maniable*. Dans l'hémisphère sud, la position de ces deux demi-cercles est inverse par rapport à la trajectoire (*voir la carte*).

Nous avons dit qu'à mesure que le cyclone progresse, sa vitesse de translation augmente, tandis que sa vitesse de rotation diminue. Qu'arrive-t-il dans la seconde branche de la trajectoire? C'est que, le plus souvent, le premier de ces mouvements, dirigé en sens inverse du second dans le demi-cercle septentrional, vient annuler ou au moins ralentir la rotation de l'air, dès lors la tempête a cessé d'être circulaire, ou plutôt complète; les vents de S.-O. à N.-O. restent seuls violents au Sud du minimum barométrique, tandis qu'un vent d'Est modéré, ou même le calme, règne au Nord de la trajectoire. C'est ce que l'on observe en effet dans nos latitudes, où les mauvais temps viennent presque tous de la partie ouest, parce que le centre des dépressions barométriques passe le plus souvent bien au Nord de notre pays. Quand le minimum barométrique passe sur le centre de la France, ce sont les provinces méridionales qui sont éprouvées; de là le contraste si souvent remarqué entre les conditions météorologiques du Nord et celles du littoral méditerranéen : quand les inondations désolent le Roussillon et l'Espagne, nous avons en Lorraine de beaux vents d'Est.

Dans les régions tropicales, au contraire, la tempête est toujours complète et mérite plus spécialement le nom de cyclone, tandis que celui de dépression convient mieux aux bourrasques d'Ouest et de Sud-Ouest de nos pays.

Comment le navigateur, engagé dans un véritable cyclone, sait-il s'il se trouve dans le côté maniable, dans le demi-cercle dangereux ou sur la route du centre? Pour cela, il n'a qu'à observer comment tourne le vent: dans l'hémisphère nord, si le vent

Digitized by Google

tourne sur l'horizon de droite à gauche, le navire est dans la partie maniable ; si le vent tourne de gauche à droite, on se trouve du côté dangereux ; si le vent ne change pas, on est sur la route du centre. Dans ce dernier cas, il faut faire vent arrière jusqu'à ce que le vent ait tourné d'une notable quantité : on est alors arrivé dans le demi-cercle maniable ; on doit ensuite changer d'allure et gouverner de façon à suivre une route oblique qui éloigne du centre. Il faut bien se garder de continuer à fuir devant le temps vent arrière, car on deviendrait le jouet de la tempête qui transporterait le navire avec elle en lui faisant décrire continuellement un cercle autour du centre.

On peut se demander pourquoi il faut éviter de passer au foyer d'un cyclone, puisqu'il y fait calme. C'est que plus on s'approche du centre, plus la tempête est violente et les rafales terribles ; en même temps, la mer devient énorme et les vagues plus creuses et plus hachées, ce qui tient à ce qu'on se trouve sur des cercles de plus en plus petits, où le vent, changeant de direction plus rapidement, tourmente davantage la surface de la mer.

Arrivé au centre, le vent cesse tout à coup, mais la mer reste furieuse et les vagues s'entrechoquent, accourant de toutes les directions. Le navire n'étant plus appuyé par ses voiles, subit l'assaut des lames qui l'assaillent de toutes parts ; il court alors les plus grands dangers : il peut être englouti ou démoli pièce à pièce, tandis que d'immenses roulis disjoignent sa membrure et lui rompent ses mâts mieux que ne pourrait le faire le vent le plus impétueux.

Dans ce centre calme, quelquefois les nuées se déchirent et laissent voir le bleu du ciel dans une étendue circulaire, c'est ce que les marins appellent « l'œil de la tempête ».

Après ce moment de calme effrayant, qui peut durer de quelques minutes à quelques heures, on rentre dans la seconde moitié du tourbillon, non moins violente que la première, et où le vent souffle d'une direction diamétralement opposée à celle de la moitié antérieure de la tempête. Les premières rafales sont les plus redoutables ; elles tombent à bord tout à coup, sans transition aucune, ce qui peut perdre le navire qui a échappé à la première partie du cyclone et à la mer du calme central.

Digitized by Google

A mesure que le centre s'éloigne, le vent devient moins violent et le beau temps ne tarde pas à revenir. La seconde moitié du tourbillon est presque toujours de plus courte durée que la moitié antérieure, ce qui peut s'expliquer par la divergence des vents en avant et leur convergence en arrière du centre, ou bien encore par une forme allongée de la tempête, le centre se trouvant au foyer arrière de l'ellipse ; c'est ce qui doit arriver lorsque l'axe de rotation est incliné en avant au lieu d'être vertical.

Nous venons de dire quelle mer on rencontrait dans un ouragan ; un pareil bouleversement ne peut, bien entendu, rester local et, de tous les points de l'horizon autour de la tempête, se détachent de vastes ondulations qui vont se briser sur les côtes éloignées et y signaler le passage du météore.

Dans les cyclones, le baromètre baisse à mesure qu'on se rapproche du centre, où se trouve le minimum barométrique ; il remonte ensuite à mesure que le centre s'éloigne. Une courbe des pressions pendant une tempête affecte donc une forme analogue à celle d'un V, et si l'on joint par un trait sur une carte tous les points où la pression était la même au même moment, on obtient des lignes fermées et concentriques, analogues aux courbes de niveau employées en topographie. On voit que, plus on s'approche du centre, plus *ces lignes isobarométriques* ou *isobares* sont elles-mêmes rapprochées, parce que la baisse du baromètre est plus rapide ; on a donc là une donnée qui peut renseigner sur la distance à laquelle on se trouve du centre.

Sous l'influence de l'énorme dépression centrale, la mer se gonfle en un vaste bombement, dont le navigateur ne s'aperçoit pas en pleine mer, mais qui cause parfois des inondations terribles sur les rivages que cette vague envahit.

Les cyclones sont accompagnés de pluies torrentielles ; le mélange des diverses portions de l'atmosphère, en mettant incessamment en contact des masses d'air froid venant d'une direction septentrionale avec d'autres masses d'air plus chaud et plus humide venues de latitudes plus méridionales, occasionne de vastes et abondantes précipitations qui accompagnent le tourbillon dans sa course, mais surtout le précèdent, car c'est dans sa partie antérieure que la pluie est la plus forte et la plus continue.

Digitized by Google

C'est même par le vide que produit dans l'air une pareille condensation que certains auteurs expliquent le déplacement de la tempête. Au milieu même de l'ouragan peuvent se former des orages, des trombes ou tourbillons secondaires qui viennent ajouter leur fureur à celle du météore. La moitié postérieure est moins pluvieuse, le temps y est plutôt à grains ; des éclaircies ne tardent pas à paraître, en effet, dès que le centre s'est éloigné.

Quels sont les phénomènes qui annoncent l'approche d'un cyclone et peuvent mettre en garde les navigateurs ?

Et d'abord quelle est l'époque de l'année où l'on est le plus souvent exposé à en rencontrer ? Ces tempêtes prennent naissance entre les tropiques et l'équateur, généralement pendant l'hivernage, lorsque la régularité des vents alizés est troublée, ou lors du changement des moussons, à une latitude égale à la déclinaison du soleil ; les saisons critiques seront donc, pour l'hémisphère nord, de juillet à octobre, et pour l'hémisphère sud, de janvier à avril.

Entre les tropiques, le baromètre est un guide infaillible : le mercure n'a pas dans l'instrument les mouvements irréguliers et de grande amplitude qu'il offre dans nos climats. Il oscille simplement de 2 à 3 millimètres de part et d'autre d'une hauteur moyenne invariable pour chaque localité. Cette oscillation est très régulière et se fait à heure fixe, offrant en 24 heures deux maxima et deux minima. C'est ce que l'on appelle la marée diurne du baromètre ; sa régularité est telle qu'on peut savoir l'heure à la lecture de cet instrument.

Environ 72 heures avant l'arrivée d'un cyclone, la marche normale du baromètre est troublée, la marée diurne n'a plus lieu, et, que le mercure soit plus haut ou plus bas qu'il ne doit être, on doit se considérer comme menacé, car la baisse qui accompagne la tempête est assez souvent précédée d'une hausse de courte durée.

Suivant M. Bridet, un navire qui se trouve sur la ligne de parcours d'un cyclone, peut s'estimer à 24 heures de distance du centre quand le baromètre baisse de $0^{mm},3$ par heure ;

à 18 heures, s'il baisse de $0^{mm},6$ par heure ;

à 12 — — 1 —

Digitized by Google

à 9 heures, s'il baisse de 1mm,5 par heure;
à 6 — — 2 —
à 3 — — 3 —

au voisinage du centre, la baisse est de 4 et 5 millimètres et même quelquefois davantage.

Le thermomètre suit une marche inverse du baromètre : il monte dans la partie antérieure du météore et baisse dans la seconde moitié.

Le ciel et la mer fournissent aussi à l'avance des renseignements utiles. Des cirrus paraissent quatre ou cinq jours avant la tourmente ; entre les tropiques, ils précèdent toujours les ouragans. Puis le ciel devient pommelé ou blanchâtre ; il revêt une teinte laiteuse et des halos apparaissent souvent autour du soleil ou de la lune. Vingt-quatre ou trente-six heures avant les premières rafales, des cumulus forment un banc épais à l'horizon ; celui-ci devient menaçant et, au lever ou au coucher du soleil, les nuages prennent une teinte cuivrée superbe, mais de sinistre apparence. Quelques heures avant la tempête, on aperçoit des nimbus peu élevés fuyant avec rapidité et se rapprochant du zénith ; des grains se forment, la pluie tombe par torrents, des orages éclatent précédés d'éclairs nombreux ; on est alors en plein ouragan.

Souvent quand on est hors de la tempête et que celle-ci a un diamètre assez faible, comme il arrive pour les typhons des mers de Chine, on voit défiler à l'horizon l'anneau des nuages qui constitue le météore : les bords des nuées tourbillonnent et roulent sur eux-mêmes comme la fumée d'un vapeur ; le point le plus menaçant de ce sombre rideau donnera un assez bon relèvement de la direction du centre, qui sera corroboré par le sens de la houle.

Celle-ci se fait sentir 48 ou 72 heures avant l'arrivée du cyclone ; les houles qui se croisent en plusieurs sens constituent un pronostic significatif. Au large, l'alizé *calmit* ou se renforce ; sur les côtes, la régularité des brises de terre et de mer est interrompue ; on note des calmes précurseurs, l'air devient lourd et étouffant, de folles brises accourent de toutes les directions. Mais ceci n'affecte que les couches inférieures de l'atmosphère, et le mou-

Digitized by Google

vement rapide des nuages, indiquant d'où souffleront les premières rafales, dément ce calme trompeur.

L'impression produite sur les animaux est remarquable : on les voit inquiets et agités ; les oiseaux de mer rallient la côte pour y chercher un abri.

Comme on le voit par ce qui précède, le navigateur attentif ne peut être pris à l'improviste et des règles de manœuvre précises lui font éviter le danger. La sécurité qu'elles procurent est tellement grande que de hardis capitaines ont même utilisé des cyclones pour accomplir une traversée plus rapide.

Ici se termine la *description* des « tempêtes tournantes ». Pour être complet, il faudrait dire dans quelles circonstances naît la baisse considérable du baromètre qui engendre le tourbillon ; mais ce serait quitter le terrain solide des faits pour se lancer dans les incertitudes de la théorie. Les explications que l'on a données de ces tempêtes diffèrent tellement entre elles que, pour certains auteurs, la dépression centrale ne serait pas la cause du tourbillon, elle résulterait au contraire du mouvement de rotation des masses atmosphériques ; il resterait néanmoins à dire quelles sont les conditions nécessaires pour que ce mouvement se produise.

Tout ce que l'on sait de positif, c'est que les cyclones n'apparaissent guère que dans la saison des pluies, sans offrir aucune périodicité pour une même localité : quelquefois ils manquent pendant sept ou huit années consécutives, tandis que certaines années en comptent plusieurs ; leur production exige donc un concours exceptionnel de circonstances qui sont loin d'être bien connues.

Dans une étude récente, un de nos amis, M. Vignot, lieutenant de vaisseau, a mis en relief un fait intéressant : c'est que *les cyclones ne prennent naissance que dans les points où l'équateur thermique s'écarte de plus de huit degrés de l'équateur géographique et aux saisons où cet écart maximum a lieu.* On sait que le groupement des masses continentales dans l'hémisphère nord est cause que l'équateur thermique est situé en grande partie au Nord de la ligne équinoxiale, sauf dans la vaste étendue de l'Océan Pacifique ; or, il se trouve qu'à l'exception de cet océan, toutes

Digitized by Google

les mers situées au Nord de l'équateur éprouvent des cyclones à la fin de l'été. Dans l'hémisphère sud, l'équateur thermique, dans son excursion annuelle, ne s'éloigne pas à plus de huit degrés de la ligne équinoxiale que dans la mer des Indes, et c'est là seulement que nous rencontrons des cyclones dans l'hémisphère opposé au nôtre. Il y a certainement dans ce fait plus qu'une simple coïncidence ; toutefois, comme l'oscillation de l'équateur thermique offre à peu près la même amplitude chaque année, tandis que les cyclones n'ont pas la moindre périodicité, la remarque de M. Vignot ne peut encore résoudre le problème, mais elle fait voir dans quel sens doivent être dirigées les recherches.

Quant au mouvement de translation, M. Keller, ingénieur hydrographe de la marine française, l'attribue à ce que le tourbillon est entraîné par les courants généraux. La masse d'air qui vient de l'équateur dans l'hémisphère nord et dont l'arrêt par le vent alizé forme le tourbillon, a une tendance à s'avancer au Nord ; ou plutôt au N.-E., à cause du mouvement de rotation de la terre. Les alizés l'arrêtent et l'entraînent avec eux vers l'Ouest. Ces vents, qui ont une composante sud, retardent la marche du tourbillon vers le Nord, jusqu'au moment où il atteint leur limite polaire. Alors les courants généraux de S.-O. l'entraînent vers le N.-E., c'est-à-dire dans sa direction naturelle ; aussi, à partir de ce moment, sa vitesse de translation augmente-t-elle rapidement, et venant ensuite compenser, dans une partie de plus en plus grande de la tempête, la vitesse de rotation, celle-ci s'en trouve diminuée.

Ainsi, d'après les études faites par M. Andrau, officier de la marine hollandaise, on observe la tempête complète jusqu'au 30° lalitude ; de 30° à 35°, on n'observe déjà plus le vent d'Est qui doit souffler à la partie la plus septentrionale du tourbillon ; entre 40° et 45°, on n'observe plus aucun vent de la partie Est, mais seulement la moitié du tourbillon où le vent souffle depuis le Sud jusqu'au Nord en passant par l'Ouest. Entre 50° et 55°, la tempête souffle seulement du S.-O., de l'Ouest et du N.-O. ; c'est, comme nous l'avons dit, le cas de nos contrées.

Nous terminerons cette étude par deux exemples choisis parmi les cyclones auxquels nous avons assisté.

Digitized by Google

Le premier montre la manœuvre d'un navire engagé dans le *demi-cercle dangereux :* les positions relatives du *Jura* et du centre du tourbillon sont indiquées sur la carte ci-jointe. Aucun des symptômes précurseurs n'avait fait défaut, aussi toutes les dispositions étaient-elles prises pour aller affronter la tempête au large, car l'île de la Réunion n'offre pas de port de refuge et, si l'on reste à l'ancre, le naufrage est certain.

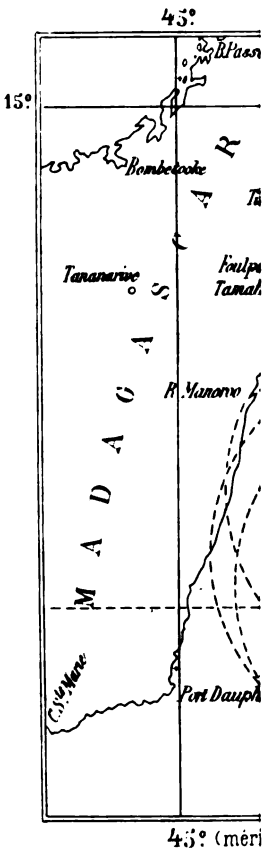
Le 30 janvier 1872, à la tombée de la nuit, nous quittons la rade de Saint-Paul avec les premières rafales ; quelques instants après, nous nous trouvons en plein ouragan, et nous y sommes restés jusqu'au 2 février au matin. Pris entre l'île et le centre du cyclone, il fallait éviter également ces deux dangers ; pour cela, le commandant Touboulic a dû entrer assez avant dans le cercle d'action du tourbillon. Comme on le voit sur la carte, le centre a décrit le sommet d'une parabole dont l'île de la Réunion occupait à peu près le foyer ; de là le long séjour que nous avons fait dans tempête. Le vent, E.-N.-E. au début, a tourné peu à peu au N.-E., au Nord, au N.-N.-O. et au N.-O.

Ce mauvais temps a été suivi d'une première aurore australe observée le 2 un peu avant le lever du soleil, et d'une seconde le 4, de 9 heures à 11 heures du soir ; celle-ci a été particulièrement remarquable. On voyait au Sud une vive lueur rouge, en forme d'arc bandé sur l'horizon du S.-O. au S.-E. ; la teinte allait en se dégradant vers le zénith. De cet arc jaillissaient des gerbes de rayons blancs qui s'effaçaient, reparaissaient et changeaient de place avec rapidité. Après minuit et jusqu'au lever du soleil, se maintinrent des taches aurorales là où avaient dardé les derniers rayons ; au jour, ces taches se sont trouvées remplacées par des flocons de cirrus. Si nous mentionnons ce phénomène, c'est que l'on a souvent observé une relation entre l'apparition des aurores polaires et celle des cyclones.

Le second cas est choisi comme exemple de ce que devient le *côté maniable* dans les tempêtes incomplètes des hautes latitudes.

Le 22 juin 1875, je me trouvais de nouveau à bord du *Jura* (commandant Crespin), au loin dans le Sud de l'Australie, par 51° de latitude Sud et 129°20′ de longitude Est. Après avoir vu

Digitized by Google


45°
15°
Bombetooke
Tananarive
MADAGASCAR
Port Dauph
45° (méri

Digitized by Google

descendre le baromètre jusqu'à 717^{mm},5, sans que le ciel fût bien menaçant, nous ne ressentîmes qu'une énorme houle du Nord au N.-N.-O., contre laquelle il était impossible d'appuyer le navire, tant la brise était molle. Nous eûmes des roulis considérables : 38° sur tribord, 31° sur bâbord. Cette situation venait de ce que nous nous trouvions dans le demi-cercle méridional d'un cyclone parcourant la seconde branche de sa trajectoire parabolique : le centre passait au Nord de nous et le bord dangereux longeait la côte d'Australie. Effectivement, en arrivant à la Nouvelle-Calédonie, nous apprîmes qu'à la même date une tempête avait occasionné plusieurs naufrages à la côte sud de la Nouvelle-Hollande, l'aviso *le Curieux* y avait fait des avaries majeures.

Dans l'intérieur des terres, notre cas aurait passé inaperçu pour toute personne qui n'eût pas regardé le baromètre.

Digitized by Google

NOTE

SUR

L'IGUANODON DE BERNISSART

Par M. J. WOHLGEMUTH

MAITRE DE CONFÉRENCES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY.

En 1878, les ouvriers occupés à creuser une galerie de recherches au charbonnage de Bernissart[1] mirent au jour des ossements appartenant à un animal gigantesque. Ces ossements tombaient en poussière et ne purent être recueillis que grâce à un procédé spécial d'extraction et de durcissement imaginé pour la circonstance par M. de Pauw, contrôleur des ateliers du Musée royal de Bruxelles; nous dirons plus loin quelques mots de ce procédé.

L'étude des débris qui généralement ont pu être réunis en individus complets, montra qu'on se trouvait en présence d'un animal fossile déjà connu, quoique bien imparfaitement, et que, vers 1822, Mantell avait désigné sous le nom d'*Iguanodon;* le nom est justifié par ce fait que les premiers restes découverts furent des dents dont on remarqua bientôt l'analogie avec celles des Iguanes de la nature actuelle. Ajoutons que l'Iguanodon de Mantell a été trouvé dans une argile déposée dans le delta d'un ancien fleuve de la Grande-Bretagne; ce dépôt est l'*argile* ou *formation wealdienne*, un des plus anciens de la période *crétacée*.

Qu'est-ce donc qui rend l'Iguanodon si intéressant, celui de

1. Localité située près de la frontière française, entre Mons et Tournai.

Digitized by Google

Bernissart surtout, car on a pu en monter un squelette absolument complet dans la cour du Musée royal de Bruxelles[1]?

D'abord son port, qui est celui du Kangurou, puis sa taille énorme qui lui aurait permis de brouter des plantes à la hauteur des fenêtres d'un premier étage, car il atteint en effet $4^m,36$ dans sa station normale. La longueur du corps est de $9^m,50$, dont la moitié au moins est représentée par une queue puissante, aplatie comme celle d'un Triton.

Comme le Kangurou, c'était un bipède, mais un bipède marcheur à la manière de l'homme et non sauteur. Et enfin, ce qui a suscité tant d'incrédules et causé pas mal de controverses dans le monde non scientifique, ce majestueux bipède n'était ni plus ni moins qu'un *reptile*, non pas serpent, lézard, tortue ou crocodile, mais un reptile représentant le type parfait d'un ordre aujourd'hui complètement disparu, bien développé au contraire à cette époque, et qui jouait alors un rôle prépondérant dans la nature, l'ordre des *Dinosauriens*.

Quelques détails ne seront pas inutiles sur l'organisation, l'allure et les habitudes de l'Iguanodon.

La tête est bien anatomiquement celle d'un reptile; elle est petite, comprimée latéralement; les mâchoires paraissent avoir été revêtues en avant d'un bec corné, en arrière duquel on trouve 92 dents aplaties latéralement et à bords denticulés, disposition analogue à celle que l'on trouve chez l'Iguane, grand lézard des Indes occidentales. Chaque dent usée était remplacée par une autre.

Cou paraissant très mobile, composé de 10 vertèbres. Tronc comprenant 24 vertèbres, dont les neurépines, très développées, *étaient reliées par des ligaments ossifiés*, ce qui donnait une grande solidité à l'épine dorsale. Les membres antérieurs sont très courts et volumineux; la main est pentadigitée; le pouce, revêtu d'une corne, paraît avoir été une arme redoutable, jouant le rôle d'un solide éperon.

Les mains servaient sans doute principalement à saisir les troncs d'arbre, les rameaux dont l'animal broutait les feuilles.

Les membres postérieurs sont deux fois plus développés que

1. Voir la figure.

Digitized by Google

les antérieurs; le pied comprend trois doigts, plus un rudimentaire; de plus, il semble, d'après des empreintes de pas trouvées sur le sable ou l'argile des rives fréquentées par les Iguanodons, que ces doigts étaient réunis par une légère palmure.

Enfin la queue atteint cinq mètres; mais elle ne servait pas, comme celle du Kangurou, de point d'appui dans la station verticale; c'était plutôt un énorme balancier sur terre, tandis que dans l'eau elle jouait un rôle efficace dans la natation; en effet, nous avons signalé son aplatissement en forme de rame; de plus, l'étude du fémur montre que de puissants muscles reliaient ce dernier os à la queue, servant à la mouvoir latéralement, la transformant ainsi en puissant organe de propulsion dans l'eau.

Tout semble montrer que l'Iguanodon fréquentait les rives des fleuves et les marécages, et à ce point de vue il était mieux doué que le Crocodile actuel qui, comme lui, a les membres antérieurs moins développés que les membres postérieurs et la queue légèrement comprimée.

La station verticale était en effet plus favorable à un animal de cette taille que celle du Crocodile dont la démarche lourde et embarrassée sur terre est bien connue. L'Iguanodon, vivant au milieu des grandes herbes des marécages, pouvait apercevoir de loin ses ennemis, et, plus facilement qu'un quadrupède, gagner l'eau pour se soustraire à leurs attaques. On peut remarquer que, chez les Reptiles actuels, plus le régime est aquatique, plus il y a de différence entre les membres antérieurs et les postérieurs.

Somme toute, les Iguanodons étaient donc des reptiles plus parfaits que les représentants actuels de l'ordre. Leur squelette offre même quelques caractères qui en font un type *compréhensif*, un type de passage aux Oiseaux : citons notamment la conformation du bassin et celle des membres postérieurs.

A l'époque où se multipliaient ces bizarres herbivores, il existait déjà sur la surface du globe des animaux plus élevés en organisation, c'est-à-dire des Oiseaux et des Mammifères; mais ils étaient peu nombreux et bien moins parfaits que ceux de nos jours; les Oiseaux notamment avaient alors des dents. En revanche, les Lézards, Crocodiles, Tortues étaient plus grands et plus répandus qu'à notre époque.

Digitized by Google

Ce qui rend donc la découverte de Bernissart si précieuse, c'est qu'elle a permis, en ramenant au jour des Iguanodons enfouis entiers, de connaître leur organisation presque aussi bien que s'ils existaient encore sur les rives de nos fleuves.

N'est-il pas intéressant de voir la Paléontologie compléter d'une manière si inattendue nos connaissances zoologiques, nous mettre en garde contre les déductions tirées de l'étude des seuls animaux actuels, nous enseigner enfin cette loi si curieuse que la terre, dans son évolution, a montré les différents types, animaux et végétaux, apparaissant d'abord par quelques formes rares et imparfaites, se développant peu à peu en nombre et en organisation, atteignant bientôt un maximum de développement pendant lequel ils jouaient dans la nature un rôle prépondérant, tant par le nombre des individus que par la perfection de leurs organismes, puis déclinant insensiblement pour disparaître parfois d'une manière absolue?

Ainsi à notre époque, l'homme commande à la nature; plus tard, il fera sans doute place à des êtres plus parfaits encore!

Terminons en décrivant, comme nous l'avons promis, le procédé imaginé par M. de Pauw pour rendre aux os leur solidité primitive.

Pourquoi ces débris étaient-ils pulvérulents? Parce que la matière organique qui cimente la matière minérale des os ayant disparu par l'enfouissement, il ne restait plus qu'une masse spongieuse noire, rappelant le charbon obtenu par la calcination des os en vase clos. Il s'agissait donc de cimenter de nouveau cette matière minérale. D'abord pour extraire un os, on grattait avec précaution l'argile qui l'empâtait, puis on remplaçait à chaque instant l'argile enlevée par une coulée de plâtre; peu à peu, on arrivait ainsi à substituer au moule d'argile un moule de plâtre d'épaisseur proportionnée à la grandeur du fragment de squelette, consolidé au besoin par quelques gros fils de fer. Lorsqu'un squelette entier était ainsi dégagé et empaqueté, on numérotait chacune de ses parties, et l'on dessinait leur arrangement relatif; puis le tout était remonté à la surface du sol et expédié au Musée royal de Bruxelles.

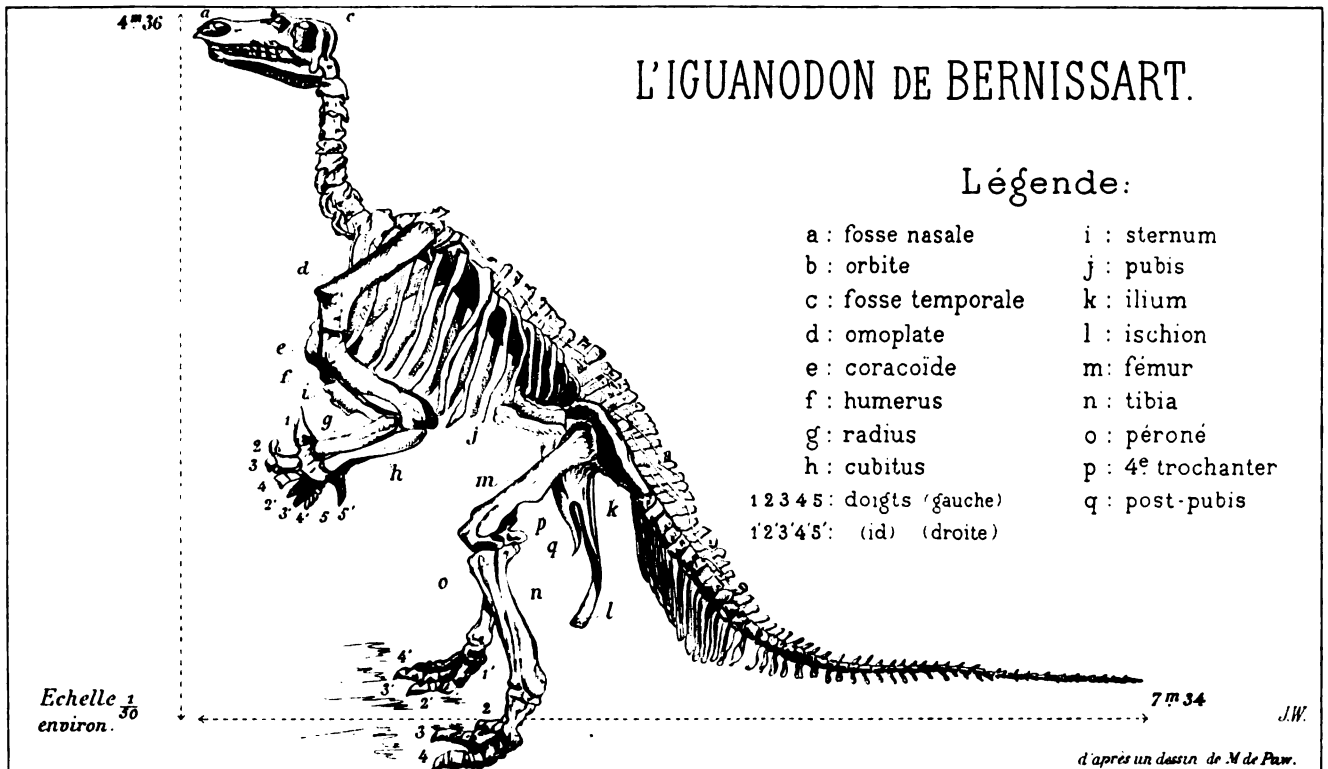
Là, chaque pièce étant déposée dans une salle de température

Digitized by Google

assez élevée, on mettait l'os à nu sur une de ses faces et l'on coulait dans la cavité une dissolution chaude de gélatine qui, pénétrant dans toute la substance osseuse et se solidifiant lentement, remplaçait ainsi la matière organique disparue et rendait à l'os toute sa consistance primitive. Restait donc à dégager l'os de son moule de plâtre et à le débarrasser complètement de l'argile qui n'avait pas été enlevée dans la première opération[1].

1. Les renseignements précédents nous ont été gracieusement fournis au Musée royal de Bruxelles, par MM. Dupont et Dollo.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

RECHERCHES

SUR

LA FAUNE MARINE

DES ILES ANGLO-NORMANDES

Par le Dr René KŒHLER

CHARGÉ D'UN COURS COMPLÉMENTAIRE D'HISTOLOGIE ET D'EMBRYOLOGIE
A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Les îles Anglo-normandes (en anglais *Channel Islands* ou *Isles*, îles du Canal) sont situées à quelques lieues des côtes de France, à l'ouest de la presqu'île du Cotentin. Les plus importantes d'entre elles sont Jersey, Guernesey et Aurigny, auxquelles il convient d'ajouter trois îles plus petites, situées à peu de distance de Guernesey : Sark, Herm, et Jethou, puis une série de petits îlots groupés de préférence autour de Guernesey et qui sont inhabités.

L'île de Jersey, la plus étendue, comme aussi la mieux connue et la plus visitée par les touristes, n'est située qu'à 20 kilomètres de Portbail, mais les bateaux qui font la traversée partent, tous les jours alternativement pendant la belle saison, de Granville (45 kilomètres) et de Saint-Malo (54 kilomètres).

Les côtes qui regardent la France, c'est-à-dire les côtes méridionales et orientales, sont les plus riantes et les plus habitées. La capitale de l'île, Saint-Hélier, se trouve sur le milieu de la côte méridionale, à l'entrée de la magnifique baie de Saint-

Digitized by Google

Aubin, à l'autre extrémité de laquelle s'élève la petite ville du même nom, vis-à-vis Saint-Hélier. La côte orientale présente la petite ville de Gorey, près de laquelle s'élève la forteresse de Montorgueil, célèbre par les souvenirs historiques qu'elle rappelle. Les communications sont d'ailleurs facilitées par deux petits chemins de fer allant, l'un, de Saint-Hélier à la Moye au delà de Saint-Aubin, l'autre, de Saint-Hélier à Gorey.

L'île de Guernesey, située à une quarantaine de kilomètres des côtes de France, se trouve au N.-O. de Jersey, dont elle est séparée par une distance de 20 kilomètres. Elle est en communication avec Jersey par un double service quotidien de bateaux qui partent de Weymouth et de Southampton pour Jersey et font escale à Guernesey. Il n'y a pas de service direct entre la France et l'île de Guernesey qui est, d'ailleurs, peu fréquentée par les Français ; elle offre cependant aux touristes des paysages plus pittoresques et des points de vue beaucoup plus remarquables que Jersey. La capitale est Saint-Pierre, située sur la côte orientale.

La petite île de Sark, située à 11 kilomètres à l'ouest de Guernesey, est aussi en communication avec elle par des services presque quotidiens pendant la belle saison. Quoique fort petite (elle ne possède que 600 habitants), elle est très pittoresque et mérite d'être visitée en détail. Les îlots de Herm et de Jethou, qui se trouvent entre Guernesey et Sark, sont beaucoup moins importants et n'ont chacun que quelques habitants.

Quant à l'île d'Aurigny, située à 15 kilomètres N.-O. du cap de la Hague, elle n'offre qu'un médiocre intérêt.

La température dans les îles Anglo-normandes est très douce, la chaleur y est assez tempérée en été, et les hivers n'y sont pas rigoureux, mais pluvieux. L'influence du Gulf-stream s'y fait sentir, plus encore peut-être que sur les côtes de Bretagne. Aussi la végétation est-elle très riche et l'on peut cultiver à Jersey des plantes qu'ailleurs on ne peut conserver qu'en serre sous la même latitude, comme, par exemple, les *Araucaria*, qu'on rencontre dans tous les jardins. La douceur exceptionnelle de ce climat est très appréciée par les Anglais, et les malades vont souvent passer l'hiver à Jersey ou à Guernesey.

Digitized by Google

Bien qu'appartenant à l'Angleterre, les îles de la Manche sont une dépendance naturelle du territoire français, auquel elles se rattachent par leur situation géographique et par le langage, bien plus, certainement, que par les mœurs et les aspirations des habitants. Il est, en effet, intéressant de constater que si la langue anglaise est parlée par tous les Jersyais, l'ancien patois normand s'est maintenu depuis le XII^e^ siècle et se parle encore par un grand nombre d'habitants nés dans le pays, surtout dans les campagnes. A Guernesey, cette ancienne langue se parle beaucoup moins et disparaîtra certainement plus tôt qu'à Jersey. A Sark, au contraire, et ceci est assez remarquable, les habitants parlent exclusivement le patois normand et quelques-uns même ne comprennent pas l'anglais, tandis que tous connaissent le français, ce qui n'arrive pas à Guernesey, où la plupart des gens ne savent que l'anglais. Ce fait est d'autant plus curieux que Sark se trouve à une heure, à peine, de Guernesey, et que les habitants ne sont guère en communication qu'avec ceux de cette dernière île ; mais il s'explique facilement, si l'on songe que, depuis longtemps, les différentes générations qui se sont succédé à Sark y sont nées et que s'il y a eu quelques émigrations, il n'y a pas eu d'immigration. Aussi la langue s'y conserve-t-elle sans modifications et sans apport d'aucun élément étranger, et pourra-t-elle encore ressembler, pendant longtemps, à celle qu'on parlait en Normandie il y a six cents ans.

Les habitants autochtones des îles de la Manche sont donc des descendants des anciens Normands et, de fait, on sait positivement que ces îles sont d'une formation toute récente et que leur territoire était autrefois relié à la presqu'île du Cotentin. C'est à la suite d'affaissements, quelquefois lents, quelquefois assez brusques, que ces îles ont été détachées du continent et ont vu, à différentes reprises, leur territoire être de nouveau envahi par la mer.

Nous savons, en effet, qu'avant le VI^e^ siècle tout l'espace aujourd'hui couvert par la mer dans la baie du mont Saint-Michel, entre le Cotentin et l'île de Jersey, était occupé par une forêt étendue, la forêt de Scissy. Le territoire de Jersey n'était séparé de celui de Coutances que par un petit ruisseau. On sait

Digitized by Google

positivement qu'on pouvait aller à pied de Jersey à cette dernière ville ; la route partait de Gorey et l'on traversait, un peu avant d'arriver à Coutances, le ruisseau près du *rocher des Bœufs*. L'on possède encore à Jersey des anciens écrits dans lesquels les propriétaires riverains de ce ruisseau s'engagaient à fournir les matériaux destinés à la réparation du pont.

« Dès le VI^e^ siècle, dit Lapparent[1], la forêt de Scissy n'avait plus qu'une demi-lieue de longueur du côté de la Normandie et autant du côté de la Bretagne. En 709, elle fut presque entièrement détruite avec la plupart des monastères qui s'y trouvaient ; cependant quelques-uns subsistaient encore en 817, autour de flaques d'eau ou mares. Mais, en 860, la mer inonda les marais du mont Saint-Michel et la catastrophe se reproduisit plus violente encore en 1224 ; les vagues marines pénétrèrent jusqu'à sept lieues de profondeur, faisant disparaître avec les campagnes environnantes, les deux voies romaines de Valognes à Rennes et de Rennes à Bayeux. Peu de temps auparavant, en 1203, le vaste marais qui séparait Jersey de la forêt de Scissy avait été également envahi par les eaux et le point culminant de ce marais, dit *les Écrehous*, s'étant trouvé isolé, fut doté d'un monastère et d'une église. Il ne reste plus aujourd'hui de cette île qu'un amas de rochers laissant voir à mer basse les ruines de la vieille chapelle. Une carte reproduite par M. Quenault et antérieure à 1406, attribue aux îles Chausey une étendue de 2 myriamètres. A la place des rochers des Minquiers, s'étendait une île de 23 kilomètres sur 8, dont la forme correspondait exactement à celle du plateau actuellement submergé dans ces parages. L'île d'Aurigny faisait alors partie du Contentin, ainsi qu'une bande de 10 kilomètres, entre Aurigny et Jersey. L'isthme reliant Jersey au continent aurait eu alors plus de 20 kilomètres[2]. »

Il est donc bien certain que l'île de Jersey est de formation

1. *Traité de géologie*, p. 519.

2. Voir, pour plus de renseignements, les ouvrages suivants : QUENAULT, *les Mouvements de la mer*. Coutances, 1869. — Élisée RECLUS, *la Terre*. — DESJARDINS, *Géographie de la Gaule romaine*. — GESSLIN DE BOURGOGNE, *Congrès scientifique de France*, session de Saint-Brieuc, 1878.

Digitized by Google

très récente et a pris naissance à la suite d'affaissements assez considérables qui, s'ils se reproduisaient encore avec la même intensité qu'autrefois, risqueraient fort de la faire disparaître complètement. Sur les cartes indiquant les profondeurs de la mer, on peut voir qu'entre Jersey et le Cotentin et le mont Saint-Michel, la profondeur ne dépasse pas 10 mètres ; qu'elle varie entre 10 et 20 mètres aux environs des côtes N. et S.-O. de Jersey et peut tomber à 50 mètres dans l'espace compris entre Jersey, Guernesey, Aurigny et la pointe de la Hague.

L'existence de la forêt de Scissy est attestée, non pas seulement par les chroniqueurs, mais aussi par les nombreux débris végétaux qu'on trouve dans certains points en assez grande abondance, lorsque l'on fouille les grèves lors des grandes marées (marais de Dôle, baie de Saint-Brieuc, embouchure de la Rance, côtes du Cotentin, îles Chausey et Jersey) ; sur les côtes du Cotentin, on en recueille surtout dans les endroits suivants : les Moutiers, Surtainville, Tourlaville, Bretteville. D'après M. Charil des Mazures, les bois que l'on trouve le plus communément, sont le chêne, le bouleau, le coudrier, l'aune, etc. ; on leur donne dans le pays le nom de *couëron ;* le couëron de chêne, qui est noir et lourd, peut, comme l'ébène, servir à la fabrication de divers objets d'ébénisterie.

J'ai fait, aux îles de la Manche, un séjour de six semaines, depuis le 30 juillet jusqu'au 9 septembre, pendant lequel j'ai assisté à trois grandes marées. Mais les pluies, survenues au commencement de septembre, m'ont empêché de profiter de la dernière autant que j'aurais pu le faire, si le beau temps, qui m'avait continuellement favorisé pendant le mois d'août, avait continué jusqu'à la fin de mon séjour.

J'ai passé la plus grande partie de ce temps à Jersey, cinq semaines environ, et j'ai consacré une semaine à explorer Guernesey et Sark. C'est donc surtout de Jersey qu'il sera question dans ce mémoire. Les quelques jours que j'ai passés à Guernesey et à Sark m'ont cependant suffi pour ramasser des collections assez importantes et faire quelques observations qui seront rapportées plus loin.

Digitized by Google

Les observations dont je rendrai compte dans ce travail, sont surtout le résultat des recherches faites sur les côtes à mer basse. J'ai tenu cependant à les compléter, soit par des dragages, soit par des pêches pélagiques que je fis dans la baie de Saint-Aubin. J'avais l'intention de profiter de l'époque de morte eau de la fin du mois d'août pour faire une série de dragages, mais les mauvais temps, survenus à cette époque, m'en ont malheureusement empêché.

Ce n'est évidemment pas dans une aussi courte période que je pouvais espérer recueillir des matériaux suffisants pour dresser une liste complète des animaux qui habitent les côtes de Jersey et me rendre compte, en somme, de la faune de cette île. J'espérais toutefois, en partant, pouvoir recueillir un nombre de types suffisant pour me faire une idée de cette faune et recueillir quelques documents qui pourraient être utilisés plus tard dans des travaux de géographie zoologique.

J'ai, d'ailleurs, eu l'heureuse chance de rencontrer à Jersey un homme qui s'occupe depuis quelques années de l'étude des animaux marins et qui m'a donné de précieux renseignements qui m'ont certainement épargné une perte de temps très considérable. M. Sinel, qui a fondé à Saint-Hélier un comptoir d'histoire naturelle, connaît très bien les côtes de l'île et, bien qu'il ne se fût guère occupé jusqu'alors que des Mollusques et des Crustacés supérieurs, il m'a indiqué, dès le premier jour de mon arrivée, les points de la côte que je devais explorer de préférence et ceux que je devais laisser de côté. On verra, en effet, par la suite, que les côtes occidentale, septentrionale, et une partie de la côte orientale, soit qu'elles ne découvrent que fort peu à mer basse, soit qu'elles n'offrent que des plages arides et sableuses, sont d'une pauvreté remarquable sous le rapport de la faune. Je me suis donc contenté de les visiter rapidement et de m'assurer que, réellement, elles ne méritaient pas d'être explorées en détail, pour consacrer tout mon temps à des recherches plus fructueuses dans la région méridionale, mieux favorisée à cet égard. Je suis très reconnaissant à M. Sinel pour les indications qu'il m'a données, grâce auxquelles mes recherches ont été rendues plus faciles, puisque j'ai pu profiter de l'expérience qu'il avait acquise depuis plu-

Digitized by Google

sieurs années ; les remarques que j'ai pu faire sur l'absence, sur la présence et sur la répartition de certaines espèces acquièrent ainsi plus de valeur que si j'eusse été livré à mès seules ressources. Lorsque, par exemple, je dirai dans le courant de ce mémoire que telle ou telle espèce est très rare à Jersey, ou qu'elle n'y existe pas, je me baserai, non pas seulement sur mes observations faites un peu à la hâte, mais je m'appuierai aussi sur les observations faites par M. Sinel pendant plusieurs années, et par lesquelles mes remarques auront été confirmées et acquerront ainsi une portée plus grande.

Je n'ai pas voulu — il m'aurait d'ailleurs été absolument impossible de le faire — m'occuper de tous les groupes d'animaux dont l'ensemble constitue la faune marine de Jersey. J'ai d'abord écarté les Poissons. Leur étude et surtout leur conservation nécessitent tout un matériel encombrant et que je ne pouvais installer dans une chambre. De plus, on ne peut songer à étudier les Poissons que dans un pays où les pêcheurs sont nombreux. Or, à Jersey, dont tous les habitants cultivent la terre, il n'y a presque pas de pêcheurs, et tout le poisson qui s'y vend arrive de Guernesey et des côtes de France. Je me suis contenté de noter les noms des espèces que j'ai reconnues sur les marchés de Jersey et de Guernesey et j'en donnerai la liste plus loin. J'ai aussi laissé complètement de côté les Mollusques. La liste des espèces trouvées à Jersey a été publiée par M. Duprey, pharmacien à Saint-Hélier, dans deux notes insérées dans les *Annals and magasine of Natural History*. Comme M. Duprey s'occupe depuis plusieurs années de la récolte des Mollusques, j'ai estimé que je ne trouverais rien à faire après lui et je me contenterai de reproduire sa liste, en ajoutant seulement quelques Nudibranches qui n'y sont pas mentionnés. Je dois aussi à M. Duprey d'utiles renseignements sur Jersey.

Je n'ai évidemment pas la prétention de présenter dans ce mémoire un tableau exact et complet de la faune des îles Anglo-normandes, ou seulement de Jersey, où j'ai séjourné le plus longtemps. Les listes que je donne renferment bien des lacunes qui seraient facilement comblées, et mon travail paraîtra d'une bien faible valeur, si l'on se rappelle les belles recherches faites

Digitized by Google

autrefois dans des îles voisines de Jersey, aux îles Chausey, par M. Milne Edwards et M. de Quatrefages, ces fondateurs de la zoologie française. Peut-être, cependant, ces notes offriront quelque intérêt aux naturalistes et serviront tout au moins à guider les zoologistes qui visiteront ces îles si fréquentées depuis quelques années ; il pourront y trouver des renseignements qu'ils mettront à profit, sachant de suite quelles lacunes ils doivent surtout chercher à combler.

J'ai publié mes observations, d'abord parce qu'à ma connaissance du moins, personne n'a jamais fait connaître la faune des îles Anglo-normandes (je ne parlerai que pour mémoire de la liste des animaux donnée dans l'ouvrage d'Anstedt et Lathan, liste par trop fantaisiste pour être de quelque utilité aux zoologistes, d'ailleurs l'ouvrage est fait avant tout pour des touristes) ; et qu'ensuite, les travaux sur les faunes locales sont assez rares, en France surtout, d'où il résulte que nous ne connaissons que d'une manière très imparfaite la faune de nos côtes de la Manche et de l'Atlantique. Il n'en est pas de même pour nos côtes de la Méditerranée, sur la faune desquelles nous possédons d'importants documents, grâce surtout aux belles recherches de M. Marion, qui, depuis vingt ans, consacre tous ses instants à explorer cette région si riche et si attrayante. Il est à espérer que maintenant, comme tous les jeunes zoologistes tiennent à aller travailler au bord de la mer, nos côtes de la Manche et de l'Atlantique seront peu à peu explorées en détail et que nos connaissances sur la répartition des animaux arriveront ainsi à s'étendre.

Je crois donc que cet essai sur la faune des îles de la Manche, malgré ses nombreuses imperfections, pourra présenter quelque intérêt, lorsque des recherches analogues auront été faites sur divers points de notre littoral. Les travaux de ce genre, lorsqu'ils sont isolés, ne peuvent évidemment pas avoir une grande valeur, mais un ensemble de travaux portant sur la faune de régions distinctes et dans lesquels on peut mettre en regard, d'une part, la liste des animaux trouvés en un point donné, et d'autre part, la la nature du terrain, la constitution géologique du sol, les courants marins, la température et tous les facteurs en général qui influent sur la distribution géographique des animaux, un tel en-

Digitized by Google

semble de travaux, dis-je, présenterait un grand intérêt. C'est alors que nous posséderions des documents intéressants qui seraient utilisés avec fruit par les naturalistes et qui permettraient de résoudre d'importants problèmes de géographie zoologique. L'intérêt qu'offrent ces travaux de zoologie pure n'échappe à personne et leur nécessité s'impose actuellement d'une façon absolue.

On pourra voir, en parcourant la liste des animaux que j'ai recueillis pendant mon voyage, que la faune de Jersey comprend un assez grand nombre d'espèces distinctes. Cependant j'ai remarqué, et j'attache à ce fait une certaine importance, que si les espèces sont assez nombreuses, en revanche les représentants d'une espèce donnée le sont beaucoup moins, et en ce qui concerne le *nombre* des spécimens, la faune est relativement pauvre. Quiconque aura parcouru les côtes de Bretagne et viendra visiter Jersey, vérifiera facilement le fait que j'avance et qui m'a frappé dès les premiers jours. Il y a évidemment un certain nombre d'espèces qui sont communes partout et qui ne doivent pas entrer en ligne de compte lorsqu'on veut envisager d'un coup d'œil d'ensemble la faune d'une localité. Mais, je le répète, la faune m'a paru assez pauvre à Jersey et c'est une remarque qui ne se dégage pas de l'étude de chaque type en particulier, mais de la somme d'observations faites journellement à la côte.

Quelles sont les conditions qui influent sur la répartition des espèces et déterminent leur rareté ou leur fréquence dans telle ou telle localité? Pourquoi, par exemple, les Échinodermes sont-ils à peine représentés à Jersey, puisqu'on n'en trouve communément à la côte que trois ou quatre espèces? Y a-t-il une relation entre ce fait et la constitution géologique du sol? Y a-t-il lieu d'invoquer des influences locales, de rappeler que Jersey est une île de formation récente et que les points que nous pouvons explorer ne sont recouverts par la mer que depuis quelques siècles? Ce sont là des questions auxquelles il est bien difficile de répondre actuellement. Nous devons nous contenter, pour le moment, d'amasser des matériaux qui nous permettent d'assigner à la faune d'une région certains caractères qui lui sont propres en attendant que nous puissions coordonner tous les résultats obtenus et en dégager des lois fixes.

Digitized by Google

JERSEY.

L'île de Jersey, située entre 4°21′ et 4°35′ de longitude ouest et 49°10′ et 49°15′ de latitude nord, a la forme d'un parallélogramme à bords irréguliers et assez profondément découpés. Sa plus grande longueur, depuis l'extrémité sud-est jusqu'à la pointe nord-ouest, c'est-à-dire depuis la pointe de la Rocque jusqu'à la pointe Gros-Nez, est de 19 kilomètres; depuis la pointe de Corbières jusqu'à la pointe de la Coupe, qui sont les extrémités de l'autre diagonale, la distance est un peu moindre. Sa largeur varie entre sept et dix kilomètres, l'île étant plus large aux deux extrémités qu'en son milieu où elle est profondément excavée par la baie de Saint-Aubin.

L'île de Jersey est inclinée du nord au sud et au sud-est; la région septentrionale atteint en effet une hauteur de soixante à quatre-vingt mètres au-dessus du niveau de la mer, et à mesure qu'on s'éloigne de la côte nord pour redescendre vers le sud, on voit l'altitude diminuer régulièrement, surtout dans les régions du sud et du sud-est, où les terres peu élevées se continuent avec les grèves étendues des baies de Saint-Aubin, de Saint-Clément et de Grouville, tandis qu'au sud-ouest la côte est plus élevée et forme quelques escarpements entre Sainte-Brelade et la pointe de Corbières. On se rend facilement compte de l'inclinaison des terrains à Jersey en jetant les yeux sur une carte de l'île. On remarque, en effet, que de nombreux cours d'eau parcourant l'île du nord au sud, prennent leurs sources dans la région septentrionale, à un kilomètre à peine de la côte nord, et traversent ainsi la plus grande partie de l'île en se dirigeant, la plupart vers le sud, quelques-uns vers l'est ou l'ouest, offrant ainsi un parcours de plusieurs kilomètres ; tandis qu'au contraire, les cours d'eau qui se dirigent vers le nord, prennent leurs sources au même niveau que les précédents et se jettent dans la mer après un très court trajet.

L'île de Jersey est en grande partie formée par de la syénite qui affleure dans de nombreux points, en particulier dans les régions du nord, du sud-est et du sud-ouest. Cette roche, qui pré-

Digitized by Google

sente quelques variations dans sa coloration et la grandeur relative de ses éléments constitutifs, est exploitée dans plusieurs endroits pour servir aux constructions ou être exportée (carrières du Mont-Mado au nord, de l'Étacq au nord-ouest, de Sainte-Brelade au sud). Un grand nombre de monuments et d'édifices de Jersey sont ainsi construits en *granite rose*.

Là où la syénite n'affleure pas, elle est recouverte, soit par du diluvium, comme dans la plus grande partie de la région centrale de l'île, soit par des schistes argileux, dans la région de la baie de Saint-Aubin, par exemple, soit encore par des grès, des poudingues, des porphyres, ainsi que cela arrive dans toute la portion nord-est de l'île. Sur presque toute l'étendue des côtes, la syénite affleure et les rochers qu'elle forme, incessamment battus par les vagues, s'avancent souvent en mer sous forme de promontoires, d'aiguilles hardies, séparées par des déchirures profondes dont l'ensemble, avec sa teinte rouge, forme un tableau qui contraste singulièrement avec le paysage qui se cache derrière les rochers et offre brusquement une végétation riche et variée, des vallées pittoresques et des prairies boisées.

Mais ce qui nous intéresse plus particulièrement, ce sont les côtes, que je dois étudier avec quelques détails et que je décrirai en partant de Saint-Hélier.

Saint-Hélier, situé dans la vallée de Saint-Sauveur, s'étend sur la région la plus orientale de la baie de Saint-Aubin, dans la direction de l'ouest, et s'adosse, au sud et à l'est, contre une colline abrupte, haute de 50 mètres, appelée *Town-Hill* (Mont-de-la-Ville), qui s'avance sous forme d'une presqu'île triangulaire dont les parois tombent brusquement dans la mer, assez profonde en cet endroit qui ne découvre jamais. Toute cette masse de Town-Hill est formée de syénite rouge présentant par places une coloration verdâtre. Le port s'étend parallèlement au bord occidental de Town-Hill et il est limité au sud par la jetée Victoria.

A cause de la hauteur de la colline, on ne peut longer, à sa base, la côte qui court d'abord vers l'est ; il faut franchir Town-Hill et l'on redescend progressivement vers le rivage par le chemin de *la Colette*. La côte reste dès lors tout à fait basse ; elle change un instant sa direction et s'incline un peu vers le sud jus-

Digitized by Google

qu'au *rocher Witches,* puis reprend sa direction vers l'est jusqu'à la *pointe de la Rocque,* en présentant une concavité, peu profonde mais très étendue, qui forme la *baie de Saint-Clément.* C'est dans tout cet espace compris entre Town-Hill et la pointe de la Rocque que la côte est la plus basse, et la mer y découvre en se retirant une immense étendue de grèves parsemées de rochers, d'autant plus large qu'on se rapproche de la Rocque, et dont l'ensemble forme le *banc de Violet.* Les différentes régions de ces grèves et les rochers qui s'y trouvent ont reçu des noms spéciaux. Il y a d'abord le *Hâvre-des-Pas,* commençant à Town-Hill et limité à l'ouest par une série de rochers faisant face au château Élisabeth, dont ils sont séparés par un petit golfe profond : le plus avancé de ces rochers s'appelle *Dog-Nest.* C'est dans la région du Hâvre-des-Pas qu'on prend quelquefois en hiver de fort gros échantillons de *Carcinus mœnas,* d'où le nom de *Crabière* donné par les habitants à cette portion de la côte. C'est une station assez riche sous le rapport de la faune : j'y ai trouvé un crustacé très rare, l'*Acheus Cranchii,* Leach.

A la suite du Hâvre-des-Pas, vient la *grève d'Azette,* tournée vers le sud-ouest et parsemée de rochers dont les plus importants forment les masses appelées *la Ronde, le Croc,* voisins de la côte, *le Rocher-Blanc* et *la Sambue,* beaucoup plus éloignés et situés à la limite de la laisse des plus basses mers, et enfin *la Mothe,* qui sépare la grève d'Azette de la baie de Saint-Clément.

Cette grève d'Azette, avec tous les rochers qui s'y trouvent, y compris celui de la Mothe, est, avec la vaste étendue de terrains qui découvre au sud-est de la Rocque, la station la plus riche de toute l'île ; je l'ai explorée à peu près à fond, et d'autant plus volontiers que, logé dans les environs, je n'avais que quelques pas à faire pour me rendre à la côte. La mer en se retirant forme de nombreuses mares, peu profondes, offrant une riche végétation de Zostères, entourées de rochers tapissés d'une épaisse couverture d'algues et formant souvent de petites grottes naturelles abritant des animaux intéressants. En certains points où le terrain est en pente, il se forme des ruisseaux déversant le trop-plein des endroits élevés, et c'est dans ces ruisseaux où l'eau se renouvelle constamment et qui ne se trouvent, par conséquent, jamais

Digitized by Google

à sec, qu'on peut faire les plus belles récoltes de Bryozoaires, d'Ascidies composées, d'Hydraires et de certaines espèces d'Éponges ; près des rives, le courant est moins rapide et l'on récolte, en retournant les pierres, de très belles Annélides. L'un de ces ruisseaux, qui se trouve vis-à-vis le rocher Witches, près de la pointe Le Nez, m'a surtout procuré d'abondantes récoltes. Certaines stations, telles que le bord nord du rocher de la Ronde, où j'ai trouvé de nombreux échantillons de *Tethya Lyncurium*, Johnst., le voisinage du rocher Pic-Triple, le pourtour de l'île de la Mothe, jusqu'à la Sambue, méritent d'être signalées. C'est dans cette dernière région que j'ai capturé plusieurs échantillons d'un Hémiptère marin très rare, l'*Æpophilus Bonnairei*, Sign., sur lequel j'aurai occasion de revenir.

A la suite de la grève d'Azette, vient la baie de Saint-Clément qui s'étend, depuis la pointe Le Nez jusqu'à la *pointe Sambière*, près de la pointe de la Rocque, sous forme d'un golfe peu excavé où la mer en se retirant découvre une grève très étendue, semée de rochers dont les plus éloignés, *la Rousse* et la *Tour Ikhot*, sont à trois kilomètres de la terre ferme. L'aspect général de la baie de Saint-Clément est le même qu'à la grève d'Azette, mais les rochers, plus exposés aux vents, y sont plus nus, moins couverts d'algues, et les mares qui se forment à mer basse sont moins nombreuses qu'à la grève d'Azette. J'ai recueilli dans la baie de Saint-Clément presque toutes les espèces que j'avais trouvées à la grève d'Azette, mais au prix de recherches plus laborieuses. Je n'ai aucune remarque à faire sur la faune, sinon qu'elle est assez pauvre.

La région suivante, appartenant à la portion sud-est de l'île, est par contre beaucoup plus riche.

C'est l'espace triangulaire découvert à mer basse qui a pour sommet la Rocque et dont la base s'étend depuis la *Conchière* jusque bien au delà de la pointe Seymour. La portion dont l'exploration m'a été la plus profitable, est comprise entre la Rocque, la pointe Seymour et la tour du même nom, ainsi qu'entre cette dernière et *Karamé*. Il existe, en effet, dans tout cet intervalle une épaisse couche de vase, en partie recouverte de Zostères, dans laquelle vivent un certain nombre de Crustacés fouisseurs

Digitized by Google

qui y creusent des galeries (*Calianassa, Gebia* et *Axius*), ainsi que plusieurs Vers intéressants appartenant aux genres *Valencia, Marphysa, Nephtys, Phascolosoma,* etc... Les recherches y sont cependant assez pénibles, vu la difficulté qu'on éprouve à creuser dans cette vase épaisse et tenace, et il est bon d'emmener avec soi un manœuvre pour manier la bêche. Dans les endroits non vaseux, la faune est à peu près la même qu'à la grève d'Azette ; quelques espèces s'y montrent cependant plus abondantes qu'en d'autres points. Ainsi, j'y ai trouvé, parmi les Crustacés supérieurs, des *Pagurus, Pisa tetraodon, Maia squinado, Xantho rivulosa, Portunus puber* et *pusillus, Thia polita,* etc. Les Échinodermes paraissent aussi plus abondants ; les Ophiures (*Ophiotryx fragilis*) sont très communs ; M. Sinel y a trouvé une ou deux *Holothuries* et une seule fois un Spatangue mort, rejeté probablement à la côte par un coup de vent. Les Ascidies simples y sont représentées par de très nombreuses *Ascidia mentula,* Müll., et de *Ciona intestinalis,* L. (forme type et variétés *canina* et *fascicularis*) ; enfin, dans certains points, la plage, couverte de sables fins et de graviers, présente de nombreux échantillons de Molgules (*Anurella roscovita,* Lacaze). La Rocque est également une très bonne station pour la recherche de Mollusques.

Depuis la Rocque jusque la pointe de la Coupe, qui forme l'extrémité nord-est de l'île, la côte n'offre aucune localité intéressante au point de vue de la faune qui est extrêmement pauvre. C'est d'abord l'immense baie de Grouville s'étendant depuis la Rocque jusqu'à Gorey, et où la mer découvre une immense grève uniforme, présentant à peine quelques rochers nus, et ne renfermant que quelques Annélides très communes. Les mêmes conditions se retrouvent au nord de Gorey, dans la baie Sainte-Catherine et dans la baie Fliquet, qui nous conduit à la pointe de la Coupe.

Tout la portion de côte comprise entre Saint-Hélier et Gorey est à peu près exclusivement syénitique ; les rochers dont l'ensemble forme le banc de Violet sont tous composés de cette roche et présentent le même aspect rougeâtre uniforme. La structure de la côte change à partir du château de Montorgueil (Gorey), où elle présente d'abord des grès de couleur brune ou violacée, très

Digitized by Google

résistants, puis des conglomérats à gros éléments dont j'ai parlé tout à l'heure et qui se continuent jusqu'à l'extrémité nord-ouest de l'île.

En même temps que disparaît la syénite, on voit la côte se relever peu à peu et présenter des escarpements d'autant plus élevés qu'on se rapproche de la pointe de la Coupe, circonstance qui fait que la côte découvre très peu pendant les marées ; et de fait, les cartes marines n'indiquent qu'une très faible laisse de mer basse dans la baie Sainte-Catherine. Celle-ci n'offre, quand la mer se retire, qu'une grève sableuse parsemée de rochers nus, et c'est en somme une mauvaise station, où je n'ai recueilli que quelques types d'Amphipodes et de Chétopodes très communs (*Talitrus, Gammarus, Nephtys, Arenicola, Nereis cultrifera*, etc., etc.).

La région de la côte méridionale de Jersey, située à l'ouest de Saint-Hélier, présente deux baies profondes, dont la première et la plus étendue est la baie de Saint-Aubin, et la deuxième, plus petite, séparée de la précédente par un promontoire que termine la pointe de *Noirmont*, est la baie de *Sainte-Brelade*. Le port de Saint-Hélier, avons-nous vu, est situé dans la région orientale de la baie de Saint-Aubin, et la *jetée Albert* qui le limite à l'ouest, le sépare du reste de la baie. A l'ouest du port et vis-à-vis son entrée, se trouve le *château Élisabeth*, forteresse située sur un rocher à une distance d'un kilomètre de la ville ; on s'y rend à mer basse par une chaussée parallèle à la jetée Albert. Au sud du château se trouvent quelques rochers assez considérables appelés *l'Hermitage* ; et l'espace entre le château et le port offre une série de petits îlots rocheux qui découvrent tous à mer basse et abritent quelquefois des types intéressants. C'est ainsi qu'on trouve auprès d'un de ces rochers, situé tout près de l'entrée du port, le *Stenorhynchus ægyptus*, Edw., crustacé nouveau pour la Manche.

Les rochers, toujours de nature syénitique, qui forment le massif du château Élisabeth, sont peu élevés vers le nord, c'est-à-dire du côté de Saint-Hélier, où ils s'inclinent en pente douce, mais sont plus élevés de l'autre côté, où ils plongent à pic dans la mer.

Digitized by Google

Au pied du château, entre le fort et Saint-Hélier, se trouvent des sables vaseux dans lesquels vivent de nombreuses Annélides, assez communes d'ailleurs : *Cirratulus Lamarkii, Terebella conchilega, Nephtys Hombergii, Arenicola piscatorum,* etc. J'y ai recueilli aussi le *Corystes cassivelaunus,* Penn., qui s'enfonce dans le sable. Les pêcheurs viennent récolter en cet endroit de nombreux *Solen,* dont ils s'emparent en employant un procédé très simple, usité aussi sur nos côtes. Ils savent reconnaître, par sa forme, le trou au fond duquel se trouve le mollusque, et ils se contentent d'y jeter une pincée de sel ordinaire. Au bout d'une demi-minute, le Solen, prenant un point d'appui sur son pied considérablement gonflé, sort peu à peu de la cavité où il se trouve et il est ainsi facilement saisi. Les pêcheurs peuvent donc récolter très rapidement et sans aucune fatigue un grand nombre de ces Lamellibranches.

La région occidentale du château comprend des prairies de Zostères où abondent les *Mysis* associés aux *Temisto brevispinosus,* Goods., *Hippolyte varians,* Leach., les Aplisies (*A. punctata,* Cuv.), excessivement nombreuses à de certaines années, mais assez rares en 1884; plusieurs Nudibranches, tels que *Doris tuberculata,* Cuv., et *Johnstoni,* A. et H., *Eolis Cuvieri,* Lam., *Triopa claviger,* Müll., *Fiona nobilis,* A. et H., communs surtout au printemps. En certains points, vers le sud, les sables deviennent moins vaseux et sont remplacés par des graviers dans lesquels abondent les Molgules (*Anurella roscovita,* Lac.), et sur lesquels courent des Crustacés peu communs, tels que le *Pirimela denticulata,* Leach.

Les rochers, surtout à l'Hermitage, sont tapissés par des touffes de *Cynthia rustica,* Müll., sous lesquelles vivent des Crustacés et des Vers que j'étudierai plus loin ; on y trouve aussi des *Ascidia producta,* Hanck., des *Ascidiella scabra,* Müll., et plusieurs espèces d'Éponges (*Leuconia nivea,* Grant, *Dictyocylindricus ramosus,* Bow., *Halichondria panicea,* Johnst.) et des *Leptoclinum,* etc.

Quant au reste de la baie de Saint-Aubin, la mer y découvre, en se retirant, une plage immense, uniforme et sableuse, n'offrant aucun rocher à visiter et pas d'intérêt pour le zoologiste,

Digitized by Google

qui n'y trouvera que des Arénicoles, des Nephtys, des Cirratules, que les pêcheurs recherchent comme amorces.

A l'autre extrémité de la baie, vis-à-vis la petite ville de Saint-Aubin, apparaissent quelques rochers dont l'un supporte un vieux château. Les algues qui recouvrent les pierres, renferment un assez grand nombre de Crustacés intéressants, tels que *Idothea linearis*, L., *acuminata*, Leach, et *tricuspidata* Desm., associés à plusieurs Amphipodes (*Atylus Swammerdamii*, Sp. B.; *Podocerus falcatus*, Sp. B.; *Anonyx Edwardsii*, Kröyer). J'y ai rencontré aussi une *Doris Johnstoni*, A. et H., et quelques Ascidies (*Ascidia mentula*, Müll., et *producta*, Hanck., *Ciona intestinalis*, L.), des *Amaroucium Nordmanni*, Edw., et *albicans*, Edw., et *Didemnum sargassicola*, Giard.

Le fond de la baie de Saint-Aubin est occupé par un terrain bien différent de celui que nous avions vu jusqu'ici. A partir de l'extrémité du port de Saint-Hélier, au point où se termine la hauteur de Town-Hill, la côte devient très basse et présente, jusqu'au delà de Saint-Aubin, des schistes argileux gris, tantôt friables, tantôt, au contraire, très compactes et durs, et exploités vers Chepseade comme pierres de construction.

A partir de Saint-Aubin, la côte commence à se relever et les schistes disparaissent pour faire de nouveau place à la syénite. Les rochers deviennent assez escarpés et atteignent une certaine hauteur à l'extrémité de la pointe de Noirmont qui sépare la baie de Saint-Aubin de celle de Sainte-Brelade. Le rivage du fond de cette baie est très peu incliné ; la plage y est couverte d'un sable fin, mais les rochers nus qui la limitent, n'offrent aucun intérêt au naturaliste. Dès qu'on abandonne Sainte-Brelade, on voit la côte se relever brusquement et présenter des falaises à pic qui se continuent jusqu'à l'extrémité nord-ouest de l'île, c'est-à-dire jusqu'aux *Corbières*.

La côte occidentale de l'île, depuis Corbières jusqu'à la pointe Gros-Nez, est légèrement excavée et elle est occupée, en son milieu, par une longue plage sablonneuse, uniforme, la baie de *Saint-Ouen*, qui s'étend jusqu'à *l'Étacq*, à peu de distance de la pointe nord-ouest. Tout le fond de cette baie est aride et desséché, par suite de la fréquence des vents d'ouest qui y

Digitized by Google

poussent des sables. Cette région est très mal favorisée sous le rapport de la faune, qui y est à peu près nulle. Au niveau des Corbières, de nombreux rochers pressés les uns contre les autres forment un ensemble très pittoresque, et quelques-uns d'entre eux atteignent une grande hauteur. Cette région de l'île est très remarquable et tout à fait sauvage, mais les rochers, incessamment battus par une mer agitée, sont tout à fait dépourvus de végétation : on n'y rencontre que quelques Balanes, des Patelles, les *Littorina rudis* et sa variété *saxatilis*. Les rochers reparaissent dans le nord de la baie de Saint-Ouen, mais pour être moins remarquables comme aspect, ils n'en sont pas plus intéressants par leur faune. A partir de l'Étacq, la côte se relève et prend les caractères que nous allons lui voir sur le rivage septentrional de l'île.

La côte septentrionale de Jersey présente, sur presque toute sa longueur, une série d'escarpements et est limitée par une haute barrière rocheuse taillée à pic. Elle offre une série de petites baies, séparées par des promontoires abrupts, au bas desquels la mer, toujours agitée, a creusé dans les rochers des grottes plus ou moins profondes et sans cesse battues par les vagues. Il n'existe, tout le long de cette côte, aucun abri pour les bateaux, mais seulement des anses peu profondes, où les barques seules ont accès. Il n'y a donc qu'une portion à peu près insignifiante de cette côte taillée à pic qui découvre à mer basse, et il ne peut pas être question de s'y livrer à des recherches zoologiques. Il est d'ailleurs, en général, difficile de descendre jusqu'au rivage, sauf dans quelques points où la mer, en se retirant, découvre des plages sableuses peu étendues, très visitées par les touristes. Telles sont les baies de *Rozel*, de *Giffard*, de *Bonne-Nuit*, du *Trou-du-Diable*, de *Lecq*, et la grève du *Lançon* devant les grottes de Plémont. J'ai visité la plupart de ces points, ainsi que d'autres régions accessibles de la côte, et j'ai constaté partout que la faune était remarquablement pauvre, comme aussi la végétation. Sur les rochers, trop battus par les flots, peuvent à peine se fixer les Balanes, les Patelles, les Littorines, etc. ; les grèves de sable n'abritent que des Annélides peu intéressantes. Dans un certain nombre de points, comme à la

Digitized by Google

grève du Lançon, qui tire son nom de cette circonstance, abonde un charmant petit poisson qui s'enfonce avec agilité dans le sable, le Lançon ou *Ammodytes tobianus,* Les., le *Sand launce* des Anglais[1].

Si la côte septentrionale de l'île n'offre rien d'intéressant aux zoologistes, en revanche, elle offre aux touristes des points de vue très remarquables. Les paysages y sont grandioses et très imposants et l'ensemble de cette côte ressemble beaucoup à la côte méridionale de Guernesey qui lui fait face, quoique, cependant, cette dernière possède des points de vue avec lesquels Jersey ne peut pas rivaliser.

Cette côte septentrionale offre, sur plus de la moitié de sa longueur, depuis la pointe de Plémont jusqu'à la baie de Bonne-Nuit, des falaises de syénite qui font ensuite place à des porphyres durs, foncés, jusqu'à la baie de Boulay, dont le fond est occupé par des grès à gros éléments, lesquels se trouvent remplacés par des poudingues et des conglomérats très durs qui s'étendent jusqu'à l'extrémité nord-est de l'île, où ils se continuent avec les formations analogues que nous avons vues sur la côte orientale.

Quelle que soit d'ailleurs la roche qui la forme, la côte reste abrupte sur toute son étendue ; les cartes marines n'y indiquent qu'une laisse de basse mer, nulle ou à peu près, sauf dans les petites baies dont je donnais les noms tout à l'heure.

On voit donc, par cette description des côtes de Jersey, que ce sont avant tout et presque exclusivement les régions sud et sud-

1. L'*Ammodytes tobianus* est plus estimé que l'*A. lanceolatus,* Cuv., espèce très voisine. Pendant longtemps, les auteurs ne se sont pas accordés sur les caractères distinctifs de ces deux espèces dont la synonymie était fort embrouillée. On réserve maintenant le nom d'*A. tobianus* aux individus ayant la mâchoire supérieure protractile, le vomer dépourvu de dents et le corps un peu plus ramassé que l'*A. lanceolatus* dont le vomer est muni de deux saillies en forme de dents et dont la mâchoire supérieure n'est pas protractile. Jourdain a décrit récemment une troisième espèce de la Manche, l'*A. sesquisquamosus,* dont les écailles sont caduques et n'existent que dans la région caudale ; elle est plus rare que les deux autres, et est appelée *Joltvet* à Saint-Malo. Cette espèce, comme le fait remarquer Jourdain, pourrait bien être identique à l'*A. Siculus,* Swain (*A. cicerellus,* Rafin). Moreau, dans son ouvrage sur les Poissons, ne discute pas cette synonymie : il n'indique du reste, dans la Manche, que les deux premières espèces.

Digitized by Google

est de la côte qui doivent être explorées par le zoologiste. Les côtes orientales et occidentales n'offrent, à mer basse, que des grèves uniformes et sableuses, dont la faune est extrêmement réduite, à peu près nulle. Quant aux côtes du nord, elles ne découvrent pas.

Depuis le château de Saint-Aubin jusques et au delà de la Rocque, la laisse de basse mer est très étendue, sauf au niveau de la colline de Town-Hill, devant laquelle la mer reste assez profonde, et qui divise ainsi en deux régions cette immense étendue de terrain qui découvre si largement : l'une, située à l'ouest d'une ligne allant de Town-Hill au château Élisabeth, qui lui fait face, comprend la plus grande partie de la baie de Saint-Aubin, région peu intéressante en somme ; l'autre, située de l'autre côté de cette ligne, et renfermant une faune variée et assez riche.

D'après ce que je viens de dire des grèves d'Azette et de Saint-Clément, on a pu voir que tout l'ensemble du banc de Violet présentait à peu près, dans toute son étendue, le même aspect et la même faune ; je n'ai eu à mentionner qu'une bande de vase assez développée, s'étendant au large de la Rocque dans la direction du sud-est. A part cette région, tout le reste du banc est occupé par de nombreux rochers de syénite, couverts d'une riche végétation d'algues, au milieu desquels se forment, à mer basse, un grand nombre de mares plus ou moins étendues et dont le fond est occupé, soit par des graviers, soit par des prairies de Zostères.

Il ne doit donc pas être question d'établir, pour décrire la faune de Jersey, des distinctions entre les différentes régions explorées, distinctions qui seraient fondées, s'il y avait lieu, sur des différences de faune. J'insiste, au contraire, sur cette uniformité constante que m'ont offerte les régions que j'ai étudiées, c'est-à-dire les côtes du sud et du sud-est, représentant un peu moins de la moitié de la circonférence totale de l'île.

Aussi, en rendant compte, dans les pages qui suivent, de mes observations sur la faune de Jersey, j'étudierai successivement les différents groupes d'Invertébrés dont je me suis occupé, en indiquant, lorsqu'il s'agira de types intéressants ou peu connus, les régions où je les ai rencontrés, lesquelles, je le répète, ne

Digitized by Google

peuvent pas former des territoires distincts sous le rapport de la faune.

Spongiaires.

J'ai recueilli à Jersey un assez grand nombre d'espèces d'Éponges ; malheureusement, il ne m'a pas été possible de déterminer la plupart d'entre elles. Les caractères différentiels chez les Éponges sont, dans l'état actuel de la science, si difficiles à établir, et les ouvrages de détermination donnent des descriptions si obscures et des planches si insuffisantes, qu'il est encore maintenant impossible, ou à peu près, de nommer les espèces que l'on recueille. J'ai éprouvé les mêmes difficultés que bien d'autres naturalistes qui, comme moi, n'ont pas pu faire de déterminations d'Éponges. Aussi, à mon grand regret, il ne m'a pas été possible d'utiliser la plus grande partie des matériaux que j'avais rapportés de Jersey.

J'ai cependant pu déterminer un certain nombre de mes échantillons, les plus caractéristiques. J'ai surtout fait mes déterminations à l'aide de l'ouvrage de Bowerbank.

Il est à peine besoin de citer, parmi les Éponges calcaires, le *Sycon ciliatum,* Hœck, éponge très commune partout et bien connue de tous les naturalistes ; j'ai recueilli aussi quelques échantillons de *Leucosolenia botryoides,* Bow., sur les algues. Lors d'une grande marée, j'ai trouvé sur les rochers de la grève d'Azette de nombreux échantillons de *Tethya lyncurium,* Johnst., et quelques *Dictyocylindricus ramosus,* Bow., au château Élisabeth, sous des rochers couverts de *Cynthia rustica.* L'*Halichondria panicea,* Johnst., est une Éponge facile à reconnaître et qui couvre les rochers de larges expansions vertes ou brunes. J'ai trouvé aussi très fréquemment sous les pierres des Éponges volumineuses, formant des masses cylindriques, ramifiées et anastomosées, de couleur jaunâtre, et qui doivent, sans doute, être rapportées à l'*Isodyctia simulans,* Bow. Une autre Éponge, également très commune, forme de minces couches, difficiles à détacher, à la surface des rochers ; elle est facilement reconnaissable à sa belle couleur rose et est peut-être identique à la

Digitized by Google

Verongia rosea, trouvée par Barrois à Saint-Waast. Je citerai encore l'*Isodyctia parasitica,* Bow., qui vit sur les algues, de préférence sur les fucus, et se présente sous forme de masses jaunâtres. Enfin, l'Éponge qu'on trouve communément sur les téguments de certains Crustacés, le *Pisa Gibsii,* l'*Inachus dorynchus,* par exemple, doit peut-être être rapportée au *Desidea fragilis,* de Bowerbank.

Malheureusement, je le répète, j'ai dû renoncer à déterminer mes autres échantillons. Tous les naturalistes qui se sont servis de l'ouvrage de Bowerbank savent qu'il est presque impossible de reconnaître les Éponges qu'il décrit, et c'est, avec l'ouvrage de Johnston, encore plus imparfait, le seul livre sur les Éponges de la Manche dont j'ai pu me servir.

Cœlentérés.

La faune des Cœlentérés de Jersey n'offre rien de particulier : les types qu'on rencontre sont ceux qu'on trouve sur toutes nos côtes. Parmi les Zoanthaires, je citerai l'*Anemonia sulcata,* Penn. (*Anthea cereus,* Hass.) et l'*Actinia equina,* L. (*A. mesembryanthemum,* Ell. et Soll.), deux espèces des plus communes. On a créé, avec ces deux espèces, de nombreuses variétés pour consacrer des changements de coloration, susceptibles d'ailleurs de présenter de grandes variations, et qui ne paraissent pas très stables. Les rochers du fort Élisabeth sont couverts d'*Actinia equina* dont tous les échantillons ont une couleur olive noire uniforme. Le *Teallia crassicornis,* Thomps., est souvent associé à ces deux espèces, mais leur est toujours subordonné en nombre. Les *Bunodes gemmacea,* Goss., se trouvent en abondance dans les petites mares peu profondes dont le fond est occupé par des graviers. Dans les mêmes stations, on rencontre fréquemment des *Sagartia parasitica,* Couch., l'espèce d'Actinies qui dans nos mers atteint la plus grande taille. Elle vit sur les coquilles où s'abritent les Bernards-l'hermite et dont les bords portent toujours une riche garniture d'*Hydractinia echinata.* Une autre espèce du même genre, la *Sagartia bellis,* Goss., de dimensions beaucoup plus réduites, se trouve assez communément attachée aux rochers, enfon-

Digitized by Google

cèsouvent dans des crevasses ou dans de petites cavités dont il est difficile de l'extraire sans l'endommager. Une troisième espèce, dont la livrée est analogue à celle de la précédente, l'accompagne parfois : c'est la *S. troglodytes*, Gosse. J'ai enfin trouvé, une fois, deux exemplaires d'une petite Actinie blanche fixée contre les rochers du château Élisabeth et que je n'ai pas pu distinguer de la *Sagartia sphyrodeta*, var. *candida*, décrite par Gosse. L'*Edwardsia Beautempsii*, Qf., est assez commune dans les sables vaseux et je l'ai rencontrée en assez grande abondance sur le pourtour du château Élisabeth et aux environs de la Rocque.

Enfin, pour terminer l'énumération des Actinies de Jersey, je dois encore signaler l'*Adamsia palliata*, Bodd., qui n'abandonne jamais une certaine profondeur et que j'ai draguée dans la baie de Saint-Aubin ; elle se trouve fixée sur les coquilles de Buccin où vit l'*Eupagurus Prideauxii* et offre un nouvel exemple de commensalisme analogue à celui que montre la *Sagartia parasitica*.

Les *Hydraires* sont très communs à Jersey et représentés par les espèces qu'on trouve abondamment sur nos côtes. Leur étude n'offre pas un grand intérêt et je me contenterai d'indiquer les noms des espèces que j'ai rencontrées : *Campanularia angulata* et *flexuosa*, *Clava squamata*, *Corine vagina*, *Eudendrium rameum* et *ramosum*, *Plumularia geniculata* et *falcata*, *Sertularia pumila*, *abietina* et *operculata*, *Hydractinia echinata*, *Podocoryne carnea*, *Obelia geniculata*.

Je n'ai pas trouvé à Jersey de *Lucernaires* que je pensais y rencontrer. Elles y existent cependant et M. Sinel m'a dit en avoir recueilli quelques-unes, au printemps en général, mais jamais en bien grande quantité.

En ce qui concerne les autres Cœlentérés appartenant aux groupes des Cténophores et des Acalèphes, on conçoit qu'avec une installation aussi provisoire que la mienne et les faibles moyens dont je pouvais disposer, je ne me sois pas occupé de ces animaux qui demandent à être observés sur place et dont la conservation, toujours fort difficile, n'aurait pas pu être obtenue. J'ai recueilli, dans mes pêches pélagiques, de nombreux échantillons de *Pleurobrachia*. Quant aux Méduses, elles m'ont paru singuliè-

Digitized by Google

rement nombreuses dans les eaux des îles Anglo-normandes. Cela tient sans doute à la température relativement élevée de ces eaux qui sont réchauffées par le Gulf-stream. Pendant les excursions que je fis aux environs de Jersey, le nombre des Méduses qu'on apercevait du bateau était réellement très élevé (Rhizostomes et autres).

Échinodermes.

C'est certainement l'embranchement le plus mal représenté à Jersey ; les spécimens qu'on y rencontre sont en général peu nombreux et appartiennent à des types peu variés. Cette pauvreté très marquée dans la faune des Échinodermes constitue même une des particularités les plus remarquables de la faune et m'a frappé dès le commencement de mes explorations. A part des *Asterina gibbosa*, Forb. (*Asteriscus verruculatus*, Retz.), des *Ophiotryx fragilis*, O. F. Müller, et des *Ophiopsila aranea*, Forb., je n'ai pour ainsi dire pas capturé de représentants du groupe des Échinodermes dans mes recherches à la côte.

Ainsi, même au moment des grandes marées, je n'ai pas rencontré une seule fois l'oursin ordinaire (*Strongylocentrotus lividus*, Brandt), si commun ailleurs, mais qui fait ici totalement défaut : M. Sinel m'a dit n'en avoir jamais trouvé qu'à la drague. C'est ainsi que, dans la baie de Saint-Aubin, il a capturé plusieurs échantillons de *St. lividus* et quelques *Sphærechinus granularis*, A. Ag. ; ces derniers sont d'ailleurs peu fréquents. Il a trouvé ainsi, pendant une grande marée, un test de Spatangue (*Spatangus purpureus*, O. F. Müll.) à la Rocque ; il y a tout lieu de supposer que cet animal avait été déposé là par les vagues et venait du large.

Parmi les Astéries, l'espèce la plus fréquente est sans contredit l'*Asterina gibbosa*, citée plus haut, qui est commune sur tous les rochers. Les *Asterias glacialis*, O. F. Müll., et *rubens*, L., *Astropecten aurantiacus*, Phil., et *Solaster papposus*, Retz., sont assez souvent rapportés par les pêcheurs ; et la première se trouve quelquefois à la côte.

Les Ophiures sont représentées par des *Ophiotryx fragilis*, Müll., et des *Ophiopsila aranea*, Forbes, et une espèce que j'ai

Digitized by Google

trouvée en assez grande abondance en draguant dans la baie de Saint-Aubin, l'*Ophioglypha texturata*, Lam.

Les Holothuries sont encore plus mal représentées à Jersey, et je n'ai pas rencontré, pendant toute la durée de mon séjour, un seul animal appartenant à ce groupe. M. Sinel a capturé une fois à la Rocque un échantillon de *Cucumaria*, probablement le *Cucumaria communis*, Forb. Quant aux Synaptes, que j'ai trouvées à Guernesey, elles ne se rencontrent pas à Jersey.

Les Comatules ne se trouvent pas non plus à la côte ; les pêcheurs en rapportent du large, assez fréquemment paraît-il, mais je n'en ai jamais vu.

On le voit, cette absence presque complète d'Échinodermes à la côte et leur rareté relative dans les régions profondes du large, sont extrêmement remarquables et constituent incontestablement l'une des particularités les plus tranchées de la faune de Jersey. Lorsqu'on compare sous ce rapport les grèves de Jersey aux côtes de Bretagne où l'on rencontre à profusion les *Str. lividus*, *Psammechinus microtuberculatus*, *Asterias glacialis*, *Ophiures*, *Cucumaria*, *Synapta*, et *Comatula*, l'on ne peut s'empêcher d'être frappé de cette excessive pauvreté. Et ce n'est pas seulement sur mes seules observations que je me base pour établir ce fait ; toutes les personnes quelque peu versées dans la connaissance des animaux marins m'ont donné les mêmes renseignements en me disant : A Guernesey vous trouverez tous ces animaux, mais ici nous n'en voyons jamais.

Il est possible que cette pauvreté en Échinodermes, si répandus sur les côtes de France, distantes seulement de quelques lieues de Jersey, tienne à la constitution géologique de l'île, où les côtes, comme nous l'avons vu, ne présentent guère que des rochers de syénite. Il serait intéressant de savoir si, dans d'autres points où le sol est de nature syénitique, les Échinodermes sont aussi rares qu'à Jersey. Ce qui pourrait faire supposer que, dans le cas particulier, la constitution géologique du sol joue un certain rôle, c'est que sur les côtes septentrionales et orientales de Guernesey, qui n'offrent que du granite et des schistes, les oursins sont assez fréquents ; il en est de même à l'île de Sark, où la syénite paraît avoir été fortement remaniée et où les rochers de la côte,

Digitized by Google

sur lesquels sont fixés de nombreux oursins, sont, soit des arkoses, soit des granites à éléments peu distincts et offrant souvent une structure feuilletée.

Quoi qu'il en soit, l'île de Jersey offre, quant à la faune des Échinodermes, un caractère négatif très constant et qu'il importe de signaler.

Vers.

J'étudierai successivement les TURBELLARIÉS et les POLYCHÈTES.

Turbellariés.

Parmi les PLANAIRES, l'espèce la plus commune, est sans contredit, le *Leptopluna tremellaris*, Œrstædt, qui se rencontre très fréquemment, appliqué contre la face inférieure des pierres, surtout à la grève d'Azette ; je ne l'ai trouvé qu'assez rarement dans les environs du château Élisabeth, ainsi qu'à Saint-Aubin. Une autre espèce très élégante, qui se trouve associée au *Leptoplana*, mais toujours en petit nombre, est le *Prosthecerœus vittatus*, Lang. (*Proceros cristatus*, Qf.), dont le corps blanc jaunâtre offre de fines lignes noires parallèles. Les espèces suivantes paraissent être beaucoup plus rares. C'est d'abord l'*Oligocladus sanguinolentus*, Lang. (*Proceros sanguinolentus*, Qf.), remarquable par la vive coloration du tube digestif fortement teinté en rouge et qui tranche pour la couleur générale brun clair des téguments. Je l'ai rencontrée un jour de grande marée à la grève d'Azette (au rocher Pic-Triple) sous des pierres. Enfin, le *Stylochoplana maculata*, Stimps. (*Stylochus maculatus*, Qf.), caractérisé par de grandes taches blanches placées sur la ligne médiane du dos, est une jolie petite espèce dont j'ai trouvé un jour plusieurs exemplaires au large de la Mothe, sous des pierres abritées dans une petite grotte.

Les NÉMERTES m'ont offert un certain nombre de types intéressants à étudier. Je citerai d'abord le *Lineus longissimus*, Sim. (*Borlasia Angliæ*, Qf.), le *Sea long worm* de Borlase, nom

Digitized by Google

que lui donnent toujours les pêcheurs à Jersey, et qui atteint quelquefois une longueur prodigieuse, de 20 à 25 mètres ; il n'est pas rare d'en trouver des échantillons de 5 et 6 mètres de long. On rencontre assez fréquemment cette Némerte, les jours de grande marée, sous les pierres où elle reste immobile et entortillée ; les grands individus forment des nœuds réellement inextricables, comme le dit M. Quatrefages. Le *L. longissimus* paraît être assez commun dans toute la région sud-est de l'île.

Je rapporte au *Lineus gesserensis*, Johnst., des némertes beaucoup plus petites, d'une couleur verte très foncée, tirant sur le noir. Barrois fait observer que les caractères du *L. sanguineus* et du *L. gesserensis* sont peu différents, et il considère ces deux types comme deux variétés d'une seule et même espèce qu'il appelle le *L. obscurus*, nom donné autrefois par Desor à cette Némerte.

Deux autres némertes, que j'ai également trouvées assez abondamment à Jersey, atteignent aussi une taille assez considérable ; ce sont les *Valencia splendida*, Qf., et *longirostris*, Qf., découvertes par Quatrefages à Bréhat et à Chausey, et que Grube a retrouvées à Saint-Malo et à Roscoff. Ces deux espèces sont faciles à trouver à la Rocque où elles vivent dans la vase recouverte par les Zostères, qui forme une couche d'une épaisseur et d'une largeur assez grandes sur une partie du terrain que la mer laisse à découvert. La *V. splendida* est d'une couleur rouge orangé ; les téguments sécrètent en assez grande abondance un mucus épais qui se concrète autour du corps pour lui former une sorte de tube à reflets brillants, comme l'ont déjà remarqué les auteurs cités plus haut. La *V. longirostris*, de couleur beaucoup plus claire, ne possède pas cette propriété et se distingue facilement de l'espèce précédente par sa tête terminée en pointe. Les deux espèces vivent côte à côte et paraissent aussi communes l'une que l'autre. Leur recherche demande quelque peine, car elles sont profondément enfoncées dans la vase, où elles se creusent des galeries ; de plus, leur corps est très fragile et se casse facilement. L'on peut, cependant, en capturer plusieurs échantillons, à condition de se faire accompagner par un homme, chargé de creuser profondément à la bêche cette vase compacte

Digitized by Google

où l'on recueillera d'autres vers intéressants, tels que *Phascolosoma elongatum*, Kef., et *margaritaceum*, Sars., *Marphysa sanguinea*, A. et E.

Je n'ai pas rencontré les *Valencia* ailleurs qu'à la Rocque. Ce sont des animaux terricoles, qui ne semblent pas abandonner les endroits très vaseux où les ont aussi trouvés Quatrefages et Grube.

Parmi les autres espèces que j'ai rencontrées à Jersey et que j'ai pu déterminer avec certitude, je citerai d'abord l'*Amphiporus lactiflorcus*, M. Int. (*Omnatoplea rosea*, Johnst.), petite espèce d'un brun très clair, dont le corps atteint, lorsqu'il s'allonge, cinq ou six centimètres de longueur, et qui se trouve assez abondamment dans les mares, sous les pierres, cachée souvent sous des touffes d'algues. J'ai sans doute rencontré une autre espèce du même genre, l'*Amphiporus spectabilis*, Kef., car je trouve indiquée dans mes notes une petite Némerte à corps peu contractile, que j'ai trouvée une fois dans un *Ciona intestinalis*; les téguments, de couleur brun clair, présentaient des lignes plus foncées qui les traversaient sur toute la longueur du corps, lui donnant ainsi une livrée assez analogue à celle du *Borlasia Kefersteini* de la Méditerranée.

Le *Polia filum*, Qf., se rencontre quelquefois au milieu des algues adhérentes aux pierres ou aux coquilles vides; j'en ai trouvé quelques individus parmi les rochers de la grève d'Azette; ils sont toujours fort petits, d'une couleur rouge, et filiformes comme l'indique le nom de l'espèce. M. Quatrefages décrit une espèce voisine de la précédente, le *P. sanguirubra*, dont elle diffère par sa coloration qui est rouge aussi, mais moins vive, et par sa tête bien distincte. J'ai rencontré, dans mes échantillons, des différences dans la coloration qui varie du rouge vif au rouge-jaune, et comme il me semble difficile de juger si la tête est plus ou moins distincte dans tel spécimen, ce qui d'ailleurs dépend de l'état de contraction de l'animal, je me demande si l'on ne doit pas réunir ces deux espèces dans une seule, d'autant plus que M. Quatrefages les a toujours trouvées associées.

J'ai encore rencontré en assez grande abondance, au milieu des algues les plus communes, le *Tetrastemma candidum*, Müller

Digitized by Google

(*Polia quadriocidata*, Qf.), et enfin j'ai recueilli quelques échantillons d'une Némerte, couleur rose clair, de quatre à cinq centimètres de longueur, que je rapporte, avec quelques doutes, au *Cerebratulus Œrstœdtii*, décrit par P. J. Van Beneden, dans son mémoire sur les Turbellariés de Belgique.

Il y aurait encore à signaler un grand nombre de Rhabdocèles qui vivent au milieu des algues associés à des Nématodes et à de petits Polychètes ; mais je n'avais ni le temps ni surtout les livres nécessaires pour l'étude de ces types intéressants que j'ai forcément dû laisser de côté.

Polychètes[1].

Les Annélides appartenant à ce groupe se divisent, comme on sait, en errantes et sédentaires. J'examinerai d'abord les premières.

Parmi les Aphrodisiens, je citerai d'abord l'*Aphrodita hystrix*, A. et E., dont j'ai dragué plusieurs échantillons dans la baie de Saint-Aubin. M. Sinel m'a montré quelques beaux échantillons d'*A. aculeata*, L., qu'il a trouvés dans la même localité ; je n'ai, pour ma part, jamais rencontré cette belle Annélide. Quant au genre *Polynoe*, il est représenté par le *P. cirrata*, Müll., espèce très commune qu'on rencontre sous presque toutes les pierres à la côte et par le *P. squamata*, L., beaucoup moins fréquent.

Parmi les Euniciens, je signalerai l'*Eunice Harrassii*, A. et E., dont je ne possède qu'un échantillon dragué dans la baie de Saint-Aubin ; puis les *Marphysa sanguinea*, A. et E., et *Belli*, A. et E. La première de ces espèces atteint, comme on sait, une taille très considérable. Elle vit, ainsi que j'ai déjà eu occasion de le dire, à la Rocque, dans la vase où elle s'enfonce assez profondément. Ainsi, il est assez difficile de la capturer et surtout d'en recueillir des exemplaires complets, car son corps se brise très facilement. D'ailleurs, les échantillons qu'on met dans l'alcool s'y brisent toujours en plusieurs tronçons. La *M. Belli* se trouve à la

1. M. le professeur Marion, de Marseille, a bien voulu me déterminer une grande partie de mes Annélides. Je lui suis très reconnaissant du travail qu'il s'est imposé pour moi et le prie de recevoir ici tous mes remerciements.

Digitized by Google

côte dans différentes localités. Les *Lombrinereis* sont plus communs: j'ai recueilli sous les pierres les *L. contorta*, Qf., et *humilis*, Qf.

A la nombreuse famille des Néridiens appartient la *Nephtys Hombergii*, A. et E., espèce commune sur nos côtes et qui est bien connue des pêcheurs, qui la recherchent comme amorce. MM. Audouin et Milne Edwards ont bien décrit les habitudes de cette Annélide qui s'enfonce dans le sable grâce aux mouvements de sa trompe et s'y creuse des galeries profondes. On la rencontre sur toutes les plages en compagnie des Arénicoles. Les *Nereis cultrifera*, Grube, et *Dumerilii*, A. et E., sont aussi deux espèces très communes.

A la même famille appartiennent les *Lysidice ninetta*, A. et E., *Eulalia clavigera*, A. et E., *Glycera capitata*, Œrst., *Syllis amica*, Qf., espèces en général assez fréquentes. J'ai trouvé quelques beaux échantillons de *Phyllodoce laminosa*, Sav., l'une de nos plus jolies Annélides, à la grève d'Azette. Je citerai encore une petite espèce de *Syllis*, assez commune sous les touffes de *Cynthia* et que je ne puis pas distinguer de la *S. divaricata* décrite par Keferstein.

La famille des Ariciens est représentée par l'*Aricia Cuvieri*, A. et E., peu commune, et le *Cirratulus Lamarkii*, A. et E., espèce extrêmement fréquente. Je dois signaler enfin l'*Ophelia bicornis*, Sav., espèce que je n'ai pas trouvée moi-même, mais dont il m'a été apporté un jour quatre échantillons par un pêcheur qui m'a dit les avoir recueillis à la Rocque, sans pouvoir me donner plus de renseignements.

Un spécimen de *Nereilepas lobulatus*, Qf., se trouvait avec ces Ophélies.

Parmi les Annélides sédentaires, il est à peine besoin de mentionner l'*Arenicola piscatorum*, Cuv., abondante dans le sable des grèves avec les Nephtys. Les Térébelles sont représentées par la *Terebella nebulosa*, Mont., qui peut atteindre une assez grande taille et qui se rencontre sous les pierres, surtout dans les endroits où l'eau est un peu courante, et par des *T. conchilega*, Pall., et *prudens*, Cuv., deux espèces qui vivent dans des tubes construits à l'aide de fragments de sable et de coquilles. La

Digitized by Google

T. prudens, dont le tube diffère de celui de la *T. conchilega* parce qu'il n'est formé que de grains de sable, est un peu moins commune que cette dernière. Néanmoins, ces deux espèces sont abondamment répandues partout.

Parmi les Sabelles, je citerai : la *Sabella paronina,* Sav., commune dans les prairies de Zostères ; la *S. verticillata,* Qf., qui se rencontre assez souvent au milieu des touffes de *Cynthia,* et enfin la *S. arenilega,* Qf., répandue partout et dont le tube est recouvert de grains de sable et de fragments de graviers, comme la *Terebella conchilega.*

Je mentionnerai encore : *Vermilia conigera,* Qf., et *tricuspis,* Qf., *Serpula fascicularis,* Lam., et *Spirorbis communis,* Flem., espèces assez abondantes, surtout la dernière.

Je citerai enfin, pour terminer, la *Salmacina Dysteri,* Qf., espèce qui est, comme on sait, de très petite taille, mais les tubes qui protègent les individus se réunissent en masses ramifiées assez volumineuses, donnant ainsi une sorte de polypier, ainsi que cela arrive chez une espèce voisine de la Méditerranée, la *S. ædificatrix.* L'anatomie des *Salmacina* présente des particularités intéressantes, et on a reconnu, il y a déjà longtemps, que les espèces qui appartiennent à ce genre étaient hermaphrodites.

L'échantillon de *Salmacina* que je possède m'a été donné par un pêcheur et venait du large.

J'ai en vain recherché à Jersey d'autres Annélides sédentaires, telles que les Myxicoles et les Chétoptères, qu'on trouve sur plusieurs points de nos côtes et que j'avais espéré y trouver.

Parmi les autres groupes de Vers, je dois citer les Géphyriens, dont deux espèces, les *Phascolosoma margaritanum,* Sars., et *elongatum,* Kef., sont assez communes, surtout dans les endroits vaseux.

Il y aurait lieu de dire aussi quelques mots des Bryozoaires ; mais comme il y a peu de remarques à faire sur l'habitat et les stations des différentes espèces, je me contenterai de donner plus loin la liste des espèces que j'ai rencontrées.

Quant aux Brachiopodes, je rappellerai que M. Duprey a trouvé à la côte une petite espèce d'Argiope, l'*A. capsula,* sous des cailloux enfoncés dans la grève jusqu'à huit et dix pouces de profon-

Digitized by Google

deur, et où ils se trouvaient associés aux *Chiton scabriculus*, *Adcorbis subcarinatus*, etc.

Ascidies [1].

On rencontre, dans presque toute l'étendue du banc de Violet, fixés sous les pierres, de nombreux échantillons de *Ciona intestinalis*, L., espèce abondamment répandue sur toutes nos côtes et qui possède, comme on sait, une aire de répartition assez vaste. Les échantillons de cette Ascidie m'ont paru de taille plus petite que ceux que je connais de Marseille. A côté de la forme type de *C. intestinalis*, j'ai rencontré les deux variétés *canina* et *fascicularis*. On trouve fréquemment associée à ces formes, l'*Ascidia mentula*, Müller, dont les échantillons sont aussi, en général, d'assez petite taille. Les *Ascidiella aspersa*, Müller, et *scabra*, Müller, se rencontrent aussi à la grève, mais plus rarement.

Une espèce extrêmement abondante est la *Cynthia rustica*, Müller, qui recouvre la face inférieure de certains rochers sur lesquels on trouve l'*Halichondria panicea*, éponge excessivement commune. J'ai recueilli aussi, dans les mêmes localités, l'*Ascidia producta*, Hanck. Le genre *Cynthia* est encore représenté à Jersey par les *C. granulata*, Alder, et *sulcatula*, Alder, dont j'ai dragué quelques échantillons dans la baie de Saint-Aubin.

Une autre espèce d'Ascidie simple, que j'ai trouvée en très grande abondance dans certaines stations, est la *Molgule*, célèbre par les beaux travaux de M. de Lacaze-Duthiers, qui l'a appelée *Anurella roscovita*. Cette Molgule a été trouvée par lui sur les côtes de France, à l'île d'Ago, près de Saint-Malo, à Portrieux, et en divers points de la plage de Roscoff. Je l'ai trouvée à Jersey dans les mêmes stations que celles qui sont indiquées par le savant professeur de la Sorbonne, c'est-à-dire sur des plages couvertes de sable fin, qui ne découvrent jamais complètement à mer basse, au château Élisabeth et à la Rocque. L'*Anurella roscovita* est très

1. La plupart de mes échantillons d'Ascidies simples ont été déterminés par mon excellent ami Roule, de Marseille, dont les importants travaux sur les Ascidies sont bien connus des naturalistes.

Digitized by Google

répandue sur ces plages et j'en ai recueilli de nombreux échantillons ; les pêcheurs de Jersey la connaissent fort bien, mais ils ne soupçonnaient point que ces *œufs de sable* fussent des êtres organisés. La Molgule, en effet, a sa tunique toute couverte de grains de sable et de débris de coquilles qui lui donnent un aspect bien reconnaissable pour le zoologiste, mais font que la nature du corps qu'ils recouvrent est facilement méconnue par les personnes qui ne sont pas prévenues.

Les fragments de coquilles qui recouvraient mes échantillons provenant du château Élisabeth ont été déterminés par M. Dupuy et appartiennent aux espèces suivantes: ***Rissoa labiosa, costulata, striata, parva ; Cerithium reticulatum ; Trochus striatus, cinerarius, umbilicatus ; Littorina obtusata, Dentalium tarentinum, Astarte triangularis, Phasianella pulla, Purpura lapillus, Nassa reticulata,*** etc...

J'ai enfin recueilli plusieurs échantillons d'une petite Ascidie qui vit fixée sur les fucus et doit probablement être rapportée au *Ctenicella Lanceplaini,* Lac.-Duth.

Les Ascidies sociales, qui établissent un passage entre les Ascidies composées, sont représentées par de nombreuses *Clavelina lepadiformis,* Wiegm., fixées à la face inférieure des rochers, et des *Perophora Listeri,* Müll., très communs sur les algues ; ces deux formes sont abondantes sur toutes nos côtes.

Les Ascidies composées sont plus répandues et appartiennent à des espèces plus variées que les Ascidies simples : ce sont d'ailleurs des formes assez communes sur tous les points du littoral de la Manche et de l'Atlantique, et en comparant la liste des espèces que j'ai rencontrées à celles que donnent Giard et Grube pour Saint-Malo et pour Roscoff, on pourra voir que la faune de Jersey présente, sous ce rapport, beaucoup d'analogie avec celle de ces deux dernières localités.

Je citerai d'abord les Polyclinés et les Didemnides. Aux premiers appartiennent l'*Aplidium zostericola,* Giard, qui habite, comme son nom l'indique, les Zostères, sur lesquels on le trouve en très grande abondance, puis les Amarouques, dont quelques espèces sont très communes (*A. Nordmanni,* Edw., *proliferum,* Edw., et *albicans,* Edw.). On trouve très fréquemment ces es-

Digitized by Google

pèces associées au *Fragarium elegans,* Giard, fixé à la face inférieure des rochers à côté de l'*A. Nordmanni.* Les cormus volumineux de ces deux espèces ont à peu près la même livrée, mais les premiers, outre des caractères internes, se distinguent par leur coloration plus vive. Enfin, je signalerai une Ascidie pour laquelle M. Giard a créé le genre *Morchellium* (*M. Argus,* Edw.), dont le nom rappelle la forme en massue semblable à une morille, et qu'on rencontre à la face inférieure des rochers.

Les *Didemnum* sont représentés par une espèce très répandue formant de petits cormus de couleur variable, tirant généralement sur le jaune clair ou le gris, qu'on rencontre communément sur les tiges de Sargasses et que je rapporte au *D. sargassicola* de Giard ; les échantillons correspondent sans doute à la forme type et à la variété *griseum.* Le genre voisin *Leptoclinum* est extrêmement répandu : il comprend d'abord le *L. maculosum,* espèce très abondante, formant des cormus violacés très étendus, qui se rencontrent de préférence à la base des tiges de Laminaires ; on lui trouve associé le *L. asperum,* Edw., fixé sur les algues de toute nature ; ses cormus, d'un blanc pur, se reconnaissent facilement et c'est peut-être l'espèce la plus répandue à Jersey. Les *L. durum,* Edw., et *fulgidum,* Edw., préfèrent la face inférieure des rochers que leurs cormus, coriaces et faciles à détacher, recouvrent quelquefois de lames très étendues, dont la consistance est très différente de celle du *L. gelatinosum,* Edw., qui vit dans des stations analogues.

Les Botryllides nous offrent d'abord le genre *Botrylloides,* dont deux espèces, les *B. rotifera,* Edw., et *rubrum,* Edw., sont communes sur les algues. Comme le fait remarquer Giard, le mot *rubrum* ne doit pas être pris au pied de la lettre, en raison des nombreuses variations que cette espèce présente dans sa coloration. Quant au genre *Botryllus,* j'en ai recueilli de nombreux échantillons, soit sur les rochers, soit sur les algues, et surtout dans les endroits où la mer, en se retirant, crée des ruisseaux à courant rapide, comme j'ai eu l'occasion d'en indiquer un derrière Samarès. Outre quelques types qui, par leur coloration, ne se rapportent à aucune espèce décrite par Giard, j'ai rencontré : *Botryllus Schlosseri,* Sav. (de préférence la va-

Digitized by Google

riété *Adonis*, Giard), *pruinosus*, Giard, *smaragdus*, Edw., *violaceus*, Edw. (nombreuses variétés), *aurolineatus*, Giard, *rubigo*, Giard, et *morio*, Giard ; ces deux dernières espèces (le *morio* avec la variété *capucinus*) dans le ruisseau derrière Samarès.

ARTHROPODES.

Crustacés.

La classe des Crustacés est représentée à Jersey par de nombreux individus appartenant à des espèces variées. C'est des Crustacés, qui m'intéressaient à différents points de vue, que je me suis particulièrement occupé pendant mon séjour aux îles Anglo-normandes. Je ne parlerai ici que des Décapodes, des Isopodes et des Amphipodes, auxquels je me suis attaché de préférence. Le nombre des espèces que j'ai rencontrées s'élève à 126 ; il est à remarquer que c'est à peu près le chiffre indiqué par Delage dans la liste qu'il donne des Crustacés de Roscoff, et qui est de 119.

Décapodes.

Le *Stenorhynchus phalangium*, Edw., et le *St. tenuirostris*, Bell, de plus petite taille, se trouvent très communément sous les rochers. Une troisième espèce, beaucoup plus intéressante et qui n'a été trouvée jusqu'ici, à ma connaissance du moins, que dans la Méditerranée (Égypte, Sicile, Algérie), est le *St. ægyptus*, Edw., dont l'existence m'a été indiquée par Sinel. Cette espèce est caractérisée par la forme de son corps qui est plus allongé que chez les autres Sténorhynques, et par la longueur du rostre qui atteint presque l'extrémité du pédoncule des antennes externes [1] ; elle ne se trouve qu'autour d'un petit rocher, situé près de l'entrée du port de Saint-Hélier, du côté de la jetée Albert,

1. Le rostre est beaucoup plus court chez le *St. phalangium* et plus long chez le *St. tenuirostris*.

Digitized by Google

rocher qui ne découvre qu'aux grandes marées. Le *St. ægyptus* n'y est pas d'ailleurs très abondant.

Un type voisin de Sténorhynques, l'*Acheus Cranchii*, Leach, qui se rencontre fréquemment au Hâvre-des-Pas, à la Crabière, est considéré avec raison comme un crustacé fort rare. A l'époque où Bell écrivait son livre, il n'en existait en Angleterre que deux échantillons : l'un, au British Museum, dragué par Cranch dans la baie de Falmouth ; le deuxième à Dublin. Milne Edwards le signale à l'embouchure de la Rance ; on le trouve aussi dans la Méditerranée.

La figure que donne Bell se rapporte à un individu femelle. Le mâle est un peu plus petit et plus étroit que la femelle ; vu d'en haut, son corps a une forme triangulaire, tandis qu'il est arrondi chez la femelle. Les pattes sont aussi plus grandes ; les pattes de la première paire sont plus fortes et plus trapues, et les bords des pinces qui les terminent sont garnis de dents assez développées chez le mâle, tandis qu'elles ne présentent chez la femelle que de fines denticulations. Enfin, les tubérosités de la carapace sont plus développées chez les mâles.

Les trois espèces d'*Inachus* décrites par Bell se trouvent à Jersey ; l'*I. dorsettensis*, Leach, et l'*I. dorynchus*, Leach, se rencontrent en divers points de la côte méridionale, mais jamais en grande abondance ; le premier est un peu plus commun que le second. Quant à l'*I. leptochirus*, Leach, je ne l'ai jamais rencontré, mais il a été dragué plusieurs fois dans la baie de Saint-Aubin. Bell le donne comme une espèce très rare, qui n'a été capturée qu'en quatre ou cinq points de la côte occidentale d'Angleterre. L'*I. dorynchus* a la carapace presque toujours couverte par des algues et par une éponge orangée qui en tapissent la face dorsale et s'étendent jusque sur les pattes ; cette éponge est sans doute un *Desidea*.

Le genre *Pisa* comprend des *Pisa tetraodon*, Leach, communs partout, plus répandus que les *P. Gibsii*, Leach, dont la carapace porte aussi de fines villosités, auxquelles s'attachent des algues, des bryozoaires et des éponges. Le genre *Hyas*, voisin du précédent, est beaucoup moins fréquent et ne se trouve que dans les produits des dragages ; on le trouve par une profon-

Digitized by Google

deur de dix à vingt mètres devant Gorey ; l'*H. coarctatus,* Leach, est moins rare que l'*H. araneus,* Leach. Il en est de même de l'*Euronyme aspera,* Leach, élégant petit Crustacé, qui n'abandonne jamais une certaine profondeur. Bell le considère encore comme très rare, et il n'en connaît que quelques stations sur les côtes occidentales d'Angleterre. Sans être commun, il se laisse assez souvent capturer à Jersey, à la drague bien entendu, dans la baie de Saint-Aubin.

Les *Xantho*, qui sont généralement assez communs sur les côtes de France et d'Angleterre, ne sont pas très fréquents à Jersey. Le *X. florida,* Leach, se trouve quelquefois à la grève d'Azette et à la Rocque, mais le *X. rivulosa,* Edw., qui lui est parfois associé, est beaucoup plus rare. Le *X. florida* paraît plus fréquent à Guernesey.

Je ne fais que citer les espèces suivantes, répandues à profusion partout : *Pilumnus hirtellus,* Leach ; *Cancer pagurus,* Bell ; *Portunus puber,* Leach, *pusillus,* Leach, *armatus,* Leach ; *Carcinus mœnas,* Leach ; *Pinnotheres pisum,* Latr., moins répandu qu'ailleurs, car les moules, dans l'intérieur desquelles il vit, sont rares à Jersey. D'autres espèces de *Portunus* sont moins fréquentes, telles que : *P. corrugatus,* Leach, et *depurator,* Leach, qu'on trouve quelquefois associés aux précédents derrière la Mothe et à la Rocque ; une autre espèce, remarquable par sa coloration, le *P. marmoreus*[1], Leach, a été trouvée deux ou trois fois par M. Sinel ; je ne l'ai jamais rencontrée.

Les *Portunus holsatus,* Fabr., et *Portumnus variegatus,* Leach, ne se trouvent qu'à la drague ; le premier est assez commun et je l'ai trouvé dans la baie de Saint-Aubin, mais le deuxième est rare et je ne l'ai pas capturé. Il est aussi très rare sur les côtes d'Angleterre.

Je citerai encore le *Pirimela denticulata,* Leach, joli petit Crustacé, dont j'ai recueilli quelques échantillons à mer basse,

1. Il est à remarquer que les marbrures caractéristiques auxquelles cette espèce doit son nom ne se montrent pas chez les jeunes individus, lesquels ressemblent aux *P. holsatus* ou *depurator.* Le *P. marmoreus* ressemble d'ailleurs beaucoup au premier et les faibles différences qui l'en séparent justifient à peine la création d'une espèce distincte.

Digitized by Google

au fort Élisabeth, et à la drague dans la baie de Saint-Aubin ; les *Ebalia Bryerii,* Leach, et *Pennantii,* Leach, qui ne se rencontrent qu'à la drague dans la même baie ; le *Dromia vulgaris,* Edw., espèce qui ne vit pas à la côte, mais que les pêcheurs ramènent souvent dans les paniers (trappes) qu'ils emploient dans la pêche du Homard et de la Langouste, et dans lesquels on peut aussi recueillir des *Inachus,* des *Stenorhynchus,* quelques *Portunus corrugatus,* etc. Certains échantillons de *Dromia* atteignent une taille très remarquable. M. Sinel en possède qui ont presque le volume de deux poings.

Je signalerai, pour terminer cette énumération des Macroures, les *Porcellana platycheles,* Lam., et *longirostris,* Edw., répandus partout ; le *Corystes cassivelaunus,* Penn., qui vit enfoncé dans le sable un peu vaseux et qu'on trouve abondamment au château Élisabeth où il se creuse des galeries à côté des *Solen,* et que les pêcheurs trouvent souvent en cherchant ces mollusques ; enfin le *Thia polita,* Leach, qui s'enfonce également dans le sable, et qui est assez commun à la Rocque. Cette espèce était considérée comme très rare en Angleterre par Bell ; Grube l'a en vain cherchée à Saint-Malo, mais Delage l'a trouvée à Roscoff.

Parmi les Brachyures, j'indiquerai d'abord, pour continuer l'énumération des espèces qui se creusent des galeries dans le sable, les *Gebia deltura,* Leach, *Callianassa subterranea,* Leach, et *Axius stirhynchus,* Leach. Je les ai trouvés tous trois à la Rocque, dans le sable vaseux, où ils s'enfoncent à plusieurs décimètres de profondeur en se creusant des galeries quelquefois très étendues. Le *Gebia* est moins commun que les deux autres. L'*Axius* se rencontre aussi à la grève d'Azette ; parfois, il abandonne sa galerie et on le trouve sous les pierres. Ces Crustacés ont tous les pattes de la première paire, qui leur servent à fouir la terre, très développées. Le type des Crustacés fouisseurs est évidemment le *Callianassa,* chez lequel l'une de ces pattes est constamment de très grande taille, tandis que l'autre est rudimentaire ; de plus, ses téguments sont d'une très grande mollesse, car ils ne sont que fort peu incrustés de calcaire.

Je ne citerai que pour mémoire le *Pagurus Bernardus,* Fabr., espèce banale, toujours cachée dans une coquille couverte d'*Hy-*

Digitized by Google

dractinia echinata sur laquelle sont souvent fixées des *Sagartia parasitica*. D'autres espèces du même genre, *P. cuanensis*, Thomps., et *P. Hyndmanni*, Thomps., ainsi que l'*Eupagurus Prideauxii*, Leach, se prennent fréquemment dans la baie de Saint-Aubin, mais toujours à la drague.

Les *Palinurus* et surtout les *Homarus* sont abondants, mais la pêche n'en est pas très active. Le genre *Galathæa* comprend les *G. squamosa*, Leach, espèce très commune, et *G. strigosa*, Fabr., qui atteint une très grande taille et dont j'ai recueilli plusieurs beaux échantillons à la Rocque. J'ai trouvé une troisième espèce de taille beaucoup plus réduite en draguant dans la baie de Saint-Aubin ; cette espèce n'est peut-être autre que la *G. nexa*, décrite par Bell d'après Embleton et Thompson, mais elle présente des caractères particuliers qui la distinguent nettement de cette dernière espèce et que j'ai facilement reconnus en comparant mes échantillons à une *G. nexa* qui m'a été obligeamment envoyée par M. le Prof. Marion. La taille, d'abord, est très petite dans mes échantillons qui n'ont pas plus d'un centimètre et demi de longueur, l'abdomen étalé ; M. Sinel m'a affirmé n'en avoir jamais trouvé de plus grandes. Si la forme et les dimensions relatives des articles qui constituent les pédipalpes de mes échantillons les rapprochent de la *G. nexa*, ils s'en éloignent en revanche par des caractères importants qui portent sur la forme des antennes et des pattes ravisseuses. Le flagellum des grandes antennes est en effet très développé dans les types de Jersey et elles dépassent la longueur du corps ; de plus, les pinces que portent les pattes ravisseuses ne sont pas plus larges que les autres articles de ces pattes et les doigts qui les terminent sont relativement beaucoup plus longs que dans la *G. nexa* ; enfin les pinces ne portent pas les poils serrés caractéristiques de cette dernière espèce. Ce n'est donc qu'avec certains doutes que je rapporte ces échantillons à la *Galathæa nexa*.

Le *Scyllarus arctus*, Rœm., commun à Guernesey, n'existe pas à Jersey.

Le groupe des Salicoques est largement représenté par des *Palæmon squilla*, Fabr., et *serratus*, Fabr., des *Crangon vulgaris*, Fabr., et *fasciatus*, Risso, répandus dans les flaques d'eau ;

Digitized by Google

le dernier est moins commun. Les *Nika edulis,* Risso, sont plus rares et ne se prennent guère que la nuit ; le *Pandalus annulicornis,* Leach, n'abandonne pas la profondeur et peut être recueilli à la drague. L'*Athanas nitescens,* Leach, est commun sous les rochers tout le long de la côte de l'île ; l'*Hippolyte varians,* Leach, abonde dans toutes les prairies de Zostères et il est aussi pélagique. L'*Hippolyte Cranchii,* Leach, est moins répandu ; j'en ai recueilli quelques échantillons en draguant dans la baie de Saint-Aubin. J'ai trouvé avec lui une troisième espèce, qui n'est pas décrite par Bell et qui est voisine de l'*H. spinus.* Ces échantillons se rapprochent de l'*H. spinus* par la forme des anneaux de l'abdomen qui est fortement bombé et dont le troisième anneau porte une dent dirigée en arrière ; mais elle en diffère par son rostre qui naît du front et ne porte sur son bord supérieur, près de son point d'insertion, que trois petites dents.

Je dois enfin citer, pour terminer l'histoire des Brachyures, un Crustacé qui vient d'être rencontré par M. Sinel, le *Lysmata seticaudata,* Risso, espèce considérée comme propre à la Méditerranée. M. Sinel en a rencontré cet hiver un échantillon dans ces trappes dont je parlais plus haut et qu'emploient les pêcheurs de Jersey pour capturer les homards.

Le groupe des Schizopodes est représenté par de nombreux *Mysis chamæleon,* Thomps., espèce extrêmement abondante dans les herbiers et des *M. vulgaris,* Thomps. Cette dernière espèce est assez rare et accompagne quelquefois la première dans les Zostères ; mais j'en ai surtout recueilli plusieurs échantillons dans les produits d'une pêche pélagique, que je fis un soir entre le port de Saint-Hélier et le château Élisabeth. Les *Temisto brevispinosus,* Goods., sont quelquefois associés dans les herbiers aux *Mysis,* mais ne sont pas très communs. M. Sinel a aussi recueilli, avec les espèces précédentes, quelques rares échantillons de *Cynthia Flemmingii,* Goods., et de *Thysanopoda Couchii,* Bell, espèces que, pour ma part, je n'ai jamais rencontrées.

Quant aux Stomatopodes, ils ne sont représentés que par des *Squilla Desmarestii,* Risso, que les pêcheurs ramènent quelquefois du large.

Digitized by Google

Isopodes.

Les TANAÏDIENS, qui ont évidemment plus d'affinités avec les Isopodes qu'avec les Amphipodes, parmi lesquels on les range quelquefois, paraissent assez mal représentés à Jersey. J'ai toutefois rencontré assez fréquemment les : *Tanais vittatus,* Lilljb., *Leptochelia Edwardsii,* Kröyer, et *Paratanais forcipatus,* Lilljb., qui vivent au milieu des *Pachymatisma* et des *Cynthia* qui tapissent la surface des rochers, parmi lesquels se rencontre également l'*Anceus maxillaris,* Mont., dont la femelle, considérée pendant longtemps comme formant un genre à part, était jadis appelée *Praniza cærulea,* Mont.

Quelques autres espèces sont associées aux précédentes, mais sont beaucoup moins fréquentes ; telles sont les *Paranthura Costana,* Sp. Bate (que j'ai trouvé plus abondant à Guernesey dans des stations analogues) et *Apseudes talpa,* Leach.

Quant aux vrais Isopodes, ils sont plus répandus et j'étudierai d'abord les types errants.

Au groupe des *Idothés* appartiennent : l'*Idothea tricuspidata,* Desm., très commune au milieu des Algues et quelquefois pélagique ; l'*I. linearis,* Lin., assez répandue, ordinairement associée à la précédente, mais en certains points beaucoup plus fréquente qu'elle, à Saint-Aubin, par exemple, aux environs du château ; l'*I. acuminata,* Leach, dont j'ai trouvé un échantillon à Saint-Aubin ; l'*I. appendiculata,* Risso, peu répandue, que j'ai rencontrée à la Mothe, et enfin l'*I. emarginata,* Fab., qui est toujours pélagique et vit au milieu de goëmons flottants.

Je ferai remarquer, chose que j'ai déjà observée sur des spécimens provenant de Marseille, que dans les *I. emarginata* que je possède, le dernier anneau est beaucoup moins échancré que dans la figure de Sp. Bate et Westwood ; quelquefois même le bord postérieur est tout à fait droit, et sa forme est à peu près la même que dans l'*I. peloponesiaca,* Roux. Dans cette même figure de Sp. Bate, le deuxième anneau porte des granulations que je ne retrouve pas sur mes échantillons. J'ai recueilli à la pêche pélagique plusieurs Idothés que je ne puis rapprocher que de l'*I.*

Digitized by Google

tricuspidata, mais qui, par la forme de leur corps à bords parallèles, à anneaux très écartés les uns des autres et à pièces épimériennes assez petites, rappellent l'*I. pelagica*, dont elles s'éloignent d'ailleurs par la longueur des antennes, lesquelles sont même plus longues que dans les échantillons types d'*I. tricuspidata*. Du reste, les caractères différentiels des *I. pelagica* et *tricuspidata* sont d'assez faible valeur, et il serait peut-être préférable de réunir ces deux espèces en une seule, comme le fait Miers dans sa *Revision of Idotheidæ*. J'ajouterai aussi que la plupart de mes échantillons d'*I. tricuspidata* n'ont pas les antennes aussi longues qu'on l'indique généralement, car elles n'atteignent guère que le quart de la longueur totale de l'animal [1].

Parmi les *Oniscides*, le type le plus commun est la *Ligia oceanica*, Fabr., qui vit sur les rochers de la côte. Presque tous les individus que j'ai recueillis étaient de très petite taille, car ils atteignaient rarement un centimètre et demi de longueur et offraient une couleur grise. J'ai trouvé aussi des individus de grande taille, d'une couleur brune foncée, analogues à ceux qu'on rencontre partout, mais je n'ai pas trouvé de formes intermédiaires entre ceux-ci et les premiers qui sont beaucoup plus nombreux et ne diffèrent d'ailleurs que par leur taille plus petite. Il n'y a pas lieu évidemment de voir dans cette forme une variété distincte.

A ce même groupe appartient la *Janira maculosa*, Leach, commune sous les pierres. J'ai rencontré aussi des *Janira* vivant au milieu des Éponges et sous les touffes de *Cynthia rustica*, de dimensions plus réduites et dont les antennes inférieures sont relativement beaucoup plus courtes que chez les *J. maculosa* types. Delage a indiqué également une *Janira* à antennes inférieures

1. L'*I. tricuspidata* est intéressante par les changements de coloration qu'elle présente et qui sont bien connus des naturalistes. Sans parler des différences dans la disposition des couleurs brune, noire, grise et blanche des téguments, qui modifient la livrée des échantillons pris dans une même station — différences qui s'observent aussi chez l'*I. linearis* —, on sait que cette espèce prend une coloration générale en harmonie avec le fond qu'elle habite et qu'elle est susceptible de devenir brune, grise ou tout à fait verte, suivant qu'elle se trouve au milieu des Algues ou dans les Zostères. P. Mayer et Matzdorff ont publié sur ce sujet des notices intéressantes.

Digitized by Google

très courtes, provenant de Roscoff. Je ne crois pas qu'on doive attribuer quelque importance à ce caractère, car, parmi ces *Janira* de petite taille, je trouve des échantillons dont les antennes atteignent à peine la moitié de la longueur totale, tandis que d'autres les ont presque aussi longues que le corps.

On range aussi parmi les Oniscides le *Limnoria lignorum*, Ratke, petit Isopode à mœurs intéressantes et qu'on trouve dans les morceaux de bois flottants, où il se creuse des galeries ; j'en ai recueilli à Jersey plusieurs échantillons associés à un Amphipode aussi xylophage, le *Chelura terebrans*[1], Philip., et à quelques *Tanais vittatus* qui se trouvent par hasard dans ces bois.

Ces Crustacés, creusant leurs galeries dans des bois submergés, ont quelquefois occasionné des dégâts très sérieux en perforant, dans tous les sens, des poutres qui supportent certains ouvrages dans les ports et qui sont ainsi rapidement mises hors d'usage. Les ravages causés par eux ont été surtout signalés en Angleterre, où les habitudes du *gribble* sont bien connues, mais je ne sache pas qu'en France, où cependant ils ont été rencontrés, ils aient jamais occasionné des dégâts. Le *Chelura terebrans* paraît encore plus destructeur que le *Limnoria*, mais, d'après Sp. Bate, il se reproduit plus lentement.

M. Milne Edwards donne d'intéressants détails sur les habitudes du *Limnoria* : « Au phare de Bell-Roch, la charpente provisoire fut, dans l'espace d'une seule saison, criblée de trous produits par les Limnories, et de grosses poutres de dix pouces d'équarrissage, employées dans la même localité pour soutenir un chemin de fer provisoire, furent, dans l'espace de trois ans, réduites à sept pouces par les ravages de ces mêmes animaux.... Les trous que perce le *Limnoria* ont ordinairement un vingtième à un quinzième de pouce anglais en diamètre et près de deux pouces de profon-

1. Le *Limnoria lignorum* est connu depuis longtemps et a déjà été figuré par Ratke. Le *Chelura terebrans* a été découvert plus tard et fut décrit et figuré par Philippi Allmann, Sp. Bate. En 1868, M. Hesse, croyant le découvrir, le décrivit de nouveau et, le considérant comme une deuxième espèce de *Limnoria*, l'appela *L. terebrans* ! On s'explique difficilement une semblable erreur de la part de M. Hesse qui passe à juste titre pour un des naturalistes qui connaissent le mieux les Crustacés inférieurs, car le *Chelura* diffère beaucoup des *Limnoria* ; d'ailleurs, l'un est un Isopode et l'autre un Amphipode.

Digitized by Google

deur ; ces galeries sont cylindriques, parfaitement lisses en dedans et en général tortueuses... Les bois les plus durs ne sont pas à l'abri de ses attaques, mais cependant il détruit de préférence les couches les plus tendres. » Sp. Bate et Westwood disent aussi que le *gribble* attaque les parties les plus tendres du bois et ne creuse pas de galeries dans les nœuds ; qu'il évite aussi les parties imprégnées de fer et s'écarte toujours de plusieurs pouces du point où sont enfoncés les clous ou les boulons. Enfin, Semper nous apprend que le *Limnoria* peut attaquer des corps plus durs que le bois et serait capable de creuser des galeries jusque dans des pierres ; il donne une figure d'un morceau de calcaire provenant des côtes d'Irlande et perforé de nombreuses galeries où se trouvaient des *Limnoria*.

Le *Limnoria lignorum* et le *Chelura terebrans* paraissent avoir une aire de répartition assez étendue. Ils ont été observés, comme on l'a vu, dans un grand nombre de points en Angleterre. Je les ai trouvés à Marseille, où M. Marion, qui les a aussi recueillis à Alger, les avait déjà rencontrés. Ils ont aussi été vus à Trieste et récemment, Sydney Smith les a signalés sur les côtes des États-Unis.

La famille des *Sphéromiens* est représentée à Jersey par des *Spheroma serratum*, Fab., qui vivent sous les pierres, et des *S. prideauxianum*, Leach, plus communs et qu'on trouve fréquemment au milieu des Algues, des Éponges... ; par des *Cymodoce pilosa*, Leach, toujours peu fréquents et associés aux Sphéromes ; des *Dynamene viridis*, Leach, et *Montagui*, Leach, et des *Nesea bidentata*, Leach [1], répandus un peu partout, très fréquents dans les

1. On peut remarquer que je conserve chez les Sphéromiens les anciens noms de genre et que je n'admets pas la réforme proposée par M. Hesse dans son *Mémoire sur la famille des Sphéromiens*. Ce savant a considéré les *Spheroma* et les *Cymodoce* d'une part, et les *Nesea* et les *Dynamene* d'une autre, comme devant former seulement deux genres renfermant des mâles et des femelles dimorphes. Pour lui, le genre *Cymodoce* devrait comprendre à la fois les *Cymodoce*, qui seraient les mâles, et les *Spheroma*, qui seraient les femelles, de même que dans le genre *Nesea* rentreraient à la fois les *Nesea* (mâles) et les *Dynamene* (femelles). M. Hesse fonde sa manière de voir sur les considérations suivantes : que les *Spheroma* sont toujours associés aux *Cymodoce* et les *Dynamene* aux *Nesea* ; qu'il n'a jamais vu de *Cymodoce* ou de *Nesea* portant des œufs, tandis que les *Dynamene* et les *Spheroma* en ont fréquemment, et qu'enfin les *Spheroma* sont toujours beaucoup plus

Digitized by Google

coques de Balanes vides. Les espèces de ces deux derniers genres paraissent s'adapter avec facilité à des milieux différents ; ils se trouvent soit dans des graviers toujours humides, soit sur des rochers qui découvrent à toutes les marées, et enfin j'en ai recueilli des échantillons dans des pêches pélagiques à l'entrée du port.

Enfin, pour terminer cette énumération des Isopodes errants, il me reste à signaler les *Cirolana Cranchii,* Leach., et *Conilera cylindracea,* Mont., deux espèces qui ne se trouvent pas à la côte, mais que les pêcheurs ramènent quelquefois du large attachées à leurs engins.

Mes échantillons de *Conilera* ne sont pas tout à fait conformes à la description de Sp. Bate et Westwood et me paraissent identiques à ceux qui ont été signalés par Delage, à Roscoff, lesquels diffèrent des spécimens anglais « par les antennes, par les appendices natatoires du sixième anneau abdominal et par des ponctuations rouges dont les auteurs anglais spécifient l'absence ». J'ai comparé mes échantillons à des *C. cylindracea* provenant de la baie de Naples et dont les caractères s'accordent absolument avec la description de Bate et Westwood, et voici ce que j'ai remarqué. Les différences offertes par les appendices du sixième anneau abdominal, quoique sensibles, sont trop peu accentuées pour pouvoir être décrites, mais demanderaient à être indiquées par un dessin. (Je ferai remarquer à cet égard que la figure du *C. cylin-*

fréquents que les *Cymodoce*. Tous ces faits ne constituent que des présomptions en faveur de la thèse de M. Hesse, mais pas des arguments irréfutables. Il ajoute que, pour être certain de ce qu'il avance, il aurait voulu élever de jeunes Sphéromes jusqu'à l'âge adulte pour voir s'ils deviendraient indifféremment *Spheroma* ou *Cymodoce :* expérience qui n'a pu être poussée assez loin. Il y avait un moyen plus simple et plus sûr de s'assurer si les *Spheroma* étaient femelles des *Cymodoce*, c'était d'en disséquer quelques-uns et de se convaincre, par l'étude des organes génitaux que les *Spheroma* étaient toujours femelles, recherche que M. Hesse a négligé de faire. Or, il est très facile de reconnaître que, parmi les individus de *Sph. serratum,* on trouve à la fois des femelles et des mâles dont les tubes testiculaires renferment des spermatozoïdes. Cette remarque coupe court à toute discussion. Quant aux *Nesea* et aux *Dynamene,* il ne m'a pas été possible de tenter sur eux les mêmes recherches : quand j'ai voulu le faire, je n'avais que des échantillons conservés dans l'alcool dont je ne pouvais songer à étudier les organes internes. Je ne puis donc ni confirmer, ni infirmer les théories de M. Hesse sur la parenté de ces deux genres, mais ce que je peux affirmer, c'est que le *Spheroma* et le *Cymodoce* constituent bien deux genres distincts, comme on l'a admis de tout temps.

Digitized by Google

dracea dans l'ouvrage anglais est tout à fait insuffisante, en particulier pour la représentation de ce sixième anneau et de ses appendices.) Cependant, il est un caractère qui me paraît assez constant : c'est que le dernier anneau est plus long et moins aigu dans les échantillons de Jersey que dans ceux de Naples ; de même, l'article basilaire des uropodes de cet anneau est un peu plus fort et les deux lames qu'il porte, un peu plus longues dans les spécimens de Jersey. La deuxième différence est offerte par les antennes : le quatrième article des antennes inférieures porte quelques poils groupés en un faisceau s'insérant près du bord articulaire, et qui sont très longs et raides dans les échantillons de Jersey, plus courts dans les autres. Enfin, les téguments présentent de nombreuses petites taches rouges. Ces différences sont constantes et font que les échantillons de Jersey ne se laissent pas confondre avec leurs congénères de Naples ; cependant, elles ne sont pas assez importantes pour nécessiter la création d'une deuxième espèce, tout au plus pourrait-on faire une variété, *C. cylindracea*, var. *punctata*.

Parmi les *Isopodes parasites*, je ne puis citer que le *Bopyrus squillarum*, Latr., parasite des crevettes. Il est certain que si l'on s'adonnait à la recherche de ces Isopodes, on trouverait les *Phryxus Galathææ*, Sp. Bate (parasite du *Galathæa squamosa*), et *paguri*, Sp. Bate (*Pagurus bernhardus*), *Gyge Galathææ*, Sp. Bate (*Galathæa*), *Ione thoracica*, Mont. (*Calianassa*), recherches que je n'ai pas eu l'occasion de faire.

Il est assez curieux que les *Cymothoadiens* ne se rencontrent pas en Angleterre, où l'on ne trouve même pas l'Anilocre, si commun sur les côtes de France, et Bate et Westwood dans leur ouvrage n'ont pas lieu d'en parler. Depuis la publication de leur livre, on a signalé l'Anilocre à Guernesey, et j'en ai trouvé fréquemment à Jersey des échantillons fixés sur diverses espèces de Labres (*Anilocra mediterranea*, Leach).

Amphipodes.

A Jersey comme partout ailleurs, les Crustacés appartenant à ce groupe sont beaucoup plus nombreux que les Isopodes.

Digitized by Google

Le groupe des Orchestiides m'a offert le *Talitrus locusta*, Latr., commun sur toutes les grèves de sable ; les *Orchestia mediterranea*, Costa, qui vit sous les pierres, et *O. littorea*, Leach, fréquente au milieu des algues. Tous ces Amphipodes sauteurs sont communs. Un type voisin, le *Nicea Lubbockiana*, Sp. B., se rencontre assez fréquemment sous les *Cynthia*.

La nombreuse famille des Gammarides comprend d'abord des *Montagua*, dont deux espèces vivent à Jersey, les *M. monoculodes*, Sp. B., et *M. marina*, Sp. B., ce dernier assez rare ; ils vivent en général sous les touffes de *Cynthia rustica* et d'éponges qui tapissent les rochers. On trouve beaucoup plus fréquemment dans les mêmes stations l'*Anonyx Edwardsii*, Kröyer : je range sous le même nom des individus présentant d'assez grandes différences dans la forme et la longueur des antennes, différences portant surtout sur les antennes supérieures qui sont tantôt plus courtes, tantôt aussi longues que les antennes inférieures ; le flagellum présente aussi des variations analogues.

A la famille des Atyliens appartiennent le *Dexamine spinosa*, Leach, espèce commune sous les pierres, dans les herbiers ; je remarque que, chez les petits individus, la dent caractéristique offerte par le premier article des antennes, n'existe généralement pas ; les *Atylus Swammerdamii*, Sp. B., et *bispinosus*, Sp. B., les *Pherusa bicuspis*, Edw., et *fucicola*, Leach, et l'*Iphimedia obesa*, Ratke, sont des espèces assez communes dans les herbiers, sauf les *A. bispinosus* et *Ph. bicuspis* qui sont plus rares.

La famille des Leucothoïnes est assez bien représentée par le *Leucothoe articulosa*, Leach, associé, dans les herbiers, aux espèces précédentes. L'*Aora gracilis*, Sp. B., trouve ainsi sa place ici. Je n'en possède qu'un seul échantillon provenant de Jersey, que j'ai trouvé au milieu des *Cynthia*. J'ai retrouvé, dans les grottes du Gouliot à Sark, plusieurs échantillons de ce rare Amphipode, bien reconnaissable à la forme toute particulière qu'affectent les derniers articles des pattes de la première paire.

Les Gammarines sont extrêmement répandues. Je signalerai d'abord un *Gammarella* qui me paraît nouveau et dont j'ai trouvé quelques échantillons dans les prairies de Zostères. C'est

Digitized by Google

une espèce évidemment voisine du *G. brevicaudata*, mais qui en diffère absolument par la longueur de ses antennes ; les autres caractères sont conformes à ceux de cette dernière espèce. On pourrait désigner sous le nom de *G. longicornis*, les individus que j'ai rencontrés, pour rappeler le caractère que je signale [1].

Viennent ensuite les *Mœra grossimana*, Leach, et *Melita palmata*, Leach, deux espèces assez communes dans les herbiers. Les échantillons diffèrent, par certains détails, pour la longueur des antennes, par exemple, des figures de Sp. Bate et Westwood, mais il n'y a pas lieu d'attacher grande importance à ces variations. Les *Erysthræus edriophtalmus*, Sp. B., les *Gammarus locusta*, Fabr., et *marinus*, Leach, se rencontrent très fréquemment dans les herbiers.

Je signalerai aussi le *Microdeutopus grillotalpa*, Costa, dont j'ai trouvé quelques échantillons sous des Éponges.

Le groupe des Podocérines comprend de nombreux *Amphitoe littorina*, Sp. Bate, et quelques *A. gammaroides*, Sp. B., qu'on trouve associés aux *Gammarus*, *Atylus*, etc., et des *Podocerus*, dont deux espèces, les *P. capillatus*, Ratke, et *falcatus*, Sp. B., se trouvent communément sous les *Cynthia*.

Je rappellerai, pour terminer cette liste des Amphipodes de Jersey, le *Chelura terebrans*, dont j'ai déjà parlé à propos du *Limnoria*.

Je n'ai pas rencontré d'Hypérines pendant mon séjour à Jersey ; on sait que ces Amphipodes aberrants se trouvent dans les Méduses, et je n'ai jamais eu occasion d'examiner de près aucun de ces Cœlentérés.

Les LÉMOPODIPODES sont représentés par des *Protella plasma*,

1. La forme de ce *Gammarella* est la même que celle du *G. brevicaudata*. Les antennes supérieures ont les trois articles du pédoncule aussi longs que dans cette espèce, mais le flagellum est deux et même trois fois aussi long que le pédoncule. Les antennes inférieures ont un pédoncule à quatre articles dont le premier offre à son bord interne une assez forte dent; leur flagellum est un peu plus long que le pédoncule.

Delage, dans son énumération des Crustacés de Roscoff, signale aussi un *Gammarella* différant du *G. brevicaudata* par le flagellum des petites antennes, aussi grand, dit-il, que le pédoncule. Comme il ne parle pas des antennes supérieures, je ne sais si nos espèces sont les mêmes.

Digitized by Google

Sp. B., et *Caprella linearis*, Edw., deux espèces très communes dans les herbiers.

Je signalerai enfin, pour terminer l'énumération des Crustacés supérieurs, les seuls dont je me suis occupé, la *Nebalia Geoffroyi*, Edw., commune sous les pierres recouvrant la vase riche en détritus organiques.

Insectes.

Le nombre des Insectes marins connus aujourd'hui est très restreint. L'on ne connaît guère que deux espèces du genre *Æpus*, les *Æpus Robinii* et *fulvescens*, qui vivent sur nos côtes et méritent véritablement le nom d'Insectes marins. A ces deux Coléoptères, il faut ajouter un Hémiptère, l'*Æpophilus Bonnairei*, Signoret, qui fut découvert, en 1879 seulement, à l'île de Ré ; c'est une espèce extrêmement rare, qui ne paraît pas avoir été retrouvée depuis cette époque ; cependant il en existe un échantillon au musée de Londres, avec la désignation d'origine : Cornouailles. J'ai été assez heureux pour retrouver l'*Æpophilus* à Jersey, et j'en ai recueilli plusieurs échantillons, qui m'ont permis d'étudier de près cet intéressant animal et de rectifier l'interprétation inexacte qu'avait faite Signoret des organes génitaux externes. J'ai publié sur ce sujet une note dans les Comptes rendus que je résumerai brièvement ici [1].

L'*Æpophilus* a une longueur de 3 millimètres ; sa largeur est de $1^{mm},5$; la couleur est d'un brun jaunâtre, roux ; le corps, et surtout l'abdomen, est recouvert de petits poils très fins et soyeux. Signoret est assez embarrassé pour classer cet Hémiptère : « La place qu'il doit occuper, dit-il, est assez problématique ; l'habitat de la seule espèce du genre nous porte à le placer parmi les Véliides ; comme aspect, l'espèce se rapproche du *Ceratombus* (*C. muscosum*). »

Signoret figure les organes génitaux extérieurs du mâle et de la femelle : d'après lui, ces organes sont situés au-dessus de l'abdomen chez la femelle, et en dessous chez le mâle ; or, il m'a

1. Voir *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. C, p. 126-128.

Digitized by Google

été facile de me convaincre que Signoret avait pris le mâle pour la femelle, et réciproquement ; j'ai pu, en effet, reconnaître aisément l'existence d'œufs dans les individus qu'il considère comme mâles. D'ailleurs, la simple inspection des armures génitales permet déjà de reconnaître le sexe, car elles répondent bien à la description classique des organes copulateurs des Hémiptères, et je ne conçois guère comment un spécialiste a pu se méprendre à cet égard.

Cet *Æpophilus Bonnairei* vit dans les mêmes conditions que les Coléoptères marins du genre *Æpus*, c'est-à-dire sous des pierres fortement adhérentes au sol et situées assez profondément au milieu des graviers ; il paraît s'y tenir immobile pour courir avec rapidité dès qu'on soulève le bloc qui le recouvre. Je l'ai trouvé dans la baie de Saint-Clément, derrière le rocher de la Mothe, dans des points qui découvrent à toutes les marées ; il est associé aux *Nesea bidentata, Gammarus marinus, Phascolosoma elongatum, Terebella conchilega, Cirratulus Lamarkii, Nereis cultrifera*, etc. On voit, par l'énumération de ces types, qui se trouvent avec lui dans les graviers, que l'*Æpophilus* est absolument marin.

Quant à l'*Æpus*, je ne l'ai pas rencontré à Jersey, circonstance assez remarquable, puisque ce Coléoptère est commun sur presque toutes les côtes.

L'*Æpophilus* ne paraît pas se rencontrer à toutes les saisons. Voulant continuer mes recherches sur son organisation interne, j'avais prié M. Sinel de m'en envoyer quelques-uns pendant l'hiver, et il m'a répondu qu'il lui avait été impossible d'en trouver un seul dans ces mêmes endroits où nous l'avions trouvé assez abondant l'été précédent.

L'on doit se demander comment ces insectes, dont la respiration est trachéenne et qui sont organisés pour vivre dans l'air, peuvent ainsi rester submergés pendant le moment de la haute mer. Pour les *Æpus*, la réponse est facile et sous ce rapport, ils sont tout à fait comparables aux insectes qui vivent dans l'eau douce, comme les Dytiques et autres, c'est-à-dire qu'ils emprisonnent, entre les poils qui recouvrent leur corps et sous leurs élytres, une certaine quantité d'air, qu'ils respirent lorsqu'ils

Digitized by Google

sont submergés. Lorsqu'on les maintient trop longtemps sous l'eau, ils restent immobiles et finissent par tomber dans un état de mort apparente. Le Dr Cocquerel avait conservé ainsi dix-huit heures sous l'eau des *Æpus* et les croyait morts au bout de ce temps, quand, les ayant placés de nouveau à l'air, il les vit se remettre à courir.

Il n'en est plus de même chez les *Æpophilus* qui ne peuvent pas conserver d'air au milieu de leurs poils, trop rares et trop fins, et je n'ai jamais remarqué, non plus, qu'ils eussent une bulle d'air sous leurs ailes rudimentaires. Il faut donc bien admettre qu'ils passent tout le temps pendant lequel ils sont submergés, en respirant seulement la provision d'air renfermé dans leur système trachéen, et restent ainsi au moins cinq heures sur douze sans respirer. Ce fait n'a rien en lui-même qui doive nous étonner et chacun a pu observer, bien souvent, que les Insectes pouvaient rester sans respirer un temps beaucoup plus long. Par suite de la faculté qu'ils ont de fermer ou d'ouvrir leurs stigmates à volonté, on peut les submerger plusieurs heures dans l'eau ou l'alcool étendu, ou les plonger dans des gaz délétères sans les faire périr. L'animal, ayant fermé ses stigmates, cesse de respirer et, protégé par son revêtement chitineux imperméable, il continue à vivre sans éprouver le besoin de respirer et peut ainsi résister un certain temps. Les *Æpophilus* doivent faire de même : lorsqu'ils sont submergés, ils ferment leurs stigmates et doivent attendre, pour respirer, que la mer se soit retirée.

Parmi les autres groupes d'Arthropodes, je citerai un petit Acarien, que j'ai trouvé associé à l'*Æpophilus*. Ce petit animal, d'un millimètre environ de longueur, est de couleur rouge-orange et m'a paru appartenir au genre *Halacarus*, mais je ne suis pas sûr de ma détermination, notre bibliothèque ne renfermant pas d'ouvrage sur les Acariens.

Les Pygnogonides sont représentés par des *Pygnogonum littorale*, Strŏm, et *Ammothea longipes*, Hodge, assez communs à la côte au milieu des algues.

Digitized by Google

GUERNESEY.

L'île de Guernesey, située à 28 kilomètres au nord-ouest de Jersey, est comprise entre 49°25′ et 49°31′ de latitude nord et 4°50′ et 5°1′ de longitude ouest. Sa forme générale est celle d'un triangle rectangle dont les deux côtés de l'angle droit, formant les côtes orientale et méridionale, ont à peu près 11 kilomètres de long et dont l'hypoténuse, qui court dans la direction du sud-ouest au nord-est, a une longueur de 15 kilomètres. La côte orientale, dont les deux extrémités sont la pointe Saint-Martin au sud et le fort Marchand au nord, est légèrement excavée, et c'est à peu près en son milieu que se trouve la capitale de l'île, Saint-Pierre-du-Port (*Saint Peter port*). La superficie de l'île de Guernesey est à peu près la moitié de celle de Jersey.

La constitution géologique de l'île de Guernesey est assez différente de celle de Jersey. La syénite, qui formait à Jersey des affleurements très étendus et apparaissait dans presque tous les points de la côte (sauf au nord-est et dans la baie de Saint-Aubin), n'apparaît plus à Guernesey que dans la région septentrionale de l'île et se trouve remplacée, dans le sud et dans le centre, par des gneiss associés à des roches de serpentine, de schistes talqueux, etc. La syénite se montre surtout dans les portions nord-est et nord-ouest de la côte et fait place, dans le nord, à des affleurements de granite considérables : d'importantes carrières de ce granite sont exploitées près de *Saint-Sampson* et dans les environs de la baie de l'*Ancresse*.

Il est à remarquer que, dans les régions où la côte est la plus basse, c'est-à-dire sur presque toute la côte occidentale et la moitié nord-est de la côte orientale jusqu'à Saint-Pierre, on rencontre du granite et de la syénite ; dès que la côte commence à se relever, c'est-à-dire à partir de Saint-Pierre, on voit apparaître les gneiss qui se continuent sur la moitié sud de la côte orientale et sur toute la longueur de la côte méridionale de l'île.

La partie de la côte orientale située entre Saint-Pierre et le fort Marchand est basse et la mer, en se retirant, découvre des

Digitized by Google

plages assez étendues parsemées de rochers. C'est dans cette portion de la côte que se trouve le port de Saint-Sampson, petit village de pêcheurs relié à Saint-Pierre par un tramway à vapeur, puis plus au nord celui de *Bordeaux*.

La côte occidentale de l'île est également peu inclinée; elle est échancrée par de nombreuses baies, assez irrégulières, offrant à mer basse des grèves assez étendues, parsemées de rochers, moins élevés dans la région septentrionale où ils sont constitués par du granite que dans le sud où ils deviennent plus élevés et où le granite est remplacé par de la syénite. Parmi ces baies, les plus importantes sont: la baie de l'*Ancresse*, qui regarde au nord, puis le *Grand-Hâvre*, les baies de *Pecquières*, de *Cobo*, de *Vazon*, de *Pérelle*, tournées vers le nord-ouest : c'est à partir de la baie de Cobo que se montre la syénite ; enfin la baie de *Rocquaine*, la plus étendue, qui regarde à l'ouest, termine cette série de petits golfes ; elle s'étend jusqu'à la pointe de *Pleinmont*, qui forme l'extrémité sud-ouest de l'île de Guernesey.

A partir de ce point, la côte se relève assez brusquement et offre bientôt des rochers verticaux formant des falaises à pic surplombant l'abîme et atteignant une grande hauteur. Sur toute sa longueur jusqu'à la pointe Saint-Martin, la côte méridionale de Guernesey présente une série de baies et d'échancrures pittoresques, séparées par de hardis promontoires. Les rochers à pic qui les forment, constamment battus par les vagues, sont creusés de nombreuses cavernes et usés progressivement par leurs bases; ils s'écroulent par places en creusant des indentations profondes qui déchiquettent irrégulièrement la côte. C'est ainsi qu'en quittant la pointe de Pleinmont et en se dirigeant vers l'est, on rencontre successivement les baies du *Creux-Mahié*, de *Bon-Repos*, de la *Moye*, de *Petit-Bot*, d'*Icart*, du *Moulin-Huet*, pour ne citer que les plus étendues, tous lieux célèbres par des sites très remarquables.

Aussi, comme disposition générale, la côte méridionale de Guernesey ressemble à la côte septentrionale de Jersey qui lui fait face, mais qui ne peut rivaliser avec elle pour la variété des sites, car les points les plus célèbres de Jersey, tels que le Trou-du-Diable, les grottes de Plémont ou les Corbières, sont loin de valoir les

Digitized by Google

paysages imposants de cette côte si remarquable qui offre à tout instant un point de vue nouveau à admirer.

Dès qu'on a dépassé la pointe Saint-Martin, on voit la côte, qui court dès lors vers le nord, s'abaisser un peu, tout en restant cependant assez élevée, sauf au niveau de *Fermain-bay*. Elle s'abaisse assez brusquement à une courte distance de la jetée qui limite le port de Saint-Pierre vers le sud et qui s'étend jusqu'au château Cornet. Ce port, très étendu, est accessible aux bateaux à toute heure, même au moment des plus basses mers.

J'ai passé à Guernesey une huitaine de jours, lors de la grande marée de la fin du mois d'août 1884, sur lesquels j'ai employé les deux journées où la mer baissait le plus, à des excursions à l'île de *Sark*.

J'ai exploré surtout la région nord et nord-ouest de l'île, c'est-à-dire la baie de l'Ancresse, le Grand-Hâvre, les baies de Cobo et de Vazon, puis le voisinage des ports de Saint-Sampson et de Bordeaux, et enfin la baie de Fermain, laquelle ne m'a d'ailleurs fourni aucune matière à observation intéressante. La marée était d'ailleurs peu favorable le jour où je m'y suis rendu, qui était le dernier de mon séjour à Guernesey. Je n'ai pas eu le temps de visiter la région occidentale de l'île, c'est-à-dire la baie de Rocquaine et l'île de Lihou. Quant à la côte méridionale, il n'y avait pas à songer à l'explorer, vu la hauteur des rochers qui la forment sur toute sa longueur.

J'ai donc laissé de côté un certain nombre de points de la côte et les points que j'ai visités l'ont été trop rapidement pour qu'il me fût possible de me faire une idée de la faune de Guernesey. Cependant, j'ai cru remarquer que, dans un district déterminé, les espèces étaient un peu plus variées qu'à Jersey, sans que toutefois les échantillons fussent plus abondants. Il est vrai que les Échinodermes et les Ascidies simples m'ont paru plus fréquents : ainsi j'ai recueilli au port de Bordeaux et sur la portion de côte étendue entre celui-ci et le fort Doyle, des oursins ordinaires (*Strongylocentrotus lividus*), tous d'assez petite taille, plusieurs Ophiures (*O. fragilis*), un grand nombre d'Ascidies simples (*Ciona intestinalis, Ascidia mentula* et *producta*. Dans le sable, j'ai recueilli au même point de nombreuses *Synapta inhærens*,

Digitized by Google

Düb. et Kor., que je n'ai jamais rencontrées à Jersey, associées à de nombreuses Annélides (*Sipunculus vulgaris*, Bl., *Cirratulus Lamarkii*, A. et E., *Glycera capitata*, Œrst., *Eunice Harrassii*, A. et E., *Syllis amica*, Qf., *Nereis cultrifera*, Gr., etc... J'ai constaté au contraire la rareté relative des Ascidies composées. Certains Crustacés, assez rares à Jersey, se rencontrent ici plus fréquemment : *Pirimela denticulata*, *Xantho florida* et *rivulosa*, *Idothea appendiculata*. Les Tanaïdiens m'ont paru aussi plus abondants.

Les environs de Saint-Sampson et de Bordeaux, la baie de l'Ancresse et le Grand-Hâvre sont les régions que j'ai explorées avec le plus de fruit. J'y ai rencontré à peu près tous les types que j'avais recueillis à Jersey.

Les baies de Cobo et de Vazon, celle de Cobo surtout, m'ont paru assez pauvres. J'ai cependant recueilli, à Vazon-Bay quelques Éponges qui ne se trouvent pas à Jersey, mais que je n'ai malheureusement pas pu déterminer.

En somme, j'ai pu conclure que les espèces qui fréquentent la côte de Guernesey ne diffèrent que fort peu dans leur ensemble de celles de Jersey. Les espèces paraissent être les mêmes, mais les échantillons d'une espèce donnée y sont assez souvent moins abondants. Un des traits les plus caractéristiques de cette faune consiste dans l'existence ou la fréquence d'Échinodermes qui ne se trouvent pas à Jersey.

Cependant, les dragages faits devant la côte orientale de Guernesey, et surtout à la hauteur de Fermain-Bay, ont permis à M. Sinel, qui en a fait quelques-uns, de récolter certaines espèces intéressantes et de ramasser des échantillons fort nombreux de types très rares à Jersey. Je citerai, par exemple, parmi les Crustacés : *Ebalia Bryerii*, Leach., *Pennantii*, Leach., *Cranchii*, Leach., *Dromia vulgaris*, Edw., *Pagurus cuanensis*, Thomps., *Hyndmanni*, Thomps., *Scillarus arctus*, Rœm., *Hyas coarctatus*, Leach., *araneus*, Leach. Comme il me disait avoir remarqué des types de Vers et d'Ascidies qu'il n'avait jamais rencontrés à Jersey, j'aurais voulu profiter de mon séjour à Guernesey pour faire quelques dragages. Mais, ne connaissant personne qui pût m'indiquer un pêcheur intelligent, et prévoyant la difficulté que j'aurais à

Digitized by Google

m'entendre avec un des hommes du port, qui ne comprennent pas le français et sont incapables de se figurer l'intérêt qu'on peut avoir à conserver ce qu'ils rejettent précisément dans leur pêche, ayant d'ailleurs remarqué que les habitants de Guernesey étaient généralement peu bienveillants à l'égard des Français, j'ai dû renoncer à ce projet. Je l'ai regretté d'autant plus vivement qu'en parcourant le marché j'avais pu remarquer l'abondance extrême et la grande variété de poissons (j'ai dit plus haut que presque tout le poisson vendu à Jersey venait de Guernesey) ; les gros Tourteaux, les Maias, les *Scyllarus arctus* s'y vendent beaucoup. Les pêcheurs y apportent aussi quelquefois des *Strongylocentrotus* de grande taille et des *Sphærechinus granularis*. La variété des animaux qui sont ainsi rapportés par les pêcheurs et les renseignements que j'ai pu recueillir me permettent de supposer que la faune devient très riche à une certaine distance des côtes et promettrait au naturaliste une abondante récolte.

SARK.

La petite île de Sark est située à 11 kilomètres à l'est de Guernesey et à 18 kilomètres de Jersey. Les bateaux qui y vont presque tous les jours de Guernesey ne mettent guère qu'une heure pour s'y rendre, et passent entre les deux petites îles d'Herm et de Jéthou. La première de ces îles offre une plage très étendue, parsemée de rochers et que j'aurais désiré visiter ; malheureusement, les bateaux n'y vont qu'une fois par semaine, et le jour de l'unique départ dont j'aurais pu profiter, la mer était basse à midi, tandis que le bateau ne partait qu'à deux heures.

Après avoir dépassé les îles d'Herm et de Jéthou, le bateau se dirige vers la côte occidentale de Sark, puis contourne, soit la pointe nord, soit la pointe sud, et le point d'accostage (non pas le port, car il n'y en a pas) se trouve sur la côte est. L'on débarque sur une jetée, puis l'on est obligé de passer sous un tunnel pour entrer dans l'île.

Digitized by Google

L'île de Sark est extrêmement curieuse et très remarquable par des beautés naturelles vraiment imposantes. C'est un plateau rocheux, paraissant, en grande partie, formé de syénite, d'une altitude moyenne de cent mètres, terminé de tous côtés par des côtes abruptes, offrant des falaises à pic plongeant dans la mer. La longueur de l'île est de cinq kilomètres, et sa largeur est environ trois fois moindre. Elle est formée de deux portions très inégales, dont l'ensemble offre la forme d'un 8 de chiffre. La région la plus étendue constitue l'île de Sark proprement dite ou Grand-Sark; l'autre, située au sud de la précédente, est beaucoup plus réduite, c'est Petit-Sark. Ces deux parties de l'île sont reliées par une portion très rétrécie qui s'appelle *la Coupée*. Cet isthme, d'une vingtaine de mètres de longueur, a la même altitude que le reste de l'île, et se trouve limité par des murailles à pic, plongeant à droite et à gauche dans la mer. La route qui traverse la Coupée n'a guère, sur une certaine partie de son trajet, plus de deux mètres de largeur. Le vent, qui y est très violent, désagrège peu à peu la roche et provoque des éboulements. Il paraît qu'en hiver il s'y fait sentir avec une telle violence, qu'il n'est pas possible de traverser la Coupée, et cela pendant plusieurs mois, de telle sorte que les quelques habitants de Petit-Sark en sont réduits à passer tout l'hiver dans leur petit morceau d'île, sans pouvoir en sortir. La Coupée est certainement l'une des curiosités les plus remarquables de l'île de Sark.

Les côtes, nous l'avons vu, sont sur tout le pourtour de l'île, très élevées, et la mer ne laisse, en se retirant, aucune grève à explorer, sauf de petites plages fort peu étendues, telles que la baie d'*Icart*, la baie *Terrible* et la *Grande-Grève*. Je n'ai pas eu le temps d'y descendre : d'ailleurs, le guide qui m'accompagnait pendant ma première journée à Sark et qui m'aidait dans la recherche des animaux, m'a affirmé que je n'y trouverais que des rochers nus et pas d'animaux à capturer, sauf peut-être quelques oursins qui sont assez communs à la côte de Sark. Je suis, en effet, descendu à la mer au point dit *les Autelets*, et j'ai rencontré quelques oursins. Mais le but de mes voyages était surtout l'étude des grottes du Gouliot, qu'on appelle encore *caverne Fré-*

Digitized by Google

goudée, qu'on m'avait indiquées comme une station remarquablement riche et dont parlent aussi, d'une manière assez brève d'ailleurs, Anstedt et Lathau dans leur ouvrage sur les îles du Canal.

Ces grottes sont situées sur la côte occidentale de l'île de Sark, vis-à-vis une petite île inhabitée, l'île *de Brechou* ou *des Marchands*, qui n'est séparée de l'île de Sark que par un bras de mer très étroit, où s'engagent quelquefois les petits vapeurs qui font le service de Sark, quand la mer est tout à fait calme, et qui s'appelle le Gouliot (Goulet).

L'accès des grottes est assez difficile : il faut descendre par un sentier très raide, à peine indiqué sur le flanc du rocher, et qui disparaît avant que l'on ait gagné le rivage, où l'on n'arrive qu'après avoir traversé à grand'peine les rochers très glissants que la mer vient d'abandonner, et sur lesquels la marche est assez périlleuse. L'on se trouve alors sur une petite plage, sur laquelle s'ouvrent les grottes ou plutôt la grotte principale, car c'est du commencement de celle-ci que partent les autres, qui sont au nombre de trois. Voici quelle est la disposition de ces cavernes, de ces *caves*, comme on dit dans le pays. Vis-à-vis de Brechou, l'île de Sark forme une petite presqu'île qui s'appelle la *Moye du Gouliot*. La masse rocheuse qui la constitue est percée, dans toute son épaisseur, d'une large excavation en forme de tunnel, ayant une trentaine de mètres de longueur, quinze à vingt mètres de hauteur, et qui s'étend à peu près exactement dans la direction nord-sud, et traverse ainsi perpendiculairement la Moye du Gouliot. Cette grotte, très pittoresque, beaucoup plus vaste que les autres, découvre à toutes les marées et n'offre rien d'intéressant au zoologiste ; les rochers n'y sont couverts que de Balanes et de touffes serrées de *Campanularia flexuosa*. Quant aux autres grottes, situées à un niveau moins élevé, elles ne découvrent qu'au moment des plus fortes marées et s'ouvrent tout près de l'entrée de la précédente. L'on pénètre, par une fente entre deux rochers, dans un couloir étroit qui s'élargit peu à peu et s'enfonce dans le rocher parallèlement à la direction de la grande grotte ; ce couloir constitue la deuxième grotte, sur laquelle viennent déboucher les deux autres qui sont plus spa-

Digitized by Google

cieuses et qui s'en détachent à angle droit pour s'ouvrir sur la mer, vis-à-vis l'île de Brechou.

Il est bon, lorsqu'on visite ces grottes pour la première fois, de se faire accompagner par un guide, parce que d'abord le sentier de descente ne se trouve pas facilement, mais aussi parce que, ne connaissant pas les lieux, on pourrait s'engager dans un couloir assez large qui fait communiquer, à une certaine distance de l'entrée, la première grotte avec le point d'intersection des trois autres ; le fond de ce couloir, très court, paraît occupé par une petite flaque d'eau, mais si l'on s'y engageait, on tomberait dans un trou très profond. Il faut enfin prendre garde à la marée, qui arrive très brusquement et commence par boucher le passage de sortie, avant de monter sensiblement dans les grottes.

Ces trois grottes ont leurs parois totalement recouvertes d'animaux aussi nombreux que variés, qui, ne se trouvant mis à sec qu'à des intervalles très éloignés, quelques heures tous les quinze jours, se sont fixés sur les rochers et se multiplient rapidement, en présentant une vigueur et un développement qu'on ne retrouve dans aucune autre localité : ce sont d'abord des Balanes (*B. balanoides*), qui atteignent des dimensions très considérables, surtout dans la deuxième grotte, et sur lesquelles se développent, je dirai plutôt s'entassent, les Ascidies simples et composées, les Bryozoaires, les Hydraires, les Actinies, les Éponges de toutes variétés ; et tout cet ensemble forme une épaisse couche vivante, dont l'abondance des formes, jointe à la variation des couleurs éclatantes, est bien faite pour causer l'admiration du naturaliste qui visite cette station d'une richesse incomparable.

Les Actinies sont surtout représentées par des *Actinia equina*, L., mais dont les échantillons sont très remarquables par les différences de coloration qu'ils affectent, et qui varient du rouge au vert, au brun, au jaunâtre, au blanc pur ou jaunâtre ; puis par des *Corynactis viridis*, Gosse, assez nombreux dans les deux dernières grottes, et qui présentent aussi plusieurs variétés, dont les plus communes correspondent à celles que Gosse désigne sous les noms de *smaragdina*, *rhodoprasina*, *chrysochlorina* et *corallina*, d'après la couleur qui domine.

Digitized by Google

Parmi les Hydraires, je citerai, outre de nombreuses Plumulaires, Campanulaires et Sertulaires, des Tubulaires très élégantes (*T. indivisa,* Hinks), qui tapissent de leurs touffes épaisses tout le fond de la troisième grotte, et dont l'ensemble présente une belle coloration rouge. J'ai aussi recueilli, dans cette troisième grotte surtout, plusieurs échantillons d'*Alcyonium digitatum,* Edw., d'une taille assez considérable ; les plus beaux se trouvaient malheureusement à un niveau qu'il était impossible d'atteindre.

Les Éponges sont extrêmement abondantes dans les grottes du Gouliot ; j'en ai recueilli un grand nombre d'échantillons dont je n'ai pu déterminer que quelques espèces avec certitude. Parmi celles que je crois pouvoir rapporter à des espèces décrites par Bowerbank, je citerai d'abord : *Grantia compressa,* Flem., et une petite espèce de *Sycon,* caractérisée par le dessin particulier qu'offre sa surface externe, le *S. tessellatum,* Bow., qui se trouve associée à l'espèce ordinaire, *S. ciliatum ;* puis les *Leuconia nivea,* Grant, *Leucosolenia contorta,* Bow., *Leucogypsia Gossei,* Bow. Toutes ces espèces, assez rares en général, sont ici extrêmement abondantes. Les échantillons de *Leucosolenia* atteignent d'assez grandes dimensions. Quant aux autres espèces, je n'ai pu déterminer que des échantillons d'une Éponge appartenant au genre *Caminus* de Schmidt et voisine du *C. osculosus* de Grube. J'ai déjà indiqué dans une note, publiée dans la *Bibliothèque des Hautes Études,* les caractères les plus saillants de cette Éponge, dont j'ai recueilli plusieurs beaux spécimens. Ainsi que je le disais dans cette note, les échantillons que j'ai étudiés diffèrent par plusieurs caractères du *C. osculosus,* Grube (oscules réunis par groupes de six à huit et non disposés en séries ; surface extérieure assez régulière et n'offrant ni saillies ni vallées ; présence d'une forme particulière de spicules n'existant pas chez les autres espèces de *Caminus*), et l'ensemble de ces caractères m'a paru devoir justifier la création d'une espèce nouvelle.

Quant aux autres Éponges, il ne m'a pas été possible de les déterminer. Parmi toutes celles qui me restent, il y a certainement plusieurs espèces distinctes. Ainsi Bowerbank, qui a visité les grottes du Gouliot, y a rencontré les espèces suivantes : *Pa-*

Digitized by Google

chymatisma Johnston, Bow., *Tethya Collingsii*, Bow., *Microciona atrasanguinea*, Bow., *Hymeniacidon albescens*, Bow., et *caruncula*, Bow., etc., espèces que je possède peut-être sans avoir pu les déterminer. Je l'ai déjà dit plus haut, il est presque impossible de reconnaître les espèces décrites par Bowerbank, et cela est d'autant plus regrettable que son ouvrage est à peu près le seul ouvrage de détermination que nous ayons. Ainsi, il me paraît bien difficile à admettre que l'espèce de *Caminus* dont je parlais plus haut, n'ait pas été recueillie et décrite par Bowerbank : elle est trop répandue dans les grottes et sa taille est trop considérable pour avoir pu échapper à ce naturaliste. Et cependant je n'ai trouvé, dans son ouvrage, aucune description qui puisse s'appliquer à cette Éponge, dont les caractères sont cependant bien définis : le *Pachymatisma Johnst.*, qui s'en rapproche à certains égards, en diffère par des particularités trop importantes, pour qu'on puisse songer à rapprocher ces deux formes. En décrivant son *C. osculosus*, Grube n'a pas essayé de faire quelque rapprochement avec les espèces de l'auteur anglais. Le genre *Caminus* a été établi par O. Schmidt et il n'est pas facile d'indiquer à quel genre de Bowerbank il correspond exactement.

Les Ascidies simples sont extrêmement répandues dans les grottes. Les *Cynthia rustica* atteignent une très grande taille ; on trouve aussi des *Ascidia producta*, Hanck, *Ascidiella aspersa*, Müll., et *scabra*, *Cynthia granulata*, Ald., et *Molgula arenosa*, Ald.

Sur la tunique de ces différentes espèces se sont fixées de nombreuses Ascidies composées : *Leptoclinum asperum*, Edw., et *durum*, Edw., *Amaroucium albicans*, Edw., des Botrylles, ainsi que des Hydraires (Campanulaires, Sertulaires, Plumulaires).

Les Bryozoaires sont aussi très répandus. Ce sont des *Crisia cornuta*, L., et *denticulata*, Lam., qui forment d'épaisses touffes blanches, *Cellepora pumicosa*, L., *Lepralia foliacea*, Ell. et Sol., *Scropucellaria scrupea*, Busk, *Mucronella Peachii*, Johnst., *Membranipora pilosa*, L., qui se trouvent en abondance sur les Balanes, sur les Ascidies, etc.

Au milieu des Ascidies vivent de nombreuses espèces de Vers et de Crustacés. Les Crustacés sont presque tous des Amphipodes

Digitized by Google

et des Isopodes. Parmi les premiers je citerai : *Montagua monoculodes*, Sp. Bate, et *marina*, Sp. Bate, *Atylus bispinosus*, Sp. Bate, *Anonyx Edwardsii*, Kröyer, *Microdeutopus Websterii*, Sp. Bate, *Nicea Lubbockiana*, Sp. Bate, *Amphitoe gammaroides*, Sp. Bate, *Aora gracilis*, Sp. Bate, *Podocerus capillatus*, Sp. Bate et *falcatus*. J'ai enfin recueilli deux échantillons d'un Amphipode très curieux et assez rare, l'*Exunguia stillipes*, décrit par Nordmann, puis par Stebbing, et figuré par ce dernier dans les *Annals and magazine of Natural history* de 1876. D'après ces auteurs, l'*Exunguia stillipes* correspondrait peut-être au *Cratippus tenuipes* de Sp. Bate, mais comme l'échantillon unique qui avait servi à ce dernier pour sa description a été perdu, il est maintenant impossible d'établir les relations exactes qui existent entre le genre *Cratippus* et le genre *Exunguia*, créé par Nordmann pour nommer un Crustacé différent du *Cratippus* par la forme des pattes de la première paire.

Quant aux Isopodes, ils sont représentés par de nombreux *Leptochelia Edwardsii*, Kröyer, et *Paratanais forcipatus*, Lillj., par des *Anceus maxillaris* et des *Janira* de petite taille et à antennes n'atteignant ordinairement pas la longueur du corps. J'ai rencontré aussi quelques *Iæra Nordmanni* et enfin un petit Isopode qu'il ne m'a été possible de rapporter à aucune espèce connue et que je décrirai prochainement sous le nom de *Iæropsis brevicornis*, Kœhl. Ce petit Isopode, dont la longueur n'atteint guère que deux millimètres, est voisin des *Iæra*, mais il en diffère par la forme particulière de ses antennes, qui sont très courtes ; les antennes inférieures sont très élargies et ont un aspect spécial ; leur pédoncule, formé de quatre articles, est terminé par un flagellum très court.

J'ajouterai enfin à cette liste de Crustacés le *Caprella hystrix*, Kröyer, qui est très commun dans les grottes.

Quelques Pycnogonides se trouvent aussi associés à ces Crustacés, tels que *Pygnogonum littorale*, Müll., et *Ammothea longipes*, Hodge.

Les Annélides sont aussi très abondantes, mais ne sont pas très variées ; ce sont des *Syllis amica*, Qf., et *divaricata*, Kef., des *Nereis Dumerilii*, A. et E., des Serpules et des Vermilies com-

Digitized by Google

munes, et une Sabelle très commune, n'ayant qu'un centimètre de longueur et que je n'ai pas pu déterminer. Sur les Balanes se trouvent aussi quelques tubes d'une espèce appartenant au genre *Filigrana*.

Les échantillons des roches que j'ai rapportés de ces grottes étaient formés par un granite gneissique chloriteux, et aussi par une arkose composée des éléments remaniés de cette dernière roche.

Digitized by Google

LISTE DES ANIMAUX

RECUEILLIS AUX ILES ANGLO-NORMANDES

Pendant l'été 1884.

Spongiaires.

Sycon *ciliatum*, Hœck.
— *tessellatum*, Bow.
Grantia *compressa*, Flem.
Leuconia *nivea*, Grant.
Leucosolenia *contorta*, Bow.
— *botryoides*, Bow.
Tethya *lyncurium*, Johnst.
Dictyocylindricus *ramosus*, Bow.
Isodyctia *simulans*, Bow.
— *parasitica*, Bow.
Verongia (*rosea ?*), Barrois.
Desidea *fragilis* (?), Johnst.
Halichondria *panicea*, Johnst.
Caminus, voisin du *C. osculosus*, Grub.

Cœlentérés.

Actinia *equina*, L. (*A. mesembryanthemum*, Ell. et Sol.)
Anemonia *sulcata*, Penn. (*Anthea cereus*, Hass.)
Teallia *crassicornis*, Thomp.
Bunodes *gemmacea*, Goss.
Sagartia *parasitica*, Couch. (*Anthea parasitica*, Goss.)
— *bellis*, Goss. (*Heliactis bellis*, Ell.)
— *sphyrodeta*, Goss., var. *candida*.
Sagartia *troglodytes*, Goss.
Edwardsia *Beautempsii*, Qf. (*E. callimorpha*, Goss.)
Adamsia *palliata*, Johnst.
Corynactis *viridis*, Allm.
— variétés *smaragdina*.
— — *rhodoprasina*.
— — *chrysochlorina*.
— — *corallina*.
Alcyonium *digitatum*, L.
***Lucernaria** [1] *sp.*

Voir, pour les **Hydraires**, page 73.

Échinodermes.

Strongylocentrotus *lividus*, Brandt (*Toxopneustes lividus*).
***Sphærechinus** *granularis*, A. Ag.
***Spatangus** *purpureus*, O. F. Müller.
Asteriscus *verruculatus*, Retz. (*Asterina gibbosa*).
Asterias *glacialis*, O. F. Müller.
— *rubens*, L.
Astropecten *aurantiacus*, Phil.
Solaster *papposus*, Retz.
Ophiotryx *fragilis*, O. F. Müller.
Ophiopsila *aranea*, Forbes.

1. J'indique par un astérique les espèces que je n'ai pas trouvées moi-même, mais qui m'ont été indiquées par M. Sinel.

Digitized by Google

Ophioglypha *texturata*, Lam.
***Cucumaria** (*communis ?*), Forb.
Synapta *inhærens*, Düb. et K.
***Antedon** *rosaceus*, Link.

Vers.

Leptoplana *tremellaris*, Œrst.
Prosthecæreus *vittatus*, Lang. (*Procerus cristatus*, Qf.)
Oligocladus *sanguinolentus*. (*Proc. sanguinolentus*, Qf.)
Stilochoplana *maculata*, Stimps.
Lineus *longissimus Simm.* (*Borlasia Angliæ*, Qf.)
— *gesserensis*, Johnst.
Valencia *splendida*, Qf.
— *longirostris*, Qf.
Amphiporus *lactifloreus*, M. Sert. (*Ommatoplea rosacea*, Johnst.; *Polia mandilla*, Qf.)
— *spectabilis*, Kef. (?).
Polia *filum*, Qf.
— *sanguirubra*, Qf.
Cerebratulus *Œrstedtii*, Ben.
Tetrastemma *candidum*, Müll. (*Polia quadrioculata*, Qf.

Phascolosoma *elongatum*, Kef.
— *margaritaceum*, Sars.

***Aphrodite** *aculeata*, L.
— *hystrix*, A. et E.
Polynoe *cirrata*, Müll.
— *squamata*, L.
Eunice *Harrassii*, A. et E.
Marphysa *sanguinea*, A. et E.
— *Belli*, A. et E.
Lysidice *ninetta*, A. et E.
Lumbrinereis *contorta*, Qf.
— *humilis*, Qf.
Nereis *cultrifera*, Grube.
— *Dumerilii*, A. et E.
Nephtys *Hombergii*, A. et E.
Phyllodoce *laminosa*, Sav.
Eulalia *clavigera*, A. et E.
Glycera *capitata*, Œrst.
Syllis *amica*, Qf.
Syllis *divaricata*, Kef.
Aricia *Cuvieri*, A. et E.
Cirratulus *Lamarkii*, A. et E.
Ophelia *bicornis*, Sav.
Nereilepas *lobulatus*, Qf.
Arenicola *piscatorum*, Cuv.
Terebella *conchilega*, Pall.
— *prudens*, Cuv.
— *nebulosa*, Mont.
Sabella *paronina*, Sav.
— *verticillata*, Qf.
— *arenilega*, Qf.
Filigrana....
Salmacina *Dysteri*, Qf.
Vermilia *conigera*, Qf.
— *tricuspis*, Qf.
Serpula *fascicularis*, Lam.
Spirorbis *communis*, Flem.

Crisia *denticulata*, Lam.
— *cornuta*, L.
Bugula *avicularia*, L.
Bicellaria *ciliata*, L.
Scrupocellaria *scrupea*, Busk.
— *reptans*, L.
Membranipora *pilosa*, L.
— *membranacea*, L.
— *lineata*, L.
Cellepora *pumicosa*, L.
Lepralia *foliacea*, Ell. et Sol.
Mucronella *Peachii*, Johnst.
— *coccinea*, Hincks.
— *variolosa*, Johnst.
Fustrella *hispida*, Fabr.
Bowerbankia *imbricata*, Ad.
Smittia *reticulata*, J. Mac.
Cribrilina *punctata*, Hass.
Pedicellina *cernua Pallas*.
Loxosoma *phascolosomatum*, Vogt.

Argiope *capsula*, Jeffr.

Digitized by Google

Ascidies.

Ciona *intestinalis*, L.
— — var. *canina*.
Ciona *intestinalis*, var. *fasciculari*s.
Ascidia *mentula*, O. F. Müller.
Ascidia *producta*, Hanck.
Ascidiella *aspersa*, O. F. Müll.
— *scabra*, O. F. Müll.
Polycarpa *glomerata*, Alder.
Cynthia *granulata*, Alder.
— *rustica*, Müller.
— *sulcatula*, Alder.
Molgula *arenosa*, Alder.
Anurella *roscovita*, Lac.
Ctenicella *Lanceplaini*, Lac.
Clavelina *lepadiformis*, Wigm.
Perophora *Listeri*, Müll.
Aplidium *zostericola*, Giard.
Amaroucium *Nordmanni*, Edw.
— *albicans*, Edw.
— *proliferum*, Edw.
Fragarium *elegans*, Giard.
Morchellium *argus*, Edw.
Didemnum *sargassicola*, Giard.
Leptoclinum *maculosum*, Edw.
— *asperum*, Edw.
— *durum*, Edw.
— *fulgidum*, Edw.
— *gelatinosum*, Edw.
Botrylloides *rotifera*, Edw.
— *rubrum*, Edw.
Botryllus *Schlosseri*, Sav.
— — var. *Adonis*, Giard.
— *prunosus*, Giard.
— *smaragdus*, Giard.
— *violaceus*, Giard.
— *aurolineatus*, Giard.
— *rubigo*, Giard.
— *morio*, Giard.

Crustacés.

Stenorhynchus *phalangium*, Edw.
— *tenuirostris*, Bell.
— *ægyptus*, Edw.
Acheus *Cranchii*, Leach.
Inachus *dorynchus*, Leach.
— *dorsettensis*, Leach.
* — *leptochirus*, Leach.
Pisa *Gibsii*, Leach.
— *tetraodon*, Leach.
***Hyas** *coarctatus*, Leach.
* — *araneus*, Leach.
Maia *squinado*, Latr.
Eurynome *aspera*, Leach.
Xantho *florida*, Leach.
— *rivulosa*, Edw.
Pilumnus *hirtellus*, Leach.
Cancer *pagurus*, Bell.
Pirimela *denticulata*, Leach.
Carcinus *mœnas*, Leach.
Portunus *puber*, Leach.
— *corrugatus*, Leach.
— *arcuatus*, Leach.
Portunus *holsatus*, Fabr.
— *pusillus*, Leach.
— *depurator*, Leach.
* — *marmoreus*, Leach.
***Portumnus** *variegatus*, Leach.
Pinnotheres *pisum*, Latr.
Ebalia *Bryerii*, Leach.
— *Permantii*, Leach.
— *Cranchii*, Leach.
Dromia *vulgaris*, Edw.
Corystes *cassivelaunus*, Penn.
Porcellana *platycheles*, Lam.
— *longicornis*, Edw.
Thia *polita*, Leach.
Gebia *deltura*, Leach.
Axius *stirhynchus*, Leach.
Callianassa *subterranea*, Leach.
Pagurus *Bernhardus*, Fabr.
— *cuanensis*, Thomps.
— *Hyndmannni*, Thomps.
Eupagurus *Prideauxii*, Leach.
Galathæa *squamifera*, Leach.

Digitized by Google

Galathæa *strigosa*, Fabr.
— *nexa*, Emblet. (?).
Scyllarus *arctus*, Rœm.
Palinurus *vulgaris*, Latr.
Homarus *vulgaris*, Edw.
Palæmon *serratus*, Fabr.
— *squilla*, Fabr.
Crangon *vulgaris*, Fabr.
— *fasciatus*, Risso.
Nika *edulis*, Risso.
Pandalus *annulicornis*, Leach.
Athanas *nitescens*, Leach.
Hippolyte *varians*, Leach
— *Cranchii*, Leach.
— *sp.*
***Lysmata** *seticaudata*, Risso.
Mysis *chamæleon*, Thomp.
— *vulgaris*, Thomp.
Temisto *brevispinosus*, Goods.
***Cynthia** *Flemmingii*, Goods.
***Thysanopoda** *Couchii*, Bell.
Squilla *Desmarestii*, Risso.

Talitrus *locusta*, Latr.
Orchestia *mediterranea*, Costa.
— *littorea*, Leach.
Nicea *Lubbockiana*, Sp. B.
Montagua *monoculodes*, Sp. B.
— *marina*, Sp. B.
Anonyx *Edwardsii*, Kröyer.
Dexamine *spinosa*, Leach.
Atylus *Swammerdamii*, Sp. B.
— *bispinosus*, Sp. B.
Pherusa *fucicola*, Leach.
— *bicuspis*, Edw.
Iphimedia *obesa*, Ratke.
Leucothoe *articulosa*, Leach.
Aora *gracilis*, Sp. B.
Gammarella *longicornis*, Kœhl.
Melita *palmata*, Leach.
Mœra *grossimana*, Leach.
Erysthræus *edriophtalmus*, Sp. B.
Gammarus *marinus*, Leach.
— *locusta*, Fabr.
Amphitoe *littorina*, Sp. B.
— *gammaroides*, Sp. B.
Podocerus *falcatus*, Sp. B.
Podocerus *capillatus*, Ratke.
Chelura *terebrans*, Phil.
Microdeutopus *Websterii*, Sp. B.
— *grillotalpa*, Costa.
Exunguia *stillipes*, Nordm.

Idothea *tricuspidata*, Desm.
— *pelagica*, Leach.
— *linearis*, L. (*tridentata* Latr.).
— *acuminata*, Leach.
— *appendiculata*, Risso.
— *emarginata*, Fabr.
Spheroma *serratum*, Fabr.
— *prideauxianum*, Leach
Dynamene *viridis*, Leach.
— *Montagui*, Leach.
Cymodoce *truncata*, Leach.
Nesea *bidentata*, Leach.
Limnoria *lignorum*, Ratke.
Janira *maculosa*, Leach.
Paranthura *Costana*, Sp. B.
Apseudes *talpa*, Leach.
Tanais *vittatus*, Lilljb.
Leptochelia *Edwardsii*, Kröyer.
Paratanais *forcipatus*.
Anceus *maxillaris*, Mont.
Praniza *cærulea*.
Cirolana *Cranchii*, Leach.
Conilera *cylindracea*, Mont., var. *punctata*.
Ligia *oceanica*, Fabr.
Iæra *Nordmanni*, Ratke.
Iæropsis *brevicornis*, Kœhl.
Bopyrus *squillarum*, Latr.
Anilocra *mediterranea*, Leach.

Protella *phasma*, Sp. B.
Caprella *hystrix*, Kröyer.
— *linearis*, Edw.
Nebalia *Geoffroyi*, Edw.

AUTRES ARTHROPODES.

Æpophilus *Bonnairei*, Lign.
Pygnogonum *littorale*, Ström.
Ammothea *longipes*, Hodge.
Halacarus *sp.?*

Digitized by Google

Mollusques [1].

GASTÉROPODES.

Chiton *fascicularis*, L.
— *discrepens*, Br.
— *cancellatus*, Sow.
— *marginatus*, Perm.
— *lævis*, Mont.
— *cinereus*, L.
— *scabriculus*, Jeff.
Patella *vulgata*, L.
— var. *elevata*.
— — *picta*.
— — *intermedia*.
— — *depressa*.
— — *cærulea*.
Helcium *pellucidum*, L.
Tectura *virginea*, Müll.
Emarginella *fissura*, L.
Fissurella *græca*, L.
Cyclostremma *nitens*, Phil.
Calyptræa *chinensis*, L.
Haliotis *tuberculata*, L.
Trochus *magnus*, L.
— *cinerarius*, L.
— — var. *variegata*.
— *umbilicatus*, Mont.
— — var. *decorata*.
— — — *agathensis*.
— — — *pallens*.
— *lineatus*, D. C.
— *striatus*, L.
— *exasperatus*, Penn.
— *Zizyphinus*, L.
— *tumidus*, Mont.
Phasianella *pulla*, L.
Lacuna *divaricata*, Fabr.
— *puteolus*, Turt.
— *pallidula*, D. C.
Littorina *obtusata*, L
— *neritoides*, L.
— *rudis*, Mat.
— — var. *tenebrosa*, Mont.
— *littorea*, L.
Rissoa *striatula*, Mont.
— *lactea*, Mich.
— *costata*, Ad.
Rissoa *parva*, D. C.
— — var. *interrupta*.
— *membranacea*, Ad.
— *violacea*, Desm.
— *costulata*, Ald.
— *striata*, Ad.
— *cingillus*, Mont.
— — var. *rupestris*.
— *cancellata*, D. C.
— *calathus*, F. et H.
— *inconspicuus*, Ald., var. *variegata*.
— *fulgida*, Ad.
— — var. *pallida*.
— *semistriata*, Mont.
— — var. *pura*.
Barleia *rubra*, Mont.
— var. *unifasciata*.
— — *pallida*.
Hydrobia *ulvæ*, Perm.
Jeffreysia *diaphana*, Ald.
— *opalina*, Jeffr.
Skenea *planorbis*, Fabr.
— var. *maculata*.
— — *hyalina*.
Homalogyra *atomus*, Phil.
— — var. *vitrea*.
— *rota*, F. et H.
Scalaria *communis*, Lam.
Truncatella *truncata*, Drap.
Aclis *unica*, Mont.
— *supranitida*, Wood.
Odostomia *pallida*, Mont.
— *acuta*, Jeffr.
— *unidentata*, L.
— *lactea*, L.
— *nivosa*, Mont.
— *Lukisi*, Jeffr.
— *albella*, Lov.
— *rissoides*, Hanck., var. *dubia*.
— *plicata*, Mont.
— *diaphana*, Jeff.
— *obliqua*, Ald.

1. Je ne fais que reproduire les listes données par M. Dupuy. (*Ann. Nat. Hist.* 1876 et 1388.)

Digitized by Google

Odostomia *Warreni*, Thomp.
— *decussata*, Mont.
— *interstincta*, Mont.
— — var. *terebellum*.
— *spiralis*, Mont.
— *fenestrata*, Forb.
— *pusilla*, Phil.
Natica *catenata*, D. C.
— *Alderi*, Forb.
Adeorbis *subcarinatus*, Mont.
Lamellaria *perspicua*, L.
Janthina *rotundata*, Leach.
Eulima *intermedia*, Cont.
— *distorta*, Desh.
Velutina *lævigata*, Penn.
Cerithium *reticulatum*, D. C.
— *perversum*, L.
Cerithiopsis *tubercularis*, Mont.
Purpura *lapillus*, L.
Buccinum *undatum*, L.
Murex *erinaceus*, L.
— — var. *melanostoma*.
— *acicularis*, Lam.
Lachesis *minima*, Mont.
Nassa *incrassata*, Ström.
— *reticulata*, L.
Cypræa *europæa*, Mont.
Defrancia *linearis*, Mont.
— *Leufroyi*, Mich.
— *purpura*, Mont.
Pleurotoma *costata*, Donov.
— *nebula*, Mont.
— *rufa*, Mont.
— — var. *lactea*.
Utriculus *mamillatus*, Phil.
— *truncatulus*, Brug.
— *obtusus*, Mont.
Bulla *striata*, Brug.
— *hydatis*, L.
Philine *aperta*, L.
Melampus *bidentatus*, Mont.
— *myosotis*, Drapp.
— — var. *ringens*.
Otina *otis*, Turt.
Aplysia *punctata*, Cuv.
Pleurobranchus *membranaceus*, Mont.
— *plumula*, Mont.

Auxquels j'ajouterai :
Eolis *Cuvieri*, Lam.
Triopa *claviger*, Müll.
Doris *tuberculata*, Cuv.
— *Johnstoni*, A. et H.
Fiona *nobilis*, A. et H.

LAMELLIBRANCHES.

Anomia *ephippium*, L.
— *patelliformis*, L.
Ostrea *edulis*, L.
— var. *deformis*.
Pecten *pusio*, L.
— *varius*, L.
— *opercularis*, L.
— *maximus*, L.
Lima *subauriculata*, Mont.
Mytilus *edulis*, L.
— *barbatus*, L.
— *modiolus*, L.
— *adriaticus*, Lam.
Modiolaria *marmorata*, Forb.
— *discors*, L.
Nucula *nucleus*, L.
Pectunculus *glycyremis*, L.
Loripes *lacteus*, L.
Arca *lactea*, L.
— *tetragona*, Poli.
Lessea *rubra*, Mont.
— v. *pallida*.
Crenella *rhombea*, Berk.
Lepton *nitidum*, Turt.
— *sulcatulum*, Jeffr.
— *Clarkiæ*, Clark.
Montacula *bidentata*, Mont.
Lucina *borealis*, L.
Kellia *suborbicularis*, Mont.
Axinus *flexuosus*, Mont.
Diplodonta *rotundata*, Mont.
Cyamium *minutum*, Fabr.
Cardium *echinatum*, L.
— *tuberculatum*, L.
— *fasciatum*, Mont.
— *exiguum*, Gmel.
— *nodosum*, Turt.
— — var. *rosea*.
— *edule*, L.
— *norwegicum*, Spengl.
— — var. *pallida*.

Digitized by Google

Astarte *triangularis*, Mont.
Circe *minima*, Mont.
Venus *gallina*, L.
— *exoleta*, L.
— *casina*, L.
— — var. *reflexa*.
— *verrucosa*, L.
— *fasciata*, D. C.
— *ovata*, Penn.
Tapes *aureus*, Gmel.
— *pullastra*, Mont.
— *decussatus*, L.
— *virgineus*, L.
Lucinopsis *undata*, Penn.
Donax *politus*, Poli.
Tellina *pusilla*, Phil.
— *crassa*, Gmel.
— — var. *albida*.
— *tenuis*, D. C.
— *squalida*, Pult.
— *donacina*, L.
— *balthica*, L.
Psammobia *tellinella*, Lam.
— *costulata*, Turt.
— *ferroensis*, Chemn.
— *vespertina*, Chemn.
Mactra *stultorum*, L.
— *solida*, L.
— — var. *elliptica*.
— *subtruncatula*, D. C.
Mactra *glauca*, Born.
Lutraria *elliptica*, Lam.
— *oblonga*, Chemn.
Scrobicularia *alba*, Wood.
— *prismatica*, Mont.
Solecurtus *candidus*, Ren.
Solen *pellucidus*, Penn.
— *ensis*, L.
— *siliqua*, L.
— *vagina*, L.
Ceratisolen *legumen*, L.
Pandora *inæquivalvis*, L.
Thracia *papyracea*, Poli.
Mya *truncata*, L.
— *Binghami*, Turt.
Pholas *candida*, L.
Corbula *gibba*, Oliv.
Saxicava *rugosa*, L.
Teredo *navalis*, L.
— *megotara*, Hanl.
— — var. *subericola*.

CÉPHALOPODES.

Loligo *vulgaris*, L.
— *media*, L.
Sepiola *Rondetii*, Leach.
Sepia *officinalis*, L.
— *elegans*, Bl.
— *biserialis*, Montf.
Octopus *vulgaris*, Lam.

Poissons [1].

Scomber *scomber*, L.
Trigla *pini*, Bloch.
Callionymus *lyra*, L.
Solea *vulgaris*, Cuv.
Conger *vulgaris*, Cuv.
Labrus *bergylta*, C. Bp.
Belone *vulgaris*, Cuv. et V.
Merlangus *vulgaris*, Cuv.
Labrax *lupus*, Cuv. et V.
Platessa *vulgaris*, Flem.
— *limanda*, Cuv.
Trachinus *vipera*, Cuv.
Trachinus *draco*, L.
Ammodytes *tobianus*, Les.
Mullus *surmuletus*, L.
Rhombus *vulgaris*, Cuv.
Gadus *æglefinus*, L.
Motella *mustella*, Will.
Blennius *pholis*, L.
Caranx *trachurus*, Cuv. et V.
Acanthias *vulgaris*, Risso.
Scyllium *canalicula*, Müll.
Raia *batis*, Mont.
— *clavata*, Belon.

1. Cette liste ne comprend que les espèces les plus communes que j'ai reconnues sur les marchés de Saint-Hélier et de Saint-Pierre.

Digitized by Google

DISCOURS

PRONONCÉ

AUX OBSÈQUES DE M. OBERLIN

Par M. le Professeur GROSS

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ

Pour la troisième fois, dans le cours de cette année, je remplis la douloureuse mission de rendre un dernier hommage à un de nos collègues estimés. C'est à Oberlin, professeur et directeur honoraire de l'École supérieure de pharmacie, que la Société des sciences, par la voix de son président, vient rendre, devant cette tombe, un dernier témoignage de profonde et respectueuse reconnaissance.

Le professeur Oberlin a été le doyen de nos membres titulaires. Il a appartenu à notre Compagnie depuis 1855, et, triste et douloureux anniversaire pour nos archives, sa réception a eu lieu le 10 décembre, il y a aujourd'hui même, jour pour jour, 29 ans.

Pendant cette longue série d'années, Oberlin a toujours dignement contribué à la prospérité de notre Société, tant par le nombre et la valeur des travaux scientifiques dont il a enrichi nos annales, que par sa participation éclairée et sage au fonctionnement administratif de notre institution.

L'ancienne Société des sciences naturelles de Strasbourg, fondée il y a plus d'un demi-siècle (en 1828), doit déjà un large tribut de reconnaissance à Oberlin pour les distingués services qu'il lui a prodigués et pour le dévouement qu'il a apporté dans l'exercice des fonctions de trésorier qu'elle lui avait confiées.

La Société des sciences de Nancy a retrouvé en notre aimé col-

Digitized by Google

lègue, un collaborateur non moins actif et utile. Le nom d'Oberlin figure le premier sur la liste de ceux qui, après nos désastres, dans une pensée généreuse et patriotique, ont cru de leur devoir de faire revivre dans notre cité, une institution naguère si florissante dans la capitale de l'Alsace. C'est avec quelques amis dont Morel, Rameaux, Baudelot, Engel, Ritter manquent déjà dans nos rangs, qu'en 1873, notre cher collègue a aidé à la fondation de notre Société. C'est en qualité de trésorier qu'il a pris place dans notre premier bureau, auquel a incombé la noble mission d'implanter sur le sol lorrain nos traditions de travail et de marquer pour notre œuvre le début d'une nouvelle ère de prospérité et de succès.

Notre regretté collègue a conservé les fonctions qui lui furent confiées aussi longtemps que l'état de sa santé lui a permis d'assister régulièrement à nos séances, de prendre part à nos discussions et à nos travaux, d'assurer notre vitalité et nos progrès.

Pendant cette période d'activité trop courte, hélas ! Oberlin s'est toujours efforcé à relever l'intérêt de nos réunions par des communications nombreuses et des travaux importants, fruits de patientes recherches de laboratoire, dont quelques-unes entreprises avec un de ses confrères les plus distingués.

Après le savant érudit, si justement apprécié, après l'administrateur éclairé et dévoué, nous perdons encore un collègue estimé, profondément sympathique à tous, un ami fidèle et sincère. Oberlin a été remarqué parmi nous, par son humeur toujours bienveillante, son grand fond de bonté, toutes les qualités du cœur qu'il possédait à un si haut degré. Aussi, lorsque les premières atteintes du mal l'ont éloigné de nos séances, le vide a été grand et profondément ressenti.

Nous garderons tous un pieux souvenir du savant collaborateur, du collègue distingué, de l'homme de bien que nous accompagnons aujourd'hui à sa dernière demeure.

Puisse ce témoignage public de profonds et sincères regrets offert par ses collègues attristés, apporter quelque soulagement à une famille aussi cruellement éprouvée !

Au nom de la Société des sciences, cher Oberlin, reçois ce suprême adieu.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES.

AMIENS. — Société linnéenne du Nord de la France.
— Société industrielle d'Amiens.
AMSTERDAM. — Koninklijke Akademie der Wetenschappen (Académie royale des sciences).
ANGERS. — Société d'études scientifiques d'Angers.
— Société industrielle et agricole d'Angers et du département de Maine-et-Loire.
BALE. — Naturforschende Gesellschaft in Basel.
BATAVIA. — Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen (Société des arts et sciences de Batavia).
BERLIN. — Kœniglich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin.
— Deutsche Geologische Gesellschaft.
BERNE. — Naturforschende Gesellschaft in Bern.
— Schweizerische naturforschende Gesellschaft.
BESANÇON. — Société d'émulation du Doubs.
— Société de médecine de Besançon.
BÉZIERS. — Société d'études des sciences naturelles de Béziers.
BONN. — Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westfalens.
BORDEAUX. — Société linnéenne de Bordeaux.
— Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.
BOSTON. — American Academy of Arts and Sciences de Boston (Massachussets).
BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.
BRUNN. — Naturforschender Verein in Brünn.
BRUXELLES. — Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.
CAEN. — Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres de Caen.
— Société linnéenne de Normandie.
CHEMNITZ (Saxe). — Naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Chemnitz.
CHERBOURG. — Société nationale des sciences naturelles de Cherbourg.
COIRE. — Naturforschende Gesellschaft Graubündens.
COLMAR. — Société d'histoire naturelle de Colmar.
COPENHAGUE. — Kongelige danske videnskaberne selskab Kjöbenhavn (Société royale danoise des sciences).
DANZIG. — Naturforschende Gesellschaft in Danzig.
DUBLIN. — Royal geological Society of Ireland.
ÉPINAL. — Société d'émulation du département des Vosges.
FRIBOURG. — Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau (grand-duché de Bade).
GIESSEN. — Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.

Digitized by Google

Gœrlitz (Silésie). — Naturforschende Gesellschaft zu Gœrlitz.
Guéret. — Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.
Hambourg-Altona. — Wissenschaftlicher Verein von Hamburg-Altona.
Harlem. — Hollandsche Maatschapij der Wetenschappen (Société hollandaise des sciences).
Havre (Le). — Société des arts agricoles et horticoles du Havre.
Helsingfors. — Vetenskaps-Societetens af Finska (Société des sciences de la Finlande).
— Sällskapets pro Faunâ et Florâ fennicâ (Société pour la faune et la flore de la Finlande).
Inspruck. — Ferdinandeum für Tyrol und Vorarlberg.
Lausanne. — Société vaudoise des sciences naturelles.
Leipsick. — Königliche Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig.
Liège. — Société géologique de Belgique.
Lisbonne. — Academia real das sciencias de Lisboa.
Londres. — Royal geographical Society.
— Royal geological Society.
Luxembourg. — Institut royal grand-ducal de Luxembourg (Section des sciences naturelles et mathématiques).
Lyon. — Société d'études scientifiques de Lyon.
Manchester. — Litterary and philosophical Society of Manchester.
Marseille. — Société d'études des sciences naturelles de Marseille.
Metz. — Société d'histoire naturelle de Metz.
Montbéliard. — Société d'émulation de Montbéliard.
Montpellier. — Académie des sciences et lettres de Montpellier (Section des sciences).
Montréal. — Society of natural history of Montreal (Canada).
Moscou. — Société impériale des naturalistes de Moscou.
Munich. — Königlich Baierische Akademie der Wissenschaften (mathem. u. physik. Abth.).
Munster. — Westfälischer Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst.
Nancy. — Académie de Stanislas.
— Société de médecine.
— Société de géographie de l'Est.
— Commission météorologique du département de Meurthe-et-Moselle.
Neuchatel. — Société des sciences naturelles de Neuchâtel (Suisse).
Nîmes. — Société d'études des sciences naturelles de Nîmes.
Offenbach. — Verein für Naturkunde in Offenbach a/Main.
Paris. — Association française pour l'avancement des sciences.
Perpignan. — Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales.
Philadelphie. — Akademy of natural sciences of Philadelphia (Pensylvanie).
Pise. — Società toscana di scienze naturali in Pisa.
Prague. — Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag.
Presbourg. — Verein für Natur- und Heilkunde zu Pressburg.
Rio-de-Janeiro. — Observatoire impérial astronomique et météorologique.
Rome. — Academia reale dei Lincei.
Rouen. — Société des Amis des sciences naturelles de Rouen.
Saint-Dié. — Société philomathique vosgienne de Saint-Dié.
Saint-Gall. — St. Gallische naturwissenschaftliche Gesellschaft.
Saint-Jean-d'Angély. — Société linnéenne de la Charente-Inférieure.

Digitized by Google

SAINT-LOUIS. — Academy of sciences of Saint-Louis (Missouri).
SAINT-PÉTERSBOURG. — Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg.
STOCKHOLM. — Kong. Svenska Vetenkaps Akademie (Académie royale suédoise des sciences).
TOULOUSE. — Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse.
— Société d'histoire naturelle de Toulouse.
— Société académique hispano-portugaise.
TOURS. — Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire.
TURIN. — Accademia Reale delle Scienze.
UPSAL. — Regia societas scientiarum Upsaliensis.
— Université d'Upsal.
VERDUN. — Société philomathique de Verdun.
VERSAILLES. — Société des sciences naturelles et médicales de Seine-et-Oise.
VIENNE. — Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien (mathemat. u. wissenschaftliche Abth.).
— Kaiserl. Königl. zoologische und botanische Gesellschaft in Wien.
VITRY-LE-FRANÇOIS. — Société des sciences et arts de Vitry-le-François.
WASHINGTON (D. C. U. S. A.). — Smithsonian Institution.
WIESBADEN. — Nassauischer Verein für Naturkunde.
ZURICH. — Naturforschende Gesellschaft in Zürich.

Digitized by Google

OUVRAGES

REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ PENDANT L'ANNÉE 1884.

I. — PUBLICATIONS PÉRIODIQUES ET JOURNAUX.

AMIENS. — Bulletin de la Société industrielle (t. XXII, 5 liv., et une table de 1873 à 1882).

AMSTERDAM. — Koningl. Akademie van Wetenschappen : Verhandelingen XXIII^te D. 1883; Verslagen en Mededeelingen. 71^de D. 1883.

ANGERS. — Bulletin de la Société industrielle et agricole (44^e année, 1^er et 2^e sem., 1883).

— Bulletin de la Société d'études scientifiques, 1882-1883.

BALE. — Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel (7^ter Theil. 2^tes Heft). — Die Basler Mathematiker Daniel Bernoulli und Leonhard Euler. Anhang zu Theil VII der Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Basel.

BATAVIA. — Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indie. D. XLII. 1883. D. XLIII. 1884.

BERLIN. — Sitzungsberichte der königl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. (18 octobre 1883-31 juillet 1884. Jahrgang 1883. 1^ter Halb. Januar bis Mai.)

BERNE. — Mittheil. der naturforsch. Gesellschaft. 1883 : 1064-1072; 1884 : 1073-1082.

BESANÇON. — Mémoires de la Société d'émulation du Doubs, 5^e série, 7^e vol. 1882.

— Académie des sciences, belles-lettres et arts de Besançon (1882).

BONN. — Verhandl.^e des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande u. Westfalens. 1883, 2^tes H.; 1884, 1^tes H.

BORDEAUX. — Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles. 2^e série, t. V.

BOSTON. — Proceedings of the American Academy of arts and sciences. Mai 1882 à mai 1883; mai 1883 à décembre 1883; mai 1883 à mai 1884.

BRESLAU. — Sechzigster Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1882 et 1883.

CAEN. — Mémoires de l'Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres. 1883, avec les tables de 1754 à 1883 inclusivement.

— Bulletin de la Société linnéenne de Normandie. 3^e série, 7^e vol., 1882-1883.

COPENHAGUE. — Bulletin de l'Académie royale danoise des sciences. 1883, n^os 2, 3; 1884, n^os 1, 2.

— Mémoires de l'Académie royale de Copenhague, 2^e vol., n^os 4, 5, 6, 9 et 10.

Digitized by Google

CORDOBA (Republica Argentina). — Boletin de la Academia nacional de ciencias. T. V, VI. — Actas : Geologia, Botanica.

DANZIG. — Schriften der naturforschenden Gesellschaft. 1884.

ÉPINAL. — Annales de la Société d'émulation des Vosges. 1884.

FRAUENFELD. — Miltheil. der Thurgauischen naturforschenden Gesellschaft. 5es et 6es Heft. 1882-1884.

GIESSEN. — 23ster Bericht der Oberhessischen Gesellsch. für Natur- und Heilkunde. 1884.

HARLEM. — Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles. T. XVIII, 2e à 5e livr.; t. XIX, 1re à 3e livr.

HAVRE. — Société des sciences et arts agricoles et horticoles. 1882, 1er trimestre.

HELSINGFORS. — Observations météorologiques publiées par la Société des sciences de Finlande. 8e volume. 1880.

INSPRUCK. — Zeitschrift des Ferdinandeums für Tyrol und Vorarlberg. 1883, 27stes H.; 1884, 28stes H.

LAUSANNE. — Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles. 1883, 19e vol.

LIÈGE. — Annales de la Société géologique de Belgique. 1881-1882, t. IX.

LONDRES. — Quarterly Journal of the Geological Society. May 1884.

LUXEMBOURG. — Publications de l'Institut royal grand-ducal de Luxembourg. 1883, t. XIX.

MONTAUBAN. — Recueil de la Société des sciences, belles-lettres et arts de Tarn-et-Garonne. 1882-1883.

MONTBÉLIARD. — Mémoires de la Société d'émulation de Montbéliard. 14e et 15e vol. 1882-1883.

MONTRÉAL. — Annuaire de Ville-Marie. Suppl. — Liste des prix de l'exposition agricole et industrielle de la Puissance à Montréal. — First Report on Conveyance as adopted by the executive Comittee. — Rapport du comité chargé par le Conseil d'agriculture de visiter l'École d'agriculture de l'État de Michigan et d'Ontario. — British Association for the advancement of science Montreal Meeting. — Le Nord-Ouest du Canada. — Le Grand-Occident canadien.

MUNICH. — Almanach der Kœnigl. Baierischen Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1884. — Abhandl. der mathemat. physikal. Classe der königl. Baierischen Akademie der Wissenschaften. 14ter B. 3te Abth.; 15ter B. 1ste Abth. — Ueber die Methoden in der Botanischen Systematik, insbesondere die anatomische Methode. 25 Juli 1883. — Gedächtnissrede auf Theodor L. W. von Bischoff, 28. März 1884; Franz von Kobell, 1re D. — Sitzungsberichte der mathemat. physik. Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. 1884. H. 1.

MÜNSTER. — Elfter Jahresbericht des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst pro 1882.

NANCY. — Mémoires de l'Académie de Stanislas. 1883.

— Mémoires de la Société de médecine de Nancy. 1882-1883.

— Bulletin de la Société de géographie de l'Est. 3e et 4e trim., 1883; 1er, 2e et 3e trim., 1884.

— Observations météorologiques de la Commission de Meurthe-et-Moselle.

— Procès-verbaux des délibérations du conseil municipal de Nancy. 1883, 1884.

— Bulletin administratif de la ville de Nancy. 1883, 1884.

— Revue médicale de l'Est. Janvier à décembre 1884.

NEUCHATEL. — Bulletin de la Société des sciences naturelles. T. XIII. 1882-1883.

Digitized by Google

NIMES. — Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles. 12e fasc. 1884.

PARIS. — Discours de M. Fallières, ministre de l'instruction publique, prononcé à la Sorbonne le 19 avril 1884.

— Revue des Sociétés savantes : sciences mathématiques, physiques et naturelles, 3e série, t. III, 1880.

— Revue des travaux scientifiques. 1882, t. III, nos 8, 9, 12; 1883, t. IV, nos 1 à 8.

— Association française pour l'avancement des sciences, n° 39.

— Bulletin de l'Association philotechnique, 4e année, n° 10.

PHILADELPHIE. — Proceedings of the Academy of Natural Sciences. 1882, January-December; 1883, June-December; 1884, January-April.

PISE. — Atti della Societa Toscana di Scienze naturali. Vol. VI, fasc. 1. Atti. — Proc.-verb., vol. IV, 1883-1885.

RIO-DE-JANEIRO. — Bulletin astronomique et météorologique de l'Observatoire impérial. 1883, septembre à décembre.

ROME. — Atti della reale Academia dei Lincei. 1883, fasc. 16, vol. VII; 1884, fasc. 1 à 15, vol. VIII.

ROUEN. — Bulletin de la Société des amis des sciences naturelles. 1883, 1er et 2e semestres.

ROYAN-LES-BAINS. — Société pour le développement de Royan. 1875, nos 1, 2, 3 et 4. — Monographie de la commune de Sainte-Ramée (Charente-Inférieure).

SAINT-DIÉ. — Bulletin de la Société philomathique vosgienne. 1883-1884.

SAINT-GALL. — Bericht über die Thätigkeit der Sankt-Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft während des Vereinsjahres 1881-1882.

TOULOUSE. — Mémoires de l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres. 8e sér. T. V, 2e semestre.

— Société académique franco-hispano-portugaise. T. IV, 1883, nos 3 et 4; t. V, 1884, nos 1 et 2; Statuts et règlements.

— Société d'histoire naturelle. 17e année. 1883; 18e année, 1er sem.

TOURS. — Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire. T. LXII, 1883.

UPSAL. — Nova Acta Regiæ Societatis scientiarum. 3e série, vol. XI, fasc. II, 1883.

VERDUN. — Mémoires de la Société philomathique. T. IX, 1884.

VITRY-LE-FRANÇOIS. — Société des sciences et arts. 1881.

WASHINGTON. — Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution. 1881, 1882.

WIESBADEN. — Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde. J. 36.

ZURICH. — Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. J. 1882-1883.

II. — MÉMOIRES ET BROCHURES.

1° Physiologie.

BEAUNIS. — Recherches expérimentales sur les conditions de l'activité cérébrale et sur la physiologie des nerfs. Paris, 1884.

Digitized by Google

2° Sciences physiques et naturelles.

RAYET. — Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde de juin 1882 à mai 1883. (Commission météorologique de la Gironde.) Bordeaux, 1883.

H. BARDY. — L'Empoisonnement par les champignons. Observations recueillies à Saint-Dié et dans les Vosges. Saint-Dié, 1884.

M. THOUVENIN. — Contribution à l'étude anatomique des racines de la famille des Composées. (Thèse de pharmacie.) Nancy, 1884.

BRUNOTTE. — De la Détermination histologique des falsifications du thé. (Thèse de pharmacie.) Nancy, 1884.

BLEICHER. — Essai de géologie comparée des Pyrénées, du Plateau central et des Vosges. Colmar, 1870.

— Le Minerai de fer de Lorraine (*lias supérieur* et *oolithe inférieure*) au point de vue stratigraphique et paléontologique. 1884.

— Nancy avant l'histoire. Nancy, 1883.

— et MIEG. — Note sur la paléontologie du terrain carbonifère de la Haute-Alsace. 1884.

E. OLRY. — De Nancy au Mont-Saint-Michel, près de Toul. Nancy, 1883.

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE FASCICULE XVII (TOME VII, ANNÉE 1884).

Pages.

Liste des membres de la Société 1

I. — Procès-verbaux.

1° Botanique.

Bourgeons (Insertion des), par M. Le Monnier. XXII
Composées (Situation de l'appareil sécréteur dans les), par M. Vuillemin . XXI
Feuilles (Quelques anomalies de la nervation des), par M. Fliche XVI
Répartition de quelques plantes en Lorraine, par M. Vuillemin XXIV
Ronce (Causes anatomiques de l'enracinement des tiges de), par M. Vuillemin. XXVII

2° Chimie.

Éther cyanomalonique (Propriétés nouvelles de l'), par M. Haller . . . XIV
Uréthane mentholique (Réactions de l'), par M. Arth. XIX

3° Géologie et minéralogie.

Latérite des Indes, par M. Henry XVII
Rhétien ou infra-lias de Lorraine, par M. Bleicher. XXVII
Quaternaire (Terrain) dans les environs de Nancy, par M. Bleicher. . . XVII

4° Météorologie.

Cyclones, par M. Millot. XXX

5° Paléontologie.

Échinides des étages jurassiques de Lorraine, par M. Bleicher XXXIII
Tertiaire (Homme) de Thenay (Loir-et-Cher), par M. Bleicher XXXVII

6° Physiologie.

Phénomènes d'arrêt, par M. Beaunis XVIII
Daltonisme (Sur le) de la périphérie de la rétine, par M. Charpentier . . XXXII

Digitized by Google

Pages.

Lumière (Sensibilité aux différences successives de), par M. Charpentier. XXIX
Myopie scolaire, par M. Stoeber XXXIV
Photoptomètre différentiel, par M. Charpentier XXIX

7° Physique.

Propriétés de la surface d'un liquide, par M. Blondlot. XXXV
Relation entre la tension maxima de la vapeur d'un liquide et l'état électrique de la surface de séparation du liquide et de la vapeur, par M. Blondlot XXVI
Relation entre la différence électrique de deux corps en contact et la courbure de la surface de contact, par M. Blondlot XXVI

8° Zoologie et tératologie.

Échinocoques (Développement des), par M. Vuillemin. XII
Faune marine des îles Anglo-normandes, par M. Kœhler XXXVIII
Porc synote (Étude anatomique d'un), par M. Vuillemin. XV

II. — Mémoires originaux.

Recherches anatomiques sur un monstre synote, par M. Paul Vuillemin. . 1
Expériences concernant les propriétés de la surface d'un liquide, par M. R. Blondlot 25
Les Cyclones, par M. Millot 30
Note sur l'iguanodon de Bernissart, par M. J. Wohlgemuth. 46
Recherches sur la faune marine des îles Anglo-normandes, par M. Kœhler. 51
Discours prononcé aux obsèques de M. Oberlin, par le professeur Gross . 121

Sociétés correspondantes 123
Liste des publications périodiques, journaux, mémoires et ouvrages reçus par la Société depuis le 1er janvier jusqu'au 31 décembre 1884. . . . 126
Table des matières 131

Nancy, Imprimerie Berger-Levrault et Cie.

Digitized by Google

Digitized by Google

NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES

DE NANCY

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

Série II. — Tome VII. — Fascicule XVIII

18e ANNÉE. — 1885

(AVEC PLANCHES ET FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE)

PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

5, Rue des Beaux-Arts, 5

MÊME MAISON A NANCY

1886

Digitized by Google

Digitized by Google

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

BUREAU ET CONSEIL D'ADMINISTRATION

POUR L'ANNÉE 1885.

		MM.
Bureau	*Président,*	Floquet.
	Vice-président,	Schlagdenhauffen.
	Secrétaire général,	Hecht.
	Secrétaire annuel,	Thouvenin.
	Trésorier,	Friant.
Administrateurs.		Fliche.
		Beaunis.
		Charpentier.

LISTE DES MEMBRES

COMPOSANT LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Arrêtée au 1er janvier 1885.

I. MEMBRES TITULAIRES

INSCRITS PAR RANG D'ANCIENNETÉ.

1. Jacquemin ✻, directeur de l'École supérieure de pharmacie. 3 février 1857.
2. Dr Schlagdenhauffen, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 5 juillet 1859.
3. Bach ✻, doyen honoraire de la Faculté des sciences. 9 janv. 1861.
4. Dr Hecht, professeur à la Faculté de médecine. 3 janvier 1865.
5. Dr Feltz ✻, professeur à la Faculté de médecine. 7 février 1865.
6. Dr Gross, professeur à la Faculté de médecine. 16 décembre 1868.
7. Dr Bleicher ✻, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 7 juillet 1869.
8. Dr Beaunis ✻, professeur à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
9. Dr Bernheim, professeur à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.

Digitized by Google

10. Dr Marchal, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
11. Dr Spillmann, professeur agrégé à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
12. Humbert, docteur en médecine. 30 juin 1873.
13. Delcominète, professeur suppl. à l'École supérieure de pharmacie. 5 janvier 1874.
14. Dr Friant, professeur à la Faculté des sciences. 19 janvier 1874.
15. Roussel, ancien professeur à l'École forestière. 16 mars 1874.
16. Fliche, professeur à l'École forestière 20 avril 1874.
17. Dr Lallement, professeur à la Faculté de médecine. 26 avril 1875.
18. Haller, professeur à la Faculté des sciences. 8 janv. 1877.
19. Bichat, professeur à la Faculté des sciences. 22 janvier 1877.
20. Dr Coze ✱, professeur à la Faculté de médecine. 7 mai 1877.
21. Le Monnier, professeur à la Faculté des sciences. 18 juin 1877.
22. Monal, pharmacien de 1re classe. 2 décembre 1878.
23. Gault, pharmacien de 1re classe. 6 janvier 1879.
24. Wohlgemuth, maître de conférences à la Faculté des sciences. 20 janvier 1879.
25. Lécuyer, pharmacien de 1re classe. 20 janvier 1879.
26. Dr Charpentier, profess. à la Faculté de médecine. 2 mars 1879.
27. Godfrin, prof. à l'École sup. de pharmacie. 24 novembre 1879.
28. Floquet, professeur à la Faculté des sciences. 19 janvier 1880.
29. Arth, licencié ès sciences physiques. 19 janvier 1880.
30. Dr Koehler, chargé d'un cours à la Faculté des sciences. 2 février 1880.
31. Dr Macé, professeur agr. à la Faculté de médecine. 1er mai 1880.
32. Dr Grandeau O✱, doyen de la Faculté des sciences. 15 juin 1880.
33. Dr Lemaire, licencié ès sciences naturelles. 15 juillet 1880.
34. Sadler, docteur en médecine. 1er décembre 1880.
35. Dumont, docteur en droit, chef des travaux physiques à la Faculté de médecine. 16 janvier 1881.
36. Kuntzmann, professeur au Lycée. 16 janvier 1881.
37. Jaquiné O ✱, inspecteur général honoraire des ponts et chaussées. 16 janvier 1881.
38. Dr Garnier, prof. agrégé à la Faculté de médecine. 2 mars 1881.
39. Dr Stoeber, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine. 15 mars 1881.
40. Volmerange ✱, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite. 15 mars 1881.
41. André, architecte. 1er mars 1882.
42. Blondlot, maître de confér. à la Faculté des sciences. 2 juin 1882.
43. Held, prof. agrégé à l'École supérieure de pharmacie. 2 juin 1882.
44. Henry, professeur à l'École forestière. 1er décembre 1882.

Digitized by Google

45. Dr Vuillemin, chef des travaux d'histoire naturelle médicale à la Faculté de médecine. 1er décembre 1882.
46. Thoulet, professeur à la Faculté des sciences. 17 janvier 1883.
47. Hasse, professeur à l'École normale d'instituteurs. 1er mars 1883.
48. Thouvenin, chef des travaux à l'École supérieure de pharmacie. 1er mars 1883.
49. Millot, ancien officier de marine, chargé d'un cours à la Faculté des sciences. 17 mai 1883.
50. A. de Metz-Noblat, homme de lettres. 3 juillet 1883.
51. Dr Bagnéris, professeur agrégé à la Faculté de médecine. 15 janvier 1884.
52. Brunotte, pharmacien de 1re classe. 15 février 1884.
53. Klobb, chef des travaux à l'École supérieure de pharmacie. 15 février 1884.
54. Laviéville, professeur au Lycée. 15 février 1884.
55. Gény, inspecteur adjoint des forêts. 15 mars 1884.
56. Chenu, licencié ès sciences naturelles. 18 juillet 1884.
57. Abbé Chevalier, licencié ès sciences, professeur à l'École Saint-Sigisbert. 1er décembre 1884.

II. MEMBRES ASSOCIÉS

INSCRITS PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

Berger-Levrault (Oscar) ✱, imprimeur à Nancy. 24 mars 1873.
Dupont, maître de forges à Pompey. 1er avril 1880.
Gaiffe, constructeur d'appareils de physique à Nancy. 28 janvier 1882.
Goudchaux, banquier à Nancy. 18 juin 1873.
Dr Herrgott ✱, professeur à la Faculté de médecine. 18 novembre 1878.
Heydenreich, ancien pharmacien à Strasbourg. 10 mars 1873.
Dr Heydenreich, professeur à la Faculté de médecine. 18 nov. 1878.
Houbre, ingénieur des ponts et chaussées à Nancy. 18 novembre 1878.
Laederich (Ch.), manufacturier à Épinal. 16 janvier 1874.
Lang (B.), manufacturier à Nancy. 16 mars 1880.
Lang (R.), manufacturier à Nancy. 16 mars 1880.
Dr Langlois, médecin en chef de l'Asile de Maréville. 16 janvier 1881.
Langenhagen (de), manufacturier à Nancy. 2 mars 1874.
Lederlin ✱, doyen de la Faculté de droit de Nancy. 24 mars 1873.
Dr Netter ✱, médecin principal de l'armée, en retraite. 2 août 1880.
Nœtinger (F.), à Nancy. 4 mars 1878.
Norberg (J.) ✱, imprimeur à Nancy. 24 mars 1873.
Dr Tourdes O ✱, doyen de la Faculté de méd. de Nancy. 1er juin 1880.
Viller, licencié en droit à Lunéville. 2 mars 1881.
Barthélemy, à Nancy. 17 mai 1883.

Digitized by Google

III. MEMBRES CORRESPONDANTS

A) NATIONAUX.

BABINET ✱, lieutenant-colonel d'artillerie à Poitiers. M. T. 5 nov. 1865.
BARDY, pharmacien de 1re classe à Saint-Dié. 15 novembre 1880.
BELLEVILLE, colonel en retraite, à Toulouse. 18 mai 1874.
Dr BŒCKEL (Eugène) ✱, prof. agr. à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg, chirurgien en chef de l'hôpital civil. M. T. 19 mars 1867.
Dr BOUCHARD ✱, professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux. M. T. 2 juin 1869.
BRILLOUIN, maître de conférences à la Faculté des sciences de Dijon. M. T. 16 janvier 1881. M. C. 15 novembre 1882.
Dr BOUISSON O ✱, ancien doyen de la Faculté de médecine de Montpellier. 14 août 1838.
BUCHINGER, ancien inspecteur de l'instruction primaire, à Strasbourg.
CASTAN ✱, chef d'escadron d'artillerie. M. T. 5 juin 1866; M. C. 5 juin 1867.
Dr CHRISTIAN, médecin en chef de la Maison nationale de Charenton. M. T. 22 janvier 1877.
Dr COLLIGNON, médecin-major de l'armée. M. T. 9 juin 1879; M. C. 15 novembre 1881.
DAUBRÉE C ✱, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, professeur au Jardin des Plantes. M. A. 9 avril 1839; M. T. 5 avril 1842; M. C. août 1861.
Dr DELACROIX, inspecteur des eaux de Luxeuil. 9 juin 1868.
Dr ENGEL, professeur à la Faculté de médecine de Montpellier. M. T. 5 mai 1875.
Dr FAUDEL, secrétaire de la Société d'histoire naturelle de Colmar (Haut-Rhin). 8 mai 1867.
Dr FÉE ✱, médecin principal de l'armée. M. T. 19 février 1867.
FIESSINGER, docteur en médecine à Thaon (Vosges). 1er décembre 1881.
FLAMMARION (Camille), astronome et écrivain scientifique, à Paris. 4 novembre 1868.
FRANÇOIS (Jules), inspecteur général des mines, à Paris. 9 juin 1868.
GAY (J.), professeur au Lycée de Montpellier. M. T. 19 février 1867; M. C. 19 juillet 1871.
GRAD (Ch.), naturaliste, à Colmar (Haut-Rhin). 6 février 1869.
Dr HARO ✱, médecin principal de l'armée. M. T. 16 avril 1877; M. C. 3 janvier 1881.
HECKEL, prof. à la Faculté des sciences de Marseille. M. T. 21 fév. 1876.
HERRENSCHMIDT (E.), docteur en médecine à Strasbourg. 15 janv. 1867.
HIRSCH, ingénieur des ponts et chaussées, à Paris. M. T. 5 mai 1873.

Digitized by Google

HUGUENY ✱, professeur à la Faculté des sciences de Marseille. M. T. 5 juillet 1859 ; M. C. en 1878.

JOUAN, capitaine de vaisseau, à Cherbourg. 1er décembre 1863.

JOURDAIN, ancien professeur à la Faculté des sciences de Nancy, à Saint-Waast-la-Hogue (Manche). M. T. en 1877 ; M. C. 8 décembre 1879.

KELLER, ingénieur des mines, à Paris. 19 juillet 1871.

KLEIN, pharmacien à Strasbourg. M. T. 4 juillet 1865.

Dr KŒBERLÉ O ✱, professeur agrégé à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg. M. T. 7 juillet 1857.

KOSSMANN, docteur ès sciences, à Nancy. 9 janvier 1866.

LADREY, prof. de chimie à la Faculté des sciences de Dijon. 3 mars 1863.

LEJEUNE, chef d'escadron d'état-major. 3 juillet 1860.

LEVALLOIS, ingénieur en chef des mines. 2 février 1830.

Dr LORTET (L.), doyen de la Faculté de médecine de Lyon. Déc. 1868.

MANGIN, professeur au Lycée Louis-le-Grand, à Paris. M. T. 24 novembre 1879 ; M. C. 15 novembre 1881.

Dr MILLARDET, professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux. M. T. 5 mai 1869.

Dr MONOYER, prof. à la Faculté de méd. de Lyon. M. T. 4 juillet 1865.

MUNTZ, ingénieur des ponts et chaussées, à Nancy. M. T. 5 mai 1873.

OLRY, instituteur communal à Allain (Meurthe-et-Moselle). 5 juill. 1875.

PASTEUR C ✱, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne, ancien professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg. M. T. 8 janvier 1850; M. C. 1854.

QUATREFAGES (A. de) O ✱, membre de l'Institut, professeur au Jardin des Plantes, à Paris. 2 juin 1835.

RŒDERER, ingénieur des ponts et chaussées. M. T. 5 mars 1877.

ROGER, pharmacien-major en retraite. M. T. 3 février 1857 ; M. C. 1er mars 1859.

SAINT-LOUP, prof. à la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand. 15 janv. 1867.

WELTEN ✱, chef d'escadron d'artillerie en retraite.

Dr WIEGER, prof. à la Faculté de méd. de Strasbourg. M. T. 9 juin 1857.

Dr VILLEMIN ✱, professeur au Val-de-Grâce. 4 août 1857.

WILLEMIN O ✱, médecin-inspecteur adjoint des eaux de Vichy. M. T. 8 mai 1867 ; M. C. 19 juillet 1871.

WILLM, professeur à la Faculté des sciences de Lille. M. T. 8 mai 1867.

Dr ZEYSSOLFF, ancien médecin cantonal à Strasbourg. M. T. 15 avril 1834; M. C. 10 mars 1873.

B) ÉTRANGERS.

Allemagne.

BRUCH (Carl), professeur d'anatomie à Offenbach. 5 janvier 1864.

DECHEN, directeur général des mines à Bonn. 5 novembre 1850.

Digitized by Google

GEINITZ (H. B.), prof. à l'École polytechnique de Dresde. 5 fév. 1868.
LUDWIG, ingénieur civil à Darmstadt. 5 juillet 1859.
NÆGELI, professeur de botanique à l'Université de Munich. 7 mai 1855.
SANDBERGER, professeur à l'Université de Würzbourg. 4 août 1856.
SIEBOLD (Th. de), professeur à l'Université de Munich. 8 février 1848.

Amérique du Nord. (États-Unis.)

ASA-GRAY, professeur à l'Université de Boston. 2 décembre 1851.
LEA, membre de l'Académie de Philadelphie. 1er juillet 1856.
LESQUEREUX, naturaliste à Columbus. 5 novembre 1850.

Angleterre, Écosse, Irlande.

COLLINS (Matth.), professeur à Dublin. 2 juin 1869.
GOULD (John), membre de la Société royale de Londres. 8 février 1848.
HELLIER-BAILY, paléontologiste, membre de la Commission géologique de l'Irlande. 4 mars 1868.
MOORE (David), directeur du Jardin botanique de Dublin. 1er août 1865.
Dr STIRTON (James), à Glasgow. 6 février 1869.

Belgique.

MORREN (Édouard), professeur de botanique à l'Université de Liège. 12 janvier 1859.

Brésil.

GLAZIOU, directeur du Jardin botanique de Rio-Janeiro. 4 mars 1868.

Italie.

NARDO (de), professeur à Venise. 6 février 1844.
TARGIONI-TOZETTI, professeur de botanique à Florence. 10 nov. 1846.

Portugal.

BARBOZA-DUBOCAGE, membre de l'Académie royale de Lisbonne. 12 mars 1862.
O CASTELLO DA PAÏVA, membre de l'Académie royale de Lisbonne. 4 décembre 1866.

Russie.

KUTORGA, professeur à Saint-Pétersbourg. 4 juin 1855

Suède et Norvège.

ARESCHOUG, professeur à l'Université d'Upsal. 11 janvier 1859.
LOVEN, membre de l'Académie de Stockholm. 8 février 1848.

Suisse.

FAVRE (Alph.), professeur de géologie à Genève. 2 décembre 1862.
PICTET (Franç. Jul.), professeur à l'Académie de Genève. 7 déc. 1841.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

ANNÉE 1885

PREMIÈRE PARTIE

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Séance du 16 janvier 1885.

Présidence de M. Gross.

Membres présents : MM. Arth, Bagnéris, Barthélemy, Bleicher, Blondlot, Chevalier, Fliche, Floquet, Friant, Gross, Haller, Hecht, Klobb, Kœhler, Le Monnier, Millot, Stoeber, Thouvenin, Wohlgemuth.

Rapports et élections. — M. Bleicher présente des rapports verbaux sur les candidatures de MM. Pérot, intendant militaire en retraite; Lecat, professeur au Lycée de Nancy, et Riston, licencié en droit.

M. Blondlot fait un rapport sur la candidature de M. Bertin. M. Arth sur celle de M. Guntz, chargé de cours à la Faculté des sciences, et M. Kœhler sur celle de M. Saint-Remy, préparateur suppléant à la même Faculté. Les conclusions favorables de ces rapports ayant été adoptées, MM. Pérot, Lecat, Riston, Bertin, Guntz et Saint-Remy sont élus membres titulaires de la Société des sciences.

Élections pour le renouvellement du bureau pour l'année 1885. — Élection d'un vice-président, d'un secrétaire général et d'un membre du conseil d'administration.

M. le Président fait observer qu'un secrétaire annuel venant d'être élu dans une des dernières séances, il n'y a pas lieu de procéder à cette élection.

M. Schlagdenhauffen est élu, à la majorité des votants, vice-président pour l'année 1885.

M. Hecht, secrétaire général, indéfiniment rééligible d'après les statuts, est réélu à la majorité des voix.

Digitized by Google

A la majorité des voix, M. Fliche est maintenu dans ses fonctions de membre du conseil d'administration.

A la fin de la séance, M. Friant, trésorier, rend compte de la situation financière de la Société. A l'unanimité, son rapport est approuvé.

COMMUNICATIONS.

I. **Botanique.** — M. Le Monnier présente à la Société un pied de *Primula prænitens*, Ther., à fleurs monstrueuses. Les calices et les corolles offrent la texture des feuilles ; les étamines, également colorées en vert, contiennent du pollen incomplètement formé. L'ovaire, plus long que de coutume, renferme un placenta dont le sommet porte un grand nombre de petites fleurs disposées en ombelle.

Ces déformations ont d'ailleurs été toutes signalées par M. T. Masters (*Vegetable Teratology*, p. 45, 133, etc.).

M. Fliche entretient la Société d'un *voyage botanique* qu'il a effectué au mois de mai 1884 *dans l'Italie centrale*. Grâce à l'obligeance de MM. Siemoni, inspecteur général des forêts, et Pirotta, professeur à la Faculté des sciences, directeur du Jardin botanique de Rome, il lui a été possible de se rendre compte de l'organisation de l'enseignement des établissements botaniques à Rome ; de faire aussi quelques herborisations intéressantes. On peut en exécuter dans l'intérieur même de la ville, où se trouvent des quartiers à peu près déserts, où les ruines surtout nourrissent une flore variée. M. Haro a déjà fait de cette dernière une étude importante dont les résultats sont consignés dans le Bulletin de la Société ; il n'y a pas à y revenir. A côté de cette végétation spéciale, il convient de citer celle des villas et de la promenade du Pincio. En partie spontanée, mais due aussi, et principalement en ce qui concerne les arbres, à des plantations, elle se fait remarquer par des associations d'espèces que nous ne rencontrons en France, ni dans le Nord ni dans le Midi. Celle, par exemple, de l'*Araucania brasiliensis* et du *Picea excelsa*, l'un et l'autre bien venants. Le mélange d'espèces des régions chaudes et de celles qui sont adaptées au climat de l'Europe centrale, se retrouve dans la plus grande partie de la flore spontanée des collines ou des montagnes, qu'on l'étudie à Orvieto ou dans les monts Albains. Les chênes à feuilles persistantes sont rares ; on rencontre dans les forêts des chênes à feuilles caduques, le frêne-orne et l'ostrya, si caractéristiques de la végétation forestière italienne ; le hêtre, rare d'ailleurs, descend à une altitude remarquablement basse pour la région, dans les monts Albains ; le châtaignier, évidemment introduit et substitué aux espèces primitives qui ont disparu devant les abus de jouissance, est aujourd'hui très commun. La Campagne romaine en grande partie couverte d'herbages, pâturés ou fauchés, présente une abondante population de graminées, parmi lesquelles certaines espèces

Digitized by Google

rappelant les céréales, l'*Avena barbata* et le *Triticum villosum*, par exemple, sont parfois assez abondantes pour donner l'illusion de la culture. Aux plantes de cette famille s'en trouvent mélangées beaucoup d'autres, parmi lesquelles des espèces habitant la côte et ne se retrouvant pas sur le continent en France, fait qu'on observe d'ailleurs dans toutes les régions botaniques des environs de Rome. Vers la mer, on trouve de fort beaux maquis, et la célèbre forêt de pins piniers de Castelfutano ; le caractère de la végétation est franchement méridional ; la *pineta*, par son massif forestier et les espèces arbustives ou herbacées qu'il surmonte, par son sol très meuble aussi, rappelle toutes les forêts semblables que l'auteur de la communication a eu occasion d'étudier en France et en Italie.

En terminant, M. Fliche expose avec quelques détails le résultat de ses observations sur la culture des Eucalyptus qu'il a pu étudier avec soin, surtout aux environs de l'abbaye de Saint-Paul-Trois-Fontaines, grâce aux religieux, propriétaires, qui ont facilité son travail et lui ont fourni de nombreux renseignements. Les espèces employées sont à peu près exclusivement, comme résultat pratique, les *E. globulus* et *résinifère*, celui-ci préféré aujourd'hui parce qu'il est plus résistant à la gelée. Arbres de croissance extraordinairement rapide, ils peuvent être précieux pour fournir du bois et assainir le pays, d'après ce qu'on a constaté dans la Campagne romaine, mais seulement lorsque le climat est suffisamment chaud et le sol de bonne qualité, ils peuvent être à leur place en Algérie, peut-être en Corse ; mais en France ils ne paraissent jamais devoir jouer un rôle de quelque importance autrement que comme arbres d'ornement dans quelques stations publiques de la région méditerranéenne.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 2 février 1885.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN, vice-président.

Membres présents : MM. Arth, Bagnéris, Bertin, Bleicher, Blondlot, Dumont, Chevalier, Fliche, Friant, Guntz, Haller, Held, Kœhler, Laviéville, Lecat, Schlagdenhauffen, Saint-Remy, Thouvenin.

A propos du procès-verbal, M. Fliche fait remarquer que dans les Sociétés analogues à la Société des sciences, on se borne dans les comptes rendus à mentionner le rapport verbal fait sur une candidature, sans en donner le résumé. Il demande que la Société des sciences suive cet usage. Cette proposition mise aux voix est adoptée.

Il est décidé en outre que le procès-verbal de la séance précédente sera modifié dans ce sens.

Digitized by Google

Démission. — M. le Président communique une lettre de M. Lécuyer donnant sa démission de membre titulaire de la Société.

Présentations. — MM. Bleicher et Volmerange présentent M. Viller comme membre titulaire.

MM. Macé et Kœhler présentent au même titre M. Prenant.

COMMUNICATIONS.

Physique. — M. Blondlot communique à la Société le résultat des recherches qu'il a faites sur les propriétés électriques de l'eau à l'état liquide et à l'état solide.

M. Blondlot a observé *un dégagement d'électricité lors du frottement mutuel de la glace et de l'eau à l'état liquide.*

En faisant couler un filet d'eau à 0° sur un bloc de glace, on trouve que le potentiel est variable dans la nappe d'eau qui revêt la glace ; il augmente d'aval en amont. D'après la théorie de l'endosmose électrique et des courants de diaphragme établie par M. Quincke, il en résulte que l'eau s'électrise positivement par contact avec la glace. On a ainsi un exemple de deux corps chimiquement identiques et ne différant que par leur état physique, qui s'électrisent par leur contact mutuel.

M. P. Dumont fait remarquer que ce fait doit être rapproché de cet autre que deux morceaux de verre, l'un poli, l'autre dépoli, s'électrisent lorsqu'on les frotte l'un contre l'autre.

Le Secrétaire annuel,
Thouvenin.

Séance du 23 *février* 1885.

Présidence de M. Floquet.

Membres présents : MM. Barthélemy, Bertin, Bleicher, Chevalier, Dumont, Fliche, Floquet, Hecht, Jaquiné, Lecat, de Metz-Noblat, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Volmerange.

M. le Président donne lecture : 1° d'une lettre de M. Bertin, remerciant la Société, qui, dans une de ses dernières séances, l'a nommé membre titulaire ; 2° d'une circulaire de M. le ministre de l'instruction publique invitant les membres de la Société qui voudront prendre part au Congrès de la Sorbonne, à se faire inscrire avant le 8 mars prochain ; 3° d'une lettre du secrétaire de l'Académie de Stanislas qui informe la Société que cette Académie offre un prix de 500 fr. à décerner en 1886 au mémoire de chimie appliquée aux arts, à l'industrie ou à l'agriculture, qui lui paraîtra le plus recommandable.

Élection. — M. Volmerange fait un rapport verbal sur la candida-

Digitized by Google

ture de M. Viller, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, à Nancy, comme membre titulaire.

M. Viller est élu à l'unanimité membre titulaire de la Société.

COMMUNICATION.

Géologie. — M. BLEICHER expose le résultat de ses recherches sur l'*âge de la grouine dans la vallée de la Meurthe.*

On connaît sous le nom local de *grouine* ou *groise* un dépôt d'éboulis de roches calcaires plus ou moins fragmentées et mêlées au sable et aux cailloux diluviens, qui forme des placages ou des remplissages de fissures à différente hauteur sur les collines qui bordent les vallées des rivières de la région jurassique lorraine.

L'âge de la grouine, d'après tous les géologues qui s'en sont occupés, est récent, mais il reste à relier cette formation aux alluvions quaternaires de différents âges et à rechercher sa signification au milieu des phénomènes qui ont signalé cette époque si tourmentée.

D'après M. Bleicher, il existe sur la colline de Malzéville à mi-côte, et jusque vers le sommet, de la grouine superposée au diluvium des plateaux à *Elephas antiquus,* remplissant les fissures, tandis que dans la grouinière exploitée en face de l'usine Xardel vers le fond de la vallée de la Meurthe, mais au-dessus de la dernière terrasse diluvienne, la grouine, très puissante en ce point, est surmontée du *diluvium rouge* sableux qui est le dernier terme de la série diluvienne. Cette grouine contient des coquilles terrestres déterminables, au nombre de quatre jusqu'ici, parmi lesquelles *Cyclostoma elegans.* En résumé, l'auteur de cette communication est d'avis qu'il y a des grouines de différents âges, mais que leur époque de formation la plus active correspond à la fin de la période glaciaire.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 4 mars 1885.

Présidence de M. FLOQUET.

Membres présents : MM. Barthélemy, Bichat, Bleicher, Blondlot, Chevalier, Dumont, Fliche, Floquet, Friant, Guntz, Hasse, Hecht, Henry, Held, Herrgott père, Humbert, Klobb, Kœhler, Lecat, Le Monnier, Macé, Millot, Pérot, Saint-Remy, Schlagdenhauffen, Viller, Thouvenin.

Rapport et Élection. — M. Macé fait un rapport verbal sur la candidature de M. Prenant, aide d'histoire médicale à la Faculté de médecine, comme membre titulaire.

M. Prenant ayant réuni l'unanimité des suffrages, est déclaré membre titulaire de la Société.

Digitized by Google

COMMUNICATIONS.

I. **Mathématiques.** — M. Floquet dit quelques mots d'un travail de M. Charé, professeur en retraite, *sur les polygones réguliers*.

II. **Physique.** — M. Bichat expose le résultat de ses recherches sur la *cristallisation des paratartrates*.

Parmi les paratartrates des différentes bases, il n'y en a qu'un petit nombre qui, en cristallisant, se dédoublent pour donner des poids égaux de tartrates droits et de tartrates gauches. D'après M. Pasteur, ce dédoublement ne peut se faire que sous l'action de forces dissymétriques dues à la présence, lors de la cristallisation, de germes existant dans le liquide ou sur les parois des vases qui le contiennent. D'autre part, un savant italien, M. Scacchi, prétend expliquer le phénomène en se basant simplement sur la différence de solubilité entre les tartrates et les paratartrates correspondants. Des expériences nombreuses faites par M. Bichat montrent que la raison invoquée par M. Scacchi ne peut rendre compte des faits.

Dans des vases purgés des germes, une dissolution de paratartrate ne laisse déposer que des cristaux de paratartrate et jamais de tartrate droit ou gauche. On doit en conclure avec M. Pasteur que le dédoublement est bien dû à la présence de germes existant dans l'atmosphère en contact avec le liquide.

Le Secrétaire annuel,
Thouvenin.

Séance du 16 *mars* 1885.

Présidence de M. Floquet.

Membres présents : MM. Arth, Bagnéris, Barthélemy, Bertin, Bleicher, Blondlot, Chenu, Chevalier, Dumont, Fliche, Floquet, Gény, Hecht, Henry, Herrgott père, Humbert, Jaquiné, Koehler, Laviéville, Macé, de Metz-Noblat, Pérot, Saint-Remy, Schlagdenhauffen, Thouvenin; Viller, ingénieur; Viller, licencié en droit; Volmerange, Wohlgemuth.

Présentation. — MM. Hecht et Floquet présentent M. Calinon comme membre titulaire.

COMMUNICATIONS.

Physique. — 1° M. Dumont décrit et présente à la Société des types des différents *obturateurs instantanés* employés en photographie; il expose les critiques adressées à chacun d'eux et indique un certain nombre d'améliorations à y apporter. Il met sous les yeux des membres présents, une collection de vues d'objets en mouvement obtenues à l'aide de ces différents obturateurs avec des temps de pose variant de $^1/_{10}$ à $^1/_{100}$ de seconde.

Digitized by Google

M. Dumont décrit ensuite un nouveau *photomètre photographique* qu'il croit destiné à rendre de grands services aux praticiens. C'est une communication de M. Olivier, présentée dans le courant de janvier à l'Académie des sciences qui lui en a suggéré l'idée théorique. M. Olivier affirme que le radiomètre, si l'on prend soin de l'entourer d'écrans monochromiques formés de cuves renfermant une solution de sulfate de cuivre ammoniacal, tourne avec une vitesse qu'on peut dans la pratique considérer comme proportionnelle à l'action chimique, c'est-à-dire photographique, des rayons lumineux auxquels il est exposé. M. Dumont, pour rendre l'instrument pratique, fait souffler autour de la sphère du radiomètre une sphère concentrique de verre qui servira de récipient à la solution de sulfate de cuivre ou à tout autre liquide, l'appareil dont les tours se compteront facilement à l'aide d'un signe distinctif marqué sur une des palettes mobiles (dispositif indiqué par M. Olivier), sera placé au fond d'un tronc de cône formé d'étoffe légère et opaque, de façon à ne recevoir par le grand diamètre resté ouvert, qu'une quantité de lumière proportionnelle à celle émise par l'objet à photographier. L'intensité lumineuse variant, toutes autres choses égales d'ailleurs, on obtiendra un bon cliché si l'exposition a duré pendant un nombre de révolutions du radiomètre égal à celui qu'une expérience préliminaire aura une fois pour toutes indiqué. M. Dumont tiendra la Société au courant des expériences qu'il se propose de faire avec cet instrument.

Discussion. — M. Blondlot ne pense pas que le nombre de tours faits en un temps donné par le tourniquet du radiomètre puisse indiquer exactement l'intensité de la lumière; car il est démontré que c'est sous l'influence des rayons calorifiques que le radiomètre tourne. — Aussi ne croit-il pas que cet appareil puisse servir à indiquer la durée du temps de pose.

M. Dumont répond qu'une indication absolument précise de l'intensité de la lumière n'étant pas absolument nécessaire, les renseignements donnés par le radiomètre, modifié comme il l'a dit, sont suffisants pour la pratique d'après les expériences de M. Olivier.

2° M. Blondlot fait part à la Société des recherches entreprises par M. Bichat et lui sur les *différences électriques entre les liquides.*

3° M. Blondlot expose comment il est parvenu à démontrer que *l'air échauffé à la température du rouge obéit à la loi des tensions de Volta et fait partie de la série des tensions formée par les métaux.*

Voici l'expérience qui le prouve. Une cloche de porcelaine vernissée, fixée de manière que l'ouverture soit en bas, est chauffée par l'extérieur de manière à porter l'atmosphère qu'elle contient à la température du rouge. Dans cette cloche sont disposées, en regard l'une de l'autre, deux plaques, l'une de cuivre (ou de fer) et l'autre de platine, supportées par des colonnes de platine reliées aux pôles d'un

Digitized by Google

électromètre capillaire. L'expérience montre que l'électromètre reste au zéro et que même, s'il a été préalablement dévié à dessein, il y est ramené par le circuit comprenant l'air chaud. Il faut en conclure que cet air obéit à la loi des tensions.

On peut en déduire comme corollaire qu'il est extrêmement probable que l'air ne joue aucun rôle dans les mesures de la différence électrique de deux métaux exécutées par la méthode de Volta ou les méthodes analogues.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 16 *avril* 1885.

Présidence de M. FLOQUET.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Beaunis, Bertin, Bleicher, Bichat, Chevalier, Fliche, Floquet, Herrgott père, Humbert, Lecat, Le Monnier, Millot, de Metz-Noblat, Pérot, Saint-Remy, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Viller, Volmerange.

Rapport et Élection. — M. Floquet fait un rapport verbal sur la candidature de M. Calinon, présentée dans la dernière séance.

A l'unanimité, M. Calinon, chef de la comptabilité des usines et forges de Pompey, est élu membre titulaire de la Société.

COMMUNICATIONS.

I. **Botanique.** — M. FLICHE communique à la Société le résultat de ses recherches sur les ***substitutions anciennes d'essences forestières aux environs de Nancy.***

II. **Météorologie.** — M. MILLOT expose la ***classification des nuages de Poëy*** et fait ressortir les avantages qu'elle présente sur la nomenclature d'Howard employée jusqu'ici. Il signale quelques lacunes et indique quelques modifications qu'il serait nécessaire d'y apporter. (Ces deux communications seront insérées ***in extenso*** dans les Mémoires de la Société.)

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 1er *mai* 1885.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN, vice-président.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Bertin, Bleicher, Charpentier, Chenu, Chevalier, Dumont, Guntz, Koehler, Le Monnier, Millot, Pérot, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Viller, Volmerange, Wohlgemuth.

Présentation. — MM. Bleicher et Barthélemy présentent M. Maurice des Robert comme membre associé de la Société.

Digitized by Google

COMMUNICATION.

Optique. — M. A. CHARPENTIER fait une communication sur *l'influence de l'obscurité sur les fonctions visuelles.*

On sait qu'en passant d'un lieu éclairé dans un lieu sombre, on commence par être comme aveuglé, on ne distingue aucun détail de l'espace environnant; ce n'est que peu à peu qu'une sorte d'adaptation se produit entre le fonctionnement de l'œil et l'éclairage ambiant, de manière à permettre, au bout d'un temps plus ou moins long, un certain degré de vision. Cette vision est assez imparfaite, mais il n'en est pas moins vrai que la délicatesse des perceptions visuelles hausse et baisse en même temps que l'éclairage.

Sur quelle fonction porte cette adaptation? M. Charpentier a prouvé par des travaux antérieurs que, dans la perception d'un objet coloré comprenant des détails multiples, on peut distinguer trois processus différents : perception lumineuse simple, perception de couleur, perception de forme. Chacune de ces trois perceptions exige, pour se produire, des quantités de lumière différentes; ces quantités de lumière peuvent servir à mesurer la délicatesse de chaque perception spéciale. Or, l'adaptation à l'éclairage ambiant ne porte pas sur la perception de couleur ni sur la perception de forme; seule la perception lumineuse varie en même temps que cet éclairage, et on pourrait assez facilement mesurer l'un par l'autre.

La perception lumineuse peut donc varier dans des proportions considérables, de 1 à 500 et même davantage.

Combien de temps exige pour se produire cette adaptation de la perception lumineuse à un nouvel éclairage? Cela dépend de la différence qui existe entre ce dernier et l'éclairage primitif. Il faut environ 20 ou 25 minutes à un œil habitué à l'éclairage d'un jour moyen pour être adapté définitivement à l'obscurité complète, c'est-à-dire que ce n'est qu'après 25 minutes environ que la perception lumineuse ne varie plus. Il faut évidemment d'autant moins de temps qu'il y a moins de différence entre l'éclairage primitif et le nouveau.

M. Charpentier a étudié la marche de l'augmentation de la perception lumineuse d'un œil transporté du grand jour dans l'obscurité. Aubert (de Rostock) avait déjà étudié la question en recouvrant l'œil, à des intervalles de temps plus ou moins rapprochés, avec des verres noirs en nombre suffisant pour éteindre la perception d'un fil de platine rendu lumineux par un courant constant.

M. Charpentier détermine simplement de minute en minute, avec son photoptomètre, le minimum de lumière perceptible. L'auteur s'est assuré préalablement que cette détermination ne trouble pas la marche de l'adaptation lumineuse. La valeur du minimum perceptible diminue

Digitized by Google

d'abord très vite, puis de plus en plus lentement; la courbe de cette diminution ressemble assez à celle du refroidissement des corps chauds. Le minimum perceptible diminue d'autant plus vite que sa valeur à un moment donné diffère davantage de la valeur définitive qu'il acquiert par une adaptation complète à l'obscurité.

C'est cette valeur définitive qui doit servir de terme de comparaison, dans la mesure photométrique des intensités lumineuses d'après la méthode de l'auteur.

Cet accroissement de la perception lumineuse dans l'obscurité paraît en rapport avec la régénération du rouge visuel de Boll et de Kühne.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 15 *mai* 1885.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN, vice-président.

Membres présents : MM. Bertin, Bleicher, Charpentier, Hecht, Held, Humbert, Millot, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Viller, Volmerange.

Élection. — La Société procède au vote pour l'admission de M. Maurice des Roberts comme membre associé. M. des Roberts est élu à l'unanimité.

La Société décide qu'il sera nommé, dans la prochaine séance, une commission chargée de préparer le programme des questions à proposer pour être discutées au Congrès des Sociétés savantes à Paris en 1886.

COMMUNICATION.

Optique. — M. CHARPENTIER fait une communication sur l'*influence des perceptions d'un œil sur celles de l'autre.*

Les deux yeux sont reliés l'un à l'autre par des connexions nerveuses encore mal connues, mais dont l'existence est indubitable. La preuve la plus nette est qu'ils fonctionnent simultanément, et que les impressions doubles qu'ils reçoivent se fusionnent en une perception unique; il y a donc au moins un centre nerveux commun aux deux yeux.

On peut dès lors se demander si, par la voie de ce centre commun, une impression affectant un seul œil se communique à l'autre en partie, ou, d'une façon générale, si les perceptions d'un œil influent sur celles de l'autre.

Certains auteurs ont prétendu qu'une image développée dans un œil était perçue en même temps par l'autre œil non excité. M. Charpentier n'a pas pu retrouver ces images induites, mais il a cherché à résoudre la question par une autre voie, en déterminant l'état de la sensibilité de l'un des yeux, d'une part, quand l'autre œil ne reçoit aucune lumière, d'autre part, ce second œil étant excité par une source lumineuse assez

Digitized by Google

intense. L'œil gauche, par exemple, étant appliqué à l'oculaire du photomètre de l'auteur, on détermine comparativement le minimum perceptible pendant que l'œil droit est maintenu dans l'obscurité ou exposé au grand jour. Jamais, dans ces conditions, l'on n'a pu observer de différence dans la sensibilité du premier œil.

On peut se placer dans des conditions encore plus favorables pour cette recherche, en faisant varier dans des proportions énormes l'excitabilité de l'œil influençant. On sait combien cette excitabilité s'accroît quand l'œil est maintenu pendant un certain temps dans l'obscurité, et combien ensuite elle diminue rapidement par l'exposition du même œil à la lumière.

Or j'ai, dans plusieurs expériences, maintenu les deux yeux dans l'obscurité pendant au moins 20 minutes, et même une fois pendant une heure. Puis le minimum perceptible était déterminé pour l'œil gauche, par exemple, l'autre œil restant fermé; on ouvrait alors l'œil droit largement en face du ciel, qu'on regardait pendant plusieurs minutes. Le minimum perceptible, déterminé ensuite, était resté le même.

Seulement, sous l'influence de cette illumination de l'œil droit, un phénomène très curieux se manifestait de l'autre côté. Dans l'obscurité, le champ visuel était devenu complètement obscur; dès que l'œil droit était exposé à la lumière, l'œil gauche paraissait lui-même éclairé à un degré moindre, avec une apparence de fourmillement lumineux tout à fait remarquable : on eût dit une circulation intense et continuelle de points éclairés; puis, fermait-on l'œil droit, des figures sombres et étoilées couvraient d'une trame assez lâche le champ visuel, enfin la trame se resserrait et l'obscurité envahissait le champ tout entier.

Cette suite de perceptions lumineuses est évidemment un phénomène subjectif, purement cérébral, car si l'impression développée avait pour siège l'appareil visuel gauche dans toute son étendue, le minimum perceptible serait nécessairement augmenté (d'après mes expériences antérieures). Or, ce minimum conserve la même valeur; seulement il paraît plus blanc qu'avant l'exposition de l'œil droit à la lumière.

En résumé, l'excitation reçue par un œil peut se répercuter, non sur l'autre œil, mais sur l'appareil percepteur commun.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 2 juin 1885.

Présidence de M. FLOQUET.

La séance a lieu à l'amphithéâtre de physique de la Faculté des sciences et se termine par une visite à l'observatoire météorologique de Nancy.

Digitized by Google

Membres présents : MM. Arth, Bagnéris, Beaunis, Bertin, Bleicher, Blondlot, Charpentier, Chenu, Chevalier, Dumont, Floquet, Godfrin, Guntz, Hecht, Held, Herrgott père, Humbert, Lallement, Lecat, de Metz-Noblat, Millot, Pérot, Prenant, Saint-Remy, des Robert, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Viller, ingénieur des ponts et chaussées en retraite, Viller, licencié en droit, Wohlgemuth.

COMMUNICATIONS.

I. **Physiologie.** — M. Beaunis fait une communication sur la *contraction simultanée des muscles antagonistes.*

Quand on relie les tendons de deux muscles antagonistes, le gastrocnémien, par exemple, et le tibial antérieur (fléchisseur du tarse) à deux tambours myographiques à transmission, et qu'on détermine par des excitations variées, des contractions réflexes, on voit, en général, les deux muscles antagonistes se contracter simultanément.

Cependant le phénomène n'est pas constant. En effet, dans les conditions expérimentales indiquées ci-dessus, les trois cas suivants peuvent se présenter :

1° *Les deux muscles antagonistes se contractent simultanément.* Dans quelques cas, les deux contractions sont calquées l'une sur l'autre ; elles débutent et finissent ensemble et la contraction d'un muscle est la reproduction fidèle de la contraction de l'autre, sauf généralement en un point, la hauteur de la contraction.

Mais souvent il n'en est pas ainsi et les deux contractions diffèrent de caractère. Ces différences peuvent porter sur le début, la terminaison, la durée, la hauteur et la forme de la contraction, et l'on peut, dans ces conditions, rencontrer toutes les variétés imaginables.

2° *Un des muscles se contracte ; le muscle antagoniste se relâche et s'allonge.* Ce relâchement du muscle se traduit sur le tracé par un abaissement de la courbe au-dessous de la ligne de début et indique un allongement du muscle. Cet allongement réflexe, que je crois avoir été le premier à signaler, rentre évidemment dans ces phénomènes d'arrêt que j'ai étudiés antérieurement.

3° Un seul des deux muscles se contracte, l'autre reste immobile.

Ces faits ont été observés sur la grenouille, le chien, le cobaye, le lapin.

Quand, au lieu de déterminer des contractions réflexes par des excitations, on laisse l'animal à lui-même, il se produit de temps en temps des contractions qu'on peut appeler spontanées ; dans ces conditions, les mêmes phénomènes peuvent se produire, contractions simultanées des antagonistes, relâchements musculaires, absolument comme dans les cas précédents. Il est bien évident que le terme *spontané* veut simplement dire « absence d'une excitation déterminée et intentionnelle »,

Digitized by Google

car l'animal est attaché sur la planchette du myographe et soumis par conséquent à des influences expérimentales qui peuvent agir comme excitantes.

En est-il de même aussi dans les contractions dites volontaires? Il est permis, je crois, de l'admettre, quoique la démonstration expérimentale en soit à peu près impossible chez les animaux.

Les faits que je viens d'exposer confirment expérimentalement les vues anciennes de Winslow, reprises et développées par Duchenne de Boulogne, sur le rôle des muscles antagonistes. Ces muscles ne sont donc pas, comme on l'admet généralement, uniquement passifs dans un mouvement donné. Ils interviennent, au contraire, d'une façon directe dans les mouvements, et le mouvement total n'est que la résultante des actions qui se passent dans les muscles antagonistes.

II. **Météorologie.** — M. MILLOT présente les instruments de l'observatoire météorologique de Nancy.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 16 juin 1885.

Présidence de M. FLOQUET.

Membres présents : MM. Arth, Barthélemy, Bertin, Bleicher, Blondlot, Chevalier, Floquet, Guntz, Gross, Hecht, Humbert, Jaquiné, Lecat, Le Monnier, Millot, Riston, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Viller.

M. le Président exprime les douloureux regrets que fait éprouver à la Société la perte d'un de ses membres correspondants, M. Olry, instituteur communal à Allain (Meurthe-et-Moselle).

M. le Président donne lecture des questions choisies, par la commission nommée à cet effet, pour être proposées au Congrès des Sociétés savantes en 1886.

COMMUNICATIONS.

I. **Mathématiques.** — M. FLOQUET rend compte d'un mémoire de M. CALINON, intitulé : *Étude critique sur la mécanique.* Ce travail sera publié *in extenso* dans le Bulletin de la Société.

II. **Géologie.** — M. BLEICHER fait à la Société une communication sur la découverte qu'il vient de faire de *corps organisés attribuables à des diatomées,* dans une *plaque mince du silex hornstein* du terrain tertiaire d'eau douce de Riedisheim (Haute-Alsace).

Il rappelle en peu de mots la constitution du terrain tertiaire d'Alsace, qui a fait l'objet d'un de ses travaux les plus récents en collaboration avec M. le professeur Fliche, et décrit le gisement de ces silex, en insistant sur ce fait intéressant qu'on y constate l'apparition subite

Digitized by Google

de plantes évidemment oligocènes, immédiatement au-dessus de couches dont la faune paraît appartenir à l'éocène supérieur et a été considérée comme telle jusqu'ici.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 1er juillet 1885.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN, vice-président.

Membres présents : MM. Barthélemy, Bertin, Bleicher, Blondlot, Godfrin, Kœhler, Klobb, Lecat, Macé, de Metz-Noblat, Millot, Le Monnier, Pérot, Prenant, Saint-Remy, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Viller, licencié en droit.

Présentation. — MM. Bleicher et Thouvenin présentent comme membre associé M. Thomas, vétérinaire en 1er au 10e régiment de hussards.

COMMUNICATION.

Zoologie. — M. PRENANT communique à la Société les résultats de ses recherches sur les *vers parasites des poissons.*

Les vers parasites des poissons de mer et d'eau douce qui ont été surtout examinés sont des vers plats. Le grand groupe des Nématodes a été en général laissé de côté.

121 poissons ont été examinés ; ils sont répartis entre 15 espèces.

Les recherches « sur les vers parasites des poissons » comprennent :

1° La distribution des parasites dans les divers poissons et la nomenclature des espèces rencontrées ;

2° La description de quelques parasites peu étudiés ou même nouveaux, et l'exposition de quelques faits anatomiques.

I.

Les faits statistiques principaux sont : la présence d'Anthocéphales libres chez la raie, alors qu'ils n'ont été décrits qu'enkystés ; — l'absence constatée sur 51 brochets d'Échinorhynques vivants, toutes les fois que des *Triænophorus* occupaient l'intestin du poisson ; d'où l'antagonisme, de cause purement mécanique, qui existe entre ces deux sortes de parasites ; — l'absence de certains parasites chez des poissons où ils passent pour être constants et dont ils sont réputés caractéristiques. — Certains faits, tels que celui du *Distomum tereticolle* que le brochet héberge, tendant à montrer que ce parasite ne se rencontre pas ailleurs que chez les brochets des lacs de la Suisse, où il devient constant et qu'il peut caractériser ; d'où l'intérêt qui s'attache, au point de vue de la géographie zoologique, à l'étude des parasites d'un poisson dans plusieurs régions. — Une nouvelle espèce de filaire vivant dans les artères branchiales du brochet.

Digitized by Google

II.

La partie anatomique contient surtout : quelques rectifications anatomiques au sujet des caractères de *Acanthobothrium Dujardinii*, et du diagnostic de cette espèce d'avec *Acanthobothrium coronatum* ; — la description incomplète de l'appareil excréteur de *Distomum tereticolle* ; — la description de la filaire nouvelle ; — quelques considérations au sujet de l'ampoule excrétrice protractile du *Distomum rufoviride*, et particulièrement de la musculature de cette ampoule comparée à celle des téguments et de quelques organes. Dans toutes ces parties, la couche musculaire se constitue : 1° d'une matrice musculogène ; 2° d'une couche de fibres contractiles. Celle-ci est simple ou double ; dans ce dernier cas, les deux assises sont assez différentes l'une de l'autre ; une ne présente rien de remarquable ; l'autre, formée d'un réseau à mailles souvent régulièrement quadrangulaires de fibres cylindroïdes, est assez bien caractérisée.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 15 *juillet* 1885.

Présidence de M. FLOQUET.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Bertin, Bleicher, Blondlot, Charpentier, abbé Chevalier, Dumont, Floquet, Guntz, Hecht, Herrgott père, Humbert, Millot, Le Monnier, Thouvenin, Viller, Volmerange.

Élection. — La Société procède au vote pour l'admission de M. Thomas, médecin-vétérinaire en premier au 10e régiment de hussards à Nancy, comme membre associé. M. Thomas est élu à l'unanimité.

COMMUNICATIONS.

1. **Météorologie.** — M. MILLOT expose les données sur lesquelles repose la *construction de la carte météorologique quotidienne de l'observatoire ;* il indique la clef nécessaire pour son interprétation.

La prévision du temps, telle qu'on la pratique aujourd'hui dans les observatoires des capitales de l'Europe, ainsi qu'aux États-Unis, est une prévision à courte échéance, c'est-à-dire pour 24 heures environ. C'est la seule que l'on puisse aborder dans l'état actuel de la science. Elle est basée sur la connaissance de la *situation relative* des aires de hautes pressions et des aires de basses pressions, sur la connaissance des phénomènes qui accompagnent ces deux façons d'être de l'atmosphère et sur celle de la *marche future* probable des aires de basses pressions.

Digitized by Google

On y arrive en centralisant, au moyen du télégraphe, les observations du baromètre et des autres instruments météorologiques faites au même moment dans un grand nombre de stations.

Si on porte sur une carte les diverses hauteurs simultanées du baromètre (ramenées au niveau de la mer), et si on joint par un trait continu les localités où la pression est la même, les lignes ainsi tracées portent le nom d'*isobares* ou lignes d'égale pression. On remarque que la pression barométrique est ordinairement distribuée de telle sorte qu'elle présente, en certains lieux, des minima autour desquels la pression va en augmentant dans toutes les directions, et, en d'autres points, des maxima autour desquels la pression va en diminuant d'une façon plus ou moins régulière. Ces aires de hautes et de basses pressions sont limitées par la courbe de pression moyenne, ou de 760 millimètres, que l'on marque d'un trait plus épais. Les premières s'appellent indifféremment *dépressions, tempêtes, tourbillons, cyclones, bourrasques,* etc. ; les secondes ont reçu, par antithèse, le nom *d'anticyclones.*

Les dépressions barométriques ont des dimensions considérables et excessivement variées, leur diamètre peut n'être que d'une centaine de lieues ; quelquefois une seule dépression couvre toute la surface de l'Europe. Dans les dépressions, les isobares affectent la forme de courbes fermées à peu près circulaires et concentriques et le minimum de pression peut atteindre 720 millimètres dans nos contrées.

La masse d'air qui en fait partie est toujours animée d'un mouvement de rotation, tantôt lent, tantôt rapide, autour d'un axe vertical passant par le lieu du minimum barométrique. Dans notre hémisphère, ce mouvement de rotation, s'effectue de droite à gauche, c'est-à-dire de l'est vers le nord, puis vers l'ouest et le sud et ainsi de suite. Dans son mouvement de rotation, le vent n'est pas parallèle aux isobares, mais incliné sur elles et vers le centre de la dépression, de telle sorte que c'est en décrivant des spirales que les masses d'air affluent vers le minimum barométrique pour rétablir l'équilibre. Dans l'hémisphère sud, le sens de la rotation est inverse, c'est-à-dire de gauche à droite. De là cette règle générale : tournez le dos au vent et la pression sera plus faible à votre gauche qu'à votre droite ; le centre de la dépression sera à peu près dans la direction de votre bras gauche étendu latéralement.

La force du vent est variable dans les différents points d'une dépression : elle est plus grande dans ceux où la vitesse de rotation et celle de translation s'ajoutent comme étant de même sens. Dans nos contrées, où les dépressions marchent le plus fréquemment de l'ouest vers l'est, c'est dans la moitié méridionale du tourbillon, à droite, par conséquent, de la trajectoire du centre, que le vent est habituellement le plus fort. En effet, indépendamment de son mouvement tourbillon-

Digitized by Google

naire, la dépression tout entière se déplace avec une vitesse des plus variables.

On appelle *dépressions secondaires* ou *satellites*, des dépressions à surface restreinte qui prennent naissance à l'intérieur d'une vaste dépression, le plus souvent dans le demi-cercle méridional de celle-ci, qui prend alors le nom de *dépression principale*. Ce sont les dépressions secondaires qui occasionnent les plus violentes tempêtes et les plus fortes averses, parce que, dans leur secteur sud, les vitesses de rotation et de translation de la dépression principale s'ajoutent à la vitesse de rotation qui leur est propre.

Voici le temps qu'il fait d'habitude dans les différentes régions soumises à l'influence d'une dépression. En supposant la zone circulaire d'un tourbillon divisée en huit secteurs, nord, nord-ouest, ouest, sud-ouest, etc., on aura :

Dans le secteur est, des vents de sud avec ciel couvert;

Dans le secteur sud-est, des vents de sud-ouest avec de la pluie ;

Dans le secteur sud, des vents d'ouest avec de la pluie ;

Dans le secteur sud-ouest, des vents de nord-ouest et des ondées alternant avec des éclaircies ;

Dans le secteur ouest, des vents de nord avec des éclaircies plus fréquentes.

Le ciel sera le plus souvent nuageux ou pur dans les trois secteurs nord, avec des vents de nord-est dans le secteur nord-ouest, des vents d'est dans le secteur nord et des vents de sud-est dans le secteur nord-est.

Le vent sera relativement faible dans les trois secteurs nord, relativement modéré dans les secteurs est et ouest, très inégal dans le secteur sud-ouest où le temps est à grains; il aura sa plus grande force dans les deux secteurs sud-est et sud, surtout dans la portion de ces secteurs située vers le tiers du rayon à partir du centre. Il en sera de même de la nébulosité et de la quantité de pluie. Quant à l'intensité absolue du vent, toujours moins grande en été qu'en hiver (sauf dans quelques cas particuliers), elle sera proportionnelle au rapprochement des isobares ou à la *pente barométrique*.

Lorsqu'une dépression a une surface restreinte, les mauvais temps tendent à sévir, *en hiver*, aussi bien dans le demi-cercle méridional que dans l'hémicycle nord.

Si la dépression est légère, les vents resteront faibles ou modérés; et *pendant l'été*, des *orages* éclateront dans le demi-cercle sud-est, c'est-à-dire en France quand le centre de la dépression sera au large de nos côtes de l'Océan.

En hiver, les dépressions seront plus accentuées, les vents plus forts, et la *neige* tombera dans les secteurs nord-ouest, ouest, sud-ouest et sud.

Digitized by Google

Au printemps, les grains des secteurs sud-ouest et ouest seront remplacés par des *giboulées* de neige et de grésil.

En été, la chaleur sera tempérée dans tous les secteurs du demi-cercle occidental d'une dépression, à cause des vents de nord; elle sera orageuse et accablante dans les secteurs du demi-cercle oriental à cause des vents de sud.

En hiver, pour la même raison, il fera doux en avant du centre de la dépression et le froid sévira après le passage du centre.

Les *gelées printanières* se manifestent toujours dans le demi-cercle occidental d'une dépression dont le centre s'éloigne après avoir passé sur l'Angleterre, ou bien dans le demi-cercle septentrional d'une dépression dont le centre est sur la Méditerranée.

Les *pluies générales et de longue durée* se produisent surtout quand une dépression légère stationne sur la France, ou quand une série de petites dépressions s'y succèdent rapidement.

Les *brouillards,* en hiver, sont amenés chez nous par les dépressions méditerranéennes.

La plupart des dépressions observées en Europe nous arrivent toutes formées de l'Océan Atlantique. Elles abordent généralement notre continent de façon que leur centre passe sur les îles Britanniques suivant une trajectoire dirigée de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est, ou du sud-ouest au nord-est. Quelques-unes, venant du nord-ouest, traversent l'Angleterre et l'Europe centrale pour aller s'évanouir sur la Méditerranée. D'autres, marchant droit à l'est, se présentent vers nos côtes de l'Océan et traversent l'Europe dans toute sa largeur; d'autres enfin, venues des Açores parcourent les rivages méditerranéens ou, plus rarement, remontent droit au nord en passant au large de nos côtes.

Quant aux tourbillons qui prennent naissance en Europe, ceux qui nous intéressent le plus sont ceux qui se forment sur le golfe de Gênes et sur le golfe de Gascogne. Les premiers restent généralement un ou deux jours stationnaires en augmentant d'énergie, avant de prendre leur chemin vers l'est. Ce sont eux qui font souffler le mistral dans la vallée du Rhône et occasionnent des brouillards ou des gelées chez nous.

Les tourbillons du golfe de Gascogne restent également un ou deux jours stationnaires comme s'ils hésitaient sur la route à suivre. Ce sont eux qui, en été, occasionnent des orages en France. Tantôt ils traversent la France du sud-ouest au nord-est, tantôt ils se rendent dans la Méditerranée en franchissant l'isthme pyrénéen.

Jamais une dépression n'a traversé la France venant d'une direction orientale.

Les dépressions se succèdent généralement à la file, en augmentant d'importance jusqu'à celle du milieu, pour aller ensuite en diminuant. Une pluie continue n'est donc pas une précipitation unique, mais la

Digitized by Google

répétition fréquente du même phénomène, que la girouette indique en revenant chaque fois au sud-ouest, quand le vent a tourné à l'ouest et au nord-ouest, et le baromètre en oscillant sans cesse. Quand donc on verra, après une première dépression, le vent reculer au sud-ouest, au lieu de continuer sa rotation vers le nord, c'est qu'une seconde dépression arrive, suivant de près la première.

Les caractères essentiels des *anticyclones* sont, outre la pression élevée, l'écartement des isobares, par conséquent le calme de l'air, la sécheresse et le beau temps fixe, avec chaleurs ou froids excessifs suivant la saison, conséquence de la grande pureté de l'air. En hiver, les anticyclones amènent les froids intenses ainsi qu'on l'a vu en 1879-1880. En été, ils amènent les sécheresses.

La fréquence des dépressions sur nos contrées fait que les anticyclones ne s'y établissent que d'une façon accidentelle. Ils sont plus fréquents et plus durables au centre des vastes continents : en Europe, c'est en Russie qu'ils règnent le plus habituellement et parfois l'anticyclone de Russie se prolonge à travers le continent jusque sur la France, sous la forme d'une bande allongée comprise entre deux zones de basses pressions.

A cause de la densité de l'air dans les anticyclones et de l'inertie de sa masse, ceux-ci sont assez stables, difficiles à entamer, ils ne se déplacent qu'avec lenteur et n'ont pas de mouvement qui leur soit propre. Tantôt ils s'évanouissent sur place, détruits à la longue par les appels d'air des dépressions qui se succèdent ou séjournent dans leur voisinage ; tantôt ils sont entraînés lentement dans un mouvement plus général de l'atmosphère. Ils opposent donc souvent une barrière infranchissable aux tourbillons qui les abordent ; ils modifient la marche des dépressions en forçant celles-ci à les contourner et à circuler dans les intervalles qu'ils laissent entre eux. Aussi pour indiquer la marche future probable d'une dépression, doit-on tenir grand compte d'un anticyclone qui se trouverait sur la route habituelle de la dépression.

Une remarque importante, c'est que, pour qu'il y ait tourbillon, il n'est pas nécessaire que le minimum barométrique central soit inférieur à la pression moyenne, il suffit qu'il soit inférieur à la pression exercée sur les contrées environnantes. Pour une raison analogue, les anticyclones peuvent aussi n'être que relatifs.

Actuellement 125 stations, dont 42 en France, envoient leurs observations à Paris et les pronostics formulés dans la dépêche quotidienne envoyée dans toute la France, se vérifient en moyenne 80 à 82 fois pour 100 pour les avertissements maritimes affichés dans les ports et 73 à 75 fois pour 100 pour les avertissements agricoles, car les influences locales ont ici plus d'importance. Les chances d'erreur diminuent à mesure que le réseau d'observations se complète et que le personnel devient plus exercé.

Digitized by Google

II. **Chimie.** — M. GUNTZ donne le résultat de ses recherches sur la *chaleur de formation de quelques composés de l'antimoine.*

L'iode et le brome se combinent à l'antimoine avec un dégagement de chaleur assez considérable. L'on a, en effet, à la température de 16°:

$$Sb \text{ solide} + 3\,Br \text{ gaz} = SbBr^3 \text{ solide} + 76^{cal},9$$
$$Sb \text{ solide} + 3\,Io \text{ gaz} = SbIo^3 \text{ solide} + 45^{cal},4$$

Ces nombres, comparés à ceux obtenus pour l'arsenic, montrent que les affinités chimiques de l'antimoine sont semblables à celles de l'arsenic, tout en étant plus énergiques.

L'oxyde d'antimoine, en se combinant avec le bitartrate de potasse pour former l'émétique, absorbe de la chaleur. De plus, les solutions d'émétique traitées par des équivalents successifs de base ou d'acide dégagent des quantités de chaleur décroissantes.

Ces deux séries de phénomènes montrent que, dans l'émétique, l'oxyde d'antimoine ne joue pas le même rôle que la potasse, et qu'il doit saturer une des fonctions alcooliques de l'acide tartrique.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 1er août 1885.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN, vice-président.

Cette séance a lieu dans l'amphithéâtre de physique de la Faculté des sciences.

Membres présents : MM. Arth, Bagnéris, Barthélemy, Bertin, Bichat, Bleicher, Chevalier, Fliche, Guntz, Herrgott père, Lavreville, Lecat, Millot, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Viller.

COMMUNICATION.

Physique. — M. BICHAT présente un *nouveau modèle de tourniquet électrique* permettant d'étudier cet instrument dans des conditions parfaitement déterminées et comparables.

Le tourniquet à pointes employé jusqu'à présent ne remplit nullement ces conditions : il est impossible en effet de faire deux pointes identiques, et, d'autre part, par suite du fonctionnement du tourniquet, les pointes s'altèrent d'une manière absolument arbitraire.

Dans le nouvel instrument, les pointes sont remplacées par des fils métalliques de très petit diamètre que l'on peut toujours remplacer par des fils identiques ou par d'autres fils de diamètre et de nature différents, ce qui permet d'étudier les diverses circonstances qui peuvent influer sur la marche de cet appareil.

M. Bichat fait fonctionner le nouveau tourniquet devant la Société,

Digitized by Google

et il indique quelques-uns des résultats que son étude lui a déjà permis d'obtenir.

M. Bichat présente, en son nom et au nom de M. Blondlot, un *nouvel électromètre* destiné à la mesure des hauts potentiels. Cet instrument, d'une construction simple, fonctionne avec la plus grande régularité ; il permet d'évaluer les potentiels en valeur absolue.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 16 novembre 1885.

Présidence de M. FLOQUET.

Membres présents : MM. Arth, Bagnéris, Barthélemy, Bertin, Bleicher, Blondlot, Brunotte, Chevalier, Fliche, Floquet, Guntz, Held, Herrgott père, Hecht, Humbert, Henri, Jaquiné, Klobb, Le Monnier, de Metz-Noblat, Pérot, Riston, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Vuillemin.

M. le Président donne lecture d'une lettre de M. Thomas, remerciant la Société de l'avoir nommé membre associé.

M. le Président exprime les regrets que fait éprouver à la Société des sciences la perte d'un de ses membres titulaires les plus distingués, M. Bach, doyen honoraire de la Faculté des sciences.

MESSIEURS,

Pendant ces vacances, la Société des sciences de Nancy a fait une perte douloureuse dans la personne d'un de ses membres les plus éminents. M. Bach, doyen honoraire des Facultés des sciences de Strasbourg et de Nancy, est décédé à Marlenheim, le 9 octobre dernier, à l'âge de 72 ans.

S'il ne nous a pas été donné d'adresser à notre cher confrère le suprême adieu, nous avons du moins la satisfaction de savoir que l'un de nos membres correspondants, M. le professeur Hugueny, a su le faire en termes émus et bien dignes d'une vieille amitié. Qu'il reçoive ici l'expression de notre reconnaissance.

C'est le 9 janvier 1861 que M. Bach fut admis à la Société des sciences naturelles de Strasbourg. Vous savez, Messieurs, de quelle façon ses mémoires ont enrichi le *Bulletin* de la Société. De 1861 à 1870, c'est ce *Bulletin* qui a bénéficié presque exclusivement de tous ses travaux. Je citerai les suivants :

1° *Des Passages de Mercure sur le disque du soleil, et du passage de 1861 en particulier ;*

2° *Des Passages de Vénus sur le disque du soleil, et du passage de 1874 en particulier ;*

3° *Éloge historique de M. le professeur Sarrus ;*

4° *De la Position géographique de Strasbourg.*

Digitized by Google

Mais là ne se borne pas l'œuvre scientifique de notre regretté collègue. Les publications dont voici les titres, en s'ajoutant aux précédentes, disent hautement quels étaient son érudition et son talent :

1° *Sur la Pile hexagonale* (*Nouv. Ann.*, 1845);

2° *Sur le Calcul des sinus* (*Ibid.*, 1853);

3° *De l'Intégralité des fonctions différentielles d'un ordre supérieur au premier* (en collaboration avec Stoffel) [Liouv., 1862];

4° *Des Passages de Vénus sur le disque du soleil* (*Ann. de l'École normale*, 1869);

5° *Calcul des éclipses de soleil par la méthode des projections* (1860);

6° *Traité des surfaces du second ordre* (en collaboration avec Saint-Loup, 1859);

7° *Intégration par les séries de l'équation* $y'' - \frac{n-1}{x} y' = y$ (*Ann. de l'École normale*, 1874).

Si M. Bach a bénéficié de la retraite aussitôt qu'il l'a pu, jamais il ne s'est désintéressé de la science ni de l'enseignement. Assidu à nos séances, y prenant souvent la parole, continuant ses recherches personnelles, cherchant de mille façons à se tenir au courant des progrès incessants des mathématiques, le doyen honoraire n'a jamais cessé d'être des nôtres. Il aimait profondément la Société des sciences, à la prospérité de laquelle il avait pris une part si active, et c'est seulement depuis peu, qu'en raison de son état de santé, il avait dû renoncer à assister régulièrement à nos réunions.

La bonté et la modestie étaient les traits dominants de son caractère. Il était plein de cette bonhomie aimable qui commande l'estime et le respect. Il fallait voir avec quelle joie affectueuse il accueillait, au 1er janvier, les vœux de ses anciens collègues ! C'était vraiment une fête de famille, et on ne se séparait qu'après avoir échangé les marques de la plus sincère affection.

Sa mémoire restera chère à tous ceux qui l'ont connu, élèves, collègues ou amis, et nous aimerons à nous rappeler toujours l'homme de bien, le savant professeur, qui, par ses travaux, a tant contribué à la fondation définitive et au développement de notre Société.

COMMUNICATIONS.

I. **Chimie.** — M. KLOBB fait connaître les résultats de ses recherches sur l'*action de l'ammoniaque sur les permanganates métalliques.*

L'auteur a obtenu une nouvelle série de composés en traitant par le permanganate de potasse les sels de certains métaux en solution ammoniacale. Il suffit de mélanger à froid des solutions suffisamment concentrées pour que le sel se précipite immédiatement sous forme d'une poudre cristalline.

Digitized by Google

Les analyses faites sur le sel d'argent lui assignent la composition

$$2\,(MnO^4Ag) + 2\,H^2O + 3\,AzH^3.$$

Les autres composés analogues qui ont été préparés jusqu'ici sont ceux de : cuivre, cadmium, nickel, zinc, magnésium. En outre, le chlorure lutéocobaltique $CO^2Cl^6 + 12\,AzH^3$ donne aussi, avec le permanganate de potasse, un précipité de permanganate lutéocobaltique.

Ces corps cristallisent très facilement et sont fort solubles dans l'eau. Ils sont peu stables. Abandonnés à eux-mêmes, ils se décomposent au bout d'un temps plus ou moins long, en perdant de l'ammoniaque. Ils détonent par la chaleur ainsi que sous le choc du marteau.

Les sels alcalino-terreux et ceux dont les oxydes ne sont pas solubles dans l'ammoniaque donnent un résultat négatif.

En particulier, il n'a pas été possible d'obtenir le composé de plomb. L'auteur ayant d'abord cherché à préparer du permanganate de plomb, ne put obtenir ce sel. En effet, quand on fait digérer du permanganate d'argent avec du chlorure de plomb, la solution filtrée ne renferme plus que de l'acide permanganique.

L'analyse de ces différents corps fera l'objet d'une communication ultérieure.

II. Botanique. — M. FLICHE entretient la Société d'un *voyage botanique en Corse*. Ce n'est point un travail complet qu'il a l'intention de présenter, mais bien de simples notes comme il l'a déjà fait pour d'autres parties de la région méditerranéenne dont il poursuit l'étude. La Corse présente un grand intérêt à ce point de vue; isolée du continent, rapprochée de la Sardaigne, elle présente un grand nombre de plantes endémiques spéciales ou communes à l'île voisine. Elle présente des altitudes considérables, atteignant environ 2,700 mètres, en sorte qu'on peut étudier facilement la superposition des zones de végétation. Enfin, la plus grande partie du sol n'étant pas cultivée, la végétation spontanée a persisté beaucoup plus facilement qu'ailleurs. Quand elle existe, la culture est la même que dans la région des oliviers en France, avec cette différence que le climat étant plus chaud, plus égal, certains végétaux sont communs et réussissent très bien, qui, sur le continent, sont rares ou donnent des produits inférieurs. Tels sont les orangers et les cédratiers. Ces derniers constituent une richesse pour la portion de l'arrondissement de Calvi connue sous le nom de Balagne, qui est la seule région bien cultivée de l'île; la vigne se développe beaucoup dans l'arrondissement de Sartène, mais le phylloxéra l'a fait presque complètement disparaître des autres arrondissements, de celui de Corte en particulier, où elle donnait d'excellents produits et en assez grande quantité.

Le relief de l'île est très âpre : sur le versant occidental, les montagnes tombent en général d'une façon abrupte dans la mer; sur le

Digitized by Google

versant oriental, il y a place à leur pied pour une plaine alluviale et on rencontre sur le bord de la mer des plages sableuses qui font en général défaut à l'ouest. Il y a aussi une grande différence de constitution géologique entre les deux versants : à l'ouest, les granits, à gros grains en général, sont prédominants; à l'est on trouve des roches plus variées, parmi lesquelles quelquefois des calcaires. On trouve aussi des roches formées pour une part notable de carbonate de chaux et appartenant aux terrains tertiaires au sud de l'île, à Bonifacio, et au nord, à Saint-Florent. Partout où cet élément se rencontre, la flore se modifie, en sorte qu'il faut ici comme sur le continent renoncer à l'idée émise par Thurmann relativement à la prétendue similitude, dans le Midi, de la flore des terrains calcaires et de ceux qui ne le sont pas. Sans discuter les causes qui ont amené ce résultat, on peut affirmer que les différences sont aussi prononcées sur les bords de la Méditerranée que dans le Nord.

On peut, en dehors des cultures, reconnaître un certain nombre de divisions naturelles dans la flore de la Corse : celles des plages sableuses des bords de la mer, des pâtures inférieures et maquis, des forêts et des pâturages supérieurs s'étendant de la limite supérieure des forêts aux cimes les plus élevées. Celle-ci a été à peine étudiée, parce qu'au mois de mai, époque du voyage, elle était encore presque complètement couverte de neige. Il a été facile de constater qu'elle s'est constituée en partie aux dépens des forêts dont la limite supérieure tend à s'abaisser constamment sous l'influence néfaste des bergers, et aussi que la flore en est constituée, comme cela est général dans l'île, par des espèces identiques à celles du continent, le *Corydalis fabana*, par exemple, entièrement semblable à celui qu'on rencontre chez nous dans les escarpements du Hohneck, et des espèces spéciales, telles que les *Thlaspi rivale* et *Lepidium humifusum*, qui parfois couvraient le sol. Les plages aussi présentent ce phénomène d'une façon remarquable. Quant au maquis, Grisebach a été parfaitement dans le vrai en y voyant non un type spécial à la Corse, mais l'analogue des autres végétations arbustives qui ont reçu des noms spéciaux dans tous les pays méditerranéens. Il semble même qu'il faille le considérer comme le sous-bois persistant seul de forêts qui ont été ruinées par l'homme. On voit toutes les transitions entre le maquis le plus pur et la forêt normale. Cultivé, puis abandonné à lui-même, le sol qui porte le maquis le voit se reconstituer; mais une seule espèce, le *Cistus Monspeliensis*, couvre d'abord le sol; ce n'est ensuite qu'à la longue qu'on voit reparaître les autres espèces, myrtes, lentisques, etc.

Les forêts sont constituées par des angiospermes (bois feuillus des forestiers) et des gynospermes (conifères ou résineux). Les premiers sont essentiellement pour la région inférieure, le chêne yeuse et le

Digitized by Google

chêne-liège; le hêtre pour la région tout à fait supérieure, c'est lui qu'on rencontre le dernier, à condition toutefois que l'altitude soit assez forte pour que la neige persistant longtemps l'irrigation soit suffisante pendant les mois d'été. Aux basses altitudes, ce sont, comme il vient d'être dit, les chênes à feuilles persistantes qui dominent; le chêne rouvre est très rare et manque souvent complètement. Ce n'est guère qu'au bord des cours d'eau qu'on rencontre des espèces à feuilles caduques : ormes, peupliers, aunes et saules en abondance, ce qui forme, lorsqu'on regarde le pays d'un point qui permette de l'embrasser sur une grande étendue, des cordons d'un vert clair au milieu du vert sombre de la forêt et des maquis. Le chêne yeuse se présente sous forme d'arbres de futaie souvent de fort belles dimensions; le chêne-liège, encore commun à Porto-Vecchio en particulier, quoiqu'il ait eu beaucoup à souffrir de la négligence des habitants, a pris une grande valeur, il est devenu une source de richesse pour les propriétaires qui en possèdent, mais il y a peu de jeunesse pour remplacer les vieux arbres. Les conifères, contrairement à ce qu'on observe en Provence, en Languedoc et en Italie, sont très rares aux basses altitudes, c'est à peine si l'on rencontre quelques arbres isolés et quelques bouquets de pin pinier (*P. pinea*) et de pin maritime (*P. pinaster*), le premier exclusivement sur la côte orientale; mais à partir de 800 mètres on voit apparaître en abondance le pin maritime et presque immédiatement le pin laricio qui devient prédominant, puis existe seul ou se mélange de sapin et de hêtre. Le pin maritime a une très belle forme, il atteint de fort belles dimensions, il est supérieur à ce qu'il est sur le continent, mais il est inférieur comme importance forestière au pin laricio, la grande essence de la Corse. Celui-ci constitue encore des forêts presque vierges, dans lesquelles on trouve des arbres de quatre, cinq et même six siècles restés en très bel état de végétation, mais toutes les forêts ne sont pas aussi riches. On a admis pendant trop longtemps un principe essentiellement faux, étant donnée la faible valeur du bois avant les transports faciles, c'est que la forêt doit payer la dépense des chemins établis pour son exploitation; il en est résulté parfois qu'il n'y a plus rien à faire passer sur la route quand celle-ci a été construite. Le bois de laricio, lorsqu'il a crû en massifs, est d'excellente qualité, mais il a le défaut de ne constituer que tardivement du bois parfait, ce qui oblige à le laisser très longtemps sur pied, au moins 250 ans. Ces bois sont achetés surtout par des commerçants italiens. Sans entrer dans des détails spécialement forestiers sur cette espèce, on peut dire que ce n'est point un arbre de pleine lumière. Sous ce rapport, G. Heyer a été le seul parmi les auteurs forestiers français ou allemands qui ait vu la vérité. Le sapin, identique à celui de nos montagnes de France, donne un bois de qualité supérieure, mais il perd tous les jours de son importance, parce que, placé surtout vers la limite de la

Digitized by Google

forêt, il souffre plus que tous les autres arbres, sauf le hêtre, des dommages qui ont été rappelés plus haut.

L'endémisme des plantes corses présente des problèmes de grand intérêt; il est d'ailleurs fort inégal non seulement parce que, cela a déjà été dit, certaines plantes spéciales sont communes à la Corse et à la Sardaigne, mais encore parce que tantôt les formes spéciales sont fort différentes de celles qu'on rencontre ailleurs, tandis que d'autres sont presque semblables, constituant de simples variétés. Il en est même qui sont indiquées dans les flores et qui sont purement fictives, l'*Alnus suaveolens*, par exemple, qui ne diffère pas de l'*A. viridis* des Alpes.

La végétation de la Corse présente souvent beaucoup d'analogie, non seulement par les espèces qui la constituent, mais par l'aspect et le beau développement des individus, avec ce qu'on observe dans la partie de l'Italie qui a été l'objet, l'année dernière, d'une communication de M. Fliche à la Société. L'humidité assez fortement retenue par les roches dans les deux pays, au moins au printemps, paraît exercer ici une grande action.

Le Secrétaire annuel,
M. F. THOUVENIN.

Séance du 2 décembre 1885.

Présidence de M. FLOQUET.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Bertin, Bleicher, Blondlot, Charpentier, Chevalier, Dumont, Fliche, Floquet, Friant, Godfrin, Guntz, Gross, Haller, Hecht, Kœhler, Le Monnier, Millot, Schlagdenhauffen, Stoeber, Thomas, Thouvenin, Viller, Vuillemin.

COMMUNICATION.

Physique. — M. R. BLONDLOT présente à la Société un instrument auquel il a donné le nom de *multiplicateur électrométrique*. Cet instrument est destiné à reconnaître l'existence et le signe de très petites quantités d'électricité; le principe sur lequel il repose consiste à multiplier la charge donnée par un procédé analogue à celui par lequel on multiplie, à l'aide d'un électrophore, la charge une fois donnée au gâteau de résine de celui-ci. La charge ainsi multipliée devient appréciable à l'aide d'un des électromètres connus. Grâce à un *compensateur* particulier, annexé à l'appareil, on annule préalablement les charges spontanées qui peuvent exister sur les pièces de l'appareil par suite de leur hétérogénéité.

A l'aide de cet instrument, on peut constater une différence de potentiel de Daniell 0,002; son avantage spécial est la petitesse de sa capacité : elle est tellement réduite qu'elle peut accuser l'existence d'une charge moindre que le $\frac{1}{100,000,000,000}$ de la plus petite charge visible dans l'électromètre capillaire.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Digitized by Google

Séance générale annuelle du 16 décembre 1885.

Présidence de M. Floquet.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Bertin, Bichat, Bleicher, Blondlot, Brunotte, Charpentier, Chenu, Dumont, Fliche, Floquet, Friant, Haller, Hasse, Hecht, Held, Henri, Herrgott père, Klobb, Le Monnier, Macé, Millot, Prenant, Riston, Schlagdenhauffen, Thomas, Thouvenin, Volmerange, Vuillemin.

Messieurs,

Cette fois encore, l'année ne finit pas sans que la mort soit venue parmi nos membres titulaires. C'est M. Bach, doyen honoraire des Facultés des sciences de Strasbourg et de Nancy qui, cette année, manque à notre réunion. Dans une séance précédente, j'ai essayé de rappeler les talents, les services, les qualités si sympathiques de notre dévoué collaborateur. Aujourd'hui, j'ai voulu seulement redire ce nom qui a brillé si souvent dans les Annales de notre Société.

D'autres vides, dus à des causes moins cruelles, se sont produits dans nos rangs. MM. Laviéville, Lecat, professeurs au lycée, et M. Gény, inspecteur adjoint des forêts, ont dû nous quitter par suite de changements de résidence. Un autre membre titulaire a démissionné, ce qui porte à 5 le chiffre de nos pertes. Mais de nouvelles et importantes recrues sont venues rétablir et au delà le nombre des titulaires. Neuf membres nouveaux ont été admis en 1885, de façon que notre total, qui était de 57 au 1er janvier dernier, se trouve élevé actuellement à 62. Ajoutons que le nombre des membres associés s'est accru de deux unités, ce qui le porte à 22, et que nous avons en outre 51 membres correspondants nationaux et 26 membres correspondants étrangers.

Un illustre savant, publiant dernièrement ses recherches dans une grande revue scientifique française, écrivait ces mots placés en tête de son travail : « Ces recherches ont déjà été publiées, ou plutôt *enterrées* par extrait dans les mémoires de la Société des sciences de X. J'ose espérer que cette *exhumation* sera accueillie avec faveur par quelques-uns de nos lecteurs. » Je n'ai pas à défendre la Société en question contre ces accusations funèbres. Cette Société, avec laquelle nous avons tenu essentiellement à être en bonnes relations, est, Dieu merci ! assez vivante pour répondre elle-même, si bon lui semble. Mais comme toutes les associations scientifiques de province sont un peu solidaires les unes des autres, comme, vues des hauteurs de Paris, elles ne paraissent pas à tous les yeux avec leur véritable altitude, il est bon d'affirmer notre vitalité et de déclarer ici que notre Revue n'a rien de souterrain. Le *Bulletin* est en effet distribué à 95 Sociétés savantes,

Digitized by Google

françaises et étrangères, qui échangent avec nous leurs publications, si bien que le pauvre local de notre bibliothèque ne peut plus suffire. Des mesures récemment adoptées ont en outre largement favorisé le tirage à part. Il en résulte une publicité réelle et vraiment vaste, que chaque auteur peut encore étendre à sa guise à l'aide du tirage spécial. Nous nous réservons d'ailleurs, lorsque le besoin s'en fera sentir, d'adjoindre à notre *Bulletin* une publication indépendante de mémoires, reprenant ainsi une ancienne tradition de nos devanciers, qui n'a pas peu contribué à leur donner du renom. Grâce à l'habile administration de notre dévoué trésorier, M. Friant, grâce à la subvention que le conseil municipal veut bien nous accorder, la situation financière est assez satisfaisante pour nous le permettre en temps opportun.

Et quoi de moins surprenant, Messieurs, qu'une Société des sciences soit florissante à notre époque? La science, sous toutes ses formes, a-t-elle jamais été cultivée avec plus de succès que de nos jours? N'est-ce pas dans ce siècle, et surtout dans sa seconde moitié, que les mathématiques ont pris cet essor incomparable? N'est-ce pas d'hier que datent ces grandes idées sur la nature des agents physiques, sur leur corrélation, sur les transformations du travail mécanique? N'est-ce pas de notre temps qu'a vécu Darwin? Et que de découvertes grandioses! Ici on analyse les astres à l'aide de leur spectre; là on fixe leurs images par la photographie. Ici on liquéfie les gaz permanents, on fait la synthèse des corps organiques; là on atténue les virus. Qui n'a présente à l'esprit cette mémorable séance de l'Académie des sciences, du 26 octobre dernier, où l'on apprenait d'une part la guérison de la rage, et de l'autre le transport électrique de la force! N'assistons-nous pas à l'avènement définitif de l'électricité qui hier transmettait notre écriture, qui transmet aujourd'hui notre voix, et qui demain va transmettre la force motrice? Et que de grands travaux entrepris, que de recherches fécondes exécutées de nos jours, depuis l'étude des hautes régions de l'air par les météorologistes, jusqu'aux explorations du fond de la mer par le *Challenger*, le *Travailleur*, le *Talisman*! Et ces régions atmosphériques, ne va-t-on pas les parcourir dans un ballon dirigeable à volonté?

Dans quelques mois, Messieurs, l'Association française pour l'avancement des sciences doit se réunir à Nancy. Les membres résidents ont nommé un comité provisoire présidé par notre honorable collègue M. Bleicher, et chargé de l'organisation du congrès. La ville de Nancy a déjà pris des mesures spéciales en vue de recevoir dignement ses hôtes. La Société des sciences s'est aussi préoccupée de la question. Assurément, elle sera en bonnes mains pour remplir le rôle que vont lui imposer les circonstances. Le zèle éclairé, le dévouement incessant de M. le secrétaire général Hecht, qui depuis tant d'années déjà facilite tout dans notre tâche; la personnalité de mon savant successeur,

Digitized by Google

M. Schlagdenhauffen, sont de sûrs garants que notre Société saura faire honneur à ses traditions.

Ce n'est certes pas le local de notre bibliothèque que nous prodiguerons! Ce ne sont même pas nos laboratoires! Car si quelques membres du congrès, poussés par une curiosité bien probable, étendent leurs excursions au delà du grès vosgien, sur cette belle et riche plaine qui vit naître notre Société, ils devraient faire de trop pénibles comparaisons. Mais, ce que nous nous efforcerons de produire, ce sont les appareils ingénieux qui ont été disposés sur cette table, ce sont les théories qui ont été expliquées devant ce tableau, ce sont toutes les communications intéressantes qui ont été faites dans cette salle. Que toutes ces expériences, qui ont vu le jour à Nancy, soient réinstallées! Que toutes ces études sur la flore, la géologie locales puissent être développées! Que nos documents de météorologie lorraine soient coordonnés! Que nos nouveaux élus, eux aussi, prennent part à cette activité et produisent tout ce qu'ils tiennent certainement en réserve!

Voilà, Messieurs, quels sont nos désirs et nos espérances! En les réalisant, nous n'aurons pas seulement la satisfaction d'avoir rempli notre tâche au congrès. Nous aurons en outre le plaisir d'avoir donné une nouvelle impulsion à notre Société, et d'avoir fait quelque chose de plus pour cette Science, où tout est progrès, harmonie et bienfait.

COMMUNICATIONS.

I. **Botanique.** — M. VUILLEMIN fait une communication sur les *applications taxinomiques de l'anatomie végétale.*

Après avoir rappelé la supériorité des caractères anatomiques qui ont pour base l'*homologie* sur les caractères physiologiques reposant sur de simples *analogies*, l'auteur applique cette donnée à l'anatomie des *Muscinées* et signale entre leur sporogone et la tige des plantes vasculaires des relations plus intimes qu'on ne l'admet généralement. Dans toutes les espèces suffisamment élevées, on ne distingue pas seulement les trois régions essentielles de la tige (épiderme, écorce, cylindre central), mais on reconnaît des régions secondaires, comme un *péricycle* qui donne naissance aux spores, et un *endoderme* formé dans l'écorce au contact de cette région différenciée.

La tige feuillée des Mousses et des Hépatiques s'éloigne par sa structure de celle des plantes vasculaires dont elle est seulement l'analogue.

M. Vuillemin examine ensuite les applications de l'anatomie à la détermination spécifique. Les caractères anatomiques ont une fixité inégale dans les familles en groupes et les familles par enchaînement. Tel caractère, constant dans les premières, sera erratique dans les secondes. On évitera donc une généralisation prématurée des résultats obtenus par l'étude d'un groupe isolé. On voit, d'autre part, des caractères constants perdre leur netteté dans des cas particuliers, par suite d'un arrêt

Digitized by Google

ou d'une accélération de développement. Un caractère anatomique isolé ne nous renseigne donc pas d'une façon plus précise sur les relations des végétaux qu'un caractère d'ordre différent. Dans leur ensemble, au contraire, les caractères anatomiques constituent, au point de vue taxinomique, un puissant moyen de contrôle. Les exceptions n'en infirment point la rigueur, mais engagent à les manier avec prudence. Les causes d'erreur étant proportionnelles à la délicatesse des procédés, les moyens d'investigation les plus simples seront toujours les plus fidèles dans les mains insuffisamment exercées. La méthode anatomique n'a donc pas pour but de se substituer aux procédés vulgaires de détermination, mais seulement de leur assurer une base plus certaine en établissant sur des données rigoureuses la parenté réelle des divers types.

II. **Météorologie.** — M. MILLOT donne le résultat de ses observations sur le *cyclone du 3 juin 1885 à Aden et la perte du* Renard.

Le cyclone du 3 juin 1885 à Aden a surpris toutes les personnes qui connaissent le régime des vents au-dessus de la mer des Indes. Ce n'est guère qu'à la fin de la mousson de S.-O., quand la circulation atmosphérique se renverse, c'est-à-dire en octobre, que soufflent les tempêtes au nord de l'équateur. Or le tourbillon dans lequel a sombré le *Renard* a eu lieu à une époque où la mousson de S.-O., bien établie, souffle avec une grande régularité. De plus, les cyclones de la mer d'Oman cheminent généralement le long de la chaîne des Ghâtes ; avant le 3 juin dernier, jamais le golfe d'Aden ni le sud de la mer Rouge n'avaient vu semblable phénomène. Si l'on joint à cela l'absence de tout indice de perturbation avant le départ d'Obock, on comprendra que l'idée d'une tempête tournante n'a pu entrer dans l'esprit du capitaine du *Renard* à l'approche du mauvais temps. Il y a dès lors tout lieu de supposer qu'il n'a pas manœuvré comme on doit le faire en pareil cas : le malheureux navire a donc couru, sans le savoir, à une perte certaine.

Le centre du météore a dû passer sur Aden ou excessivement près de cette ville. La corvette anglaise *Bacchante* en a beaucoup souffert et a couru de grands dangers. Les récits des journaux ont permis de se faire une idée des dimensions du tourbillon, de sa violence et de la route qu'il a suivie.

Deux jours auparavant, le même cyclone avait été rencontré par d'autres navires au milieu de la mer d'Oman. En coordonnant toutes les informations qu'il a pu recueillir dans la presse, M. Millot a pu reconstituer deux tronçons de la trajectoire de ce terrible météore : l'un, au milieu de la mer d'Oman, dirigé de l'E.-S.-E. à l'O.-N.-O. et dans une position un peu plus méridionale que la route des navires qui vont d'Aden à Ceylan ; l'autre à Aden même, dirigé du N.-E. au S.-O. En ce point, la tempête devait avoir environ 55 kilomètres de diamètre ; elle se dépla-

Digitized by Google

çait avec une vitesse de 14 kilomètres à l'heure, mais sa vitesse de rotation a été évaluée à 150 kilomètres à l'heure, soit 41 à 42 mètres à la seconde. Quant au sens du tourbillonnement des masses d'air, c'est celui qu'on constate invariablement au nord de l'équateur.

III. **Chimie.** — M. HALLER. ***De l'Influence du milieu sur le sens des réactions. Action de la potasse en solution dans l'alcool absolu sur l'urée et la sulfo-urée.***

Un des modes de formation de l'urée consiste à traiter du cyanate de potasse par du sulfate d'ammoniaque dissous dans l'eau, à évaporer la solution et à reprendre le résidu par l'alcool qui dissout l'urée et laisse le sulfate de potasse. Cette synthèse organique, la première en date, a été faite par Wœhler en 1829. Dans cette réaction, il devrait se former, suivant les lois de la double décomposition, du cyanate d'ammoniaque, mais ce corps, après s'être formé, s'isomérise dans le cours des manipulations et devient de l'urée. Celle-ci diffère de son isomère en ce que, chauffée avec une solution aqueuse de potasse, elle fournit, non pas du cyanate de potasse et de l'ammoniaque, mais du carbonate de potasse et de l'ammoniaque :

$$CO\,Az^2H^4 + 2KHO = CO^3K^2 + 2AzH^3$$

dans un milieu d'où il a été jusqu'à présent impossible de faire la réaction inverse et de remonter au cyanate de potasse dont Wœhler est parti pour faire sa synthèse.

Dans le cours de recherches relatives à d'autres corps voisins de l'urée, il nous est arrivé d'employer de la potasse en solution alcoolique au lieu de potasse aqueuse, et nous avons constaté que la réaction se faisait dans un autre sens que celle attendue.

Nous avons répété le même essai avec l'urée en substituant l'alcool à l'eau et nous avons réussi à le transformer en cyanate de potasse suivant l'équation :

$$CO\,Az^2H^4 + KHO = CAzKO + AzH^3 + H^2O.$$

Cet essai a été fait, non seulement avec l'urée artificielle, mais encore avec l'urée retirée des urines. Cette opération inverse est une preuve de plus de l'identité des deux urées.

On a fait une expérience analogue avec la sulfo-urée qui a fourni du sulfocyanate de potasse et de l'ammoniaque. Mais cette transformation est partielle seulement ; d'autre part, la sulfo-urée chauffée seule à 160°-170° s'isomérise en sulfocyanate d'ammoniaque.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Digitized by Google

Digitized by Google

RECHERCHES SUR LES FORMES

DE LA

CONTRACTION MUSCULAIRE

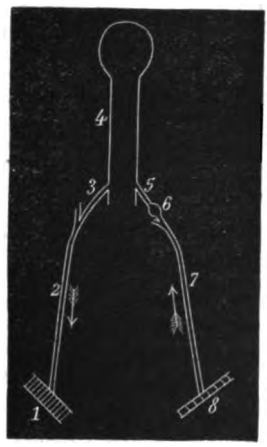
ET

SUR LES PHÉNOMÈNES D'ARRÊT

Par H. BEAUNIS

PROFESSEUR DE PHYSIOLOGIE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

Quand on examine la constitution anatomique de l'arc réflexe, on trouve successivement les parties suivantes, en allant du muscle à la surface sensitive, peau ou muqueuse (*fig.* 1) :



1 le muscle,
2 le nerf moteur,
3 la racine motrice,
4 le centre nerveux, moelle et encéphale,
5 la racine sensitive,
6 le ganglion de cette racine,
7 le nerf sensitif,
8 la surface sensitive.

Fig. 1. — Schéma de l'arc réflexe.

La contraction musculaire peut être déterminée *expérimentalement* par l'excitation de chacun de ces huit éléments de l'arc réflexe.

Digitized by Google

Pour désigner ces différentes espèces de contraction, j'emploierai les termes abréviatifs que représente le tableau suivant :

A. *Contraction directe,* par excitation directe :
— Du muscle : *Contraction musculo-directe;*
— Du nerf moteur : *Contraction névro-directe;*
— De la racine motrice : *Contraction radico-directe.*

B. *Contraction centrale,* par excitation des centres nerveux :
— *Contraction médullaire, bulbaire, encéphalique.*

C. *Contraction réflexe,* par excitation :
— De la racine sensitive : *Contraction radico-réflexe;*
— Du ganglion : *Contraction ganglio-réflexe;*
— Du nerf sensitif : *Contraction névro-réflexe;*
— De la périphérie sensitive : *Contraction périphéro-réflexe* (*Contraction cutanéo-réflexe, cardio-réflexe,* etc., suivant le point de la périphérie sensitive excité).

Le but de ce travail est d'examiner si la contraction musculaire est la même comme forme dans chacun de ces modes d'excitation, ou bien si, suivant le lieu de l'excitation, la contraction musculaire change de caractère.

J'étudierai d'abord la contraction directe, puis la contraction réflexe et en dernier lieu seulement la contraction centrale provoquée ou volontaire. Cette étude une fois faite, j'essaierai d'appliquer les résultats obtenus à l'interprétation des phénomènes, tant de la contraction musculaire proprement dite que de l'innervation générale.

Il semble au premier abord qu'après tant d'études faites sur la contraction musculaire, la question doive être épuisée; il n'est peut-être pas en effet de physiologiste qui n'ait touché plus ou moins à cette question. Il n'en reste pas moins beaucoup à faire et spécialement, comme on le verra plus loin, la question de la contraction réflexe est encore à peine ébauchée. Des faits et des plus importants ont échappé en grande partie à l'attention des expérimentateurs, et ce sont surtout ces faits que je voudrais mettre en lumière. Au lieu de borner ce travail à quelques points spéciaux, j'ai cru préférable de faire une sorte d'étude d'ensemble de la forme de la contraction musculaire; je m'exposais ainsi à des redites et j'étais obligé de revenir sur des points parfaitement connus; mais ce mode de procéder permet de mieux saisir les différences de forme de la contraction musculaire suivant le lieu de l'excitation. D'ailleurs, je n'ai fait que rappeler brièvement

Digitized by Google

les faits déjà étudiés et devenus classiques, réservant les développements pour les faits nouveaux ou jusqu'ici incomplètement étudiés. Même avec ces restrictions, le cadre que je m'étais tracé est tellement vaste que j'ai été obligé de le restreindre encore en laissant de côté certains points sur lesquels je n'avais que des expériences insuffisantes ou sur lesquels je n'avais pu faire de recherches.

Chemin faisant, j'ai touché à certaines questions un peu en dehors de mon sujet, mais sur lesquelles mes expériences me fournissaient quelques résultats intéressants. Enfin, j'ai été amené par ces recherches à étudier des phénomènes se rattachant à la physiologie générale de la substance nerveuse et spécialement les phénomènes d'arrêt. C'est cette étude des actions d'arrêt qui termine ce travail.

J'ai joint à ce mémoire un grand nombre de tracés graphiques choisis parmi ceux que j'ai recueillis ; j'aurais voulu les multiplier encore, mais il est une limite devant laquelle j'ai dû m'arrêter. Quant aux procédés expérimentaux employés, ils sont maintenant tellement connus depuis les travaux, devenus classiques, de Marey et de ses élèves, que je n'ai pas cru utile d'y insister. Je ne puis que renvoyer le lecteur à la méthode graphique de Marey, aux travaux du laboratoire du même auteur et à ma *Physiologie*[1].

Toutes les expériences relatées dans ce travail ont été faites sur la grenouille.

1. Je donnerai cependant quelques éclaircissements sur un point spécial. Dans un certain nombre d'expériences, j'ai employé, comme on le verra plus loin, l'appareil à glissement de Du Bois-Reymond, dont la disposition est bien connue de tous les physiologistes. L'appareil dont je me suis servi est gradué, en centimètres, de 0 à 40, 0 correspondant à la distance maximum (40 centimètres) des deux bobines et par suite à l'intensité minimum du courant induit, et 40 au rapprochement complet des deux bobines et par conséquent à l'intensité maximum du même courant. Mais les intensités du courant induit ne sont pas exactement en raison inverse de l'écartement des deux bobines. Si, en effet, on dresse la courbe du coefficient d'induction de l'appareil en fonction de la distance des centres des deux bobines, on voit que, à mesure que la bobine secondaire se rapproche de la bobine inductrice, l'intensité du courant induit croît d'abord lentement, puis plus vite, et enfin plus lentement pour arriver à son maximum. Les chiffres indiqués dans ce travail donnent donc, non pas le degré d'écartement des deux bobines, mais, avec les réserves faites ci-dessus, l'intensité d'action du courant induit.

Digitized by Google

PREMIÈRE PARTIE

DES FORMES DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE

A. — Contraction directe.

1° *Contraction musculo-directe.*

Quand on excite directement un muscle en plaçant, par exemple, une électrode à une extrémité du muscle et l'autre à l'autre extrémité, on excite en même temps les nerfs intramusculaires et les terminaisons nerveuses motrices, et le résultat est le même que si l'on excitait directement le nerf moteur; la contraction, secousse ou tétanos, a le même caractère et la même forme. Pour avoir les effets de l'excitation du muscle, indépendamment de toute intervention nerveuse, le meilleur moyen est de paralyser les plaques motrices terminales par le curare; dans ces conditions, la contraction est produite par l'excitation même du tissu musculaire. La curare modifie bien un peu, il est vrai, l'irritabilité musculaire, comme l'ont montré les recherches de Rosenthal et de Boudet de Pàris; mais, malgré cet inconvénient, il est facile de comparer la forme de la contraction musculo-directe du muscle curarisé à celle de la contraction musculo-directe du muscle intact, en faisant la part de l'action du curare. Pour ces expériences, il suffit de curariser l'animal en employant le procédé de Cl. Bernard (ligature d'un membre), pour garantir une des pattes de l'action du poison; les deux gastro-cnémiens sont fixés aux deux leviers d'un myographe double et les excitateurs bifurqués aboutissent d'un côté au muscle curarisé, de l'autre au muscle intact. On peut ainsi comparer facilement les deux tracés [1].

1. Dans cette expérience, il y a une cause d'erreur dont il faut être prévenu. Quand on fait la ligature d'un membre pour empêcher le poison d'agir sur les muscles de ce membre, on empêche en même temps l'abord du sang dans ces muscles, tandis que le sang continue à arriver dans les muscles du côté curarisé. Les muscles du membre lié deviennent rapidement plus durs et sont évidemment modifiés dans leur élasticité et dans leur irritabilité. Ces modifications sont plus prononcées quand on lie le membre en masse que quand on le lie en respectant le nerf. Dans le cas où le muscle est ainsi altéré dans ses propriétés, il faudrait, pour rendre l'expérience comparable, lier l'artère de la patte curarisée après s'être assuré que l'action du poison est complète. Il vaut mieux, en tout cas, rejeter les expériences dans lesquelles l'irritabilité du muscle non curarisé ne paraît pas normale.

Digitized by Google

La secousse musculo-directe du muscle curarisé se présente alors sous la forme de secousse musculaire classique, telle qu'on la trouve décrite partout. Seulement, si on la compare à la secousse musculo-directe du muscle intact ou à la secousse névro-directe, on voit (*fig.* 2) que, pour le muscle curarisé, le passage de la ligne d'ascension à la ligne de descente est plus

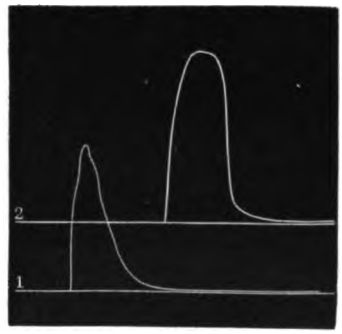


Fig. 2. — Secousse du muscle curarisé et du muscle intact[1].

arrondi, autrement dit, le muscle reste plus longtemps à l'état de contraction. Ce fait peut se voir aussi sur les tracés donnés par Boudet de Pâris (*Travaux du laboratoire de Marey*, 1878-1879, p. 147, fig. 32). Dans l'expérience de la figure 2, la contraction était produite par un seul choc d'induction de rupture; les secousses déterminées par la fermeture avaient du reste la même forme. Une chose à remarquer ici, c'est que la secousse du muscle curarisé a plus d'amplitude que celle du muscle intact. Ce fait se rattache-t-il à une irritabilité plus grande du muscle curarisé? Boudet, dans ses recherches, a toujours constaté, au contraire, une diminution d'excitabilité; mais, pour ma part, je ne saurais être aussi absolu, et si dans beaucoup de cas j'ai observé cette diminution, il en est d'autres et on en trouvera encore des exemples plus loin, dans lequel le curare augmentait l'irritabilité musculaire. Il faut aussi remarquer que tous les curares ne sont pas de même nature et que dans certains échantillons, à côté de l'action typique et classique se montre une action excitante qui peut, dans

1. Ligne supérieure, 2, muscle curarisé. — Ligne inférieure, 1, muscle intact. — Nota. A moins d'indication contraire, tous les tracés sont pris avec la vitesse minimum du cylindre enregistreur. Une seconde correspond à une étendue de 12 millimètres sur le tracé. Tous les tracés se lisent de gauche à droite.

Digitized by Google

certains cas, acquérir une intensité assez grande. Cette forme de la secousse du muscle curarisé se voit aussi bien, du reste, avec le courant constant qu'avec le courant induit.

Mais avec le courant constant, ce n'est qu'avec un courant *faible* qu'on observe une *secousse simple* à la fermeture du courant. Habituellement, après la fermeture, le muscle conserve un certain degré de raccourcissement qui disparaît à la rupture du courant, comme on le voit dans la figure 3. Il y a donc là un véritable téta-

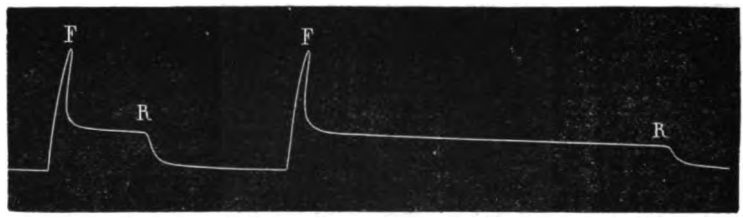


Fig. 3. — Tétanos de fermeture ; muscle curarisé[1].

nos de fermeture qui a été bien étudié par Wundt. Quand le courant constant est assez intense, on observe aussi à la rupture une contraction (*fig.* 4); mais elle est toujours plus faible que la con-

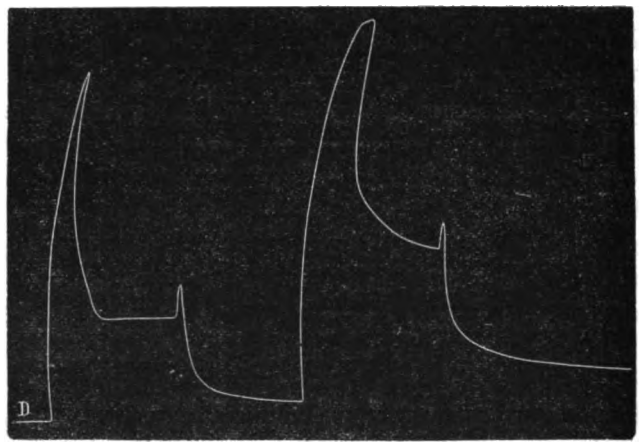


Fig. 4. — Contraction de fermeture et de rupture; muscle curarisé.

traction de fermeture à moins que le courant ne soit très intense; quelquefois même, comme on le voit dans la figure 4, cette con-

1. F, fermeture du courant. — R, rupture.

Digitized by Google

traction de rupture est suivie d'un raccourcissement permanent. Avec le muscle curarisé, le tétanos de fermeture s'observe aussi bien avec le courant descendant qu'avec le courant ascendant.

Avec l'extra-courant, les résultats sont les mêmes qu'avec les courants constants (*fig.* 5).

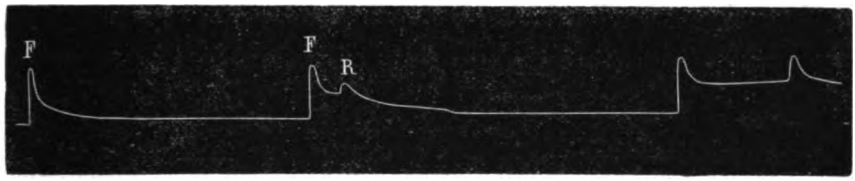


Fig. 5. — Contraction de fermeture et de rupture; muscle curarisé[1].

Du reste, que l'excitation soit bipolaire ou unipolaire, le résultat est toujours le même.

Avec les chocs d'induction simples, la forme de la secousse musculo-directe est la même qu'avec les courants constants et cette forme est la même aussi pour la fermeture et pour la rupture. Seulement, à l'inverse de ce qui existe pour le courant constant, il n'y a jamais de tétanos de fermeture, quelle que soit d'ailleurs l'intensité du courant.

Le *tétanos musculo-direct* du muscle curarisé a la même forme, dans ses traits généraux, que le tétanos musculo-direct du muscle normal, sauf cependant quelques différences que je vais signaler.

Avec les courants induits (appareil de Du Bois-Reymond), le tétanos apparaît dans le muscle intact pour des courants qui ne produisent rien sur le muscle curarisé; l'irritabilité de ce dernier serait donc diminuée, comme l'ont vu Boudet de Pâris et d'autres observateurs. Cependant, le fait doit, il me semble, être présenté autrement; en excitant le muscle intact, on excite en réalité les nerfs intramusculaires, de sorte que le résultat de l'expérience précédente doit plutôt être formulé ainsi : le muscle (substance contractile) est moins excitable pour les courants induits tétanisants que les nerfs moteurs. Une fois obtenu, le tétanos du muscle curarisé présente les caractères suivants. D'abord, le raccourcissement persiste plus longtemps que dans le muscle intact

1. F, fermeture; R, rupture. Excitations d'intensité croissante. La première excitation, la plus faible, ne détermine qu'une contraction de fermeture. Extra-courant.

Digitized by Google

après la cessation de l'excitation ; il met par conséquent plus de temps à revenir à sa longueur naturelle. En outre, si on continue l'excitation tétanisante, le raccourcissement tétanique persiste plus longtemps que dans le muscle normal, fait qui se trouve d'ailleurs en accord avec le précédent. Enfin, le tétanos musculo-direct du muscle curarisé ne présente pas ou ne présente qu'exceptionnellement, et alors à un degré beaucoup plus faible, la *contraction initiale* qui se montre au contraire souvent, tant dans le tétanos musculo-direct du muscle normal que dans le tétanos névro-direct.

Avec les *courants constants interrompus*, les phénomènes sont un peu différents. On pourra s'en rendre compte en examinant les figures 6 et 7 qui donnent les tracés pris dans une série d'expériences. Un muscle gastro-cnémien est curarisé, l'autre intact. On excite simultanément et par le même nombre d'interruptions, le muscle curarisé et le nerf du muscle intact.

Pour 6 à 7 interruptions par seconde, on a dans le muscle curarisé une série de secousses correspondant en nombre au nombre des excitations. L'excitation simultanée du nerf moteur du muscle opposé (excitation névro-directe) n'a rien produit (*fig.* 6).

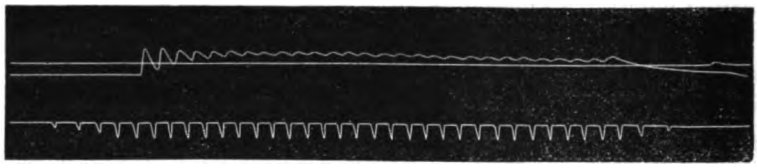


Fig. 6. — Tétanos incomplet du muscle curarisé [1].

La contraction névro-directe n'apparaît qu'à 8 interruptions par seconde. Pour 13 interruptions par seconde (*fig.* 7), la fusion des secousses est à peu près complète pour le muscle curarisé, 1 ; le tétanos névro-direct, au contraire, est encore très incomplet, 2 ; mais, en revanche, l'amplitude de ce dernier est bien supérieure. Enfin, un fait à noter, c'est la régularité des secousses du muscle curarisé qui contraste avec l'irrégularité relative des secousses non fusionnées du tétanos névro-direct.

1. Ligne supérieure ; ligne de contraction du muscle intact ; il n'y a qu'une très légère contraction après la cessation de l'excitation. Ligne moyenne ; ligne de contraction du muscle curarisé. Ligne inférieure ; elle indique le nombre des interruptions (les trois premières sont inefficaces et ne doivent pas être comptées). Courants constants faibles.

Digitized by Google

On voit par cette expérience que le muscle curarisé, à l'inverse de ce qui se produit pour les courants induits, est plus excitable que le muscle intact ou que le nerf moteur pour les courants

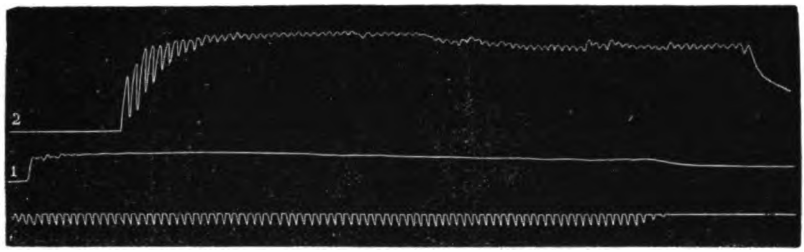


Fig. 7. — Tétanos comparés du muscle curarisé et du muscle intact[1].

constants faibles et que la fusion des secousses s'y produit plus rapidement.

On pourrait employer un autre moyen que le curare pour étudier la contraction musculo-directe. Ce serait de sectionner le nerf moteur et d'attendre pour essayer l'action des diverses excitations sur le muscle, la dégénérescence des plaques motrices terminales qui précède celle des fibres musculaires. Je n'ai pas fait jusqu'ici de recherches de ce genre.

J'ai essayé l'influence des *excitations mécaniques* (piqûres, chocs simples ou intermittents, sections, etc.) sur le muscle curarisé. Mais les mouvements imprimés au muscle par l'action mécanique se transmettent de proche en proche au tendon et au levier auquel il est rattaché, de sorte que, dans le tracé qu'on obtient, il est difficile de faire la part de la contraction due réellement à l'excitation et celle du mouvement communiqué. J'ai essayé d'arriver à un résultat en fixant solidement par des épingles la moitié supérieure du muscle en laissant libre sa moitié inférieure rattachée au levier du myographe; j'excitais alors par la piqûre ou tout autre moyen mécanique cette moitié supérieure; mais je ne suis arrivé à rien de précis avec cette disposition et n'ai pas continué ces expériences.

L'*excitation chimique* du muscle curarisé avec l'acide lactique

1. 1, ligne de contraction du muscle curarisé; 2, ligne de contraction du muscle intact. Les deux contractions ont commencé au même instant, seulement le levier inscripteur du muscle curarisé était plus long. Cette disposition se retrouvera dans la plupart des tracés suivants. Sur la ligne inférieure sont indiquées les interruptions du courant.

Digitized by Google

concentré donne un raccourcissement permanent, une véritable contraction, mais peu intense. L'acide était appliqué soit directement sur la surface du muscle mis à nu, soit dans une incision de façon que l'acide atteignît la coupe des fibres musculaires [1]. La même contracture, plus intense seulement, s'observe avec les acides minéraux, comme l'acide nitrique ou l'acide sulfurique. La figure 8 représente le tracé du tétanos déterminé par ce dernier

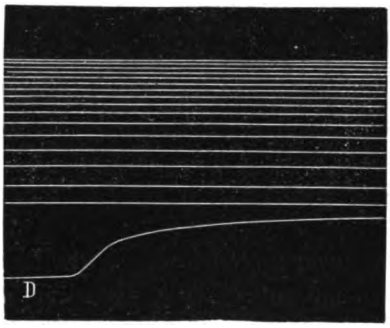


Fig. 8. — Tétanos chimique du muscle curarisé.

acide; il se produit d'emblée, sans secousse et s'accroît lentement; en effet, l'ascension du levier du myographe continue à se faire pendant plus de trente minutes, et le muscle reste à cet état de rétraction sans revenir à sa longueur primitive. Mais ce raccourcissement consécutif est plutôt une simple rétraction physique par coagulation de la myosine qu'un véritable tétanos.

Avec les acides étendus, je n'ai pas obtenu, en les appliquant directement sur le muscle, de contraction musculaire enregistrable par le myographe. Il m'a donc été impossible d'en étudier la forme.

2° *Contraction névro-directe.*

La contraction névro-directe, c'est-à-dire celle qui est produite par l'excitation directe du nerf moteur, a été étudiée par tous les physiologistes, et c'est à elle que se rattachent presque toutes les notions classiques sur la contraction musculaire. Quoique cette

1. Dans ce dernier cas, d'après Héring, la contraction pourrait être due au courant musculaire, comme quand on réunit par un arc conducteur la surface d'un muscle à sa coupe.

Digitized by Google

contraction soit aujourd'hui parfaitement connue et ait été analysée dans tous ses détails, j'en dirai cependant quelques mots, spécialement au point de vue de la forme de la contraction.

Cette forme doit d'abord être envisagée dans la *secousse simple* et pour en avoir une idée, il vaut mieux l'étudier à l'aide de tracés pris avec une certaine vitesse de rotation du cylindre enregistreur. Je crois inutile de donner ici des figures représentant les types principaux de secousse névro-directe. Ces types sont en effet bien connus et on les trouvera dans les mémoires spéciaux. La forme de la secousse est surtout influencée par la durée relative des deux périodes d'ascension et de descente. A ce point de vue, on peut distinguer les cas suivants: les deux périodes d'ascension et de descente sont égales; la période d'ascension l'emporte sur la période de descente; la période de descente est plus longue que la période d'ascension, et c'est là du reste la forme la plus ordinaire. Enfin, dans certains cas, se montrent des oscillations consécutives qui dépendent de l'élasticité du muscle, en éliminant les causes d'erreur dues au levier même du myographe. Cette secousse névro-directe présente du reste une forme identique avec les courants constants, l'extra-courant, les décharges du condensateur et les courants induits de fermeture ou de rupture [1].

Quelquefois, mais beaucoup plus rarement que par l'excitation directe du muscle, on observe un tétanos de fermeture et plus rarement encore un tétanos de rupture. Ce tétanos de fermeture est bien moins intense que le tétanos de fermeture de la contraction musculo-directe. Quant au tétanos de rupture, il est très rare, à moins de continuer pendant longtemps l'excitation par le courant constant (tétanos de Ritter).

Quant à l'amplitude de la courbe, elle dépend en grande partie de l'intensité et du sens du courant. Sous ce rapport, j'ai constaté à plusieurs reprises l'exactitude des lois de Pflüger.

1. Pour étudier la *forme* de la contraction musculaire, il faut inscrire cette contraction sur des surfaces, plaques ou cylindres, animées d'un mouvement uniforme; à ce point de vue, le cylindre enregistreur ordinaire, tel qu'il est habituellement employé en France depuis Marey, est un appareil excellent. Avec ses trois vitesses, il permet d'étudier, dans toutes les conditions possibles, la forme de la contraction. Il n'en est pas de même des appareils qui reposent sur le principe du mouvement accéléré, comme les myographes à ressort d'Helmholtz et de Fredericq, ou sur le principe du pendule, comme le myographe de Wundt. Ces appareils excellents pour étudier la durée des différentes périodes de la contraction, en faussent la forme et ne permettent pas de la saisir et de l'apprécier d'un coup d'œil comme avec les appareils à mouvement uniforme.

Digitized by Google

Les diverses formes de *tétanos névro-direct* ont été étudiées avec tant de détails par les physiologistes, que j'aurai peu de chose à en dire. On sait comment se fait la transition graduelle des secousses isolées et égales au tétanos parfait. Je ne m'arrêterai que sur quelques points.

Quand on excite un nerf moteur par des courants de piles interrompus, par exemple, en augmentant peu à peu la fréquence des interruptions, on observe les faits suivants qu'on peut voir sur les tracés des figures 9 à 13 pris comme types. Jusqu'à 8 excitations par seconde, les secousses sont parfaitement égales, isolées et leurs *faîtes* et leurs *bases* forment deux lignes horizontales parallèles que j'appellerai *ligne de faîte* et *ligne de base* (*fig.* 9).

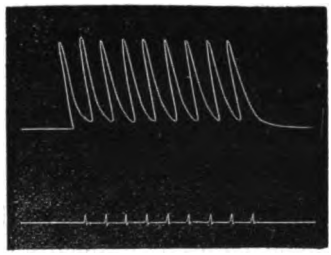


Fig. 9. — Fusion des secousses; première phase.

A 8 excitations par seconde, la ligne de base commence à monter et devient oblique, mais elle reste encore droite (*fig.* 10), de façon

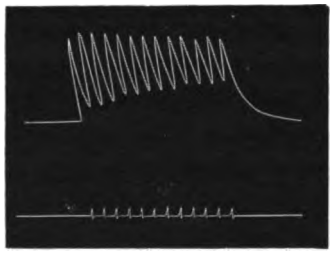


Fig. 10. — Fusion des secousses; deuxième phase.

que les secousses, qui décroissent régulièrement d'amplitude, sont inscrites dans un tronçon de triangle rectangle. A 10 excitations par seconde (*fig.* 11), la ligne de base prend la forme d'une courbe à concavité inférieure, courbe dont la concavité s'accentue

Digitized by Google

de plus en plus à mesure qu'augmente la fréquence des excitations (*fig.* 12). Dans ces conditions, la série des secousses se divise en

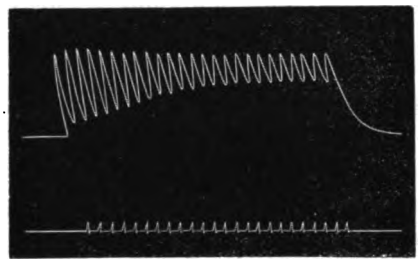


Fig. 11. — Fusion des secousses; troisième phase.

deux parties; les premières, diminuant graduellement d'amplitude, représentent un triangle plus ou moins allongé; les autres, égales

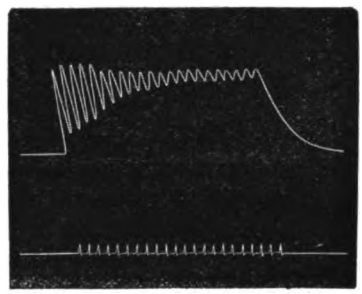


Fig. 12. — Fusion des secousses; quatrième phase.

entre elles, très petites, ont leur ligne de faîte et de base parallèles et sont inscrites dans une bande étroite qui se réduit bientôt à

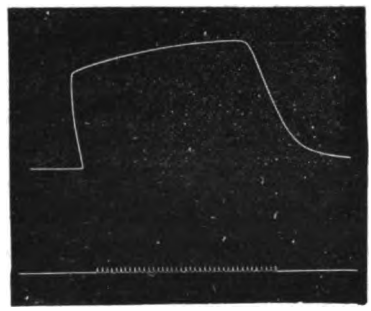


Fig. 13. — Fusion complète des secousses; dernière phase.

une ligne de fines dentelures. Enfin, à 17 excitations par seconde la fusion des secousses est complète (*fig.* 13). On sait du reste

Digitized by Google

que cette fusion s'obtient pour un nombre moins fréquent d'excitations quand onprolonge longtemps l'excitation tétanisante; mais dans ce cas les premières secousses sont toujours isolées.

Le mode de fusion des secousses que je viens de décrire ne se présente pas toujours avec cette forme typique. Très souvent, après les premières secousses, les lignes de faîte et de base, au lieu de rester écartées, se rejoignent plus ou moins vite pour n'en former qu'une; le tétanos, incomplètement fusionné dans la première partie de la courbe, est complet dans la seconde; très souvent aussi ces deux lignes, au lieu de rester horizontales, présentent, surtout dans la première partie, une direction ascendante plus ou moins accentuée. Le tracé de la figure 14 donne un exemple de ces deux dispositions.

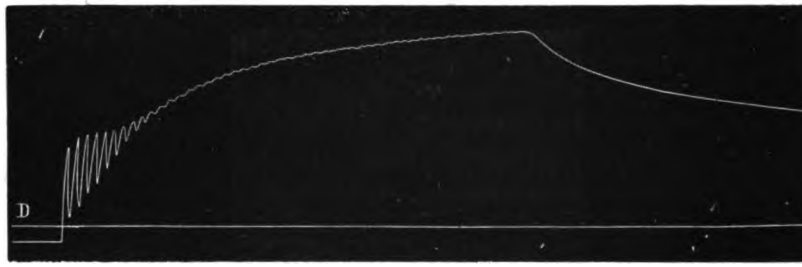


Fig. 14. — Fusion des secousses; forme ascendante.

Avec l'*extra-courant*, on retrouve les mêmes formes intermédiaires pour arriver au tétanos parfait; ainsi la figure 1, pl. XVII, représente un tétanos incomplet correspondant à 19 excitations par seconde; il en fallait 28 pour obtenir le tétanos parfait.

Il peut arriver, et cela m'a paru plus fréquent avec les courants induits et avec l'extra-courant qu'avec les courants constants, que la première et la dernière secousse ne soient pas égales aux autres; dans ce cas, elles peuvent être, soit plus hautes, soit plus faibles. J'aurai occasion de revenir plus loin sur ce fait.

Avec les *courants induits* de fréquence variant entre 6 et 30 excitations par seconde, les phénomènes sont à peu près les mêmes. La fusion des secousses s'opère entre 10 et 20 excitations par seconde, suivant l'intensité et la durée de l'excitation.

Les formes du *tétanos parfait* peuvent se ramener à quelques types fondamentaux. On sait qu'on peut obtenir d'emblée ce tétanos sans passer par la période des secousses incomplètement fusionnées, en excitant le nerf moteur par des chocs de fréquence

Digitized by Google

suffisante, par exemple avec la disposition ordinaire du trembleur de l'appareil à glissement de Du Bois-Reymond.

La courbe du tétanos parfait se compose de trois parties : la *ligne d'ascension,* le *plateau,* la *ligne de descente.* La brusquerie de l'ascension ou de la descente, la direction horizontale ou oblique du plateau, l'existence d'une contraction initiale ou terminale, la façon dont la ligne d'ascension se continue avec le plateau, celui-ci avec la ligne de descente et cette dernière avec la ligne de repos impriment à cette courbe des variations de forme bien connues sur lesquelles je n'insisterai pas. Ce sont là des notions classiques. Quelle que soit du reste la nature de l'excitation électrique (courant constant, courant induit, extra-courant, condensateur), quel que soit le procédé employé (excitation bipolaire ou unipolaire), la forme du tétanos n'en est pas modifiée. Les conditions qui font varier la forme de la contraction tétanique doivent plutôt être cherchées dans le nerf lui-même et dans ses variations d'excitabilité.

Dans certaines conditions, on rencontre au début du tétanos une contraction plus forte qu'on a appelée *contraction initiale.* Dans certains cas, beaucoup plus rares, on trouve une contraction semblable à la fin du tétanos; on peut l'appeler *contraction terminale.* Cette dernière a moins attiré l'attention des observateurs. Comme ces deux espèces de contraction peuvent servir à interpréter la forme du tétanos, je leur consacrerai un paragraphe spécial.

Pour en rechercher le mécanisme, au lieu de prendre le tétanos parfait, il vaut mieux prendre les secousses produites par des courants interrompus et non encore fusionnées. On voit alors que les premières et les dernières secousses peuvent être soit plus

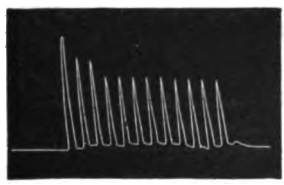


Fig. 15. — Contraction initiale plus forte.

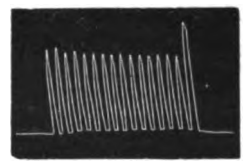


Fig. 16. — Contraction terminale plus forte.

fortes, soit plus faibles que les secousses intermédiaires. On peut ainsi rencontrer les combinaisons suivantes, telles qu'on les voit dans les tracés représentés dans les figures 15 à 22 : la contraction initiale est plus forte (*fig.* 15); c'est là le cas le plus fréquent

Digitized by Google

et le mieux étudié ; la contraction terminale est plus forte (*fig.* 16) ; les deux contractions, initiale et terminale, sont plus fortes (*fig.* 17) ; ce cas se présente rarement ; la contraction initiale est

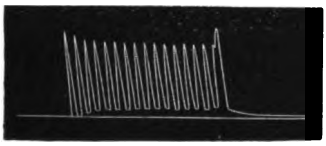


Fig. 17. — Contractions initiale et terminale plus fortes.

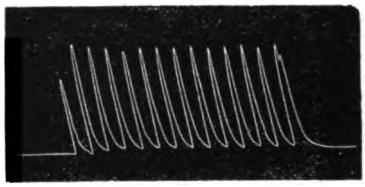


Fig. 18. — Contraction initiale plus faible.

plus faible (*fig.* 18) ; la contraction terminale est plus faible (*fig.* 19) ; les deux contractions initiale et terminale sont plus fai-

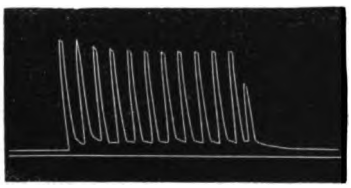


Fig. 19. — Contraction terminale plus faible.

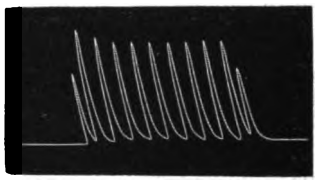


Fig. 20. — Contractions initiale et terminale plus faibles.

bles (*fig.* 20) ; la contraction initiale est plus forte et la contraction terminale plus faible (*fig.* 21) ; la contraction initiale est plus faible et la contraction terminale plus forte (*fig.* 22).

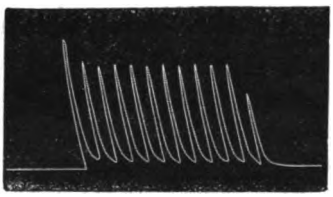


Fig. 21. — Contraction initiale plus forte ; contraction terminale plus faible.

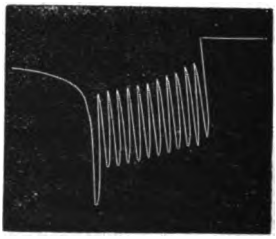


Fig. 22. — Contraction initiale plus faible ; contraction terminale plus forte.

Quelle peut être la cause de ces variations ? On a invoqué plusieurs conditions pour la production de la contraction initiale, sous la forme la plus ordinaire (*fig.* 15). On peut d'abord éliminer l'influence de la projection du levier qui peut, à la vérité, la produire dans certains cas, mais il y a là une cause d'erreur qu'il

Digitized by Google

est facile d'éviter avec un peu de soin et d'attention. L'intensité de l'excitation a une influence plus réelle; il est bien difficile en effet, quand on excite un nerf par une série de chocs électriques (courants constants, interrompus, courants induits, etc.), d'avoir des excitations d'intensité et de durée rigoureusement égales. Les appareils employés présentent toujours, quelque parfaits qu'ils soient, des irrégularités tenant, soit aux producteurs du courant eux-mêmes, soit au contact des interrupteurs. Ainsi, dans la figure 23, les irrégularités dans l'amplitude des secousses tiennent évidemment à cette cause. Mais la régularité des secousses dans les figures 15 à 22 prouve d'une façon évidente que, pour elles, ces causes ne peuvent être invoquées et il en est de même

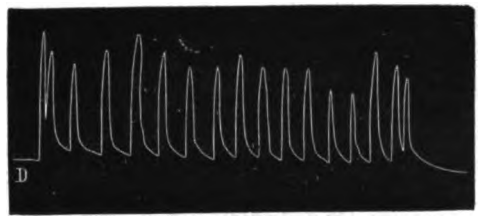


Fig. 23. — Secousses d'amplitude irrégulière.

certainement dans la plupart des cas. Il faut donc chercher ailleurs la raison de ces variations des secousses initiale et terminale.

On pourrait croire que la secousse initiale est un phénomène d'*addition latente* et, en effet, il peut en être ainsi dans certains cas. Mais dans les conditions expérimentales dans lesquelles je me suis placé pour les tracés 15 à 22, cette addition latente n'a pu se produire, car le nombre des secousses correspondait exactement au nombre des excitations. A mon avis, il faut chercher ailleurs l'interprétation de ce phénomène.

La première condition, sur laquelle a déjà, du reste, insisté Ch. Richet dans sa *Physiologie des muscles et des nerfs* (p. 120 et suivantes), c'est l'excitabilité même du nerf. Cette excitabilité subit des variations qui se produisent à des intervalles très rapprochés et sont soumises à des causes diverses qu'il est très difficile d'analyser. Le repos, la fatigue, les excitations antérieures, les conditions expérimentales multiples dans lesquelles le nerf est placé dans tel ou tel cas, sont autant de causes qui peuvent faire varier, soit en plus, soit en moins, cette excitabilité. Mais ceci n'explique pas comment il se fait que les variations des secousses se mon-

Digitized by Google

trent de préférence au début et à la fin de la série des excitations.

Pour expliquer le fait, il faut recourir à certains phénomènes généraux de l'excitation nerveuse. Quand une excitation isolée atteint un nerf moteur, une contraction se produit, ayant la forme d'une secousse simple, mais le nerf ne rentre pas immédiatement, une fois la secousse musculaire produite, dans son état antérieur ; il a subi, et les faits d'addition latente et de fatigue le démontrent, une certaine modification qui persiste plus ou moins longtemps, modification qui peut se traduire, suivant les cas, par une augmentation ou par une diminution d'excitabilité. Un nerf soumis à une série d'excitations *intermittentes* d'intervalle assez rapproché se trouve donc dans un état spécial *permanent* qu'on pourrait appeler *état d'excitation larvée,* qui commence avec le début des excitations et ne se termine qu'un certain temps après leur cessation. Le début et la fin de la série d'excitations constituent ainsi deux changements d'état *brusques,* tandis que dans l'intervalle il s'établit une sorte de régime régulier. Rien d'étonnant donc à ce que les secousses initiales et terminales se distinguent par certains points des secousses intermédiaires.

Mais une autre condition intervient encore, et c'est celle-là qui, à mon avis, joue un rôle essentiel. Toutes les fois qu'on excite un nerf, il se produit dans ce nerf deux sortes de modifications de sens contraire ; soit un nerf moteur, par exemple, il y aura dans ce nerf une mise en activité qui se traduira par une secousse du muscle ; mais, outre ce phénomène, le plus apparent et le mieux étudié, il se produit aussi un état contraire qui tendra à enrayer la secousse produite ou à l'empêcher de se produire. Il y aura *à la fois* dans ce nerf des actions motrices et des actions d'arrêt. Ce n'est pas ici le lieu de développer cette question qui sera étudiée plus loin avec les phénomènes d'arrêt. On verra là sur quels faits se base cette opinion ; je me contente ici de constater l'existence des deux espèces d'actions, toutes les fois qu'on excite un nerf moteur. Malheureusement, si les actions motrices ont été bien étudiées et sont connues aujourd'hui dans toutes leurs conditions de production, il n'en est pas de même des actions d'arrêt et l'on ne peut guère mentionner sur ce sujet que les expériences de Wundt, relatées dans ses *Untersuchungen zur Mechanik der Nerven und Nervencentren.* Ce qui est certain, c'est que la marche des processus d'arrêt est différente de celle des processus

Digitized by Google

d'activité et que si on pouvait dresser les courbes d'intensité des deux actions pendant toute la durée de l'excitation, les deux courbes auraient une forme différente et ne se superposeraient pas. En réalité, le mot *à la fois*, dont je me suis servi plus haut n'est pas absolument exact, en ce sens que ni le début, ni le point culminant, ni la fin des deux courbes ne coïncideraient. En général, le processus d'activité motrice débute *plus vite* que le processus d'arrêt et dure moins longtemps ; aussi ces phénomènes d'arrêt ne se montrent-ils pas dans la secousse simple, tandis qu'ils se rencontrent dans les secousses intermittentes et dans le tétanos dont ils contribuent à modifier la forme. A ce point de vue et en éliminant toutes les causes accessoires, la forme du tétanos dépend de deux conditions essentielles qui se contrarient réciproquement : d'une part, l'excitabilité du nerf dans laquelle je comprends les phénomènes d'addition latente, et de l'autre, les phénomènes d'arrêt, et le tétanos est le résultat de cette lutte entre ces deux influences. Quand l'excitabilité s'accroît ou que les actions d'arrêt diminuent, le tétanos a la forme ascendante comme dans la figure 14; quand l'excitabilité décroît ou que les actions d'arrêt augmentent, il a la forme descendante; quand les deux influences se font équilibre, on a le tétanos parfait à plateau horizontal, comme dans la figure 26. Ceci explique comment il se fait que le tétanos du muscle curarisé soit plus régulier et présente beaucoup moins de variations que le tétanos névro-direct ; c'est qu'en effet, suivant toute probabilité, les actions d'arrêt font défaut dans la substance contractile, ou du moins elles y sont infiniment moins marquées que dans les nerfs [1].

Ces actions d'arrêt permettent d'interpréter en partie les contractions initiales et terminales. Quand un nerf moteur est soumis à une série d'excitations intermittentes, si l'on suppose ces excitations rigoureusement égales comme intensité et l'excitabilité du nerf invariable pendant toute la durée de l'excitation, on aurait, s'il n'y avait pas d'actions d'arrêt, une série de secousses parfaitement égales comme amplitude. Mais les actions d'arrêt viennent modifier le phénomène. La première excitation détermine, les actions d'arrêt plus lentes à se produire n'ayant pas encore eu le temps d'agir, une secousse maximum; alors arrive la

1. Quelques-unes de mes expériences me porteraient à penser que la substance contractile peut présenter aussi des phénomènes d'arrêt. Mais l'interprétation de ces faits est trop incertaine encore pour que je puisse m'arrêter sur ce point.

Digitized by Google

deuxième excitation; mais à ce moment l'arrêt commence à se produire et l'amplitude des secousses ultérieures diminue, soit brusquement comme dans la figure 21, soit graduellement comme dans la figure 15, suivant que l'équilibre entre les actions motrices et les actions d'arrêt s'établit plus ou moins rapidement [1]. Mais si cette interprétation peut s'appliquer aux cas dans lesquels la contraction initiale est plus forte, elle ne peut s'appliquer à ceux dans lesquels cette contraction est plus faible; dans ce dernier cas, il y a me semble-t-il, un phénomène d'addition latente, c'est-à-dire une augmentation d'excitabilité du nerf à la suite de la première excitation.

La contraction terminale me paraît due aussi, au moins dans beaucoup de cas, à un phénomène d'arrêt. A ce point de vue, le tracé suivant est très instructif (*fig.* 24). On y voit une série de

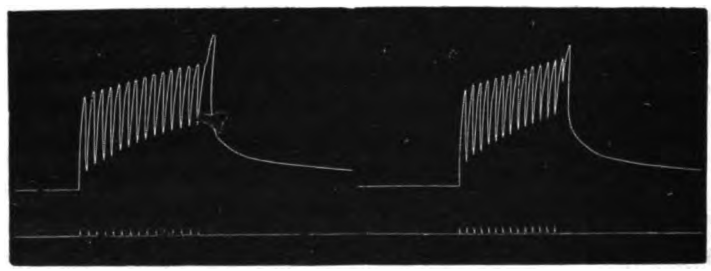


Fig. 24. — Secousse terminale additionnelle.

secousses parfaitement régulières et correspondant exactement en nombre au nombre des excitations (extra-courant). Mais dès que la série des excitations a cessé, on voit se produire une secousse terminale *additionnelle* plus forte que les autres et qui ne correspond à aucune excitation. Quelle interprétation donner de ce fait? Il me paraît difficile de n'y pas voir un phénomène d'arrêt analogue à ceux qu'on rencontrera plus loin à propos de la contraction réflexe et dans lesquels on voit une contraction se produire après la cessation de l'excitation. Il semble que, sous l'influence des actions d'arrêt, une partie seulement de l'excitation appliquée sur le nerf soit dégagée et employée à produire la secousse musculaire, tandis que l'autre partie reste dans le nerf à l'état d'*énergie latente* ou de *réserve d'excitation;* à chaque

1. Comme je l'ai déjà indiqué plus haut, la contraction initiale ne se montre pas dans le tétanos du muscle curarisé.

Digitized by Google

nouvelle excitation, une nouvelle quantité d'énergie latente vient s'ajouter aux précédentes et augmenter la réserve d'excitation ; cette énergie latente ainsi accumulée représente une certaine somme de forces de tension équilibrées et annulées par les actions d'arrêt qui se produisent à chaque excitation ; alors au moment où ces actions d'arrêt cessent de se produire par la cessation même des excitations, ces forces de tension se dégagent et la secousse terminale se produit. Je ne veux pas m'étendre sur ce sujet sur lequel j'aurai à revenir plus loin et qui touche à la physiologie générale des nerfs. Je n'ai voulu qu'essayer ici une interprétation de la contraction terminale.

Quand cette secousse terminale est plus faible, cette interprétation n'est plus valable. Y a-t-il dans ce cas une diminution d'excitabilité ou un phénomène de fatigue ? Il me paraît difficile d'arriver à une explication satisfaisante.

Avant de terminer ce qui concerne l'excitation électrique du nerf moteur, je dirai un mot de l'influence exercée par les centres nerveux sur l'excitabilité du nerf et par suite sur la forme de la contraction névro-directe. Autrement dit, la forme de la contraction musculaire est-elle la même quand on excite un nerf moteur en connexion avec les centres nerveux ou quand on excite ce nerf après l'avoir isolé de ces centres par la section ? Il est bien entendu que, dans ce dernier cas, il ne faut pas attendre la dégénérescence du nerf. Pour ma part, sur la grenouille, je n'ai pas trouvé de différence sensible, ni dans la forme de la secousse, ni dans la forme du tétanos névro-direct, à part les différences d'amplitude dues à l'augmentation temporaire d'excitabilité consécutive à la section.

La *secousse névro-directe* produite par la *section* du nerf moteur est brève et identique à la secousse produite par une excitation électrique simple. Je n'ai pas constaté chez la grenouille l'allongement consécutif observé par Tiegel chez le lapin, allongement qui, d'après lui, différencierait la secousse produite par la section de la secousse produite par l'excitation électrique. J'ai vu du moins que cet allongement pouvait se montrer pour les deux modes d'excitation.

La *ligature* du nerf, quand elle est faite rapidement, donne la même secousse que la section. Quand elle est faite plus lentement, elle détermine une série de secousses qui empiètent les unes sur les autres, mais ne se fusionnent jamais jusqu'au tétanos.

Digitized by Google

L'*élongation* du nerf faite avec précaution et avec lenteur ne produit aucune secousse; mais quand elle acquiert un certain degré ou quand elle est faite brusquement, il survient des secousses d'abord simples, puis multiples, qui deviennent de plus en plus nombreuses et irrégulières à mesure que la traction exercée sur le nerf est plus forte. Enfin, quand la traction est poussée jusqu'à l'*arrachement* du nerf, les secousses se multiplient en restant presque toujours dissociées et donnent une ligne de contractions très irrégulière.

Les *excitations mécaniques intermittentes* du nerf moteur déterminent un tétanos dont la forme est identique à celle du tétanos obtenu par les courants induits. Je ne m'arrêterai pas sur ces faits bien connus depuis les expériences d'Heidenhain et de Langendorff.

L'excitation *chimique* du nerf moteur ne m'a donné aucun résultat en employant comparativement les mêmes excitants que j'avais essayés sur le muscle. Avec les acides acétique, nitrique, sulfurique, lactique, étendus ou concentrés, je n'ai pu avoir aucune contraction. Le nerf se détruisait, se recroquevillait sous l'influence de l'acide, mais sans qu'aucune contraction se produisît. L'acide était appliqué, tantôt sur le nerf dont la continuité était respectée, tantôt sur le nerf sectionné de façon que le bout sectionné trempât dans le liquide. Le temps me faisant défaut, je n'ai pas continué les expériences avec les excitants chimiques et me suis borné aux substances mentionnées plus haut.

3° *Contraction radico-directe.*

La contraction produite par l'excitation des racines motrices présente, dans ses caractères généraux, la même forme que la contraction névro-directe, quelle que soit du reste la nature de l'excitation. Je n'ai pu constater, en effet, les caractères que E. Cyon attribue à la secousse produite par l'excitation de la racine motrice quand cette racine est en connexion avec la moelle (Société de biologie, séance du 22 avril 1876). D'après cet auteur, la courbe ressemblerait dans ce cas à celle de la secousse réflexe. Pour ma part, il m'a semblé que la seule différence était peut-être une différence dans l'intensité du phénomène, autrement dit, qu'une contraction névro-directe exige une excitation plus intense qu'une contraction radico-directe de même amplitude.

Digitized by Google

C'est en somme ce qu'on observe, au moins le plus ordinairement, quand on excite le nerf moteur dans un point rapproché et dans un point éloigné du muscle.

Le *tétanos radico-direct* est de même identique au tétanos névro-direct. J'en donnerai comme exemple le tracé de la figure 25

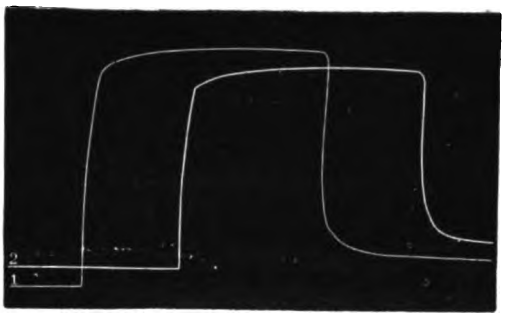


Fig. 25. — Tétanos radico-direct.

qui. représente le tétanos radico-direct obtenu par l'excitation d'une racine antérieure par les courants induits de l'appareil de Du Bois-Reymond.

En résumé, des expériences précédentes, il ressort cette conclusion que la contraction directe, sauf quelques différences tenant au lieu et à la nature de l'excitation, présente d'une façon générale toujours la même forme dont les types, secousse ou tétanos, sont aujourd'hui classiques.

B. — Contraction réflexe.

1° *Contraction radico-réflexe.*

Les caractères de la *secousse radico-réflexe* ont été bien étudiés par Wundt (*Untersuchungen zur Mechanik der Nerven und Nervencentren*, p. 45), et je ne puis que confirmer ces résultats. En somme, la forme de la secousse est identique dans la contraction radico-réflexe et dans la contraction névro-réflexe ; la seule chose à noter, c'est une excitabilité plus grande des racines sensitives, quand on les compare aux nerfs sensitifs.

Le *tétanos radico-réflexe* ne peut être obtenu que très difficilement par les excitations intermittentes qui, portées sur le nerf moteur, déterminent le tétanos névro-direct. Ainsi, dans la figure 26,

Digitized by Google

on voit, sous l'influence d'excitations tétanisantes (courants induits de l'appareil de Du Bois-Reymond), l'excitation de la racine

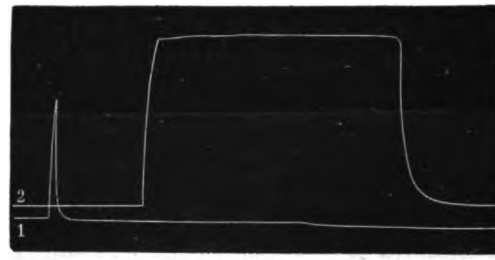


Fig. 26. — Secousse radico-réflexe, 1, et tétanos radico-direct, 2, produits par la même excitation.

sensitive ne produire qu'une simple secousse, 1, tandis que la même excitation appliquée sur la racine motrice produit le tétanos, 2. En augmentant l'intensité du courant, l'excitation gagne la moelle et la racine antérieure du côté opposé et, au lieu d'une secousse réflexe, on a le tétanos direct du gastro-cnémien du côté opposé.

2° *Contraction ganglio-réflexe.*

Il est presque impossible, chez la grenouille, de localiser exactement l'excitation dans le ganglion de la racine postérieure; l'excitation se transmet trop facilement aux parties voisines pour qu'on puisse attacher une certaine valeur aux résultats obtenus. Aussi ai-je laissé de côté ce mode d'excitation après quelques essais infructueux.

3° *Contraction névro-réflexe.*

La contraction névro-réflexe doit être étudiée sous ses deux formes, sous celle de *secousse* et sous celle de *tétanos*, en essayant les divers modes d'excitation. J'ai employé spécialement les excitations électriques et mécaniques.

Quand on fait agir sur le nerf sensitif une seule *excitation électrique* (courant constant ou courant induit), cette excitation doit être très intense pour produire une secousse névro-réflexe. Supposons, par exemple, qu'on emploie une excitation suffisamment intense pour déterminer, appliquée sur le nerf moteur, une secousse directe, pour avoir une secousse réflexe, en l'appliquant sur le

Digitized by Google

nerf sensitif, il faudra augmenter l'intensité de l'excitation dans le rapport de 1 à 3 ou 4 et quelquefois plus. En injectant des doses faibles de strychnine, la contraction directe et la contraction réflexe se produisent pour une intensité plus faible de l'excitant; mais, pour un léger degré d'intoxication, le rapport d'intensité 1 à 3 ou 4 reste le même; puis à mesure que l'intoxication strychnique augmente, ce rapport diminue et devient égal à zéro.

Les caractères de la *secousse névro-réflexe*, si on la compare à la secousse directe, présentent les différences suivantes qui ont déjà été signalées par Wundt (*Untersuchungen*, etc.).

L'amplitude de la secousse est, en général, moins considérable, sa durée est plus longue et cet allongement porte surtout sur la période de descente: enfin, le muscle revient moins complètement à sa longueur primitive et présente assez souvent un certain degré de contracture consécutive. Je ne ferai que mentionner l'augmentation de la période d'excitation latente, cette question ne rentrant pas dans mon sujet. Je ne m'appesantirai pas sur ces caractères de la secousse névro-réflexe dont l'étude complète et détaillée a été faite par Wundt dans le travail déjà cité. Ces caractères, du reste, ne varient pas, que l'excitation soit produite par les courants constants, les courants induits, les décharges du condensateur ou l'extra-courant.

Quand, au lieu d'une seule excitation électrique, on fait agir sur le nerf sensitif plusieurs excitations successives avec une fréquence variable, on obtient, au lieu d'une simple secousse, une *série de secousses* qui *peuvent* se fusionner plus ou moins complètement en un *tétanos névro-réflexe*.

Ce *tétanos névro-réflexe* présente les caractères suivants:

1° Il peut se produire pour des excitations qui, isolées, ne détermineraient aucune secousse névro-réflexe. On a donc là des phénomènes d'*addition latente* comparables à ceux qu'on observe dans le nerf moteur;

2° La forme du tétanos névro-réflexe est différente de celle du tétanos direct, telle qu'elle a été étudiée dans les paragraphes précédents. Dans le tétanos névro-réflexe, le plateau tétanique n'existe pas ou est très arrondi et la courbe se rapproche plus ou moins de la secousse musculaire simple. Les figures 1 à 3, pl. XVIII, donnent des exemples des principaux types observés. Quelquefois cette contraction est double, soit que les deux contractions se succèdent immédiatement, soient qu'elles soient sé-

Digitized by Google

parées par un intervalle plus ou moins prolongé. En outre, la forme du tétanos névro-réflexe est plus irrégulière comme le montre l'inspection seule des figures. Assez souvent, le tétanos névro-réflexe est suivi d'un raccourcissement permanent qui se prolonge plus ou moins longtemps (*fig.* 1, *c;* pl. XVIII). En résumé, ce qui domine, c'est une variabilité extrême très frappante, surtout si on la met en regard de la régularité typique du tétanos direct, variabilité qui porte à la fois sur la forme, la durée et le mode d'apparition du tétanos névro-réflexe.

Quoique la question ne touche pas au sujet dont je m'occupe spécialement dans ce travail, je dirai quelques mots de la *période d'excitation latente* du tétanos névro-réflexe, autrement dit du moment d'apparition de ce tétanos en le comparant à ce point de vue au tétanos névro-direct.

Le tétanos névro-réflexe apparaît longtemps après le tétanos névro-direct; il y a donc un retard du premier sur le second, retard qui peut varier de quelques fractions de seconde à 4 et 5 secondes et plus.

Un fait qui semble d'abord paradoxal, c'est qu'en examinant les chiffres obtenus, on voit que le retard du tétanos névro-réflexe *augmente* avec la durée de l'excitation tétanisante. En examinant de plus près le phénomène, et en regardant les tracés, on constate le fait suivant sur la grenouille : *le tétanos névro-réflexe se produit toujours après la cessation de l'excitation,* à moins que celle-ci ne soit prolongée au delà de certaines limites; si alors on calcule le retard de ce tétanos, *en partant du moment de la cessation de l'excitation,* on voit que ce retard diminue avec la durée de l'excitation. C'est ce que fait ressortir le tableau suivant, qui donne les chiffres d'une des expériences (les chiffres expriment des douzièmes de seconde).

DURÉE DE L'EXCITATION tétanisante.	RETARD DU TÉTANOS RÉFLEXE sur le début de l'excitation.	RETARD DU TÉTANOS RÉFLEXE sur la fin de l'excitation.
26	108	82
29	178	149
70	210	50
190	228	38
330	333	3

Digitized by Google

On voit par ce tableau que, sauf pour la première contraction, le retard diminue avec la durée de l'excitation et l'on serait porté à penser que le moment du dégagement nerveux qui détermine la contraction réflexe coïncide avec la cessation de l'excitation tétanisante. J'aurai à revenir plus tard sur ce fait.

3° La durée du tétanos névro-réflexe est, en général, plus courte que celle du tétanos névro-direct et surtout, ce qui est important, c'est que cette durée est beaucoup moins influencée par la durée de l'excitation. Ainsi dans une série d'expériences dans lesquelles la durée du tétanos direct variait de 29 à 321 douzièmes de seconde (celle de l'excitation tétanisante variant de 26 à 320 douzièmes), la durée du tétanos névro-réflexe n'a varié que de 20 à 45 douzièmes de seconde. Il n'y a donc pas, entre la durée de l'excitation tétanisante et celle du tétanos névro-réflexe, l'étroite relation qui existe entre cette durée et celle du tétanos direct; ce fait a une importance capitale au point de vue de l'interprétation théorique de la contraction réflexe.

Les faits que je viens de décrire ont échappé à l'attention des expérimentateurs, ou du moins leur attention ne s'est pas arrêtée sur ce sujet. Dans Wundt, par exemple, qui a si bien étudié les caractères comparés de la secousse directe et de la secousse réflexe, on ne trouve presque rien sur le sujet qui nous occupe. Dans son troisième chapitre intitulé : *Von der Interferenz verschiedener Reflexreize und dem Einfluss der höheren Nervencentren auf den Reflexvorgang*, il traite bien des chocs d'induction tétanisants, mais la question est prise à un tout autre point de vue.

On s'explique facilement du reste que ces faits aient échappé, comme je l'ai dit plus haut, à la plupart des expérimentateurs et qu'ils n'aient pas été l'objet d'une étude détaillée. Comme il est souvent difficile d'obtenir sur des grenouilles normales, excérébrées ou non, des contractions réflexes par l'excitation des nerfs sensitifs, on a presque toujours employé, pour augmenter l'intensité des phénomènes réflexes, des grenouilles empoisonnées par la strychnine. Or, la strychnine, même à faibles doses, modifie notablement la forme du tétanos réflexe.

Il n'y a, pour s'en assurer, qu'à suivre sur une grenouille, la marche graduelle de l'intoxication strychnique telle qu'on peut la voir sur les tracés reproduits dans les figures 1 à 2, pl. XIX. Ces tracés sont pris sur une grenouille dont le cerveau a été détruit ; les muscles fléchisseurs de la patte sont attachés, à droite et à

Digitized by Google

gauche, aux deux leviers d'un myographe double de Marey, le nerf sciatique droit est mis à nu de façon à avoir par son excitation la contraction névro-directe des muscles du côté droit et la contraction névro-réflexe de ceux du côté gauche. L'excitation tétanisante se fait par les courants induits de l'appareil de Du Bois-Reymond. Pour une excitation d'intensité égale à 15, la contraction directe se montre seule; il n'y a pas de contraction réflexe. A 20 d'intensité, on n'a qu'une contraction réflexe très légère ayant la forme d'une secousse allongée (*fig.* 1, pl. XIX), quelquefois même la forme de la contraction d'un muscle lisse. Je lui injecte à ce moment un dixième de milligramme de strychnine. L'effet se produit très vite et la contraction réflexe, toujours très légère, se produit beaucoup plus vite (*fig.* 2, pl. XIX); elle conserve ce-

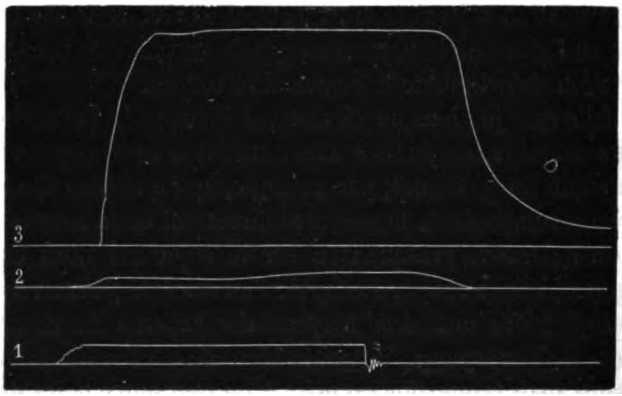


Fig. 27. — Tétanos névro-réflexe[1]

pendant à peu près la même forme qu'elle avait avant l'intoxication. Mais bientôt cette forme même change et se rapproche, sauf l'amplitude, de la forme du tétanos direct, comme on le voit dans les figures 27, 28 et 29. On voit aussi que le retard du tétanos réflexe diminue peu à peu et que bientôt le début de ce tétanos coïncide avec le début du tétanos direct[2]. Enfin, la durée du tétanos névro-réflexe strychnique est plus longue que celle du té-

1. 1, ligne sur laquelle sont indiqués le début et la fin de l'excitation; 2, ligne de la contraction réflexe; 3, ligne de la contraction directe. (Même signification des chiffres pour les figures 27 à 29.)

2. Le retard apparent qui existe sur les tracés entre le début des deux tétanos tient simplement à ce que le levier qui inscrivait le tétanos réflexe était un peu plus long que l'autre pour éviter la confusion dans les tracés.

Digitized by Google

tanos névro-réflexe ordinaire normal et quelquefois même que celle du tétanos névro-direct, sauf quand l'intoxication acquiert une certaine intensité. Dans ce cas, en effet, les deux tétanos, direct et

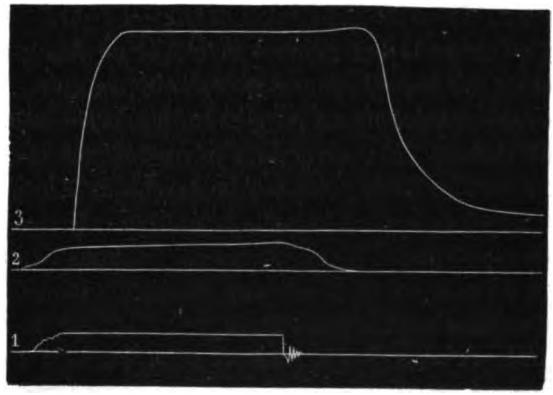


Fig. 28. — Tétanos névro-réflexe.

réflexe, ont la même durée. L'amplitude du tétanos névro-réflexe strychnique est d'ailleurs moins considérable que celle du tétanos direct.

Il semble donc que la strychnine transforme la moelle en quelque chose d'analogue à un nerf moteur. C'est comme si le nerf

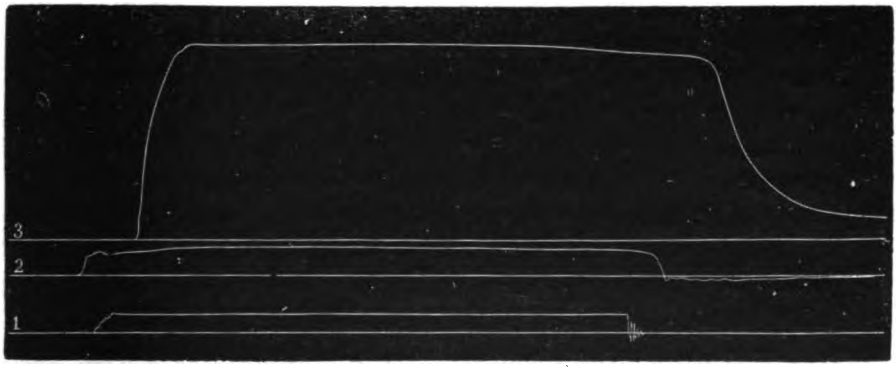


Fig. 29. — Tétanos névro-réflexe.

moteur se continuait directement depuis le muscle jusqu'au point du nerf mixte excité et comme si la moelle n'existait pas en tant que centre nerveux. La strychnine a accéléré la transmission dans la moelle, car il est inadmissible qu'elle ait accéléré la transmission dans les nerfs sensitifs et moteurs. On est donc porté

Digitized by Google

à admettre qu'à l'état normal, il existe dans les centres nerveux des obstacles à la transmission de l'excitation à travers ces centres et que la strychnine lève ces obstacles. Quels sont ces obstacles? Sont-ce des appareils d'arrêt qui seraient paralysés par la strychnine et l'action de cette substance devrait-elle être interprétée autrement qu'on ne le fait généralement? Je ne fais qu'indiquer cette question sur laquelle j'aurai occasion de revenir.

Les *excitations mécaniques* portées sur les nerfs sensitifs déterminent difficilement des contractions névro-réflexes, et cela même chez les grenouilles intoxiquées par la strychnine. Ainsi, chez une grenouille strychnisée chez laquelle le moindre attouchement de la peau provoquait immédiatement des contractions tétaniques, le tiraillement du nerf porté jusqu'à une élongation considérable ne provoquait aucune contraction réflexe.

Les *excitations mécaniques intermittentes* du nerf sensitif ne m'ont pas donné de résultat.

Pour les *excitations chimiques*, je ne puis que m'en référer à ce que j'ai dit déjà des excitations chimiques portées sur le nerf moteur. Je n'ai pu que constater le même résultat négatif.

4° *Contraction périphéro-réflexe.*

a) *Excitations cutanées.*

Quand on emploie, pour l'excitation de la peau, des électrodes sèches, métalliques, c'est avec la plus grande difficulté qu'on obtient une contraction réflexe par les excitations électriques, soit isolées, soit intermittentes, même quand on augmente la fréquence et, dans de certaines limites, l'intensité des excitations. Celles-ci peuvent être continuées jusqu'à 30 secondes et plus sans produire de résultat. Il en était ainsi, quel que fût le point de la peau excité (membres supérieurs, pattes, peau du pourtour de l'anus, etc.), que les électrodes fussent appliquées du même côté que le muscle attaché au levier du myographe (fléchisseur, gastro-cnémien) ou qu'elles le fussent du côté opposé. Et cependant ces mêmes excitations, qui étaient inefficaces quand on les portait sur la peau, déterminaient une contraction névro-réflexe quand on les appliquait sur le nerf sensitif. Il est bien entendu qu'il ne s'agit ici que de grenouilles non strychnisées. L'ablation du cerveau ou la section de la partie supérieure de la moelle ne paraissait pas modifier les résultats.

Digitized by Google

Cependant cette inefficacité n'est pas absolue. Dans un cas, par exemple, l'excitation de la peau de la partie inférieure de l'abdomen avec des courants induits d'intensité égale à 15 et d'une fréquence de 9 par seconde détermina, après 19 secondes (soit 171 excitations), des contractions des fléchisseurs et du gastro-cnémien se reproduisant rythmiquement à trois reprises différentes sous forme de secousses non fusionnées ou incomplètement fusionnées et augmentant de durée de la première à la troisième (*fig.* 30). Une autre fois, avec l'extra-courant fourni par quatre

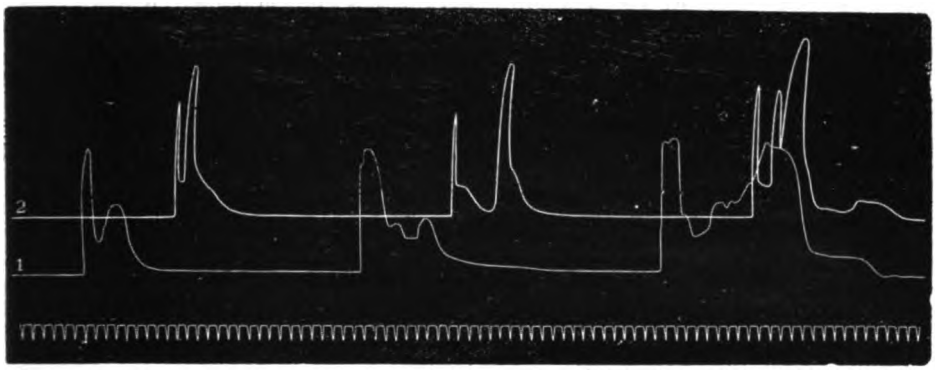


Fig. 30. — Contractions périphéro-réflexes des fléchisseurs, 1, et du gastro-cnémien, 2.

éléments et avec une fréquence de 6 excitations par seconde, l'excitation de la peau de la main donna, au bout de 13 secondes (soit après 78 excitations), une contraction réflexe des gastro-cnémiens sous forme de secousse très allongée d'une très faible amplitude. Il faut noter que dans ces cas le cerveau était conservé.

Quand on augmente notablement l'intensité du courant, les contractions réflexes se produisent plus facilement, mais alors on a affaire à des excitations douloureuses, et d'ailleurs en augmentant d'une façon trop considérable l'intensité du courant, l'excitation électrique peut atteindre par diffusion les nerfs eux-mêmes et alors ce ne sont plus les effets de l'excitation électrique de la peau qu'on obtient.

L'inefficacité relative des excitations électriques portées directement sur la peau de la façon indiquée ci-dessus tient en grande partie à la difficulté du passage du courant. Aussi en employant, au lieu d'électrodes sèches, des électrodes humides, on obtient

Digitized by Google

bien plus facilement la contraction réflexe. Mais il me semble qu'il y a encore une autre cause et que, dans bien des cas, cette résistance au passage ne peut être invoquée. Je serais porté à croire que dans ces expériences il y a simultanément excitation de fibres nerveuses ou d'appareils d'arrêt et de fibres nerveuses excito-motrices dont l'activité est contre-balancée par les premières. J'en citerai des exemples à propos des phénomènes d'arrêt dans la dernière partie de ce travail.

Les *excitations mécaniques* appliquées sur la peau produisent plus facilement, d'une façon générale, les contractions réflexes que les excitations électriques. Mais à ce point de vue il faut faire la part du mode d'excitation qui a une très grande influence. Il faut distinguer d'abord les *excitations tactiles simples* des *excitations douloureuses.*

Le *contact simple* avec un stylet mousse détermine quelquefois des contractions réflexes sous forme de petites secousses simples ou multiples; mais il arrive très souvent qu'un simple contact ne produise rien. Il y a sous ce rapport des différences individuelles assez notables; la destruction du cerveau, la section de la moelle modifient aussi les résultats sans leur donner plus de constance. Ces contacts simples sont plus efficaces quand l'animal, *privé ou non du cerveau,* a été déjà soumis à des excitations antérieures.

Les *contacts répétés* produisent beaucoup plus sûrement les contractions réflexes; mais là encore il faut distinguer la façon dont se fait la répétition des excitations. Les frottements ou les contacts répétés *irrégulièrement* ont le plus d'efficacité et déterminent facilement des secousses réflexes simples ou multiples qui ne prennent jamais la forme tétanique, comme on peut le voir sur les figures suivantes qui représentent les secousses obtenues par l'excitation mécanique avec une pointe mousse de la patte (*fig.* 31) et de la peau de l'anus (*fig.* 32). Quelquefois la contrac-

Fig. 31. — Contractions réflexes par l'excitation mécanique de la peau de la patte.

Fig. 32. — Contractions réflexes par l'excitation mécanique de la peau de l'anus.

tion n'a lieu qu'après un temps très long; il faut parfois exciter pendant 40 secondes et plus pour déterminer des contractions.

Digitized by Google

Dans certains cas, la contraction réflexe a la forme d'une secousse simple.

Quand les contacts sont répétés à des intervalles *réguliers*, même assez espacés, on obtient encore des contractions réflexes; ainsi en mettant 2 à 5 secondes d'intervalle entre chaque excitation, on a des contractions au bout de 6 à 12 excitations suivant le point excité; quelquefois même il faut beaucoup plus longtemps, jusqu'à 33 excitations, et il arrive parfois qu'on n'obtient rien. La contraction a souvent alors la forme d'une secousse allongée ressemblant à la contraction des muscles lisses (*fig.* 33).

Fig. 33. — Secousse réflexe par excitation mécanique de la peau; gastro-cnémien.

J'ai essayé l'action des excitations mécaniques *parfaitement intermittentes* en disposant une sorte de petit appareil tétano-moteur agissant par percussion et pouvant donner des excitations de fréquence variable. Ce mode d'excitation a été inefficace, tandis que chez les mêmes animaux le simple frottement de la peau avec un stylet mousse déterminait des contractions réflexes.

Les *excitations douloureuses* produisent facilement, comme on sait, des contractions réflexes. C'est ainsi qu'agissent le pince-

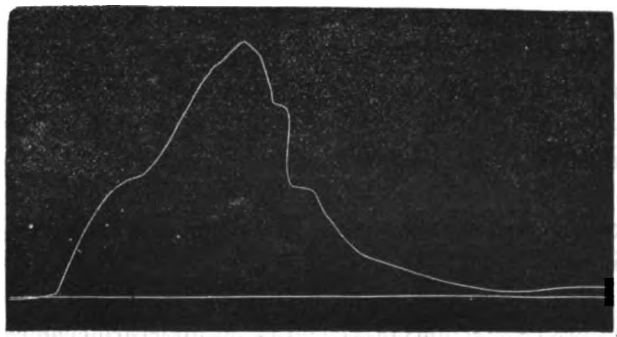


Fig. 31. — Contraction réflexe du gastro-cnémien produite par le pincement de la peau de l'anus.

ment de la peau, les piqûres et surtout la pression entre les mors d'une pince. On a, suivant les cas, tantôt des secousses plus ou

Digitized by Google

moins allongées, tantôt des secousses violentes qui dans tous les cas se fusionnent difficilement et dont les figures 34 et 35 peuvent donner une idée.

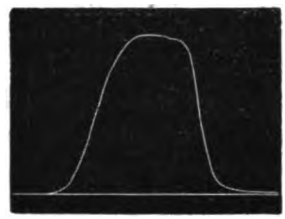


Fig. 35. — Contraction réflexe du gastro-cnémien produite par le pincement de la peau de l'anus.

En résumé, d'une façon générale, la contraction cutanéo-réflexe a la forme d'une secousse simple ou multiple, rarement fusionnée et presque toujours irrégulière.

Avant d'aller plus loin, je m'arrêterai sur quelques points qui me paraissent nécessiter des développements.

Le premier de ces points est le suivant. Quand on a attaché aux leviers du myographe double le tendon du gastro-cnémien et le tendon des fléchisseurs de la patte, on observe que les contractions réflexes du gastro-cnémien sont ordinairement accompagnées des contractions des fléchisseurs. Celles-ci se montrent quelquefois avant les autres et il peut arriver aussi que la contraction ne se produise que dans les fléchisseurs et pas dans le gastro-cnémien. Ce dernier muscle est donc mal choisi quand on veut étudier les mouvements réflexes et il vaut mieux s'adresser à d'autres muscles.

En outre la contraction des fléchisseurs a souvent une forme différente de celle du gastro-cnémien, et cependant si on excite à la fois les filets musculaires des deux muscles en sectionnant ou en excitant le nerf sciatique, on a une forme de contraction identique dans les deux muscles. La différence dans la forme de la contraction cutanéo-réflexe dans les fléchisseurs et dans le gastro-cnémien serait donc *de nature centrale*.

Ce n'est pas seulement dans les fléchisseurs de la patte qu'il se produit des contractions précédant celles du gastro-cnémien. Ces contractions se produisent encore dans d'autres muscles et déterminent des *mouvements avant-coureurs* déjà signalés du reste. Ces mouvements, qui apparaissent avant les contractions des fléchisseurs, consistent en mouvements d'ensemble du tronc et des

Digitized by Google

épaules, mouvements très légers ordinairement et quelquefois à peine perceptibles; ils sont tout à fait comparables aux mouvements que fait un homme endormi quand on le tracasse un peu pendant son sommeil sans le réveiller. Ces contractions, qui portent sur les muscles du tronc, des épaules et des membres antérieurs, peuvent devenir assez violentes, sans pour cela être suivies de contractions dans les muscles des membres inférieurs.

Le second point concerne le *lieu d'application* des excitations mécaniques. D'une façon générale, c'est la peau du pourtour de l'anus qui se montre la plus sensible à l'excitation mécanique; les réflexes ainsi déterminés sont plus intenses et se montrent plus rapidement; puis viennent la membrane interdigitale et les orteils, la main, et enfin la peau du dos et des autres régions. Mais l'influence la plus grande est exercée par le côté même du corps qui est excité, fait du reste bien connu. Aussi je ne m'y arrêterai pas et me contenterai de renvoyer aux figures 2 et 3 de la planche XVII. Il y a cependant des exceptions à cette règle. Dans certains cas, les contractions ont lieu dans les muscles du côté opposé avant de se montrer dans les muscles du même côté. J'en donnerai comme exemple une expérience pour mieux fixer les idées. Les deux tendons des fléchisseurs et du gastro-cnémien de la patte *gauche* sont fixés aux deux leviers du myographe double; en grattant doucement les doigts de la main *gauche*, j'ai d'abord des contractions dans les fléchisseurs de la patte *droite* libre, et seulement un certain temps après, des contractions dans les fléchisseurs de la patte *gauche*. En excitant mécaniquement la peau de l'anus, même résultat; toujours la patte libre se contracte avant la patte dont les muscles sont fixés au levier du myographe. A quoi tient cette différence? Elle ne peut tenir à une diminution d'excitabilité des muscles ou des nerfs moteurs *gauches*, car leur excitation directe détermine une secousse tout à fait normale. Elle ne peut tenir non plus à la résistance opposée à la contraction par le ressort du myographe. Il y a donc très probablement diminution d'excitabilité de la moitié *gauche* de la moelle, diminution due vraisemblablement à la préparation des muscle du côté *gauche* (section de la peau, tiraillement des nerfs musculo-tendineux, etc.).

Le troisième point concerne les faits mentionnés pages 112 et 113. J'ai dit que les contacts simples étaient plus efficaces quand l'animal, privé ou non de cerveau, avait déjà été soumis à

Digitized by Google

des excitations antérieures. On a vu aussi que des contacts répétés à des intervalles même assez espacés, 2 à 5 secondes par exemple et même plus encore, déterminaient des contractions réflexes au bout d'un certain nombre d'excitations. Il y a là des phénomènes qui rappellent les phénomènes d'addition latente, mais d'addition latente *à longue portée*. Ces faits montrent que la modification produite par une excitation sur le système nerveux persiste plus longtemps qu'on ne le croirait au premier abord, constituant ainsi une sorte de *réserve d'excitation* qu'augmentent peu à peu les excitations successives suivies toutes de leur modification persistante; quand cette réserve d'excitation a acquis une certaine intensité, la moindre excitation suffit pour la faire passer de l'état latent, de l'état de tension à l'état actif et la contraction se produit (voir aussi p. 98).

Ces phénomènes peuvent se présenter sous une forme intéressante au point de vue des fonctions des centres nerveux et je citerai comme exemple une de mes expériences.

Le 5 décembre 1876, j'enlève les hémisphères cérébraux sur une grenouille assez grosse, bien vivace. Elle perd peu de sang; la plaie est réunie par un point de suture et l'animal abandonné à lui-même. Le lendemain, je constate sur elle les faits suivants qui furent observés un grand nombre de fois. Elle a l'attitude accroupie normale et à première vue ne se distingue en rien d'une grenouille intacte. Je touche la cornée légèrement avec un stylet mousse, elle ferme les yeux mais sans bouger; je réitère le contact, elle ferme les yeux et baisse la tête; je réitère encore, elle ferme les yeux, baisse la tête et fait un mouvement de la main du côté correspondant à l'œil excité; je renouvelle mon contact, mêmes mouvements auxquels vient s'ajouter un mouvement d'ensemble du tronc, comme une sorte de torsion; je touche de nouveau, mêmes phénomènes, mais de plus il y a un mouvement de progression en avant, mais sans sauter. Les contacts étaient très légers, autant que possible identiques et séparés par des intervalles assez longs pour permettre à l'animal de revenir au repos complet. Je recommence l'expérience en touchant cette fois la peau du dos au niveau des premières vertèbres dorsales, un peu sur le côté. Là, l'expérience est encore plus frappante. Premier contact : elle baisse un peu la tête; deuxième : le mouvement d'abaissement est plus fort; tout le reste du corps est immobile; troisième contact : léger mouvement de recul; quatrième contact: mouvement

Digitized by Google

de recul plus prononcé ; cinquième contact : mouvements des mains et de la patte postérieure correspondante qui se rapproche du point touché, mais sans y arriver ; sixième contact : mouvements des deux pattes de derrière ; septième contact : saut incomplet ; huitième contact : saut définitif bien franc. En touchant la peau au-dessus de l'anus, même série de mouvements. L'animal fut sacrifié le 8 mars 1877. L'autopsie montra que les deux hémisphères cérébraux avaient été enlevés en totalité ; les autres parties du cerveau avaient été respectées. Je me contente de mentionner cette expérience sans entrer dans des développements qui ne rentrent pas dans le sujet que j'ai plus spécialement en vue dans ce travail.

J'ai essayé à plusieurs reprises l'influence *d'excitations successives intermittentes de nature différente*. Je voulais voir si des excitations, inefficaces par elles-mêmes, pouvaient devenir efficaces quand on faisait varier rapidement la nature de l'excitation. Pour cela j'ai disposé un appareil interrupteur de telle façon qu'une excitation électrique (choc d'induction) fût suivie d'une excitation mécanique (percussion de la peau) ; les excitations électriques et mécaniques alternaient régulièrement et le nombre *total* des excitations pouvait varier de 1 à 26 par seconde. Dans ces conditions, pas plus qu'avec les excitations mécaniques ou électriques intermittentes séparées, je n'ai obtenu de contractions réflexes, même en continuant les excitations plus de 30 secondes.

Les *excitations chimiques* de la peau ont été les plus étudiées. C'est en effet le procédé le plus employé ordinairement quand on veut rechercher chez la grenouille les conditions des mouve-

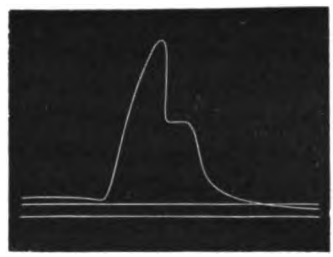


Fig. 36. — Contraction réflexe du gastro-cnémien sous l'influence de l'acide acétique à $^1/_{20}$ appliqué sur la peau de la patte [1].

1. La contraction du gastro-cnémien a été précédée de mouvements avant-coureurs dans les muscles des membres antérieurs.

Digitized by Google

ments réflexes. Aussi je ne m'y arrêterai pas. Je me contenterai de dire quelques mots de la forme de la contraction réflexe à la suite des excitations chimiques de la peau (acide étendu, essence de térébenthine). La contraction a tantôt la forme d'une secousse plus ou moins allongée, plus ou moins régulière (*fig.* 36); mais ces secousses ont plus de tendance à se fusionner que pour les autres modes d'excitation et peuvent même arriver à un tétanos presque complet, mais jamais aussi régulier et aussi pur que le

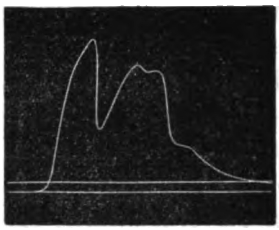


Fig. 37. — Même légende que pour la figure 36.

tétanos direct. J'en donnerai comme exemples les figures 37, 38, 39 et 40.

b) *Excitations viscérales.*

Il m'a paru intéressant de comparer les effets des excitations viscérales à ceux des excitations cutanées, autrement dit de voir si la forme de la contraction *viscéro-réflexe* était la même que celle de la contraction cutanéo-réflexe. Je n'ai pu, faute de temps, faire sur ce sujet qu'un petit nombre d'expériences dont je donnerai les résultats.

J'ai essayé l'action des *courants induits* sur le cœur, l'estomac, l'intestin et le poumon. Je fixais solidement la grenouille sur la planchette de la façon ordinaire; seulement au lieu de la face ventrale, c'était la face dorsale de l'animal qui reposait sur la planchette; j'ouvrais alors l'abdomen et le thorax pour mettre les viscères à nu, afin de pouvoir appliquer directement sur eux les excitations. C'est toujours la paroi externe des viscères qui a été excitée. Je n'ai pas fait de recherches sur l'excitation de leur paroi interne.

Avec le poumon, je n'ai obtenu aucune contraction réflexe. Le cœur et l'estomac, au contraire, ont toujours réagi très facilement, plus facilement même que la peau. En excitant le cœur par des courants faibles, d'une intensité = 15, pour 5 excitations par

Digitized by Google

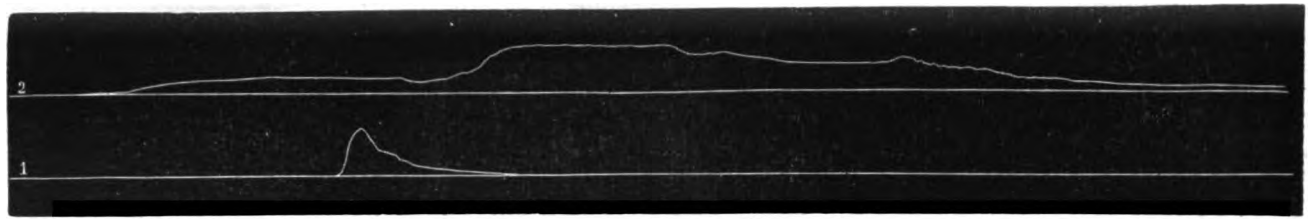


Fig. 38. — Contractions réflexes des fléchisseurs, 1, et du gastro-cnémien, 2, sous l'influence de l'acide acétique appliqué sur la peau de la patte.

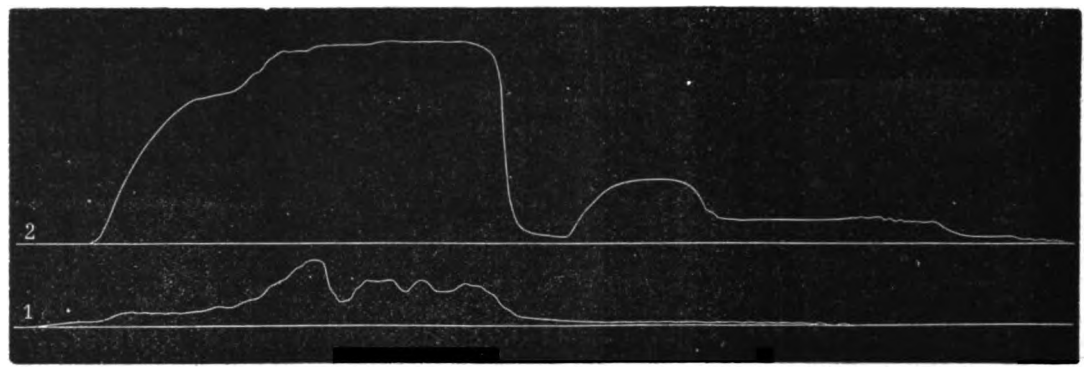


Fig. 39. — Même légende que pour la figure 38.

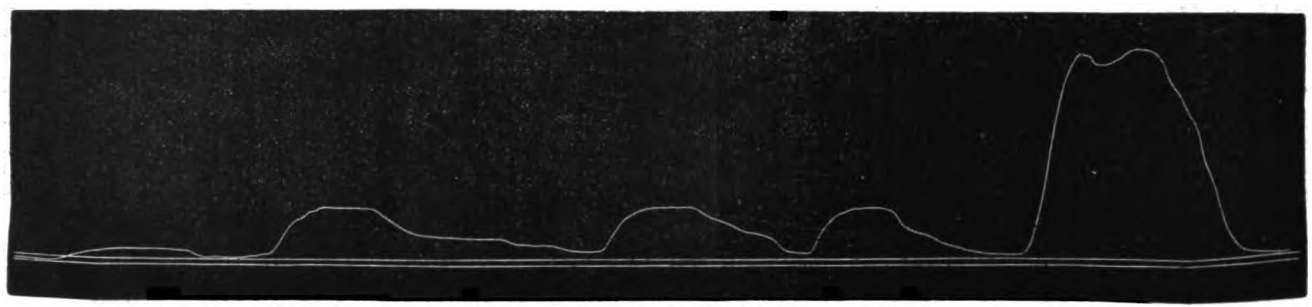


Fig. 40. — Contractions réflexes des fléchisseurs sous l'influence de l'acide acétique appliqué sur la peau de la patte.

Digitized by Google

seconde, la contraction cardio-réflexe se produisait au bout de 15 secondes (ou 75 excitations); pour 10 excitations par seconde, elle se montrait après 5 secondes seulement, soit après 50 excitations. Les figures 41 et 42 représentent les contractions obtenues

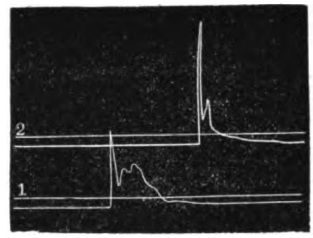


Fig. 41. — Contraction cardio-réflexe des fléchisseurs (ligne inférieure, 1) et du gastro-cnémien (ligne supérieure, 2) sous l'influence des courants induits (pour 5 excitations par seconde).

dans les deux cas dans les fléchisseurs et dans le gastro-cnémien. Pour une intensité = 10 seulement, avec un peu moins de

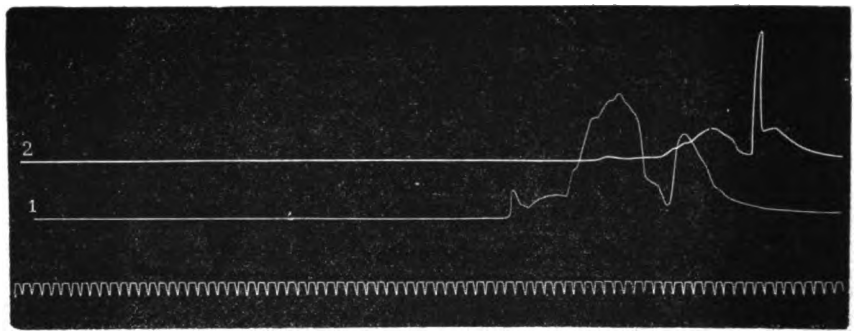


Fig. 42. — Même légende que pour la figure 41 (pour 10 excitations par seconde).

10 excitations par seconde, la contraction se montrait, mais beaucoup plus faible, surtout pour le gastro-cnémien, après 31 secondes seulement, soit 294 excitations.

Avec l'estomac, les phénomènes sont à peu près les mêmes; aussi je n'y insisterai pas : je me contenterai de donner un tracé des contractions stomaco-réflexes (*fig.* 43). Dans un cas, la contraction s'est produite une seconde et demie seulement après la cessation de l'excitation qui avait duré 37 secondes.

Pour les *excitations mécaniques*, j'ai employé les frottements doux avec un stylet mousse, les percussions légères à intervalles réguliers et la compression entre les mors d'une pince.

Digitized by Google

Les *frottements* étaient continués jusqu'à ce que la contraction se produisît. Pour le cœur et l'estomac, il fallait de 25 à 40 se-

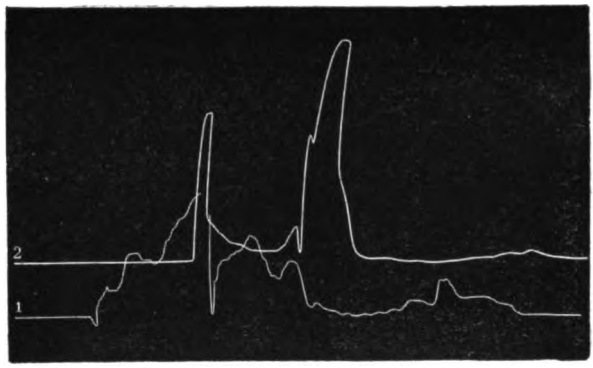


Fig. 43. — Contractions stomaco-réflexes des fléchisseurs (ligne inférieure, 1) et du gastro-cnémien (ligne supérieure, 2) sous l'influence des courants induits.

condes et les figures 44 et 45 donnent les formes de la contraction

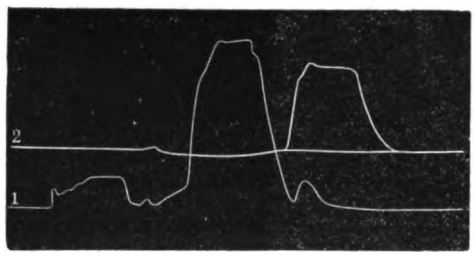


Fig. 44. — Contractions cardio-réflexes des fléchisseurs (ligne inférieure, 1) et du gastro-cnémien (ligne supérieure, 2) sous l'influence de frottements répétés.

réflexe des fléchisseurs et du gastro-cnémien dans les deux cas.

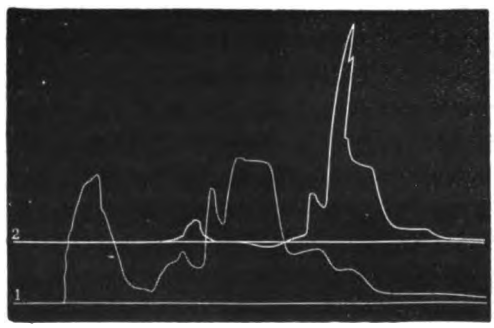


Fig. 45. — Contractions stomaco-réflexes des fléchisseurs (ligne inférieure, 1) et du gastro-cnémien (ligne supérieure, 2) sous l'influence de frottements répétés.

Digitized by Google

Pour le gros intestin, il fallait un temps plus long et les contractions étaient toujours moins fortes (*fig.* 46). Avec les poumons, le résultat était nul.

Fig. 46. — Contractions réflexes des fléchisseurs (ligne inférieure, 1) et du gastro-cnémien (ligne supérieure, 2) sous l'influence de frottements répétés du gros intestin.

Les *percussions intermittentes* déterminaient plus rapidement des contractions viscéro-réflexes qui, du reste, présentaient le même caractère et les mêmes formes que les contractions déterminées par le frottement, comme on peut s'en assurer par les figures 47

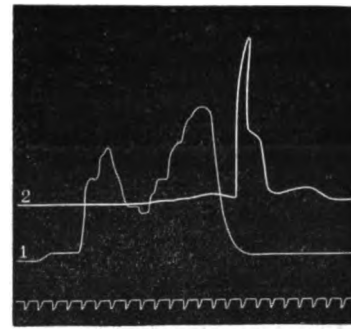


Fig. 47. — Contractions cardio-réflexes des fléchisseurs (ligne moyenne, 1) et du gastro-cnémien (ligne supérieure, 2) sous l'influence de percussions intermittentes (indiquées sur la ligne inférieure).

et 48. Il arrive souvent que lorsque les contractions ont été plus tardives, elles sont plus violentes.

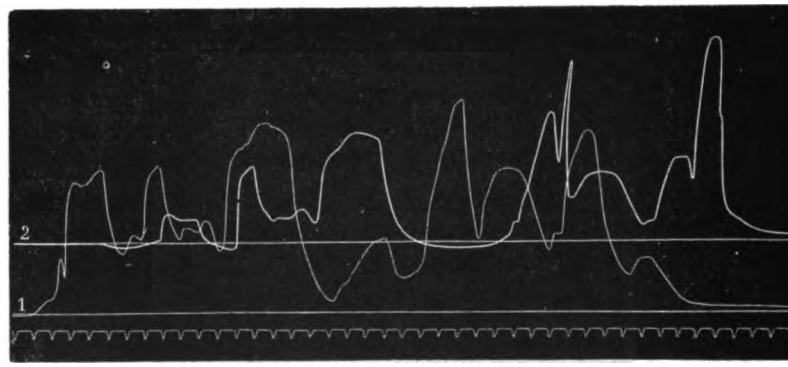


Fig. 48. — Contractions stomaco-réflexes des fléchisseurs (ligne 1) et du gastro-cnémien (ligne 2) sous l'influence de percussions intermittentes (indiquées sur la ligne inférieure).

Digitized by Google

Les contractions produites par la *compression* (pression entre les mors d'une pince) présentent aussi les mêmes caractères (*fig.* 49).

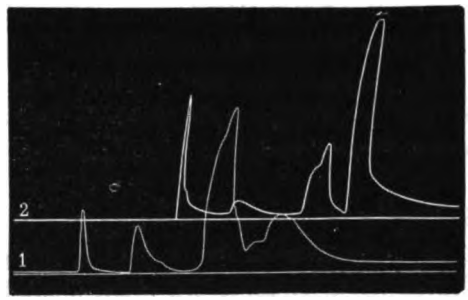


Fig. 49. — Contractions stomaco-réflexes des fléchisseurs (ligne 1) et du gastro-cnémien (ligne 2) par suite de compression.

Si on compare, au point de vue de la forme, les contractions viscéro-réflexes déterminées par les courants induits et celles produites par les actions mécaniques, on voit dans ces dernières une tendance marquée à prendre la forme tétanique, comme on peut s'en assurer en regardant les figures 44 et 45. Mais ce tétanos est toujours irrégulier, et même lorsque les excitations mécaniques sont intermittentes et se font à des intervalles parfaitement réguliers, comme on peut le voir sur les tracés, jamais cette régularité ne se retrouve dans les contractions.

En résumé, les recherches précédentes conduisent aux conclusions suivantes :

La contraction réflexe offre des caractères qui la différencient de la contraction directe, qu'elle se présente sous forme de secousse ou sous forme de tétanos ;

La secousse réflexe présente la même forme, sauf quelques variations légères, quel que soit le point excité, périphérie sensitive, nerf sensitif ou racine sensitive.

La secousse réflexe se distingue de la secousse directe par son amplitude moindre, sa durée plus longue, l'augmentation de la période d'excitation latente et par l'existence plus fréquente d'un certain degré de contracture consécutive.

Le tétanos réflexe, ou mieux la contraction réflexe qui succède aux excitations tétanisantes, présente une forme beaucoup plus variable que le tétanos direct et n'a jamais la régularité typique de ce dernier.

Le tétanos réflexe peut se présenter, tantôt sous la forme de

Digitized by Google

secousse simple, quelquefois allongée comme celle des muscles lisses, tantôt sous celle de secousses irrégulières plus ou moins fusionnées, tantôt sous celle de tétanos incomplet, plus rarement enfin sous la forme de véritable tétanos, mais qui, même dans ce cas, n'a jamais la régularité du tétanos direct.

Le tétanos réflexe apparaît plus tard que le tétanos direct et ne se montre très souvent qu'après la cessation de l'excitation tétanisante, à moins que cette excitation ne soit prolongée très longtemps.

La durée du tétanos réflexe est plus courte que celle du tétanos direct et cette durée est, dans certaines limites, indépendante de la durée de l'excitation tétanisante. Du reste, d'une façon générale, il n'y a pas entre l'excitation et le tétanos réflexe l'étroite relation qui existe entre l'excitation et le tétanos direct.

Telles sont les conclusions générales qui ressortent de mes expériences sur la contraction réflexe.

A quoi tiennent maintenant ces différences de forme de la contraction réflexe et de la contraction directe? Il est bien difficile de répondre à cette question. Je n'ai pu jusqu'ici trouver une loi qui permette d'expliquer les variations de forme de la contraction réflexe et je n'ai pu constater de relation évidente entre ces formes et les conditions de l'excitation. Un fait pourtant se dégage avec netteté, c'est que les conditions qui déterminent la forme de la contraction réflexe doivent être cherchées principalement dans les centres nerveux eux-mêmes. Je reviendrai plus loin sur cette question.

Avant de terminer ce qui concerne la contraction réflexe, je dois revenir sur un fait dont j'ai déjà dit quelques mots et qui a une certaine importance au point de vue de l'interprétation théorique de la contraction musculaire.

Dans la plupart de mes expériences sur la contraction réflexe, j'ai pu constater ce fait que presque toujours les fléchisseurs de la patte et le gastro-cnémien, c'est-à-dire les muscles antagonistes, se contractaient *simultanément*, sauf dans les cas mentionnés plus haut et avec les réserves ci-dessus indiquées. Les cas dans lesquels les muscles d'un seul côté de l'articulation se contractaient seuls étaient des cas exceptionnels. On arrive donc à cette conclusion que, dans un mouvement réflexe donné, on a à la fois contraction des muscles qui déterminent le mouvement et contraction des muscles antagonistes, et que le mouvement produit

Digitized by Google

résulte en réalité de la prédominance de la première contraction sur l'autre, et d'une sorte d'équilibre qui s'établit entre les deux contractions. Je ne fais que mentionner ce fait, sur lequel n'ont pas porté spécialement mes recherches et que je me réserve d'étudier plus tard en détail.

C. — Contraction centrale.

J'ai étudié, dans les deux chapitres précédents, les conditions qui déterminent la forme de la contraction directe et de la contraction réflexe; j'étudierai maintenant la contraction musculaire centrale, c'est-à-dire celle qui est déterminée par l'excitation directe des centres nerveux. Avant d'aller plus loin, je rappellerai que les recherches qui font le sujet de ce travail ne portent que sur la grenouille et que les conclusions à en tirer ne peuvent être appliquées qu'à cet animal. Cette réserve est d'autant plus nécessaire que j'ai tout lieu de croire que les centres nerveux des animaux supérieurs se comportent d'une façon différente, au moins sur un certain nombre de points.

Le temps ne m'a pas permis de multiplier, autant que je l'aurais voulu, les expériences sur la contraction centrale; aussi ai-je dû laisser de côté certaines questions sur lesquelles je n'avais que des matériaux tout à fait insuffisants. Les procédés d'excitation ont été aussi beaucoup moins variés que pour la contraction réflexe et la contraction directe. Malgré cela, les résultats que j'ai obtenus, en restant dans un cercle limité d'expériences, m'ont paru assez nets pour mériter l'attention.

Les seuls procédés d'excitation que j'aie employés pour les centres nerveux sont, pour l'excitation électrique, les courants intermittents de fréquence variable et surtout les courants induits de l'appareil à glissement de Du Bois-Reymond, pour l'excitation mécanique, les sections à différentes hauteurs. Les chocs simples d'induction ou de courant constant ne m'ont donné que des secousses simples qui ne m'ont pas paru se différencier sensiblement des secousses musculaires directes. La piqûre avec une aiguille, que j'ai essayée dans quelques cas, ne m'a donné que des résultats variables, tandis que ceux que j'obtenais par la section étaient beaucoup plus nets.

J'ai essayé d'abord l'*excitation comparée de la moelle et du nerf moteur avec les courants intermittents.* L'expérience est disposée

Digitized by Google

de la façon suivante : la moelle est sectionnée à sa partie supérieure; les deux gastro-cnémiens sont attachés aux leviers du myographe double; un des nerfs sciatiques est mis à nu. Dans certains cas, au lieu de sectionner la moelle, l'avant-train de l'animal était curarisé pour éviter les mouvements. Un interrupteur électrique donnant des interruptions de fréquence variable est disposé de façon à interrompre un courant de pile; ce courant actionne un appareil de Du Bois-Reymond qui donne des chocs d'induction variant de 1 à 40 environ par seconde. Une disposition appropriée enregistre les interruptions du courant inducteur. Les électrodes sont bifurquées et conduisent le courant à la moelle et au nerf sciatique. Des interrupteurs sont placés sur leur trajet de façon à pouvoir exciter à volonté :

Le nerf seul;

La moelle seule;

La moelle et le nerf simultanément.

Avec cette disposition, quand on excite le nerf seul, le muscle gastro-cnémien du côté correspondant est seul excité; quand on excite la moelle seule, les deux nerfs sciatiques et les deux gastro-cnémiens sont excités simultanément et théoriquement les excitations des deux côtés sont égales ; quand on excite à la fois la moelle et le nerf, les deux côtés sont excités à la fois, mais l'excitation doit être plus forte du côté correspondant au nerf excité. Les effets observés dans ces conditions sont les suivants *quand l'intensité du courant est assez forte* [1].

1° La fusion des secousses a lieu plus rapidement pour le nerf moteur que pour la moelle. Ainsi, avec une intensité = 35 de l'appareil, il fallait, avec l'excitation de la moelle, plus de 20 excitations par seconde pour avoir la fusion complète, tandis qu'avec l'excitation du nerf moteur, elle était complète à 11,5 excitations par seconde. On pourrait supposer que cette différence tient simplement à une différence d'intensité d'action du courant, la moelle représentant un cylindre plus volumineux que le nerf et par suite déterminant une diminution de densité du courant qui la parcourt, mais cette explication est en désaccord avec les faits physiologiques et il est facile de démontrer que cette cause ne peut avoir aucune influence. Je me contenterai de citer à l'appui

1. L'intensité du courant induit variait de 20 à 35 de l'appareil de Du Bois-Reymond. Le fait est essentiel à noter parce que, comme on le verra plus loin, les résultats sont différents avec des courants faibles.

Digitized by Google

l'expérience suivante : on met à nu, par exemple, le nerf sciatique d'une patte de grenouille et après l'avoir isolé, on le place sur les électrodes de façon à faire l'excitation *immédiate;* on obtient ainsi, en graduant l'excitation, une série de secousses d'une certaine amplitude; qu'on excite alors de la même façon le même nerf, mais en le plaçant sur les électrodes, non plus *isolé* comme tout à l'heure, mais en contact avec une masse musculaire ou même entouré par cette masse musculaire (excitation *médiate*), on n'observera pas de différence dans l'amplitude et la forme des secousses; les résultats seront identiques dans les deux cas. C'est, du reste, ce qui arrive dans l'expérience relatée plus haut; les secousses produites par l'excitation du nerf moteur et celles produites par l'excitation de la moelle ont exactement la même amplitude et la même forme.

2° Si on continue l'excitation tétanisante sur le nerf moteur, le tétanos finit par disparaître au bout d'un certain temps, le plateau descendant peu à peu et régulièrement vers la ligne de repos. En continuant l'excitation tétanisante de la moelle, les phénomènes sont différents; le tétanos, complet ou incomplet, s'arrête beaucoup plus vite et il survient des séries de secousses plus ou moins incomplètement fusionnées et plus ou moins régulières. Il n'y a qu'à jeter un regard sur la figure 4, pl. XVII, qui représente les effets d'une excitation tétanisante prolongée de la moelle.

3° Fréquemment, après la cessation des excitations de la moelle, qu'elles aient été ou non tétanisantes, il survient des contractions

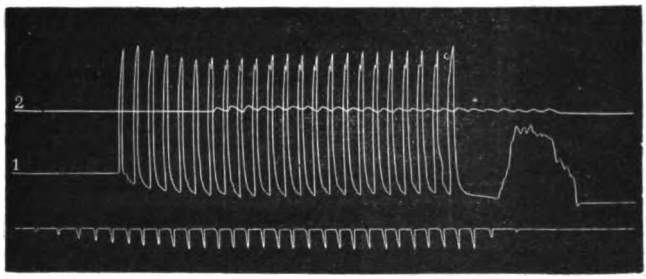


Fig. 50. — Secousses et contraction consécutive provoquées par l'excitation de la moelle [1].

1. Ligne supérieure, 2; secousses du gastro-cnémien dont le nerf a été préparé. — Ligne moyenne, 1; secousse du gastro-cnémien dont le nerf est intact; on y voit les contractions consécutives. — Ligne inférieure; les excitations y sont indiquées; à cause de l'imperfection de l'appareil interrupteur, les premières et les dernières interruptions étaient inefficaces, le contact ne se produisant pas.

Digitized by Google

irrégulières ayant un tout autre caractère que celles qui sont déterminées pendant l'excitation. On en voit un exemple dans la figure 50. On y voit, sur la ligne moyenne, d'abord une série de secousses très régulières, d'égale amplitude et égales au nombre des interruptions (voir la légende de la figure), puis dès que les excitations intermittentes ont cessé, une contraction consécutive de forme toute différente et qui rappelle tout à fait certaines formes de contraction réflexe déjà étudiées plus haut. J'aurai occasion de revenir plus loin sur ce fait à propos des phénomènes d'arrêt.

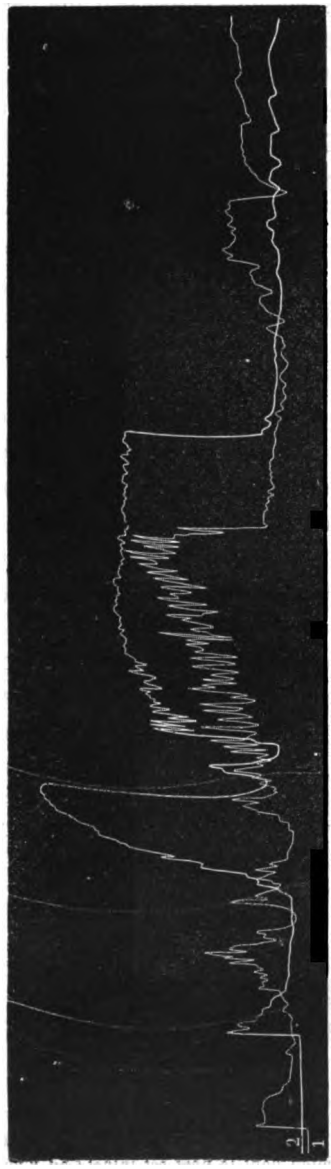


Fig. 51. — Contractions provoquées par l'excitation des centres nerveux (encéphale) [1].

Je n'ai pu chez la grenouille constater le fait observé chez le lapin par Kronecker et Hall (*Arch. für Physiologie,* 1879, p. 11). En excitant la moelle (coupée au-dessus du centre respiratoire), ces auteurs ont vu qu'au delà de 20 excitations par seconde, le nombre des secousses musculaires restait le même, tandis qu'en excitant le nerf moteur, le nombre des secousses était toujours égal au nombre des excitations. Chez la grenouille j'ai toujours vu le nombre des secousses musculaires être rigoureusement égal au nombre des excitations de la moelle absolument comme dans l'excitation directe du nerf moteur ou du muscle.

Quand les courants employés

1. Ligne supérieure, 2; contraction du fléchisseur. — Ligne inférieure, 1; contraction du gastro-cnémien.

Digitized by Google

pour l'excitation des centres nerveux sont plus faibles, le résultat est différent et le caractère des contractions varie suivant la hauteur à laquelle a lieu l'excitation. Voici ce qu'on observe le plus habituellement.

Quand les électrodes sont appliquées sur le cerveau (hémisphères cérébraux ou tubercules bijumeaux), on a des contractions irrégulières qui prennent assez facilement la forme d'un tétanos incomplet et sont souvent précédées d'une contraction initiale intense (*fig.* 51). Si on augmente l'intensité de l'excitation, le tétanos peut devenir parfait et les secousses irrégulières peuvent même disparaître complètement.

L'excitation du bulbe et de la partie supérieure de la moelle détermine des secousses irrégulières ayant à peu près les mêmes caractères que les précédentes, mais qui m'ont paru avoir moins de tendance à se fusionner. Cependant dans certaines conditions, ces secousses peuvent se fusionner en un tétanos presque complet (*fig.* 52).

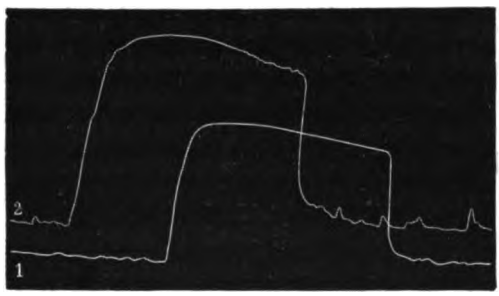


Fig. 52. — Tétanos provoqué par l'excitation de la partie supérieure de la moelle [1].

Au-dessous, dans la partie moyenne et inférieure de la moelle, on a une série de secousses irrégulières plus ou moins prolongées ; le tétanos est toujours très imparfait à moins que l'intensité de l'excitation ne soit très considérable.

Enfin à la partie tout à fait inférieure de la moelle, dans la région correspondante à l'origine des nerfs moteurs du membre inférieur, on retrouve le tétanos pur identique à celui qu'on obtient par l'excitation directe de ces nerfs.

Les phénomènes ne se présentent pas toujours aussi régulièrement. Il peut arriver par exemple que les contractions irré-

1. 1, contraction du gastro-cnémien ; 2, contraction du fléchisseur.

Digitized by Google

gulières consécutives à la cessation de l'excitation se montrent dans toute la hauteur de l'axe nerveux. Il en est de même de la tendance des secousses à prendre la forme tétanique et de la con-

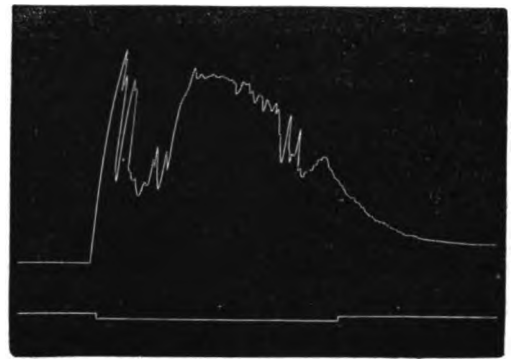


Fig. 53. — Contractions provoquées par l'excitation de la partie moyenne de la moelle.

traction initiale. Mais les deux faits essentiels qu'on peut considérer comme constants, sont les suivants :

1° Le tétanos pur, classique, ne se produit que par l'excitation de la région de la moelle qui correspond à l'origine des racines motrices qui fournissent les nerfs des membres inférieurs. Dans tout le reste des centres nerveux, à moins de forcer outre mesure l'intensité du courant, on n'obtient que des secousses incomplètement fusionnées;

2° Ces secousses incomplètement fusionnées prennent plus facilement le caractère tétaniforme quand on excite les parties supérieures de l'axe nerveux que quand on excite les parties situées plus bas.

En employant le langage de la clinique, on pourrait formuler ainsi la loi des contractions centrales pour les muscles des membres inférieurs :

Excitation de l'encéphale; convulsions cloniques tétaniformes;

Excitation de la moelle; convulsions cloniques;

Excitation de la région d'origine des racines motrices; tétanos pur.

La difficulté, pour ne pas dire l'impossibilité de localiser rigoureusement l'excitation électrique, vu la petitesse des centres nerveux de la grenouille, ne permet pas d'aller plus loin dans les conclusions à tirer des expériences faites sur cet animal. Il ne faut pas penser chez elle à exciter à part la substance grise et la

Digitized by Google

substance blanche, les hémisphères et les tubercules bijumeaux, comme on peut le faire sur le chien par exemple, ou sur tout autre animal de grande taille. Ici l'on ne peut agir que sur des régions très limitées anatomiquement, mais physiologiquement très vastes et qui comprennent certainement un grand nombre de centres fonctionnels. Mais au point de vue où je me place dans ce travail, cette difficulté n'a plus la même importance.

Je n'agiterai pas ici la question de savoir sur quels éléments des centres nerveux agit l'excitation électrique ; je me contenterai de faire une seule remarque à ce sujet. On a vu plus haut que sauf des cas très rares, le tétanos pur, classique, ne se produit que par l'excitation de la partie inférieure de la moelle ; il est très probable que dans ce cas ce sont les racines motrices qui sont excitées directement; peut-être faut-il aussi admettre une excitation efficace des grosses cellules motrices décrites par Birge dans les cornes antérieures (*Archives de Du Bois-Reymond*, 1882, p. 481). Quoi qu'il en soit, du moment que les excitations, quand elles sont portées plus haut, produisent des contractions de forme différente, il faut bien admettre que d'autres éléments ont été excités. Quels sont ces éléments ? Sont-ce des fibres nerveuses ou des cellules et dans quelles parties de l'axe nerveux sont-elles situées ? Je me contente ici de poser la question sans chercher à la résoudre. Il me suffit pour le moment de constater le fait de l'existence dans les centres nerveux d'éléments excitables autres que les racines motrices et leurs cellules d'origine.

On a vu plus haut que, lorsqu'on augmente l'intensité du courant, l'excitation de la moelle, à toutes les hauteurs, peut produire le tétanos. Les faits précédents rendent très vraisemblable que dans ce cas le courant a diffusé jusqu'aux origines des racines motrices et que c'est l'excitation de ces racines qui a déterminé le tétanos.

Il est cependant des cas dans lesquels cette interprétation ne paraît pas pouvoir être invoquée. Il peut arriver en effet qu'en employant des excitations faibles, mais intermittentes et de fréquence assez grande, telles que celles que donne l'appareil de Du Bois-Reymond, il peut arriver, dis-je, qu'on obtienne un tétanos très pur (*fig.* 52). Je reviendrai plus tard sur ce fait.

Les résultats fournis par les sections transversales de la moelle à différentes hauteurs concordent sur beaucoup de points avec les résultats fournis par l'excitation électrique.

Digitized by Google

Une section transversale au niveau des hémisphères cérébraux, des tubercules bijumeaux ou du bulbe donne une contraction très variable comme forme et assez irrégulière, mais qui a constamment le caractère tétaniforme, comme on le voit dans la figure 54. En outre, au moment de la section, il se produit une

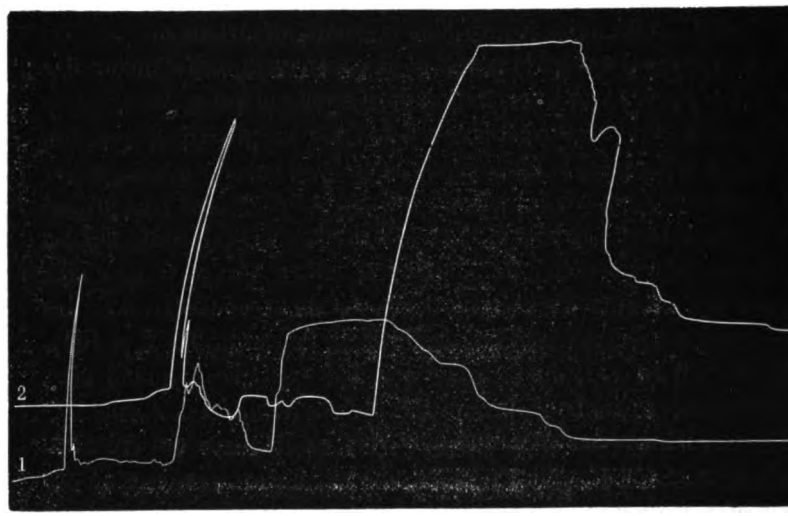


Fig. 54. — Contraction par la section transversale du bulbe [1].

forte secousse initiale et c'est seulement après, et quelquefois même assez longtemps après que se montre le raccourcissement tétaniforme. Cette contraction initiale se retrouve, du reste, à toutes les hauteurs de la moelle.

A la partie supérieure et à la partie moyenne de la moelle, les contractions consécutives à la section ont un autre caractère. A la secousse initiale succède une contraction irrégulière, rarement tétaniforme, dont la figure 55 peut donner une idée (contractions situées à la gauche de la figure).

A la partie inférieure de la moelle, au niveau des origines des racines motrices des membres inférieurs, apparaissent des contractions fibrillaires dissociées, irrégulières, très multipliées et qui se prolongent plus ou moins longtemps après la section (*fig.* 55 : contractions situées à la droite de la figure).

Enfin, au-dessous de ces noyaux d'origine, on n'a plus qu'une

1. La section a porté dans ce cas à 3 millimètres au-dessous du bord inférieur du cervelet. 1, contraction du gastro-cnémien; 2, contraction du fléchisseur.

Digitized by Google

secousse simple, identique à celle qu'on obtient par la section du nerf moteur.

En résumé, tant des effets de l'excitation électrique que de

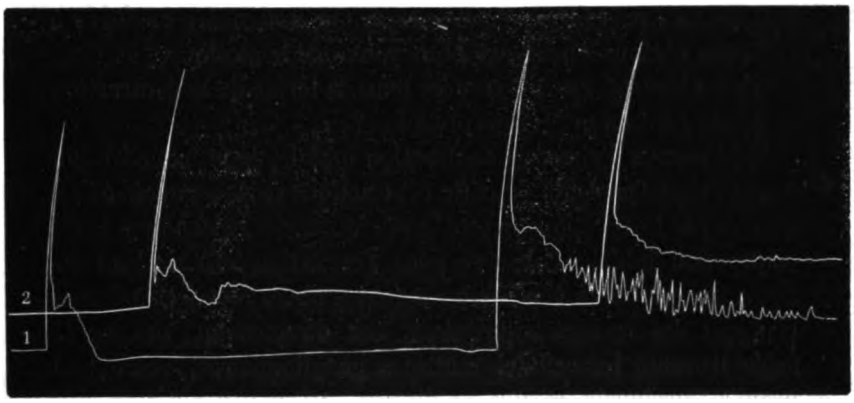


Fig. 55. — Contractions consécutives à la section transversale de la moelle[1].

ceux de l'excitation mécanique des centres nerveux de la grenouille, on peut tirer les conclusions suivantes.

Les contractions consécutives à l'excitation des centres nerveux se composent de deux parties :

1° Une secousse initiale immédiate ;

2° Une contraction ou une série de contractions consécutives.

La *secousse initiale* se produit au moment même de l'excitation et se montre pour toutes les hauteurs de l'axe nerveux. Elle a partout le même caractère et la même forme et est analogue à la secousse obtenue par l'excitation pure et simple des racines motrices ou des nerfs moteurs.

La *contraction consécutive* ne se montre qu'après le début de l'excitation et souvent même après la cessation de l'excitation. Cette contraction change de caractère et de forme suivant la hauteur à laquelle a lieu l'excitation de l'axe nerveux. Dans la région encéphalique, elle a l'aspect tétaniforme sans arriver cependant au tétanos parfait. Dans les régions supérieure et moyenne de la moelle, elle est irrégulière et sa courbe, toujours plus ou moins dentelée, a la forme, tantôt d'une secousse un peu allon-

1. 1, contraction du gastro-cnémien ; 2, contraction du fléchisseur. Les contractions à gauche de la figure ont été provoquées par la section de la partie moyenne de la moelle ; celles de droite par la section de la partie inférieure.

Digitized by Google

gée, tantôt d'une série de deux ou trois secousses inégales. Dans la région tout à fait inférieure enfin, la contraction consécutive se compose de secousses très courtes, dissociées, qui s'éteignent peu à peu et durent un temps plus ou moins long. Ces secousses sont souvent précédées d'une contraction irrégulière analogue à celle des régions supérieure et moyenne de la moelle.

D'où viennent ces différences dans la forme de la contraction et quelle peut en être l'interprétation ?

Si je prends d'abord la contraction initiale, le premier fait qui frappe, c'est l'analogie de cette contraction avec la secousse qu'on obtient par l'excitation directe du nerf moteur, et comme cette contraction initiale s'observe pour l'excitation à toutes les hauteurs, on est porté à admettre que des fibres motrices qui proviennent des racines antérieures, soit directement, soit après avoir traversé les cellules motrices ganglionnaires, remontent jusqu'à l'encéphale, et que ces fibres motrices peuvent être excitées absolument comme les nerfs moteurs eux-mêmes. L'existence de ces fibres motrices est du reste en accord avec les données physiologiques courantes; elles constitueraient les voies de transmission entre les centres moteurs encéphaliques et les muscles. Cette interprétation soulève cependant une difficulté. Si des fibres motrices existent ainsi dans toute la hauteur de l'axe nerveux, comment des excitations intermittentes ne produisent-elles pas toujours le tétanos comme on l'obtient par les excitations intermittentes portées sur les nerfs moteurs ou sur les racines motrices ?

Il faut remarquer d'abord que, dans un certain nombre de cas, ce tétanos s'observe en réalité, comme on en a vu un exemple dans la figure 52. Mais dans les cas où il ne se produit pas, il faut faire intervenir, à mon avis, des actions d'arrêt dont j'ai déjà donné et dont on trouvera plus loin de nombreux exemples. Ce sont ces actions d'arrêt qui, mises en jeu par l'excitation, empêchent ce tétanos de se produire, l'enrayent ou l'arrêtent quand il a commencé et donnent à la contraction ces formes irrégulières que j'ai décrites et qui ne sont que l'expression de la lutte engagée entre les influences excitantes et les influences d'arrêt.

Quant aux variations dans la forme des *contractions consécutives,* elles seraient dues dans cette hypothèse soit à des différences d'intensité des actions excitantes et des actions d'arrêt, soit à des différences d'excitabilité des fibres nerveuses. C'est ainsi

Digitized by Google

que le caractère tétaniforme des contractions encéphaliques peut s'expliquer par l'augmentation d'excitabilité des fibres motrices au voisinage des centres moteurs encéphaliques, de même que l'excitabilité plus grande des racines motrices s'explique par le voisinage de leurs cellules d'origine.

Restent les *contractions fibrillaires,* les secousses dissociées qui suivent l'excitation de la partie inférieure de la moelle. Ces secousses ressemblent beaucoup à celles qu'on remarque après l'arrachement d'un nerf moteur. Par cet arrachement, les filets nerveux intra-musculaires sont brisés irrégulièrement à une certaine distance de leur terminaison en plaques motrices, comme on peut s'en assurer au microscope, et les muscles sont alors agités de contractions fibrillaires qui durent assez longtemps. L'excitation des noyaux d'origine des racines motrices produit le même effet. Il semble que les cellules qui les composent soient inégalement excitées, de sorte qu'au lieu d'une excitation *en bloc* qui produirait une contraction d'ensemble, on a une série de petites contractions successives [1].

En résumé, on aurait donc dans l'axe nerveux, *eu égard aux mouvements des membres inférieurs,* les appareils nerveux suivants:

1° Des centres moteurs encéphaliques;

2° Des conducteurs reliant ces centres aux muscles soit directement, soit par l'intermédiaire de cellules ganglionnaires;

3° Des centres moteurs médullaires;

4° Des conducteurs rattachant ces centres aux muscles;

5° Des appareils d'arrêt, ou mieux des influences d'arrêt échelonnées dans toute l'étendue de l'axe nerveux [2].

Si on compare maintenant la contraction centrale à la contraction réflexe, et il suffit pour cela de jeter un coup d'œil sur les tracés, on voit immédiatement qu'il y a une grande analogie entre les deux espèces de contractions. A part les contractions fibrillaires caractéristiques mentionnées plus haut, toutes deux présentent en effet la même forme irrégulière et variable de leur tétanos, si bien que, dans la plupart des cas, si l'on n'était pas prévenu, l'inspection seule des tracés ne permettrait pas de distinguer leur provenance.

1. En examinant ces contractions fibrillaires, on ne peut s'empêcher de les comparer au tremblement de la paralysie agitante.

2. On verra plus loin, dans la seconde partie, ce qu'il faut penser de ces appareils d'arrêt.

Digitized by Google

D. — Contraction volontaire.

Les faits que je viens de décrire peuvent-ils servir à interpréter le mécanisme de la *contraction volontaire?* Je m'arrêterai un instant sur cette question. Je commencerai par rappeler que toutes mes expériences ont porté exclusivement sur la grenouille. Or, que faut-il entendre par contraction volontaire chez la grenouille? Il semble au premier abord que la question n'ait même pas besoin d'être posée; mais quand on y réfléchit, on s'aperçoit bien vite qu'il n'en est pas ainsi.

Chez l'homme, la distinction entre les mouvements volontaires et les mouvements involontaires est facile à faire. Voici un hémiplégique. Je lui dis de fléchir la jambe et il ne peut y arriver malgré tous ses efforts; je lui chatouille légèrement la plante du pied; la jambe se fléchit immédiatement. Je sais, par expérience, la différence qu'il y a entre le mouvement irréfléchi qui succède à une douleur vive, à celle par exemple qui viendra me surprendre à l'improviste, et le mouvement réfléchi par lequel j'évite un danger qui me menace. Je puis, par un simple acte de volonté, et sans y être déterminé par un autre motif que le désir de faire acte de volonté, je puis faire un mouvement, fléchir l'avant-bras, fermer la main, me déplacer dans tel ou tel sens.

Ce n'est pas ici le lieu d'examiner si, au fond de ces mouvements dits volontaires, il n'y a pas un simple mécanisme réflexe plus complexe que celui des réflexes ordinaires. En restant dans la limite des faits, ce qui caractérise le mouvement volontaire, c'est qu'entre l'excitation qui le provoque et le mouvement lui-même se placent un ou plusieurs actes intellectuels; c'est qu'il est précédé d'une délibération dont nous avons conscience et qui en permet ou en arrête l'exécution.

En outre, tous les faits physiologiques et pathologiques nous autorisent à placer dans les hémisphères cérébraux les appareils organiques de cette délibération.

Chez les animaux supérieurs, nous concluons, par analogie, à l'existence de mouvements volontaires comme chez l'homme. Quand nous voyons chez eux des mouvements se produire sans provocation extérieure appréciable ou quand le mouvement, au lieu de suivre immédiatement l'excitation, n'a lieu qu'après un certain temps pendant lequel l'animal *hésite* avant de se décider,

Digitized by Google

nous admettons un mouvement réfléchi, distinct des mouvements réflexes, bien qu'en réalité il ne soit peut-être que cela. D'un autre côté, l'extirpation des hémisphères cérébraux supprime chez eux tous ces mouvements réfléchis d'apparence volontaire et transforme les animaux en un pur mécanisme réflexe et automatique.

Chez la grenouille, il n'en est pas tout à fait de même et la différence entre les mouvements involontaires, réflexes ou automatiques et les mouvements volontaires s'efface de plus en plus, de sorte que la ligne de démarcation entre les deux est à peu près impossible à établir. En outre l'extirpation des hémisphères cérébraux ne produit pas chez elle les mêmes effets que chez les animaux supérieurs. Contrairement, en effet, à plusieurs expérimentateurs, j'ai constaté fréquemment que l'ablation des hémisphères cérébraux ne détermine absolument aucun phénomène particulier chez la grenouille, à part les suites immédiates de l'opération. Au bout de très peu de temps, la cicatrisation de la plaie a lieu, habituellement sans accidents, et si on place alors l'animal dans un aquarium avec des grenouilles intactes, il est impossible à des personnes non prévenues de les distinguer les unes des autres. J'en ai conservé ainsi plus d'une année et j'ai fait constater le fait plus d'une fois aux élèves qui fréquentent mon laboratoire. Chez les grenouilles *en captivité*, il semblerait, d'après ces expériences, que les hémisphères cérébraux sont absolument sans utilité. Je dis chez les grenouilles en captivité, car il pourrait très bien se faire que, chez les grenouilles en liberté, cherchant leur nourriture et évitant leurs ennemis, en un mot luttant pour l'existence, les phénomènes fussent tout autres. Il est très probable que, dans ces conditions, les grenouilles privées d'hémisphères se trouveraient dans un état d'infériorité vis-à-vis des grenouilles intactes. Pour avoir, chez la grenouille captive, les phénomènes que l'on observe chez le lapin ou chez le pigeon après l'ablation des hémisphères, il faut que la lésion dépasse les hémisphères cérébraux et entame la couche optique ou les tubercules bijumeaux.

Quoi qu'il en soit, ce qui est certain, c'est que chez la grenouille il est très difficile de savoir exactement si l'on a affaire réellement à un mouvement volontaire. La chose devient encore plus difficile, sinon impossible, quand il s'agit, comme dans ces recherches, d'étudier la forme de la contraction musculaire.

Digitized by Google

Quand on fait subir à l'animal la préparation nécessaire pour prendre le tracé de la contraction, on le soumet à une série d'excitations qui se renouvellent tout le temps qu'il reste fixé sur la planchette du myographe et, dans ces conditions, toutes les contractions qui se produisent peuvent être attribuées à ces excitations et être considérées comme purement réflexes. J'ai essayé, à plusieurs reprises, d'avoir le tracé de contractions volontaires et je n'ai jamais pu le faire, du moins d'une façon certaine; il me restait toujours du doute sur la nature de la contraction que j'enregistrais. En tout cas, ces contractions ressemblaient absolument comme forme aux contractions réflexes ou à celles qu'on obtient par l'excitation des centres nerveux. Il y aurait donc dans ce cas une grande analogie entre la contraction réflexe et la contraction volontaire. Reste à savoir s'il y a plus qu'une analogie de forme et si elle s'étend jusqu'à la nature même de la contraction. On peut se demander aussi jusqu'à quel point ces résultats sont applicables aux animaux supérieurs. Mes expériences ne me permettent pas jusqu'ici de trancher cette question.

Digitized by Google

DEUXIÈME PARTIE

SUR LES PHÉNOMÈNES D'ARRÊT.

J'ai étudié, dans le chapitre précédent, les formes de la contraction musculaire et ses variations suivant les conditions diverses de l'excitation. Ces formes peuvent, comme on l'a vu, se rattacher à deux types fondamentaux, la contraction directe et la contraction réflexe. La première est caractérisée par sa régularité et sa relation étroite avec l'excitant, comme mode d'apparition, comme durée et comme intensité, la seconde par son irrégularité, la variabilité de ses caractères et son indépendance relative vis-à-vis de l'excitant.

A quoi tient cette différence? Pour ma part je crois que ces différences tiennent essentiellement, comme j'essaierai de le démontrer, à des actions d'arrêt qui se produisent spécialement à la traversée des centres nerveux, actions d'arrêt qui modifient d'une façon remarquable la forme de la contraction, particulièrement celle de la contraction tétanique. C'est ce que j'ai cru pouvoir formuler ainsi[1] : *La contraction musculaire réflexe n'est qu'une contraction directe modifiée par des actions d'arrêt.*

Mes recherches, qui n'avaient d'abord pour objet que la forme de la contraction musculaire, se sont trouvées singulièrement élargies par l'intervention de ces phénomènes d'arrêt et j'ai été amené ainsi, presque sans le vouloir, à les étudier d'une façon spéciale. C'est le résultat de ces recherches et des réflexions qu'elles m'ont suggérées qui se trouve consigné dans ce chapitre. Je voudrais, dans ce travail, donner une idée générale de ces actions d'arrêt et montrer, en me basant, soit sur mes expériences, soit sur les expériences antérieures, le rôle que jouent ces phénomènes d'arrêt dans la physiologie de l'innervation ; j'essaierai aussi d'indiquer à grands traits l'application qui peut en être faite à la médecine et à la psychologie.

1. Voir les notes adressées à l'Académie des sciences et à la Société de biologie.

Digitized by Google

Je ne me dissimule pas que cette étude est remplie de difficultés. Malgré les nombreuses recherches faites sur ce sujet et quoique les travaux récents de Wundt et de Brown-Séquard y aient fait entrer un peu de lumière et aient ouvert des horizons nouveaux, les actions d'arrêt représentent encore une des parties les plus obscures de la physiologie. C'est une raison peut-être pour accueillir avec faveur une tentative qui a pour but de mettre un peu d'ordre dans une question encore si mal connue[1].

Je commencerai d'abord par rappeler les formes principales de ces actions d'arrêt et leurs diverses manifestations, *en ne m'occupant pour le moment que des phénomènes de mouvement* et plus spécialement des phénomènes réflexes. Ces formes peuvent se rattacher aux catégories suivantes qui constituent une sorte de classification des phénomènes d'arrêt.

1° *Il peut y avoir interruption d'un mouvement commencé ou en cours d'exécution, que ce mouvement soit volontaire, automatique ou réflexe.* Les faits de ce genre sont tellement connus que je crois inutile d'y insister. La terreur clouera un homme au sol et l'empêchera de fuir le danger qui le menace ; une forte émotion peut suspendre une inspiration commencée; un sifflement doux fait cesser le ronflement d'un dormeur et modifie momentanément son rythme respiratoire, etc., etc. Les exemples abondent et l'on n'a que l'embarras du choix. Ces actions d'arrêt s'exercent aussi bien dans le domaine pathologique que dans le domaine physiologique, et la thérapeutique médicale les emploie journellement. Quelques gouttes d'eau jetées à la figure, l'odeur d'une plume brûlée, la compression de l'ovaire feront disparaître une attaque de nerfs. Le même effet se produit aussi, même dans les cas de contractions anciennes et permanentes. Ainsi les contractures des hystériques peuvent cesser par l'irritation du tendon du muscle contracturé (Richet, *Physiologie des muscles et des nerfs*, p. 472), par l'immersion dans l'eau froide, etc. La simple suggestion, telle que celle qu'on produit dans l'état hypnotique, a suffi pour guérir définitivement des contractures hystériques anciennes et qui avaient résisté à tous les moyens ordinaires.

2° *Le mouvement en cours d'exécution peut, au lieu d'être interrompu tout à fait, être simplement affaibli ou diminué dans*

1. J'emploie indifféremment dans ce travail les termes *arrêt* ou *inhibition*. C'est de ce dernier que se sert Brown-Séquard dans ses remarquables recherches sur ce sujet.

Digitized by Google

son intensité, sa vitesse ou sa durée. Ce cas rentre en partie dans le précédent et n'a pas besoin d'autre développement. Il n'y a là qu'une différence de degré.

3° *Le mouvement n'est pas empêché, mais il peut être simplement retardé dans son apparition.* Ici il peut se présenter deux cas :

a) *Ou bien le mouvement se produit pendant que l'excitation qui le détermine continue encore à se faire.* Ainsi je suppose qu'on emploie une excitation tétanisante (une série de chocs d'induction par exemple) appliquée sur un nerf sensitif ou sur la peau ; la contraction réflexe, au lieu de se produire comme d'habitude immédiatement après le début de l'excitation, ne se produit qu'après un temps plus ou moins long. Il est bien entendu que, dans ces expériences, il faut se mettre en garde contre les phénomènes d'*addition latente* et employer d'emblée des excitations d'intensité suffisante pour être efficaces dans les conditions ordinaires. Habituellement, ce cas se combine avec le précédent, en ce sens que la contraction, en même temps qu'elle est retardée, se trouve aussi affaiblie. Quelquefois cependant il arrive que les contractions sont d'autant plus violentes que leur retard est plus prononcé. Les figures 30 et 42 donnent des exemples de ces contractions *retardées*.

b) *Ou bien le mouvement se produit après la cessation de l'excitation.* Ce cas, qui se présente fréquemment, est très intéressant et mérite toute l'attention de l'expérimentateur. Bien souvent, en effet, on serait tenté de prendre le mouvement produit pour un mouvement volontaire ou spontané et je m'y étais trompé moi-même dans les premiers temps. L'erreur est d'autant plus facile que la forme de ces contractions est absolument identique à celle des contractions qu'on peut considérer comme volontaires. Mais avec un peu d'attention, on se convainc facilement que cette contraction consécutive est sous la dépendance directe de l'excitation. Il faut noter, en outre, que la contraction est bien réellement produite par la cessation de l'excitation tétanisante ; c'est cette cessation qui en est la cause déterminante. C'est ce que démontre bien l'examen du tableau de la page 106 auquel je ne puis que renvoyer.

L'expérience suivante donne un exemple très net de ces *contractions consécutives*. Je détruis sur une grenouille le cerveau (hémisphères et tubercules bijumeaux) avec le scalpel et un stylet

Digitized by Google

mousse; l'hémorrhagie est insignifiante. Le nerf sciatique *droit* est mis à nu et placé sur les électrodes et ce nerf est excité par des courants *constants* interrompus tétanisants. Tant que j'excite ce nerf, il n'y a pas de contraction réflexe dans les muscles de la patte *gauche;* mais dès que je cesse l'excitation, il se fait un mouvement d'écartement des orteils de la patte gauche, mouvement très régulier. Ce mouvement cesse dès que je recommence à exciter et reprend dès que je cesse l'excitation, et cela plusieurs fois de suite. Le courant était fourni par quatre éléments de pile, d'une force électro-motrice de un Volt, et le nombre des excitations était de 10,5 par seconde. Il ne pouvait s'agir dans ce cas d'actions d'induction unipolaire.

Il peut se faire que l'excitation intermittente produise à la fois des contractions pendant l'excitation et des contractions après la cessation de l'excitation, et j'ai eu occasion de constater le fait plusieurs fois.

Je serais porté à croire que ces contractions consécutives ont été souvent prises pour des contractions volontaires. C'est ainsi que les graphiques donnés par Ch. Richet (*loc. cit.*, fig. 98, 99 et 100) me paraissent rentrer dans cette catégorie, quoique l'auteur les considère comme des tracés de mouvements volontaires. Quelquefois, en effet, elles se produisent assez longtemps (plusieurs secondes) après la cessation de l'excitation (*contractions tardives*), ce qui rend plus facile encore la confusion avec un mouvement volontaire. Il faut remarquer aussi que ces contractions consécutives se montrent non seulement après la cessation de l'excitation électrique, mais encore *après la cessation d'excitations purement mécaniques,* telles que les frottements, les percussions, les piqûres, etc.

Pour l'interprétation de ces faits, je ne puis que renvoyer à ce que j'ai dit page 116. Cette contraction consécutive n'est que le dégagement de la *réserve d'excitation* accumulée dans les nerfs par les actions d'arrêt. Quand ces actions d'arrêt ont moins d'intensité, la contraction, au lieu de se produire *après,* peut se produire *avant* la cessation de l'excitation tétanisante.

4° *Les actions d'arrêt peuvent empêcher un mouvement de se produire.* Il y a là évidemment une difficulté. Quand on excite un nerf dans le but de déterminer une contraction musculaire et que la contraction attendue ne se produit pas, on n'est pas en droit pour cela d'attribuer cette absence de mouvement à une

Digitized by Google

influence d'arrêt. Elle peut tenir en effet à d'autres causes, à une diminution d'excitabilité par exemple ou à une condition expérimentale particulière. Il est cependant des cas dans lesquels le doute n'est pas possible et dans lesquels il s'agit bien évidemment d'actions d'arrêt. C'est ainsi que la frayeur pourra empêcher un mouvement *voulu,* nécessaire même pour le salut de l'individu. Lewison a produit chez le lapin des paralysies réflexes des extrémités postérieures par la contusion des viscères abdominaux. Chez la grenouille, on observe des faits analogues; je n'ai pas constaté chez elle, il est vrai, de paralysies permanentes ; mais j'ai vu souvent des paralysies temporaires, générales ou partielles, à la suite d'excitations sensitives, en un mot de véritables paralysies réflexes d'inhibition. Ch. Richet a mentionné des faits analogues dans la séance de la Société de biologie du 7 juillet 1883. Il ne serait pas difficile de trouver des cas semblables chez l'homme. Ce qu'on appelle *choc* en chirurgie n'est probablement pas autre chose qu'un phénomène du même ordre, mais avec une généralisation et une intensité exceptionnelles. Un certain nombre de paralysies observées en médecine rentrent évidemment dans cette catégorie et sont dues à la prédominance des actions d'arrêt sous l'influence d'une excitation.

C'est à un fait du même genre qu'il faut rattacher ce qu'on observe dans les expériences mentionnées précédemment sur la contraction réflexe. Quand on applique sur un nerf mixte une excitation faible, un courant électrique par exemple, on obtient, si l'excitation est juste *suffisante,* une contraction *directe,* mais la contraction *réflexe* ne se produit pas; elle n'a lieu que si on augmente l'intensité de l'excitation. A quelle cause rattacher ce phénomène? On pourrait être tenté d'invoquer l'excitabilité moindre des nerfs sensitifs ; mais cette opinion a contre elle les faits expérimentaux, les nerfs sensitifs étant au contraire plus excitables que les nerfs moteurs. Il ne peut s'agir non plus d'une *perte* due à la transmission par une longueur plus grande de nerf. Il ne reste donc plus qu'une cause à invoquer, et cette cause, ce sont précisément ces actions d'arrêt.

A ces paralysies par excitation des appareils d'arrêt correspondent les contractures par destruction de ces appareils ou par abolition de leur activité. Ici les faits sont moins connus et plus difficiles à interpréter. Faut-il y faire rentrer le cas suivant qui me paraît du reste intéressant à plusieurs points de vue? Le 7 mai

Digitized by Google

1880, je détruis le cerveau chez une grenouille en introduisant un stylet mousse dans la cavité crânienne. Après l'opération, l'expérience du coassement de Goltz réussit très bien. L'animal ne présente rien de particulier les jours suivants ; il a l'attitude ordinaire des grenouilles privées de cerveau. Le 16 juin, en la saisissant pour l'examiner, elle est prise d'une contracture tétanique généralisée, mais portant surtout sur les membres postérieurs, le tronc et la tête ; les membres postérieurs sont raides, étendus, comme dans l'empoisonnement strychnique ; la tête, au contraire, est renversée en arrière ; les membres antérieurs sont beaucoup moins contracturés et encore mobiles, de façon que l'animal marche en se traînant à l'aide des pattes de devant par un mode de progression très curieux. Cette attaque ne cessa qu'au bout de quelques minutes. Les jours suivants, le même phénomène se reproduit ; dès qu'on la touchait, l'attaque tétanique avait lieu. Mais à partir du 22, elle diminua d'intensité et les accès cessèrent tout à fait à partir du 25. Le courant constant, quel que fût le sens du courant, une forte constriction d'un orteil ou d'un doigt, la suspension de l'animal la tête en bas, n'avaient aucune influence sur la marche de ces accès tétaniques. Les accès ne se produisaient pas dans les jours qui ont suivi immédiatement l'opération. Ce cas n'est pas le seul que j'aie observé chez la grenouille après l'extirpation ou la destruction du cerveau ; mais c'est celui dans lequel les phénomènes se sont montrés avec le plus de netteté. L'interprétation de ces faits est assez obscure et l'on pourrait peut-être faire intervenir une excitabilité plus grande des centres moteurs due à l'inflammation de la moelle consécutive à l'opération ; mais dans ce cas il me semble que ce seraient les centres moteurs des membres antérieurs qui auraient été pris les premiers et avec le plus d'intensité et non, comme dans le cas actuel, ceux des membres postérieurs. En outre, les phénomènes n'auraient pas attendu 40 jours pour se montrer. Je crois que dans ce cas il faut faire intervenir une autre cause. Pendant les 40 jours qui ont précédé l'attaque, les mouvements de l'animal étaient normaux et le fonctionnement médullaire régulier. L'équilibre existait donc entre les actions motrices et les actions d'arrêt, et jusque-là les appareils d'arrêt contenus dans la moelle suffisaient pour régulariser l'activité des centres moteurs, la vie motrice de l'animal étant du reste réduite au minimum. Mais il y avait là un équilibre instable, la destruction des appareils d'arrêt cérébraux

Digitized by Google

créant au profit des actions motrices une inégalité qui pouvait se révéler d'un moment à l'autre. Que ces actions motrices médullaires vinssent à s'exagérer pour une cause quelconque, les influences modératrices de la moelle ne devaient plus suffire à les contre-balancer et les phénomènes convulsifs devaient se produire. Pourquoi maintenant ces phénomènes ne se sont-ils montrés que le quarantième jour et pourquoi ont-ils duré 10 jours seulement? La réponse est assez difficile et je n'entamerai pas une discussion sur ce point. Je ne veux retenir de cette expérience qu'un seul fait, c'est l'influence de la destruction des appareils d'arrêt cérébraux sur la production des contractures.

Dans cette hypothèse, de même qu'on est conduit à admettre des paralysies par abolition de l'activité des appareils moteurs et des paralysies par augmentation d'activité des appareils d'arrêt, il faudrait admettre aussi des contractures par augmentation d'activité des appareils moteurs et des contractures par diminution d'activité des appareils d'arrêt. Il y a là une distinction qui pourra sans doute trouver son application en clinique et sur laquelle doit se porter l'attention des médecins.

5° *Les actions d'arrêt peuvent modifier la forme de la contraction.* La forme de la contraction dépend de son amplitude et de sa vitesse et des modifications de cette vitesse et de cette amplitude à chaque instant de la contraction. Or ces modifications, comme on l'a vu plus haut, peuvent être produites par des actions d'arrêt. Il me paraît difficile d'expliquer autrement les formes variables et multiples de la contraction et du tétanos réflexes. Lorsqu'on voit une excitation tétanisante produire, au lieu de la courbe pure et régulière du tétanos classique, une courbe inégale comme amplitude et variable comme forme, on est bien obligé d'admettre qu'à certains moments l'excitation tétanisante se trouve annulée, contre-balancée, en tout ou en partie, par une cause agissant en sens contraire, et quel autre nom donner à cette cause que le nom d'action d'arrêt ou d'inhibition?

Dans cette théorie, tous les faits s'expliquent d'eux-mêmes et s'enchaînent facilement. C'est ainsi que, comme on l'a vu plus haut, pour un certain degré d'excitation, la contraction réflexe ne se produit pas; dans ce cas, elle est enrayée totalement par les actions d'arrêt. Pour un degré d'excitation plus fort, mais faible encore, les influences d'arrêt ne suffisent plus pour contre-balancer les actions motrices déjà plus puissantes, et la contraction réflexe

Digitized by Google

se produit, quoique peu intense encore ; puis à mesure que l'excitation augmente de force, les influences motrices prédominent de plus en plus et la contraction réflexe, augmentant toujours d'intensité, se rapproche de plus en plus de la contraction directe, de façon qu'on peut obtenir tous les degrés de transition. Mais n'y a-t-il pas là toujours la même cause, c'est-à-dire cette influence d'arrêt qui peut, soit empêcher la contraction réflexe, soit, quand elle n'est pas assez puissante pour cela, en modifier simplement les caractères, et n'est-on pas en droit de dire, comme j'ai cru pouvoir le faire, que la contraction réflexe n'est qu'une contraction directe modifiée par des actions d'arrêt ?

6° *Les actions d'arrêt peuvent diminuer l'excitabilité motrice de la substance nerveuse.* Cette diminution d'excitabilité peut s'observer aussi bien sur les centres nerveux que sur les nerfs périphériques. Ces faits ont déjà été mentionnés en particulier par Brown-Séquard. J'ai constaté moi-même plusieurs fois une diminution de l'excitabilité motrice de la moelle sous l'influence de la préparation des nerfs de la patte du même côté. Un fait de ce genre a déjà été indiqué page 115. La figure 50 en donne un exemple (voir page 127). Le nerf d'une des pattes était mis à nu et placé sur les électrodes pour pouvoir l'exciter directement ; le nerf de l'autre patte restait intact. Dans ces conditions l'excitation de la moelle donnait des contractions dans les deux gastro-cnémiens droit et gauche ; mais, tandis que les contractions du gastro-cnémien dont le nerf n'avait pas été touché avaient l'amplitude normale (ligne inférieure), celle du gastro-cnémien opposé (ligne supérieure), dont le nerf avait été préparé, étaient très faibles et à peine indiquées ; quelquefois même elles manquaient tout à fait. Ceci ne pouvait tenir à une diminution d'excitabilité du nerf moteur lui-même par la préparation, car en l'excitant directement, les secousses obtenues avaient la même amplitude que celle du gastro-cnémien du côté opposé.

Pour les nerfs périphériques, les expériences de Wundt et de Richet parlent dans le même sens.

7° *Il peut se produire, au lieu d'un raccourcissement, un allongement réflexe du muscle sous l'influence d'une excitation.* Ces faits n'ont pas été étudiés jusqu'ici, à ma connaissance du moins, car l'allongement admis par Gad au début de la contraction musculaire est un phénomène d'un tout autre ordre. J'ai constaté ce fait dans une expérience que je donnerai à cause de l'importance

Digitized by Google

théorique qu'elle présente. Une grenouille à cerveau intact est préparée de la façon ordinaire sur la planchette du myographe de Marey; le tendon du gastro-cnémien gauche est attaché au levier du myographe. Les électrodes métalliques sont recouvertes de fragments d'éponge imbibée d'eau salée et appliquées sur la membrane natatoire de la patte droite. Je fais passer alors les courants tétanisants de l'appareil de Du Bois-Reymond avec une intensité = 30. Au moment où l'excitation a lieu, ou plutôt un peu après son début, comme on peut le voir sur la figure 56, où

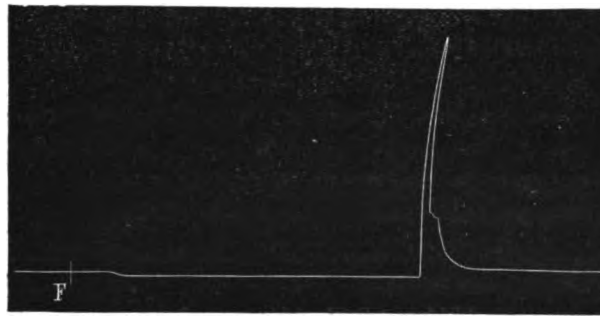


Fig. 56. — Allongement réflexe du muscle sous l'influence d'une excitation.

F indique le début de l'excitation tétanisante, il ne se produit rien autre chose qu'un très léger allongement du muscle, bien visible sur le tracé; puis au moment de la cessation de l'excitation tétanisante, ou plutôt un peu après, il se produit une violente secousse réflexe. Avec l'extra-courant, le même fait se reproduisit, mais une seule fois, tandis qu'il se montrait constamment avec les courants induits. La secousse de rupture produite par l'extra-courant était plus forte, quelquefois double et s'accompagnait d'un cri. Je sectionnai alors les hémisphères en respectant les tubercules bijumeaux; dans ces nouvelles conditions, l'excitation tétanisante ne produisit plus ni allongement à la fermeture, ni contraction à la rupture; seulement au début de l'excitation tétanisante, la grenouille se mit à coasser et le coassement continua tout le temps de l'excitation pour cesser avec cette excitation elle-même. Je sectionnai alors en arrière des tubercules bijumeaux; la section fut suivie d'un raccourcissement considérable permanent et l'excitation tétanisante de la peau détermina alors une contraction tétaniforme réflexe (*fig.* 57), qui commença de suite après le début de l'excitation, F, et se continua un certain temps après sa cessation, R.

Digitized by Google

J'ai cité cette expérience dans son entier parce qu'elle me paraît instructive au point de vue des phénomènes d'arrêt. Il me semble que l'interprétation en est la suivante. A l'état normal, les muscles ont toujours un certain degré de tension (tonicité musculaire) qui n'est pas autre chose qu'une contraction réflexe légère, permanente, due très probablement à l'excitation incessante des cellules motrices de la moelle par les nerfs sensitifs

Fig. 57. — Contraction réflexe tétaniforme consécutive à l'excitation de la peau.

(musculo-tendineux ?). Sous l'influence de l'excitation électrique de la peau, les appareils d'arrêt et les centres moteurs sont excités à la fois ; mais l'action des premiers prédominant dans ce cas, on a une diminution d'activité des centres moteurs et un relâchement du muscle ; puis l'excitation cessant, les influences d'arrêt cessent d'agir et les phénomènes d'addition latente se produisant dans les centres moteurs, la contraction consécutive a lieu à la fin de l'excitation. Après la section des tubercules bijumeaux, c'est-à-dire après la suppression d'une grande partie des appareils d'arrêt, ce qui reste de ces appareils dans la moelle ne suffit plus pour contrebalancer l'activité des centres moteurs ; cette activité devient prédominante ; de là le raccourcissement considérable consécutif à la section et ensuite la contraction réflexe tétaniforme qui accompagne l'excitation.

On se demandera pourquoi ces actions d'arrêt se produisent avec telle excitation et non avec telle autre. Il est difficile de

Digitized by Google

répondre à cette question ; nous ne pouvons que constater le fait. Il y a là peut-être une différence d'excitabilité des deux espèces d'appareils. Ainsi, dans cette expérience, l'extra-courant détermina une seule fois un léger allongement du muscle à la fermeture, une autre fois un très léger raccourcissement, dans les autres cas rien du tout, tandis que la cessation de l'excitation s'accompagnait toujours d'une secousse et d'un cri.

Telles sont, en se basant sur l'examen des faits, les sept catégories dans lesquelles on peut faire rentrer, au moins jusqu'à nouvel ordre, les phénomènes d'arrêt, en tant qu'il s'agit de phénomènes de mouvement.

Étudions maintenant leurs caractères généraux en nous arrêtant spécialement sur les points les plus importants.

Le *point de départ* des actions d'arrêt peut se trouver soit dans les centres nerveux, soit dans les nerfs périphériques.

Pour les centres nerveux, les faits sont aujourd'hui bien connus depuis les expériences de Setschenow et des auteurs qui l'ont suivi. L'excitation directe de ces centres détermine des actions d'arrêt et une diminution d'activité des phénomènes moteurs. Cette excitation peut du reste être soit électrique, soit chimique, soit mécanique et le même effet peut être produit, d'après Weill et Luchsinger, par la dyspnée et le manque d'oxygène dans le sang. Tout le monde sait du reste l'influence paralysante de certaines émotions sur les mouvements.

Mais dans les conditions physiologiques ordinaires, le point de départ se trouve habituellement dans la périphérie sensitive. Toute excitation sensitive peut, dans certaines conditions, déterminer des actions d'arrêt. Le fait a été démontré pour les nerfs de la sensibilité générale, pour les nerfs des sens spéciaux, pour les nerfs tendineux, pour les nerfs sympathiques et toutes mes expériences le confirment. D'après Setschenow, il est vrai, les sensations purement tactiles ne produiraient jamais de phénomènes d'arrêt ; pour lui, il faut que la sensation s'élève jusqu'à la douleur ; mais l'observation donne un démenti à cette assertion et il n'est même pas besoin pour cela d'une expérience bien délicate. Je me contenterai de citer un seul fait. Comment expliquer autrement que par une action d'arrêt l'expérience suivante, bien connue du reste, et que chacun peut répéter facilement. Si vous prenez une grenouille intacte bien vivace, et que vous essayiez de la mettre sur le dos, elle se retourne immédiatement ; mais si vous la

Digitized by Google

maintenez un certain temps dans cette position et que vous souleviez la main, elle y reste quelques minutes sans faire un mouvement. Il n'y a pourtant là que des excitations tactiles très légères et pas d'excitations douloureuses. On pourrait, il est vrai, invoquer une autre interprétation et admettre que l'immobilité de l'animal tient à la frayeur ou au sentiment qu'il a de son impuissance au bout de quelques efforts infructueux. Mais ce qui prouve que ces causes ne suffisent pas, c'est que l'expérience ne réussit pas quand au lieu de maintenir l'animal sur le dos avec la main, on l'y maintient avec un linge recouvert d'une capsule de verre ou de porcelaine; dès qu'on soulève la capsule, la grenouille se retourne immédiatement. Pour qu'elle conserve la situation anormale qui lui a été donnée, il faut que des contacts légers, que des pressions multiples, telles qu'elles peuvent être faites par la main, répondent aux tentatives de l'animal et en enrayent les contractions. Du reste, ce qui prouve bien que la frayeur ou tout autre acte intellectuel ne sont pour rien dans le phénomène, c'est que l'expérience réussit très bien et plus facilement encore sur les grenouilles privées d'hémisphères. Il serait bien facile d'ailleurs de trouver d'autres exemples d'actions d'arrêt consécutives à des excitations tactiles.

Je parlerai plus loin des actions d'arrêt dans les nerfs moteurs périphériques.

Les *conditions* dans lesquelles se produisent les actions d'arrêt et qui en déterminent les caractères d'apparition, de durée, d'intensité, etc., sont très imparfaitement connues, et jusqu'ici il m'a été impossible de trouver, je ne dirai pas une loi, mais simplement un fil conducteur qui permît de se guider et de se reconnaître. L'étude attentive des expériences antérieures ne peut conduire non plus à aucun résultat positif à ce point de vue. L'acte le plus étudié jusqu'à présent, l'arrêt du cœur par l'excitation du pneumo-gastrique, est encore aussi obscur pour nous que le premier jour, et cependant c'est un phénomène que nous pouvons reproduire à coup sûr et graduer à volonté, et il est loin d'en être ainsi pour la plupart des actions d'arrêt.

Je ferai remarquer que dans les cas énumérés ci-dessus, les actions d'arrêt peuvent se présenter sous deux conditions différentes. Tantôt c'est la même excitation nerveuse qui détermine à la fois des actions motrices et des actions d'arrêt, ces dernières pouvant simplement affaiblir ou au contraire empêcher les pre-

Digitized by Google

mières; tantôt l'excitation nerveuse qui détermine l'action d'arrêt agit sur un mouvement produit par un autre nerf ou par une autre région nerveuse. Dans le premier cas, un seul point nerveux est excité; dans le second, l'excitation motrice et l'excitation modératrice partent de deux nerfs différents, et la seconde agit à distance sur la première. C'est cette seconde catégorie d'actions d'arrêt qui a été la plus étudiée; mais la première n'en existe pas moins et on en trouve un exemple dans l'excitation des nerfs périphériques.

Cette question mérite de nous arrêter un instant à cause de l'importance qu'elle présente pour la théorie générale de l'innervation. Je n'ai pas à revenir sur les nerfs sensitifs périphériques; j'en ai parlé plus haut à plusieurs reprises à propos de la contraction réflexe. J'ai montré, je crois, que toutes les fois qu'on excite un nerf sensitif, la forme de la contraction réflexe qui succède à l'excitation est due au dégagement d'influences d'arrêt. Mais ces influences d'arrêt se produisent très probablement beaucoup plus dans les centres nerveux, dans les cellules ganglionnaires, que dans les filets nerveux eux-mêmes. Pour savoir si des actions d'arrêt se produisent dans les nerfs périphériques eux-mêmes, il fallait donc s'adresser aux nerfs moteurs, de façon que la transmission nerveuse n'eût pas à se faire à travers des cellules. Les premières recherches de ce genre, à ma connaissance du moins, ont été faites par Wundt. J'en donnerai un bref résumé à cause de leur importance.

Quand on excite un nerf par un courant constant, il se produit *à l'anode* une *onde d'arrêt* (*Hemmungswelle*) qui se reconnaît à la diminution de l'excitabilité du nerf et qui se propage lentement des deux côtés de l'anode en diminuant graduellement d'intensité et de vitesse; en même temps se produit *au cathode* une *onde d'excitation* (*Erregungswelle*) qui se propage des deux côtés du cathode avec une vitesse et une intensité plus grandes. Un nerf excité se trouve donc parcouru à la fois par une onde d'arrêt et par une onde d'excitation, et son excitabilité qui se mesure par l'amplitude de la contraction, par sa durée et par la durée de la période d'excitation latente n'est que la résultante algébrique de ces deux actions contraires. A la *rupture* du courant, les effets inverses se produisent. C'est au cathode que se montre l'onde d'arrêt, à l'anode, l'onde d'excitation, sauf pour les courants faibles pour lesquels l'onde d'arrêt de fermeture persiste encore à l'anode.

Digitized by Google

Partant de ces principes, Wundt formule ainsi les lois de l'excitation nerveuse pour la fermeture et pour la rupture du courant.

« L'excitation extérieure qui se produit par suite de la fermeture du courant est une fonction des actions excitantes et des actions d'arrêt que ce courant détermine. Les valeurs positives de cette fonction sont comprises entre des limites de temps qui dépendent de la force et de la direction du courant, de sorte que la fonction ne commence à avoir une valeur positive qu'un certain temps très court après la fermeture, et ne prend une valeur négative qu'après un temps plus long.

« L'excitation extérieure qui se produit par suite de la rupture du courant est une fonction en premier lieu des actions excitantes qui sont liées à la compensation des actions d'arrêt produites pendant la fermeture, et en second lieu des actions d'arrêt qui persistent en partie à l'anode et s'accumulent en partie au cathode. La force, la durée et le moment d'apparition de l'excitation de rupture dépendent, suivant la force et la durée du courant, de la vitesse de cette compensation et de l'intensité de l'arrêt à l'anode et au cathode. Cette excitation manque quand l'arrêt ne disparaît que lentement (courants faibles); son apparition est retardée quand l'arrêt accumulé pendant la fermeture persiste longtemps à une intensité notable (courants ascendants après une longue fermeture); enfin sa durée est allongée quand l'arrêt de fermeture est intense et nécessite un temps plus long pour sa compensation (tétanos de rupture). »

Je ne veux pas entrer dans plus de détails sur ces recherches de Wundt; je ne puis que renvoyer à son travail déjà cité et en particulier au chapitre IV (page 223) dans lequel l'auteur donne les courbes de l'excitation et de l'arrêt et de la marche de ces deux actions contraires dans les nerfs à la suite d'une excitation. La seule chose qui m'intéresse ici et sur laquelle je ne saurais trop appeler l'attention, c'est ce fait fondamental *que dans un nerf excité il se produit en même temps deux actions contraires, une excitation et un arrêt et que l'effet de l'excitation n'est que la résultante de ces deux actions.*

C'est ici le lieu de rappeler les différences que j'ai signalées dans le cours de ce travail entre la contraction du muscle curarisé et la contraction du muscle intact (contraction musculo-directe et névro-directe). Ces différences ne peuvent-elles pas s'expliquer par l'existence d'actions d'arrêt dans la contraction névro-directe,

Digitized by Google

par leur absence dans la contraction du muscle curarisé ? Si dans ce dernier le raccourcissement consécutif persiste plus longtemps après la cessation de l'excitation (page 87), si, quand on continue l'excitation tétanisante, le raccourcissement tétanique dure plus longtemps (p. 88), si ce tétanos est plus régulier (p. 88), n'est-ce pas parce que les actions d'arrêt faisant défaut ne viennent pas enrayer le raccourcissement ; et n'est-ce pas à la même cause qu'il faut rattacher l'absence de contraction initiale (p. 88) ? L'existence d'actions d'arrêt dans les nerfs explique au contraire la rareté du tétanos de fermeture et du tétanos de rupture dans la contraction névro-directe (p. 91), et l'existence de ces secousses additionnelles que j'ai décrites dans la première partie de ce travail (p. 100).

Je ne veux pas entrer ici dans le détail de tous les phénomènes d'arrêt, ni dans la discussion des théories diverses qui ont été données de ces phénomènes. Il est cependant certaines questions auxquelles je suis forcément amené et que les considérations précédentes peuvent servir à interpréter.

Une première question est la suivante. Les phénomènes d'arrêt se passent-ils dans des appareils particuliers ou bien les actions d'arrêt et les actions motrices ont-elles pour siège les mêmes éléments ?

La première opinion a été adoptée par la plupart des physiologistes. C'est ainsi qu'on a admis dans l'appareil nerveux cardiaque des ganglions excitateurs et des ganglions modérateurs ; c'est ainsi qu'on a reconnu dans l'encéphale, puis dans la moelle, l'existence de centres d'arrêt distincts et indépendants. Cette opinion devenue presque classique, a cependant été combattue, surtout dans ces derniers temps. Pour H. Munk, Heidenhain, Bubnoff, Wegele, ce sont les mêmes éléments qui sont le siège des deux actions. Cette opinion trouve un appui dans les recherches de Wundt, et mes expériences me porteraient aussi à me ranger de ce côté. Si, comme on vient de le voir, des actions d'arrêt se passent dans les nerfs périphériques et en particulier dans les nerfs moteurs, il est bien difficile d'admettre dans ces nerfs deux ordres de filets nerveux, des nerfs excitateurs et des nerfs d'arrêt. Je rappellerai du reste que, tout récemment, l'existence dans le cœur de ganglions distincts pour l'excitation et pour l'arrêt a été combattue par Lowit. Je serais donc porté à admettre que les deux actions se passent dans les mêmes éléments.

Dans cette hypothèse, toute excitation nerveuse détermine-

Digitized by Google

rait dans le nerf excité deux modifications de sens contraire : une modification *positive,* pouvant agir à son tour comme excitant sur la substance nerveuse voisine et ainsi de proche en proche jusqu'au muscle, et une modification *négative*[1] qui tend à détruire ou à annuler la première; et, suivant que l'une ou l'autre de ces modifications prédomine, on aura ou bien un mouvement, ou bien un affaiblissement (ou un arrêt) de ce mouvement. On retrouve déjà des traces de ces phénomènes d'arrêt dans les nerfs moteurs; mais c'est surtout dans les centres nerveux, là où se rencontrent les cellules ganglionnaires, qu'ils se montrent avec le plus d'intensité, et cette intensité augmente à mesure qu'on excite des parties de plus en plus élevées de l'axe nerveux. Aussi le résultat des excitations est-il d'autant plus variable que ces phénomènes d'arrêt sont plus marqués, et on s'explique ainsi les contradictions apparentes qui existent dans les expériences d'excitation du cerveau et les effets différents qu'on obtient d'un moment à l'autre dans le cours d'une expérience. L'hypothèse précédente donne la clef de ces variations inexplicables qui ont fait jusqu'ici le désespoir des expérimentateurs. Peut-être pourrons-nous les interpréter plus tard, quand nous connaîtrons mieux les lois qui régissent les phénomènes d'arrêt.

Il peut sembler étrange au premier abord qu'une même action excitante puisse ainsi dégager deux influences contraires et surtout que ces deux influences aient leur siège dans les mêmes éléments anatomiques, dans la même substance. Mais, en y réfléchissant, la chose n'a rien d'invraisemblable. Il est évident que, dans l'ignorance absolue où nous sommes du processus intime des actions nerveuses, nous ne pouvons faire aucune hypothèse plausible sur la coexistence des actions motrices et des actions d'arrêt. On peut invoquer également une modification chimique, une variation électrique, une vibration ondulatoire ou tout autre mouvement moléculaire, mais toute démonstration rigoureuse est impossible. On me permettra cependant une comparaison qui peut faire comprendre jusqu'à un certain point cette simultanéité d'actions contraires. Supposons par exemple une substance chimique instable dont la décomposition donne naissance à deux corps dont l'un puisse agir comme excitant, soit pour fixer les idées, un acide et une base, l'acide agissant comme excitant. Si

1. J'emprunte ces termes à Wundt.

Digitized by Google

l'acide est dégagé en excès, l'excitation a lieu; si la base est dégagée en quantité suffisante pour neutraliser l'acide, l'excitation ne se fait pas; si sa quantité ne suffit qu'à neutraliser une portion de l'acide dégagé, l'excitation a encore lieu, mais affaiblie. Quant à la quantité d'acide et de base dégagés, elle peut tenir soit à la composition même de la substance à un moment donné, soit au degré d'alcalinité du milieu. On pourrait tout aussi bien, dans l'hypothèse mécanique, imaginer un système élastique donnant aussi naissance à des actions contraires, ou, dans l'hypothèse physique, un système électrique ou magnétique analogue. Il suffit de montrer que la chose en soi n'a rien d'inadmissible.

Je n'ai parlé jusqu'ici que des actions d'arrêt qui s'exercent sur les fonctions motrices. Mais le phénomène peut et doit être envisagé à un point de vue beaucoup plus général. Si toute stimulation détermine à la fois dans la substance nerveuse des phénomènes d'excitation et des phénomènes d'arrêt, cet arrêt pourra s'exercer sur toute manifestation, quelle qu'elle soit, de l'activité nerveuse et ne se limitera pas à l'activité motrice. C'est en effet ce qu'on observe, quoique cette catégorie de phénomènes ait été moins étudiée. Les sécrétions, par exemple, sont soumises aux mêmes influences d'arrêt et les cas de ce genre sont connus de tous les expérimentateurs. Pour la sécrétion salivaire même, le fait est d'observation courante. Mais des phénomènes analogues se constatent pour toutes les sécrétions. Ainsi l'excitation des nerfs sensitifs de l'uretère par l'introduction d'une canule arrête pendant quelques heures la sécrétion urinaire, comme je l'ai vu chez le lapin. Il en est de même pour la sécrétion pancréatique, la sécrétion biliaire, etc.

L'étude attentive des phénomènes de sensibilité conduirait aux mêmes conclusions, et il ne serait pas difficile de relever un certain nombre de faits tenant certainement aux influences d'arrêt. Des anesthésies et des analgésies, soit locales, soit générales, peuvent être observées à la suite d'irritations périphériques et ne peuvent guère s'interpréter que de cette façon. Je me contenterai de rappeler ici les recherches récentes de Brown-Séquard sur l'anesthésie générale provoquée par l'irritation de la muqueuse du larynx par un courant d'acide carbonique. On trouverait facilement dans la thérapeutique usuelle des cas qui rentreraient dans cette catégorie de phénomènes et sur lesquels le temps ne me permet pas d'insister.

Digitized by Google

Mais on peut faire encore un pas de plus. Si, comme les faits précédents tendent à le démontrer, la coexistence dans la substance nerveuse d'actions excitantes et d'actions d'arrêt est une loi générale, et si la manifestation qui succède à une stimulation nerveuse n'est que la résultante de deux influences contraires, les éléments nerveux dont l'activité accompagne ou détermine les processus psychiques ne doivent pas échapper à cette nécessité. Quelle que soit l'idée qu'on se fasse des phénomènes intellectuels et de leur mode de production, on ne peut nier, à quelque école philosophique qu'on appartienne, la relation étroite qui rattache ces phénomènes au fonctionnement cérébral. Aussi, dans la théorie émise plus haut, on est forcé d'admettre l'intervention des actions d'arrêt dans les phénomènes psychiques comme dans les fonctions sécrétoires, sensitives ou motrices. On ne voit pas en effet pourquoi la substance corticale des hémisphères se distinguerait à ce point de vue de la substance nerveuse des autres régions. Il n'est pas difficile du reste de trouver des exemples d'actions d'arrêt dans les phénomènes de l'intelligence; je dirai même plus : cette hypothèse éclaire d'un jour nouveau le mécanisme des fonctions psychiques et permet d'interpréter un grand nombre de faits qui sans cela restent absolument inexplicables. Je ne suis pas le premier d'ailleurs à faire jouer aux actions d'arrêt un rôle dans les phénomènes de cet ordre. On a dit déjà que la volonté est une action d'arrêt. Mais jusqu'ici, à mon avis, le problème n'a pas été envisagé à son véritable point de vue, et c'est là surtout ce que je voudrais indiquer.

Le fait essentiel, primordial, qui domine toute la question, c'est cette dualité qui se trouve au fond de tout acte psychique; c'est cette double tendance, à l'activité d'une part, à l'arrêt de cette activité d'autre part, qui fait que l'acte psychique n'est que la résultante de ces deux tendances contraires.

Transportez cette action d'arrêt dans le domaine de la conscience, traduisez-la en langage philosophique et vous aurez l'hésitation qui accompagne un mouvement volontaire ou une détermination intellectuelle; dans la sphère émotive, vous aurez les fluctuations et les alternatives de la passion, ou, dans la sphère de la spéculation pure, les réserves du doute métaphysique. Notre vie intellectuelle n'est qu'une lutte perpétuelle entre ces deux tendances, impulsion et arrêt; *homo duplex.*

Ces deux tendances n'ont pas la même intensité relative chez

Digitized by Google

tous les individus, et la part de l'impulsion et de l'arrêt présente des variations qui, au point de vue moral, déterminent chez l'homme le *caractère*. La prédominance des actions impulsives donne les caractères résolus, celle des actions d'arrêt les caractères indécis et circonspects.

Je me contenterai de ces considérations. Je n'ai pas voulu étudier ici tous les phénomènes intellectuels, quelque intéressante que puisse être cette étude; il m'a suffi d'indiquer à grands traits le rôle des phénomènes d'arrêt dans les actes psychiques.

Avant de terminer, je voudrais cependant essayer d'appliquer à la clinique les notions développées plus haut sur les actions d'arrêt. Si, comme les recherches mentionnées dans ce travail semblent le demontrer, l'on doit admettre qu'à toute excitation de la substance nerveuse correspondent deux sortes de modifications contraires, la façon dont on doit envisager la pathologie nerveuse sera profondément modifiée.

Soit un centre moteur par exemple. L'activité de ce centre pourra, sous une influence morbide quelconque, être soit abolie, soit surexcitée, de façon à produire, dans le premier cas, une paralysie de la motilité, dans le second, une contracture ou une convulsion. Mais si, dans ce centre moteur, il faut admettre la coexistence d'actions motrices et d'actions d'arrêt, les phénomènes se compliquent. Ces actions d'arrêt, sous une influence morbide, pourront être soit abolies, soit exagérées et produire ainsi soit des convulsions, soit des paralysies, tout à fait différentes quant au mode de production des convulsions et des paralysies ordinaires. On voit dans cette hypothèse comment se pose le problème dans les troubles de la motilité d'origine nerveuse. En présence d'une paralysie, on devra se demander si cette paralysie tient à une abolition des actions motrices ou à une prédominance des actions d'arrêt. De même une contracture pourra reconnaître pour cause soit une exagération des actions motrices, soit une abolition des actions d'arrêt.

Les faits répondent-ils à cette vue théorique? Il me semble difficile de le nier. *Expérimentalement*, on a vu plus haut qu'on peut produire des paralysies motrices par l'exagération des influences d'arrêt. Les contractures par abolition des actions d'arrêt sont beaucoup moins connues; les faits que j'ai observés et dont l'un a été mentionné plus haut (p. 143) me paraissent cependant rentrer dans cette catégorie. *Cliniquement*, on connaît déjà un

Digitized by Google

certain nombre de faits semblables et une fois l'attention des praticiens éveillée sur ce sujet, il n'est pas douteux pour moi que ces faits ne se multiplient et ne deviennent d'observation courante. Il me suffira ici de mentionner les arrêts du cœur ou le ralentissement de ses battements sous l'influence de l'excitation du pneumo-gastrique ou de ses centres d'origine. Une partie des manifestations multiples de l'hystérie, la plupart des phénomènes si curieux de l'hypnotisme provoqué me paraissent aussi devoir être rattachés à des troubles dans le fonctionnement des actions d'arrêt de l'innervation centrale. Je ne puis m'étendre sur ce sujet qui mériterait à lui seul une étude spéciale. J'ai voulu seulement poser quelques indications générales et appeler sur cette question l'attention des médecins en les engageant à étudier à ce point de vue les faits qu'ils auraient occasion de rencontrer.

Je terminerai en donnant les conclusions principales qui dérivent de ce travail. Je rangerai ces conclusions sous trois catégories : contraction musculaire, phénomènes d'arrêt, phénomènes psychiques.

A. — *Contraction musculaire.*

1° La *secousse musculaire directe* présente la même forme, sauf quelques variations légères, quel que soit le point excité, muscle, nerf moteur ou racine motrice.

2° La forme de la secousse directe reste la même, quelle que soit la nature de l'excitation, sauf en ce qui concerne le raccourcissement consécutif (tétanos de fermeture ou de rupture).

3° Le tétanos de fermeture et de rupture ne se montre qu'avec les courants constants et l'extra-courant et non avec les chocs d'induction simples.

4° Le *tétanos musculo-direct* se distingue du tétanos névro-direct par quelques caractères; le raccourcissement persiste plus longtemps après la cessation de l'excitation; il dure aussi plus longtemps quand on continue l'excitation tétanisante; enfin il s'en distingue par l'absence de contraction initiale qui se présente fréquemment dans le tétanos névro-direct.

5° Le muscle curarisé est moins excitable pour les courants induits tétanisants que le nerf moteur; c'est l'inverse avec les courants constants interrompus.

6° Dans une série de *secousses névro-directes* isolées produites par des excitations intermittentes assez rapprochées, les secousses

Digitized by Google

initiales et terminales se distinguent fréquemment par leur amplitude soit plus grande, soit plus faible, des secousses intermédiaires. Dans certaines conditions on observe une secousse additionnelle supplémentaire à la fin de la série d'excitations.

7° La forme de la secousse névro-directe ne varie pas, que le nerf soit ou non en connexion avec la moelle.

8° La secousse produite par la section ou par la ligature rapide du nerf moteur est identique comme forme à la secousse produite par l'excitation électrique.

9° L'élongation lente du nerf moteur ne produit aucune secousse; brusque, elle détermine une série de secousses irrégulières.

10° Le tétanos par l'excitation mécanique intermittente du nerf moteur est identique comme forme au tétanos produit par l'excitation électrique.

11° La *contraction radico-directe* (secousse ou tétanos) a la même forme que la contraction névro-directe.

12° La *contraction réflexe* offre des caractères qui la différencient de la contraction directe, qu'elle se présente sous la forme de secousse ou sous la forme de tétanos.

13° La contraction réflexe exige pour se produire une intensité d'excitation supérieure à celle qui détermine une contraction directe.

14° La *secousse réflexe* présente la même forme, sauf quelques variations légères, quel que soit le point excité, périphérie sensitive, nerf sensitif ou racine sensitive.

15° La secousse réflexe se distingue de la secousse directe par son amplitude moindre, sa durée plus longue, l'augmentation de la période d'excitation latente et par l'existence plus fréquente d'un certain degré de contracture consécutive.

16° Le *tétanos réflexe,* ou mieux la contraction tétaniforme qui se produit sous l'influence des excitations tétanisantes, présente une forme beaucoup plus variable que le tétanos direct et n'a jamais la régularité typique de ce dernier.

17° Le tétanos réflexe peut se présenter tantôt sous la forme de secousse simple, quelquefois allongée comme celle des muscles lisses, tantôt sous celle de secousses irrégulières plus ou moins fusionnées, tantôt sous celle de tétanos incomplet, plus rarement enfin sous celle de véritable tétanos, mais qui, même dans ce cas, n'en a jamais la régularité classique.

Digitized by Google

18° Le tétanos réflexe apparaît plus tard que le tétanos direct et ne se montre très souvent qu'après la cessation de l'excitation tétanisante, à moins que cette excitation ne soit prolongée très longtemps.

19° La durée du tétanos réflexe est indépendante, dans de certaines limites, de la durée de l'excitation tétanisante. Du reste, d'une façon générale, il n'y a pas entre l'excitation et le tétanos réflexe l'étroite relation qui existe entre l'excitation et le tétanos direct.

20° La strychnine modifie la forme du tétanos réflexe et lui imprime les caractères du tétanos direct.

21° Les excitations mécaniques déterminent plus difficilement le tétanos réflexe quand elles sont portées sur le nerf que quand elles sont portées sur la peau ou sur la périphérie sensitive.

22° Les excitations électriques portées sur la peau déterminent plus difficilement les contractions réflexes que les excitations mécaniques ou chimiques.

23° D'une façon générale, les contractions réflexes se produisent d'abord dans les muscles des épaules, du tronc et des bras, puis dans les fléchisseurs de la patte, et en dernier lieu dans le gastro-cnémien. Il faut noter cependant qu'il y a un certain rapport entre les muscles qui se contractent et le point excité.

24° Avec les excitations chimiques de la peau, la contraction réflexe a plus de tendance à prendre la forme du tétanos qu'avec les autres modes d'excitation.

25° Les contractions viscéro-réflexes produites par les excitations mécaniques ont plus de tendance à prendre la forme tétanique que celles qui sont produites par les excitations électriques.

26° L'excitation du cœur, de l'estomac et de l'intestin détermine facilement des contractions réflexes.

27° L'excitation des poumons n'a pas déterminé de contractions réflexes.

28° Il n'existe pas jusqu'ici de loi qui permette d'expliquer les variations de forme de la contraction musculaire réflexe et on ne peut constater aucune relation évidente entre ces formes et les conditions de l'excitation.

29° Les conditions qui déterminent la forme de la contraction réflexe doivent être cherchées dans les centres nerveux.

30° En employant des courants d'intensité moyenne, la fusion des secousses a lieu plus rapidement quand on excite le nerf mo-

Digitized by Google

teur que quand on excite directement la moelle et le *tétanos médullaire* s'arrête beaucoup plus vite que le tétanos névro-direct.

31° Chez la grenouille, par l'excitation de la moelle comme par celle du nerf moteur, le nombre des secousses est toujours égal au nombre des excitations.

32° En employant des courants faibles, on ne peut produire, par l'excitation de la moelle, le tétanos classique que quand on excite la région d'origine des racines motrices.

33° L'excitation des autres régions de l'axe nerveux ne produit que des secousses incomplètement fusionnées.

34° Ces secousses prennent plus facilement la forme tétanique quand on excite les parties supérieures de l'axe nerveux.

35° La *contraction centrale* présente de grandes analogies de forme avec la contraction réflexe.

36° La forme de la contraction volontaire, autant qu'on peut être certain chez la grenouille d'avoir affaire à un mouvement volontaire, paraît identique à celle de la contraction réflexe.

B. — *Phénomènes d'arrêt.*

1° Les phénomènes d'arrêt qui se passent dans la substance nerveuse peuvent être rangés dans les catégories suivantes, pour ce qui concerne les fonctions motrices :

a) Les actions d'arrêt peuvent interrompre un mouvement commencé, que ce mouvement soit volontaire, automatique ou réflexe;

b) Le mouvement, sans être interrompu, peut être simplement diminué dans son intensité, sa vitesse ou sa durée;

c) Le mouvement peut être retardé dans son apparition, soit qu'il se produise pendant la durée de l'excitation (*contractions retardées*), soit qu'il n'ait lieu qu'après la cessation de l'excitation (*contractions consécutivés*);

d) Le mouvement peut être empêché de se produire;

e) Les actions d'arrêt peuvent modifier la forme de la contraction;

f) Les actions d'arrêt peuvent modifier l'excitabilité de la substance nerveuse;

g) Elles peuvent déterminer, au lieu d'un raccourcissement, un allongement réflexe du muscle.

2° Le point de départ des phénomènes d'arrêt peut se trouver soit dans les centres nerveux, soit dans les nerfs périphériques.

Digitized by Google

3° Toute excitation sensitive peut, sous certaines conditions, déterminer des phénomènes d'arrêt.

4° Ces phénomènes d'arrêt se montrent non seulement dans les centres nerveux, mais encore dans les nerfs périphériques et en particulier dans les nerfs moteurs, quoiqu'ils y aient une bien moindre intensité.

5° Ces phénomènes d'arrêt peuvent servir à interpréter les différences de forme de la contraction musculaire et en particulier du tétanos.

6° La différence de forme du tétanos direct et du tétanos réflexe tient essentiellement aux actions d'arrêt qui se passent dans les centres nerveux. On peut dire à ce point de vue que le tétanos réflexe n'est qu'un tétanos direct modifié par des actions d'arrêt.

7° La strychnine semble agir en paralysant les actions d'arrêt des centres nerveux.

8° Il est probable qu'il n'y a pas d'appareils moteurs et d'appareils d'arrêt distincts et indépendants, mais que les actions motrices et les actions d'arrêt se passent dans les mêmes éléments nerveux.

9° Les actions d'arrêt s'observent non seulement pour les mouvements, mais pour les sécrétions, pour la sensibilité, etc., et d'une façon générale, pour toutes les manifestations de l'activité nerveuse.

10° A un point de vue tout à fait général, l'arrêt est un fait fondamental d'innervation.

11° Toute excitation nerveuse détermine, dans la substance nerveuse excitée, deux modifications de sens contraire, une impulsion à l'activité d'une part et une tendance à l'arrêt de cette activité d'autre part.

12° La manifestation quelconque, mouvement, sensation, sécrétion, etc., qui suit une excitation nerveuse, n'est que la résultante de ces deux actions contraires.

13° Une interprétation satisfaisante des phénomènes d'innervation ne pourra être donnée que quand on aura, pour chaque acte nerveux, fait la part de chacune de ces deux influences contraires.

14° Ces actions d'arrêt jouent certainement un rôle important en pathologie et il importe que l'attention des médecins soit éveillée sur ce point.

15° C'est ainsi qu'il peut y avoir des paralysies par exagération

Digitized by Google

des actions d'arrêt et des contractures par abolition de ces mêmes actions, paralysies et contractures qui doivent être distinguées avec soin des paralysies et des contractures ordinaires.

16° Les mêmes considérations peuvent s'appliquer aux anesthésies et aux hyperesthésies, ainsi qu'aux troubles des sécrétions.

17° Des expériences ultérieures pourront seules décider si des phénomènes d'arrêt se produisent aussi dans la substance contractile.

C. — *Phénomènes psychiques.*

1° Les phénomènes d'arrêt se montrent dans les actes psychiques comme dans toutes les autres manifestations de l'activité nerveuse.

2° Tout processus psychique est la résultante de deux actions contraires, une action impulsive, une action d'arrêt.

3° Cette dualité se retrouve au fond de toute manifestation psychique, mouvement volontaire, passion, détermination, pensée.

4° La prédominance relative de l'impulsion ou de l'arrêt détermine chez l'homme le caractère.

Nota. — La première partie de ce travail a été présentée à la Société des sciences de Nancy dans sa séance du 21 juillet 1883 (voir la *Revue médicale de l'Est*, t. XV, p. 723); la seconde partie l'a été dans la séance du 15 mars 1884. Le résumé en a été publié dans des notes présentées à l'Académie des sciences (séance du 15 octobre 1883) et à la Société de biologie (séances des 13 octobre 1883 et 1er mars 1884). Un résumé plus étendu en a été donné dans la *Gazette médicale de Paris*, nos 50, 51 et 52, 1883, et 14 et 15, 1884.

Digitized by Google

TABLE DES FIGURES

Figures dans le texte.

1. Schéma de l'arc réflexe.
2. Secousse du muscle curarisé et du muscle intact.
3. Tétanos de fermeture; muscle curarisé.
4. Contraction de fermeture et de rupture; muscle curarisé.
5. Contraction de fermeture et de rupture; muscle curarisé.
6. Tétanos incomplet du muscle curarisé.
7. Tétanos comparés du muscle curarisé et du muscle intact.
8. Tétanos chimique du muscle curarisé.
9. Fusion des secousses; première phase.
10. Fusion des secousses; deuxième phase.
11. Fusion des secousses; troisième phase.
12. Fusion des secousses; quatrième phase.
13. Fusion complète des secousses; dernière phase.
14. Fusion des secousses; forme ascendante.
15. Contraction initiale plus forte.
16. Contraction terminale plus forte.
17. Contractions initiale et terminale plus fortes.
18. Contraction initiale plus faible.
19. Contraction terminale plus faible.
20. Contractions initiale et terminale plus faibles.
21. Contraction initiale plus forte; contraction terminale plus faible.
22. Contraction initiale plus faible; contraction terminale plus forte.
23. Secousses d'amplitude irrégulière.
24. Secousse terminale additionnelle.
25. Tétanos radico-direct.
26. Secousse radico-réflexe et tétanos radico-direct produits par la même excitation.
27. Tétanos névro-réflexe.
28. Tétanos névro-réflexe.
29. Tétanos névro-réflexe.
30. Contractions périphéro-réflexes des fléchisseurs et du gastro-cnémien.
31. Contractions réflexes par l'excitation mécanique de la peau de la patte.
32. Contractions réflexes par l'excitation mécanique de la peau de l'anus.
33. Secousse réflexe par excitation mécanique de la peau; gastro-cnémien.
34. Contraction réflexe du gastro-cnémien produite par le pincement de la peau de l'anus.
35. Contraction réflexe du gastro-cnémien produite par le pincement de la peau de l'anus.
36. Contraction réflexe du gastro-cnémien sous l'influence de l'acide acétique à $^1/_{100}$ appliqué sur la peau de la patte.

Digitized by Google

37. Contraction réflexe du gastro-cnémien sous l'influence de l'acide acétique à $^1/_{100}$ appliqué sur la peau de la patte.
38. Contractions réflexes des fléchisseurs et du gastro-cnémien sous l'influence de l'acide acétique appliqué sur la peau de la patte.
39. Contractions réflexes des fléchisseurs et du gastro-cnémien sous l'influence de l'acide acétique appliqué sur la peau de la patte.
40. Contractions réflexes des fléchisseurs sous l'influence de l'acide acétique appliqué sur la peau de la patte.
41. Contraction cardio-réflexe des fléchisseurs et du gastro-cnémien sous l'influence des courants induits.
42. Contraction cardio-réflexe des fléchisseurs et du gastro-cnémien sous l'influence des courants induits.
43. Contractions stomaco-réflexes des fléchisseurs et du gastro-cnémien sous l'influence des courants induits.
44. Contractions cardio-réflexes des fléchisseurs et du gastro-cnémien sous l'influence de frottements répétés.
45. Contractions stomaco-réflexes des fléchisseurs et du gastro-cnémien sous l'influence de frottements répétés.
46. Contractions réflexes des fléchisseurs et du gastro-cnémien sous l'influence de frottements répétés du gros intestin.
47. Contractions cardio-réflexes des fléchisseurs et du gastro-cnémien sous l'influence de percussions intermittentes.
48. Contractions stomaco-réflexes des fléchisseurs et du gastro-cnémien sous l'influence de percussions intermittentes.
49. Contractions stomaco-réflexes des fléchisseurs et du gastro-cnémien par suite de compression.
50. Secousses et contraction consécutive provoquées par l'excitation de la moelle.
51. Contractions provoquées par l'excitation des centres nerveux.
52. Tétanos provoqué par l'excitation de la partie supérieure de la moelle.
53. Contractions provoquées par l'excitation de la partie inférieure de la moelle.
54. Contraction par la section transversale du bulbe.
55. Contractions consécutives à la section transversale de la moelle.
56. Allongement réflexe du muscle sous l'influence d'une excitation.
57. Contraction réflexe tétaniforme consécutive à l'excitation de la peau.

Planches.

Pl. XVII. Fig. 1. Tétanos incomplet; extra-courant. (Voir p. 94.)

Fig. 2. Contractions réflexes du gastro-cnémien sous l'influence de piqûres réitérées de la peau de la patte. (Voir p. 115.)

1, contraction du gastro-cnémien du côté opposé au côté excité. — 2, contractions du gastro-cnémien du même côté.

Fig. 3. Contractions réflexes du gastro-cnémien sous l'influence d'une pression continue de la peau des orteils. (Voir p. 115.)

1, contraction du gastro-cnémien du même côté que le côté comprimé. — 2, Contractions du gastro-cnémien du côté opposé au côté comprimé. — Les orteils sont comprimés d'une façon continue entre les doigts.

Digitized by Google

Fig. 4. Effets d'une excitation tétanisante prolongée de la moelle.

Pl. XVIII. Fig. 1. Tétanos névro-direct et tétanos névro-réflexe.
TD, tétanos direct; TR, tétanos réflexe; C, prolongation du tétanos réflexe; D, début; F, fin de l'excitation tétanisante.

Fig. 2. Tétanos névro-direct et tétanos réflexe.
TD, tétanos direct; TR, tétanos réflexe; C, prolongation du tétanos réflexe; D, début; F, fin de l'excitation tétanisante.

Fig. 3. Tétanos névro-direct et tétanos réflexe.
TD, tétanos direct; TR, tétanos réflexe; C, prolongation du tétanos réflexe; D, début; F, fin de l'excitation tétanisante.

Pl. XIX. Fig. 1. Tétanos névro-direct et tétanos névro-réflexe. Mêmes indications que pour les figures de la planche XVIII.

Fig. 2. Tétanos névro-direct et tétanos névro-réflexe. Mêmes indications que pour les figures de la planche XVIII.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ÉTUDE CRITIQUE

SUR

LA MÉCANIQUE

Par A. CALINON

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

CHAPITRE Ier.

Notion et mesure du temps.

§ 1er. — *Mouvement.*

1. Plusieurs auteurs, en mathématiques comme en philosophie, admettent la notion du mouvement absolu comme une idée première.

Cette opinion a été très contestée ; quoi qu'il en soit à cet égard, il convient de remarquer qu'au point de vue de la mécanique rationnelle, cette question n'a aucune importance ; le mouvement d'un point, considéré isolément, est une pure conception métaphysique, car, en admettant même qu'on imagine un pareil mouvement, il est impossible de le constater et d'en déterminer les conditions géométriques, par exemple la forme de la trajectoire.

2. Nous nous bornerons donc ici à considérer le mouvement relatif qui, seul, est susceptible d'une définition mathématique et nous dirons :

Un point m est en mouvement par rapport à une figure de forme invariable, lorsque les distances de ce point m aux points

Digitized by Google

de cette figure varient : la figure en question forme les repères et comme sa forme n'a pas d'importance, nous supposerons que cette figure consiste en trois axes de coordonnées *ox, oy, oz*. Le lieu géométrique des diverses positions du point *m* par rapport aux axes est la trajectoire T de ce point.

3. Supposons maintenant que le système d'axes *oxyz* par rapport auquel on a déterminé la trajectoire T du mobile se déplace lui-même par rapport à un second système d'axes $o'x'y'z'$, le même mobile décrira par rapport à ces nouveaux axes une nouvelle trajectoire T′ qui, d'ailleurs, se déduira géométriquement de la première si la loi du déplacement de *oxyz* par rapport à $o'x'y'z'$ est connue. Il ne faut donc jamais perdre de vue que la trajectoire d'un mobile est relative à un système d'axes *oxyz ;* la première chose à faire dans une question de mouvement, est donc d'indiquer les axes que l'on choisit.

§ 2. — *Notion du Temps.*

4. Considérons dans l'univers deux corps, deux astres, par exemple, décrivant chacun une trajectoire par rapport à un système d'axes : nous appelons positions *simultanées* celles où l'on voit *à la fois* ces deux astres, sans expliquer d'ailleurs autrement le sens de la locution *à la fois* sur lequel tout le monde est bien d'accord.

Soient d'abord deux positions simultanées des deux astres, considérons deux nouvelles positions différentes des premières, mais encore simultanées entre elles : les secondes positions sont dites *successives* par rapport aux premières.

Ces définitions de la simultanéité et de la successivité des positions de corps en mouvement s'étendent sans difficulté à un nombre quelconque de mobiles.

5. Une propriété fondamentale du fait de la simultanéité, c'est qu'il est indépendant et de la position de l'observateur et du choix des axes ; ainsi, deux positions paraîtront également simultanées à des observateurs quelconques rapportant les mouvements à des axes quelconques.

C'est ce phénomène de la simultanéité et de la successivité qui

Digitized by Google

constitue pour nous la notion même du temps ; insistons un peu sur ce point.

Dans l'univers, les positions successives des mobiles se révèlent à nous par l'intermédiaire des sens ; c'est ainsi, par exemple, que nous *voyons* les diverses positions des astres lumineux ; chaque *position* correspond donc pour nous à une *sensation*, de sorte que la simultanéité et la successivité des positions ne sont pas autre chose que la simultanéité et la successivité des sensations correspondantes centralisées et comparées entre elles par notre cerveau. L'idée même du temps est donc inhérente au mode de fonctionnement de notre cerveau et n'a de sens que pour des esprits faits comme le nôtre.

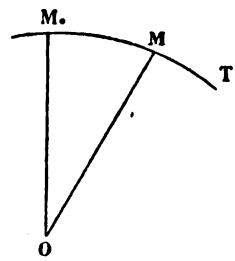
§ 3. — *Le Temps considéré comme grandeur.*

6. Il s'agit maintenant de passer de cette notion du temps à l'idée d'une grandeur mesurable.

A cet effet, prenons sur deux trajectoires A et B des positions initiales simultanées a_0 et b_0 des mobiles, puis des positions variables a et b également simultanées entre elles ; les arcs de trajectoire a_0a et b_0b sont dits simultanés ou décrits simultanément.

Mais, par suite du fait de la simultanéité, nous pouvons déterminer, au moyen de l'observation, la position b qui correspond à chaque position a et, par conséquent, l'arc b_0b qui correspond à chaque valeur de l'arc a_0a ; or, cette correspondance équivaut à une équation entre les arcs a_0a et b_0b.

De même si nous considérons n mobiles, on peut déterminer de la même façon, pour chaque position de l'un d'eux, les positions correspondantes de tous les autres ; de là $n-1$ équations entre les arcs décrits simultanément par ces n mobiles.



7. Cette observation peut se généraliser : soit, en effet, T la trajectoire de l'un des mobiles M par rapport aux axes choisis, les arcs étant comptés à partir d'une position initiale M_0 : joignons le point M à l'origine des coordonnées O ; quand le point M se déplace, le rayon vec-

Digitized by Google

teur OM prend une valeur déterminée pour chaque position du mobile ; de même, l'aire décrite par ce rayon vecteur, l'angle M_0OM, le rayon de courbure de la trajectoire en M sont autant de grandeurs variables qui, comme l'arc M_0M, prennent des valeurs déterminées pour chaque position M.

Donc, toutes les grandeurs qui se rattachent au mouvement varient *simultanément*, ainsi que les arcs de trajectoires ; le fait de la simultanéité équivaut donc, pour ces grandeurs, à $n - 1$ équations, n étant le nombre de ces grandeurs.

Nous appelons variable principale t la grandeur particulière en fonction de laquelle on exprime les $n - 1$ autres à l'aide de ces $n - 1$ équations ; c'est cette variable principale t, convenablement choisie, que nous adopterons comme mesure du temps, cela, *par définition*.

§ 4. — *De l'angle de la rotation terrestre.*

8. Cette variable principale choisie pour mesurer le temps est, comme on sait, l'angle de la rotation de la terre par rapport aux étoiles fixes prises comme repères : nous allons examiner si ce choix est réellement justifié.

Plusieurs auteurs ont essayé de définir des temps égaux ; leurs définitions reviennent toutes à la suivante :

Deux phénomènes de mouvement sont dits de *même durée* quand ils se produisent dans des conditions identiques, mais non simultanément.

Le mot conditions est peut-être un peu vague, mais il n'est évidemment question ici que des conditions *mécaniques*, la force, la vitesse, l'accélération, la force vive, etc.

Il faut donc, d'après cela, pour mesurer le temps, constater l'identité de ces diverses grandeurs dans deux mouvements non simultanés : or, cette constatation est impossible pour la vitesse, l'accélération et les autres grandeurs qui en dérivent, puisqu'on ne peut mesurer des vitesses, par exemple, qu'à la condition d'avoir une mesure du temps.

Mais on objectera peut-être qu'il suffit, dans les deux mouvements en question, de constater l'identité des forces en jeu : re-

Digitized by Google

marquons d'abord que cette constatation ne peut se faire *statiquement ;* les deux mouvements, en effet, ne sont pas simultanés ; or, la statique n'étudie que des forces qui se produisent à la fois, simultanément. Ainsi, on peut constater statiquement que deux poids sont égaux, à un *même instant,* qu'ils seront encore égaux entre eux à l'instant suivant, mais non pas que dans ce second instant ils sont respectivement égaux à ce qu'ils étaient dans le premier.

Il faut donc forcément, pour la comparaison des forces dans nos deux mouvements non simultanés, recourir à la dynamique : mais là encore nous sommes arrêté, car toute la dynamique est basée sur un certain nombre de lois fondamentales empruntées à l'observation ; or, la première de ces lois, celle de l'inertie ; « quand aucune force n'agit sur un point, le mouvement de ce « point est rectiligne et uniforme », suppose connue la mesure du temps sans laquelle on ne saurait pas ce que c'est qu'un mouvement uniforme.

Il suit de là qu'il n'est possible, d'aucune façon, de s'assurer que les deux mouvements en question se produisent dans des conditions identiques. La prétendue définition de la mesure du temps n'a donc aucune valeur et elle doit être rejetée.

9. A l'appui du raisonnement général que nous venons de faire, nous allons citer un exemple particulier : on veut démontrer que le mouvement de rotation de la terre par rapport aux étoiles est uniforme ; que fait-on ? On enregistre les angles successifs dont tourne une étoile ; on compare ensuite ces angles aux intervalles de temps fournis par un instrument servant à la mesure du temps ; or cet instrument est toujours un appareil qui reproduit une série de mouvements successifs supposés *identiques* entre eux : mais c'est précisément ce qui n'aurait pas lieu si la vitesse de rotation de la terre n'était pas constante ; il y a donc là un véritable cercle vicieux.

10. En résumé, dans l'état actuel de la science, le choix de l'angle de la rotation terrestre comme mesure du temps n'est pas justifié ; on peut donc se demander si ce choix est nécessaire et ce que deviendrait la mécanique s'il était différent. Dans cet ordre d'idées, la question se pose de la façon suivante : soit n le nombre

Digitized by Google

des grandeurs qui varient *simultanément* dans les mouvements que nous offre l'univers ; ces n grandeurs sont liées entre elles par $n-1$ équations (7) ; ces équations varient d'abord suivant les axes de coordonnées choisis comme repères ; de plus, si on suppose ces $n-1$ équations résolues par rapport à l'une des n grandeurs prise comme variable principale, la forme des équations change suivant qu'on adopte telle ou telle variable principale : existe-t-il un système d'axes et une variable pour lesquels ces équations présentent une forme plus particulièrement remarquable ? Si cela a lieu, nous serons en droit de choisir le système d'axes et la variable qui donnent lieu à cette particularité et ce choix sera ainsi justifié et défini à la fois. Nous allons donc étudier la mécanique à ce point de vue, c'est-à-dire sans choisir *à priori* ni les axes de coordonnées, ni la variable principale destinée à mesurer le temps et nous verrons si, dans le cours de cette étude, nous sommes amené à faire un choix particulier.

11. Le problème ainsi posé, on voit tout de suite que ses *données* sont empruntées à l'univers, et que sa *solution* sera fournie par la géométrie et l'analyse ; mais on peut aller plus loin.

Remplaçons l'univers matériel tel que nous l'observons par un système de points géométriques et substituons *au fait de la simultanéité une loi de correspondance géométrique* entre les positions diverses des points mobiles ; dès lors le problème, aussi bien dans ses *données* que dans *sa solution*, appartient aux mathématiques pures.

Cette observation a, au point de vue philosophique, une importance capitale, car elle nous fait prévoir, dès le début, une mécanique purement géométrique, indépendante de toutes données empruntées au monde matériel et par conséquent de l'existence même de ce monde matériel.

La mécanique ainsi comprise peut se définir comme il suit :

Des points se déplacent par rapport à un système d'axes de telle façon qu'ils prennent des positions déterminées pour chaque position de l'un d'entre eux, étudier les variations des diverses grandeurs qui se rattachent à ces déplacements.

Quant à la correspondance des points mobiles, elle peut résulter, soit de lois géométriques, soit d'équations auxquelles doivent

Digitized by Google

satisfaire les mouvements des points ; mais ces lois géométriques ou ces équations sont toujours supposées exister, car sans cela il n'y aurait que des mouvements indépendants les uns des autres et ce ne serait plus une question de mécanique : en un mot la mécanique consiste dans l'étude des mouvements entre lesquels il existe une dépendance.

12. Avant d'aborder la mécanique proprement dite, nous allons examiner une question qui, en réalité, appartient à la géométrie, mais qui se rattache à la mécanique par ses applications les plus importantes, nous voulons parler de la composition des segments de droite.

Ce problème est généralement traité à l'occasion des forces ; cette marche nous paraît présenter des inconvénients ; ainsi lorsqu'examinant des forces concourantes et leur résultante, on dit que le moment de la résultante est la somme des moments des composantes, on exprime un théorème qui est tout à fait indépendant de l'idée de force attribuée aux divers segments considérés ; ce théorème est vrai pour les segments considérés en eux-mêmes ; dès lors il n'est pas logique d'introduire dans la démonstration l'idée de force qui est inutile.

De plus, on a aussi à composer des vitesses, des accélérations, des quantités de mouvement, etc... ; il est donc préférable à tous égards d'étudier une fois pour toutes la composition des segments.

C'est ce que nous allons faire.

Bien entendu, dans tout ce qui suit, nous ne ferons qu'indiquer la suite des théorèmes sans insister sur des démonstrations que nous supposons connues des lecteurs.

Digitized by Google

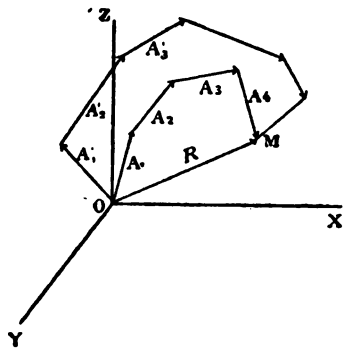
CHAPITRE II.

Composition des segments.

§ 1er. — *Résultante géométrique.*

13. Nous nous occuperons ici des segments de droite définis en grandeur, direction et sens comme AB ; A est le point initial, B le point terminal.

Soit dans l'espace un système de segments quelconque A_1, A_2, A_3, etc. ; transportons ces segments parallèlement à eux-mêmes et les uns au bout des autres à partir d'un point fixe quelconque O que nous supposerons être l'origine des axes rectangulaires OX, OY, OZ ; le point M, extrémité du dernier segment, est comme on sait indépendant de l'ordre dans lequel les segments se succèdent ; la droite OM ou R qui est toujours la même en grandeur, direction et sens, quel que soit le point O où on la forme, est la résultante de translation du système.



Quand les segments sont tous parallèles, le polygone de *composition* est une ligne droite ; R est parallèle à la direction des segments et égal à leur somme algébrique.

Les propriétés les plus importantes de la résultante de translation sont les suivantes :

Théorème. — La projection de la résultante sur un plan est la résultante des segments projetés sur ce même plan.

Théorème. — La projection de la résultante sur une droite est la somme algébrique des projections des segments sur cette droite.

Digitized by Google

Soient X_1 Y_1 Z_1 les projections du segment A_1 sur les axes, R_x R_y R_z les projections de R ; on a d'après cela :

$$R_x = X_1 + X_2 + \cdots = \Sigma X_1 \quad R_y = \Sigma Y_1 \quad R_z = \Sigma Z_1.$$

Un segment unique est à lui-même sa résultante.

14. Pour que deux systèmes de segments A_1 A_2..., et A_1' A_2'.., aient même résultante de translation, il faut et il suffit évidemment qu'on ait :

$$\Sigma X_1 = \Sigma X_1' \quad \Sigma Y_1 = \Sigma Y_1' \quad \Sigma Z_1 = \Sigma Z_1'$$

X_1' Y_1' Z_1' étant les projections de A_1' sur les axes.

Ces deux systèmes ont d'ailleurs même somme de projection sur une droite quelconque.

La considération des polygones de composition conduit immédiatement aux théorèmes suivants :

Théorème. — Si deux systèmes de segments ont même résultante de translation :

1° Ils ont encore même résultante quand on fait passer un segment d'un système dans l'autre en le changeant de sens ;

2° Ils ont encore même résultante quand on amplifie tous les segments dans un même rapport.

Ces propriétés résultent aussi des équations mêmes qui expriment que deux systèmes ont même résultante :

$$\begin{aligned} X_1 + X_2 + X_3 + \cdots &= X_1' + X_2' + X_3' + \cdots \\ Y_1 + Y_2 + Y_3 + \cdots &= Y_1' + Y_2' + Y_3' + \cdots \\ Z_1 + Z_2 + Z_3 + \cdots &= Z_1' + Z_2' + Z_3' + \cdots \end{aligned} \qquad (1)$$

15. Pour simplifier le langage et l'écriture, nous conviendrons d'exprimer la composition par les signes $\dot{+}$, $\diagup$ et $\diagup\!\!\!=$ qui sont les signes $+$, $-$ et $=$, dans lesquels nous obliquons les traits horizontaux et nous écrirons d'une façon abrégée les équations (1) comme il suit :

$$A_1 \dot{+} A_2 \dot{+} A_3 \dot{+} \cdots \diagup\!\!\!= A_1' \dot{+} A_2' \dot{+} A_3' \dot{+} \cdots \qquad (2)$$

Ainsi, l'équation (2) de composition est, par définition, identique aux trois équations (1).

R étant la résultante de translation, on a :

$$A_1 \dot{+} A_2 \dot{+} A_3 \dot{+} \cdots \diagup\!\!\!= R$$

Digitized by Google

La relation $M \eqslantless N$ exprime que les deux segments M et N sont égaux, parallèles et de même sens ; de plus, s'ils ont même origine, ils coïncident.

A l'aide de cette notation nouvelle, les théorèmes précédents peuvent s'exprimer comme il suit :

Théorème. — Si l'on a :

$$A_1 + A_2 + A_3 + \cdots \eqslantless R \qquad (3)$$

on a, en projetant tous les segments sur un plan :

$$a_1 + a_2 + a_3 + \cdots \eqslantless r \qquad (4)$$

et en projetant sur une droite :

$$a_1' + a_2' + a_3' + \cdots = r' \qquad (5)$$

Réciproquement, si l'équation (5) est remplie pour trois axes de projection, on en déduit l'équation (3).

Dans une équation de la forme :

$$A_1 + A_2 + A_3 + \cdots \eqslantless A_1' + A_2' + A_3' + \cdots \qquad (6)$$

on peut multiplier les deux membres par un même nombre; on peut faire passer un terme d'un membre dans l'autre en le changeant de signe, ce qui donne par exemple :

$$A_1 + A_2 + A_3 + \cdots - A_1' \eqslantless A_2' + A_3' + \cdots \qquad (7)$$

On démontrerait de même que si on avait $A \eqslantless A_1$, $B \eqslantless B_1$, $C \eqslantless C_1$, on aurait aussi $A + \lambda B + \mu C \eqslantless A_1 + \lambda B_1 + \mu C_1$. Ce théorème permet de combiner des systèmes ayant deux à deux même résultante, de façon à en obtenir deux autres ayant encore même résultante.

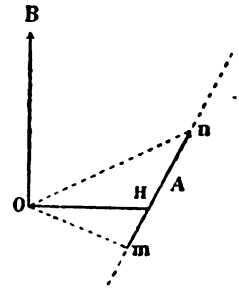
Cette notation nous sera d'une grande utilité dans toute la mécanique.

§ 2. — *Moment des segments.*

16. Nous appellerons moment d'un segment A par rapport à un point O un second *segment* OB perpendiculaire au plan mOn et égal au produit $A \times OH$, OH étant la distance du point O à A; le sens de OB résulte du sens de A ; nous désignerons le moment

Digitized by Google

du segment A par la notation $\mu(A)$; le moment $\mu(A)$ est égal en grandeur au double de l'aire du triangle mOn.



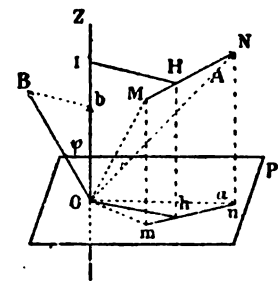
Nous tirons de cette définition les conséquences suivantes :

Théorème. — Le moment $\mu(A)$ est un segment perpendiculaire à A. Ce moment est nul, soit lorsque A est nul, soit lorsque le point O est sur la droite qui contient A.

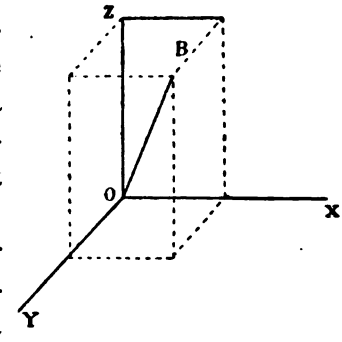
Il change de signe avec A : $\mu(-A) = -\mu(A)$.

Si l'on multiplie ou si l'on divise A par un nombre K, le moment est multiplié ou divisé par ce nombre; ainsi on a : $\mu(KA) = K\mu(A)$.

17. Soit un axe OZ; menons le plan P perpendiculaire à cet axe au point O que nous supposons quelconque : projetons un segment MN égal à A sur ce plan en a; il est facile de voir : 1° que le moment Ob de a par rapport à O, moment dirigé suivant OZ, est toujours le même quel que soit le point O; il est égal à $a \times IH$, III étant la plus courte distance de A et de OZ; 2° que ce moment Ob est la projection sur OZ du moment OB de A par rapport au point O : si l'on désigne par $\mu'(A)$ ce moment Ob, on a, φ étant l'angle BOZ : $\mu'(A) = \mu(A)\cos\varphi$.



$\mu'(A)$ dirigé suivant OZ à partir d'un point quelconque O, est le moment de A par rapport à OZ : ce moment est nul, soit quand A est parallèle à OZ, soit quand A rencontre OZ, ou enfin quand A est nul.



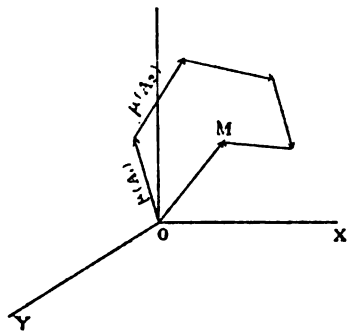
Soit OB égal au moment $\mu(A)$ par rapport à l'origine des coordonnées; si $\mu_x(A)$, $\mu_y(A)$ et $\mu_z(A)$ sont les moments de A par rapport aux trois axes, $\mu_x(A)$, $\mu_y(A)$ et $\mu_z(A)$

Digitized by Google

sont, d'après ce qui précède, les projections du segment $\mu(A)$ sur ces trois axes : on en déduit ce théorème :

Théorème. — Pour que deux segments aient même moment par rapport au point O, il faut et il suffit qu'ils aient même moment par rapport aux trois axes OX, OY, OZ.

18. Soit OM le segment qu'on obtient en composant, à partir de l'origine O, les moments $\mu(A_1)$, $\mu(A_2)$, $\mu(A_3)$... des segments A_1, A_2, A_3... pris par rapport à ce point O. Ce segment OM est par définition le moment du système des segments par rapport à O ; nous le désignerons par la notation $\mu(A_1A_2A_3...)$ et nous aurons ainsi :



$$\mu(A_1A_2A_3...) = \mu(A_1) + \mu(A_2) + \mu(A_3) + \cdots \qquad (1)$$

Quand les segments sont tous dans un même plan contenant O, les moments $\mu(A_1)$, $\mu(A_2)$... sont tous dirigés suivant la normale en O à ce plan et par conséquent $\mu(A_1A_2...)$ est dirigé suivant cette même normale et égal à leur somme algébrique.

19. Le moment du système $A_1A_2...$ par rapport à une droite quelconque OX est la somme algébrique des moments des divers segments par rapport à OX, ce que nous traduisons par l'équation suivante :

$$\mu_x(A_1A_2...) = \mu_x(A_1) + \mu_x(A_2) + \cdots \qquad (2)$$

dans laquelle μ_x représente les moments pris par rapport à OX.

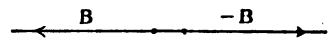
En comparant les équations (1) et (2), on voit tout de suite que $\mu_x(A_1)$, $\mu_x(A_2)$... sont respectivement les projections de $\mu(A_1)$, $\mu(A_2)$... (17), donc $\mu_x(A_1A_2...)$ est la projection sur OX de $\mu(A_1A_2...)$: de là ces deux théorèmes :

Théorème. — Le moment d'un système de segments par rapport à une droite OX est la projection sur cet axe du moment de ce système par rapport à un quelconque O de ses points.

Théorème. — Pour que deux systèmes de segments aient même moment en un point O, il faut et il suffit qu'ils aient même moment par rapport aux trois axes OX, OY, OZ.

Digitized by Google

20. Soit S un système de segments dont R est la résultante de translation et $\mu(S)$ le moment par rapport à un point O d'ailleurs quelconque : soit S_1 un autre système se déduisant de S par l'adjonction de deux segments B et — B placés sur une même droite, égaux et de signe contraire ; dans le polygone de composition qui donne la résultante de translation de S_1, ces deux segments s'annulent évidemment, de sorte que la résultante de S_1 sera R comme pour S.



De plus, $\mu(B)$ et $\mu(-B)$ s'annulent également dans la composition des moments ; on a donc aussi : $\mu(S_1) = \mu(S)$. S et S_1 ont par suite même résultante de translation et même moment en un point quelconque.

Deux systèmes, quels qu'ils soient, jouissant de cette propriété, sont dits *équivalents*.

Quand deux systèmes ont même moment en un point quelconque de l'espace, ils ont aussi même moment par rapport à une droite quelconque de l'espace et réciproquement : on peut donc dire que deux systèmes sont équivalents quand ils ont même résultante de translation et même moment par rapport à une droite quelconque.

Un système reste équivalent à lui-même quand on déplace un segment en lui conservant sa grandeur et son signe, sur la droite sur laquelle il est situé.

Nous allons maintenant chercher à ramener un système de segments au système le plus simple qui lui soit équivalent.

§ 3. — *Segments concourants et parallèles. Couples.*

21. Soit un système S de segments passant tous par le point I ; prenons la résultante de translation R que nous supposerons formée en I.

En suivant la même marche que dans la théorie des moments des forces, on arrive par des démonstrations bien connues aux deux théorèmes suivants :

Théorème. — Quand le système S consiste en segments situés tous dans un même plan, le moment $\mu(S)$ par rapport à un point

Digitized by Google

quelconque O de ce plan est égal au moment $\mu(R)$ de la résultante R par rapport à O : comme, de plus, $\mu(S)$ et $\mu(R)$ sont dirigés suivant la normale en O à ce plan, ils sont égaux en grandeur, direction et sens.

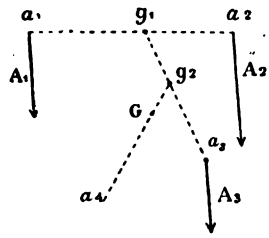
Théorème. — Dans un système quelconque S formé de segments concourants, on a pour une droite quelconque OX de l'espace : $\mu_x(S) \not\equiv \mu_x(R)$, μ_x étant les moments par rapport à OX.

Donc, finalement, le système S de segments concourant en I et la résultante de translation R formée en I ont, d'une part, même résultante de translation, puisque R est à elle-même sa résultante, et, d'autre part, même moment pour une droite quelconque de l'espace ; par suite, S et R sont deux systèmes équivalents.

Pour cette raison, cette résultante de translation R *formée en* I s'appelle simplement la résultante de S. Il suit de là qu'un système reste équivalent à lui-même : 1° quand on remplace un certain nombre de segments concourants par leur résultante ; 2° quand on remplace un segment par des segments concourants dont le premier est la résultante.

22. Soient un système S de segments parallèles A_1, A_2, A_3... et a_1, a_2, a_3... les points initiaux de ces segments.

Prenons sur a_1a_2 le point g_1 tel qu'on ait $\frac{a_1g_1}{a_2g_1} = \frac{A_2}{A_1}$, puis sur g_1a_3 un point g_2 tel qu'on ait $\frac{g_1g_2}{a_3g_2} = \frac{A_3}{A_1 + A_2}$, et ainsi de suite jusqu'au dernier point initial ; nous arriverons à un point G qui, comme on sait, est indépendant de l'ordre dans lequel on prend successivement les points a_1, a_2... etc. ; G est le centre des segments parallèles ; il jouit des propriétés suivantes qui sont très connues :



Théorème. — Le centre G de segments parallèles reste le même : 1° quand on change la direction des segments, ces segments restant d'ailleurs parallèles ; 2° quand on modifie tous les segments proportionnellement à eux-mêmes.

Théorème. — Quand on projette sur un plan un système de segments parallèles de centre G, on obtient en projection un

Digitized by Google

second système de segments parallèles dont le centre est la projection de G.

De même, quand on projette des segments parallèles sur une droite, le centre G se projette suivant le centre des segments projetés.

23. La résultante de translation de segments parallèles est la somme algébrique de ces segments et leur est parallèle.

Considérons en particulier la résultante R formée au centre G de ces segments : en raisonnant sur ces segments parallèles comme on raisonne en mécanique sur les forces parallèles, on établit les deux théorèmes suivants :

Théorème. — Quand les segments A_1, A_2... sont situés dans un même plan P, R est situé aussi dans ce plan et l'on a, en prenant les moments par rapport à un point quelconque du plan :

$$\mu(R) = \mu(A_1 A_2 A_3 \ldots).$$

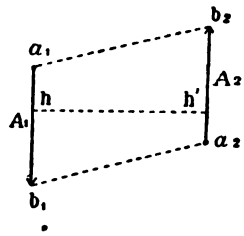
Théorème. — Les segments parallèles étant quelconques, on a, en prenant les moments par rapport à une droite quelconque de l'espace OX : $\mu_x(R) = \mu_x(A_1 A_2 \ldots)$.

Donc finalement le système S des segments A_1, A_2... et le système formé par R ont même résultante de translation et même moment par rapport à une droite quelconque, donc S et R sont équivalents.

Cette résultante de translation R qui passe par le centre des segments parallèles s'appelle simplement la résultante.

Bien entendu, les segments parallèles dont nous venons de parler ne sont pas nécessairement de même sens.

24. Quand deux segments parallèles A_1 et A_2 sont égaux et de sens contraire, ils forment ce qu'on appelle un couple ; on voit tout de suite que le centre de deux segments parallèles formant couple est rejeté à l'infini : la résultante de translation d'un couple est évidemment nulle ; il en résulte cette conséquence très importante que, pour établir l'équivalence de deux couples ou de deux systèmes de couples, il suffit de prouver qu'ils ont même moment par rapport à un point quel-



Digitized by Google

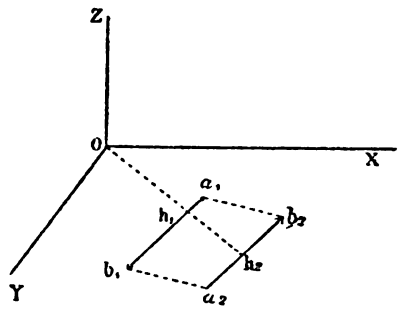
conque, la condition d'égalité des résultantes étant toujours remplie, puisque ces résultantes sont nulles.

Le sens d'un couple A_1A_2 dépend du sens des segments A_1 et A_2; l'aire du couple est l'aire du parallélogramme $a_1b_1a_2b_2$, aire qui reste constante quand on fait glisser les segments suivant leur direction; cette aire est égale à $hh' \times A_1$.

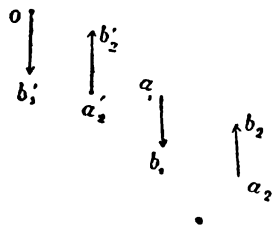
Lorsqu'on projette un couple C d'aire σ sur un plan formant avec le plan de C un angle φ, on obtient un second couple C' d'aire σ' et l'on a : $\sigma' = \sigma \cos \varphi$.

25. Soient deux couples C_1 et C_2 de même aire σ et de même sens situés dans des plans parallèles.

Cherchons les moments de ces couples par rapport à une droite quelconque OZ; prenons trois axes de coordonnées rectangulaires



OX, OY, OZ; si a_1b_1, a_2b_2 est la projection du couple C_1 sur le plan XY, nous aurons le moment $\mu_z(C_1)$ en ajoutant les moments de a_1b_1 et a_2b_2 pris par rapport à O; ces moments sont respectivement $a_1b_1 \times Oh_1$ et $a_2b_2 \times Oh_2$, et comme ils sont de sens contraire, leur somme algébrique est $a_1b_1 \times h_1h_2$, c'est-à-dire l'aire du parallélogramme $a_1b_1a_2b_2$; or, si φ est l'angle que fait le plan de C_1 avec le plan des XY, l'aire $a_1b_1a_2b_2$ est égale à $\sigma \cos \varphi$. Mais pour le couple C_2, l'aire σ est la même, φ est aussi le même, puisque les couples C_1 et C_2 sont dans des plans parallèles; donc les deux couples C_1, C_2 ont même moment $\sigma \cos \varphi$ par rapport à la droite OZ qui est quelconque; de là ce théorème :



Théorème. — Deux couples situés dans des plans parallèles, de même aire et de même sens, sont équivalents.

26. Cherchons le moment d'un couple C par rapport au point O : à cet effet, transportons C parallèlement à lui-même de façon que le point a_1 vienne en O; la nouvelle position C' du couple est, d'après le théo-

Digitized by Google

rème précédent, équivalente à la position primitive C; or le moment de C′ par rapport à O se réduit au moment du segment $a_2'b_2'$, puisque l'autre segment passe par O.

Par suite, le moment de C′ ou de C est perpendiculaire au plan $Oa_2'b_2'$, c'est-à-dire au plan de C et égal au double de l'aire du triangle $Oa_2'b_2'$, c'est-à-dire à l'aire du couple C; d'où ce théorème :

Théorème. — Le moment d'un couple C pour un point quelconque de l'espace est constant; il est égal à l'aire du couple et dirigé suivant la normale au plan de ce couple.

Ce moment étant indépendant du point où on le forme s'appelle simplement le moment du couple.

27. Soit un système formé de segments qui constituent deux à deux des couples C_1, C_2, C_3.....; le moment du système en un point O est évidemment la résultante $\mu(C_1) + \mu(C_2) + \mu(C_3) + \ldots$ des moments des couples par rapport à ce point: or, d'après le théorème précédent, les divers côtés $\mu(C_1)$, $\mu(C_2)$... du polygone de composition des moments sont fixes en grandeur, direction et sens, quel que soit le point O; il en est donc de même de leur résultante, c'est-à-dire du moment du système $\mu(C_1C_2C_3\ldots)$.

Cela posé, prenons dans un plan P perpendiculaire au moment $\mu(C_1C_2\ldots)$ un couple C′ de sens convenable et dont l'aire soit précisément la valeur de ce moment; le couple C′ et le système $C_1C_2\ldots$ ont évidemment même moment pour un point quelconque de l'espace et par suite sont équivalents.

Théorème. — Donc : un système de couples peut toujours se ramener à un couple unique qui lui soit équivalent.

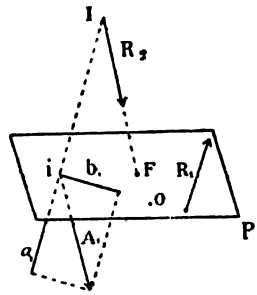
§ 4. — *Réduction d'un système de segments.*

28. Revenons maintenant au problème que nous avions en vue, savoir la réduction d'un système quelconque au système équivalent le plus simple : nous indiquerons succinctement les deux méthodes connues.

Coupons les segments A_1, A_2, A_3... par un plan P qui les rencontre tous et ramenons leurs points initiaux dans ce plan; prenons en dehors du plan un point I quelconque.

Digitized by Google

On peut dans le plan IA_1 décomposer A_1 en deux segments, l'un a_1 suivant Ii et l'autre b_1 situé dans le plan P ; A_1 sera alors remplacé par ses deux composantes a_1 et b_1 qui lui sont équivalentes.



En procédant de même pour tous les autres segments, on a finalement : 1° les composantes comme b_1 toutes situées dans le plan et qui, par conséquent, composées de proche en proche, se ramènent en général à une résultante unique R_1 située dans ce même plan ; 2° les composantes comme a_1 qui passent toutes en I et qui par conséquent ont une résultante unique R_2.

Finalement, le système est ramené ainsi à un système équivalent de deux segments R_1 et R_2 ; comme, d'ailleurs, le plan P et le point I sont indéterminés, on a le théorème suivant :

Théorème. — Tout système peut en général être ramené à deux segments et cela d'une infinité de façons.

29. Le moment du système en un point O quelconque est $\mu(R_1) + \mu(R_2)$; supposons que le point O soit situé dans le plan P, $\mu(R_1)$ est alors perpendiculaire à P, dès lors le moment $\mu(R_1) + \mu(R_2)$ ne peut être perpendiculaire à P que si $\mu(R_2)$ est nul, ce qui n'a lieu que pour le point F où R_2 rencontre P ; donc :

Théorème. — Il y a dans le plan P un point et un seul pour lequel le moment du système est perpendiculaire à ce plan.

Ce point remarquable s'appelle le foyer du plan.

Ce point étant unique, on en déduit immédiatement cet autre théorème :

Théorème. — Si dans la réduction d'un système à deux segments, on laisse le plan P fixe en faisant varier le point I, la résultante R_2 qui passe par I passe toujours par le foyer F du plan P.

30. Le second moyen de réduire un système résulte de la théorie des couples : prenons un point O quelconque dans l'espace ; en ce point menons deux segments A_1' et $-A_1'$ égaux et parallèles au segment A_1 du système ; le système reste ainsi équivalent à lui-même : procédons de même pour tous les autres segments ; nous avons finalement : 1° les segments comme A'_1 qui

Digitized by Google

sont les segments mêmes du système transportés parallèlement en O et qui ont une résultante unique R, laquelle n'est autre que la résultante de translation du système ; 2° les couples comme $-A_1'A_1$ qui peuvent être remplacés par un couple unique C. Donc :

Théorème. — Tout système peut se ramener à une résultante R et à un couple C, cela d'une infinité de façons, puisque le point O où l'on fait la réduction est arbitraire.

Dans ce procédé de réduction, la résultante R est toujours la résultante de translation du système : le couple C pouvant être déplacé dans son plan, ainsi que nous l'avons vu, supposons que l'un de ses deux segments rencontre R, on pourra alors remplacer R et ce segment par leur résultante et l'on retrouvera ainsi le système de deux segments équivalent au système primitif.

Le moment du système en O est évidemment le moment du couple C, car le moment de la résultante R qui passe par O est nul.

En un autre point O′ quelconque, le moment du système est $\mu(C) + \mu(R)$, expression dans laquelle $\mu(C)$ est constante.

On déduit de là le théorème suivant :

Théorème. — Deux systèmes de segments sont équivalents quand ils ont même résultante de translation et, pour un point seulement, même moment.

31. Nous allons encore démontrer le théorème suivant :

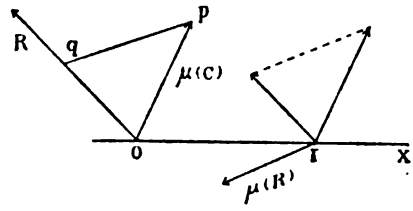
Théorème. — Deux systèmes S et S′ sont équivalents quand ils ont même moment en trois points O_1, O_2 et O_3 non en ligne droite.

Les deux systèmes ayant même moment en O_1 peuvent être ramenés, en ce point à leurs résultantes de translation R et R′ et à un même couple C : supposons que R et R′ soient différents, on pourra toujours poser $R' \equiv R + \rho$, ρ étant un segment passant par O_1 ; les moments des deux systèmes en O_2 seront alors $\mu(C) + \mu(R)$ et $\mu(C) + \mu(R')$; ce dernier équivaut à $\mu(C) + \mu(R) + \mu(\rho)$; on a donc $\mu(C) + \mu(R) \equiv \mu(C) + \mu(R) + \mu(\rho)$, c'est-à-dire $\mu(\rho) = 0$; on verrait de même que le moment de ρ en O_3 est nul ; $\mu(\rho)$ étant nul pour les deux points O_2, O_3, il faut nécessairement que ρ soit nul, car ρ passant par O_1 ne peut passer à la fois par O_2 et O_3,

Digitized by Google

puisque les points O_1, O_2 et O_3 ne sont pas en ligne droite; ρ étant nul, on a $R \not= R'$; dès lors les deux systèmes ont même résultante de translation et même moment en O_1; par suite, ils sont équivalents.

32. Soit un système ramené au point O à sa résultante de translation R et au couple C; le moment du système au point I est $\mu(C) + \mu(R)$; cherchons la condition pour que ce segment

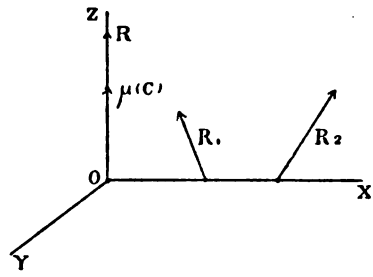


$\mu(C) + \mu(R)$ soit parallèle à R : menons OX perpendiculaire en O au plan P qui contient R et $\mu(C)$: $\mu(R)$ est perpendiculaire au plan ROI et parallèle au plan P; si donc on abaisse du point *p* extrémité du segment $\mu(C)$ la perpendiculaire *pq* sur R, $\mu(R)$ est précisément parallèle à *pq;* on voit aisément que si le point I est choisi de telle façon qu'on ait $\mu(C)$, c'est-à-dire $R \times OI, = pq$, la résultante en I de $\mu(C)$ et de $\mu(R)$ est parallèle à R. Ce point I est d'ailleurs unique. Donc :

Théorème. — Il existe sur OX un point et un seul pour lequel le moment est dirigé suivant la résultante de translation. La droite sur laquelle est situé ce moment est unique dans le système et s'appelle l'axe central.

On démontre sans difficulté qu'en faisant tourner un système autour de cet axe ou en le faisant glisser suivant cet axe, ce système reste équivalent à lui-même.

33. Soit un système ramené à deux segments R_1 et R_2, ce qui, comme nous le savons, peut se faire d'une infinité de façons : prenons l'axe central OZ du système et traçons la perpendiculaire X commune à R_1 et R_2; soit R la résultante de translation et C le couple dont le moment est dirigé suivant l'axe central OR; les systèmes R_1, R_2 et R, C sont ainsi équivalents au système primitif et par conséquent entre eux. Prenons les moments par rapport à X; R_1 et R_2 rencontrant X, on a $\mu_x(R_1R_2) = 0$; on a



Digitized by Google

donc aussi $\mu_x(C, R) = 0$; mais R est la résultante de translation de R_1 et R_2; il en résulte que R_1, R_2 et R sont parallèles à un même plan auquel X est nécessairement perpendiculaire ; dès lors X est aussi perpendiculaire à R et par suite à $\mu(C)$; $\mu(C)$ étant perpendiculaire à X, $\mu_x(C)$ qui est la projection de $\mu(C)$ sur X est nul et l'on a $\mu_x(R, C) = \mu_x(R) = 0$; or R n'est ni nul ni parallèle à X, donc R rencontre X. De là ce théorème :

Théorème. — La perpendiculaire commune aux deux segments R_1 et R_2 rencontre l'axe central en un point O et lui est perpendiculaire.

§ 5. — *Figures corrélatives.*

34. — Nous rencontrons ici un cas des figures corrélatives que nous ne ferons qu'indiquer, parce qu'il ne se rattache pas directement à notre sujet.

Un système de segments étant donné, soient L_1 et L_2 deux droites sur lesquelles sont situés deux segments R_1 et R_2 qui forment un système équivalent au précédent.

On appelle L_1 et L_2 deux droites conjuguées ; les propriétés principales de ces droites sont les suivantes, nous nous bornerons à les énoncer :

Théorème. — Lorsque la droite L_1 se déplace dans un plan P, sa conjuguée L_2 passe par un point fixe F qui est le foyer du plan P.

Théorème. — Lorsqu'un plan P se déplace en passant par une droite fixe L_1, son foyer F décrit la droite L_2 conjuguée à L_1.

Théorème. — Lorsqu'un plan P se déplace en passant par un point fixe I, son foyer F décrit un plan Q qui a le point I pour foyer.

Théorème. — Lorsque quatre plans passent par une droite L_1, le rapport anharmonique de ces quatre plans est égal au rapport anharmonique de leurs foyers situés sur la droite L_2 conjuguée à L_1.

Ainsi que nous l'avons dit, il s'agit là d'un cas particulier des figures corrélatives ; ce qui le distingue du cas général, c'est que le point qui correspond à un plan est situé dans ce plan, puisqu'il en est le foyer.

Digitized by Google

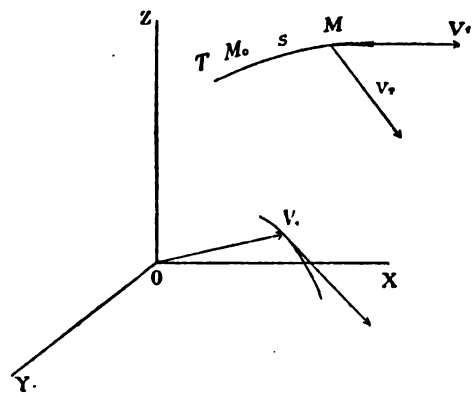
CHAPITRE III.

Cinématique.

§ 1er. — *Vitesses successives.*

35. — Nous avons dit que dans toute question de mouvement il fallait d'abord choisir les axes pris comme repères ; si l'on prenait un autre système d'axes *immobiles* par rapport aux premiers, ce second système ne devrait pas être considéré comme formant de nouveaux repères, puisqu'il ne modifierait en rien les trajectoires du mouvement. Il ne faut donc pas oublier qu'un changement de repères consiste toujours dans le choix d'un second système d'axes *en mouvement* par rapport au premier.

Cela posé, soit T la trajectoire d'un mobile M par rapport aux axes OX, OY, OZ : d'après la définition même de la mécanique (11), toutes les grandeurs qui se rattachent au mouvement de M dépendent d'une seule grandeur t que nous appelons la variable principale; la longueur s de l'arc parcouru M_0M est donc liée à t par une équation de la forme :



$$s = f(t). \qquad (1)$$

C'est ce qu'on appelle l'équation du mouvement du point sur sa trajectoire par rapport à t.

Sur la tangente en M à la trajectoire, portons dans le sens du mouvement à partir du point M une longueur v_1 égale à $\frac{ds}{dt}$, ce *segment* v_1 est la première vitesse du point M par rapport à t.

Digitized by Google

36. On a souvent à étudier en mécanique des segments comme v_1, variables et mobiles ; il est commode de transporter ces segments parallèlement à eux-mêmes en un point fixe, par exemple à l'origine des coordonnées.

De cette façon, le point initial devient fixe, et l'autre extrémité du segment décrit une courbe à laquelle nous donnerons le nom général d'*indicatrice*.

Cela posé, transportons la vitesse v_1 en O et soit T_1 la trajectoire que décrit son extrémité libre V_1 ; nous disons trajectoire parce que V_1 prend une position différente pour chaque valeur de t ; soit v_2 la première vitesse de ce point V_1 transportée en M, v_2 est la seconde vitesse ou l'accélération de M par rapport à t.

De même, si l'on prend l'indicatrice que décrit l'extrémité libre de v_2 transporté en O, la première vitesse de cette extrémité nous donnera en grandeur et en direction la seconde vitesse de V_1 et la troisième vitesse v_3 de M.

C'est ainsi que l'on définit les vitesses des différents ordres du point M par rapport à t : quand il s'agira de la première vitesse, nous dirons simplement la vitesse du point.

37. Supposons que nous remplacions la variable principale par une autre t', ces deux variables étant liées par la relation $t = \varphi(t')$, la première vitesse par rapport à t' conservera sa direction, celle de la tangente à la trajectoire, mais sa valeur deviendra $\frac{ds}{dt'} = \frac{ds}{dt} \cdot \frac{dt}{dt'}$; la première vitesse changeant de valeur, donnera une indicatrice différente ; en d'autres termes, V_1 décrira une autre courbe, de sorte que la seconde vitesse v_2 changera en général *de grandeur et de direction* ; il en sera de même des vitesses suivantes. Donc en général :

Théorème. — Quand on change de variable principale, la première vitesse change de valeur et les vitesses d'ordre supérieur de valeur et de direction à la fois.

Nous verrrons plus loin toute l'importance de cette proposition.

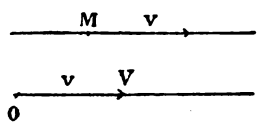
Nous avons à peine besoin d'ajouter que l'équation du mouvement $s = f(t)$ prend une autre forme quand on remplace t par t'.

Enfin, remarquons que dans un certain cas le changement de va-

Digitized by Google

riable est sans influence sur les vitesses, c'est lorsqu'on a $t = kt'$, car alors la première vitesse devient $\frac{ds}{dt'} = k\frac{ds}{dt}$; dans ce cas, toutes les vitesses sont modifiées proportionnellement et elles gardent leur direction : pour cette raison, nous ne regarderons pas comme différentes deux variables t et t' proportionnelles.

38. Dans le mouvement rectiligne, la vitesse est dirigée constamment suivant la droite que décrit le mobile ; il en résulte que les indicatrices successives sont toutes des droites de même direction que la trajectoire ; les vitesses de différents ordres sont donc aussi dirigées suivant cette trajectoire. Si v est la vitesse du point M dans ce mouvement rectiligne, on a $v = \frac{ds}{dt}$; formons



en O l'indicatrice de v, laquelle sera une droite parallèle à la première, la seconde vitesse de M sera la vitesse du point V, extrémité de la vitesse v transportée en O; or, la vitesse de V est $\frac{dv}{dt}$, c'est-à-dire $\frac{d^2s}{dt^2}$; ce raisonnement s'applique aux vitesses successives; donc :

Théorème. — Dans un mouvement rectiligne, les vitesses, toutes dirigées suivant la trajectoire, ont pour valeurs les dérivées $\frac{ds}{dt}$, $\frac{d^2s}{dt^2}$, $\frac{d^3s}{dt^3}$.....

Quand le mouvement est plan, toutes les vitesses sont situées dans ce plan.

Quand la trajectoire est une ligne à double courbure, la première vitesse transportée en O décrit un cône dont les plans tangents sont parallèles aux plans osculateurs de la trajectoire ; il en résulte que l'accélération est toujours dirigée dans le plan osculateur de la trajectoire.

39. Quand l'équation du mouvement est du premier degré en t, $s = a + bt$, le mouvement est dit uniforme par rapport à t ; la vitesse $\frac{ds}{dt} = b$ est constante.

Réciproquement, quand la vitesse est constante, l'équation du mouvement est du premier degré en t.

Digitized by Google

Dans ce mouvement, les arcs décrits sont proportionnels aux variations correspondantes de t.

40. Projetons la trajectoire d'un point M sur un plan, le plan des XY, par exemple ; soient ds l'élément de trajectoire correspondant à la variation dt de la variable et ds' la projection de ds ; la vitesse v de M a la direction de ds et la vitesse v' de sa projection M' est dirigée suivant ds' ; comme d'ailleurs $\frac{ds'}{dt}$ a évidemment une longueur égale à la projection de $\frac{ds}{dt}$, il en résulte que $\frac{ds'}{dt}$ est en grandeur et en direction la projection de $\frac{ds}{dt}$; le même raisonnement s'appliquerait si l'on projetait le mouvement sur une droite.

Remarquons maintenant que les propriétés des indicatrices des vitesses se conservent évidemment en projection ; ainsi les indicatrices de la trajectoire de l'espace se projettent suivant les indicatrices de la trajectoire projetée ; il en résulte immédiatement que :

Théorème. — Dans le mouvement projeté, les vitesses d'ordre quelconque sont respectivement les projections des vitesses du point dans l'espace.

Ce théorème est vrai, qu'on projette sur un plan ou sur une droite.

41. On peut exprimer les positions successives d'un mobile en fonction de la variable t au moyen des trois équations suivantes : $x = f_1(t)$, $y = f_2(t)$, $z = f_3(t)$; x, y et z étant les coordonnées du mobile.

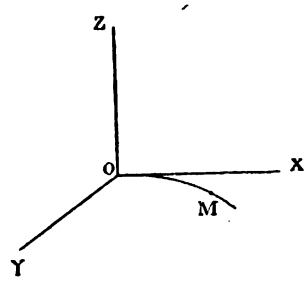
Or $x = f_1(t)$ est l'équation du mouvement du mobile projeté sur l'axe OX ; ce mouvement projeté étant rectiligne, ses vitesses sont (38) $\frac{dx}{dt}, \frac{d^2x}{dt^2}, \frac{d^3x}{dt^3}$.

On a de même la vitesse du mobile projeté sur les deux autres axes.

En résumé, la vitesse V_n d'ordre n pour une position M du mobile, a pour projection sur les trois axes les dérivées $\frac{d^nx}{dt^n}, \frac{d^ny}{dt^n}$ et $\frac{d^nz}{dt^n}$; donc V_n est la résultante de translation formée en M de ces trois dérivées dirigées suivant les axes.

Digitized by Google

Supposons, en particulier, que l'origine des coordonnées soit un point O de la trajectoire; prenons, de plus, la tangente en O comme axe des X et le plan osculateur comme plan des XY, OY étant ainsi la normale principale; cherchons l'accélération j du mobile en O : cette accélération est la résultante des trois accélérations $\frac{d^2x}{dt^2}$, $\frac{d^2y}{dt^2}$ et $\frac{d^2z}{dt^2}$; mais l'accélération j est située dans le plan osculateur, c'est-à-dire le plan des XY (38), donc $\frac{d^2z}{dt^2}$ est nul en O.



Soient s l'arc infiniment petit OM correspondant à la variation infiniment petite θ de la variable t et x, y, z les coordonnées du point M; on sait que $s - x$ est du troisième ordre, c'est-à-dire qu'on a $x = s + As^3 + \cdots$; on en déduit $\frac{dx}{dt} = \frac{ds}{dt} + 3As^2\frac{ds}{dt} + \cdots$ et $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d^2s}{dt^2} + 6As\,[\cdot\cdot]$, de sorte que, pour le point O, c'est-à-dire pour $s = 0$, on a $\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)_0 = \left(\frac{d^2s}{dt^2}\right)_0$.

Ainsi, au point O, l'accélération $\frac{d^2x}{dt^2}$, qu'on appelle l'accélération *tangentielle* du mobile, est égale à $\frac{ds^2}{dt^2}$.

Pour calculer $\frac{d^2y}{dt^2}$, partons de la formule :

$y = \left(\frac{dy}{ds}\right)_0 s + \left(\frac{d^2y}{ds^2}\right)_0 \frac{s^2}{1.2} + \cdots$ dans laquelle $\left(\frac{dy}{ds}\right)_0$ est nul, puisque OX est tangent à la trajectoire; on déduit de là : $\frac{dy}{dt} = \left(\frac{d^2y}{ds^2}\right)_0 s\frac{ds}{dt} + s^2\,[\cdots]$ et $\frac{d^2y}{dt^2} = \left(\frac{d^2y}{ds^2}\right)_0\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 + s\,[\cdots]$, ce qui, pour $s = 0$, donne $\frac{d^2y}{dt^2} = \left(\frac{d^2y}{ds^2}\right)_0\left(\frac{ds}{dt}\right)^2$. Or $\frac{ds}{dt}$ est la vitesse v du mobile en O et $\left(\frac{d^2y}{ds^2}\right)_0$ l'inverse du rayon de courbe ρ en O; on a donc finalement $\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{v^2}{\rho}$.

Digitized by Google

C'est ce qu'on appelle l'accélération normale.

D'après cela, l'accélération du mobile en O est la diagonale d'un rectangle construit sur OX et OY et ayant pour côtés $\frac{d^2s}{dt^2}$ et $\frac{v^2}{\rho}$.

42. Supposons que le mouvement d'un mobile, au lieu d'être défini par les équations :

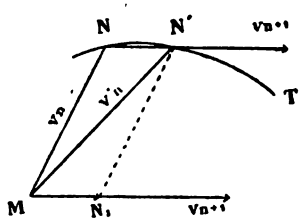
$x = f_1(t)$, $y = f_2(t)$ et $z = f_3(t)$, soit défini par les équations différentielles :

$$\frac{d^n x}{dt_n} = \varphi_1(t) \qquad \frac{d^n y}{dt_n} = \varphi_2(t) \qquad \text{et } \frac{d^n z}{dt_n} = \varphi_3(t) \qquad (1)$$

En intégrant n fois l'une de ces équations (1), par exemple $\frac{d^n x}{dt_n} = \varphi_1(t)$, on arrivera à une équation $x = A_1(t)$ qui contiendra n constantes arbitraires; mais si l'on se donne pour une valeur particulière t_0 de t les valeurs $x_0 \left(\frac{dx}{dt}\right)_0 \left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)_0 \cdots \left(\frac{d^{n-1}x}{dt_{n-1}}\right)_0$, ces n constantes se trouvent déterminées et par suite aussi l'équation $x = A_1(t)$; les deux autres équations (1) donneraient de même $y = A_2(t)$ et $z = A_3(t)$: on a ainsi pour le mobile une trajectoire unique; c'est ce que nous exprimerons en disant que :

Théorème. — La trajectoire d'un mobile et son mouvement sur cette trajectoire sont bien déterminés lorsqu'on se donne la loi de variation de sa vitesse d'ordre n (c'est-à-dire les 3 équations [1]) et, pour une valeur particulière de t, sa position ainsi que ses $(n-1)$ premières vitesses.

43. Soient, pour une position M d'un mobile, v_n et v_{n+1} ses vitesses d'ordre n et $n+1$; formons en M l'indicatrice NT de cette vitesse v_n; pendant une variation infiniment petite dt de la variable t le point N décrit sur cette indicatrice l'arc NN′ et MN′ est alors la vitesse v_n' transportée en M pour la position nouvelle qu'occuperait le mobile après cette variation dt: par définition v_{n+1} est en grandeur et direction la première vitesse du point N, c'est-à-dire qu'on a $v_{n+1} = \frac{NN'}{dt}$ ou $NN' = v_{n+1}dt$.



Digitized by Google

Portons NN′ en MN_1 sur v_{n+1}; on voit alors que v_n' est la résultante de v_n et de MN_1 ou $v_{n+1}dt$, $v_{n+1}dt$ ayant, bien entendu, la direction de v_{n+1}.

On a donc :

$$v_n' = v_n + v_{n+1}dt. \qquad (1)$$

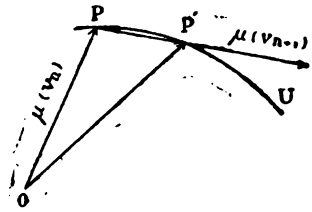
Prenons les moments par rapport à un point quelconque, l'origine des coordonnées, par exemple ; il vient :

$$\mu(v_n') = \mu(v_n) + \mu(v_{n+1}dt).$$

Mais on a (16) : $\mu(v_{n+1}dt) = dt\mu(v_{n+1})$

on en déduit : $\mu(v_n') = \mu(v_n) + dt\mu(v_{n+1}). \qquad (2)$

Cette équation (2) est susceptible d'une interprétation géométrique très simple ; formons au point O l'indicatrice u que décrit le point P extrémité du segment $\mu(v_n)$; après la variation dt, le point P sera venu en P′ et OP′ est le segment $\mu(v_n')$; or, dans le triangle POP′ on a OP′ = OP + PP′ ou $\mu(v_n') = \mu(v_n) + PP'$; en comparant cette équation à l'équation (2), on en déduit $PP' = dt\mu(v_{n+1})$ ou $\frac{PP'}{dt} = \mu(v_{n+1})$; or $\frac{PP'}{dt}$ est la vitesse du point P sur l'indicatrice u. De là ce théorème :



Théorème. — Si u est l'indicatrice que décrit l'extrémité P du moment $\mu(v_n)$, $\mu(v_{n+1})$ est à chaque instant la vitesse de ce point P.

Les équations (1) et (2) sont d'une application continuelle en mécanique.

Il convient de remarquer que les indicatrices des vitesses sont toujours identiques à elles-mêmes, quel que soit le point où on les forme ; il n'en est pas de même des indicatrices des moments de ces vitesses, puisque ces moments varient d'un point à l'autre.

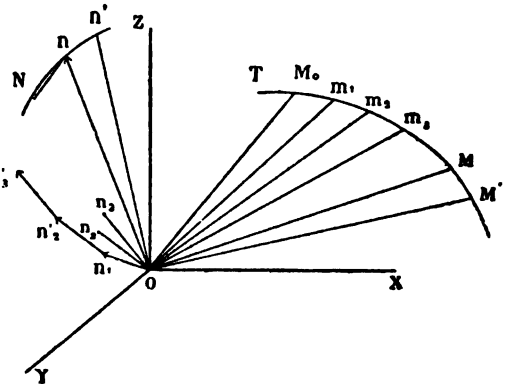
Lorsqu'il s'agit d'un mouvement s'exécutant dans un plan P et que le point O est dans ce plan, les moments des vitesses, lesquelles sont toujours situées dans ce plan, sont toujours dirigés suivant la normale OZ à ce plan ; dans ce cas, l'équation (2) devient

$$\mu(v_n') = \mu(v_n) + dt\mu(v_{n+1}) \qquad (3)$$

puisque les moments s'ajoutent au lieu de se composer : toutes les indicatrices comme u se confondent alors avec la normale OZ.

Digitized by Google

44. Soit M_0 la position initiale du mobile M sur sa trajectoire T, prenons les arcs M_0m_1, m_1m_2, m_2m_3..., qui correspondent à une variation très petite dt de la variable t, et menons les rayons vecteurs OM_0, Om_1, Om_2, etc. ; nous représenterons, suivant l'usage, les aires triangulaires OM_0m_1, Om_1m_2, etc., par des segments On_1, On_2, On_3... normaux aux plans de ces triangles et proportionnels à leurs surfaces. Composons tous ces segments, leur résultante On est déterminée de grandeur et de direction pour chaque position du rayon vecteur mobile OM : On est ce que nous appellerons l'axe des aires de l'arc M_0M par rapport au point O : cet axe jouit de la propriété suivante que nous nous bornerons à énoncer :



Théorème. — L'aire M_0OM projetée sur un plan, celui des XY par exemple, est représentée par la projection de l'axe On sur la normale OZ à ce plan.

Il en résulte en particulier que l'aire projetée est maxima quand le plan de projection est perpendiculaire à On.

Soit N l'indicatrice que décrit le point n : les segments On_1, n_1n_2, n_2n_3... étant infiniment petits peuvent être considérés comme des éléments de cette indicatrice ; donc chacun de ces éléments divisés par dt donne en grandeur et direction la vitesse sur l'indicatrice.

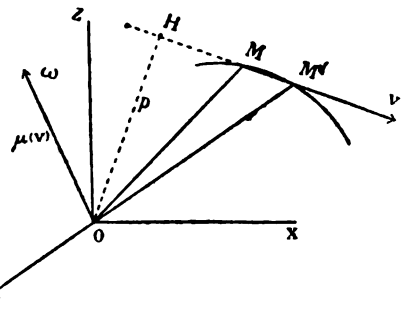
Désignons par $d\sigma$ l'aire infiniment petite MOM', aire représentée en grandeur et direction par l'élément nn', la vitesse du point n sur N est dirigée suivant nn', c'est-à-dire suivant la normale au plan MOM' et elle est égale à $\frac{nn'}{dt}$ ou $\frac{d\sigma}{dt}$; cette vitesse $\frac{d\sigma}{dt}$ transportée en O et normale au plan MOM', est la vitesse aréolaire du point M. On a donc ce théorème :

Théorème. — La vitesse aréolaire du mobile M par rapport au point O est la vitesse du point n, extrémité de l'axe des aires.

Digitized by Google

Dans le cas où la courbe T est plane et le point O situé dans son plan, l'indicatrice N est évidemment la normale en O à ce plan.

45. Soit ω la vitesse aréolaire $\frac{d\sigma}{dt}$ du point M : nous avons dit



que cette vitesse était normale au plan du triangle MOM', c'est-à-dire au plan de OM et de la vitesse v en M : prenons le moment de v par rapport à ce point O, ce moment $\mu(v)$ est aussi perpendiculaire à ce même plan : donc ω et $\mu(v)$ sont dirigés suivant la même droite.

De plus, si p est la distance OH du point O au segment v, on a $\mu(v) = p \,.\, v = p \,.\, \frac{ds}{dt}$; or $\frac{1}{2} p \,.\, ds$ est l'aire $d\sigma$ du triangle MOM', donc $\mu(v)$ est égal à $2\frac{d\sigma}{dt}$ ou $2\,\omega$. Donc finalement :

Théorème. — La vitesse aréolaire ω est égale en grandeur, direction et signe au demi-moment de la vitesse v, les aires et les moments étant pris par rapport au même point O.

L'indicatrice que décrit l'extrémité du segment ω est donc la même que pour $\frac{1}{2}\mu(v)$.

En appliquant le théorème des moments des vitesses (43) pour la première vitesse v et la seconde j, nous avons :

$$\mu(v') = \mu(v) + dt\mu(j).$$

Or $\frac{1}{2}\mu(v')$ et $\frac{1}{2}\mu(v)$ sont respectivement les vitesses aréolaires ω' et ω; on a donc :

$$\omega' = \omega + \frac{1}{2} dt\mu(j).$$

Il en résulte que $\frac{1}{2}\mu(j)$ est en grandeur et direction la vitesse de l'extrémité du segment ω sur l'indicatrice que décrit cette extrémité.

Digitized by Google

46. Dans le cas où le mouvement est plan et le point O situé dans ce plan, ω est toujours normal à ce plan au point O, et cette normale est l'indicatrice de son extrémité ; on a alors :

$$\omega' = \omega + \frac{1}{2} dt\mu(j).$$

Supposons que dans ce mouvement plan l'accélération j passe toujours par un point fixe que nous prendrons pour l'origine O : dans ce cas, le moment de j par rapport à O reste toujours nul, et l'on a pendant tout le mouvement $\mu(j) = 0$ et $\omega = k$, k étant une constante ; l'équation ω ou $\frac{d\sigma}{dt} = k$ nous donne $\sigma = kt$. De là ce théorème connu sous le nom de théorème des aires :

Théorème. — Lorsque dans un mouvement plan l'accélération passe par un point fixe O, l'aire décrite par le rayon vecteur qui joint ce point O au mobile est proportionnelle à la variation correspondante de t.

La réciproque est vraie ; ainsi, si l'on a $\sigma = kt$, on en déduit $\frac{d\sigma}{dt}$ ou $\omega = k$; ω étant constant, dans la formule $\omega' = \omega + \frac{1}{2} dt\mu(j)$, $\mu(j)$ est constamment nul, ce qui exige ou que j soit nul ou que j passe par le point O.

§ 2. — *Étude de quelques mouvements.*

47. Bien qu'il n'entre pas dans nos vues de donner ici des développements comme en comporterait un traité de mécanique, nous allons appliquer la théorie précédente à quelques exemples.

Citons d'abord le mouvement rectiligne uniformément varié dans lequel le chemin parcouru s est une fonction du second degré de t, ce qu'exprime l'équation $s = a + bt + \frac{1}{2} jt^2$; les vitesses successives sont dirigées suivant la trajectoire (38) ; la première a pour expression $\frac{ds}{dt} = v = b + jt$ et la seconde $\frac{d^2s}{dt^2} = j$.

Ainsi la vitesse v varie proportionnellement avec t et l'accélération est constante ; les vitesses d'ordre supérieur sont nulles.

Nous savons que, lorsqu'on se donne la loi de variation d'une

Digitized by Google

vitesse d'un certain ordre d'un mobile, le mouvement du mobile est déterminé si l'on se donne en même temps *les conditions initiales du mouvement* (42). Nous en tirons cette conséquence : de l'équation du mouvement :

$$s = a + bt + \frac{1}{2}jt^2$$

nous avons déduit la relation $\frac{d^2s}{dt^2} = j$; réciproquement, si cette relation existe, nous en déduirons l'équation $s = a + bt + \frac{1}{2}jt^2$, pourvu que dans les deux cas les conditions initiales du mouvement (position et vitesse primitives du point) soient les mêmes.

Cette remarque est générale et chaque fois que nous déduisons de la loi du mouvement d'un mobile la loi de variation de sa vitesse d'ordre n, on peut en conclure que réciproquement cette seconde loi entraîne nécessairement la première, étant bien entendu que dans les deux cas les circonstances initiales du mouvement sont les mêmes.

48. Soit un mobile décrivant une trajectoire curviligne quelconque avec une vitesse v constante ; l'accélération totale est la résultante de l'accélération tangentielle $\frac{d^2s}{dt^2}$ ou $\frac{dv}{dt}$ et de l'accélération normale $\frac{v^2}{\rho}$ (41) : or v étant constant $\frac{dv}{dt}$ est nul et l'accélération se réduit à l'accélération normale $\frac{v^2}{\rho}$: ainsi l'accélération dans ce mouvement est dirigée constamment suivant la normale située dans le plan osculateur de la trajectoire.

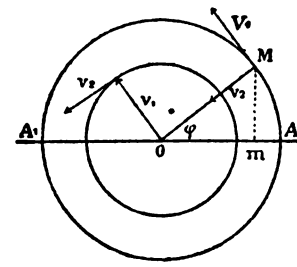
La réciproque est évidente : quand l'accélération est dirigée suivant cette normale, la vitesse du mobile est constante.

Supposons, par exemple, que le mobile décrive un cercle O d'un mouvement uniforme ; l'accélération $\frac{v^2}{\rho}$ est dirigée vers le centre O et est de plus constante, ρ étant le rayon du cercle ; on constate facilement que dans ce cas très simple les indicatrices des vitesses de différents ordres sont toutes des cercles de centre O ; quant à ces vitesses en un même point M, elles sont alternativement dirigées suivant la tangente et la normale au cercle et ont respecti-

Digitized by Google

vement pour valeurs $v_1 = \omega\rho$, $v_2 = \omega^2\rho$, $v_3 = \omega^3\rho\ldots$, ω étant la vitesse angulaire du mouvement.

Projetons ce mouvement sur le diamètre AA_1 du cercle ; soit φ l'angle MOA ; les vitesses du point m projection de M sont les projections sur AA_1 des vitesses du point M (40) ; or, ces vitesses font alternativement avec le diamètre AA_1 les angles $\frac{\pi}{2} + \varphi$, $\pi + \varphi$, $\frac{\pi}{2} - \varphi$, φ, etc. ; mais l'angle φ étant égal à ωt, on a pour les vitesses successives du point m : $-v_1 \sin \omega t$, $-v_2 \cos \omega t$, $+ v_3 \sin \omega t$, etc., c'est-à-dire $-\omega\rho \sin \omega t$, $-\omega^2\rho \cos \omega t$, $+\omega^3\rho \sin \omega t$, etc.

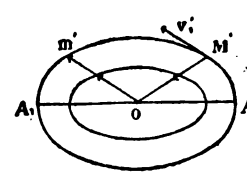


Si l'on désigne par x la distance Om, on a $x = \rho \cos \varphi$ ou $x = \rho \cos \omega t$; c'est l'équation du mouvement du point m ; en prenant les dérivées $\frac{dx}{dt}$, $\frac{d^2x}{dt^2}$, etc., on retrouverait les vitesses de m ; en comparant cette expression de x aux vitesses d'ordre pair, on voit que ces vitesses varient proportionnellement à x ; l'accélération, notamment, est proportionnelle à la distance Om. Ce mouvement du point m est le type des mouvements oscillatoires.

Projetons le mouvement circulaire que nous venons d'étudier sur un plan, les vitesses se projettent suivant les vitesses et les indicatrices suivant les indicatrices (40).

Supposons, par exemple, que le plan de projection passe par le diamètre AA_1 et appelons M_1 la projection de M, v_1', v_2', v_3', etc., les vitesses de M′ projections des vitesses v_2, v_3, ... de M.

Le cercle AMA_1 se projette suivant une ellipse, et les indicatrices, qui sont des cercles concentriques, suivant des ellipses homothétiques à l'ellipse trajectoire : les vitesses v_1', v_2', v_3', ... sont alternativement dirigées suivant la tangente à l'ellipse et le diamètre conjugué OM′.



Considérons la première indicatrice, c'est-à-dire celle que décrit l'extrémité de la première vitesse ; cette indicatrice, avons-nous dit, est une ellipse homothétique à la trajectoire ; la vitesse en M′ est donc

Digitized by Google

égale au diamètre de cette seconde ellipse conjugué à OM′; cette vitesse est par suite proportionnelle au diamètre Om' conjugué à OM′ dans la trajectoire.

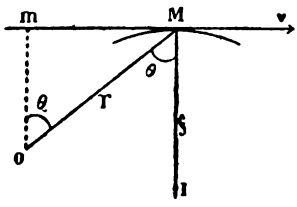
On verrait de même que l'accélération est proportionnelle à OM′. Plus généralement, les vitesses d'ordre impair sont proportionnelles à Om' et celles d'ordre pair à OM′.

Nous allons retrouver ces résultats par une autre méthode qui nous donnera de plus des lois analogues pour une trajectoire hyperbolique.

49. Dans les deux cas que nous venons d'examiner, l'accélération du mobile passe par un point fixe et, par suite, la vitesse aréolaire par rapport à ce point est constante.

Posons-nous maintenant le problème suivant : le mobile M décrit une trajectoire plane quelconque avec une vitesse aréolaire constante ω par rapport au point O; trouver la valeur de son accélération qui, comme nous le savons, passe constamment par ce point O.

Soit j cette accélération dirigée suivant MO; posons $MO = r$; la projection de j sur la normale MI à la trajectoire est l'accélération normale (41) égale à $\frac{v^2}{\rho}$, ρ étant le rayon de courbure de la trajectoire en M; si donc θ désigne l'angle OMI, on a $j\cos\theta = \frac{v^2}{\rho}$; abaissons la perpendiculaire Om sur la tangente en M, l'aire infiniment petite décrite par le rayon vecteur OM est $\frac{1}{2}\,Om.\,ds$ et par suite la vitesse aréolaire a pour expression $\frac{1}{2}\,Om.\,\frac{ds}{dt}$; ainsi l'on a $\frac{1}{2}\,Om.\,v = \omega$ ou $v = \frac{2\omega}{Om}$; portons cette valeur de v dans l'expression de $j\cos\theta$, il vient $j\cos\theta = \frac{4\omega^2}{Om^2}\cdot\frac{1}{\rho}$; mais on a $\cos\theta = \frac{Om}{r}$, il vient donc finalement :



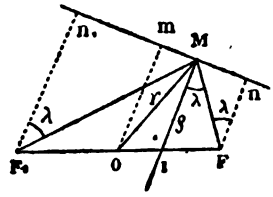
$$j = \frac{4\omega^2.r}{Om^3.\rho} \text{ ou } j = \frac{4\omega^2}{r^2\cos^3\theta.\rho} \quad (1)$$

Cette formule (1) nous donne la solution cherchée.

Appliquons ce résultat à deux exemples.

Digitized by Google

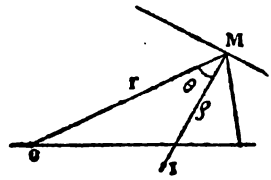
50. La trajectoire du point M est une conique dont le point O est le centre : soient F et F_1 ses foyers, Fn et F_1n_1 les perpendiculaires abaissées des foyers sur la tangente en M; partons de la formule $j = \frac{4\omega^2 r}{Om^3 . \rho}$; on a $Om = \frac{1}{2}(Fn \pm F_1n_1) = \frac{1}{2}(FM \pm F_1M)\cos\lambda = a\cos\lambda$; d'où $Om^3 = a^3\cos\lambda^3$.



On en déduit : $j = \frac{4\omega^2 r}{a^3\cos^3\lambda . \rho}$; mais dans l'ellipse ou l'hyperbole le rayon de courbure ρ est égal à $\frac{b^2}{a}\frac{1}{\cos^3\lambda}$; il vient donc finalement $j = \frac{4\omega^2 r}{a^2 b^2}$; donc j est proportionnel à r; c'est le résultat que nous avions déjà trouvé pour l'ellipse; cette démonstration l'étend à l'hyperbole.

La réciproque est vraie; ainsi, quand l'accélération d'un mobile M passe par un point fixe O et varie proportionnellement à la distance MO, la trajectoire est une conique dont O est le centre.

51. Supposons en second lieu que la trajectoire soit une conique dont O est l'un des foyers. Partons de la formule $j = \frac{4\omega^2}{r^2\cos^3\theta . \rho}$.



Le rayon de courbure a pour expression $\rho = \frac{b^2}{a\cos^3\theta}$; on en déduit immédiatement $j = \frac{4\omega^2 a}{b^2 r^2}$.

Ainsi l'accélération est inversement proportionnelle au carré de la distance OM.

Réciproquement, quand l'accélération du mobile passe par un point fixe O et est inversement proportionnelle au carré de la distance OM, le mobile décrit une conique dont O est le foyer.

Ce mouvement est, comme on le sait, celui des planètes sur leurs orbites autour du soleil.

Digitized by Google

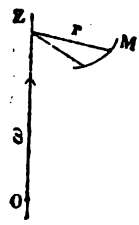
§ 3. — *Mouvements simultanés.*

52. Les mouvements les plus simples d'un solide sont, comme on sait, la translation et la rotation ; nous rappelons les propriétés principales de ces mouvements.

Dans un solide en translation, tous les points, pour un déplacement infiniment petit du solide, décrivent des chemins égaux, parallèles et de même sens.

Désignons par ds ce chemin parcouru ; si t est la variable principale, d'ailleurs *quelconque*, $\frac{ds}{dt}$ est la vitesse d'un point du solide et cette vitesse est la même en grandeur, direction et sens pour tous les points.

Soit un solide tournant autour de l'axe OZ : dans ce mouvement, chaque point M décrit un arc de cercle dont le centre est sur l'axe et dont le plan est perpendiculaire à cet axe ; tous les points tournent simultanément du même angle et cet angle φ est l'angle de rotation ; un point M situé à une distance r de l'axe décrit ainsi un arc de cercle égal à $r\varphi$: pour une variation $d\varphi$ de l'angle φ, la variable principale étant d'ailleurs quelconque, la vitesse v de M est $\frac{rd\varphi}{dt}$; les vitesses des différents points sont donc proportionnelles à leurs distances à l'axe et le coefficient $\frac{d\varphi}{dt}$, qui est le même pour tous les points, s'appelle la vitesse angulaire ω du solide : nous représenterons, suivant l'usage, cette vitesse par un segment de sens convenable porté sur l'axe OZ ; une vitesse angulaire sera donc pour nous un *segment*.

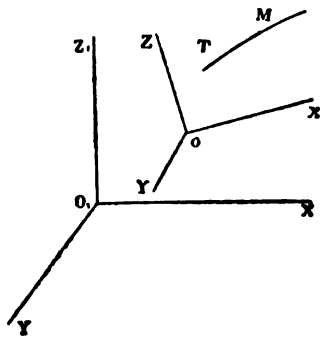


Ce segment détermine complètement le mouvement du solide pour la position considérée, car il donne à la fois l'axe de rotation et la vitesse de rotation, c'est-à-dire les vitesses de tous les points.

53. Un mobile M décrit une trajectoire T par rapport aux axes OX, OY, OZ pris comme repères.

Digitized by Google

Supposons maintenant que le système de repères OXYZ soit lui-même en mouvement par rapport à un autre système de repères $O_1X_1Y_1Z_1$. Le problème des mouvements simultanés se pose comme il suit :



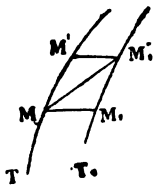
Le mouvement du point M par rapport à OXYZ et celui de OXYZ par rapport à $O_1X_1Y_1Z_1$ étant déterminés tous les deux par rapport à la *même* variable principale *t*, d'ailleurs quelconque, trouver la trajectoire et la loi du mouvement de M par rapport aux repères $O_1X_1Y_1Z_1$.

Nous insistons sur ce point capital que, dans cette question, le choix de la variable *t* est arbitraire, mais que tous les mouvements doivent s'exprimer en fonction *de la même* variable.

On peut supposer autant de mouvements simultanés que l'on veut, les repères $O_1X_1Y_1Z_1$ pouvant eux-mêmes être en mouvement par rapport à un troisième système de repères, et ainsi de suite.

54. Soit, dans le cas de deux mouvements simultanés, MM′ l'arc infiniment petit décrit par le mobile sur sa trajectoire T pour une variation *dt* de *t*.

Pour cette *même* variation *dt*, les repères OXYZ se déplacent par rapport aux repères $O_1X_1Y_1Z_1$, entraînant dans ce mouvement la trajectoire T qui vient en T_1 ; les points M et M′ de T viennent sur T_1 en M_1 et M_1' et MM_1' est le chemin décrit, pour la variation *dt*, par le point M à travers les repères $O_1X_1Y_1Z_1$; en procédant ainsi de proche en proche, on déterminera la trajectoire du mobile par rapport à $O_1X_1Y_1Z_1$. MM_1' est le chemin total et MM_1 et MM′ les chemins partiels dus chacun à un *seul* des deux mouvements considérés.



Mais la figure infiniment petite $MM'M_1'M_1$ est un parallélogramme ; donc MM_1' est la résultante de MM_1 et MM′ : cette propriété s'étend à un nombre quelconque de mouvements simultanés, d'où ce théorème :

Théorème. — Si ds_1, ds_2, ds_3... et dS sont les mouvements

Digitized by Google

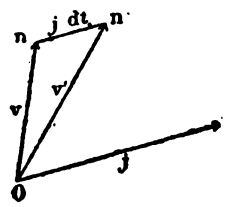
partiels et le mouvement total pour une variation commune infiniment petite dt de la variable, on a :

$$dS = ds_1 + ds_2 + ds_3 + \cdots$$

En divisant tous les termes par dt, on obtient les vitesses partielles v_1, v_2, v_3... et la vitesse totale V; donc :

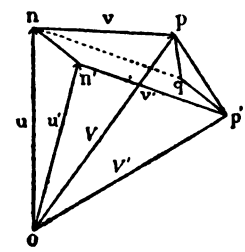
Théorème. — La vitesse totale est la résultante des vitesses partielles, ce qu'exprime la relation $V = v_1 + v_2 + v_3 + \cdots$

55. Soit un solide animé d'un mouvement de translation ; menons en O les parallèles On et On' aux vitesses d'un même point M en deux positions infiniment voisines ; si j est l'accélération, j a la direction de nn' et est égal à $\frac{nn'}{dt}$ (43) : or, pour une même position du solide, tous les points ont des vitesses égales et parallèles (52) ; donc le triangle nOn' est le même en grandeur et direction pour tous les points du solide ; par suite, les accélérations j de tous les points sont égales, parallèles et de même sens : en continuant ce raisonnement, on voit que :



Théorème. — Dans un solide en translation, pour une position quelconque de ce solide, les vitesses d'ordre n de tous les points sont égales, parallèles et de même sens.

56. Supposons que, dans deux mouvements simultanés, le mouvement d'*entraînement*, c'est-à-dire le mouvement des premiers repères OXYZ par rapport aux seconds $O_1X_1Y_1Z_1$, soit de translation ; soient pour deux positions infiniment voisines du mobile M, u et v, u' et v' ses vitesses partielles, u et u' étant les vitesses d'entraînement : les vitesses totales pour ces deux positions seront $V = u + v$ et $V' = u' + v'$ (54). Transportons les vitesses u et u' en O suivant On et On' ; transportons v et v' suivant np et $n'p'$; dans ces conditions, Op représente V et Op' V' ; complétons le parallélogramme $nn'p'q$; on voit immédiatement que nn' ou qp', pq et pp' représentent précisément (43) les deux accélérations par-



Digitized by Google

tielles j et γ et l'accélération totale J multipliées par dt; donc pp' étant la résultante de pq et qp', J est aussi la résultante de j et γ.

En raisonnant de même sur les accélérations, on démontrerait que la troisième vitesse totale est la résultante des troisièmes vitesses partielles ; de même, enfin, pour les vitesses d'ordre quelconque.

Enfin, le théorème est encore vrai pour un nombre quelconque de mouvements simultanés, tous les mouvements d'entraînement étant de translation, nous dirons donc :

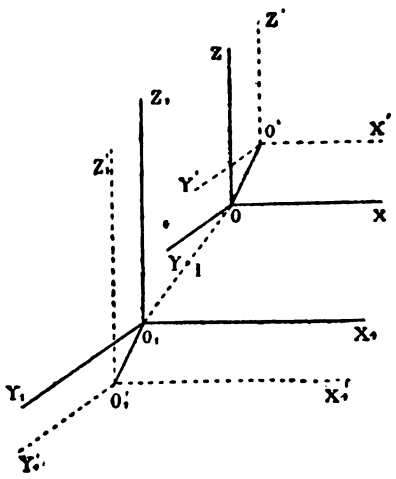
Théorème. — Quand les mouvements d'entraînement sont de translation, la vitesse totale d'ordre n est la résultante des vitesses partielles de même ordre.

Il résulte de ce théorème que dans les formules connues (43) :

$$V_n' = V_n + V_{n+1}\,dt \quad \mu(V_n') = \mu(V_n) + dt\,\mu(V_{n+1}),$$

on peut toujours remplacer chaque vitesse comme V_n par l'expression $u_n + u_n' + u_n'' + \ldots$, $u_n, u_n', u_n''\ldots$ étant les vitesses partielles qui composées donnent la vitesse totale V_n ; de même pour les moments.

57. Ce qui précède nous amène à la question du mouvement apparent dont nous ne traiterons qu'un cas très simple : supposons que le mouvement d'entraînement des axes OXYZ soit une translation ; dans ce cas, si les axes OX_1, OY_1, OZ sont respectivement parallèles aux axes OX_1, OY_1, OZ_1, ce parallélisme subsistera : tous les points liés au système OXYZ décrivent par rapport à $O_1X_1Y_1Z_1$ des trajectoires identiques ; donnons-nous, par exemple, la trajectoire du point O, c'est ce qu'on appelle le mouvement apparent de O par rapport à $O_1X_1Y_1Z_1$, et cherchons le mouvement apparent de O_1 par rapport à OXYZ : soit O' une position voisine du point O dans son déplacement; quand le point O vient en O' les axes

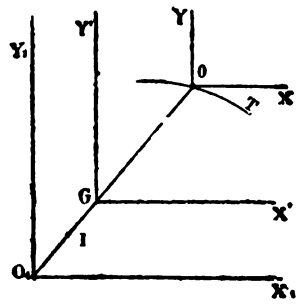


Digitized by Google

OX, OY, OZ se transportent parallèlement à eux-mêmes en O'X', O'Y', O'Z'; tel est le mouvement de OXYZ par rapport à $O_1X_1Y_1Z_1$. Prenons maintenant O_1O_1' égal et parallèle à OO' et de sens contraire, et soit $O_1'X_1'Y_1'Z_1'$ le système $O_1X_1Y_1Z_1$ transporté parallèlement en O_1', la simple inspection de la figure montre que les deux systèmes d'axes O_1 et O' forment une figure égale à celle formée par les deux systèmes d'axes O_1' et O ; donc OO' et O_1O_1' sont les déplacements simultanés de O par rapport à $O_1X_1Y_1Z_1$ et de O_1 par rapport à OXYZ.

Il en résulte évidemment que O_1' est le symétrique de O' par rapport au milieu I de OO' : donc finalement la trajectoire de O_1 par rapport à OXYZ est la symétrique par rapport à ce point I de la trajectoire de O par rapport à $O_1X_1Y_1Z_1$.

58. Appliquons ce qui précède à un exemple : supposons que le point O se déplace dans le plan X_1OY_1 et qu'il y décrive une trajectoire T par rapport aux axes O_1X_1, O_1Y_1 ; soit sur OO_1 un point G tel qu'on ait $\frac{GO}{GO_1} = \frac{m}{m_1}$, m et m_1 étant deux constantes, le point G décrit alors une courbe T' homothétique à T et le rapport d'homothétie est $\frac{O_1G}{O_1O}$ ou $\frac{m_1}{m+m_1}$; cherchons maintenant les trajectoires de O et O_1 par rapport à GX'Y' : le point O_1 décrit la symétrique de T' par rapport au point I milieu de O_1G, c'est-à-dire la courbe T' elle-même comme *forme;* quant au point O, la relation $\frac{GO}{GO_1} = \frac{m}{m_1}$ montre qu'il décrit une courbe homothétique à la trajectoire de O_1, le centre d'homothétie est G et le rapport d'homothétie $\frac{m}{m_1}$; finalement, les trajectoires de O et O_1 par rapport aux axes GX'Y' sont la trajectoire primitive T réduite dans le rapport de $\frac{m}{m+m_1}$ pour le point O et de $\frac{m_1}{m+m_1}$ pour le point O_1.



Ce problème trouve son application dans l'étude du mouvement des planètes autour du soleil.

Digitized by Google

§ 4. — *Déplacement des solides.*

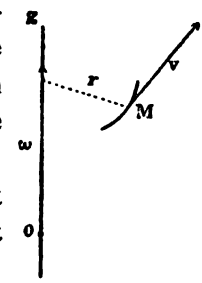
59. Le déplacement total infiniment petit d'un mobile peut résulter, d'une infinité de manières, de déplacements partiels ; nous appelons systèmes de déplacements partiels équivalents ceux qui, pour un même point, donnent le même déplacement total : soient ds_1, ds_2, ds_3... et $d\sigma_1$, $d\sigma_2$, $d\sigma_3$, etc..., deux systèmes de déplacements partiels équivalents ; le déplacement total du point est $ds_1 + ds_2 + ds_3 + \ldots$ et $d\sigma_1 + d\sigma_2 + d\sigma_3 + \ldots$ (54) ; la condition nécessaire et suffisante pour l'équivalence est donc :

$$ds_1 + ds_2 + \ldots \equiv d\sigma_1 + d\sigma_2 + \ldots$$

En divisant tous les termes par dt, on a le théorème suivant :

Théorème. — Pour que deux systèmes de déplacements partiels soient équivalents, il faut et il suffit que les deux systèmes de vitesses partielles aient même résultante.

60. Soit un mobile animé d'un mouvement de rotation défini par le segment ω qui représente sa vitesse angulaire : la vitesse v d'un des points M du solide situé à une distance r de l'axe OZ est égale à ωr (52); comme, de plus, v est perpendiculaire au plan MOZ, on en déduit que :



Théorème. — La vitesse v du point M est égale en grandeur, direction et sens au moment du segment ω par rapport à M ; ainsi l'on a :

$$v \equiv \mu(\omega).$$

Ce théorème fondamental va nous permettre de rattacher la théorie des rotations simultanées à la théorie des systèmes de segments.

Examinons en effet le déplacement total d'un solide résultant d'un système quelconque de déplacements partiels infiniment petits, ces déplacements s'effectuant par rotation ou translation du solide.

61. Supposons d'abord que les déplacements partiels soient des translations définies par les vitesses v_1, v_2, v_3, v_4..... ; la vitesse totale d'un point quelconque du solide est (54) $v_1 + v_2 + v_3$

Digitized by Google

$+ \ldots = V$; or v_1, v_2, v_3... sont les mêmes pour tous les points (52) ; donc V a aussi pour tous les points même grandeur, direction et sens, et par suite le mouvement total est une translation de vitesse V.

62. Soient deux rotations simultanées définies par les vitesses angulaires ω et ω', les deux segments ω et ω' étant supposés former un couple.

D'après un théorème précédent (60), les vitesses partielles du point M pour ces deux rotations sont respectivement $\mu(\omega)$ et $\mu(\omega')$, les moments μ étant pris par rapport à M ; la vitesse totale de M est donc (54) $v = \mu(\omega) + \mu(\omega')$, c'est-à-dire le moment du couple $\omega\omega'$; or, ce moment est constant en grandeur, direction et sens pour tous les points de l'espace (26) ; donc tous les points ont même vitesse v en grandeur, direction et sens, et le déplacement total est une translation de vitesse v. Ainsi :

Théorème. — Deux rotations faisant couple équivalent à une translation.

Réciproquement, une translation de vitesse v peut toujours être remplacée par un couple de rotation de moment v. Il résulte de là que l'on peut toujours considérer un système de rotations et de translations simultanées comme composé uniquement de rotations.

63. Prenons maintenant le cas le plus général de rotations simultanées, les translations étant remplacées par des rotations.

Soient α_1, α_2, α_3... les segments représentant un premier système A de rotations simultanées, et β_1, β_2, β_3... les segments qui représentent un second système B de rotations simultanées ; cherchons les conditions pour que ces deux systèmes de rotations s'équivalent. A cet effet, considérons un point M du solide ; ses vitesses partielles pour les rotations du premier système A sont (60) $\mu(\alpha_1)$, $\mu(\alpha_2)$, $\mu(\alpha_3)$, etc., et pour les rotations du second système B, $\mu(\beta_1)$, $\mu(\beta_2)$... ; les moments des vitesses angulaires α_1, α_2... β_1, β_2... étant pris par rapport à M. Pour que les deux systèmes s'équivalent sur le point M, il faut qu'on ait :

$$\mu(\alpha_1) + \mu(\alpha_2) + \mu(\alpha_3) + \ldots = \mu(\beta_1) + \mu(\beta_2) + \ldots$$

$$\text{ou } \mu(\alpha_1\alpha_2\ldots) = \mu(\beta_1\beta_2\ldots),$$

Digitized by Google

ce qui exprime que les deux systèmes de segments A et B ont même moment par rapport au point M : or, nous savons que si A et B ont même moment en trois points non en ligne droite, ces deux systèmes de segments sont équivalents dans le sens qu'a cette expression lorsqu'il s'agit de segments (31) ; dès lors, les systèmes ont même moment pour un point quelconque. De là ce théorème :

Théorème. — L'équivalence des deux systèmes A et B de rotations simultanées n'est pas autre chose que l'équivalence des deux systèmes de segments représentant les vitesses angulaires de ces rotations.

64. Grâce à ce théorème, la *composition* des rotations ou des translations revient à une question déjà traitée ; nous nous bornerons à énoncer les conséquences suivantes :

1° Un système de rotations concourant en O équivaut à une rotation unique passant par le même point O et égale à leur résultante (21) ;

2° Un système de rotations parallèles équivaut à une rotation unique égale à leur somme algébrique et passant par le centre des segments parallèles qui représentent ces rotations (23) ;

3° Un système de rotations formant couple deux à deux équivaut à un couple unique de rotations, c'est-à-dire à une translation (27) ;

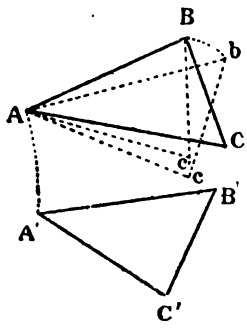
4° Un système de rotations quelconques peut toujours se ramener, soit à deux rotations (28), soit à une rotation et à une translation [couple de rotations] (30) ; dans ce dernier cas, on peut toujours choisir la translation de façon à ce qu'elle ait même direction que le segment qui représente la rotation, il suffit de choisir l'axe central du système (32).

De la sorte, le mouvement infiniment petit du solide est une translation suivant l'axe central et une rotation autour de ce même axe ; c'est le mouvement hélicoïdal.

65. Il est facile de passer de là à un déplacement infiniment petit, le plus général d'un solide : soient deux positions infiniment voisines $s\ s'$ de ce solide ; la coïncidence des deux figures se réduit évidemment à la coïncidence d'un triangle ABC de l'une avec le triangle correspondant A'B'C' de l'autre ; or, une première ro-

Digitized by Google

tation ω autour d'un axe situé dans le plan perpendiculaire à AA' en son milieu amènera le point A' en A ; le triangle A'B'C' aura ainsi la position A*bc* ; les côtés A*b* et AB étant égaux, on peut les faire coïncider par une seconde rotation ω_1 passant par A et perpendiculaire au plan AB*b*, ce qui amènera le triangle mobile dans la position AB*c'* ; enfin, une troisième rotation ω_2 autour de AB amènera *c'* en C et les deux solides coïncideront ; remplaçons maintenant les deux rotations ω_1, ω_2 qui concourent en A par la rotation résultante ω' et nous voyons que le déplacement total équivaut aux deux rotations ω et ω'.



Remarquons encore que la première rotation ω peut évidemment être remplacée par une translation ; donc :

Théorème. — Tout déplacement infiniment petit d'un solide équivaut, soit à deux rotations, soit à une translation et à une rotation.

Si le solide a un point fixe A, la première rotation ω est supprimée et il reste la seconde ω' qui passe par le point A ; c'est le cas du *pivotement*.

Théorème. — Le pivotement d'un solide autour d'un de ses points A est une rotation autour d'un axe passant par ce point.

Enfin, si le solide se réduit à une figure plane, on voit aisément que les rotations ω et ω' sont normales au plan de la figure quand on l'astreint à rester dans ce plan ; dès lors, ces rotations parallèles équivalent à une seule. Ainsi :

Théorème. — Le mouvement infiniment petit d'une figure dans son plan est une rotation autour d'un axe perpendiculaire à ce plan.

66. Dans le cas le plus général, prenons l'axe central des rotations ; le mouvement du solide sera alors une translation parallèle à cet axe et une rotation autour du même axe. Ainsi :

Théorème. — Tout déplacement infiniment petit d'un solide est un mouvement héliçoïdal.

L'axe central s'appelle pour cette raison l'axe instantané. Le

Digitized by Google

déplacement des figures a été étudié très longuement ; il constitue une véritable géométrie tout entière à laquelle on a donné le nom de géométrie cinématique.

Nous allons indiquer très succinctement comment cette géométrie se rattache aux principes que nous venons de formuler.

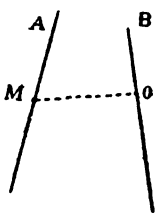
67. Soit, dans une figure plane O le centre instantané, c'est-à-dire le point où l'axe instantané de rotation perpendiculaire à ce plan le rencontre ; dans la rotation autour de O chaque point M décrit un élément de trajectoire qui se confond avec un arc de cercle de centre O ; donc :

Théorème. — Les normales aux trajectoires de tous les points de la figure passent à chaque instant par le centre instantané.

Nous citerons encore le théorème suivant :

Théorème. — Dans le mouvement d'une figure plane, la courbe lien des centres instantanés dans la figure mobile roule sans glisser sur la courbe lien des centres instantanés dans le plan ; en un mot, le mouvement d'une figure plane est toujours un mouvement épicycloïdal.

68. Passons aux solides dans l'espace ; nous savons que tout déplacement infiniment petit peut être effectué d'une infinité de manières par deux rotations autour des droites A et B ; ce sont ces droites que nous avons appelées conjuguées dans la théorie de la composition des segments (34) : prenons un point M du solide situé sur A ; des deux rotations partielles qui entraînent M, celle autour de A est sans effet, le point M étant sur cet axe ; dès lors le mouvement total de M est sa rotation autour de B ; dans cette rotation le point M décrit un arc élémentaire appartenant à une circonférence dont le centre O est sur B ; de plus, le plan BOM est normal à cet arc ; donc :

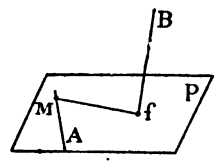


Théorème. — Les plans normaux aux trajectoires de tous les points d'une droite A de la figure passent par sa conjuguée B.

69. Soit un plan P appartenant à la figure mobile et M un point de ce plan ; menons par M une droite quelconque A du plan, cette droite A étant située dans le plan P, sa conjuguée B passe par le foyer *f* de ce plan (29) ; mais le plan normal à la tra-

Digitized by Google

jectoire du point M situé sur la droite A passe par sa conjuguée B (68) ; dès lors *f* M appartient à ce plan normal et est normale à la trajectoire de M. Donc :

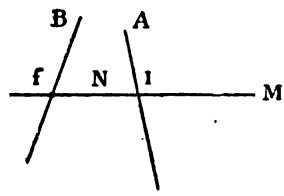


Théorème. — Les normales, situées dans le plan P, aux trajectoires de tous les points de ce plan passent par son foyer.

Nous avons vu que les plans normaux aux trajectoires de tous les points de B passaient par sa conjuguée A (68) ; donc le plan normal à la trajectoire du point *f* situé sur cette droite B est le plan P lui-même. Ainsi :

Théorème. — Le plan P est normal à la trajectoire que décrit son foyer.

70. Nous terminerons par un dernier théorème. Soit MN une normale à la trajectoire du point M : supposons que cette normale rencontre la droite A au point I. Soit P le plan AIM; MI normale, située dans ce plan, à la trajectoire du point M, passe par le foyer *f* de P; mais A étant situé dans le plan P, sa conjuguée B passe aussi par le point *f*, donc MN rencontre aussi B.



Théorème. — Toute normale à la trajectoire d'un point qui rencontre une droite A rencontre aussi sa conjuguée B.

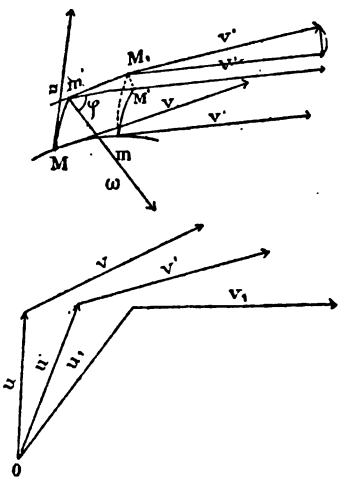
Toutes ces propositions peuvent d'ailleurs se démontrer directement sans qu'il soit nécessaire de passer par la théorie des mouvements simultanés.

71. Nous allons, pour terminer, examiner ce que devient l'accélération d'un mobile pour un changement quelconque des repères, problème que nous avons déjà résolu (56) dans le cas particulier où les repères primitifs ont un mouvement de translation par rapport aux nouveaux. Dans le cas le plus général, le déplacement infiniment petit des premiers axes OXYZ par rapport aux seconds $O_1X_1Y_1Z_1$ peut toujours être obtenu par des rotations $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \ldots$; or, de quelque manière qu'on ramène ces rotations à une translation et à une rotation ω, ω est toujours la résultante de $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \ldots$; en d'autres termes, ω est fixe en grandeur, direction et sens, quelle que soit la translation.

Digitized by Google

Cela posé, soit Mm l'élément de la trajectoire primitive décrit par le mobile M pendant la variation dt de la variable.

Le déplacement de la trajectoire pour cette même variation dt peut s'obtenir par une translation amenant Mm en m'M′ et une rotation ω amenant m'M′ en m'M$_1$, de sorte que M$_1$ est la position définitive du mobile : soient u et v les deux vitesses partielles de M, u étant la vitesse d'entraînement, u' et v' celles de M′, u_1 et v_1 celles de M$_1$; enfin désignons par V, V′ et V$_1$ les vitesses totales de M, M′ et M$_1$, par J, J′ et J$_1$ leurs accélérations totales : nous avons J′ par la formule connue J′dt = V′ − V dans laquelle V, V′ sont respectivement égaux à $u + v$ et $u' + v'$; nous allons maintenant déduire u_1 et v_1 de u' et de v', ce qui nous donnera V$_1$.



On a mM$_1$ = mM′ + M′M$_1$; en divisant par dt, on en conclut que u_1 est la résultante de u' et de la vitesse $\frac{M_1M'}{dt}$ dirigée suivant M$_1$M′; or M$_1$M′ est l'arc de cercle décrit par le fait de la rotation ω pour la variation dt de la variable.

Le rayon de ce cercle est la distance de M$_1$ à ω ou, ce qui revient au même, m'M$_1$ sin φ, φ étant l'angle de ω avec la trajectoire donc cette vitesse $\frac{M_1M'}{dt}$ est égale à $\omega dt \frac{m'M_1}{dt}$ sin φ ou $\omega . dt . v .$ sin φ; elle est de plus normale à la trajectoire et à ω. Ainsi on a:

$$u_1 = u' + \omega dt\, v \sin\varphi \qquad (1)$$

Cherchons v_1; v_1 est égal à v' et sa direction est celle de v' après une rotation de vitesse ω; on a donc ainsi :

$$v_1 = v' + \omega dt\, v \sin\varphi \qquad (2)$$

formule dans laquelle $\omega\ dt\ v'$ sin φ représente également une vitesse perpendiculaire à la trajectoire et à ω.

Digitized by Google

On peut, d'ailleurs, remplacer v' par v qui n'en diffère que d'un infiniment petit : il vient alors en composant (1) et (2) :

$$u_1 + v_1 = V_1 = u' + v' + 2\omega dt\, v \sin\varphi = V' + 2\omega dt\, v \sin\varphi.$$

Or, on a :

$$J_1 = \frac{V_1 - V}{dt} = \frac{V' - V}{dt} + 2\omega v \sin\varphi = J' + 2\omega v \sin\varphi \quad (3)$$

Nous savons d'ailleurs que J' est la résultante des deux accélérations partielles du mobile ; la formule (3) donne l'accélération dite *complémentaire* $2\omega v \sin\varphi$ qu'il faut composer avec J' pour avoir l'accélération totale J_1 ; nous rappelons que cette accélération complémentaire est normale à la trajectoire primitive et à ω ; φ est l'angle de v et de ω.

72. En résumé, il résulte de la composition des vitesses partielles d'ordre quelconque que le changement des repères modifie généralement les vitesses en grandeur et en direction, puisque la vitesse totale primitive n'est plus qu'une composante de la vitesse totale par rapport aux nouveaux repères ; cette remarque a une importance capitale. Toutefois, il y a un cas où les vitesses d'ordre n restent les mêmes, c'est quand le mouvement d'entraînement est une translation dont la vitesse d'ordre n est nulle : par exemple, les accélérations restent les mêmes quand le mouvement d'entraînement est une translation rectiligne et uniforme.

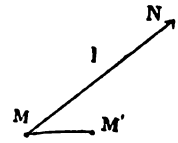
§ 5. — *Action des segments. Conclusions.*

73. On définit comme on sait le travail élémentaire d'une force F pour un déplacement infiniment petit MM' du mobile le produit F. MM' cos φ, φ étant l'angle de F avec MM'. Or, plusieurs conséquences importantes de cette définition sont indépendantes de la notion de la force ; dès lors il nous paraît préférable de remplacer simplement la force par le segment qui la représente et d'établir cette théorie pour les segments, quitte à donner ensuite à ces segments telle ou telle signification : dans ces conditions, l'expression de travail n'aurait pas sa raison d'être ; nous la remplacerons donc par le mot action et nous dirons :

Soit MN un segment quelconque l qui se déplace ; pour une

Digitized by Google

variation infiniment petite dt de la variable t, son point initial M décrit un arc infiniment petit $MM' = ds$; l'*action* élémentaire de ce segment pour ce déplacement est le produit $l.\ ds \cos \widehat{l.\ ds}$.



L'action pour un déplacement fini quelconque du point M est la somme de ses actions élémentaires.

La plupart des grandeurs qu'on étudie en mécanique sont, comme les vitesses, par exemple, des grandeurs algébriques ayant *une direction*; il convient de remarquer qu'au contraire l'action d'un segment est simplement une grandeur algébrique.

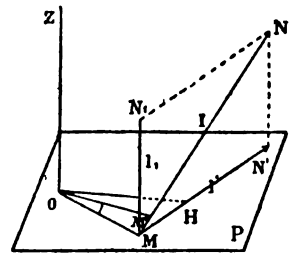
74. Nous nous bornerons à énoncer les théorèmes suivants qui sont des conséquences immédiates de la définition que nous venons de poser.

Théorème. — L'action élémentaire $l.\ ds \cos \widehat{l.\ ds}$ est nulle : 1° quand l est nul ; 2° quand le point M est immobile ; 3° quand le déplacement MM′ est normal à la direction du segment.

Théorème. — Si le segment l est la résultante de divers segments $l_1, l_2, l_3 \ldots$ ayant leur point initial en M, l'action élémentaire de l pour le déplacement MM′ est la somme algébrique des actions de $l_1, l_2, l_3 \ldots$ pour ce même déplacement.

Théorème. — Si le déplacement total MM′ est la résultante des déplacements partiels $ds_1, ds_2, ds_3 \ldots$ l'action de l pour le déplacement total est la somme algébrique des actions de l pour les divers déplacements partiels.

75. Supposons que le mouvement élémentaire du point M soit une rotation d'angle $d\varphi$ autour de l'axe OZ ; ce point décrit alors dans un plan P perpendiculaire à OZ un arc de cercle MM′ de centre O et de rayon r, r étant la distance du point M à l'axe. Mais on peut considérer le segment l comme la résultante de sa projection l' sur le plan P et d'un segment l_1 normal au plan P ; dès lors l'action de l est la somme algébrique des actions de l_1 et de l' ; or l_1 étant normal au déplacement MM′ donne une action



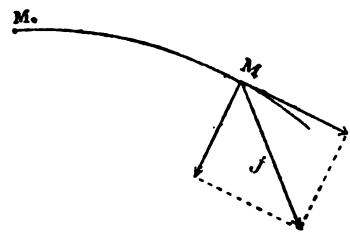
Digitized by Google

nulle ; donc l'action de l ne diffère pas de l'action de sa projection l' ; on a ainsi pour cette action $l' \times MM' \times \cos \widehat{l' MM'} = l' r d\varphi \cos \widehat{l' . MM'} = l' . OH . d\varphi$, OH étant la perpendiculaire à MN' ; or $l' . OH$ est la valeur μ_z du moment de l par rapport à l'axe OZ ; ainsi on a pour l'action cherchée $d\varphi . \mu_z(l)$. De là ce théorème :

Théorème. — Pour une rotation d'angle $d\varphi$ du point M autour de l'axe OZ l'action d'un segment quelconque MN est égale au moment de ce segment par rapport à l'axe multiplié par $d\varphi$.

Il faut bien remarquer qu'il s'agit seulement de la valeur algébrique du moment, car l'action n'a pas de *direction* comme le moment.

76. Soit M_0M le déplacement fini d'un mobile, cherchons pour ce déplacement l'action de l'accélération j.



Cette accélération est la résultante de l'accélération tangentielle $\frac{d^2s}{dt^2}$ et de l'accélération normale $\frac{v^2}{\rho}$ (41) ; l'action de l'accélération normale est évidemment nulle ; il reste donc l'action de l'accélération tangentielle, laquelle action est égale à $\frac{d^2s}{dt^2} ds$: l'action cherchée est ainsi $\int_{M_0}^{M} \frac{d^2s}{dt^2} ds$; or $\frac{ds}{dt}$ étant égal à v, $\frac{d^2s}{dt^2}$ est égal à $\frac{dv}{dt}$; on a donc $\int_{M_0}^{M} \frac{d^2s}{dt^2} ds = \int_{M_0}^{M} v dv = \frac{1}{2}(v^2 - v_0^2)$, v_0 étant la vitesse en M_0. De là ce théorème très important :

Théorème. — L'action de l'accélération pour un déplacement fini quelconque du mobile est égale au demi-accroissement du carré de la vitesse pendant ce déplacement.

77. En résumé, la cinématique, telle que nous venons d'en indiquer succinctement les parties principales, est une conception rigoureusement géométrique, et cependant elle nous donne tous

Digitized by Google

les théorèmes de la cinématique matérielle basée sur la notion du temps.

D'ailleurs, cette dernière n'est évidemment qu'une application particulière de notre cinématique géométrique : nous dirons plus, pour passer de la cinématique pure à la cinématique appliquée, il n'est nullement nécessaire de choisir l'angle de rotation de la terre pour variable principale ; tous les théorèmes démontrés sont indépendants du choix de la variable qui sert à mesurer le temps ; cette remarque est extrêmement importante, car elle nous montre que la cinématique est une science bien plus générale qu'on ne l'avait cru jusqu'ici.

Ainsi les théorèmes fondamentaux qu'expriment les relations suivantes :

$$v_n' = v_n + v_{n+1}dt \qquad \mu(v_n') = \mu(v_n) + dt\mu(v_{n+1}) \quad (43)$$

et

$$V_1 = v_1 + v_2 + v_3 + \ldots \quad (54)$$

sont vrais dans l'univers, qu'on prenne pour variable t l'angle de la rotation terrestre ou l'arc décrit par une planète quelconque sur son orbite ou telle autre grandeur que l'on voudra.

Nous dirons donc pour conclure :

1° Il existe une cinématique vraiment rationnelle et absolument indépendante de toute notion empruntée à l'univers ;

2° La cinématique matérielle, qui n'est qu'une application de la précédente, est indépendante du choix de la variable qui sert à mesurer le temps.

Digitized by Google

CHAPITRE IV.

Définition et propriétés de la masse.

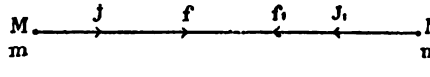
§ 1er. — *De la mesure du temps en dynamique.*

78. Cherchons maintenant si le choix de la variable qui sert à mesurer le temps est indifférent en dynamique comme en cinématique.

Admettons provisoirement les bases de la dynamique telle qu'on l'expose habituellement ; dans cet ordre d'idées on emprunte à l'expérience un certain nombre de principes fondamentaux dont l'un, celui de l'action et de la réaction, peut s'énoncer ainsi :

Deux points matériels quelconques M et M_1 échangent entre eux des forces f et f_1 égales et contraires et dirigées suivant MM_1.

Soient m et m_1 les masses des deux points, j et j_1 leurs accélérations, le temps étant, bien entendu, mesuré par l'angle de la rotation terrestre ; les forces f et f_1 étant respectivement égales aux produits mj et $m_1 j_1$, on a $mj = m_1 j_1$ ou $\frac{j}{j_1} = \frac{m_1}{m}$; la loi de l'action et de la réaction peut dès lors s'énoncer comme suit :



1° Deux points quelconques échangent des accélérations j et j_1 dirigées en sens inverse suivant la droite qui les joint.

2° Ces accélérations sont entre elles dans le rapport inverse des masses des deux points.

79. La loi ainsi dédoublée, occupons-nous de la première partie ; cette première partie ne contient ni l'idée de force ni l'idée de masse ; elle est simplement une loi sur la direction des accélérations de deux points en présence. Maintenant faisons abstraction des considérations qui nous ont amené à formuler ainsi cette loi et supposons-la déduite directement de l'expérience.

Digitized by Google

Remarquons bien la différence qui existe entre notre point de vue et celui des auteurs ; ces derniers font entrer dans les principes fondamentaux qu'ils empruntent à l'expérience une notion, celle de la force qui n'est pas définie, tandis que dans le principe énoncé ci-dessus, il ne s'agit que de l'accélération, grandeur connue et étudiée en cinématique : nous rappelons encore que cette accélération est prise par rapport à une variable t bien déterminée, l'angle de la rotation terrestre dans le système des étoiles fixes, c'est-à-dire la mesure ordinaire du temps.

Or, que devient cette loi sur les directions des accélérations quand on change les repères ou la variable ?

80. Nous avons vu d'abord que, lorsqu'on change de repères, les accélérations prennent d'autres directions ; donc dans le cas actuel les accélérations des deux points M et M_1 cesseront, après le changement des repères, d'être dirigées suivant MM_1 (72) ; il faut toutefois excepter le cas où les repères primitifs ont un mouvement de translation rectiligne et uniforme par rapport aux nouveaux : ce cas excepté, nous voyons que la loi de direction des accélérations ne peut être vraie que pour un *seul système de repères ;* ce système est celui des étoiles fixes.

Cette remarque très importante paraît avoir échappé aux auteurs ; il ne nous semble pas qu'aucun d'eux, en énonçant la loi de l'action et de la réaction, ait vu nettement que cette loi était liée à un choix particulier des repères.

81. Voyons maintenant l'influence d'un changement de la variable t sur notre loi de direction.

Nous avons vérifié expérimentalement cette loi, avons-nous dit, en mesurant le temps par l'angle de la rotation terrestre.

Or nous avons montré (37) que tout changement de variable modifiait la direction de toutes les vitesses, sauf la première, et notamment la direction de l'accélération : cela à la condition de considérer comme non distinctes les variables proportionnelles (37).

Donc, si les accélérations des deux points M et M_1 sont dirigées suivant MM_1 pour une variable déterminée t, qui est l'angle de la rotation terrestre, elles n'ont cette direction que pour cette variable seulement.

Digitized by Google

L'angle de la rotation terrestre est donc dans l'univers une variable unique jouissant, à l'exclusion de toute autre, d'une propriété caractéristique, celle de donner pour deux points des accélérations dirigées suivant la droite qui les joint.

Nous sommes fondé maintenant à adopter cette variable particulière, car nous savons qu'aucune autre ne pourrait nous donner les mêmes résultats.

Ainsi se trouve justifié le choix de l'angle de la rotation terrestre pour mesurer le temps.

Nous supposerons donc toujours en dynamique que le temps est mesuré par l'angle de la rotation terrestre ; il y a là une différence capitale entre la cinématique et la dynamique.

§ 2. — *Définition de la masse.*

82. La première partie de la loi de l'action et de la réaction nous a donné la mesure du temps ; la seconde partie va nous donner la définition de la masse.

Les accélérations j et j_1, avons-nous dit, sont inversement proportionnelles aux masses m et m_1.

Nous exprimerons la même propriété en disant : chaque point a un coefficient numérique constant tel que deux points quelconques échangent, à chaque instant, des accélérations inversement proportionnelles à leurs coefficients respectifs.

Ce sont ces coefficients numériques constants que nous appellerons les masses des points.

Remarquons bien qu'il faut considérer la propriété précédente comme vérifiée expérimentalement pour un nombre quelconque de points à la fois ; dans ce cas, ce sont des accélérations *partielles* qu'échangent deux points quelconques.

83. Dans la loi de l'action et de la réaction ainsi formulée :

$$mj = m_1 j_1 \qquad \text{(a)}$$

les repères, avons-nous dit, sont le système des étoiles fixes et la variable principale l'angle de la rotation terrestre : un changement des repères ou de la variable modifiera évidemment la forme de l'équation (a) ; mais la nouvelle formule contiendra encore les masses m et m_1 qui sont des constantes ; ces masses seront sim-

Digitized by Google

plement engagées d'une autre façon dans l'équation des mouvements des deux points.

Par suite, les masses sont des constantes qu'on retrouve toujours, quels que soient le système des repères et la variable principale : sous ce point de vue, la masse peut se définir comme il suit :

Les masses sont des coefficients numériques fixes attachés aux points et dont dépend le mouvement de ces points, pour des repères et une variable principale quelconques.

Cette définition de la masse nous amène tout naturellement à étudier, avant la dynamique qui suppose un choix particulier des repères et de la variable, les propriétés de la masse qui sont indépendantes de ce choix.

C'est cette étude que nous allons faire succinctement et d'une façon exclusivement géométrique en considérant la masse comme un nombre qui s'adjoint à chaque point, ce qui est une conception purement mathématique.

§ 3. — *Centres de gravité.*

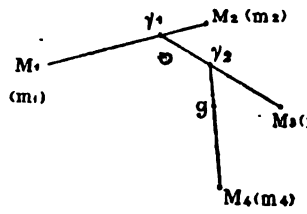
84. C'est en partant de cette idée de la masse considérée simplement comme un *nombre* que plusieurs auteurs ont traité en géométrie la théorie des centres de gravité ; cette marche nous paraît la seule rationnelle, car il est tout à fait inutile de faire intervenir dans cette question la considération de la pesanteur, le centre de gravité d'une figure géométrique ne dépendant en rien de son poids. C'est donc le point de vue géométrique que nous adopterons ici, ce qui rentre d'ailleurs dans le plan général que nous nous sommes tracé, d'établir une mécanique géométrique.

Nous appellerons masse d'un système de points la somme des masses de ces points ; remarquons d'ailleurs qu'il n'y a aucun inconvénient à considérer la masse comme un nombre algébrique, c'est-à-dire susceptible de signe.

85. Soient un système de points $M_1, M_2 \ldots$ de masses $m_1, m_2 \ldots$; prenons sur $M_1 M_2$ le point γ_1 tel que l'on ait $\frac{\gamma_1 M_1}{\gamma_1 M_2} = \frac{m_2}{m_1}$ et attribuons à γ_1 une masse $m_1 + m_2$. Prenons de même sur $\gamma_1 M_3$ un

Digitized by Google

point γ_2 de masse $(m_1 + m_2) + m_3$ qui divise $\gamma_1 M_3$ dans le rapport inverse des masses $m_1 + m_2$ et m_3 ; en continuant ainsi jusqu'au dernier point M, on a un point g dont la masse est celle du système $m_1 + m_2 + \ldots$ et qui est le centre de gravité.



On démontre, comme on sait, que ce point est indépendant de l'ordre dans lequel on prend successivement les divers points du système.

La propriété capitale du centre de gravité s'énonce comme suit :

Théorème. — Si l'on projette obliquement ou orthogonalement sur un plan quelconque un système de points et leur centre de gravité, le produit de la masse du centre de gravité par sa projetante est égal à la somme des produits analogues pour tous les points du système.

Nous ne reproduirons pas la démonstration bien connue de ce théorème.

Supposons les points rapportés à trois axes de coordonnées et soient $x_1 y_1 z_1$, $x_2 y_2 z_2$,... les coordonnées des points, XYZ celles de leur centre de gravité ; le théorème précédent nous donne

$$X = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \ldots}{m_1 + m_2 + \ldots} \quad Y = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + \ldots}{m_1 + m_2 + \ldots} \quad Z = \frac{m_1 z_1 + m_2 z_2 + \ldots}{m_1 + m_2 + \ldots}$$

86. Nous énoncerons également sans démonstration les théorèmes suivants qui sont très connus :

Théorème. — Le centre de gravité d'un système de points reste le même quand les masses de tous ces points sont modifiées dans un même rapport ; la masse du centre de gravité varie dans le même rapport.

Théorème. — Lorsqu'on projette un système de points sur un plan ou sur une droite avec leurs masses ou des masses proportionnelles, le centre de gravité se projette suivant le centre de gravité des points projetés.

Si plusieurs groupes de points S_1, S_2, S_3... ont respectivement

Digitized by Google

pour centres de gravité les points $\gamma_1\gamma_2\gamma_3\ldots$, l'ensemble de ces groupes a pour centre de gravité le centre de gravité g des points $\gamma_1\gamma_2\gamma_3$.

Théorème. — Dans deux systèmes de points homothétiques ou semblables, où les points homologues ont même masse ou des masses proportionnelles, les centres de gravité sont des points homologues.

87. Nous passerons des systèmes de points aux figures géométriques de la façon suivante.

Pour donner plus de généralité au langage, nous appellerons *étendue* d'une figure son volume, son aire ou sa longueur suivant qu'il s'agira d'un volume, d'une surface ou d'un arc.

Cela posé, considérons l'étendue totale E d'une figure comme la somme d'étendues infiniment petites dans tous les sens $e_1 + e_2 + e_3 + \ldots$ et attribuons à chacun des éléments $e_1e_2e_3\ldots$ des masses qui leur soient proportionnelles ; chaque élément devient à la limite un point ; le centre de gravité de ces éléments points est, par définition, le centre de gravité de la figure. Les masses pouvant varier proportionnellement sans que le centre de gravité change, on est toujours libre de prendre pour masses les étendues elles-mêmes $e_1e_2\ldots$; dans ce cas, la masse du centre de gravité est l'étendue totale de la figure.

Tous les théorèmes précédents s'appliquent dès lors aux figures.

Soient $x_1x_2x_3\ldots$. X les projetantes des éléments $e_1e_2e_3\ldots$ et du centre de gravité G de la figure par rapport à un plan, on aura, d'après le théorème des projetantes :

$$X = \frac{e_1x_1 + e_2x_2 + \ldots}{E}$$

Le calcul de X est ainsi ramené à une intégration.

On obtiendra de même les projetantes Y et Z de G par rapport à deux autres plans, ce qui déterminera le point G.

88. Nous nous bornerons à énoncer les théorèmes suivants qui pour la plupart sont analogues aux précédents :

Théorème. — Si une figure d'étendue E est la somme de diverses figures d'étendue E_1, E_2, etc., le centre de gravité de E est le centre de gravité des divers centres de gravité de E_1, $E_2\ldots$

Digitized by Google

En particulier, si les centres de gravité de E_1, E_2... sont dans un même plan ou sur une même droite, le centre de gravité de E est aussi dans ce plan ou sur cette droite.

Théorème. — Les centres de gravité de deux figures homothétiques ou semblables sont des points homologues.

Théorème. — Dans une figure à centre, le centre est le centre de gravité.

Théorème. — La portion de volume comprise entre deux sections parallèles infiniment voisines a, à la limite, même centre de gravité que ces sections.

Nous aurions un théorème analogue pour une portion d'aire plane comprise entre deux droites parallèles infiniment voisines.

Lorsque dans une figure toutes les sections parallèles ont leurs centres de gravité situés sur une même droite ou dans un même plan, cette droite ou ce plan contiennent le centre de gravité de la figure.

Théorème. — Lorque, dans une figure, toutes les cordes parallèles ont leurs centres de gravité, c'est-à-dire leurs milieux situés sur une même droite ou dans un même plan, cette droite ou ce plan contiennent le centre de gravité de la figure.

A l'aide de ces divers théorèmes on obtient très facilement les centres de gravité des figures géométriques les plus simples.

89. On peut aussi étudier des figures géométriques ou le rapport de la masse m, à l'étendue infiniment petite e_1, rapport que nous avons supposé constant, varie d'un point à l'autre de la figure suivant une loi donnée ; on a alors ce qu'on appelle des figures hétérogènes, par opposition aux figures homogènes ; le rapport variable $\frac{m_1}{e_1}$ s'appelle la densité au point considéré ; les figures homogènes sont donc celles où la densité est constante.

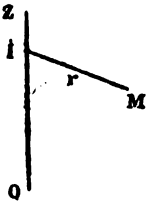
La recherche des centres de gravité des figures à densité variable est une simple question de géométrie, nous ne nous étendrons pas davantage sur ce sujet.

Digitized by Google

§ 4. — *Moments d'inertie.*

90. Les points doués de masses donnent encore lieu à une théorie purement géométrique, celle des moments d'inertie.

Cette théorie étant très connue, nous nous bornerons à rappeler la définition et les propriétés les plus importantes des moments d'inertie par rapport à un axe OZ. Soient un système de points et M l'un de ces points de masse m, situé à une distance MI égale à r de OZ, le moment d'inertie du système est Σmr^2.



Supposons que l'axe OZ contienne le centre de gravité du système de points et soit O_1Z_1 un second axe parallèle au premier situé à une distance d de celui-ci.

On a, en désignant par Σmr_1^2 le moment d'inertie par rapport à O_1X_1 et par M la masse totale du système :

$$\Sigma mr_1^2 = \Sigma mr^2 + Md^2.$$

Cette relation est fondamentale.

91. Passons maintenant aux moments d'inertie d'un même système de points par rapport à tous les axes concourant en un point donné que nous prendrons comme origine des coordonnées.

Si α, β et γ sont les cosinus des angles que forme une droite quelconque OR, on démontre que le moment I du système, par rapport à OR, peut toujours s'exprimer par la formule

$$I = A\alpha^2 + B\beta^2 + C\gamma^2 \qquad (1)$$

cela, pour des axes convenablement choisis ; de plus, dans cette formule, A, B et C sont les moments d'inertie du système par rapport à ces axes.

Si l'on porte sur OR à partir du point O une longueur OM égale à $\frac{1}{\sqrt{I}}$, le lieu du point M a pour équation :

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 = 1 \qquad (2)$$

C'est un ellipsoïde qu'on appelle l'ellipsoïde d'inertie du point O. Les axes de cet ellipsoïde sont les axes principaux du système pour le point O, et les moments A, B et C les moments d'inertie principaux.

Digitized by Google

Il y a pour chaque point de l'espace un ellipsoïde d'inertie; celui qui est relatif au centre de gravité est l'ellipsoïde central.

92. Nous citerons les théorèmes suivants relatifs à l'ellipsoïde central.

Théorème. — Si, sur l'un des axes principaux OX de l'ellipsoïde central, on prend un point O_1, l'ellipsoïde d'inertie pour le point O_1 a l'un de ses axes principaux dirigé suivant OO_1.

Théorème. — Si le point O_1 est situé dans l'un des plans principaux OXY de l'ellipsoïde central, l'ellipsoïde d'inertie en O_1 a aussi ce plan pour plan principal.

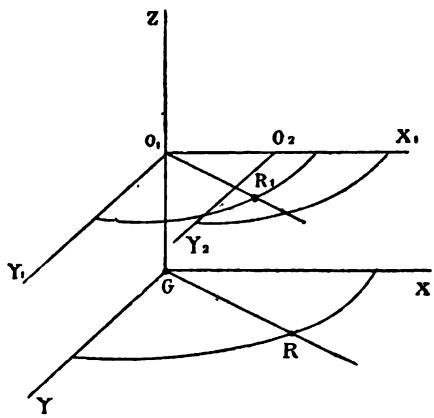
93. Étudions maintenant les moments d'inertie par rapport à toutes les droites d'un plan P: si d'abord on prend toutes les droites de ce plan qui passent par un même point O_1, on a évidemment pour ce point O_1 une *ellipse d'inertie* intersection du plan P et de l'ellipsoïde d'inertie relatif au point O_1.

Cela posé, choisissons pour plan des XY un plan parallèle à P passant par le centre de gravité G de la figure; le plan des XY coupe l'ellipsoïde central suivant une ellipse d'inertie, et nous supposerons qu'on prenne les axes de cette ellipse pour axes des X et des Y.

L'axe des Z sera perpendiculaire au plan des XY et le plan P sera $X_1O_1Y_1$.

L'ellipse d'inertie du point G dans le plan des XY étant rapportée à ses axes a pour équation

$$Ax^2 + By^2 = 1 \quad (1)$$



A et B étant les moments d'inertie par rapport à GX et GY. Si GR est une droite rencontrant, dans le plan des XY, l'ellipse d'inertie en R, le moment d'inertie par rapport à GR est, d'après la définition même de l'ellipse d'inertie, $\frac{1}{GR^2}$; menons par O_1 la parallèle O_1R_1 à GR, R_1 étant le point où cette parallèle rencontre l'ellipse d'inertie de O_1, le moment d'inertie

Digitized by Google

par rapport à O_1R_1 est $\frac{1}{O_1R_1^2}$; or, les deux axes O_1R_1 et GR étant parallèles et le second passant par le centre de gravité, on a, en désignant par M la masse totale : $\frac{1}{O_1R_1^2} = \frac{1}{GR^2} + M \cdot \overline{GO_1}^2$. On en déduit aisément que l'ellipse d'inertie en O_1 a pour axes O_1X_1 et O_1Y_1 et que son équation est :

$$\left(A + M \cdot \overline{GO_1}^2\right) x^2 + \left(B + M \cdot \overline{GO_1}^2\right) y^2 = 1 \qquad (2)$$

On vérifie facilement que pour un point quelconque de O_1X_1 ou de O_1Y_1 l'ellipse d'inertie située dans le plan X_1Y_1 a l'un de ses deux axes dirigé suivant O_1X_1 et O_1Y_1.

Cherchons en particulier l'équation de l'ellipse d'inertie du point O_2 situé sur O_1X_1.

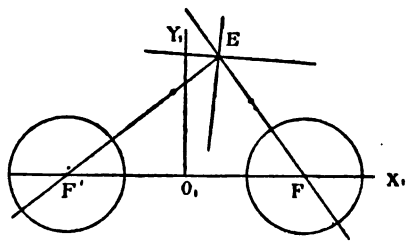
Le moment d'inertie par rapport à O_2X_1 est connu, c'est $A + M \cdot \overline{GO_1}^2$; celui par rapport à la direction perpendiculaire O_2Y_2 est évidemment égal au moment d'inertie B par rapport à GY augmenté de $M \times \overline{O_2G}^2$, O_2G étant la distance de O_2Y_2 et de GY; mais $\overline{O_2G}^2 = \overline{GO_1}^2 + \overline{O_1O_2}^2$; dès lors l'équation cherchée est par rapport à O_2X_2 et O_2Y_2

$$\left(A + M \cdot \overline{GO_1}^2\right) x^2 + \left(B + M \cdot \overline{GO_1}^2 + M \cdot \overline{O_1O_2}^2\right) y^2 = I \qquad (3)$$

Supposons A > B : on voit alors que pour valeur particulière de O_1O_2, positive et négative, on a :

$$A + M \cdot \overline{GO_1}^2 = B + M \cdot \overline{GO_1}^2 + M \cdot \overline{O_1O_2}^2 \text{ ou } A = B + M \cdot \overline{O_1O_2}^2.$$

Ce qui donne pour O_2 deux positions symétriques par rapport à O_1 sur O_1, X_1; pour ces deux positions l'équation (3) représente un cercle.



Ainsi pour toutes les droites du plan X_1Y_1 passant par ces deux points, les moments d'inertie sont égaux et leur valeur commune est $A + M \cdot \overline{GO_1}^2$; soient F et F' ces deux points; cherchons

Digitized by Google

l'ellipse d'inertie en un point quelconque E du plan ; les moments d'inertie par rapport à EF et EF′ sont, d'après ce qui précède, égaux à $A + M.\overline{GO_1}^2$; dès lors, dans l'ellipse cherchée ces deux directions sont celles de rayons vecteurs égaux ; par suite, les axes de cette ellipse sont les deux bissectrices des droites EF et EF′. Cette construction très simple nous donne les axes de l'ellipse d'inertie d'un point quelconque du plan ; cette propriété peut s'énoncer sous la forme suivante :

Théorème. — Les axes de l'ellipse d'inertie d'un point quelconque du plan sont les tangentes aux deux coniques du plan passant par ce point et ayant les points F et F′ pour foyers.

94. Cherchons de même, étant donné l'ellipsoïde central

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 = 1 \qquad (1)$$

les axes de l'ellipsoïde d'inertie en un point quelconque O_1 de l'espace : nous allons d'abord chercher l'équation de cet ellipsoïde rapporté à des axes parallèles à ceux de l'ellipsoïde central, O_1 étant l'origine des coordonnées.

Menons par O et O_1 des droites parallèles L et L_1 qui font avec les axes des coordonnées des angles dont les cosinus sont α, β et γ.

Le moment d'inertie par rapport à L est :

$$I = A\alpha^2 + B\beta^2 + C\gamma^2.$$

Si d est la distance des parallèles L et L_1, le moment d'inertie par rapport à L_1 est :

$$I_1 = A\alpha^2 + B\beta^2 + C\gamma^2 + Md^2.$$

Mais on a, $x_1y_1z_1$ étant les coordonnées du point O_1 :

$$d^2 = (z_1\beta - y_1\gamma)^2 + (x_1\gamma - z_1\alpha)^2 + (y_1\alpha - x_1\beta)^2.$$

On en déduit :

$$I_1 = [A + M(y_1^2 + z_1^2)]\,\alpha^2 + \ldots - 2M\,[y_1z_1\beta\gamma + \ldots]$$

Par suite, l'équation de l'ellipsoïde d'inertie en O_1 est :

$$[A + M(y_1^2 + z_1^2)]\,X^2 + \ldots \quad - 2M\,(y_1z_1YZ + \ldots) = 1 \qquad (2)$$

Nous rappelons que si une surface du second ordre est représentée par l'équation

$$Ax^2 + A'y^2 + A''z^2 + 2BYZ + 2B'XZ + 2B''XZ = D$$

Digitized by Google

les directions λ, μ, ν d'un quelconque de ses trois axes sont données par les formules

$$[(S-A)B+B'B'']\,\lambda=[(S-A')B'+BB'']\,\mu=[(S-A'')B''+BB']\,\nu$$

S étant racine de l'équation :

$$\frac{B'B''}{(S-A)B+B'B''}+\frac{BB''}{(S-A')B'+BB''}+\frac{BB'}{(S-A'')B''+BB'}-I=0$$

En appliquant ces formules à l'équation (2), on obtient, toutes réductions faites, et r^2 représentant la quantité $x_1^2+y_1^2+z_1^2$:

$$\frac{\lambda}{\frac{x_1}{\frac{A-S}{M}+r^2}}=\frac{\mu}{\frac{y_1}{\frac{B-S}{M}+r^2}}=\frac{\nu}{\frac{z_1}{\frac{C-S}{M}+r^2}} \qquad (3)$$

et

$$\frac{x_1^2}{\frac{A-S}{M}+r^2}+\frac{y_1^2}{\frac{B-S}{M}+r^2}+\frac{z_1^2}{\frac{C-S}{M}+r^2}=1 \qquad (4)$$

Si dans ces équations on considère $x_1y_1z_1$ comme des coordonnées courantes et r^2 comme une constante, l'équation (4) représente une surface du second ordre passant par le point O_1 et $\lambda\,\mu\,\nu$ sont les cosinus des angles que forme avec les axes des coordonnées la normale en O_1 à cette surface.

La surface (4) ne varie qu'avec S et r^2 de sorte qu'elle est toujours homofocale à la surface dont l'équation :

$$\frac{x_1^2}{\frac{A}{M}}+\frac{y_1^2}{\frac{B}{M}}+\frac{z_1^2}{\frac{C}{M}}=1 \qquad (5)$$

De là ce théorème :

Théorème. — Les axes de l'ellipsoïde d'inertie en un point quelconque de l'espace sont les normales aux trois surfaces homofocales à la surface (5) qui passent par ce point.

On peut dire ainsi que les axes de l'ellipsoïde d'inertie en un point sont les axes du cône circonscrit à la surface (5) et ayant ce point pour sommet.

Si S_1, S_2 et S_3 sont les trois racines de l'équation en S (4), l'ellipsoïde d'inertie en O_1 rapporté à ses axes a pour équation

$$S_1x^2+S_2y^2+S_3z^2=1 \qquad (6)$$

Digitized by Google

On déduit très facilement de la théorie des surfaces homofocales le théorème suivant que nous nous bornons à énoncer :

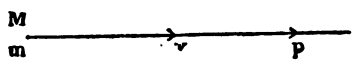
L'ellipsoïde d'inertie (6) est de révolution pour un point quelconque des coniques focales de l'ellipsoïde (5).

Enfin supposons que dans l'équation (4) S soit constant, ce qui veut dire que l'ellipsoïde d'inertie (6) a un axe constant, le lieu des points de l'espace pour lesquels cela a lieu est évidemment représenté par l'équation (4) où $x_1 y_1 z_1$ sont des coordonnées courantes, r^2 étant remplacé par $x_1^2 + y_1^2 + z_1^2$; ce lieu est ce qu'on appelle la surface de l'onde dont nous n'avons pas à rappeler ici les propriétés remarquables.

§ 5. — *Puissances des points.*

95. Nous allons supposer maintenant que les points dont nous avons étudié le mouvement en cinématique aient une masse : cela nous amène à considérer de nouvelles grandeurs analogues aux vitesses et auxquelles nous donnerons le nom de puissances ; nous les définirons comme il suit :

Soit v une vitesse d'ordre quelconque du point M dont la masse est m, la puissance correspondante est un segment dirigé suivant v et égal à $v \times m$.



Les puissances peuvent être totales ou partielles comme les vitesses ; elles sont, comme les vitesses, relatives à la variable principale t qu'on a choisie : nous avons dit que la cinématique s'établissait tout entière sans un choix particulier de la variable t ; la notion de la masse étant aussi indépendante de la variable t, nous en concluons que l'étude des puissances n'impose aucun choix particulier de la variable t ; c'est pourquoi cette étude reste en dehors de la dynamique proprement dite.

Remarquons en passant l'*analogie* qu'il y a entre la première puissance d'un point $m \times v$ et ce qu'on appelle la quantité de mouvement, expression qui nous paraît tout à fait impropre et que nous n'emploierons pas ; de même, la seconde puissance, produit de la masse par l'accélération est analogue à la force ; mais remarquons bien que c'est là une simple analogie, car la quantité

Digitized by Google

de mouvement et la force sont des notions qui appartiennent à la dynamique et supposent par conséquent un choix particulier de la variable t, tandis qu'ici nous ne supposons rien de semblable : toutefois, nous allons retrouver dans cette étude quelques propriétés connues des quantités de mouvement et des forces ; nous en conclurons que ces propriétés sont indépendantes du choix de la variable.

96. Lorsqu'il s'agit d'un point unique, les propriétés des puissances ne diffèrent pas de celles des vitesses ; les puissances n'étant en effet que les vitesses multipliées par la masse m du point, toute relation homogène entre des vitesses a lieu aussi entre les puissances correspondantes. De là les théorèmes suivants qu'il suffit d'énoncer :

Théorème. — Lorsqu'on projette le mouvement d'un point sur une droite ou sur un plan, les puissances du point projeté sont les projections des puissances du point dans l'espace (40).

Théorème. — Dans un mouvement rectiligne, toutes les puissances sont dirigées suivant la trajectoire (38).

Théorème. — La trajectoire d'un mobile et son mouvement sur cette trajectoire sont bien déterminés lorsqu'on se donne les circonstances initiales du mouvement pour une valeur t_0 de la variable t et les valeurs successives de la puissance d'ordre n pour chaque valeur de t (42).

Théorème. — Si p_n et p_n' sont les puissances d'ordre n pour deux positions infiniment voisines M et M' du mobile et p_{n+1}, la puissance d'ordre $n+1$ pour la position M, on a, dt étant la variation de dt relatif au déplacement MM' :

$$p_n' = p_n + p_{n+1}dt \qquad (1)$$

De plus, si l'on considère l'indicatrice que décrit l'extrémité du segment p_n transporté parallèlement en un point fixe, p_{n+1} est la vitesse de cette extrémité sur cette indicatrice (43).

Théorème. — Les notations étant les mêmes, on a en prenant les moments par rapport à un point quelconque :

$$\mu(p_n') = \mu(p_n) + dt\mu(p_{n+1}) \qquad (2)$$

De plus, $\mu(p_{n+1})$ est la vitesse sur l'indicatrice que décrit l'extrémité du segment $\mu(p_n)$ [43].

Digitized by Google

Si dans les équations (1) et (2) on suppose $n = 1$ et si l'on projette les puissances et leurs moments sur une droite, on a des théorèmes qui ne diffèrent pas, quant à la forme, de ceux connus en dynamique sous le nom de théorème des quantités de mouvement projetées sur un axe et de théorème des moments des quantités de mouvement par rapport à un axe.

97. Le théorème relatif aux vitesses partielles devient le théorème suivant pour les puissances.

Théorème. — La première puissance totale d'un point est la résultante de ses premières puissances partielles (54).

Il en est de même des puissances d'ordre quelconque quand les mouvements d'entraînement sont de translation (56).

Le théorème relatif à ce que nous avons appelé l'accélération complémentaire (71) dans le cas de deux mouvements simultanés, quand le mouvement d'entraînement est quelconque s'étend sans difficulté aux secondes puissances, ce qui donne lieu à une seconde puissance complémentaire, égale à l'accélération complémentaire multipliée par la masse du point.

98. Reprenons la formule

$$\int_{M_0}^{M} \frac{d^2s}{dt^2}\, ds = \frac{1}{2}(v^2 - v_0^2)$$

qui exprime le théorème sur l'action de l'accélération pour un déplacement fini M_0M du mobile (76) ; en multipliant le premier membre par la masse m du mobile, on a évidemment l'action de la seconde puissance ; multiplions de même par m le second membre, nous avons $\frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$; nous donnerons à l'expression $\frac{1}{2} m v^2$ le nom d'énergie du point : de là le théorème suivant :

Théorème. — L'action de la seconde puissance pour un déplacement fini quelconque du mobile est égale à l'accroissement de l'énergie du mobile pendant ce déplacement.

C'est, sous une forme un peu différente, le théorème du travail et des forces vives ; nous n'emploierons pas cette expression de forces vives que rien ne justifie.

99. Pour généraliser les théorèmes des aires et surtout pour

Digitized by Google

les étendre à plusieurs points, nous modifierons un peu notre définition de l'aire.

Remarquons, en effet, que pour remplacer les vitesses par les puissances dans les théorèmes sur les aires, il faut multiplier par la masse m; dès lors, les aires elles-mêmes sont multipliées par cette masse ; pour cette raison, nous conviendrons d'appeler aire pour un point doué de masse l'aire cinématique multipliée par la masse : de même, la vitesse aréolaire pour un point de masse m sera la vitesse aréolaire telle que nous l'avons définie en cinématique multipliée par m. Ces définitions posées, on en déduit les théorèmes suivants :

Théorème. — La vitesse aréolaire du mobile par rapport à un point O est la vitesse sur l'indicatrice que décrit l'extrémité de l'axe des aires (44).

Théorème. — La vitesse aréolaire est égale en grandeur, direction et signe au demi-moment de la première puissance mv, les aires et les moments étant pris par rapport au même point O (45).

La formule établie en cinématique (45) devient d'après cela :

$$\omega' = \omega + \frac{1}{2} dt\mu(mj).$$

On en déduit immédiatement, dans le cas d'une trajectoire plane, le théorème suivant (46) :

Théorème. — Lorsque dans un mouvement plan la seconde puissance passe par un point fixe O, l'aire décrite par le rayon vecteur qui joint ce point O au mobile est proportionnelle à la variation correspondante de t.

La réciproque est vraie.

100. Tous les théorèmes précédents n'ont rien de nouveau et ils sont tout à fait équivalents aux théorèmes analogues démontrés en cinématique ; c'est qu'en effet, quand il s'agit du mouvement d'un point unique, la notion de la masse est inutile, puisque la masse n'intervient dans les équations que comme un facteur commun qu'on peut toujours supprimer.

Il n'en est plus de même lorsque l'on considère plusieurs points.

Digitized by Google

Nous rappelons que, dans tout ce qui suit, le centre de gravité est toujours supposé avoir pour masse la masse de tout le système de points.

Dans des points en mouvement, il y a un centre de gravité pour l'ensemble des positions de ces points correspondant à une même valeur de la variable t ; le centre de gravité est ainsi lui-même un mobile ayant une masse égale à la somme des masses de tous les points.

101. Nous démontrerons d'abord le théorème suivant qui est fondamental.

Théorème. — La puissance d'un certain ordre du centre de gravité est la résultante de translation des puissances de même ordre de tous les points du système.

Soient $m_1, m_2, m_3 \ldots$ les masses des points du système, M la somme de ces masses, c'est-à-dire la masse du centre de gravité ; soient $x_1 y_1 z_1$, $x_2 y_2 z_2 \ldots$ XYZ, les coordonnées de ces points et du centre de gravité par rapport à trois axes.

Prenons d'abord les premières puissances $p_1\ p_2\ p_3 \ldots$ de tous les points et la première puissance P du centre de gravité ; il s'agit de démontrer la formule :

$$\mathrm{P} = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots \qquad (1)$$

Or, on a (85) :

$$\mathrm{MX} = \Sigma m_1 x_1$$

on en déduit :

$$\mathrm{M}d\mathrm{X} = \Sigma m_1 dx_1 \text{ ou } \mathrm{M}\frac{d\mathrm{X}}{dt} = \Sigma m_1 \frac{dx_1}{dt}. \qquad (2)$$

$\frac{d\mathrm{X}}{dt}, \frac{dx_1}{dt}, \frac{dx_2}{dt} \ldots$ sont respectivement les projections de la vitesse du centre de gravité et des vitesses des divers points sur l'axe des x; donc $\mathrm{M}\frac{d\mathrm{X}}{dt}$, $m_1\frac{dx_1}{dt}$, etc., sont les projections sur ce même axe de P, p_1, p_2, etc. Il suit de là que la projection de P sur l'un quelconque des axes est égale à la somme des projections de $p_1, p_2 \ldots$ sur ce même axe; donc P est la résultante de translation de p_1, $p_2 \ldots$, ce qui démontre la relation (1) [14].

Désignons maintenant par $q_1, q_2, q_3 \ldots$ et Q les puissances de second ordre des points et de leur centre de gravité.

Digitized by Google

L'équation (2) différentiée une seconde fois donne $M\frac{d^2X}{dt} = \Sigma m_1 \frac{d^2x_1}{dt^2}$; or $\frac{d^2X}{dt^2}$, $\frac{dx_1}{dt^2}$ ... sont les projections sur l'axe des x des secondes vitesses; par suite, $M\frac{d^2x}{dt^2}$, $m_1\frac{d^2x_1}{dt_2}$, etc., sont les projections des secondes puissances Q_1, q_1, q_2 ...; on en déduit comme précédemment que Q est la résultante de translation q_1, q_2, q_3.

En continuant le même raisonnement, on voit que le théorème est vrai pour des puissances d'ordre quelconque.

102. Ce théorème rappelle, pour les deux premières puissances, le théorème très connu relatif aux quantités de mouvement et aux forces transportées parallèlement au centre de gravité.

On peut évidemment remplacer, dans la composition des puissances, la puissance totale d'un point quelconque par ses puissances partielles de même ordre.

Lorsque l'on connaît les mouvements des divers points d'un système, le théorème que nous venons de démontrer détermine complètement le mouvement du centre de gravité.

Nous citerons encore les deux conséquences suivantes :

Théorème. — Pour que le centre de gravité d'un système de points soit immobile, il faut et il suffit que la résultante de translation des premières puissances de tous les points soit nulle.

Car alors la première puissance et par suite la première vitesse du centre de gravité sont nulles.

Théorème. — Pour que le centre de gravité d'un système de points ait un mouvement rectiligne et uniforme, il faut et il suffit que la résultante de translation des premières puissances de tous les points soit fixe en grandeur, direction et sens, ou, ce qui revient au même, que la résultante de translation des secondes puissances soit nulle.

103. Le théorème qu'exprime pour un point unique la formule :

$$p_n' = p_n + p_{n+1}\,dt \qquad (97)$$

s'étend immédiatement aux résultantes de translation P_n', P_n et P_{n+1} des puissances de tous les points d'un système, puisque ces

Digitized by Google

résultantes sont les puissances d'un point unique, le centre de gravité du système. Ainsi l'on a :

$$P_n' = P_n + P_{n+1}\,dt.$$

De plus, P_{n+1} est la vitesse sur l'indicatrice que décrit l'extrémité du segment P_n.

104. Prenons de même l'équation

$$\mu(p_n') = \mu(p_n) + dt\mu(p_{n+1}).$$

Chaque point du système donne une équation du même genre; en composant membre à membre toutes ces équations, on voit qu'on aura la même relation entre les résultantes des moments $\mu(p_n')$, $\mu(p_n)$ et $\mu(p_{n+1})$.

De plus, la résultante des moments $\mu(p_{n+1})$ est la vitesse sur l'indicatrice que décrit l'extrémité de la résultante des moments $\mu(p_n)$.

Remarquons encore que, lorsque l'on compose les puissances, l'indicatrice relative à leur résultante est la même pour tous les points de l'espace ; il n'en est pas de même des moments qui varient d'un point à l'autre de l'espace.

105. Supposons que la résultante de $\mu(p_n)$ soit constante en grandeur, direction et sens, les moments étant pris par rapport à un point O : dans ce cas, la résultante de $\mu(p_{n+1})$ est nulle ; cela posé, considérons pour tous les points du système les puissances d'ordre $n+1$; ramenons ces puissances à leur résultante et à un couple en O : ce couple est évidemment nul, puisque son moment est précisément la résultante de $\mu(p_{n+1})$; donc, dans ce cas, les puissances d'ordre $n+1$ peuvent se ramener à un segment unique passant par O.

106. Supposons qu'on évalue les aires de tous les points par rapport au point O à partir de positions initiales correspondant à une même valeur de la variable t, par exemple à partir de $t = 0$.

Soient pour une valeur quelconque de t, a_1, a_2, a_3... les axes des aires des différents points, les aires étant prises en tenant compte des masses, posons :

$$A = a_1 + a_2 + a_3 + \dots$$

Digitized by Google

Projetons ces aires sur un plan quelconque P que nous supposerons passer par O et soit OZ la normale à ce plan.

Nous avons vu que les projections de ces aires sur P sont respectivement représentées par les projections des axes a_1, a_2, a_3... sur OZ (*44*) : la somme des aires projetées est donc représentée par la somme de ces axes projetés sur OZ ou, ce qui revient au même, par la projection de A sur OZ. En particulier, la somme des aires projetées sur P sera maxima quand OZ aura la direction de A, c'est-à-dire quand le plan P sera perpendiculaire à A.

A est l'axe des aires du système pour la valeur considérée t de la variable et le plan perpendiculaire à A est, pour cette même valeur de la variable, le plan du maximum des aires.

107. Soient ω_1, ω_2, ω_3... les vitesses aréolaires des divers points du système ; il est évident que si l'on projette les aires sur le plan P, les vitesses aréolaires des points projetés seront respectivement les projections de ω_1, ω_2, ω_3, sur la normale OZ à ce plan ; posons dès lors :

$$\Omega = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \dots$$

La somme des projections de ω_1, ω_2, etc., sur OZ est égale à la projection de Ω sur OZ, de sorte qu'on a, en accentuant les lettres qui désignent les projections :

$$\Omega' = \omega_1' + \omega_2' + \omega_3' + \dots$$

Or $\omega_1' + \omega_2' + \omega_3' + \dots$ représente évidemment la somme des aires projetées, décrites par tous les points pour une variation très petite dt de la variable, cette somme étant divisée par dt.

Pour cette raison, nous appellerons Ω la vitesse aréolaire totale du système ; sa projection Ω' sur OZ est la vitesse aréolaire totale du système projeté sur le plan P.

Soient v_1, v_2, v_3... j_1, j_2, j_3... les vitesses et les accélérations des points mobiles dont les masses sont m_1, m_2, m_3...

En cinématique, c'est-à-dire pour des points sans masse, la vitesse aérolaire est égale en grandeur, direction et signe à la moitié du moment de la vitesse du mobile, soit $\frac{1}{2}\mu(v_1)$; d'après la définition des aires pour les points doués de masse, on aura donc

$$\omega_1 = \frac{1}{2}\mu(m_1 v_1),\quad \omega_2 = \frac{1}{2}\mu(m_2 v_2),\quad \omega_3 = \frac{1}{2}\mu(m_3 v_3)\dots$$

Digitized by Google

d'où, en composant membre à membre :

$$\omega_1 + \omega_2 + \ldots = \Omega = \frac{1}{2}\mu(m_1v_1,\ m_2v_2,\ m_3v_3\ \ldots) \text{ Donc :}$$

Théorème. — La vitesse aréolaire totale est égale en grandeur, direction et signe au demi-moment des premières puissances de tous les mobiles.

108. En procédant comme en cinématique, on déduit immédiatement de cette formule, en appliquant le théorème relatif aux moments des puissances (104) :

$$\Omega' = \Omega + \frac{1}{2}\mu(m_1j_1,\ m_2j_2,\ m_3j_3\ \ldots).$$

Lorsque les secondes puissances m_1j_1 m_2j_2, etc., ont toujours un moment nul en O, c'est-à-dire lorsqu'elles admettent une résultante unique passant par O (105), Ω est constant en grandeur, direction et sens.

Mais la vitesse aréolaire totale Ω est, comme la vitesse aréolaire ω en cinématique (44), la vitesse sur l'indicatrice que décrit l'extrémité de l'axe des aires A. Donc, dans le cas actuel, cette extrémité décrit une ligne droite avec une vitesse constante Ω ; en d'autres termes, A est fixe en direction et comme grandeur proportionnel à t. De là ce théorème :

Théorème. — Quand les secondes puissances des mobiles ont, pour toutes les valeurs de la variable t, une résultante unique passant par un point fixe O, l'axe des aires du système en ce point est proportionnel à t et fixe de direction ; le plan du maximum des aires, qui est perpendiculaire à cet axe, est par suite invariable.

Ce théorème a une importance capitale : remarquons qu'il est vrai pour un point quelconque de l'espace quand les secondes puissances ont une résultante constamment nulle.

La réciproque est vraie dans le cas général.

109. Reprenons le théorème qu'exprime la formule (98) :

$$u_1 = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 - \frac{1}{2}m_1v_1^2$$

u_1 étant l'action de la seconde puissance du point mobile de masse m_1.

Digitized by Google

On a pour un système quelconque de mobiles, les actions étant prises pour des déplacements finis simultanés de tous les mobiles :

$$\Sigma u_1 = \Sigma \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 - \Sigma \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

$\Sigma \frac{1}{2} m_1 v_1^2$ est ce que nous appelons l'énergie du système.

De là ce théorème :

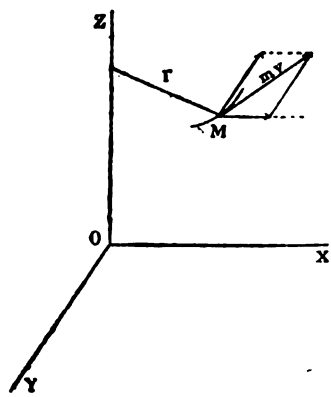
Théorème. — Dans un système de mobiles, la somme des actions des secondes puissances pour tous les mobiles, pendant une variation déterminée de la variable t est égale à l'accroissement de l'énergie du système pendant cette même variation.

110. Nous allons, à titre d'application, composer les premières puissances d'un système de points formant une figure de forme invariable dont nous supposerons le centre de gravité immobile ; dans ce cas, la résultante de translation des premières puissances est nulle (102).

Prenons ce centre de gravité comme origine des coordonnées O et cherchons par rapport à ce point le moment des premières puissances $\mu(m_1 v_1, m_2 v_2 \ldots)$.

Le déplacement instantané de la figure, le point O étant fixe, est une rotation infiniment petite autour d'un axe passant par O (65) ; prenons cet axe de rotation pour axe des Z et soient OX et OY les deux autres axes perpendiculaires entre eux et à OZ.

Nous aurons le moment cherché en O en composant les moments pris par rapport aux trois axes OX, OY et OZ.



Si ω est la vitesse angulaire de la rotation autour de OZ, le moment du point M (x, y, z) par rapport à OZ est $mv \times r$, r étant la distance du point à OZ ; on a donc :

$$\mu_z(mv) = mv \times r = m\omega r^2$$

et par suite :

$$\mu_z(m_1 v_1, m_2 v_2 \ldots) = \omega \Sigma m r^2.$$

Pour avoir μ_x et μ_y, décomposons mv suivant OX et OY ; les

Digitized by Google

deux composantes sont $m\omega y$ et $m\omega x$ et les deux moments suivant OX et OY, $\omega\Sigma myz$ et $\omega\Sigma mxz$.

Si l'on suppose que les axes OX, OY et OZ sont les axes principaux de l'ellipsoïde d'inertie en O, les expressions Σmyz et Σmxz sont nulles (91) et, par suite, le moment total $\mu(m_1v_1, m_2v_2, m_3v_3\ldots)$ en O se réduit à $\omega\Sigma mr^2$.

On passe de là très simplement au cas général.

Prenons toujours comme axes des coordonnées les axes de l'ellipsoïde d'inertie et soit ω la vitesse angulaire passant par O; on peut remplacer cette rotation totale ω par les trois rotations partielles ω_x, ω_y et ω_z, ω_x, ω_y et ω_z étant les projections de ω sur les axes OX, OY, OZ.

A chacune de ces rotations partielles correspond un système de premières puissances partielles; ces puissances partielles pour la rotation ω_x donnent pour moment, d'après ce qui précède, $\omega_x I_x$, I_x étant le moment d'inertie par rapport à OX.

De même, aux deux autres rotations ω_y et ω_z correspondent les moments $\omega_x I_x$ et $\omega_z I_z$.

Donc finalement, le moment $\mu(m_1v_1, m_2v_2\ldots)$, pour le déplacement total ω, est la résultante des moments $\omega_x I_x$, $\omega_y I_y$ et $\omega_z I_z$ dirigés suivant les axes.

Ce moment $\omega_x I_x + \omega_y I_y + \omega_z I_z = \mu(m_1v_1, m_2v_2, m_3v_3 \ldots..)$ joue un rôle important dans le mouvement des corps de forme invariable.

111. L'étude géométrique que nous venons de faire sur les masses et les puissances des mobiles nous servira de trait d'union entre la cinématique et la dynamique.

Nous rappelons à nouveau que tous les théorèmes établis jusqu'ici sont indépendants de tout choix particulier des repères et de la variable t.

Au contraire, la dynamique, ainsi que nous l'avons montré (81), repose tout entière sur un choix unique des repères et de la variable.

Digitized by Google

CHAPITRE V.

Dynamique.

§ 1er. — *Définition de la force.*

112. C'est une idée empruntée à la philosophie la plus ancienne que la force est la cause du mouvement.

Scientifiquement, cette idée n'a aucune valeur ; dans l'univers le mouvement se manifeste quand deux portions de matière sont en présence ; mais il n'est pas scientifique d'aller chercher au delà de ce fait la cause première du mouvement ; le rôle de la science est de déterminer non pas la cause première d'un phénomène, mais seulement les conditions dans lesquelles il se manifeste et les circonstances qui l'accompagnent.

Euler, croyons-nous, a remarqué le premier que les équations où figure la force ne retiennent rien de cette idée de causalité qu'on accepte au commencement de la mécanique ; on peut même dire plus : qu'on parte de l'hypothèse inverse en considérant le mouvement comme la cause de la force, et la mécanique subsistera telle quelle tout entière sans autre modification ; il résulte évidemment de là que cette idée de causalité est en tout cas inutile à la mécanique.

113. En réalité, la force n'est qu'une simple circonstance du mouvement comme les masses, les vitesses, les puissances de divers ordres : il y a entre le mouvement et la force non pas relation de cause à effet, mais dépendance mutuelle, comme entre les deux coordonnées d'une courbe plane définie par une équation.

Habitués à entendre dire que la force est la cause du mouvement, nous ne sentons plus ce que cette locution a d'étrange et d'antiscientifique ; au fond, c'est comme si l'on disait que dans cette courbe plane l'ordonnée est la cause de l'abscisse.

Laissons donc là cette hypothèse de causalité qui appartient à la métaphysique et voyons comment l'idée de force est introduite en mécanique.

Digitized by Google

114. On admet au commencement de la dynamique, comme empruntés à l'expérience, un certain nombre de principes fondamentaux qui sont de véritables postulata ; ces principes consistent dans l'énoncé de quelques propriétés de la force, lesquelles permettent d'établir par le raisonnement pur toutes les autres propriétés de la force ; dès lors, ils contiennent évidemment une véritable définition de la force : la définition d'une chose, en mathématiques, est en effet l'énoncé d'une ou d'un certain nombre de ses propriétés d'où l'on déduit toutes les autres.

Nous ne voyons pas dès lors pourquoi les auteurs prétendent qu'on ne définit pas la force : c'est comme si l'on disait que le cercle est une courbe non susceptible de définition et qu'on nous demandât ensuite d'admettre, comme postulatum, la propriété des rayons égaux.

On ferait d'ailleurs disparaître la contradiction que nous signalons en disant :

« La force est une grandeur ayant une direction et un sens et « jouissant des propriétés suivantes..... », après quoi on énoncerait ces principes fondamentaux, loi de l'inertie, etc...

Ce serait là une définition ; nous n'insistons pas davantage sur ce point parce que cette définition est à la fois compliquée et confuse ; nous allons voir en effet qu'on peut en donner une beaucoup plus simple.

115. Nous avons dit qu'en prenant pour repères les étoiles fixes et pour variable principale l'angle de la rotation terrestre, l'observation des mouvements dans l'univers nous conduisait à la loi suivante (82) :

« Les accélérations étant prises par rapport aux repères et à la « variable que nous venons d'indiquer, deux points quelconques « échangent des accélérations partielles ou totales dirigées suivant « la droite qui les joint et en raison inverse des masses de ces « deux points. »

Cette loi est bien connue sous le nom de la loi de l'action et de la réaction, mais par le fait elle restait encore à découvrir, car aucun auteur ne paraît avoir même soupçonné les conséquences que nous en tirons.

C'est la loi fondamentale de tous les mouvements que nous

Digitized by Google

offre l'univers, attractions des corps célestes, répulsions des molécules gazeuses, attractions et répulsions électriques et magnétiques, etc. ; elle est en un mot pour tous les mouvements ce que la loi de Newton est pour les mouvements des corps célestes seulement.

Elle sert de base à la dynamique et pour cette raison nous lui donnerons le nom de loi dynamique.

116. Cela posé, laissons de côté l'origine expérimentale de cette loi qu'on peut formuler ainsi (83) :

$$mj = m_1 j_1 \qquad \text{(a)}$$

étant entendu que j et j_1 sont dirigés suivant la droite qui joint les deux mobiles considérés.

Cette formule ne contient que des notions purement *géométriques,* l'accélération et la masse ; ces grandeurs ont été définies et étudiées géométriquement ; par conséquent, la formule (a) peut être considérée comme exprimant une relation géométrique entre des grandeurs géométriques.

Cette remarque est très importante, car elle nous conduit à une dynamique géométrique : toutes les conséquences de l'équation (a) sont en effet *nécessaires* et elles ne dépendent en aucune façon de leur réalisation plus ou moins approximative dans le monde matériel.

Nous dirons donc, en nous plaçant à ce point de vue :

La dynamique géométrique est l'étude du mouvement de points doués de masses pour lesquels les accélérations de tous les mobiles satisfont, à chaque instant, à la loi (a) par rapport à des repères et à une variable principale convenablement choisis.

Nous ajouterons que le choix des repères et de la variable est unique.

117. La loi dynamique prend une forme plus simple quand on se sert de la notion des puissances : mj et $m_1 j_1$ étant en effet des secondes puissances, on peut dire simplement que deux points quelconques échangent des secondes puissances égales et contraires dirigées suivant la droite qui les joint.

Nous passons de là à la définition géométrique de la force ; nous dirons :

Dans un système de points dynamiques satisfaisant à la loi (a)

Digitized by Google

la force d'un point est le produit de sa masse par son accélération, dirigée suivant cette accélération, ou, si l'on veut, la seconde puissance de ce point.

Remarquons en effet que, d'après la forme même de la loi dynamique (a), la seconde puissance doit jouer en dynamique un rôle particulier ; il est donc tout naturel de lui donner un nom spécial ; c'est pourquoi nous l'appelons la force.

La force ou seconde puissance dépend évidemment, en grandeur et direction, comme l'accélération elle-même, du choix des repères et de la variable t ; il convient donc de préciser notre définition de la force en indiquant les repères et la variable choisis : nous supposerons que dans cette définition les repères peuvent être quelconques, mais que la variable t est la variable unique par papport à laquelle la loi (a) existe.

118. Lorsque les forces sont prises par rapport aux repères adoptés dans la loi (a), cette loi exprime que deux points échangent des forces égales et contraires dirigées suivant la droite qui les joint.

Mais ces repères sont les seuls pour lesquels les forces d'un système de points dynamiques sont ainsi opposées deux à deux ; pour tout autre système de repères cela n'a plus lieu et les forces des deux points ne sont plus dirigées suivant la droite qui les joint.

Cette remarque a son importance, car elle nous montre en quelque sorte deux catégories de forces selon que les repères sont ou ne sont pas ceux adoptés dans la loi dynamique (a).

Ces deux *catégories* de forces se retrouvent, bien entendu, dans la nature ; nous venons d'en énoncer le caractère distinctif, mais il ne faut pas, comme certains auteurs qui ont vaguement aperçu cette différence entre les forces, considérer seulement les forces de la première catégorie, c'est-à-dire celles qui s'opposent deux à deux, comme des forces physiques ; en réalité, dans l'univers toutes les forces sont physiques, quel que soit le point de vue auquel on se place.

La force étant ainsi définie géométriquement, nous allons montrer comment toute la dynamique peut être établie d'une façon rigoureusement géométrique.

Digitized by Google

Dans tout ce qui suit nous renonçons définitivement à toutes les expressions qui rappellent pour la force l'idée de cause que nous avons rejetée ; ainsi nous ne dirons pas : « la force qui *sol-* « *licite* un point, la force qui *détermine* un mouvement ».

Nous dirons : « la force du point, la force qui correspond au « mouvement ».

§ 2. — *Propriétés de la force.*

119. Lorsqu'il s'agit du mouvement d'un point unique mobile à travers les repères, les propriétés de la force sont identiques à celles des secondes puissances : dans ce cas, en effet, la force ne diffère d'une seconde puissance que par le choix particulier de la variable t ; mais la loi dynamique (a) n'introduit aucun élément nouveau dans la question, puisque cette loi n'a de sens que pour deux points au moins en présence.

Nous nous bornerons donc à énoncer les théorèmes suivants relatifs aux forces d'un point :

Théorème. — La force d'un point est proportionnelle à la masse de ce point et à son accélération.

Ce théorème est une conséquence immédiate de la définition.

Théorème. — Dans le mouvement d'un point projeté sur une droite ou sur un plan, la force du point projeté est la projection de la force du point dans l'espace.

Théorème. — Dans un mouvement rectiligne, la force est toujours dirigée suivant la trajectoire.

Théorème. — La trajectoire d'un mobile et son mouvement sur cette trajectoire sont bien déterminés lorsqu'on se donne la position et la vitesse initiales du mobile pour une valeur particulière t_0 de t et les valeurs successives de la force pour une valeur quelconque de t.

Théorème. — Si v et v' sont les vitesses d'un mobile de masse m pour deux positions infiniment voisines M et M', et j l'accélération en M, on a, dt étant la variation de t correspondante au déplacement MM' :

$$mv' \geqslant mv + mjdt \text{ ou } mv' \geqslant mv + fdt \qquad (1)$$

en désignant par f la force mj.

Digitized by Google

On a de même :

$$\mu(mv') \leqslant \mu(mv) + dt\,\mu(f) \qquad (2)$$

Dans la formule (1), f est la vitesse sur l'indicatrice que décrit l'extrémité du segment mv; dans la formule (2), $\mu(f)$ est la vitesse sur l'indicatrice que décrit l'extrémité du segment $\mu(mv)$.

Théorème. — Dans plusieurs mouvements simultanés, les mouvements d'entraînement étant supposés de translation, la force totale d'un point est la résultante de ses forces partielles.

Pour un déplacement fini quelconque du mobile, l'action de la force est égale à l'accroissement de l'énergie du mobile pendant le déplacement.

Théorème. — Lorsque, dans un mouvement plan, la force du mobile M passe par une direction fixe O, les aires décrites par le rayon vecteur OM sont proportionnelles aux variations de t.

La réciproque est vraie.

Tous ces théorèmes sont une conséquence de ceux démontrés précédemment pour les secondes puissances et pour les accélérations (96, 97, 98).

120. Lorsqu'il s'agit de plusieurs mobiles, les propriétés des forces sont encore celles des secondes puissances, mais avec les simplifications qui résultent de la loi dynamique.

Remarquons d'abord que, pour appliquer cette loi, il faut considérer uniquement les forces de la première catégorie (118), c'est-à-dire les forces prises par rapport au système particulier de repères adopté dans cette loi (a).

Nous insistons sur ce point qui paraît avoir échappé aux auteurs.

Soit dans un ensemble S de points dynamiques, un groupe particulier G pris séparément ; d'après la loi dynamique, deux points quelconques de G échangent des forces égales et contraires suivant la droite qui les joint ; ce sont les forces intérieures du groupe G ; les forces que ce groupe échange avec les autres points de S sont les forces extérieures.

121. Il résulte de là que les forces ainsi opposées deux à deux se détruisent dans la composition des forces et des moments des forces de tous les points du groupe G. Les théorèmes sur les secondes puissances se modifient alors de la façon suivante :

Théorème. — La force totale du centre de gravité du groupe

Digitized by Google

G est la résultante de translation de toutes les forces *extérieures* de ce groupe (101).

Théorème. — Si P et P′ sont les résultantes des premières puissances de tous les points du groupe G au commencement et à la fin de la variation très petite dt de t, on a, en désignant par R la résultante de translation des forces extérieures du groupe au commencement de dt (103) :

$$P' = P + R\,dt.$$

De plus, R est la vitesse sur l'indicatrice que décrit l'extrémité du segment P.

Théorème. — Si $p_1, p_2, p_3 \ldots$ et $p_1', p_2', p_3' \ldots$ sont les premières puissances de tous les points du groupe G au commencement et à la fin de la variation dt, on a, en désignant par $f_1, f_2, f_3 \ldots$ les forces *extérieures* du groupe à l'instant considéré (104) :

$$\mu(p_1' p_2' p_3' \ldots) = \mu(p_1 p_2 p_3 \ldots) + dt\,\mu(f_1 f_2 f_3 \ldots).$$

On reconnaît dans ces deux derniers théorèmes, sous une forme un peu différente, les théorèmes sur les quantités de mouvements projetés sur un axe et sur les moments de ces quantités de mouvements pris par rapport à un axe.

Théorème. — Quand les forces *extérieures* ont une résultante unique passant constamment par un point fixe O, l'axe des aires, en ce point, pour tous les mobiles du groupe G, a une direction fixe et il est proportionnel à t (108).

La réciproque est vraie.

En particulier, quand il n'y a pas de forces extérieures ou quand leur résultante est nulle, le théorème est vrai pour un point quelconque de l'espace.

A l'axe des aires de direction fixe correspond un plan du maximum des aires qui est également fixe.

Nous rappelons encore, en terminant, que tous ces théorèmes supposent le choix particulier de repères que suppose la loi dynamique elle-même.

122. Le théorème suivant, au contraire, ne dépend pas de la loi dynamique et par conséquent est vrai pour les deux catégories de forces (118).

Théorème. — Dans le groupe de mobiles G, l'accroissement

Digitized by Google

de l'énergie totale $\Sigma \frac{1}{2} mv^2$ est égal à l'action des forces des mobiles pour des déplacements simultanés de ces mobiles (109).

Mais ici il faut, bien entendu, prendre toutes les forces.

123. Reprenons les formules démontrées plus haut :

$$p_1' + p_2' + p_3' + \ldots = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots + dt(f_1 + f_2 + f_3 + \ldots) \quad (1)$$

$$\mu(p_1' p_2' p_3' \ldots) = \mu(p_1 p_2 p_3 \ldots) + dt\,\mu(f_1 f_2 f_3 \ldots) \quad (2)$$

et appliquons-les au cas où le système des points est un solide de forme invariable : il est facile de voir que le mouvement du solide est complètement déterminé quand on se donne pour une valeur quelconque de t la résultante de translation des forces extérieures $f_1, f_2, f_3 \ldots$ et leur moment par rapport à un point; remarquons d'ailleurs que dans ce cas le moment de ces forces est connu en un point quelconque.

La résultante $f_1 + f_2 + f_3 + \ldots$ est la force du centre de gravité du solide ; dès lors, connaissant cette force pour toutes les valeurs de t et les circonstances initiales du mouvement, le mouvement du centre de gravité est déterminé (119).

Voyons maintenant quel est le mouvement du solide autour de son centre de gravité et supposons les moments pris par rapport à ce point.

L'équation (2) exprime que le moment connu $\mu(f_1 f_2 \ldots)$ est la vitesse sur l'indicatrice que décrit l'extrémité A du segment $\mu(p_1 p_2 p_3 \ldots)$; si l'on se donne les conditions initiales du mouvement du solide, $\mu(p_1 p_2 p_3 \ldots)$ est déterminé pour la position initiale ; comme d'ailleurs $\mu(f_1 f_2 f_3 \ldots)$ est connu pour toutes les valeurs de t, il en résulte que la trajectoire du point A et son mouvement sur cette trajectoire sont déterminés (119), en d'autres termes, $\mu(p_1 p_2 p_3 \ldots)$ est déterminé en grandeur, direction et sens pour toutes les valeurs de t. Or, nous avons vu qu'en appelant I_x, I_y et I_z les moments d'inertie du solide par rapport aux trois axes principaux du centre de gravité, on avait (110) :

$$\omega_x I_x + \omega_y I_y + \omega_z I_z = \mu(p_1 p_2 p_3 \ldots) \quad (3)$$

ω_x, ω_y et ω_z étant les projections sur ces axes de la vitesse de rotation instantanée ω du solide. I_x, I_y, I_z étant des constantes, il en

Digitized by Google

résulte que ω est déterminé en grandeur, direction et sens pour chaque valeur de t.

Donc on connaît à chaque instant l'axe de rotation instantané du solide autour de son centre de gravité et la vitesse de cette rotation ; par conséquent, le mouvement du solide est déterminé ; de là ce théorème :

Théorème. — Le mouvement d'un solide est complètement déterminé lorsqu'on connaît les circonstances initiales de son mouvement et pour une valeur quelconque de t la résultante de translation et le moment de ses forces extérieures.

124. Si nous considérons comme équivalents deux systèmes de forces représentées par deux systèmes de segments équivalents, on voit que le mouvement d'un solide dépendant seulement des deux expressions :

$$f_1 + f_2 + \dots \text{ et } \mu(f_1 f_2 \dots)$$

ce mouvement reste le même pour un second système de forces extérieures équivalant au premier.

125. Supposons que les forces extérieures f_1, f_2, f_3... aient une résultante unique passant par le centre de gravité ; dès lors on a, en prenant les moments par rapport à ce point $\mu(f_1 f_2 f_3 \dots) = 0$ et par suite, d'après l'équation (2) :

$$\mu(p_1 p_2 p_3 \dots) = k$$

k étant un segment constant en grandeur, direction et sens. On en déduit, d'après l'équation (3) :

$$\omega_x I_x + \omega_y I_y + \omega_z I_z = k.$$

Si, dans le mouvement du solide et pour une valeur particulière de t, l'axe de rotation instantanée coïncide avec l'axe principal d'inertie I_z, on a pour cette valeur de t, $\omega_x = 0$, $\omega_y = 0$ et $\omega_z = \omega$; il vient donc :

$$\omega I_z = k \text{ ou } \omega = \frac{k}{I_z}.$$

Donc ω restera égal en grandeur, direction et signe à $\frac{k}{I_z}$. De là ce théorème :

Théorème. — Lorsque, dans un solide, les forces extérieures ont une résultante unique passant par son centre de gravité et que le

Digitized by Google

mouvement initial est une rotation instantanée autour d'un des axes principaux d'inertie de son centre de gravité, ce mouvement de rotation continue autour du même axe et avec la même vitesse. C'est-à-dire que l'angle de rotation est proportionnel à la variable t.

126. Nous avons insisté un peu sur ce théorème, parce qu'il a joué un rôle considérable dans l'histoire de l'astronomie et de la mécanique.

Supposons qu'ayant fait à un point de vue purement géométrique l'étude de la dynamique, comme nous le faisons ici, nous voulions chercher si les mouvements dans l'univers satisfont bien à la loi dynamique (a) ; la question se poserait ainsi :

« Existe-t-il dans l'univers un système de repères et une va-
« riable principale t pour lesquels tous les mouvements vérifient
« la loi dynamique (a) ? »

Or, si l'on prend le système des étoiles fixes comme repères, on constate que tous les corps célestes tournent simultanément d'angles proportionnels ; c'est qu'en effet ces corps se trouvent dans les mêmes conditions que le solide dont nous venons de parler : par suite, l'angle de leur rotation est proportionnel à la variable t : c'est pourquoi, en particulier, l'angle de la rotation terrestre nous a donné cette variable spéciale, unique dans l'univers.

Mais, ainsi que nous l'avons montré, le choix de cette variable unique a été fait en dehors de toute considération théorique ; l'homme fut amené tout naturellement à compter le temps par des nombres de jours ; de là à mesurer le temps par la rotation de la terre ou, ce qui revient au même, par la rotation apparente de la sphère céleste, il n'y avait qu'un pas.

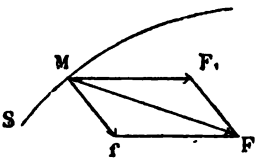
Il n'y a donc pas lieu de s'étonner que l'on ait adopté cette mesure du temps, mais par suite du théorème remarquable que nous venons de rappeler, cette mesure du temps par la rotation terrestre s'est précisément trouvée être la seule pour laquelle la loi dynamique (a) fût vérifiée : autrement Kepler et Newton n'auraient pas pu trouver les lois des mouvements célestes.

Il y a donc eu là pour la science un hasard exceptionnellement heureux sans lequel la conception mécanique réalisée dans l'univers serait probablement encore à trouver.

Digitized by Google

127. Nous allons indiquer succinctement comment doit être traitée la théorie des forces de liaison au point de vue géométrique que nous avons adopté : nous nous bornerons à citer quelques exemples.

Soit un mobile M décrivant une trajectoire plane S ; décomposons la force totale F en deux autres F_1 et f, cette dernière étant normale à la courbe. Il est facile de voir que le mouvement du mobile sur sa trajectoire est déterminé quand on se donne : 1° cette trajectoire ; 2° la force partielle F_1 pour chaque point de la trajectoire.



En effet, l'action de F est la somme des actions de f et de F_1 (74) ; or f est normal à la trajectoire et par suite donne une action nulle ; reste l'action de F_1 qui est connue, puisque F_1 est déterminé pour chaque position de M.

Mais cette action est égale à l'accroissement de l'énergie $\frac{1}{2}mv^2$; il en résulte que, si l'on connaît la vitesse initiale du mobile, la vitesse v en une position quelconque de ce mobile résulte de la connaissance de $\frac{1}{2}mv^2$ et par suite de F_1. On peut ainsi construire l'indicatrice de v et la tangente à cette indicatrice donne précisément la direction de l'accélération g du mobile ou, ce qui revient au même, de F ; dès lors, le parallélogramme de composition de F_1 et f est déterminé et F s'en déduit. Connaissant ainsi la force totale du mobile, on a tous les éléments du mouvement.

En résumé, dans cette question, au lieu de se donner la force totale F qui, avec les conditions initiales du mouvement, donnerait la trajectoire et la loi du mouvement, on se donne la trajectoire et la force partielle F_1, la seconde force partielle f étant supposée normale à la trajectoire ; la force f correspond donc à cette condition géométrique imposée au mobile de parcourir la trajectoire déterminée S : cette force f, qui équivaut à une condition géométrique ou, comme on dit, à une *liaison*, nous l'appellerons *force de liaison*.

Digitized by Google

Le problème que nous venons de traiter peut s'énoncer ainsi :

Un mobile est astreint à parcourir une courbe donnée ; on se donne à chaque instant la force de ce mobile, abstraction faite de la force de liaison ; trouver la loi du mouvement.

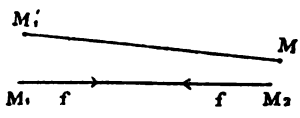
Les considérations précédentes nous ont permis de construire le parallélogramme de composition des forces F_1 et f, ce qui nous donne la force totale et la force de liaison ; le problème est ainsi résolu.

128. On peut aussi astreindre un point à rester sur une surface fixe ; cette question se résout d'une façon analogue : la force de liaison est normale à cette surface.

Si, au lieu de décrire une ligne ou une surface, le point est astreint à rester immobile, cela ne peut se faire que si sa force totale F est nulle et comme F est supposée être la résultante de la force partielle F_1 connue et d'une force de liaison f non déterminée, on doit avoir :

$$F_1 + f = 0$$

129. — Nous citerons encore le cas des solides invariables où deux points quelconques sont astreints à conserver leur distance : soient M_1 et M_2 ces deux points ; ils échangent deux forces égales et contraires f qui sont deux forces intérieures ; les deux points ont de plus des forces extérieures, et pour chacun d'eux la force totale est la résultante de la force extérieure et de la force intérieure f.



Prenons les points M_1, M_2 dans les positions voisines M_1', M_2' ; il est évident que, toutes les autres conditions du mouvement restant les mêmes, la distance $M_1' M_2'$ dépend uniquement de f ; par suite, pour une valeur déterminée de f, la distance M_1', M_2' sera la même que la distance $M_1 M_2$; f, ainsi défini, est la force de liaison qui correspond à la condition géométrique imposée aux points M_1, M_2 de rester à une distance fixe.

130. Nous nous bornerons aux forces de liaison que nous venons de définir en remarquant que dans chaque cas la force de liaison doit être définie, car la décomposition de la force totale F d'un point entre une composante F_1 et une force de liaison f est évidemment possible de bien des manières.

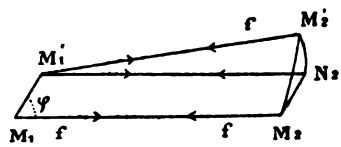
Digitized by Google

La propriété importante des forces de liaison consiste en ce que leur action pour un déplacement quelconque du mobile est toujours nulle. Cela est évident quand le mobile est astreint à rester sur une courbe ou une surface, car la force de liaison est alors normale à la trajectoire.

Il en est de même quand le point est astreint à rester fixe, puisqu'alors le déplacement est nul.

Voyons maintenant le cas de deux points M_1 et M_2 astreints à conserver leur distance : prenons une position infiniment voisine $M_1'M_2'$ de la droite M_1M_2

Ce déplacement de la droite M_1M_2 peut s'obtenir par une translation qui amène M_1M_2 en $M_1'N_2$, puis par une rotation autour de M_1' amenant $M_1'N_2$ en $M_1'M_2'$: si f est la force de liaison, l'action de f pour le déplacement total de M_1 est $f \times M_1M_1' \cos \varphi$; l'action de f pour le déplacement total de M_2 est la somme des actions pour les déplacements partiels M_2N_2 et N_2M_2' ; pour le déplacement M_2N_2, cette action est évidemment $-f M_1M_1 \cos \varphi$: quant au déplacement N_2M_2', il est normal à f et par conséquent son action est nulle : donc finalement la somme des actions pour les déplacements totaux des deux points est $f \times M_1M_1' \cos \varphi - f \times M_1M_1' \cos \varphi$ ou o.



De là ce théorème :

Théorème. — Dans un système de points où il y a des liaisons, l'accroissement de l'énergie est égal à la somme des actions de toutes les forces, sauf les forces de liaison.

Dans un solide de forme invariable notamment, on pourra négliger l'action des forces intérieures qui sont des forces de liaison ; donc :

Théorème. — L'accroissement de l'énergie dans un solide est égal à la somme des actions des forces extérieures.

Un système de points est dit à liaisons complètes quand les liaisons imposent à chaque point une trajectoire unique ; tel est, par exemple, le cas d'un solide dont deux points sont fixes.

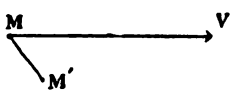
Digitized by Google

§ 3. — *Équilibre.*

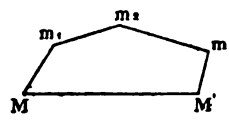
131. Un point est en équilibre lorsque ses forces partielles sont telles qu'il resterait en repos s'il y était tout d'abord ; cette définition s'étend à un nombre quelconque de points. Lorsque l'on considère les forces de points en équilibre, on dit que ces forces sont en équilibre : remarquons bien que ces définitions de l'équilibre sont indépendantes des conditions initiales du mouvement ; ainsi des forces peuvent refaire équilibre sur un point en mouvement ; il suffit pour cela que ce point ait à l'origine une certaine vitesse.

La théorie de l'équilibre repose, comme on sait, sur le principe fondamental des déplacements *virtuels* : nous appelons l'attention sur ce mot virtuel qui ne nous semble pas bien compris.

Un déplacement virtuel, dit-on, est un déplacement fictif du mobile ne correspondant pas à la force réelle de ce mobile : ainsi, par exemple, si pour la position M du mobile la vitesse est MV, le déplacement réel se fera suivant MV ; tout autre déplacement MM′ dans une autre direction sera un déplacement virtuel ; l'action de la force réelle pour ce déplacement virtuel est dite action virtuelle.



Cela posé, soit MM′ le déplacement total infiniment petit d'un mobile ; on peut toujours considérer ce déplacement total comme résultant de plusieurs déplacements partiels Mm_1, m_1m_2, m_2m_3, etc.... ; on conçoit même ces déplacements partiels avec un déplacement total nul, c'est-à-dire dans le cas où le mobile est au repos. Si F est la force totale de M, chaque déplacement partiel donne lieu à une action partielle pour cette force F ; or, il est évident que ce déplacement partiel ne diffère en rien d'un déplacement virtuel, car c'est un déplacement qui ne correspond pas à la force réelle F, puisque le déplacement réel est MM′ ; de même, l'action de F pour ce déplacement partiel est une action virtuelle.



De même, tout déplacement virtuel peut toujours être considéré

Digitized by Google

comme une composante du déplacement réel : il résulte de là que le mot virtuel ne correspond à aucune idée nouvelle ; nous le remplacerons donc dans ce qui suit par le mot partiel qui lui est équivalent : il est clair que c'est une faute de logique que d'introduire un mot nouveau pour une notion déjà définie.

On peut aussi considérer un déplacement virtuel comme un déplacement du mobile par rapport à un nouveau système de repères ; mais ce point de vue ne diffère pas du précédent, les déplacements partiels se rattachant précisément à la théorie des mouvements simultanés.

132. Un point est évidemment en équilibre quand sa force totale est nulle : dès lors l'action de cette force pour un déplacement partiel infiniment petit quelconque du point est nulle. De là ce théorème très connu :

Théorème. — Pour qu'un point soit en équilibre, il faut et il suffit que la somme des actions de toutes ses forces pour un déplacement partiel infiniment petit quelconque soit nulle.

Ces forces se font alors équilibre sur le point en question.

Lorsqu'il y a des forces de liaison et que l'on prend des déplacements partiels satisfaisant à la condition géométrique que représente la liaison, il n'y a pas à en tenir compte dans l'équilibre, puisqu'alors les actions de ces forces de liaison sont nulles (130).

On déduit aisément de là qu'un point est en équilibre sur une courbe quand la résultante de ses forces, abstraction faite de la force de liaison, est normale à la courbe.

133. On passe de là à un système quelconque de points et l'on obtient le théorème suivant dont nous ne rappelons pas la démonstration bien connue :

Théorème. — Pour qu'un système de points soit en équilibre, il faut et il suffit que, pour des déplacements partiels infiniment petits quelconques de tous les points, la somme des actions de toutes les forces soit toujours nulle.

Dans le cas où il y a des liaisons, ce théorème se transforme comme il suit :

Théorème. — Pour qu'un système de points où il y a des liaisons soit en équilibre, il faut et il suffit que, pour des déplacements infiniment petits compatibles avec les liaisons, la somme

Digitized by Google

des actions de toutes les forces, abstraction faite des forces de liaison, soit toujours nulle.

Nous savons en effet qu'alors les forces de liaison donnent des actions nulles.

134. Appliquons ceci à un solide ; les forces de liaison sont alors les forces intérieures (130) et un mouvement infiniment petit compatible avec les liaisons est un mouvement hélicoïdal ou encore la combinaison de deux rotations simultanées (65).

L'action des forces extérieures, les seules dont il y ait lieu de tenir compte, est pour le déplacement total la somme des actions pour les deux rotations partielles : soit donc une rotation infiniment petite d'angle $d\varphi$ autour d'un premier axe OZ ; l'action d'une force f_1 pour ce déplacement est (75) $\mu_z(f_1)d\varphi$ et la somme des actions de toutes les forces extérieures $f_1, f_2, f_3 \ldots$ est $\mu_z(f_1 f_2 \ldots)\, d\varphi$.

Pour une seconde rotation d'angle $d\varphi_1$ autour de l'axe O_1Z_1, la somme de ces actions est $\mu_{z_1}(f_1 f_2 \ldots)d\varphi_1$; la condition d'équilibre est par suite $\mu_z(f_1, f_2 \ldots)d\varphi + \mu_{z_1}(f_1, f_2, f_3 \ldots)d\varphi_1 = 0$.

Cette condition devant être remplie quels que soient $d\varphi$ et $d\varphi_1$ et les axes de rotation, elle exprime que le moment des forces extérieures par rapport à une droite quelconque doit être nul.

Deux systèmes de forces équivalents, c'est-à-dire représentés par deux systèmes de segments équivalents, ont même moment par rapport à une droite : il en résulte que si un système de forces se fait équilibre sur un solide, il en sera de même de tout autre système de forces équivalent, ce qui du reste résulte d'un théorème déjà démontré (124).

Remplaçons donc le système de forces primitif par le système équivalent composé de la résultante R et du couple C : il faut, pour l'équilibre, que le moment de R et de C par rapport à une droite quelconque ou, ce qui revient au même, par rapport à un point quelconque soit nul. Prenons les moments par rapport à un point de R, le moment du système se réduit alors au moment du couple ; donc le moment du couple est nul ; prenons alors le moment par rapport à un point extérieur à R, le moment du système se réduira alors au moment de R, ce moment devant être nul, on aura $R = 0$.

Digitized by Google

Ainsi les conditions d'équilibre sont que le système des forces extérieures équivaille à une résultante et à un couple nuls.

135. Si le solide a un point fixe ou deux points fixes, les conditions d'équilibre sont données par les deux théorèmes suivants.

Théorème. — Pour qu'un solide ayant un point fixe o soit en équilibre, il faut et il suffit que le moment des forces extérieures par rapport à ce point soit nul.

Théorème. — Pour qu'un solide ayant deux points fixes o et o_1 soit en équilibre, il faut et il suffit que le moment des forces extérieures par rapport à la droite oo_1 soit nul.

Il faut, bien entendu, dans ces théorèmes, laisser de côté les forces de liaison relatives aux points supposés fixes.

136. Supposons que dans un système de points en mouvement, à liaison ou non, les forces f autres que les forces de liaison se fassent constamment équilibre : la somme des actions des forces f est nulle pour des déplacements partiels quelconques infiniment petits (133) et en particulier pour les déplacements totaux, c'est-à-dire réels de ces points.

Mais pour ces déplacements totaux la somme des actions des forces f est égale à l'accroissement d'énergie (130) ; par suite, dans un pareil système l'énergie est constante.

La réciproque est vraie quand le système est à liaisons complètes ; si en effet dans ce cas l'énergie est constante, l'accroissement d'énergie et, par suite, la somme des actions de f pour les déplacements infiniment petits des points sont nuls ; or, c'est précisément la condition nécessaire pour l'équilibre des forces f, puisque le système étant à liaisons complètes, les déplacements considérés sont les seuls compatibles avec les liaisons (130).

§ 4. — *Systèmes dynamiques quelconques. Conclusions.*

137. Nous rappelons la définition géométrique que nous avons donnée de la dynamique (116).

La dynamique géométrique est l'étude des mouvements des points doués de masses dont les accélérations prises par rapport à un système de repères et à une variable principale t convenablement choisis satisfont à la loi dynamique (a).

Digitized by Google

Nous rappelons enfin que les masses sont simplement des coefficients numériques fixes attribués aux points et que la loi dynamique (a) s'énonce comme il suit :

Les repères et la variable t étant convenablement choisis, deux points quelconques M et M_1 échangent des accélérations inversement proportionnelles à leurs masses et dirigées suivant la droite MM_1.

Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, les masses peuvent être des nombres algébriques, c'est-à-dire avoir les deux sens.

La dynamique géométrique ainsi définie est bien une science purement mathématique, mais elle a de plus cet intérêt particulier qu'elle se trouve réalisée dans l'univers, sinon d'une façon absolue, au moins d'une façon très approchée, tellement approchée que les écarts entre la théorie et l'observation sont insignifiants.

Mais, au seul point de vue mathématique, la loi dynamique (a) n'est qu'une loi particulière à côté de laquelle nous pouvons en concevoir bien d'autres : de là une dynamique beaucoup plus générale que celle que nous venons d'exposer, mais qui s'en sépare nettement en ce sens qu'elle est, au moins pour le moment, sans application dans l'univers.

138. Nous disons pour le moment ; c'est là une expression qui demande à être expliquée : nous ne voulons pas dire, en effet, que la loi dynamique (a) avec ses conséquences, la loi de Newton, etc..., réalisée aujourd'hui dans l'univers, cessera de l'être demain ; quelle que soit l'opinion philosophique ou religieuse qu'on ait sur le mode d'organisation de l'univers, tout le monde reconnaît aujourd'hui que cet univers fonctionne scientifiquement et suivant une loi, nous pourrions même dire une sorte de volonté générale et immuable que des volontés particulières, des hasards ne sauraient interrompre.

Mais cette loi générale peut toujours être considérée comme une série à termes indéfiniment décroissants : nous connaissons aujourd'hui le premier terme de la série, c'est la loi dynamique (a) ; mais rien ne dit que des siècles d'observation, s'ils sont donnés à l'homme, ou simplement même l'emploi de procédés et d'instruments plus précis que les nôtres ne nous donneront pas pour

Digitized by Google

cette loi (a) un terme de correction infiniment petit ; c'est dans ce sens que nous disons que la loi (a) est, pour le moment, la loi de l'univers et qu'il ne faut pas la considérer comme l'expression absolue et définitive de la réalité.

Remarquons, de plus, que nous sommes loin de connaître tous les mouvements de la matière ; nous ne sommes donc pas certains que tous les mouvements satisfont à cette loi (a) ; cette observation concerne surtout les mouvements des points infiniment voisins, comme ceux qui se produisent dans les réactions chimiques, dans la formation des cristaux, dans l'organisation de la cellule ; peut-être ces mouvements ont-ils une dynamique spéciale différente de celle qu'on a étudiée jusqu'ici ; ce sont là, bien entendu, de pures hypothèses spéculatives, mais il est clair que, quand bien même elles se trouveraient réalisées, elles ne seraient qu'une application nouvelle de notre dynamique générale.

139. Pour donner plus de précision à cette idée d'une dynamique générale, nous indiquerons quelques exemples.

Voici d'abord comment nous la définirons :

La dynamique est l'étude du mouvement des points doués de masses, étant entendu que tous ces mouvements satisfont à une loi générale laquelle exprime une relation entre les masses et les vitesses d'ordre quelconque des points, cela pour un choix convenable des repères et de la variable t.

C'est cette loi générale qui distingue la dynamique de la cinématique.

La loi qui se rapproche le plus de la loi dynamique (a) est la suivante :

Deux points quelconques M et M_1 échangent des vitesses d'ordre n inversement proportionnelles à leurs masses et dirigées suivant la droite MM_1.

Pour $n = 2$, on rentre dans le cas de la loi (a).

Ce système dynamique, que nous désignerons pour la commodité du langage par la lettre (b), a beaucoup d'analogies avec le système (a) ; les puissances d'ordre n y jouent le rôle des forces ; le système (b) nous donne notamment des puissances d'ordre n *intérieures* (ce mot s'explique de lui-même) deux à deux égales

Digitized by Google

et opposées, et ces puissances intérieures disparaissent lorsque l'on compose toutes les puissances d'ordre n ou lorsque l'on prend leurs moments : de là, par exemple, ce théorème (**121**) :

Théorème. — La puissance d'ordre n du centre de gravité est la résultante de translation de toutes les puissances d'ordre n du système, les puissances intérieures exceptées.

Nous dirons dans ce système qu'un point est en équilibre quand sa puissance totale d'ordre n est nulle ; avec cette définition, le théorème relatif aux déplacements partiels infiniment petits dans le cas de l'équilibre (**132**) est applicable.

Quant aux différences qui existent entre les systèmes a et b, elles proviennent surtout du théorème des aires et du théorème sur l'action de la seconde vitesse ; ces théorèmes ne peuvent en effet s'étendre tels quels aux vitesses de tous ordres.

140. Nous citerons encore une loi dynamique qui présente quelques particularités intéressantes.

Les puissances d'ordre n de deux points quelconques forment un couple.

Dans ce système, le théorème relatif à la puissance d'ordre n du centre de gravité est encore vrai, car les puissances d'ordre n *intérieures* formant couple deux à deux s'annulent dans la composition.

Nous ne développerons pas davantage ces considérations sur la dynamique générale, notre but étant simplement de montrer comment cette étude purement *géométrique* du mouvement nous conduit à une science beaucoup plus vaste que celle qui est connue actuellement.

141. En résumé, ce qu'il faut retenir de cette conception, c'est qu'il existe une mécanique rigoureusement rationnelle, véritable géométrie du mouvement qui subsisterait dans toutes ses conséquences quand bien même l'univers cesserait d'exister ou existerait autrement.

L'univers n'est qu'une application particulière et très limitée de cette mécanique qui ne dépend en rien des faits observés et nous aide au contraire à les prévoir et à les expliquer.

Digitized by Google

LA

CLASSIFICATION DES NUAGES

DE POËY

Par M. C. MILLOT

ANCIEN OFFICIER DE MARINE, CHARGÉ D'UN COURS COMPLÉMENTAIRE DE MÉTÉOROLOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

La forme des nues, qui donne aux paysages tant de mouvement et de charme, nous annonce ce qui se passe dans les hautes régions de l'atmosphère ; quand l'air est calme, les nuages dessinent sur le ciel d'une chaude journée d'été « l'image projetée » du sol dont le calorique rayonne abondamment vers l'espace.

HUMBOLDT.

Je me suis proposé de vous parler de la nomenclature des nuages imaginée par le météorologiste français André Poëy, ancien fondateur et directeur de l'observatoire physique et météorologique de la Havane, et vivant actuellement à Paris.

Voici les motifs qui m'ont engagé à traiter ce sujet devant vous.

Bien que sa première publication remonte à l'année 1872[1], bien qu'elle constitue un progrès important sur la classification d'Howard reconnue insuffisante, et qu'elle ait été accueillie avec faveur par la plupart des météorologistes, la nouvelle méthode de Poëy ne semble pas avoir reçu la publicité qu'elle mérite, puisque, dans tous les traités de physique et même, chose curieuse, dans la presque totalité des ouvrages de météorologie parus en France depuis cette époque, on n'y fait pas la plus petite allusion.

On reproduit toujours la nomenclature surannée de l'anglais Howard, qui remonte au commencement du siècle, accompagnée

1. Une troisième édition a paru en 1879 chez Gauthier-Villars, sous le titre : *Comment on observe les nuages pour prévoir le temps.*

Digitized by Google

la petite image que vous connaissez tous et qui représente, dans un même ciel, le *cirrus,* le *cumulus,* le *stratus* et le *nimbus,* avec des oiseaux renvoyant au texte. De sorte que la classification française, quoique plus rationnelle, reste à peu près ignorée. J'ai voulu, dans la limite de mes faibles moyens, contribuer à la faire connaître.

Tandis qu'Howard ne s'est guère occupé que de la *forme* des nuages, Poëy a eu surtout en vue leur *structure,* qui dépend de la température, de l'altitude et du mode de précipitation de la vapeur d'eau. La structure des nuages nous est révélée surtout par les phénomènes lumineux auxquels ils donnent naissance.

Si la nomenclature d'Howard n'est pas absolument mauvaise, si elle conserve encore quelque valeur, cela tient à ce que la forme d'un nuage dépend, dans une certaine mesure, de sa structure, ainsi que l'a bien fait voir le météorologiste français.

Howard n'a presque rien dit de l'*évolution* des nuages; Poëy, au contraire, a établi leur *filiation,* c'est-à-dire comment et dans quel ordre les nuages passent d'une forme à une autre.

Pour mieux faire voir la supériorité de la méthode nouvelle, nous allons mettre en regard les deux classifications :

Nomenclature d'Howard.

Premier type : *Cirrus.*
Dérivés. *Cirro-cumulus.*
Cirro-stratus.
Deuxième type : *Cumulus.*
Dérivé : *Cumulo-stratus.*
Troisième type : *Stratus.*
Quatrième type : *Nimbus.*

Classification de Poëy.

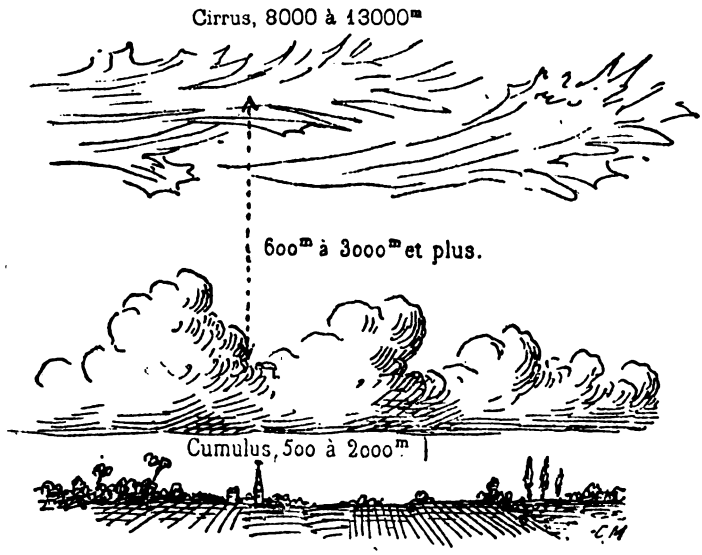
Premier type : *Cirrus*
Dérivés. *Tracto-cirrus*, *Cirro-stratus* — nuages de glace.
Cirro-cumulus, *Pallio-cirrus*, *Globo-cirrus* — nuages de neige.
Deuxième type : *Cumulus*, *Pallio-cumulus*, *Globo-cumulus*, *Fracto-cumulus* — nuages de vapeur aqueuse.

Digitized by Google

Dans cette énumération, les nuages sont disposés dans l'ordre de leur altitude, et c'est dans cet ordre que les nuages de chaque type se transforment.

On voit de suite que Poëy a réduit ses types fondamentaux à deux : le type *cirrus* et le type *cumulus*.

Suivant les météorologistes qui se sont le plus occupés des nuages, ceux-ci se répartissent en deux couches superposées, qui peuvent ou non coexister, et il y a toujours un espace exempt de matière nébuleuse même entre les plus élevés des nuages inférieurs (type *cumulus*) et les plus bas des nuages supérieurs (type *cirrus*). On assigne comme distance de l'une à l'autre des deux couches en regard une hauteur qui varie de 600 à 3,000 mètres et plus.

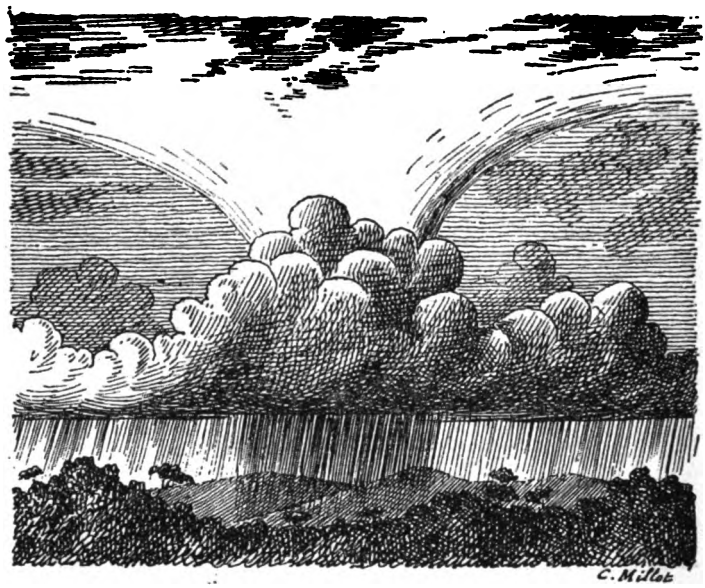


Couches de nuages superposées.

Cet intervalle entre les deux systèmes de stratification nuageuse est fréquemment le théâtre d'un échange actif : ou bien une évaporation puissante a lieu à la face supérieure de la couche de cumulus, et la vapeur, invisible d'abord, vient se congeler dans les hautes régions pour donner naissance à des cirrus ; ou bien, et c'est ce qui a lieu le plus souvent, les particules glacées des couches élevées viennent faire irruption dans les régions infé-

Digitized by Google

rieures et y occasionner de violentes et abondantes condensations. Cette irruption est fréquemment visible à l'horizon par les temps orageux : c'est elle qui donne naissance aux nuages en forme d'enclume, superposés aux cumulus, et qui ont reçu du commandant Rozet le nom de *trombes internubaires*. Seulement cet auteur s'est trompé en faisant de ces nuées le produit de l'évaporation du sommet des cumulus ; bien au contraire, les nuages inférieurs doivent souvent leur existence à l'arrivée de la trombe glacée dans une couche voisine de la saturation.



Trombe internubaire.

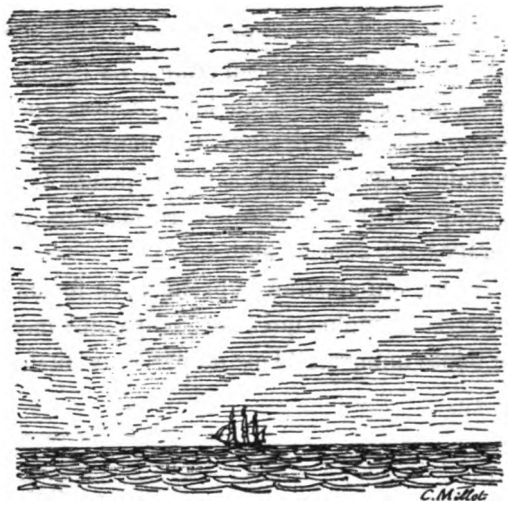
Ainsi, voilà déjà un fait fondamental — l'existence de deux couches distinctes correspondant à deux types principaux — qui a échappé à Howard et que Poëy a bien établi.

Pour être complet, je devrais décrire l'une après l'autre chacune des formes de nuages distinguées par Poëy ; mais, pour ne pas abuser de votre attention, j'examinerai seulement les innovations de l'auteur.

Il a donné le nom de *tracto-cirrus*, c'est-à-dire bandes de cirrus, à ceux de ces nuages qui se disposent en longues traînées parallèles que la perspective rend convergentes vers un point de l'ho-

Digitized by Google

rizon; ce sont les nuages les plus élevés après les légères balayures qui constituent les cirrus proprement dits. Les marins ont remarqué depuis longtemps ces bandes de nuages disposées en éventail et leur ont donné le nom de *pied de vent,* parce qu'elles annoncent, en général, un vent qui soufflera du point de l'horizon d'où semblent émaner les *tracto-cirrus*.



Tracto-cirrus.

Humboldt a vu quelquefois, en plein jour, les bandes de cirrus s'orienter parallèlement à l'aiguille de déclinaison et affoler les boussoles comme le fait une aurore boréale. Dans ce cas, ce n'est plus le vent qui disposerait en bandes parallèles les nuages de glace, mais une action électrique. Malgré l'autorité d'Humboldt, il serait intéressant de voir cette remarque confirmée, car aucun voyageur, à ma connaissance, n'a fait cette observation après lui.

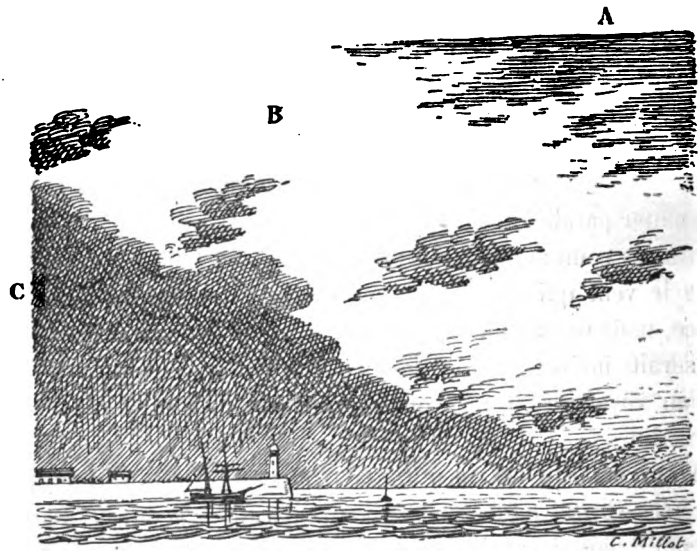
Vous remarquerez ensuite, qu'à l'inverse d'Howard, Poëy place les *cirro-stratus* au-dessus des *cirro-cumulus,* ce qui est naturel, puisqu'il fait de ceux-là des nuages de cristaux de glace et de ceux-ci des nuages de flocons de neige.

Nous arrivons maintenant à la création la plus heureuse de Poëy; je veux parler de son *pallium*. En voici la description empruntée à l'auteur lui-même.

Digitized by Google

Sous le nom générique de *pallium* (manteau), Poëy désigne deux formations nuageuses qui présentent l'apparence d'un voile, d'un rideau, d'une étendue considérable, d'une contexture très serrée, aux bords le plus souvent bien tranchés, d'une marche assez lente et qui embrassent une étendue de la voûte céleste plus grande que la portion visible du ciel. Selon que le pallium est formé de cirrus ou de cumulus, il se distingue en *pallio-cirrus* ou en *pallio-cumulus*. L'apparition de ces couches amène le mauvais temps, leur disparition le beau temps. La couche du *pallio-cirrus* apparaît la première et, quelques heures après, celle du *pallio-cumulus* se forme en dessous. Ces deux couches restent en vue à une certaine distance l'une de l'autre pendant toute la durée du mauvais temps ; leur action ou leur réaction réciproques produisent les orages et les fortes pluies.

Le *pallio-cirrus,* qui apparaît le premier, se forme par l'agglomération des cirro-cumulus qui s'abaissent visiblement. Il couvre le ciel d'une teinte uniforme blanc de perle ou laiteuse ; il monte



A, portion de ciel encore bleu. — B, pallio-cirrus. — C, pallio-cumulus.

généralement de l'horizon du S.-O., pour envahir peu à peu tout le ciel, et détermine la chute de la pluie tant qu'il reste au-dessus et en regard du *pallio-cumulus* des couches inférieures. Aussi

Digitized by Google

n'aperçoit-on le pallio-cirrus que sur l'avant et sur l'arrière de la dépression barométrique qui accompagne la présence des deux palliums au-dessus de l'horizon. Suivant toutes les apparences, c'est là le plus bas des nuages qui appartiennent aux couches supérieures de l'air et, pour cette raison, il est vraisemblablement formé de flocons de neige. Ceux-ci étant précipités par masses considérables sur les couches du pallium inférieur y déterminent une condensation plus rapide.

En résumé, on voit habituellement les avant-coureurs d'une dépression barométrique s'avancer dans le ciel à partir d'un point situé au Sud-Ouest et dans l'ordre suivant ou à peu près.

D'abord ce sont des cirrus proprement dits, sous forme de filaments déliés, épars; puis des nuages stratifiés (*cirro-stratus*) qui parfois se rassemblent et forment un voile mince et demi-transparent, puis vient le ciel pommelé (*cirro-cumulus*); enfin les intervalles entre les pelottes du ciel pommelé se comblent et un rideau nuageux (*pallio-cirrus*) s'étend sur tout le ciel. Cette couche uniforme, blanche au début et que le soleil arrive à peine à percer, devient grisâtre à mesure qu'elle se dérobe aux rayons solaires.

Pendant ce temps, de petits nuages fuyards (en anglais *scuds*) commencent à se former dans les couches inférieures : c'est l'avant-garde du manteau de nuages pluvieux (*pallio-cumulus*), qui s'avance à son tour du même point de l'horizon pour envahir tout le ciel.

L'apparition des premiers cirrus a lieu souvent plusieurs jours avant le mauvais temps; en moyenne 40 heures avant que le rideau de nuages de pluie (*pallium inférieur*) commence à poindre sur l'horizon, où il affecte la forme d'un banc nuageux (*panne* des marins français), et d'où il s'étend avec lenteur sur la totalité du ciel visible.

D'autres fois, quand la pression barométrique diminue avec rapidité, les différentes couches de nuages se suivent de si près, que les premiers éclaireurs n'ont pas encore franchi le zénith qu'on voit déjà le sombre banc de nuages se dessiner nettement à la partie occidentale de l'horizon.

Aux yeux de Poëy, une propriété autre que l'altitude et la structure distingue encore les nuages du type *cirrus* de ceux du type

Digitized by Google

cumulus : les premiers nous arrivent tout formés par les régions supérieures et nous annoncent ainsi la venue du courant marin de Sud-Ouest; ce sont le plus souvent des formations marines et tropicales venues sur les ailes du contre-alizé. Les seconds, au contraire, sont une formation toute locale, ou du moins ne voyagent guère; voici comment on peut concevoir la formation du *pallio-cumulus,* qui se ferait alors de proche en proche.

Quand les cirrus s'épaississent et descendent, ils refroidissent l'air situé en dessous, à la fois parce qu'ils affaiblissent les rayons du soleil et parce qu'ils sont formés de glace. Ce refroidissement fait naître des nuages dans les couches inférieures voisines de leur point de saturation. Quand les cirrus, devenant nombreux et épais, finissent par former un *pallio-cirrus,* les nuages inférieurs augmentent et s'amassent à leur tour sous la forme d'une couche compacte et continue qui, privée des rayons du soleil, prend une teinte gris sombre : c'est le *pallio-cumulus* ou couche continue de nuages noirs pluvieux, d'où la pluie tombe abondamment, surtout si l'air froid ou la neige des régions élevées viennent à descendre jusqu'à lui.

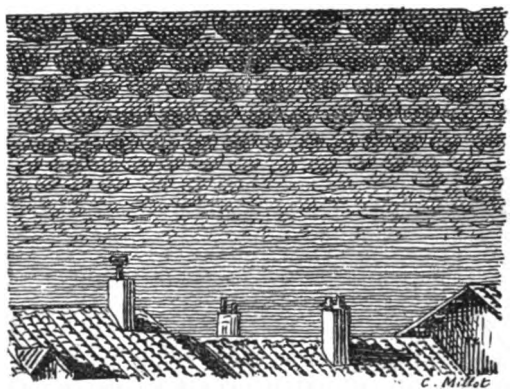
Plus bas encore, on voit souvent courir avec rapidité de petits nuages peu denses et de forme échevelée, étirée, qui se détachent en plus clair sur le rideau noir de la couche pluvieuse. Poëy leur donne le nom de *fracto-cumulus;* ce sont essentiellement des nuages de vent et, dans les tempêtes, ils accompagnent les rafales ou renforcements momentanés de la brise. Ce sont eux que l'on voit passer quelquefois si près de terre qu'ils rasent le sommet des édifices élevés et des arbres.

Tout ce qui précède montre bien l'inanité du *nimbus* d'Howard : ce n'est la propriété d'aucun nuage isolé de laisser tomber de la pluie et, tant qu'ils n'ont pas de cirrus au-dessus d'eux, les cumulus en apparence les plus menaçants ne peuvent fournir une ondée de quelque importance. Aussi Poëy n'admet-il pas le *nimbus* tel qu'on le définit d'après le météorologiste anglais : « un nuage noir d'où la pluie tombe à torrents. »

Quant au *globo-cirrus,* ou nuage globulaire tempêtueux, c'est une forme très rare, qu'Howard ne mentionne pas, mais dont le naturaliste français Lamarck, auteur d'une nomenclature des

Digitized by Google

nuages antérieure à celle d'Howard, avait déjà donné la description sous le nom de « nuage boursouflé ». Poëy l'adopte et lui donne le nom latin ci-dessus. Figurez-vous une masse blanche, arrondie, d'une apparence tellement dense qu'elle ressemble à une boule de neige ou une agglomération de boules, formant une nuée parfaitement isolée et à contours nettement arrêtés. Ces nuages, qui ont reçu des marins anglais le nom de *pocky-clouds* (nuages à poches) et qu'on trouve désignés dans les *Instructions de l'Amirauté britannique* sous le nom de *roll-cumulus,* accompagnent de terribles bouffées de vent, de courte durée, mais d'une violence inouïe. Cette forme est rare dans les nuages du type cirrus; elle se rencontre plus fréquemment dans les couches inférieures et reçoit alors le nom de *globo-cumulus*. Dans ce cas, les poches hémisphériques, de couleur sombre, sont adhérentes au pallium pluvieux et en relief sur sa face inférieure. J'ai signalé la présence de ce météore dans la tempête orageuse du 19 décembre 1884 à Nancy[1].



Globo-cumulus.

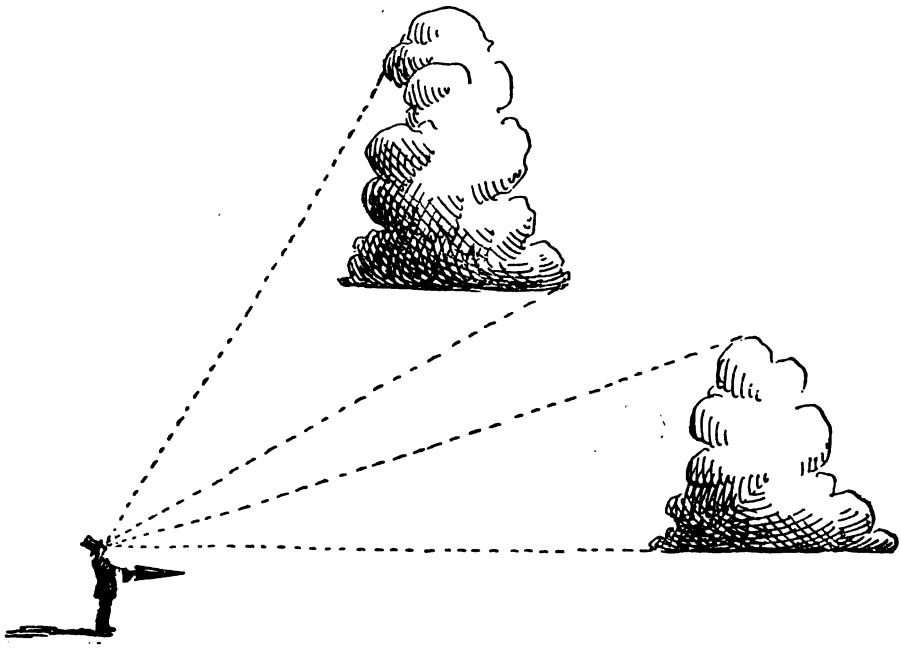
Telles sont les innovations que Poëy a introduites dans la nomenclature des nuages; il me reste à examiner pourquoi il n'adopte pas plus le *cumulo-stratus* et le *stratus* d'Howard qu'il n'admet son *nimbus*.

C'est comme faisant double emploi avec le cumulus proprement

1. *Bulletin mensuel de la Commission météorologique de Meurthe-et-Moselle.*

Digitized by Google

dit, que l'auteur français supprime le terme de *cumulo-stratus*. Howard désignait ainsi les cumulus qui reposent sur une base horizontale; or, c'est le cas de tous les cumulus proprement dits sans exception. Vous savez que cette base s'établit au niveau précis où l'air, qui monte sous l'influence du courant ascendant produit par l'échauffement du sol, atteint son point de rosée. C'est quand le nuage est à une grande distance horizontale de l'observateur que sa base, vue de profil, se montre rectiligne. Un nuage identique, situé à 45 degrés du zénith, se verra en partie par-dessous et sa base, quoique toujours formée par un plan horizontal, ne semblera plus rectiligne. Voilà, je crois, l'erreur qu'à commise Howard en distinguant des cumulus avec ou sans base horizontale.



Cumulus voisin du zénith et cumulus à l'horizon.

Les cumulus voisins du zénith et vus par-dessous affectent donc une forme quelconque. Quand l'un d'eux vient à masquer le soleil, il peut induire en erreur un observateur inexpérimenté par son aspect menaçant. Comme l'a fait spirituellement remarquer

Digitized by Google

M. Philippe Weilbach[1], ce sont les nuages de cette catégorie qui sont cause que tant de gens vous disent « qu'il ne pleut jamais quand ils prennent leur parapluie ».

Pour le *stratus*, je trouve que Poëy a eu raison de n'en pas faire un type fondamental, mais qu'il a eu tort de le supprimer entièrement.

Voici comment je crois avoir observé que ce nuage prend naissance.

On sait que les cumulus se forment sous l'influence de l'échauffement du sol; leur dimension verticale va en croissant avec la chaleur du jour, en même temps leur base horizontale s'élève. Vers le soir, quand le courant ascendant perd de sa force, les cumulus s'affaissent; les masses d'air redescendent, s'échauffent par le fait de leur contraction et par le voisinage du sol; la vapeur d'eau qui descend plus bas que le niveau où se trouve le point de rosée se dissout, mais la portion qui n'est pas dissoute s'étale en une nappe légère à ce niveau. Cette mince couche nuageuse produit l'illusion d'un ciel couvert si elle plane au-dessus de l'observateur, mais à l'horizon elle apparaît comme une bande rectiligne parce qu'elle est vue par la tranche : c'est là le *stratus* d'Howard, nuage du soir et d'horizon, comme le cumulus est un nuage d'été, de jour et d'horizon. Ce nuage dérive du cumulus, c'est vrai; c'est, si l'on veut, le résidu du cumulus de la journée et l'embryon du cumulus du lendemain, mais voici quelle est son importance.

Quand l'atmosphère n'est pas humide et, par suite, lorsque le beau temps doit durer, les cumulus disparaissent entièrement le soir, sans laisser après eux le moindre stratus. Mais quand, après une série de beaux jours, les stratus deviennent plus nombreux ou plus étendus chaque soir, on doit en conclure que l'air devient plus humide et que le changement de temps est proche.

Le nom de *stratus* s'applique aussi aux barres horizontales qui coupent, comme d'un trait de plume, la tête des cumulus dans les temps orageux. Si l'on admet que ces barres se forment dans les mêmes conditions que les stratus de l'horizon et du coucher du soleil, on en conclura que le niveau où se trouve le point de satu-

1. *Formes des nuages dans l'Europe septentrionale. Annuaire de l'Institut météorologique du Danemark.*

Digitized by Google

ration est à des hauteurs différentes dans les deux colonnes d'air contiguës, c'est-à-dire celle qui contient le cumulus et celle où s'est formé le stratus, et que l'air monte dans la première tandis qu'il descend dans la seconde. C'est là une situation anormale et instable, qui explique suffisamment pourquoi l'on est menacé d'un orage quand le sommet des cumulus est ainsi barré de stratus. Vous voyez que cette forme de nuages a bien son importance.

Mais il y a d'autres lacunes dans la nomenclature de Poëy. Tous les nuages des couches inférieures ne sont pas produits par un courant ascendant, sous l'influence du calorique terrestre, comme le cumulus, ou ne sont pas sous la dépendance des cirrus des hautes régions comme le pallio-cumulus et ses compagnons. La vapeur passe également à l'état visible au contact de deux courants aériens horizontaux, mais de température différente. Les nuées ainsi engendrées, n'ayant pas la forme « en agrégation ascendante » et ne reposant pas sur une base horizontale, ne peuvent s'appeler des cumulus; or, Poëy ne les mentionne pas. Peut-être est-ce à eux que songeait Howard quand il distinguait les *cumulus* et les *cumulo-stratus*.

Parmi les nuages produits au contact de deux courants de température et d'humidité différentes, il est une forme assez fréquente et qui, vu son importance, mériterait certainement un nom spécial; je veux parler d'une nappe de nuées qui se forme à la limite commune de deux courants aériens de sens contraire et immédiatement superposés.

Dans cette couche nuageuse, différente des palliums de Poëy, se remarquent des sillons ondulés, mais parallèles, se détachant en une teinte plus claire et alternant avec des bandes plus foncées, également ondulées et parallèles; le tout ayant l'apparence de vagues aériennes vraisemblablement produites par le frottement des deux masses d'air en mouvement. C'est à cette forme que conviendrait mieux le nom de *mackerel-cloud*[1] par lequel les marins anglais désignent le ciel pommelé, mais peut-être confondent-ils ces deux sortes de nuages qui ont cependant une origine bien différente. Les expressions de vagues aériennes, ou vagues nua-

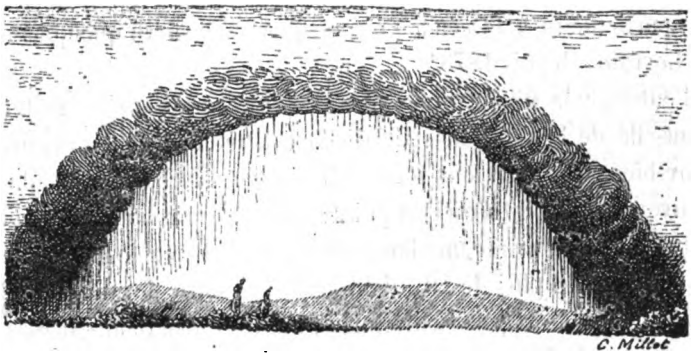
1. Par analogie avec les dessins ondulés qui se remarquent sur le dos des maquereaux.

Digitized by Google

geuses, ou encore nuages en vagues conviendraient bien à ce voile ondulé; je laisse aux personnes amies du latin le plaisir de lui trouver un nom en *us*.

Il y a encore condensation de la vapeur quand un courant d'air humide traverse un espace circonscrit où existe une cause locale de refroidissement. Les aéronautes, M. Tissandier en particulier, ont signalé à diverses reprises l'existence de nuées immobiles, paraissant comme ancrées dans le lit d'un courant atmosphérique d'une vitesse de 8 à 10 mètres par seconde. Ce phénomène se produit au-dessus des étangs, des marécages, des prés humides, des forêts, etc. Voilà encore une sorte de nuage omise par Poëy.

Enfin le météorologiste français, comme tous ses collègues non marins du reste, ne fait pas mention de la forme en arc que prennent certaines nuées orageuses, autrement dit des *grains arqués*. Je reproduis ici la description que j'en ai donnée en 1883 dans une *Étude sur les orages dans le département de Meurthe-et-Moselle*[1].



Grain arqué.

Ces grains, comme leur nom l'indique, ont la forme d'un grand arc noir, généralement assez surbaissé, dont les deux pieds semblent toucher le sol, et qui marche avec rapidité suivant une trajectoire perpendiculaire à la ligne qui joindrait les deux pieds de l'arc. Le plan de cet arc n'est pas vertical, il est toujours incliné en avant; le bord inférieur du nuage est nettement tracé et le segment qu'il embrasse est d'un blanc brillant quand le soleil est derrière lui par rapport à l'observateur; le bord supérieur, au

1. Voir *Bulletin de la Société des sciences de Nancy*, année 1883, page 31.

Digitized by Google

contraire, est assez diffus, surtout au sommet de l'arc, qui est toujours moins sombre que les pieds. Ceux-ci sont au contraire très noirs et lancent la foudre et la grêle à torrents, tandis que, sous la voûte, on ne reçoit qu'une pluie souvent diluvienne il est vrai. Combien de temps ce nuage conserve-t-il sa forme? Sans doute les inégalités du sol le déforment ou le divisent, ce qui expliquerait sa rareté relative sur les continents. Dans ce cas l'arc se rompt à la partie supérieure, les deux portions se résolvent en pluie ou sont attirées par leurs pieds respectifs; on a alors deux orages séparés. Même quand les grains arqués sont le mieux formés, la partie supérieure est toujours plus claire que les pieds, ce qui dénote une tendance à la rupture de l'arc.

Ces grains, fréquents dans les mers où règnent les moussons, aux époques où la circulation atmosphérique se renverse, se montrent quelquefois sur nos côtes; ils amènent alors la saute au N.-O. par laquelle se terminent fréquemment les mauvais temps de S.-O. Ils sont bien connus des marins, mais ne sont cependant pas particuliers à l'Océan, puisque j'en ai observé quelques-uns en Lorraine depuis 1878[1].

Peut-être la plus grande rareté des grains arqués sur terre vient-elle de la position spéciale dans laquelle il faut se trouver pour bien constater leur forme. Il est nécessaire, en effet, de se trouver en un point d'où l'on puisse embrasser un horizon étendu, soit en plaine, soit sur une hauteur, car la distance des deux pieds de l'arc est de plus de 10 kilomètres (12 dans celui du 19 juillet 1879, un pied est passé sur Nancy, l'autre entre Saint-Nicolas et Dombasle). Il faut en outre que le grain marche vers l'observateur, car une personne en dehors du grain, mais en prolongement du plan de l'arc, ne pourrait constater la forme du météore.

J'attribuerais volontiers à des grains arqués les deux zones de grêle étroites, parallèles, mais s'étendant sur une grande longueur, que l'on est souvent conduit à tracer sur les cartes d'orages[2].

1. Voir *Bulletin de la Commission météorologique de Meurthe-et-Moselle*, année 1879, page 25.

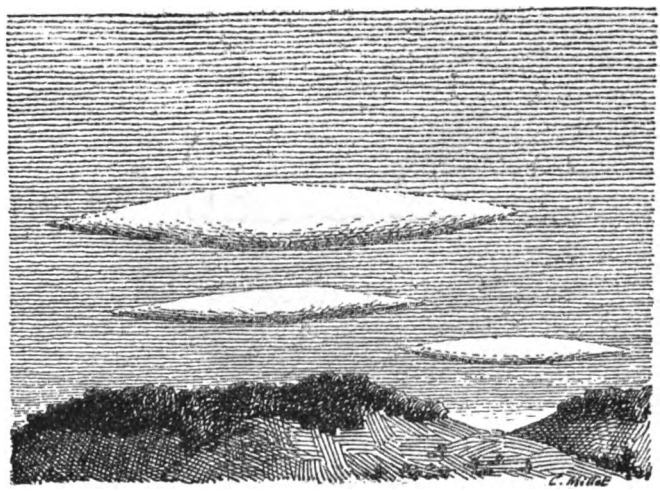
2. Le seul ouvrage où il soit fait mention de quelque chose d'analogue au grain arqué est : *Leçons sur l'électricité professées en* 1875-1876, par J. Tyndall,

Digitized by Google

Quoi qu'il en soit, et pour conclure, la classification proposée par le météorologiste français André Poëy constitue, malgré les lacunes que nous avons signalées, un grand progrès sur celle que l'on suivait jusqu'alors. Le *pallium,* en particulier, est une innovation des plus heureuses; qu'attendent donc les auteurs français pour l'adopter? Faudra-t-il qu'il nous revienne d'outre-Rhin, car nos voisins ont reconnu l'utilité de ce terme et s'en servent.

Note complémentaire. — A la liste des formes de nuages encore innommées, quoique bien définies, il convient d'ajouter aussi celle que mentionne M. Plumandon, météorologiste adjoint à l'observatoire du Puy-de-Dôme, et dont l'apparition indique la présence d'une dépression secondaire dans le voisinage immédiat de l'observateur.

D'une blancheur opaline, à contours très nets et d'une apparence très dense, ces nuages affectent généralement la forme de fuseaux, c'est-à-dire d'un ovale très allongé, terminé par deux pointes effilées.



Nuages de mistral.

traduites de l'anglais par Francisque Michel (Gauthier-Villars, 1878). A propos du choc en retour, l'auteur reproduit, page 143, une figure empruntée à lord Mahon et qui représente un nuage en forme d'arc dont les deux extrémités sont assez voisines du sol : tandis que l'une lance la foudre, l'autre produit le choc en retour.

Digitized by Google

Souvent trois ou quatre de ces nuages sont superposés ou placés les uns à côté des autres. Ils apparaissent ordinairement au milieu d'une éclaircie et dans un ciel d'un bleu très franc.

Ce sont essentiellement des nuages de vent; ils indiquent d'où celui-ci soufflera avec force. M. Plumandon ne dit pas dans quel secteur de la dépression secondaire on observe ces nuées; je les crois spéciales au côté maniable, car, en Lorraine du moins, elles n'apparaissent presque jamais que dans l'Est ou le Nord-Est, avant ou pendant que souffle un vent fort de cette direction. De Nancy, c'est au-dessus du plateau de Malzéville qu'on les aperçoit.

En Provence, où ces nuages sont beaucoup plus fréquents, ils semblent appartenir à la partie postérieure des dépressions du golfe de Gênes, car ils accompagnent les vents violents de Nord au Nord-Ouest, si bien qu'à Toulon, mes collègues de la marine et moi, nous les avions baptisés « nuages de mistral ».

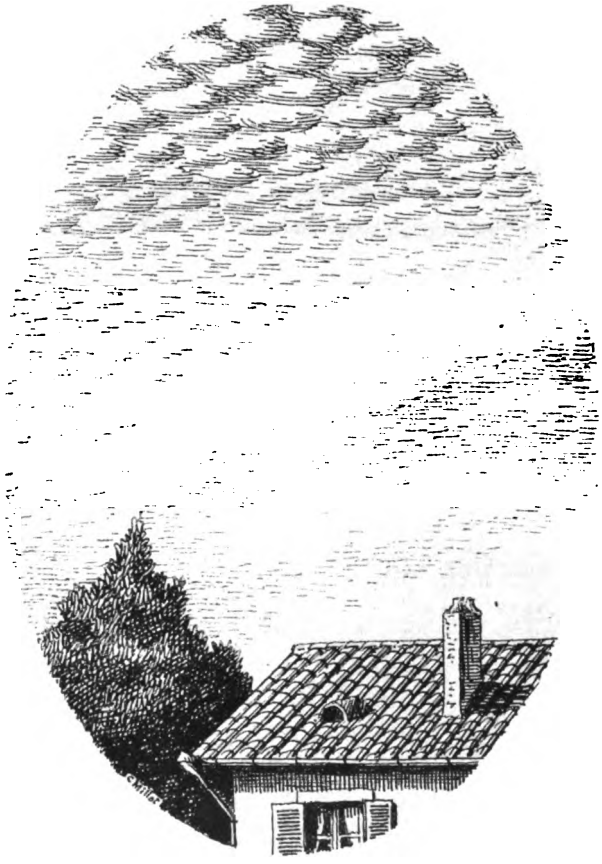
C. M.

Digitized by Google

Cirrus (queue de chat).

Digitized by Google

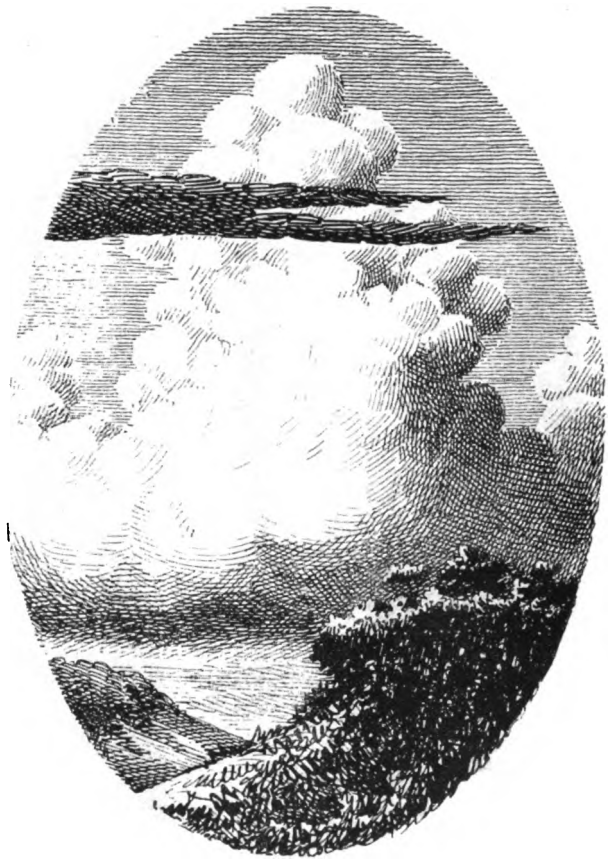
Digitized by Google



Cirro-cumulus (ciel pommelé).

Digitized by Google

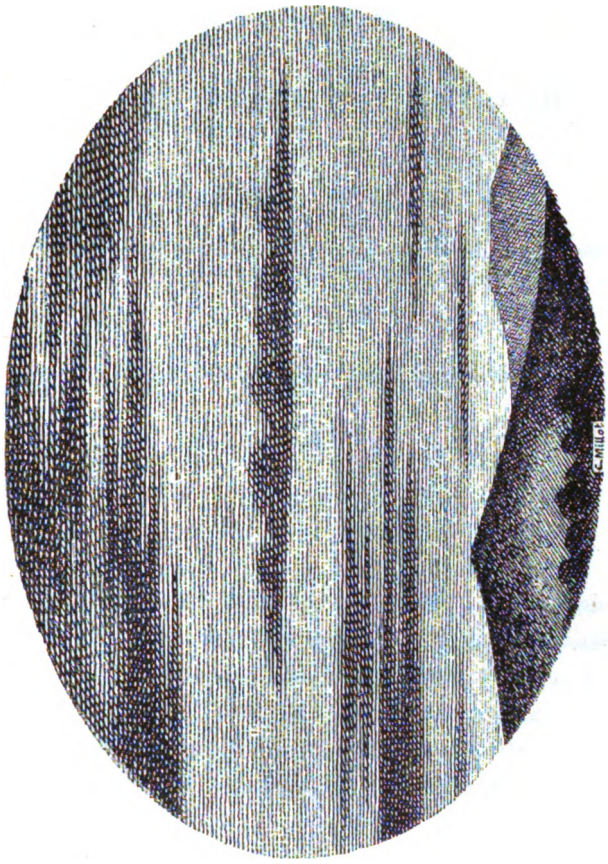
Digitized by Google



Cumulus coupé par un stratus.

Digitized by Google

Digitized by Google



Stratus au crépuscule.

Digitized by Google

Digitized by Google

LE

CYCLONE DU 3 JUIN 1885

A ADEN

ET LA PERTE DU *RENARD*

Par M. C. MILLOT

ANCIEN OFFICIER DE MARINE, CHARGÉ D'UN COURS COMPLÉMENTAIRE DE MÉTÉOROLOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Communication faite à la Société, dans sa séance générale annuelle du 16 décembre 1885

Dans le courant du mois de juin 1885, les journaux ont annoncé la perte du navire de guerre français *le Renard*[1], englouti dans un cyclone le 3 du même mois, pendant la courte traversée d'Obock à Aden. La presse tout entière a partagé l'émotion publique, puis le silence s'est fait sur cette catastrophe, comme les flots se sont refermés sur le malheureux navire et son vaillant équipage.

En abordant ce triste sujet, j'ai eu autant pour but d'adresser un souvenir à mes infortunés collègues, que de faire connaître le résultat de mes recherches sur les circonstances dans lesquelles ce naufrage a eu lieu; car, je dois le dire de suite, ces résultats se bornent à très peu de chose, à cause du petit nombre des renseignements que j'ai pu me procurer.

1. Aviso de 1re classe, 92 hommes d'équipage, commandé par M. le capitaine de frégate Peyrouton-Laffon de Ladébat.

Digitized by Google

Le cyclone du 3 juin, à Aden, a surpris toutes les personnes qui connaissent la circulation atmosphérique au-dessus de la mer des Indes, et en particulier les météorologistes et les marins. Pour vous faire bien saisir ce qu'une pareille tempête, à cette époque et dans ces parages, avait d'inattendu, permettez-moi de vous rappeler en quelques mots le régime des moussons de la mer des Indes.

Vous savez que, dans l'Atlantique et l'Océan Pacifique, qui s'étendent d'un pôle à l'autre, il règne, de chaque côté de la bande de calmes inséparables du maximum thermal, des vents alizés de Nord-Est, au nord de l'équateur, et de Sud-Est, au sud de la ligne équinoxiale. Il n'en est plus de même pour l'Océan Indien. Cette mer n'est, en fait, qu'un golfe bordé de trois côtés par d'énormes masses continentales : la vaste Asie au Nord avec ses péninsules de l'Inde, l'Afrique à l'Ouest et l'Australie à l'Est. Au sud de l'équateur, la mer des Indes s'étend librement jusqu'au pôle, aussi l'alizé de Sud-Est y souffle-t-il toute l'année comme dans les autres océans.

Mais la situation est bien différente au nord de l'équateur. L'Asie empêche l'alizé du Nord de souffler sur cette mer; le mouvement de l'atmosphère dépend alors de l'échauffement inégal des continents voisins durant l'été et l'hiver.

Pendant notre hiver, de novembre à avril, tandis que le maximum thermal et de basses pressions s'établissent sur l'Afrique australe, la zone des calmes descend sur la mer des Indes jusqu'à 10° sud et ne dépasse guère cette limite. L'alizé de Sud-Est s'arrête donc à 10° sud. Mais au nord de l'équateur règne la mousson de Nord-Est qui souffle de l'intérieur du continent asiatique, où existent à ce moment un froid relatif et des hautes pressions, vers le maximum thermal africain. Le vent de Nord-Est, en approchant de l'équateur et en le franchissant, s'incline peu à peu au Nord, puis au Nord-Ouest.

L'inverse a lieu pendant notre été, de mai à octobre. Le foyer d'aspiration s'est transporté sur le continent asiatique et il n'y a plus de calmes sur la mer. L'alizé de Sud-Est se prolonge au delà du dixième parallèle sud, il se rapproche graduellement de la direction du méridien en s'avançant vers l'équateur; puis lorsqu'il

Digitized by Google

a franchi la ligne, il se transforme en vent de Sud-Sud-Ouest, puis enfin en vent de Sud-Ouest, sous l'action puissante du tirage asiatique. C'est la mousson de Sud-Ouest.

Pendant la mousson de Nord-Est, le ciel est clair, le vent faible; au contraire, la mousson de Sud-Ouest souffle très fort, avec ciel couvert et averses diluviennes sur les côtes de l'Inde. Elle est particulièrement bien établie le long de la côte d'Afrique, vers Gardafui, où elle possède une grande violence, mais aussi une grande régularité.

L'époque où la circulation atmosphérique se renverse est une saison critique. Les vents contraires ne se succèdent pas brusquement. La transition est marquée, ici par des calmes, là par des vents variables, et c'est à peu près uniquement à la fin de la mousson de Sud-Ouest, c'est-à-dire en octobre, que soufflent les tempêtes au nord de l'équateur. Leur violence dépasse tout ce qu'on connaît dans les climats d'Europe; elles rendent la navigation extrêmement dangereuse à ce moment de l'année.

Or le tourbillon dans lequel a sombré le *Renard* a eu lieu le 3 juin, à l'époque où la mousson de Sud-Ouest, bien établie, souffle avec le plus de régularité; première circonstance qui demeure inexpliquée.

De plus, bien que la trajectoire des cyclones de la mer des Indes au nord de l'équateur ne présente pas la régularité qu'elle a dans les autres océans, il y a cependant un certain nombre de pistes connues, toujours les mêmes, entre lesquelles la tempête fait un choix, pour ainsi dire.

La seule trajectoire connue pour les cyclones de la mer d'Oman, les seuls que nous ayons à considérer ici, est celle qui les fait rouler le long de la chaîne des Ghâtes occidentales, du Sud au Nord. Avant le 3 juin dernier, jamais, de mémoire de navigateur, le golfe d'Aden, ni le Sud de la mer Rouge n'avaient été sillonnés par un tourbillon; deuxième phénomène également inexpliqué.

Analysons maintenant les récits émanant de plusieurs navires qui, n'ayant fait que coudoyer le monstre, ont pu échapper à son étreinte et voyons si nous pouvons en tirer quelque déduction au sujet de ses dimensions, de sa violence et de la route qu'il a suivie.

Digitized by Google

Les renseignements qui suivent sont empruntés à la presse et particulièrement à celle des ports.

Le *Renard* est parti d'Obock à destination d'Aden, le 3 juin, avec des vents variables du Sud-Ouest à l'Ouest, permettant d'établir toute la voilure, c'est-à-dire avec une brise modérée.

Cependant le centre du météore devait être bien rapproché, puisque l'infortuné navire a dû le rencontrer après avoir parcouru seulement une distance de moins de vingt lieues marines.

Il y a lieu de s'étonner qu'un cyclone aussi violent ait eu un rayon d'action aussi limité ; qu'il ne se soit pas annoncé par certains indices perturbateurs, tels que raz-de-marée ou des mouvements insolites du baromètre.

Dans le golfe d'Aden, la marée du baromètre existe ; il est surprenant qu'elle n'ait pas cessé depuis un temps appréciable avant le départ d'Obock.

Avec des vents variables entre le Sud-Ouest et l'Ouest, comme nous l'avons dit plus haut, la route d'Obock à Aden était près du vent arrière. Ajoutons qu'elle concorde avec celle que prescrivent les instructions nautiques pour s'écarter du centre du cyclone.

Que faut-il donc penser ? Quelle est la présomption la plus vraisemblable ?

L'idée de la proximité d'une tempête tournante n'a dû entrer qu'en dernier lieu dans l'esprit du capitaine du *Renard*, pour deux raisons : d'abord l'absence de tout indice de perturbation avant son départ d'Obock, ensuite la conviction qu'il n'y a pas de cyclones dans ces parages, puisque, de mémoire d'Arabe, on n'avait jamais vu semblable phénomène.

Voici dès lors ce qui probablement a dû arriver : le commandant, voyant le vent d'Ouest-Sud-Ouest fraîchir rapidement, ne pouvant pas admettre la possibilité d'un cyclone, aura voulu, en venant sur bâbord (sur la gauche), gagner immédiatement la côte d'Arabie pour se mettre à l'abri des terres, sauf, dans cette position, à laisser porter ensuite sur Aden. De cette façon, le *Renard* aura donné trop de Nord à sa route et il sera venu se jeter lui-même au centre du météore qui, en appliquant les règles à ce cas particulier, devait être dans le nord d'Obock, et il aura été englouti.

Digitized by Google

Je vous ai décrit, dans une communication précédente[1], les dangers que court un navire au centre d'un cyclone. Le cas du *Renard* était particulièrement délicat : c'était un grand rouleur. Ce bâtiment, que j'ai connu, avait la réputation de faire admirablement tête au mauvais temps, à la condition de rester toujours debout à la lame; il supportait très mal la mer du travers.

Dans ces conditions, le *Renard,* qui aurait probablement triomphé d'un cyclone à grand rayon, dans lequel le vent et les vagues ont des directions peu différentes, devait périr dans un tourbillon de faible diamètre où le vent, changeant plus rapidement que les vagues, tourmente davantage la surface de la mer. Je vois encore là une preuve que le tourbillon d'Aden avait un petit rayon, mais une grande violence.

Celle-ci est bien prouvée, du reste, par les avaries qu'a subies la corvette anglaise *Bacchante,* à l'ancre devant Aden.

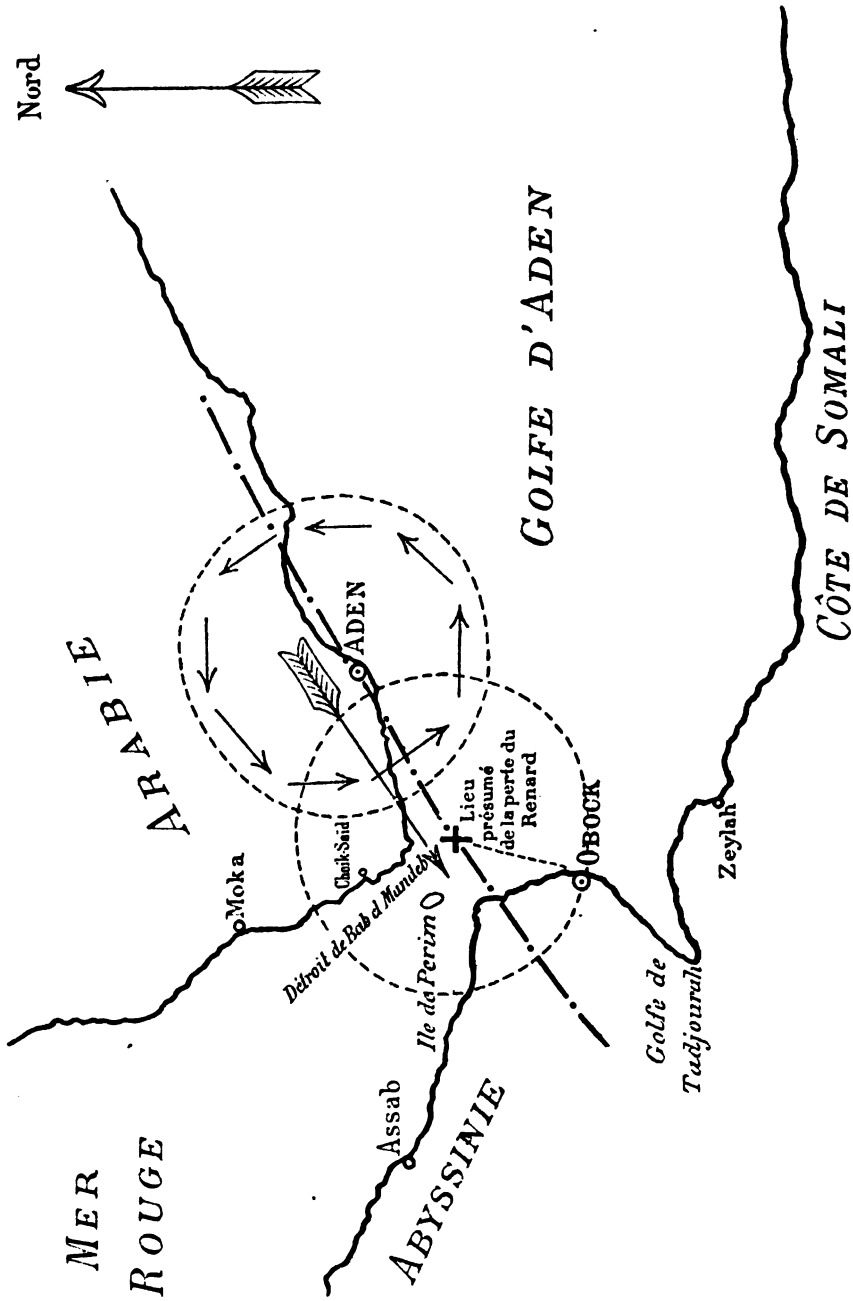
Depuis quelques jours, la chaleur était étouffante et le temps énervant; mais le baromètre ne bougeant pas, personne ne prévoyait une tempête. Cependant le 3, à midi, elle éclate comme la foudre. A bord de la corvette anglaise, on est absolument surpris par l'ouragan. La machine est en réparation; on la remonte en toute hâte afin d'être prêt à toute éventualité. Les embarcations à vapeur sont mises sous pression, mais avant qu'elles aient appareillé, elles sont roulées le long du bord, remplissent ou chavirent et finalement disparaissent.

Le vent est au Nord-Ouest et la *Bacchante* est évitée debout au vent, mais d'énormes vagues venant du Nord-Est la prennent en travers et la font rouler d'une façon désordonnée; la mer balaie le pont dans toute sa longueur et enlève les embarcations hissées contre les flancs du navire; les ancres chassent, on en mouille une troisième. Alors seulement on a conscience que c'est à un cyclone qu'on a affaire; le baromètre a baissé tout à coup de 27 millimètres, le vent ne change pas, donc on est sur la route du centre.

A 2 heures, le navire a de la vapeur et tout est prêt pour résister à l'ouragan qui souffle avec rage. C'est à ce moment qu'on a dû

1. Voir *Bulletin de la Société des sciences,* page 38. 1884.

Digitized by Google



Digitized by Google

se trouver presque au centre, car le vent sauta tout à coup à l'Est-Sud-Est, pour souffler dans une direction diamétralement opposée. Sa vitesse a été évaluée à environ 150 kilomètres à l'heure, soit 41 à 42 mètres à la seconde. A 3 heures, le vent passe au Sud-Est et mollit graduellement. A 5 heures, tout est fini, il fait calme. La plage est couverte de débris, tous les canots et bâtiments de petit tonnage sont à la côte.

Le malheureux *Renard* n'est pas le seul navire qui ait péri dans l'ouragan du golfe d'Aden. La corvette allemande *Augusta* s'est trouvée dans les mêmes parages et on n'en a plus entendu parler. Plusieurs navires de commerce anglais ont été également perdus corps et biens.

De ce qui précède, nous pouvons conclure que le centre du tourbillon a passé sur Aden, ou excessivement près de cette ville, et comme le vent a soufflé d'abord du Nord-Ouest, puis du Sud-Est, il s'ensuit que le météore marchait du Nord-Est au Sud-Ouest, c'est-à-dire se rapprochait de l'équateur. C'est là un cas assez rare.

En général, les cyclones s'éloignent de la ligne, et ceux qui s'en rapprochent ne tardent pas à se dissiper. En tout cas, un ouragan ne peut jamais franchir l'équateur; car il lui faudrait changer le sens de sa rotation et, pour cela, commencer par cesser de tourner, ce qui le ferait évanouir.

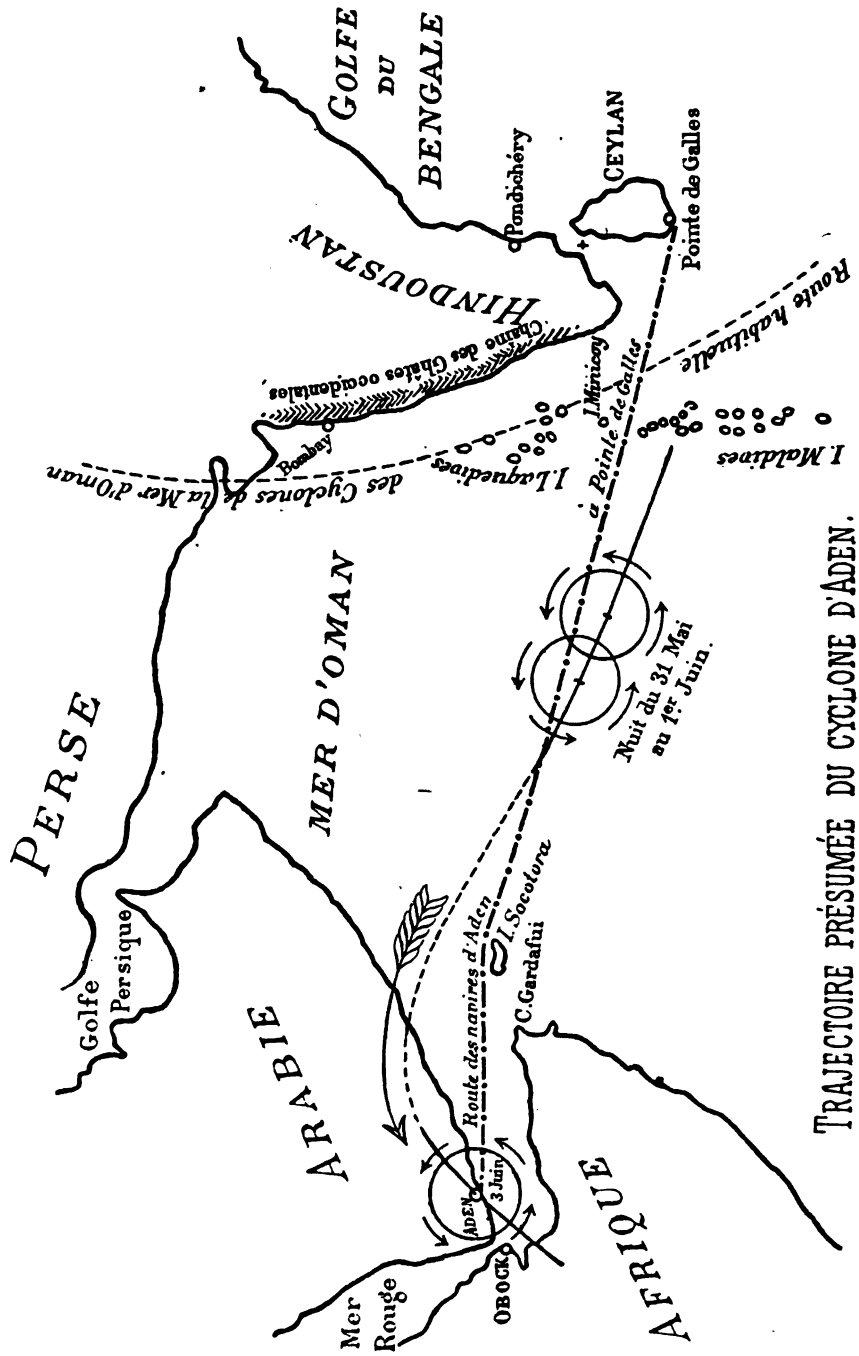
On possède encore d'autres renseignements sur le cyclone d'Aden. Il a été rencontré dans la mer d'Oman par un paquebot anglais, qui se rendait d'Aden à Pointe-de-Galles, et par le paquebot français *Rouen,* frété par l'État, qui suivait la même route et portait des troupes au Tonkin.

C'est dans la nuit du 31 mai au 1er juin que le *Rouen* a fait cette mauvaise rencontre.

J'ignore malheureusement par quelle longitude, sans cela je pourrais conclure la vitesse de translation de la tempête. Quant à sa latitude, elle est indiquée par ce fait que les deux paquebots en question se sont trouvés du côté ~~maudite~~ dangereux. Le centre était donc à une latitude un peu plus méridionale que la route des navires qui vont de la mer Rouge à Ceylan, et il marchait de l'Est-Sud-Est à l'Ouest-Nord-Ouest à travers la mer d'Oman.

Comment se fait-il que nous le retrouvions, deux jours après,

Digitized by Google



Digitized by Google

à Aden, marchant du Nord-Est au Sud-Ouest ? Quelle est la cause qui a pu modifier ainsi sa trajectoire ? Ce sera toujours une énigme pour la science, parce que les contrées qui bordent le golfe d'Aden ne sont que des déserts, à peine parcourus par quelques tribus nomades ou farouches, et il s'écoulera probablement de longues années avant que ces rivages inhospitaliers soient couverts d'un réseau de stations météorologiques.

En résumé, j'ai pu reconstituer deux tronçons de la trajectoire du centre de ce terrible cyclone : l'un, au milieu de la mer d'Oman, dirigé de l'Est-Sud-Est à l'Ouest-Nord-Ouest, dans une position un peu plus méridionale que la route des navires d'Aden à Pointe-de-Galles; l'autre à Aden même, dirigé du Nord-Est au Sud-Ouest. En ce point, le tourbillon devait avoir un diamètre d'une dizaine de lieues marines environ, soit 55 kilomètres et demi, et il marchait avec une vitesse de 14 kilomètres à l'heure, puisque la tempête a duré 4 heures à Aden. Sa vitesse de rotation était au moins dix fois plus grande, puisqu'elle a été évaluée à 150 kilomètres; le sens du tourbillonnement des masses d'air est celui que l'on constate invariablement dans l'hémisphère nord.

Digitized by Google

RECHERCHES

SUR LES

VERS PARASITES DES POISSONS

Par A. PRENANT

AIDE D'HISTOIRE NATURELLE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE

LICENCIÉ ÈS SCIENCES NATURELLES

Communiquées à la Société des Sciences le 1er juillet 1885.

Pendant l'hiver dernier, je me suis occupé de la recherche des parasites et tout particulièrement de ceux qui habitent les poissons d'eau douce et de mer. Ces parasites étant fort nombreux, j'ai dû me borner à l'étude de certains groupes (les vers plats surtout). Les Nématodes, par exemple, sont très bien représentés chez les poissons ; mais leur détermination présente de grandes difficultés, les types que l'on observe étant moins différents les uns des autres que ne le sont ceux des Cestodes et Trématodes. J'ai donc, sauf quelques cas particulièrement intéressants, négligé à peu près complètement ce vaste groupe des Nématodes.

Je recevais au laboratoire d'histoire naturelle de la Faculté de médecine de Nancy des débris de poissons (tête, intestins) qui provenaient de la halle à la criée et du marché couvert. Ces parasites se trouvaient presque toujours vivants et j'en prenais immédiatement un dessin, ou bien, je ne les dessinais qu'après les avoir tués à l'aide de l'acide formique à $^1/_{100}$ et montés en préparation persistante dans un liquide conservateur. Le moins mauvais

Digitized by Google

m'a paru être une liqueur glycérinée renfermant 5 à 6 p. 100 de glycérine additionnée de quelques gouttes d'acide acétique.

Je dois remercier M. Forgeot, qui me suppléait en qualité d'aide-préparateur à la Faculté, pour le concours empressé qu'il m'a prêté. C'est lui, en effet, qui s'est chargé de la recherche des parasites dans les intestins des poissons, tandis que je m'occupais de leur détermination.

Cent vingt-un poissons ont été ainsi examinés, répartis entre quinze espèces. Nous avons dressé une liste qui contient l'indication, poisson par poisson, des parasites que nous avons rencontrés dans chacun d'eux, du nombre de ces parasites et de leur siège. Beaucoup de ces vers ont été dessinés tant par M. Forgeot que par moi.

Je ne ferai connaître ici que les résultats statistiques principaux qui me paraissent découler de la liste que nous avons établie.

Un travail à la perfection duquel j'aurais voulu atteindre a été fait par M. Fritz Zschokke et publié dans les *Archives de biologie*[1]. C'est un peu la lecture de ce mémoire qui m'a décidé à utiliser les faits dont je disposais.

Une première partie, partie statistique de ces recherches, contient la distribution des parasites dans les différents poissons.

La deuxième partie renferme la description de quelques parasites intéressants peu étudiés ou même nouveaux, et l'exposition de quelques faits anatomiques.

I. — PARTIE STATISTIQUE.

Il serait long et fastidieux d'énumérer les parasites des poissons dans l'ordre que nous avons dû suivre dans l'établissement de notre liste où nous les avons consignés en regard de chaque poisson examiné. Je procéderai suivant la classification des vers eux-mêmes.

1. Fritz Zschokke, t. V, fasc. II.

Digitized by Google

CESTODES.

Adultes.

TÉTRARHYNQUES *et* TÉTRAPHYLLES. — La raie (*Raja batis* et *Raja clavata*) est le seul poisson de mer qui m'ait présenté des individus adultes de ces familles. Elle est en effet le seul poisson cartilagineux que j'aie pu examiner. Et l'on sait que les Tétrarhynques et les Tétraphylles vivent à l'état adulte dans les Chondroptérygiens. Elle est très abondamment pourvue de vers de ces deux familles ; d'un autre côté, elle ne m'a offert aucun parasite appartenant à d'autres groupes. Vingt-six raies ont été examinées, huit hébergeaient des parasites. Je signalerai tout d'abord deux Anthocéphales qui se trouvaient l'un dans l'estomac, l'autre dans l'intestin de la raie.

Les Anthocéphales ont été décrits pendant longtemps comme appartenant à un genre distinct, le G. Anthocéphale dont on a fait un certain nombre d'espèces. Je dois dire que dans les divers poissons où j'ai rencontré des Anthocéphales, je ne crois jamais avoir eu sous les yeux qu'une seule espèce : *Anthocephalus elongatus*. Les Anthocéphales, regardés d'abord comme faisant partie d'un genre autonome, ont été ensuite considérés comme des larves de Tétrarhynques. Il faut avouer que cette larve est quelque chose de plus qu'une simple phase du développement de l'animal Tétrarhynque, et qu'on aurait tort de ne pas lui accorder une plus grande importance qu'aux états successifs par lesquels passe un jeune Cypris, par exemple, pour arriver à l'état adulte. Là, le passage d'une phase à une autre n'est marqué que par la perte de certains appendices et par le gain de quelques autres. Ici la transformation du premier scolex du Tétrarhynque en ce second scolex, l'Anthocéphale, est profonde. Et la larve Anthocéphale est une étape si importante dans le développement, que cette larve a pu faire croire pendant longtemps, tant par la durée de son existence que par la spécialisation de son organisation, qu'elle était un genre distinct. Le nombre s'accroît tous les jours d'espèces animales regardées longtemps comme autonomes qui ne sont cependant que des larves, mais des larves très spéciales.

Les Anthocéphales, tels que je les ai observés dans d'autres

Digitized by Google

poissons que la raie (chez trois cabillauds, — chez sept merlans, — dans la cavité branchiale de six rougets, et dans tous ces cas en grande abondance et d'une façon presque constante), se rapportent à la description que l'on en donne habituellement dans les ouvrages d'helminthologie, celui de Dujardin, par exemple. Le ver, avec son corps allongé et son extrémité antérieure élargie en forme de fer de lance en une tête où l'on distingue quatre trompes, est entouré d'une membrane épaisse qui lui forme un kyste propre. Ce kyste est à son tour enkysté, c'est-à-dire enfoui dans une gaîne adventice constituée par le tissu conjonctif de l'organe où l'animal vit. Les deux Anthocéphales que j'ai trouvés dans la raie étaient, au contraire, libres dans l'estomac et l'intestin de ce poisson. On peut supposer alors ou bien que ces Anthocéphales, libres dans le tube digestif de la raie sans doute par suite de la dissolution du poisson qui leur servait d'hôte, allaient s'enkyster sur le péritoine de la raie en gardant leur forme, ou bien qu'ils allaient se transformer dans l'intestin même de la raie en un Tétrarhynque adulte. Si le deuxième cas est celui qui doit se réaliser, la raie est bien le dernier hôte par lequel passe le Tétrarhynque dans le cours de son développement. Si le premier cas est au contraire celui qui se présente, on est en droit de penser que le passage de la pâture de la raie, dans le tube digestif de cette raie elle-même, n'a pas suffi pour déterminer le passage habituellement correspondant de l'helminthe asexué à la phase adulte ; en d'autres termes, la forme larvaire Anthocéphale peut avoir deux hôtes successifs. C'est uniquement à cause de l'état libre sous lequel j'ai trouvé les Anthocéphales de la raie que je me suis étendu aussi longuement sur ces parasites d'ailleurs depuis longtemps connus.

Dans l'intestin de la raie j'ai rencontré neuf fois et en grande abondance chaque fois : *Tetrarhynchus erinaceus*.

Tous les autres Cestodes de la raie appartiennent à la famille des Tétraphyllides. Les espèces de cette famille que j'ai trouvées étaient assez nombreuses, mais chacune n'était représentée que par un petit nombre d'individus. Toutes ont été décrites et figurées par P. Van Beneden dans ses *Recherches sur la faune littorale de Belgique*.

Digitized by Google

J'ai rencontré :

Onchobothrium uncinatum	2 fois.
Echeneibothrium variabile	2 fois.
Echeneibothrium minimum	2 fois.
Phyllobothrium thridax	1 fois.
Phyllobothrium lactuca	2 fois.
Acanthobothrium Dujardini	2 fois.

Je n'ai pas trouvé *Echinobothrium typus,* parasite cependant fréquent, d'après Van Beneden, dans la raie.

Je ne quitterai pas la raie et ses parasites sans faire une remarque qui, si peu neuve qu'elle soit, mérite cependant par son importance d'être faite. Elle m'a été suggérée par l'observation du fait suivant : certaines séries de quatre ou cinq raies se sont montrées absolument pauvres en parasites, tandis que d'autres nous en offraient un très grand nombre et de très divers. Je ne puis expliquer cette différence de richesse entre des lots de raies que par leur provenance de régions différentes. Dans certaines de ces régions, les raies avaient une pâture très variée, et des parasites très divers par conséquent. D'autres raies, qui formaient un autre lot, vivaient dans d'autres eaux et avec des conditions inverses. En résumé, de ces faits, trop peu nombreux malheureusement, résulte que la distribution géographique d'un parasite adulte a pour facteurs, outre évidemment la présence de l'animal qui lui sert d'hôte, celle de la pâture de cet hôte.

C'est pour établir cette loi de la répartition géographique des parasites que Van Beneden a publié son important travail : *Les Poissons des côtes de Belgique.*

Caryophyllides. — Aucune des dix-neuf carpes que j'ai examinées ne m'a offert le *Caryophyllæus mutabilis* que cependant l'on regarde comme fréquent chez les Cyprinoïdes en général et la carpe en particulier.

Bothriocéphalides. — *Bothriocephalus claviceps* a été rencontré une fois dans l'intestin de l'anguille. *Bothriocephalus punctatus,* regardé comme constant chez le turbot, n'a été trouvé que dans l'un des trois turbots que j'ai eus à ma disposition, mais il y était très abondant.

Quant aux Bothriocéphales du saumon qui vivent dans les

Digitized by Google

cœcums pyloriques de ce poisson et y sont considérés comme habituels, je ne les ai pas trouvés dans les appendices pyloriques de trois saumons.

Les *Triænophorus* ont été représentés par quelques larves enkystées dans le foie de la perche et surtout par un grand nombre d'adultes trouvés chez le brochet. On sait, en effet, que chez ce poisson ce parasite est extrêmement commun. Sur cinquante-un brochets dont le tube digestif a été examiné, trois ne contenaient aucun parasite, quarante-quatre hébergeaient des *Triænophorus,* quatre renfermaient, au lieu de *Triænophorus,* des Échinorhynques. A cette époque, je recherchais avec un soin particulier les Échinorhynques, que je tenais à me procurer. Toutes les fois que dans le tube digestif du brochet nous observions, M. Forgeot et moi, des *Triænophorus,* nous désespérions d'y trouver des Échinorhynques, et en continuant l'examen des tubes digestifs de brochets bourrés de *Triænophorus,* nous n'avions d'autre but que d'assurer l'exactitude de notre liste. Je fus ainsi amené tout naturellement à penser qu'il y avait entre ces espèces animales : *Echinorhynchus proteus* ou *angustatus* d'une part et *Triænophorus nodulosus* de l'autre une sorte d'antagonisme. La nature de cet antagonisme ne doit pas être cherchée dans une lutte pour la vie de deux espèces animales se rencontrant sur le même terrain. Vu l'éloignement de ces deux espèces, leurs conditions d'existence sont probablement très différentes et permettent parfaitement aux *Triænophorus* et aux Échinorhynques de vivre côte à côte. Cet antagonisme est tout mécanique. Les *Triænophorus,* par leurs puissants mouvements de reptation, s'enroulant autour des Échinorhynques fixés qui leur servent de point d'appui, empêchent ou détruisent la fixation des Échinorhynques nécessaire à leur vie. Ils ne gênent en rien les espèces qui vivent libres (*Ascaris adiposa* et *acus, Cucullanus elegans*) que l'on rencontre en même temps qu'eux en abondance. Un jour cependant je trouvai chez un brochet simultanément des *Triænophorus* et des Échinorhynques et depuis j'ai eu l'occasion d'observer deux fois ce même fait. Seulement ces Échinorhynques n'étaient pas fixés ; c'est dire qu'ils étaient morts ; c'était la confirmation de l'hypothèse émise plus haut sur l'influence néfaste des *Triæ-*

Digitized by Google

nophorus sur les Échinorhynques. Quant à l'origine de ces Échinorhynques, je pense qu'ils provenaient d'Échinorhynques déjà adultes vivant chez des poissons blancs de nos rivières avalés par le brochet et qui, par le fait de la digestion, avaient été mis en liberté. Je ne crois en effet pas possibles, en présence de *Triænophorus* préexistants, le développement et la fixation d'Échinorhynques avalés à l'état embryonnaire par le brochet, qui se serait nourri de *Gammarus* et d'*Asellus* hébergeant des larves d'Échinorhynques. Toutefois, les faits peuvent s'être passés autrement. Il se peut que les *Triænophorus* aient envahi le tube digestif du brochet déjà occupé par les Échinorhynques et détruit alors la fixation de ces parasites. C'est là une question que l'expérimentation seule peut cependant trancher.

Ligulides. — Une Ligule a été trouvée enkystée sur l'estomac, une autre sur le foie du brochet.

Tæniadés. — Les Tænias sont rares chez les poissons. Je n'en ai trouvé qu'un : le *Tænia ocellata,* que je n'ai d'ailleurs rencontré qu'une fois sur vingt perches examinées.

CESTODES LARVAIRES.

Outre les Anthocéphales dont j'ai parlé plus haut en les rattachant aux Cestodes adultes, les principaux Scolex que j'ai vus sur les poissons ont été :

La larve d'*Acanthobothrium Dujardinii* (deux fois chez la raie);

Scolex polymorphus, constant chez les quatre soles que nous avons examinées ;

Des Scolex de Tétrarhynques (du maquereau, du merlan) ;

Un Scolex trouvé chez dix-neuf congres, que j'ai considéré comme le *Scolex soleatus* (de Molin) ;

Le Scolex qui habite la cavité branchiale du rouget d'une façon qui paraît constante et qui s'y rencontre en grande abondance. Sur un seul individu j'ai observé jusqu'à quarante Scolex.

TRÉMATODES.

Le *Distomum rufoviride* est très fréquent chez le congre : dix-neuf de ces poissons ont présenté onze fois ce parasite. Le

Digitized by Google

Distome habite l'intestin et surtout l'estomac du congre ; le plus souvent l'extrémité cœcale de l'estomac est absolument bourrée de ces Trématodes. Le *Distomum rufoviride* ne vit pas exclusivement chez le congre et ne saurait donc être regardé comme parasite caractéristique de ce poisson, car l'on en trouve chez le turbot où je l'ai observé une fois sur trois.

Le *Distomum tereticolle* se rencontre chez le brochet dans des circonstances assez spéciales. Malgré le grand nombre de brochets examinés, chez deux ou trois seulement ce Distome s'est présenté. Dans chaque poisson, il y avait cinq ou six individus. C'est un fait déjà connu d'anciens helminthologistes que le *Distomum tereticolle* vit en groupes de quatre ou cinq au moins, de dix au plus, dans l'intestin d'un même brochet. Je signale une fois de plus ce fait sans chercher à en donner une explication. C'est sur des brochets des lacs de Suisse que le Distome a été découvert, et il vient d'y être signalé en grande abondance par M. Zschokke. Il ne paraît pas exister dans les brochets de nos rivières et de nos étangs qu'il m'a surtout été donné d'examiner. Je pense que si le *Distomum tereticolle* n'est pas constant dans les brochets qui vivent dans les grands lacs, il est du moins caractéristique des brochets qui ont cet habitat ; on peut donc, toutes les fois qu'on rencontre ce Distome dans l'intestin d'un brochet, sinon affirmer sa provenance lacustre, du moins avoir grande chance de le faire avec raison. En tout cas, ce serait une recherche intéressante que de comparer à ce point de vue les brochets de notre pays et ceux des lacs de la Suisse ; et si l'on arrivait à pouvoir, par la constatation du parasite, certifier l'origine de l'hôte, ce serait là certainement une donnée de quelque valeur dans le domaine de la géographie zoologique.

Le *Distomum nodulosum* vit chez la perche, dans l'intestin de laquelle il est commun.

Les cyprins renferment constamment, d après ce que j'ai observé, le *Distomum globiporum*. Parmi dix-neuf carpes examinées, trois seulement renfermaient des parasites, parmi lesquels, chez toutes les trois, le Distome en question. J'ai observé l'intestin de deux barbeaux, de deux brêmes, d'un gardon ; tous ces poissons hébergeaient le *Distomum globiporum*. Une fois ce Dis-

Digitized by Google

tome a été vu dans l'intestin d'un brochet, provenant sans doute d'un cyprin récemment avalé.

Parmi les autres Trématodes que j'ai pu observer, je citerai :

Gasterostomum crucibulum, rencontré deux fois dans l'intestin du congre, dix-neuf congres ayant été ouverts ;

Un petit monostome qui vit chez le congre et qui est resté indéterminé ;

Octobothrium scombri, rencontré constamment chez treize maquereaux, et en grande abondance (10-15) chaque fois.

NÉMATODES.

On ne peut ouvrir un congre ou un cabillaud ou encore un saumon sans trouver une multitude de vers enroulés et enkystés sur le péritoine et dans l'épaisseur des parois digestives de ces poissons. C'est le *Filaria piscium* ou *Ichthyonema Congeri vulgaris,* forme larvaire de Nématode.

Le *Cucullanus elegans* est trop connu pour que j'insiste sur sa répartition. On le rencontre en grande quantité chez le brochet, la perche et l'anguille.

Examinant un jour, M. Forgeot et moi, une tête de brochet, nous vîmes sortir d'une des artères branchiales qui avait été rompue une sorte de filament qui s'agitait, que nous pûmes extraire avec une pince de l'artère où il était logé, et qui n'était autre qu'un Nématode. Ouvrant les autres artères branchiales, nous avons recueilli en tout cinq vers dont chacun occupait une artère branchiale. Quelque temps auparavant, M. le professeur agrégé Macé avait vu dans la cavité branchiale d'un brochet un Nématode semblable à celui que nous avons observé. Bien que ce Nématode ne fût pas en état très bon de conservation, la préparation que M. Macé en avait faite était grandement suffisante pour lui permettre de dire que c'était une filaire. Les exemplaires que j'observai moi-même corroborèrent cette détermination. Il s'agit donc d'une filaire qui peut occuper les artères branchiales du brochet, et qui, véritable embolie vermineuse, devait, dans le cas de notre poisson, être un obstacle à l'hématose. Si donc, comme nous le pensons M. Macé et moi, après les quelque

Digitized by Google

recherches bibliographiques que nous avons faites, cette filaire est une espèce nouvelle, le nom de *Filaria obturans* serait peut-être celui qui rappellerait la plus intéressante particularité de son histoire.

ÉCHINORHYNQUES.

L'*Echinorhynchus gibbosus* se trouve chez la vive.

Chez la perche, on a trouvé une fois sur vingt perches examinées, et au nombre de quinze exemplaires cette fois, l'*Echinorhynchus tuberosus*.

Je ne dirai rien des *E. angustatus, proteus, claviceps,* communs chez le brochet, la perche et les Cyprinoïdes.

HIRUDINÉES.

Sur cinquante-un brochets examinés, la Piscicole a été trouvée deux fois.

II. — PARTIE ANATOMIQUE.

NÉMATODES.

Filaria obturans.

Cette filaire est longue de 15 à 20 centimètres. Tous les individus que j'ai trouvés étaient des femelles remplies d'embryons. Celui que M. Macé a observé était une femelle également, mais dépourvue d'embryons. Les papilles buccales manquent. L'œsophage est long, plus large en arrière qu'en avant ; il a une forte musculature annulaire ; le canal qu'il forme est tortueux, sans doute parce que l'animal n'a pas été observé en état d'extension complète. L'intestin commence par une partie renflée et se termine par un rectum étroit et effilé auquel se trouve annexée une petite masse granuleuse. Celle-ci est évidemment le représentant du ganglion anal que l'on connaît chez d'autres Nématodes. Les

Digitized by Google

organes génitaux consistent en un ovaire étroit que l'on peut surtout voir à l'extrémité postérieure de l'animal, tout le reste du corps étant occupé par le volumineux utérus. Celui-ci était rempli d'embryons. Les parois de l'utérus ont un aspect très remarquable ; les crêtes papillaires, si bien décrites par M. E. Van Beneden chez l'*Ascaris megalocephala,* affectent ici une disposition circinée qui est peut-être caractéristique. A la suite de l'utérus vient le vagin qui se dirige jusque près de l'extrémité antérieure du corps et s'incurve ensuite en arrière pour se terminer environ au niveau de l'union du dixième antérieur avec les $^{9}/_{10}$ postérieurs de l'animal, après avoir présenté un renflement diverticulaire sur la nature duquel je n'ai pas pu me fixer. (Pl. I, fig. 1 A et fig. 1 B.)

CESTODES.

Un certain nombre de Scolex m'ont offert quelques particularités que je crois dignes d'être notées.

Scolex soleatus (Molin) [habite le congre].

Ce Scolex, examiné dans le chyle intestinal, se meut lentement, rampant à la façon des Planaires. Il perd rapidement à l'air ou même dans l'eau son mouvement et se contracte alors de façon qu'il devient méconnaissable.

Scolex Mulli (du rouget).

Il est remarquable par l'existence d'un anneau très court, bifide. C'est celui qui est signalé par Diesing sous le nom de *Tetrabothryorhynchus migratorius* (*larva*).

Scolex polymorphus (de la sole).

Ce Scolex, comme son nom l'indique, est très variable. Dans l'une des soles que j'ai ouvertes, il y avait de ces Scolex appartenant à deux types assez différents par leur taille. Les petits Scolex, nombreux (au nombre d'une quinzaine), possédaient autour du bulbe céphalique quatre bothridies allongées à cavité simple. Les grands (au nombre de trois seulement) avaient des bothridies dont la cavité était subdivisée par une cloison en deux comparti-

Digitized by Google

ments, en deux fossettes, dont l'antérieure plus petite. C'étaient évidemment là deux phases successives du développement.

Scolex de l'Acanthobothrium Dujardinii, et adulte.

Ce Scolex ainsi que l'adulte qui lui correspond ont été représentés par Van Beneden [1] et distingués de l'*Acanthobothrium coronatum,* espèce voisine. D'après Van Beneden, *A. coronatum* diffère d'*A. Dujardinii :* 1° parce qu'il est beaucoup plus long, offrant beaucoup plus de segments; 2° et surtout parce qu'il a des crochets pairs sur chaque bothridie, au lieu que dans *A. Dujardinii* ils sont simples. Or nos *Acanthobothrium* que nous avons déterminés : *A. Dujardinii* d'après la faible longueur du corps et le petit nombre des segments, avaient les crochets doubles d'un *A. coronatum.* Le caractère distinctif entre les deux espèces, tiré de la forme des crochets et de leur disposition, ne semble donc pas valable. Ou bien, au contraire, c'est celui qui est fondé sur la forme et la longueur du corps qui est en défaut ici. Le caractère des crochets est plutôt, semble-t-il, celui qui est erroné; car Van Beneden a pu prendre pour réunis à leur base d'implantation par une racine commune chez *A. Dujardinii,* les crochets bifurqués et pairs simplement très rapprochés l'un de l'autre à leur insertion. (Pl. I, fig. 2 et 3.)

Tetrarhynchus erinaceus.

Les crochets de ce Tétrarhynque n'ont pas été exactement figurés par Van Beneden. Cependant la forme et la disposition des crochets sont sans doute un caractère spécifique d'une certaine utilité. Ces crochets appartiennent à plusieurs types (en bec d'aigle, en clou, en bident); leur disposition est assez compliquée, un peu variable d'ailleurs suivant les points de la trompe qu'on examine. (Pl. I, fig. 5.)

TRÉMATODES.

Distomum tereticolle. (Pl. I, fig. 4.)

Je n'aurais rien à ajouter à la description que donne de ce remarquable Trématode M. Zschokke [2], si cet auteur n'avait com-

1. Van Beneden, *loc. cit.*
2. F. Zschokke, *loc. cit.*

Digitized by Google

plètement négligé de parler du système excréteur qu'il est cependant facile d'observer et qu'il est important de connaître, puisque l'appareil d'excrétion est un des plus caractéristiques des vers en général et des Trématodes en particulier.

Sur l'animal vivant on distingue aisément à l'extrémité postérieure du corps l'ampoule excrétrice petite et de forme allongée, claire et transparente. Elle débouche à l'extérieur non par un simple pore, mais par un petit conduit; et, d'autre part, elle envoie en avant et dans l'axe du corps une longue branche impaire. Sur une préparation de l'animal entier monté dans le mélange de glycérine et d'acide acétique, on voit que de l'extrémité postérieure un peu bifide de l'animal part une ligne sombre qui se bifurque en arrière du testicule postérieur qu'elle embrasse, et dont chaque branche de bifurcation longe le bord; en avant de ce testicule postérieur reparaissent très nets et parallèles les deux rameaux du conduit excréteur qui rencontrent bientôt le testicule antérieur, se comportent vis-à-vis de lui comme à l'égard du testicule postérieur; marchant en avant de ce testicule entre lui et le germigène de nouveau côte à côte et parallèles, ils abordent le germigène au niveau duquel je les ai perdus de vue. Les coupes transversales sont aussi instructives et montrent ces dispositions du système excréteur.

Distomum rufoviride. (Pl. II, fig. 1.)

Outre sa couleur rougeâtre, ce Distome est caractérisé par l'existence d'un prolongement qui peut, dans l'extension complète de l'animal, atteindre la longueur du corps. Ce prolongement très musculeux contient l'appareil excréteur, ou plutôt il est cette partie de l'appareil excréteur dite ampoule excrétrice, dont l'existence est très générale chez les Trématodes. C'est donc là une véritable trompe excrétrice au même titre qu'il existe des parties de l'appareil digestif nommées trompes pharyngiennes. Les unes comme les autres sont d'ailleurs un prolongement du tégument dont elles dérivent, et offrent une structure qui est sensiblement celle de ces téguments.

Le tégument du *Distomum rufoviride* se compose, sur une coupe transversale et de dehors en dedans (Pl. II, fig. 2) :

Digitized by Google

1° D'une cuticule épaisse ;

2° D'une couche musculaire formée de muscles entre-croisés ;

3° D'une couche de substance granuleuse formant en certains points des saillies qui s'avancent vers l'intérieur du corps et qui contiennent, tantôt un gros noyau, tantôt un amas de noyaux plus petits. Cette couche s'insinue aussi entre les fibres musculaires qui y sont plongées.

Sur une préparation montrant les téguments de face (Pl. II, fig. 3) après traitement par le bichlorate de potasse à $^1/_{100}$ et coloration à l'hématoxyline ou au picrocarmin, on voit que la couche musculaire se compose de plusieurs plans de fibres : une assise de fibres pâles, aplaties, striées longitudinalement et se colorant peu par les réactifs (picrocarmin, hématoxyline), ce plan forme une couche presque ininterrompue[1] ; un plan de fibres musculaires longitudinales, transversales ou obliques ; ces fibres sont souvent disposées de manière à former un réseau à mailles très régulièrement rectangulaires croisées en diagonale par les fibres obliques. Ces fibres sont très différentes de celles qui constituent l'autre plan. Elles sont cylindriques, au lieu d'être aplaties. Elles sont réfringentes et non pâles comme les précédentes. Elles se colorent bien par les réactifs. Quelquefois elles sont ramifiées ou même se divisent en une foule de fibrilles très ténues. Cette description vaut surtout pour les fibres à direction transversale et longitudinale ; les fibres obliques leur sont souvent semblables, mais d'autres fois elles sont courtes, fusiformes au lieu d'être cylindriques, émettant parfois de nombreux filaments en pinceau, ou bien tri ou même multifurquées. Les longues fibres cylindriques dont il vient d'être question offrent une disposition intéressante : elles sont renflées de distance en distance à des intervalles assez réguliers, de façon à présenter un aspect moniliforme. Ce fait paraît dû à ce que ces fibres ont été tuées en état de contraction. Il s'est alors formé un certain nombre de nœuds ou ventres musculaires au niveau desquels la substance musculaire s'est accumulée et même tassée. Cela explique la co-

1. Elle est peu développée toutefois sur les téguments proprement dits ; elle l'est au contraire beaucoup sur des dépendances de ces téguments, comme l'ampoule excrétrice.

Digitized by Google

loration plus intense que la fibre présente dans ses parties renflées; il y a plus de coloration parce qu'il y a plus de matière à colorer. Cette exagération de coloration au niveau des renflements de la fibre ne peut pas être mise sur le compte d'un noyau; car il a été impossible d'en déceler un[1]. D'ailleurs ces renflements ou nœuds musculaires ont été plusieurs fois décrits et figurés. Par exemple, c'est à un phénomène analogue que M. Kœhler[2], dans ses recherches sur les Échinodermes, attribue l'aspect des fibres musculaires qu'il a représentées, sauf que dans les fibres qu'il figure il n'y a qu'un seul renflement, les fibres sont alors simplement fusiformes, comme ici les fibres obliques du Distome dans un certain nombre de cas[3]. Dans les fibres longitudinales et transversales ainsi que dans certaines fibres obliques du réseau musculaire, il y a un grand nombre de ventres musculaires; les fibres sont ici moniliformes. Il faut en tout cas distinguer avec soin cette forme en fuseau ou en chapelet, dont la cause est purement physiologique, de l'aspect fusiforme réellement anatomique que présentent les fibres musculaires, dites fibres-cellules[4].

Il semble donc que sur une préparation de tégument de *Distomum rufoviride,* après traitement par le bichromate de potasse, il y ait deux types de fibres musculaires assez différents : des fibres larges, aplaties, et des fibres cylindriques plus étroites.

Cependant sur des préparations obtenues à l'aide de l'acide osmique à $^1/_{100}$ et colorées à la safranine, l'aspect n'était plus tout à fait le même, et la distinction entre les deux ordres de fibres

1. On observe tous les intermédiaires entre des renflements où l'aspect nucléiforme est très prononcé et des renflements bien évidemment dus à une contraction musculaire.

2. R. Kœhler, *Recherches sur les Échinides des côtes de Provence.* Marseille, 1883. (Pl. VI, fig. 39.)

3. M. Poirier a observé et figuré les mêmes dispositions. [Poirier, *Contribution à l'histoire des Trématodes.* (*Arch. de zool. exp.,* 1885.)]

4. Il serait possible, en raison de la régularité avec laquelle ces ventres se présentaient toujours sur les fibres que j'ai examinées, qu'il y eût ici plus qu'un état physiologique de la fibre musculaire et que ce fût là une disposition constante, indépendante du fonctionnement. Les deux interprétations sont aussi hypothétiques l'une que l'autre; mais comme la première est la plus accréditée, c'est elle qui doit être mise au premier rang.

Digitized by Google

s'affaiblissait beaucoup. Les fibres pâles et aplaties se dissociaient pour ainsi dire en nombreuses fibrilles assez réfringentes, dont chacune était de quatre à cinq fois plus petite que la fibre appartenant à l'autre type musculaire qui a été décrit. Les fibres aplaties et larges paraissent donc comme un ruban constitué de fibrilles fines parallèlement dirigées, qui sont les unités du ruban. La fibre cylindrique est au contraire elle-même une unité musculaire, d'un calibre supérieur, il est vrai, à celui des unités constitutives du ruban.

Comme l'acide osmique passe pour traduire le mieux l'état de la réalité, c'est évidemment l'aspect obtenu à l'aide de l'acide osmique qui doit être mis en avant, et préféré à celui qu'a fourni le bichromate.

Enfin, sur une semblable préparation des téguments, on voit la couche granuleuse, dont l'existence et la situation ont été reconnues déjà sur une coupe transversale des téguments. Cette couche est répandue sur toute la surface interne de l'enveloppe cutanée. En certains points elle est plus épaisse ; et au niveau de ces amas de substance granuleuse se trouvent les noyaux de cette couche. Tantôt ces noyaux sont isolés, et alors ils sont volumineux, pourvus d'un gros nucléole. D'autres fois ils sont nombreux, formant de petits nids ; dans ce cas, ils sont petits et peuvent même devenir punctiformes à un grossissement de 300 d., très nets cependant, grâce à la coloration intense que leur communique le picrocarmin. Il est à remarquer que ces amas nucléés se trouvent dans les mailles du réseau musculaire, et ne sont presque jamais à cheval sur les fibres de ce réseau. (Pl. II, fig. 3, *cg.*)

Cette structure des téguments se retrouve dans l'ampoule excrétrice qui n'est qu'un prolongement du tégument, mais avec quelques modifications. La couche granuleuse et nucléée, beaucoup plus épaisse ici que dans le tégument externe, est extrêmement riche en petits noyaux qui, sur une coupe transversale ou longitudinale, se montrent disposés en files radiales entre lesquelles se trouvent des fibres musculaires. (Pl. II, fig. 1.) C'est sur out l'ampoule excrétrice qui a donné les différences les plus sensibles, dans des préparations faites à l'aide du bichromate de

Digitized by Google

potasse, entre les deux sortes de fibres musculaires dont il a été plus haut question. (Pl. II, fig. 4.) De plus, les fibres musculaires de cette paroi de l'ampoule qui sont le plus externes et qui par conséquent sont en contact avec le parenchyme sont très souvent simplement fusiformes, ou quelquefois émettant par leurs extrémités ou même leurs faces latérales des prolongements pointus. Il semble que l'on ait devant soi des fibres en voie de développement. (Pl. II, fig. 4, *f'''*.)

D'autres organes présentent une musculature qui ressemble à celle des téguments et de l'ampoule excrétrice. Ainsi la poche du cirrhe se montre pourvue de fibres larges et aplaties, ramifiées et même anastomosées entre elles, et de fibres cylindroïdes. L'oviducte présente une disposition analogue. L'intestin offre dans sa paroi des fibres cylindriques formant un réseau à mailles rectangulaires. Dans les ventouses (Pl. II, fig. 5) et le bulbe pharyngien, on trouve de larges fibres très puissantes qui doivent être rattachées au système de fibres aplaties que les téguments et surtout l'ampoule excrétrice nous ont montrées. Les fibres cylindroïdes manquent dans les ventouses. Entre ces fibres se trouvent des espaces étroits remplis d'une substance granuleuse. En certains points, ces espaces s'élargissent, déprimant légèrement les fibres musculaires à leur niveau ; en ces points se voit un gros noyau, quelquefois prolongé à l'un de ses pôles ; ou bien, au lieu d'un noyau volumineux et unique, c'est un amas de nombreux petits noyaux que l'on observe.

Si nous cherchons la signification des éléments divers qui entrent dans la constitution des téguments du *Distomum rufoviride*, voici, à notre sens, ce qu'il faut penser de ces éléments.

Les fibres que nous avons décrites dans l'enveloppe cutanée, nous les avons appelées tout de suite musculaires. Ce que l'on sait de la musculature des autres Trématodes ne nous a pas permis de douter de leur nature musculaire. Elles offrent d'ailleurs vis-à-vis de la potasse à $^{40}/_{100}$, de l'acide nitrique à $^{20}/_{100}$, qui les ménagent, du picrocarmin qui les colore légèrement en rose, les réactions de la substance musculaire.

Quant à la distinction que nous avons établie d'après la forme et l'aspect de ces fibres traitées par les bichromates, nous avons

Digitized by Google

vu qu'elle disparaît ou s'atténue dans des préparations faites à l'aide de l'acide osmique. Mais après l'action de ce réactif, si les différences extérieures de forme ont disparu, si nous n'avons plus devant nous, d'une part, des fibres larges et aplaties et, de l'autre, des fibres cylindroïdes, c'est que les fibres larges se sont dissociées en leurs éléments constitutifs, des fibrilles légèrement renflées de distance en distance, dont la réunion en rubans constitue la fibre large. Ces fibrilles sont donc, dans la fibre large, les unités dissociables par les réactifs. Dans la fibre cylindroïde, la dissociation ne donne aucun résultat; la fibre cylindroïde reste unité musculaire. Mais c'est une unité beaucoup plus grossière (trois ou quatre fois plus épaisse) que l'unité musculaire de la fibre large. Une loi commande la structure de la substance musculaire. Elle a été formulée par M. Ranvier, et trouve son application ici. Plus une fibre musculaire est découpée, soit en long, soit à la fois en long et en travers, et plus les tronçons sont petits, plus la contraction est rapide. Or nous avons vu que dans les téguments ces fibres larges à fibrilles étroites sont mal représentées; au contraire, le réseau de fibres cylindroïdes, fibrilles épaisses, est bien développé; et il en est de même dans l'intestin, dans l'oviducte. La présence dans ces parties d'éléments musculaires à structure grossière n'est-elle pas en harmonie avec la contractilité peu développée de ces organes, avec la lenteur que l'animal met à changer la forme de son corps, contractant d'une façon prédominante, tantôt celles des fibres du réseau musculaire qui ont une direction longitudinale, tantôt celles qui s'étendent transversalement? Au contraire, l'ampoule excrétrice, le pharynx, les ventouses, toutes parties dont la contraction doit être brusque et rapide, présentent des fibres larges, à structure délicate, très développées (ampoule excrétrice, poche du cirrhe), ou bien même des fibres larges à l'exclusion des autres (pharynx, ventouses). Ces organes sont des dépendances des téguments, spécialisées dans leurs attributions physiologiques qui sont surtout une contractilité instantanée et puissante. Cette spécialisation physiologique est expliquée par une spécialisation histologique : le développement des muscles à structure délicate.

Ce sont peut-être là des raisons qui sont de nature à justifier

Digitized by Google

la distinction en deux sortes que j'ai introduite dans les muscles du *Distomum rufoviride*.

Les fibres cylindroïdes sont assez caractéristiques de la musculature du Distome du congre. Cependant on peut les rapprocher de celles décrites par Schwalbe [1] et des cellules musculaires que M. Kœhler a vues chez les Échinodermes [2]. Quant aux fibres aplaties et larges, elles sont répandues très généralement. Ce qui est surtout ici digne d'attirer l'attention, c'est évidemment la coexistence de ces deux sortes de fibres et leur répartition.

Au sujet de la couche granuleuse et nucléée que l'on observe tant entre et sous les muscles du tégument qu'entre ceux des ventouses et d'autres organes, voici quelle signification morphologique je suis disposé à lui reconnaître et comment j'ai été conduit à le faire.

Sæfftigen [3] a représenté, chez les Échinorhynques, des téguments vus de face. Ces téguments se montrent constitués : de fibres musculaires, et d'une couche que l'auteur désigne du nom de *Marksubstanz*, et qui se compose de cellules qui ne sont pas absolument distinctes les unes des autres, mais dont les noyaux très gros indiquent nettement l'existence et le nombre. Cette *Marksubstanz* est considérée par l'auteur comme la matrice des muscles ; en d'autres termes, les cellules qui la constituent sont des cellules musculaires, différenciées en substance musculaire dans une partie seulement de leur protoplasma.

J'ai eu l'occasion de contrôler plusieurs résultats anatomiques et histologiques avancés par Sæfftigen et d'en reconnaître l'exactitude. En particulier j'ai obtenu des préparations de téguments d'Échinorhynques qui m'ont fourni les mêmes images que celles que l'auteur représente.

La ressemblance de telles préparations avec celles que donne le *D. rufoviride* est grande. Et j'ai été ainsi porté à regarder comme étant de nature musculaire la couche granuleuse et nucléée du Distome. Cependant entre la matrice musculaire des Échinorhynques et celle du Distome, il y a une différence. Dans

1. Schwalbe, *Arch. f. Micr. Anat.*, t. V, 1869.
2. Kœhler, *loc. cit.*
3. Sæfftigen, *Zur Organisation der Echinorhynchen.* Leipzig, 1884.

Digitized by Google

les Échinorhynques, les cellules musculaires, bien que confluentes en certains points par leur protoplasma, sont assez bien délimitées cependant pour qu'on puisse les reconnaître sur des vues de face, ou mieux encore sur des coupes longitudinales ou transversales de l'animal. Sur de telles coupes on verra la cellule musculaire munie d'un noyau volumineux et portant appendue à l'un de ses côtés la bande de tissu musculaire, la fibre musculaire qu'elle a produite. Mais quelque séparables que soient par la pensée, quelque séparés même que paraissent à l'œil de l'observateur ces éléments musculaires des Échinorhynques, leur dissociation par les procédés histologiques est impossible, tout à la fois parce que la partie protoplasmique de l'élément est unie par des ponts anastomotiques avec les parties protoplasmiques des éléments voisins, et parce que, d'autre part, la fibre musculaire qui en dépend fait corps avec des fibres musculaires des cellules contiguës, ces fibres formant toutes ensemble un réseau très cohérent dont la cohésion est renforcée encore par un sarcolemme qui passe sans interruption d'une fibre à l'autre. Aussi la dissociation n'a-t-elle pas été tentée par Sæfftigen qui la regardait certainement comme irréalisable.

L'isolation d'un élément musculaire, avec ses deux parties constitutives, la portion trophique non différenciée et celle qui l'est en substance musculaire, est encore moins à rechercher chez le *D. rufoviride*. Ici les cellules musculaires, munies, les unes de noyaux volumineux et uniques, les autres de petits amas nucléaires, sont complètement confondues par leur protoplasma ; elles n'existent pas comme distinctes ; l'individualisation cellulaire est nulle. C'était dans le but de faciliter l'exposition que je me suis servi du mot cellule que je n'avais pas le droit d'employer. Il n'y pas ici une matrice musculaire composée de cellules toutes distinctes ou pouvant être distinguées ; il y a une assise protoplasmique musculogène qui n'est pas à l'état cellulaire. Quand s'est faite la différenciation musculaire, nous ne pouvons pas penser que l'activité indépendante de certains éléments que nous appellerions cellules soit intervenue ; ou s'il y a dans cette couche des unités musculogènes, nous ne pouvons, avec nos moyens d'investigation, reconnaître quelles elles sont ; et nous sommes

Digitized by Google

réduit à dire que la formation des fibres s'est faite par une différenciation en bloc du protoplasma myogénétique.

Telles sont les considérations qui s'appuient sur la comparaison des téguments des Échinorhynques et du *D. rufoviride.*

En faisant des recherches bibliographiques sur les téguments des Trématodes, j'ai trouvé que cette idée avait été déjà brièvement exprimée par Salensky dans ses *Recherches sur la structure de l'Amphilina*[1]. Chez ce Trématode comme chez notre Distome, les muscles sont plongés dans une couche épaisse granuleuse et nucléée; l'ensemble forme sous la cuticule une *Hautschicht*. Cette couche granuleuse est surtout développée en dedans des muscles où elle forme une assise qui n'est que la condensation de la substance granuleuse et nucléée précitée, que l'auteur désigne, pour la clarté de la description seulement, d'un nom spécial : *Körnerschicht*. Salensky dit, au sujet de la substance granuleuse et nucléée dont la peau est comme infiltrée : « Le protoplasma de ces cellules a le rôle le plus évident dans la formation des fibres; » et plus loin : « Dans la *Hautschicht* on ne trouve pas d'éléments cellulaires distincts, mais seulement des noyaux avec nucléoles inclus. Aussi, je crois que la substance fibrillaire se développe principalement par une différenciation du protoplasma de la couche périphérique. »

Wierzewsky[2] figure les téguments du *Calicotyle Kroyeri,* et représente un réseau de fibres musculaires entre lesquelles sont des noyaux plongés dans une substance granuleuse. Il ne s'exprime d'ailleurs pas nettement sur la valeur morphologique de ces formations.

Dans les autres types qui ont été étudiés : le *Distomum Westermani* par Kerbert[3], la Douve du foie par Sommer[4] et M. Macé[5], la composition des téguments est toute différente, et l'on ne trouve rien de semblable à ce que présente le *D. rufoviride;* à moins toutefois que les éléments de la « couche cellulaire hypo-

1. Salensky, in *Zeitschrift für wiss. Zool.* 1874.
2. Wierzewsky, in *Zeitschrift für wiss. Zool.* 1877.
3. Kerbert, *Arch. f. M. Anat.*, t. XIX.
4. Sommer, *Zeitschrift für wiss. Zool.* 1880.
5. Macé, *Recherches anatomiques sur la grande douve du foie.* 1882.

Digitized by Google

dermique », disposés par amas distincts à la face interne des muscles, ne soient chez la Douve du foie les représentants des amas nucléaires de la couche granuleuse de notre Distome[1].

D'autres parties que les téguments proprement dits permettent d'émettre une opinion semblable sur la genèse du tissu musculaire. Entre les faisceaux radiés de la ventouse ventrale, par exemple, se trouve une substance granuleuse renfermant des nids de petits noyaux ou bien de gros noyaux isolés. Les dispositions sont sensiblement celles que l'on observe dans les téguments. Ici comme là, la couche granuleuse est une matrice musculaire dont les éléments cellulaires ne sont pas individualisés, et dont les noyaux seuls sont distincts. Je dois faire remarquer que dans les ventouses, et peut-être même à la face interne des téguments, parmi ces noyaux, on en trouve quelques-uns qui offrent un aspect tout spécial; ils sont elliptiques; et du protoplasma qui les entoure immédiatement partent des prolongements. Ce sont ces formations, sur lesquelles je n'ai pas porté spécialement mon attention, qui représentent, chez *D. rufoviride,* les éléments regardés autrefois par Leuckardt comme des glandes unicellulaires,

1. M. Macé, frappé de l'aspect jeune de ces éléments, les a considérés comme « destinés à fournir les éléments nécessaires à l'accroissement des différentes couches » des téguments. Ainsi donc, la signification que nous accorderions à ces éléments serait incluse dans celle que M. Macé leur reconnaît, et qui est seulement plus compréhensive que la nôtre.

M. Poirier, dans le travail considérable qui est cité plus haut, décrit de ces cellules chez plusieurs Distomes, et surtout chez le *D. clavatum.* Il ne s'explique pas sur la nature de ces éléments, qu'il paraît disposé à considérer comme cellules connectives, et auxquels il refuse en tout cas la nature musculaire. Pour M. Poirier, en effet, les fibres musculaires des Trématodes sont tout à fait analogues, par leur mode de développement et par leur aspect à l'état jeune, aux fibres lisses des animaux supérieurs (Pl. XXV, fig. 4); elles se forment par différenciation périphérique du protoplasma, dont une faible partie seulement, entourant le noyau, reste centrale et non transformée. Pour Salensky, M. Macé, dans les muscles dorso-ventraux de l'*Amphilina* et du *D. hepaticum,* la différenciation musculaire du protoplasma est unilatérale; la cellule formatrice reste en dehors de la bande musculaire qu'elle a produite, appendue à elle. Bien que l'isolation, dans les téguments, d'éléments fournissant les mêmes images soit un fait reconnu impossible par les auteurs cités plus haut, le mode de formation de ces muscles cutanés est le même que celui des muscles dorso-ventraux, sans aucun doute. On a vu pourquoi dans le *D. rufoviride* cette dissociation des muscles tégumentaires et, par suite, la constatation de leur mode exact de formation ne peuvent être faites.

Digitized by Google

par MM. Villot et Macé comme des coupes de canaux excréteurs, par Stieda, Sommer[1] comme des cellules nerveuses.

Des dissemblances très frappantes existent dans les descriptions que les auteurs donnent de la structure des téguments chez les Trématodes. Cela paraît tenir et à des interprétations différentes de la part des auteurs, et à des différences réelles existant entre les espèces observées[2]. On a des raisons de croire que les Trématodes ne sont que des Turbellariés modifiés par le parasitisme, et d'une manière assez uniforme pour qu'on ait pu en faire un groupe très homogène fondé sur les caractères extérieurs. Mais sous cette ressemblance apparente, il y a une structure très diversifiée, attestant l'origine variée des Trématodes. Il serait intéressant de rechercher pour quelques appareils, par exemple pour l'appareil musculo-cutané, dans quelles limites il peut varier, lorsqu'on l'examine chez des Trématodes habitant dans les mêmes conditions, par suite modifiés semblablement par le parasitisme, et que nous avons toutes raisons de croire, à ne regarder que leur aspect extérieur, comme étant très proches parents. L'étude pourrait être faite sur les petits Trématodes qui habitent l'intestin de la grenouille (*D. retusum, D. crassicolle*). On pourrait ainsi non pas certes songer à substituer au groupement zoologique un groupement anatomo-histologique; mais on pourrait, par l'étude des caractères anatomo-histologiques, essayer la valeur du groupement zoologique.

CONCLUSIONS.

Les conclusions qui me paraissent découler des faits statistiques que j'ai observés peuvent être :

1° La distribution géographique d'un ver parasite a pour facteurs, celle du poisson son hôte et celle de la pâture de cet hôte;

2° Les parasites réputés habituels, constants, et même caractéristiques d'une espèce de poisson donnée, peuvent ne l'être que

1. Et M. Poirier.

2. M. Poirier émet quelque part l'idée que cette structure si différente chez les divers Trématodes doit être due à la provenance très diverse de ces Trématodes.

Digitized by Google

lorsqu'on considère les poissons de cette espèce dans une région déterminée ;

3° Une nouvelle espèce de Filaire a été trouvée, qui habite la cavité branchiale et même les artères branchiales du brochet.

Les résultats anatomo-histologiques qui sont ci-dessus exposés sont :

1° La description d'une filaire nouvelle ;

2° Si *Acanthobothrium Dujardinii* et *A. coronatum* sont des espèces distinctes, elles ne diffèrent pas par la forme des crochets ;

3° Les crochets sur la trompe du *Tetrarhynchus erinaceus* ne sont pas homéomorphes ;

4° L'appareil excréteur du *Distomum tereticolle* a été figuré ;

5° Les téguments et leurs dépendances (ventouses, par exemple) chez *Distomum rufoviride* présentent des muscles qui sont de deux sortes histologiques et surtout physiologiques ; l'une de ces sortes est représentée par des fibres cylindroïdes disposées en réseau. Ces muscles sont produits par une assise granuleuse et nucléée dans laquelle des noyaux seuls représentent l'état cellulaire.

Digitized by Google

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I.

Fig. I, A. — *Filaria obturans*. Extrémité antérieure. *œ*, œsophage; *i*, intestin; *u*, utérus; *v*, vagin; *p*, pore sexuel. Gross., 30 d.

Fig. I, B. — *Filaria obturans*. Extrémité postérieure. *r*, rectum; *g*, ganglion anal.

Fig. II. — *Acanthobothrium Dujardinii* (scolex). Gross., 30 d.

Fig. III. — Crochets du même. Gross., 170 d.

Fig. IV. — *Distomum tereticolle*. *ph*, pharynx; *ph'*, diverticule impair et borgne du pharynx; *i*, *i*, branches intestinales; *t*, *t*, les deux testicules; *g*, germigène; *v*, *v*, vitellogène; *u*, utérus; *cs*, cloaque sexuel; *pg*, glandes annexes de l'appareil génital mâle; *e*, branche impaire de l'appareil excréteur, se bifurquant en avant du testicule postérieur. Gross., 20 d.

Fig. V. — *Tetrarhynchus erinaceus*. Trompe (partie supérieure). Gross., 170 d.

PLANCHE II.

Fig. I. — *Distomum rufoviride*. Coupe longitudinale. *t*, *t*, les deux branches du tube digestif; *v*, *v'*, les deux ventouses; *cl c*, cloaque génital; *gl*, glandes accessoires unicellulaires; *tt*, testicule; *vi*, vitellogène; *a*, ampoule excrétrice; *p*, pore excréteur. Gross., 30 d. Alcool. C. de Grenacher.

Fig. II. — *Distomum rufoviride*. Téguments, coupe transversale. *a*, cuticule; *b*, muscles longitudinaux et annulaires; *c*, couche granuleuse avec épaississements nucléés. (Alcool, carmin de Grenacher.) Gross., 300 d.

Fig. III et IV. — Fig. III, vue de face des téguments. Fig. IV, vue de face de l'ampoule excrétrice. *f*, fibres larges, pâles; *f'*, fibres cylindroïdes, réfringentes, formant en III et IV un réseau à mailles rectangulaires qui est, dans les deux figures, le plus régulier qui ait été observé; *f''*, fibres obliques moniliformes ou fusiformes; *f'''*, les mêmes dans l'ampoule excrétrice, fusiformes ou multifurquées; *cg*, couche granuleuse et nucléée (*Marksubstanz*).

N. — Dans la figure III (téguments), les fibres larges, *f*, n'ont pas été représentées; elles l'ont été dans l'ampoule excrétrice, où elles sont bien mieux développées (fig. IV). Pour des raisons inverses, la couche granuleuse et nucléée de l'ampoule excrétrice n'a pas été figurée; très épaisse (voy. fig. 1, *a*), elle eût trop obscurci le dessin.

Bichr. K. $^1/_{100}$, picrocarminate. Gross., 300 d.

Fig. V. — Secteur de la ventouse ventrale, appartenant à une coupe longitudinale. *f*, fibres larges; *cg*, la substance granuleuse avec ses gros noyaux et ses nids de petits noyaux. Bichr. K. $^1/_{100}$. Alcool. Carmin de Grenacher. Gross., 300 d.

Digitized by Google

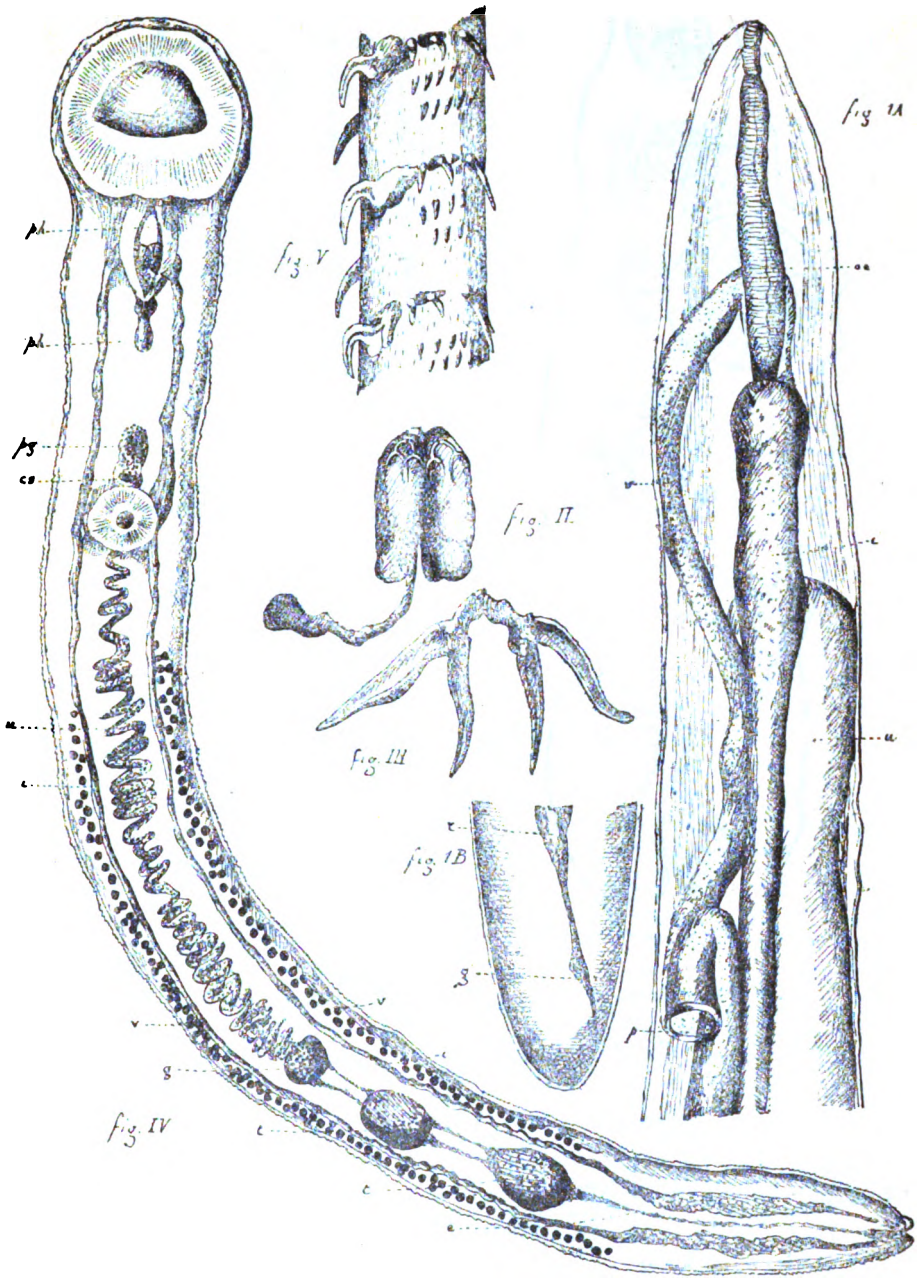


Planche I.

Digitized by Google

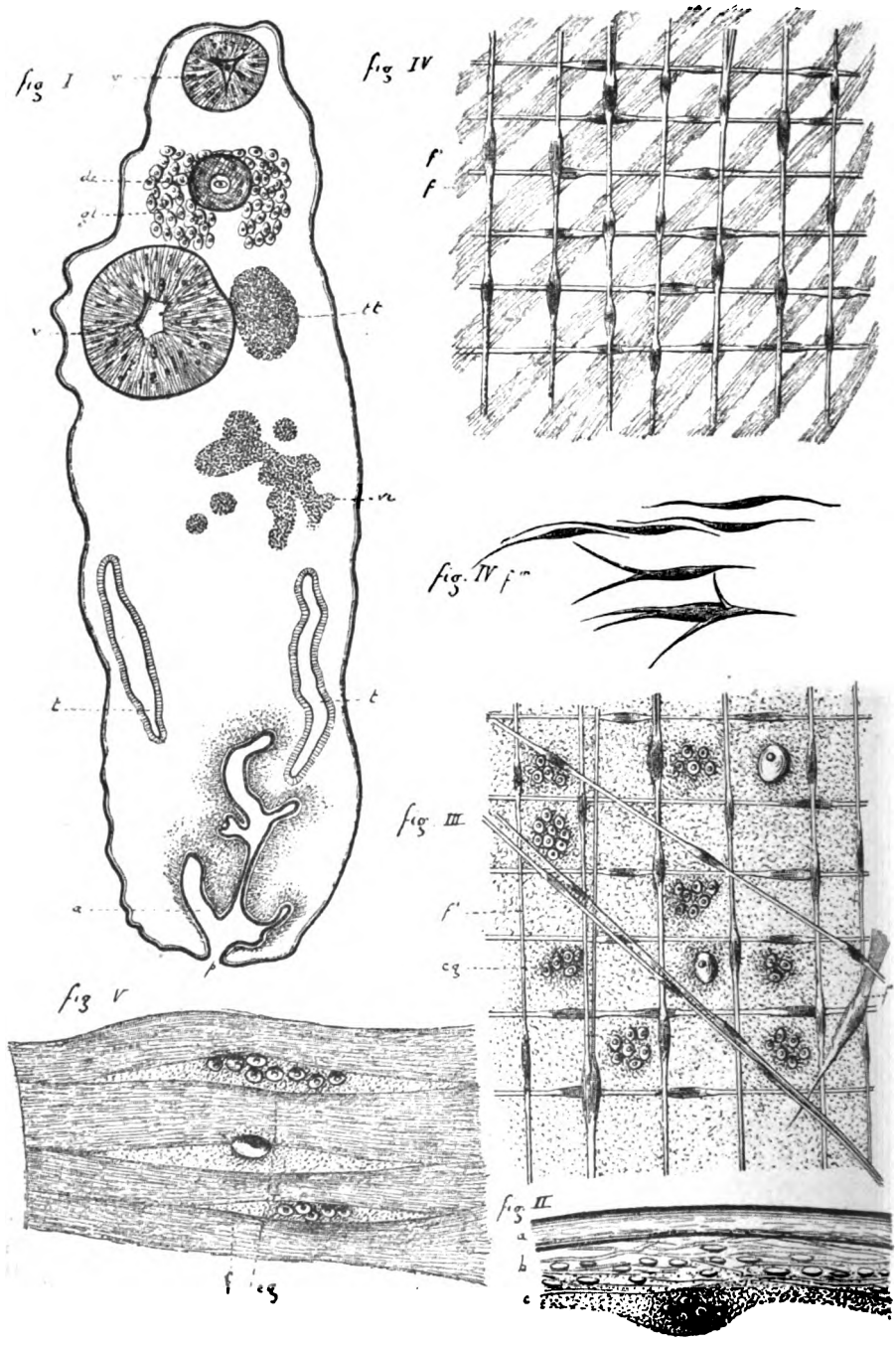


Planche II.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES.

AMIENS. — Société linnéenne du Nord de la France.
— Société industrielle d'Amiens.
AMSTERDAM. — Koninklijke Akademie der Wetenschappen (Académie royale des sciences).
ANGERS. — Société d'études scientifiques d'Angers.
— Société industrielle et agricole d'Angers et du département de Maine-et-Loire.
BALE. — Naturforschende Gesellschaft in Basel.
BATAVIA. — Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen (Société des arts et sciences de Batavia).
BERLIN. — Kœniglich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin.
— Deutsche Geologische Gesellschaft.
BERNE. — Naturforschende Gesellschaft in Bern.
— Schweizerische naturforschende Gesellschaft.
BESANÇON. — Société d'émulation du Doubs.
— Société de médecine de Besançon.
BÉZIERS. — Société d'études des sciences naturelles de Béziers.
BONN. — Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westfalens.
BORDEAUX. — Société linnéenne de Bordeaux.
— Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.
BOSTON. — American Academy of Arts and Sciences de Boston (Massachussets).
BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.
BRUNN. — Naturforschender Verein in Brünn.
BRUXELLES. — Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.
CAEN. — Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres de Caen.
— Société linnéenne de Normandie.
CHEMNITZ (Saxe). — Naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Chemnitz.
CHERBOURG. — Société nationale des sciences naturelles de Cherbourg.
COIRE. — Naturforschende Gesellschaft Graubündens.
COLMAR. — Société d'histoire naturelle de Colmar.
COPENHAGUE. — Kongelige danske videnskaberne selskab Kjöbenhavn (Société royale danoise des sciences).
DANZIG. — Naturforschende Gesellschaft in Danzig.
DUBLIN. — Royal geological Society of Ireland.
ÉPINAL. — Société d'émulation du département des Vosges.
FRIBOURG. — Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau (grand-duché de Bade).
GIESSEN. — Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.

Digitized by Google

GŒRLITZ (Silésie). — Naturforschende Gesellschaft zu Gœrlitz.
GUÉRET. — Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.
HAMBOURG-ALTONA. — Wissenschaftlicher Verein von Hamburg-Altona.
HARLEM. — Hollandsche Maatschapij der Wetenschappen (Société hollandaise des sciences).
HAVRE (LE). — Société des arts agricoles et horticoles du Havre.
HELSINGFORS. — Vetenskaps-Societetens af Finska (Société des sciences de la Finlande).
— Sällskapets pro Faunâ et Florâ fennicâ (Société pour la faune et la flore de la Finlande).
INSPRUCK. — Ferdinandeum für Tyrol und Vorarlberg.
LAUSANNE. — Société vaudoise des sciences naturelles.
LEIPSICK — Königlich Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig.
LIÈGE. — Société géologique de Belgique.
LISBONNE. — Academia real das sciencias de Lisboa.
LONDRES. — Royal geographical Society.
— Royal geological Society.
LUXEMBOURG. — Institut royal grand-ducal de Luxembourg (Section des sciences naturelles et mathématiques).
LYON. — Société d'études scientifiques de Lyon.
MANCHESTER. — Litterary and philosophical Society of Manchester.
MARSEILLE. — Société d'études des sciences naturelles de Marseille.
METZ. — Société d'histoire naturelle de Metz.
MONTBÉLIARD. — Société d'émulation de Montbéliard.
MONTPELLIER. — Académie des sciences et lettres de Montpellier (Section des sciences).
MONTRÉAL. — Society of natural history of Montreal (Canada).
MOSCOU. — Société impériale des naturalistes de Moscou.
MUNICH. — Königlich Baierische Akademie der Wissenschaften (mathem. u. physik. Abth.).
MUNSTER. — Westfälischer Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst.
NANCY. — Académie de Stanislas.
— Société de médecine.
— Société de géographie de l'Est.
— Commission météorologique du département de Meurthe-et-Moselle.
NEUCHATEL. — Société des sciences naturelles de Neuchâtel (Suisse).
NIMES. — Société d'études des sciences naturelles de Nîmes.
OFFENBACH. — Verein für Naturkunde in Offenbach a/Main.
PARIS. — Association française pour l'avancement des sciences.
PERPIGNAN. — Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales.
PHILADELPHIE. — Akademy of natural sciences of Philadelphia (Pensylvanie).
PISE. — Società toscana di scienze naturali in Pisa.
PRAGUE. — Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag.
PRESBOURG. — Verein für Natur- und Heilkunde zu Pressburg.
RIO-DE-JANEIRO. — Observatoire impérial astronomique et météorologique.
ROME. — Accademia reale dei Lincei.
ROUEN. — Société des Amis des sciences naturelles de Rouen.
SAINT-DIÉ. — Société philomathique vosgienne de Saint-Dié.
SAINT-GALL. — St. Gallische naturwissenschaftliche Gesellschaft.
SAINT-JEAN-D'ANGÉLY. — Société linnéenne de la Charente-Inférieure.

Digitized by Google

SAINT-LOUIS. — Academy of sciences of Saint-Louis (Missouri).
SAINT-PÉTERSBOURG. — Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg.
STOCKHOLM. — Kong. Svenska Vetenkaps Akademie (Académie royale suédoise des sciences).
TOULOUSE. — Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse.
— Société d'histoire naturelle de Toulouse.
— Société académique hispano-portugaise.
TOURS. — Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire.
TURIN. — Accademia Reale delle Scienze.
UPSAL. — Regia societas scientiarum Upsaliensis.
— Université d'Upsal.
VERDUN. — Société philomathique de Verdun.
VERSAILLES. — Société des sciences naturelles et médicales de Seine-et-Oise.
VIENNE. — Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien (mathemat. u. wissenschaftliche Abth.).
— Kaiserl. Königl. zoologische und botanische Gesellschaft in Wien.
VITRY-LE-FRANÇOIS. — Société des sciences et arts de Vitry-le-François.
WASHINGTON (D. C. U. S. A.). — Smithsonian Institution.
WIESBADEN. — Nassauischer Verein für Naturkunde.
ZURICH. — Naturforschende Gesellschaft in Zürich.

Digitized by Google

Digitized by Google

OUVRAGES

REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ PENDANT L'ANNÉE 1885.

I. — PUBLICATIONS PÉRIODIQUES ET JOURNAUX.

AMIENS. — Bulletin mensuel de la Société linnéenne du Nord de la France. T. VI, nos 123 à 138.

— Bulletin de la Société industrielle, 1885, 5e fasc.

AMSTERDAM. — Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen.

ANGERS. — Bulletin de la Société d'études scientifiques, 1884.

BALE. — Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. 7ter T. 3tes H.

BATAVIA. — Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. D. XLIX.

— Catalogus der Bibliotheck van de Konin. Natuurkundige vereeniging in Nederlandsch-Indië.

BERLIN. — Sitzungsberichte der königl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 23 octobre 1884-30 juillet 1885.

BERNE. — Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern. 1884 : 1092-1101 ; 1885 : 1103-1132.

BESANÇON. — Académie des sciences, belles-lettres et arts de Besançon. 1884.

BONN. — Verhand. des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande und Westfalens. 1884, 2tes H. ; 1885, 1tes H.

— Autoren und Sachregister zu Band 1-40. Jahrg. 1844-1883.

BORDEAUX. — Actes de la Société linnéenne de Bordeaux. 38e vol. T. VIII, 4e série.

BOSTON. — Proceedings of the American Academy of arts and sciences. Mai 1884 à mai 1885.

BRESLAU. — Zweiundsechzigster Jahres-Bericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1884.

BRÜNN. — Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn. XXI. B. 1, 2. H. 1882.

BRUXELLES. — Bulletin de l'Académie royale de Belgique. 3e série, t. V, VI, VII, VIII.

— Mémoires couronnés et autres mémoires de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Collect. in-8°. T. XXXIV et XXXV.

— Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. T. XLV et XLVI.

— Mémoires de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. T. XLV.

Digitized by Google

Bruxelles. — Annuaire de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. 1884.

Cherbourg. — Mémoires de la Société nationale des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. T. XXIV. 4e vol., 3e série.

Coire. — Jahres-Bericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. 1882-1883, 1883-1884.

Copenhague. — Bulletin de l'Académie royale. 1885, 1, 2, 3.

— Mémoires de l'Académie royale de Copenhague. 6e série, vol. I, n° 11; vol. II, n° 7; vol. III, nos 1 et 3.

Dantzig. — Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. 1885.

Épinal. — Annales de la Société d'émulation des Vosges. 1885.

Fribourg-en-Brisgau. — Berichte über Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft. B. VIII, H. III.

Guéret. — Mémoires de la Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse. T. V, 3e bulletin.

Harlem. — Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles. T. XIX, 4e et 5e liv.; t. XX, 1re et 3e liv.

Harrisbourg. — Second geological Survey of Pensylvanie. 75 volumes.

Helsingfors. — Bidrag Till Kämedom af Finlands natur och Folk. H. 39, 40, 41, 42.

— Öfversigt af Finska Vetenskaps Societetens Förhandlingar. XXVI.

— Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica. 1883, 9 et 10; 1885, 11.

— Acta Societatis scientiarum Fennicæ. T. XIV.

Inspruck. — Zeitschrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg. III. F., 29 H.

Lausanne. — Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles. 2e série, 20, 21.

Leipzig. — Berichte über die Verhandlungen der König. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. 1884 : I, II; 1885 : I, II.

Liège. — Annales de la Société géologique de Belgique. T. X, 1882-1883, avec tables générales des tomes I à X; t. XI, 1883-1884.

— Mémoires de la Société des sciences de Liège, t. XII.

Londres. — The quaterly Journal of the geological Society. V. XLI, n° 162.

Lucerne. — Verhand. der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Luzern. Jahr. 1883-1884.

Montpellier. — Mémoires de la section des sciences de l'Académie de Montpellier. T. X, 3e fasc., 1883-1884.

Moscou. — Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou. 1884, nos 3, 4.

Munich. — Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der k. B. Akademie der Wissenschaften zu München. 1885. H. I, II, IV.

— Sitzungsberichte der philosophisch-philologischen und historischen Classe. 1885. H. I.

— Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften. XV. B.

Münster. — Dreizehnter Jahresbericht des westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst für 1884.

Nancy. — Mémoires de l'Académie de Stanislas. 1884.

— Bulletin de la Société de géographie de l'Est. 1885, 1er, 2e, 3e trim.

— Mémoires de la Société de médecine. 1883-1884.

Digitized by Google

NANCY. — Observations météorologiques de la Commission de Meurthe-et-Moselle. 1884.

— *Revue médicale de l'Est*. 1885.

NIMES. — Bulletin de la Société d'étude des sciences naturelles de Nîmes. 1885. 3e fasc.

OFFENBACH. — 24. und 25. Bericht über die Thätigkeit des Offenbacher-Vereins für Naturkunde.

PARIS. — Revue des travaux scientifiques. T. V, 1 à 7, 11e et 12e fasc.

— Comité des travaux historiques et scientifiques (Liste des membres).

— Revue des Sociétés savantes : sciences mathématiques, physiques et naturelles (Table générale).

PHILADELPHIE. — Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 1885, 3 p.

PISE. — Atti della Società Toscana di Scienze naturali in Pisa. Vol. IV, fasc. 3; vol. VI, fasc. 2. (Processi-verbali, vol. IV, 22 mazo et 28 guigno 1885.)

ROME. — Atti della reale Accademia dei Lincei. 1884-1885, nos 3 à 27.

ROUEN. — Bulletin de la Société des amis des sciences naturelles de Rouen. 1884, 2e sem.; 1885, 1er sem.

SAINT-DIÉ. — Bulletin de la Société philomathique vosgienne. 1884-1885.

SAINT-GALL. — Bericht über die Thätigkeit der Sankt-Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft. 1882-1883.

SAINT-PÉTERSBOURG. — Mémoires du Comité géologique. Vol. I, nos 1-4; vol. II, no 1.

— Bulletin du Comité géologique. 1882, 1; 1883, 1 à 9; 1884, 1 à 10; 1885, 1 à 7.

STOCKHOLM. — Ofversigt of kongl. Vetenskaps Akademiens Forhandlingar, 38, 39, 40.

— Bihang till kongl. Swenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. 6e, 1, 2; 7e, 2; 8e 1.

— Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. 1880, 18; 1881, 19. I, II.

TOULOUSE. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse. 1885, 1er et 2e trim.

— Mémoires de l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse. T. VI, 1er et 2e sem.

— Bulletin de la Société académique franco-hispano-portugaise de Toulouse. T. V, 1884, nos 3, 4; t. VI, 1885, no 1. — Annuaire de la Société, 1884-1885.

UPSAL. — Nova Acta Regia Societatis scientiarum Upsaliensis. Vol. XII, fasc. II, 1885.

VIENNE. — Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Anatomie, Médecine et Physiologie. 1883, avril à décembre; 1884, janvier et février. — Minéralogie, Botanique, Zoologie, Géologie et Paléontologie. 1883, juin à décembre; 1884, janvier à mai. — Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie. 1883, juin à décembre; 1884, janvier à mai.

— Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. XXIV, XXV.

VITRY-LE-FRANÇOIS. — Société des sciences et arts de Vitry-le-François. XII, 1882.

ZURICH. — Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1881, 1882, 1883, 1884.

Digitized by Google

II. — Ouvrages originaux.

Fliche et Bleicher.. — Recherches sur le terrain tertiaire d'Alsace et du territoire de Belfort.

Faudel et Bleicher. — Matériaux pour une étude préhistorique de l'Alsace.

Thomas. — Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie.

— La Mer saharienne.

— Recherches sur les sépultures anciennes des environs d'Aïn-el-Bey (près de Constantine, Algérie).

— Recherches sur les Bovidés fossiles de l'Algérie.

Ed. Lefèvre. — Liste des Coléoptères recueillis en Tunisie en 1883.

Eugène Simon. — Étude sur les Arachnides recueillis en Tunisie en 1883 et 1884.

P. Vuillemin. — Tige des Composées.

Olry. — Recherches sur les phénomènes météorologiques de la Lorraine.

H. Vignot. — Rôle de la vapeur d'eau dans l'atmosphère.

Gal D. Julio A. Roca. — Expédition du Rio-Negro (Patagonie) [géologie, zoologie et botanique].

A. Prêterre. — Les Dents, leurs maladies, leur traitement et leur remplacement.

Carte de l'Algérie et de la Tunisie publiée par l'Association française pour l'avancement des sciences.

Congrès tenu à Blois par l'Association française pour l'avancement des sciences (13e année, 1884).

Octave Pirmez. — Jours de solitude (édition posthume).

Discours prononcé par M. René Goblet, ministre de l'instruction publique, des beaux-arts et des cultes, le 11 avril 1885, à la séance de clôture du Congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne.

Digitized by Google

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE FASCICULE XVIII (TOME VII, ANNÉE 1885).

Pages.

Liste des membres de la Société 1

I. — Procès-verbaux.

1° Botanique.

Applications taxinomiques de l'*anatomie végétale*, par M. Vuillemin. . . XXXIX
Voyage botanique en *Corse*, par M. Fliche XXXIII
Voyage botanique dans l'*Italie centrale*, par M. Fliche XII
Pied de *Primula prænitens* à fleurs monstrueuses, par M. Le Monnier . XII

2° Chimie.

Chaleur de formation de quelques composés de l'*antimoine*, par M. Guntz. XXX
Influence du milieu sur le sens des réactions; action de la potasse en solution dans l'alcool absolu sur l'*urée* et la *sulfo-urée*, par M. Haller . . XLI
Action de l'ammoniaque sur les *permanganates métalliques*, par M. Klobb. XXXII

3° Géologie.

Corps organisés attribuables à des *Diatomées* dans une plaque mince du silex hornstein du terrain tertiaire d'eau douce de Riedisheim (Haute-Alsace), par M. Bleicher XXIII
Age de la *grouine* dans la vallée de la Meurthe, par M. Bleicher XV

4° Météorologie.

Construction de la *carte météorologique* quotidienne de l'Observatoire de Paris, par M. Millot XXV
Cyclone du 3 juin 1885 à Aden et la perte du *Renard*, par M. Millot . . XL

5° Physique.

Dégagement d'*électricité*, lors du frottement mutuel de la glace et de l'eau à l'état liquide, par M. Blondlot XIV
Loi des tensions de Volta : l'air échauffé à la température du rouge lui obéit et fait partie de la série des tensions formée par les métaux, par M. Blondlot XVII

Digitized by Google

Pages.

Multiplicateur électrique nouveau, par M. Blondlot XXXVI
Obturateurs instantanés employés en photographie, par M. Dumont. . . XVI
Recherches sur la cristallisation des *paratartrates*, par M. Bichat. . . . XVI
Nouveau modèle de *tourniquet électrique*, par M. Bichat XXX

6° Physiologie.

Contraction simultanée des *muscles antagonistes*, par M. Beaunis . . . XXII
Influence de l'obscurité sur les *fonctions visuelles*, par M. Charpentier . XIX
Influence des *perceptions d'un œil* sur celles de l'autre, par M. Charpentier XX

7° Zoologie.

Vers parasites des poissons, par M. Prenant XXIV

II. — MÉMOIRES ORIGINAUX.

Recherches sur les *Formes de la contraction musculaire* et sur les *Phénomènes d'arrêt*, avec tracés, par M. Beaunis 1
Étude critique sur la mécanique, avec figures, par M. Calinon 87
De la *Classification des nuages de Poëy*, avec planches, par M. Millot . 181
Le *Cyclone* du 3 juin 1885 à Aden et la perte du *Renard*, par M. Millot. 197
Recherches sur les *Vers parasites des poissons*, avec planches, par M. Prenant 206

Sociétés correspondantes 233
Liste des publications périodiques, mémoires et ouvrages reçus pendant l'année 1885. 237
Table des matières 241

Nancy, imprimerie Berger-Levrault et Cie.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES

DE NANCY

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

Série II. — Tome VIII. — Fascicule XIX

19e ANNÉE. — 1886

(AVEC PLANCHES ET FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE)

PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

5, Rue des Beaux-Arts, 5

MÊME MAISON A NANCY

1886

Digitized by Google

Digitized by Google

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

BUREAU ET CONSEIL D'ADMINISTRATION

POUR L'ANNÉE 1886.

		MM.
Bureau	*Président,*	Schlagdenhauffen.
	Vice-président,	Volmerange.
	Secrétaire général,	Hecht.
	Secrétaire annuel,	Thouvenin.
	Trésorier,	Friant.
Administrateurs.		Fliche.
		Beaunis.
		Charpentier.

LISTE DES MEMBRES

COMPOSANT LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Arrêtée au 1er janvier 1886.

I. MEMBRES TITULAIRES

INSCRITS PAR RANG D'ANCIENNETÉ.

1. Jacquemin ✻, directeur de l'École supérieure de pharmacie. 3 février 1857.
2. Dr Schlagdenhauffen, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 5 juillet 1859.
3. Dr Hecht, professeur à la Faculté de médecine. 3 janvier 1865.
4. Dr Feltz ✻, professeur à la Faculté de médecine. 7 février 1865.
5. Dr Gross, professeur à la Faculté de médecine. 16 décembre 1868.
6. Dr Bleicher ✻, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 7 juillet 1869.
7. Dr Beaunis ✻, professeur à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
8. Dr Bernheim, professeur à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
9. Dr Marchal, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.

Digitized by Google

10. Dr Spillmann, professeur agrégé à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
11. Humbert, docteur en médecine. 30 juin 1873.
12. Delcominète, professeur suppl. à l'École supérieure de pharmacie. 5 janvier 1874.
13. Dr Friant, professeur à la Faculté des sciences. 19 janvier 1874.
14. Roussel, ancien professeur à l'École forestière. 16 mars 1874.
15. Fliche, professeur à l'École forestière 20 avril 1874.
16. Dr Lallement, professeur à la Faculté de médecine. 26 avril 1875.
17. Haller, professeur à la Faculté des sciences. 8 janv. 1877.
18. Bichat, professeur à la Faculté des sciences. 22 janvier 1877.
19. Dr Coze ✻, professeur à la Faculté de médecine. 7 mai 1877.
20. Le Monnier, professeur à la Faculté des sciences. 18 juin 1877.
21. Monal, pharmacien de 1re classe. 2 décembre 1878.
22. Gault, pharmacien de 1re classe. 6 janvier 1879.
23. Wohlgemuth, maître de conférences à la Faculté des sciences. 20 janvier 1879.
24. Dr Charpentier, profess. à la Faculté de médecine. 2 mars 1879.
25. Godfrin, prof. à l'École sup. de pharmacie. 24 novembre 1879.
26. Floquet, professeur à la Faculté des sciences. 19 janvier 1880.
27. Arth, docteur ès sciences physiques. 19 janvier 1880.
28. Dr Koehler, chargé d'un cours à la Faculté des sciences. 2 février 1880.
29. Dr Macé, professeur agr. à la Faculté de médecine. 1er mai 1880.
30. Dr Grandeau O✻, doyen de la Faculté des sciences. 15 juin 1880.
31. Dr Lemaire, licencié ès sciences naturelles. 15 juillet 1880.
32. Sadler, docteur en médecine. 1er décembre 1880.
33. Dumont, docteur en droit, chef des travaux physiques à la Faculté de médecine. 16 janvier 1881.
34. Kuntzmann, professeur au Lycée. 16 janvier 1881.
35. Jaquiné O ✻, inspecteur général honoraire des ponts et chaussées. 16 janvier 1881.
36. Dr Garnier, professeur à la Faculté de médecine. 2 mars 1881.
37. Dr Stoeber, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine. 15 mars 1881.
38. Volmerange ✻, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite. 15 mars 1881.
39. André, architecte. 1er mars 1882.
40. Blondlot, professeur adj. à la Faculté des sciences. 2 juin 1882.
41. Held, prof. agrégé à l'École supérieure de pharmacie. 2 juin 1882.
42. Henry, professeur à l'École forestière. 1er décembre 1882.
43. Dr Vuillemin, chef des travaux d'histoire naturelle médicale à la Faculté de médecine. 1er décembre 1882.
44. Thoulet, professeur à la Faculté des sciences. 17 janvier 1883.

Digitized by Google

45. Hasse, professeur à l'École normale d'instituteurs. 1er mars 1883.
46. Thouvenin, chargé de cours à l'École supérieure de pharmacie. 1er mars 1883.
47. Millot, ancien officier de marine, chargé d'un cours à la Faculté des sciences. 17 mai 1883.
48. A. de Metz-Noblat, homme de lettres. 3 juillet 1883.
49. Dr Bagnéris, professeur agrégé à la Faculté de médecine. 15 janvier 1884.
50. Brunotte, pharmacien de 1re classe. 15 février 1884.
51. Klobb, chef des travaux à l'École supérieure de pharmacie. 15 février 1884.
52. Chenu, licencié ès sciences naturelles. 18 juillet 1884.
53. Abbé Chevalier, licencié ès sciences, professeur à l'École Saint-Sigisbert. 1er décembre 1884.
54. Pérot ✻, intendant militaire en retraite. 16 janvier 1885.
55. Lecat, professeur au Lycée. 16 janvier 1885.
56. Riston, licencié en droit. 16 janvier 1885.
57. Bertin, rentier. 16 janvier 1885.
58. Guntz, maître de conférences à la Faculté des sciences. 16 janvier 1885.
59. Saint-Remy, licencié ès sciences naturelles. 16 janvier 1885.
60. Viller ✻, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite. 23 février 1885.
61. Prenant, chef des travaux d'histologie à la Faculté de médecine. 4 mars 1885.
62. Calinon, chef de correspondance aux forges de Pompey. 1er mai 1885.

II. MEMBRES ASSOCIÉS

INSCRITS PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

Berger-Levrault (Oscar) ✻, imprimeur à Nancy. 24 mars 1873.
Des Robert (Maurice), à Nancy. 15 mai 1886.
Dupont, maître de forges à Pompey. 1er avril 1880.
Gaiffe, constructeur d'appareils de physique à Nancy. 28 janvier 1882.
Goudchaux, banquier à Nancy. 18 juin 1873.
Dr Herrgott ✻, professeur à la Faculté de médecine. 18 novembre 1878.
Dr Heydenreich, professeur à la Faculté de médecine. 18 nov. 1878.
Houbre, ingénieur des ponts et chaussées à Nancy. 18 novembre 1878.
Laederich (Ch.), manufacturier à Épinal. 16 janvier 1874.
Lang (B.), manufacturier à Nancy. 16 mars 1880.
Lang (R.), manufacturier à Nancy. 16 mars 1880.
Dr Langlois, médecin en chef à l'Asile de Maréville. 16 janvier 1881.

Digitized by Google

LANGENHAGEN (de) ✱, manufacturier à Nancy. 2 mars 1874.
LEDERLIN ✱, doyen de la Faculté de droit de Nancy. 24 mars 1873.
Dr NETTER ✱, médecin principal de l'armée, en retraite. 2 août 1880.
NORBERG (J.) ✱, imprimeur à Nancy. 24 mars 1873.
THOMAS (Philippe), médecin-vétérinaire en 1er au 10e régiment de hussards, à Nancy. 15 juillet 1885.
Dr TOURDES O ✱, doyen de la Faculté de méd. de Nancy. 1er juin 1880.
VILLER, licencié en droit à Lunéville. 2 mars 1881.
BARTHÉLEMY, à Nancy. 17 mai 1883.

III. MEMBRES CORRESPONDANTS

A) NATIONAUX.

BABINET ✱, lieutenant-colonel d'artillerie à Poitiers. M. T. 5 nov. 1865.
BARDY, pharmacien de 1re classe à Saint-Dié. 15 novembre 1880.
BELLEVILLE, colonel en retraite, à Toulouse. 18 mai 1874.
Dr BŒCKEL (Eugène) ✱, prof. agr. à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg, chirurgien en chef de l'hôpital civil. M. T. 19 mars 1867.
Dr BOUCHARD ✱, professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux. M. T. 2 juin 1869.
BRILLOUIN, maître de conférences à la Faculté des sciences de Dijon. M. T. 16 janvier 1881. M. C. 15 novembre 1882.
Dr BOUISSON O ✱, ancien doyen de la Faculté de médecine de Montpellier. 14 août 1838.
BUCHINGER, ancien inspecteur de l'instruction primaire, à Strasbourg.
CASTAN ✱, chef d'escadron d'artillerie. M. T. 5 juin 1866; M. C. 5 juin 1867.
Dr CHRISTIAN, médecin en chef de la Maison nationale de Charenton. M. T. 22 janvier 1877.
Dr COLLIGNON, médecin-major de l'armée. M. T. 9 juin 1879; M. C. 15 novembre 1881.
DAUBRÉE C ✱, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, professeur au Jardin des Plantes. M. A. 9 avril 1839; M. T. 5 avril 1842; M. C. août 1861.
Dr DELACROIX, inspecteur des eaux de Luxeuil. 9 juin 1868.
Dr ENGEL, professeur à la Faculté de médecine de Montpellier. M. T. 5 mai 1875.
Dr FAUDEL, secrétaire de la Société d'histoire naturelle de Colmar (Haut-Rhin). 8 mai 1867.
Dr FÉE ✱, médecin principal de l'armée. M. T. 19 février 1867.
FIESSINGER, docteur en médecine à Thaon (Vosges). 1er décembre 1881.
FLAMMARION (Camille), astronome et écrivain scientifique, à Paris. 4 novembre 1868.

Digitized by Google

FRANÇOIS (Jules), inspecteur général des mines, à Paris. 9 juin 1868.
GAY (J.), professeur au Lycée de Montpellier. M. T. 19 février 1867 ; M. C. 19 juillet 1871.
GÉNY, inspecteur adjoint des forêts, à Grenoble. M. T. 15 mars 1884. M. C. 15 janvier 1886.
GRAD (Ch.), naturaliste, à Colmar (Haut-Rhin). 6 février 1869.
Dr HARO ✻, médecin principal de l'armée en retraite, à Montpellier. M. T. 16 avril 1877 ; M. C. 3 janvier 1881.
HECKEL, prof. à la Faculté des sciences de Marseille. M. T. 21 fév. 1876.
HERRENSCHMIDT (E.), docteur en médecine à Strasbourg. 15 janv. 1867.
HIRSCH, ingénieur des ponts et chaussées, à Paris. M. T. 5 mai 1873.
HUGUENY ✻, professeur à la Faculté des sciences de Marseille. M. T. 5 juillet 1859 ; M. C. en 1878.
JOUAN, capitaine de vaisseau, à Cherbourg. 1er décembre 1863.
JOURDAIN, ancien professeur à la Faculté des sciences de Nancy, à Saint-Waast-la-Hogue (Manche). M. T. en 1877 ; M. C. 8 décembre 1879.
KELLER, ingénieur des mines, à Paris. 19 juillet 1871.
KLEIN, pharmacien à Strasbourg. M. T. 4 juillet 1865.
Dr KŒBERLÉ O ✻, professeur agrégé à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg. M. T. 7 juillet 1857.
KOSSMANN, docteur ès sciences, à Nancy. 9 janvier 1866.
LADREY, prof. de chimie à la Faculté des sciences de Dijon. 3 mars 1863.
LEJEUNE, chef d'escadron d'état-major. 3 juillet 1860.
Dr LORTET (L.), doyen de la Faculté de médecine de Lyon. Déc. 1868.
MANGIN, professeur au Lycée Louis-le-Grand, à Paris. M. T. 24 novembre 1879 ; M. C. 15 novembre 1881.
Dr MILLARDET, professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux. M. T. 5 mai 1869.
Dr MONOYER, prof. à la Faculté de méd. de Lyon. M. T. 4 juillet 1865.
MUNTZ, ingénieur des ponts et chaussées, à Nancy. M. T. 5 mai 1873.
PASTEUR C ✻, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne, ancien professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg. M. T. 8 janvier 1850 ; M. C. 1854.
QUATREFAGES (A. de) O ✻, membre de l'Institut, professeur au Jardin des Plantes, à Paris. 2 juin 1835.
RŒDERER, ingénieur des ponts et chaussées. M. T. 5 mars 1877.
ROGER, pharmacien-major en retraite. M. T. 3 février 1857 ; M. C. 1er mars 1859.
SAINT-LOUP, prof. à la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand. 15 janv. 1867.
Dr VILLEMIN ✻, professeur au Val-de-Grâce. 4 août 1857.
Dr WIEGER, prof. à la Faculté de méd. de Strasbourg. M. T. 9 juin 1857.
Dr WILLEMIN O ✻, médecin-inspecteur des eaux de Vichy. M. T. 8 mai 1867 ; M. C. 19 juillet 1871

Digitized by Google

WILLM, professeur à la Faculté des sciences de Lille. M. T. 8 mai 1867.
Dr ZEYSSOLFF, ancien médecin cantonal à Strasbourg. M. T. 15 avril 1834; M. C. 10 mars 1873.

B) ÉTRANGERS.

Allemagne.

BRUCH (Carl), professeur d'anatomie à Offenbach. 5 janvier 1864.
DECHEN, directeur général des mines à Bonn. 5 novembre 1850.
GEINITZ (H. B.), prof. à l'École polytechnique de Dresde. 5 fév. 1868.
LUDWIG, ingénieur civil à Darmstadt. 5 juillet 1859.
NÆGELI, professeur de botanique à l'Université de Munich. 7 mai 1855.
SANDBERGER, professeur à l'Université de Würzbourg. 4 août 1856.
SIEBOLD (Th. de), professeur à l'Université de Munich. 8 février 1848.

Amérique du Nord. (États-Unis.)

ASA-GRAY, professeur à l'Université de Boston. 2 décembre 1851.
LEA, membre de l'Académie de Philadelphie. 1er juillet 1856.
LESQUEREUX, naturaliste à Columbus. 5 novembre 1850.

Angleterre, Écosse, Irlande.

COLLINS (Matth.), professeur à Dublin. 2 juin 1869.
GOULD (John), membre de la Société royale de Londres. 8 février 1848.
HELLIER-BAILY, paléontologiste, membre de la Commission géologique de l'Irlande. 4 mars 1868.
MOORE (David), directeur du Jardin botanique de Dublin. 1er août 1865.
Dr STIRTON (James), à Glasgow. 6 février 1869.

Belgique.

MORREN (Édouard), professeur de botanique à l'Université de Liège. 12 janvier 1859.

Brésil.

GLAZIOU, directeur du Jardin botanique de Rio-Janeiro. 4 mars 1868.

Italie.

NARDO (de), professeur à Venise. 6 février 1844.
TARGIONI-TOZETTI, professeur de botanique à Florence. 10 nov. 1846.

Portugal.

BARBOZA-DUBOCAGE, membre de l'Académie royale de Lisbonne. 12 mars 1862.
O CASTELLO DA PAÏVA, membre de l'Académie royale de Lisbonne. 4 décembre 1866.

Digitized by Google

Russie.

KUTORGA, professeur à Saint-Pétersbourg. 4 juin 1855.

Suède et Norvège.

ARESCHOUG, professeur à l'Université d'Upsal. 11 janvier 1859.
LOVEN, membre de l'Académie de Stockholm. 8 février 1848.

Suisse.

FAVRE (Alph.), professeur de géologie à Genève. 2 décembre 1862.
PICTET (Franç. Jul.), professeur à l'Académie de Genève. 7 déc. 1841.

MEMBRES TITULAIRES

DÉCÉDÉS DEPUIS LA FONDATION DE LA SOCIÉTÉ.

NESTLER (Chr.-Geoffr.), professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg ; *membre fondateur ;* décédé le 2 octobre 1832.

ROTH, docteur ès sciences ; reçu le 5 novembre 1833 ; mort le 7 septembre 1834.

LAUTH (Al.), professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg ; *membre fondateur ;* mort le 24 mars 1837.

VOLTZ, inspecteur général des mines, *membre fondateur ;* décédé le 30 mars 1840.

HERRENSCHNEIDER, professeur honoraire à la Faculté des sciences de Strasbourg ; reçu le 15 octobre 1833 ; mort le 29 janvier 1843.

DUVERNOY (G.-S.), membre de l'Institut, professeur au Jardin des plantes et au Collège de France, ancien professeur à la Faculté des sciences et agrégé à la Faculté de médecine de Strasbourg ; *membre fondateur ;* décédé à Paris le 1er mars 1855.

HECHT (E.), pharmacien, professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie de Strasbourg ; reçu le 26 mars 1829 ; décédé le 1er août 1856.

GERHARDT (Ch.), professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg ; M. C., le 2 juin 1835 ; décédé le 4 août 1856.

MUNCH, ancien directeur de l'École industrielle municipale de Strasbourg ; reçu le 20 janvier 1835 ; décédé à Paris le 23 septembre 1857.

ENGELHARDT (Maurice), ancien chef de division à la mairie de Strasbourg ; reçu le 5 juillet 1831 ; décédé le 8 janvier 1858.

SAUCEROTTE (Nicolas), bibliothécaire de la Société, conservateur adjoint du Musée d'histoire naturelle de Strasbourg ; reçu le 1er février 1842 ; décédé à Lunéville le 27 octobre 1860.

SARRUS, doyen honoraire de la Faculté des sciences de Strasbourg ; reçu le 15 avril 1834 ; décédé à Saint-Affrique le 20 novembre 1861.

Digitized by Google

LEREBOULLET ✻, doyen de la Faculté des sciences de Strasbourg, secrétaire perpétuel de la Société; reçu le 14 août 1832; décédé le 13 octobre 1865.

BŒCKEL (Théodore), docteur en médecine; *membre fondateur;* décédé le 6 septembre 1869.

KIRSCHLEGER, professeur à l'École supérieure de pharmacie et agrégé à la Faculté de médecine de Strasbourg; reçu le 7 juillet 1835; décédé le 15 novembre 1869.

HEPP ✻, pharmacien de l'hôpital civil de Strasbourg; reçu le 3 mars 1863; décédé le 9 février 1871.

KUSS (E.), professeur à la Faculté de médecine, dernier maire français de Strasbourg; M. A. 28 mai 1839; M. T. 5 avril 1842; décédé à Bordeaux le 1er mars 1871.

STŒBER (Victor), professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg; M. C. 19 mai 1835; M. T. le 19 avril 1837; décédé le 5 juin 1871.

OPPERMANN ✻, directeur de l'École supérieure de pharmacie de Strasbourg; reçu le 15 octobre 1833; décédé le 12 septembre 1872.

COTTARD ✻, ancien recteur de l'Académie de Strasbourg; M. T. le 2 avril 1833; décédé le....

TAUFLIEB (Édouard), docteur ès sciences; reçu le 5 février 1833; décédé à Barr (Bas-Rhin) le....

NESTLER (Auguste), pharmacien en chef de l'hôpital civil de Strasbourg; reçu le 26 mars 1829; décédé le....

ENGELHARDT, docteur ès sciences, ancien directeur des forges de Niederbronn; reçu M. C. le 30 janvier 1829, M. T. en 1862; décédé le 14 mars 1874.

BILLY (de) O✻, inspecteur général des mines; M. T. le 20 avril 1836; décédé le 4 avril 1874.

FÉE (A.) O✻, prof. honoraire de la Faculté de médecine de Strasbourg, membre de l'Académie de médecine; décédé à Paris le 25 mai 1874.

BAUDELOT, professeur à la Faculté des sciences de Nancy; M. T. le 9 janvier 1866; décédé à Nancy le 23 février 1875.

LAUTH (Frédéric), docteur en médecine à Strasbourg; M. T. le 2 mars 1830; décédé à Strasbourg le 26 avril 1875.

SILBERMANN (Gustave) ✻, ancien imprimeur à Strasbourg, *membre fondateur;* décédé à Paris le 13 janvier 1876.

HIRTZ ✻, professeur à la Faculté de médecine de Nancy, membre de l'Académie de médecine, médecin honoraire des hôpitaux civils de Strasbourg; M. T. le 3 janvier 1865; décédé à Paris le 27 janvier 1878.

RAMEAUX ✻, professeur à la Faculté de médecine de Nancy; M. A. le 2 août 1842, M. T. le 5 juillet 1859; décédé à Nancy le 5 mai 1878.

EHRMANN (Charles) O✻, ancien doyen et professeur à la Faculté de mé-

Digitized by Google

decine de Strasbourg, membre correspondant de l'Institut; *membre fondateur;* décédé à Strasbourg le 19 juin 1878.

ENGEL, professeur à la Faculté de médecine de Nancy; M. T. le 9 juin 1864; décédé à Nancy le 16 février 1880.

SCHIMPER (W. Ph.) ✱, professeur à l'ancienne Faculté des sciences, directeur du Musée d'histoire naturelle de Strasbourg; M. T. le 15 octobre 1833; décédé à Strasbourg le 20 mars 1880.

MAILLOT, pharmacien de 1re classe; M. T. le 17 février 1879; décédé à Nancy le 15 juillet 1880.

ROBERT, docteur en médecine, fondateur et rédacteur en chef de la *Revue d'hydrologie médicale française et étrangère;* M. T. le 31 mars 1863; décédé à Nancy le 14 août 1880.

GODRON O✱, ancien recteur des Académies de Montpellier et de Nancy, doyen honoraire de la Faculté des sciences de Nancy; M. T. le 5 mai 1873; décédé à Nancy le 16 août 1880.

DESCAMPS, professeur à l'École supérieure de pharmacie de Nancy; M. T. le 22 janvier 1877; décédé à Nancy le 13 mars 1882.

DELBOS, professeur à la Faculté des sciences de Nancy, directeur de l'ancienne École supérieure des sciences de Mulhouse (Haut-Rhin); M. T. le 5 mai 1873; décédé à Nancy le 5 juin 1882.

MOREL ✱, professeur à la Faculté de médecine de Nancy; M. T. le 9 juin 1857; décédé à Nancy le 18 janvier 1884.

RITTER, professeur à la Faculté de médecine de Nancy; M. T. le 4 décembre 1866; décédé à Nancy le 7 juillet 1884.

OBERLIN ✱, ancien directeur et professeur honoraire à l'École supérieure de pharmacie de Nancy; M. T. le 10 décembre 1855; décédé à Nancy le 7 décembre 1884.

BACH ✱, doyen honoraire de la Faculté des sciences de Nancy; M. T. le 9 janvier 1861; décédé à Marlenheim (Bas-Rhin) le 15 septembre 1885.

Digitized by Google

Digitized by Google

NOTES POUR SERVIR

A

L'ÉTUDE DE LA NERVATION

Par M. FLICHE

PROFESSEUR A L'ÉCOLE FORESTIÈRE

La nervation a été longtemps mise par les botanistes descripteurs à un rang très inférieur pour la distinction des espèces. Les importantes études poursuivies depuis plus d'un demi-siècle sur les fossiles végétaux ont amené les paléontologistes à lui accorder une fort grande valeur. Bien souvent, en effet, ces fossiles consistent en empreintes de feuilles, parfois d'une remarquable netteté, tandis que les organes de reproduction, sur lesquels on s'appuie plus spécialement quand il s'agit de végétaux vivants, font défaut ou sont souvent en médiocre état et presque toujours sans connexion avec les autres organes des plantes conservées dans les couches du globe.

Grâce à l'emploi des caractères tirés de la nervation, on est arrivé à distinguer un très grand nombre d'espèces fossiles; en ce qui concerne même les phanérogames on a cru pouvoir, dans la plupart des cas, faire des rapprochements avec les formes génériques vivant sous nos yeux. Brongniart, dans la magistrale étude consacrée aux fougères qui fut un des premiers grands travaux de paléontologie végétale, n'avait pas cru pouvoir faire ces identifications; il avait créé pour les espèces qu'il décrivait des genres provisoires attendant de recherches postérieures faites

Digitized by Google

sur des échantillons fructifiés la détermination des véritables affinités de ces plantes. Quelques-uns de ses successeurs, moins prudents que lui, rapprochèrent en particulier les espèces houillères des formes actuelles, d'après des frondes stériles. Des travaux récents, notamment les belles recherches de MM. Grand'Eury et Zeiller, ont montré l'inanité de ces tentatives. Des espèces rapportées aux Polypodiacées, par exemple, se sont trouvées, d'après des échantillons fructifiés, être des Marattiacées.

Les feuilles des phanérogames permettent des déterminations plus exactes; malgré cela les erreurs ici encore sont faciles, et, même dans l'état d'imperfection où se trouve encore la science, la liste serait déjà longue des espèces qui, mieux connues, ont dû sortir du genre ou même de la famille dans lesquels on les avait d'abord placées. Combien de *Myrica,* par exemple, ont été décrits comme des Protéacées. Malgré cela, les paléontologistes, et plus qu'eux encore les personnes qui se servent de leurs travaux sans avoir le temps et quelquefois la compétence nécessaires pour les contrôler, sont portés à s'exagérer la valeur des résultats obtenus. Il est donc bon de les soumettre à la critique et surtout de produire les faits qui, observés chez les végétaux vivants, doivent nous mettre en garde contre des assertions trop absolues. C'est ainsi que le polymorphisme des feuilles dans une espèce peut conduire à attribuer des feuilles fossiles provenant d'une même forme spécifique à des espèces ou même à des genres différents. Ce polymorphisme, cela est bien connu, se produit quelquefois d'une façon normale sur un même sujet pendant la durée de son existence; c'est ce qu'on observe, par exemple, quand on compare les premières feuilles du *Campanula rotundifolia L.* à celles qui les suivent, ou encore un jeune pied d'un *Eucalyptus* à un sujet adulte de la même espèce. La différence est telle que si ces végétaux ne se développaient pas sous nos yeux, il serait difficile de croire que des feuilles aussi différentes proviennent d'un seul et même pied. D'autres fois le polymorphisme existe de sujet à sujet pendant toute la durée de leur vie. Certains genres sont particulièrement remarquables sous ce rapport; ainsi les chênes nous offrent de nombreux exemples de cette variabilité, il suffit de rappeler pour la France les *Q. pedun-*

Digitized by Google

cultata et *sessiliflora* parmi les espèces à feuilles caduques, le *Q. ilex* pour les espèces à feuilles persistantes. Aussi pas un botaniste s'étant occupé de la végétation actuelle, même parmi ceux qui entendent l'espèce d'une façon très étroite, n'est disposé à admettre sans de fortes réserves les nombreuses espèces de ce genre qui ont été décrites dans les flores tertiaires. Il est probable même que plusieurs d'entre elles devront sortir du genre *Quercus*, puisque, cela a été rappelé plus haut, il y a des nervations qui conduisent tout au plus à des probabilités qui disparaissent souvent devant une étude plus approfondie.

Le but du présent travail n'est pas de revenir avec détails sur ces faits bien connus. Je voudrais montrer que même des types foliaires considérés généralement et avec raison comme ayant une très grande fixité, peuvent présenter des anomalies considérables. Tantôt elles sont purement accidentelles, affectant même quelques feuilles tandis que sur le même pied les autres restent normales; tantôt, au contraire, non seulement un individu, mais tous les sujets jeunes ou qui se trouvent soumis à certaines conditions de milieu, même fort peu accentuées, sont affectés.

Je vais examiner successivement à ce point de vue une fougère, l'*Asplenium trichomanes L.*; un figuier, le *Ficus elastica L.*; un noyer, le *Juglans regia L.*; un hêtre, le *Fagus sylvatica L.* Après avoir consacré un article spécial à chacune de ces espèces, je parlerai sommairement de quelques anomalies analogues à celles qui auront été étudiées avec détail et je chercherai quelles conclusions on peut tirer des faits observés.

I.

L'*Asplenium trichomanes L.*, une des plus communes parmi les fougères qui s'implantent sur les rochers et les vieux murs de notre pays, est susceptible de présenter quelques variations assez notables pour qu'elles aient attiré l'attention des floristes qui les ont décrites comme variétés, parfois même détachées de la souche-mère pour en faire des espèces spéciales.

En général, cependant, la forme générale de la fronde ne subit pas d'altérations sensibles. Un rachis simple de couleur noirâtre

Digitized by Google

porte des pinnules se ressemblant beaucoup pour une même fronde, si ce n'est que vers les deux extrémités leurs dimensions sont réduites. La plupart des flores ne font aucune mention de formes à rachis ramifié que ne renferment pas non plus les herbiers les plus considérables. Parmi les nombreux travaux descriptifs plus ou moins récents que j'ai pu consulter, seules les flores de Döll et de Kirschléger y font allusion. Le premier[1] dit qu'il n'est pas très rare de rencontrer dans sa circonscription florale des frondes dont le rachis est bifurqué ; il ajoute que ce n'est pas le cas pour les formes qui présentent une double et quadruple bifurcation décrite et figurée par Tabernæmontanus[2], et d'après lui par J. Bauhin[3], et, en effet, il ne semble pas que ni lui, ni d'autres botanistes à sa connaissance, n'aient vu cette anomalie. Le seul fait de la citation d'auteurs aussi anciens, les termes dans lesquels elle est faite, le prouvent surabondamment. Kirschléger[4] indique aussi les figures et le texte de Tabernæmontanus et de J. Bauhin ; il ajoute : « Forme signalée par Schauenbourg au Ballon de Soultz dans des lieux frais et ombragés. »

Il y a seize ans, j'ai trouvé en Alsace, sur les rochers porphyriques du Nideck, des pieds très développés d'*A. trichomanes* sur lesquels quelques frondes étaient bifurquées à leur extrémité par véritable dichotomie, c'est la forme signalée par Döll comme n'étant pas très rare ; je dois dire que je l'ai cependant rencontrée cette seule fois dans la région, quoique mon attention ait été attirée à plusieurs reprises sur cette espèce[5].

Le 8 juillet 1878, j'ai rencontré en Italie, sur le mont Boro, aux environs de Lecco, la forme trouvée par Tabernæmontanus. La rareté, l'imperfection du seul dessin qui en ait été donné, les faits intéressants qu'elle fournit pour l'étude de quelques questions importantes, m'ont engagé à la figurer et à entrer dans quelques détails[6] sur elle.

1. *Flora des Grossherzogthums Baden.* Carlsruhe, 1857, p 14.
2. *Kräuterbuch,* p. 1187-1188.
3. *Historia plantarum,* III, p. 747.
4. *Flore d'Alsace.* Strasbourg, 1857. Tome II, p. 396.
5. Depuis je l'ai observée en Corse. Une espèce voisine, l'*A. viride Huds.*, présente la même anomalie, comme j'ai pu le constater aux Entre-Portes, près de Pontarlier.
6. Depuis l'époque, 7 juillet 1879, où j'ai communiqué mes observations sur cette

Digitized by Google

Le pied du mont Boro, en venant de Lecco, présente des terrains de transport formés de débris de roches feldspathiques de toute grosseur. Dans les interstices laissés par les blocs croissent les *Asplenium ruta muraria* et *trichomanes* en fort bel état de végétation et abondamment fructifiés. Parmi des pieds normaux de la seconde espèce j'en ai trouvé un dont certaines frondes étaient affectées de la variation que je viens de rappeler; j'en ai recueilli six; à côté d'elles, sur le même individu, se trouvaient des frondes de la forme habituelle.

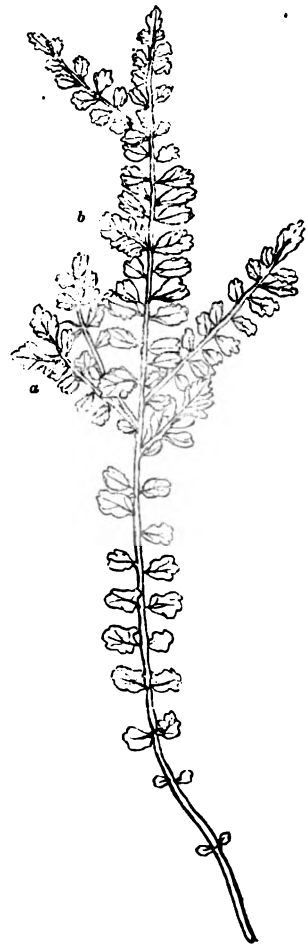


Fig. 1.

Les unes et les autres, comme je viens de le dire d'une façon générale pour la localité, sont très vigoureuses. Les frondes anormales présentent de un à cinq rameaux plus ou moins développés, le plus court ayant 11 millimètres, le plus long 45 millimètres; tantôt ces rameaux sont simples, tantôt ils sont eux-mêmes ramifiés, comme on peut le voir en *a* sur la figure 1.

Ils sont placés à des hauteurs variables, parfois presque opposés, jamais complètement; il y a toujours une distance appréciable (1 millimètre) entre leurs points d'attache. Les pinnules sont assez

forme à la Société des sciences de Nancy, a paru le commencement du travail de M. Chr. Luerssen sur les Fougères et les Cryptogames vasculaires dans Rabenhorst (*Cryptogamen-Flora von Deutschland, etc.* Leipzig, 1884). A la page 191, l'auteur signale, chez l'*Asplenium trichomanes*, les formes anormales à frondes une et plusieurs fois bifurquées; il fait remarquer la rareté de ces dernières, en décrit une d'après un échantillon de son herbier provenant de Bozen, mais sans la figurer. Avec des analogies, elle semble présenter des différences si on la compare à celles que je décris.

Digitized by Google

inégales sur les rameaux et même, quoique en général à un moindre degré, sur ce qui semble être le rachis principal de la fronde. Assez habituellement on en voit une en dessous du rameau, mais il n'y en a point vis-à-vis sur ce qui semble continuer le rachis.

Je viens à deux reprises différentes de parler de rachis apparent, c'est que, à l'exemple des botanistes dont j'ai cité les travaux, je vois l'origine de l'anomalie qui nous occupe dans une dichotomie de la fronde, l'un des rameaux restant en général moins développé que l'autre et ne se divisant pas de nouveau, ce qui se présente au contraire fréquemment pour le second. Le rachis apparent serait ainsi en réalité un sympode. Il n'y a pas beaucoup à insister sur les preuves de cette dichotomie ; il suffit de jeter les yeux sur la fronde représentée figure 1 pour s'en rendre compte. Les deux dernières dichotomies en particulier sont à peine atténuées.

Est-ce la seule cause de modification de ces frondes ? je ne le pense pas ; en *b*, sur la figure que je viens de citer, on voit un petit rameau qui n'est autre chose qu'une pinnule anormalement développée, fait déjà signalé par M. Luerssen. Il occupe, en effet, la place d'une pinnule normale sans qu'on voie en dessous de lui celle que présente le sympode quand il s'agit d'une dichotomie.

Si, de la question d'origine des ramifications de la fronde nous revenons à la forme de celle-ci et par suite à sa nervation générale, on voit qu'elles diffèrent profondément de ce qu'on observe habituellement chez l'espèce. Au lieu d'un rachis simple portant des pinnules simples semblables entre elles, nous en avons un irrégulièrement ramifié, penné. S'il diffère profondément d'aspect de celui de la forme normale, il se rapproche au contraire d'autres espèces du genre chez lesquelles la ramification de la fronde est irrégulière ; un peu de l'*A. incisum Thunb.* du Japon chez lequel la fronde bipennée présente assez fréquemment, sur des échantillons de lokohama que j'ai en herbier, des rameaux plus grands que les autres. La ressemblance est bien plus grande encore avec ce qu'on observe chez l'*A. crenatum* (*Rup.*) *Fries.* de l'Europe et de l'Asie septentrionale. Il y a aussi quelque analogie avec les *Adiantum* de la section *Pedatum,* tels que l'*A. pubescens Schk.*

Digitized by Google

d'Australie et des îles voisines, l'*A. flabellulatum L.* de Hong-Kong. Mais la forme anomale qui nous occupe se distingue par un caractère sur lequel j'ai insisté en la décrivant, la présence d'une pinnule immédiatement en dessous du rameau. Celle-ci manque chez toutes les espèces des genres *Asplenium* et *Adiantum* que je viens de citer. Il y a là, d'une part, la preuve que la ramification de la fronde est due en général à des causes complètement différentes dans les deux cas; d'autre part, un caractère qui pourrait mettre en garde contre une fausse détermination si, comme cela arrive le plus souvent dans les études paléontologiques, on n'avait à sa disposition qu'une de ces frondes anomales détachée du pied qui l'a portée ou présentant des sores en trop mauvais état pour en permettre l'étude.

II.

Le *Ficus elastica L.* est, comme la fougère dont il vient d'être question et plus qu'elle encore, un type d'une grande fixité. Il est donc fort intéressant de rencontrer une feuille dont la forme et surtout la nervation diffèrent profondément du type normal. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les figures 2 et 3 pour constater l'étendue des dissemblances. Avant d'examiner en détail en quoi elles consistent, puis de rechercher si la forme anomale a des analogues parmi les autres espèces du genre, il est bon de donner quelques renseignements sur le sujet qui a fourni la feuille qui nous occupe, sur les relations de celle-ci avec les autres organes de même ordre qu'il porte.

Cette feuille était la première sur un rameau d'un pied de *Ficus elastica* élevé à Nancy dans un appartement. En dessous d'elle on observait sur le rameau une cicatrice foliaire, mais celle-ci était due à la chute d'une écaille. On sait que chez ce *Ficus* c'est sous cette dernière forme que se produisent les premiers organes appendiculaires du rameau. A part le trouble existant dans la nervation et la forme générale, la feuille qui est représentée figure 2 était vigoureuse de structure, parfaitement normale; trop lourde pour son pétiole, elle était presque com-

Digitized by Google

plètement pendante, plus que toutes les autres. La feuille qui la suivait avait un pétiole de 55 millimètres, mais plus gros que le sien, portant un limbe de 202 millimètres de longueur sur 120 millimètres de largeur. Elle était normale, mais plus ovale encore, légèrement inéquilatérale, plus nettement acuminée ; elle présentait un très léger trouble, nettement perceptible, dans les nervures basilaires, il rappelait ce qu'on observait chez la feuille inférieure. La troisième feuille avait un pétiole de 60 millimètres, le limbe a 230 millimètres de longueur et 125 millimètres de largeur ; il était sensiblement normal quoique une ou deux nervures basilaires fussent encore légèrement plus fortes. Sur l'axe principal, en dessous du rameau, feuille très belle, très vigoureuse, ayant un pétiole de 75 millimètres et un limbe de 320 millimètres de longueur sur 140 millimètres de largeur ; les autres feuilles également vigoureuses, à bords plus ou moins creusés en gouttières par le redressement de chaque moitié du limbe.

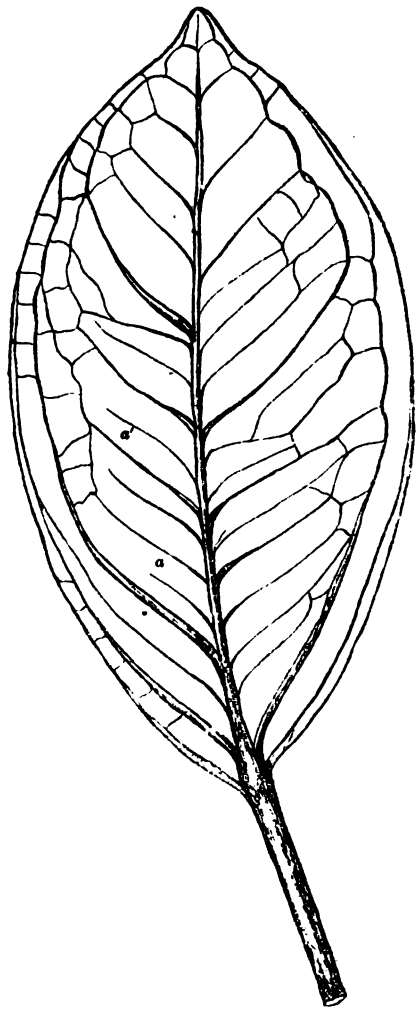


Fig. 2.

La feuille normale qui a été reproduite figure 3 est la cinquième du rameau ; on l'a choisie parce que bien qu'arrivée à sa taille définitive, elle est destinée à rester plus petite que les autres. Sa nervation est d'ailleurs parfaitement normale et,

Digitized by Google

comme on peut le voir en jetant un coup d'œil sur la figure, franchement camptodrome.

D'une forte nervure médiane partent très régulièrement de chaque côté d'assez fortes nervures secondaires également espacées, généralement non opposées, d'égale force et d'égale longueur, sauf celles de la base et du sommet qui, d'abord très courtes, s'allongent très vite, de là la forme de la feuille longuement elliptique, à bords presque parallèles en son milieu. Ces nervures principales sont reliées parallèlement au bord par des arcs très prononcés dont l'ensemble forme une ligne ondulée régulière courant parallèlement au bord de la feuille.

Entre ces nervures s'en trouvent trois autres qui se détachent aussi de la médiane. Celle du milieu est encore bien visible, sensiblement droite dans la plus grande partie de son parcours, quoiqu'elle se brise plus ou moins pour atteindre l'arc formé par la rencontre des nervures qui ont été étudiées précédemment. Les deux autres, beaucoup plus faibles, irrégulières, sont à peine visibles à la face supérieure de la feuille.

Parallèlement à la ligne ondulée régulière, bien marquée, formée par les arcs qui relient les nervures secondaires principales, s'en trouve une autre beaucoup moins prononcée, irrégulière quoique ayant une direction générale sensiblement parallèle à celle de la première ; elle est formée par des nervures qui relient entre elles toutes celles dont il vient d'être question.

La nervation de la feuille anomale est toute différente ; la seconde paire de nervures qui se détachent de la médiane prend une prédominance marquée et immédiatement une direction franchement acrodrome, elle court d'abord à peu près parallèlement au bord de la feuille, puis s'en rapproche et finit au sommet de l'organe par s'y perdre, après avoir présenté quelques ondulations correspondant aux points où viennent s'anastomoser sur elles des nervures d'ordre inférieur. Cette dernière particularité n'est bien nette que sur la nervure de droite.

La première paire de nervures reste très faible et présente une disposition absolument semblable, elle est reliée aux supérieures par des nervures transverses droites, visibles à la face supérieure seulement à gauche.

Digitized by Google

Au-dessus de la seconde paire de nervures, deux nervures du côté gauche, une du côté droit affectent aussi une prépondérance marquée, une forme et une direction qui rappellent ce qu'on observe pour les deux nervures qui ont été décrites d'abord. Entre ces troncs principaux se trouve un réseau de nervures moins importantes ; il rappelle parfaitement en *a* et en *b*, figure 2, par exemple, ce qu'on observe sur la feuille normale, mais en général il est fort irrégulier et s'en écarte beaucoup.

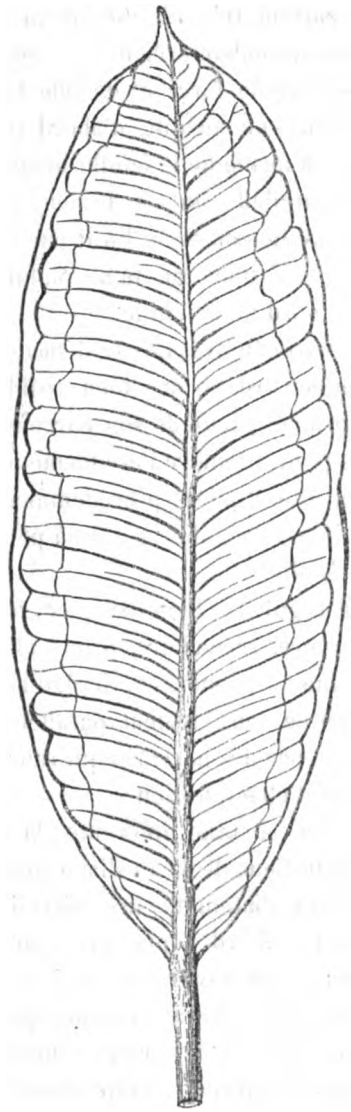


Fig. 3.

On le voit, dans cette feuille, tout, longueur du pétiole, forme, nervation, s'éloigne entièrement de ce qu'on observe sur les feuilles normales du *F. elastica* et même sur celles des *Ficus* en général[1]. Parmi les espèces actuelles assez nombreuses que j'ai pu examiner, vivantes, en herbier, ou reproduites par les procédés d'impression des feuilles elles-mêmes usités en Autriche, quelques-unes seulement ont présenté de l'analogie avec la feuille anormale qui vient d'être étudiée. Quatre me semblent mériter d'être citées. Le *F. hirsuta Schott.* lui ressemble par l'irrégularité de sa nerva-

1. Schimper, dans son *Traité de paléontologie végétale*, ne cite même pas la nervation acrodrome comme une de celles qu'on rencontre dans le genre. Heer et d'Ettingshausen n'y reconnaissent que deux sections, celles des figuiers à nervation pennée et des figuiers à nervation palmée.

Digitized by Google

tion, la direction acrodrome de ses premières nervures, mais celles-ci sont bien moins fortes, elles le sont même sensiblement moins que celles qui les suivent immédiatement, ce qui établit une très grande différence avec la forme anormale. Le *F. crassinervis Desf.* du Bengale la rappelle aussi un peu par deux grosses nervures supra-basilaires se détachant à 5 à 6 millimètres au-dessus de la base du limbe. Le *F. bengalensis L.*, avec des différences notables résultant de la forme arrondie de la feuille, des rameaux assez forts qu'émettent vers le bord du limbe les deux grosses nervures basilaires, a de l'analogie avec la forme anormale. La plus grande ressemblance est avec une espèce que j'ai rencontrée dans l'herbier Soyer-Willemet; elle provient du Jardin des Plantes d'où elle avait été envoyée par Spach sous le nom de *F. cerasiformis*. Ici la ressemblance est fort grande, ce qui est d'autant plus remarquable que l'espèce appartient à une tout autre section du genre que le *F. elastica*.

Parmi les espèces fossiles rapportées au genre *Ficus*, la feuille représentée figure 2 n'a d'analogies, et encore ne sont-elles pas très considérables, qu'avec les *F. populina Heer* et *F. Daphnogenes Ettings.*; le premier de Monod et de Rivaz, le second de Kutschlin ; tous deux incontestablement fort éloignés du *F. elastica* puisqu'ils font partie des figuiers palminerviés, tandis que le dernier appartient aux penninerviés.

Si la feuille qui vient d'être étudiée a peu d'analogues parmi les feuilles normales des espèces vivantes ou fossiles, si les analogies qui ont pu être constatées sont aussi des types fort différents du *F. elastica*, il est impossible de n'être pas frappé de la ressemblance qu'offre la nervation avec celles de végétaux ligneux fort différents des figuiers, de plusieurs laurinées, par exemple, et des *Cinnamomum* en particulier.

III.

Les nervations qui ont fait l'objet des deux articles précédents étaient essentiellement anormales. On les rencontre rarement, elles n'affectent même pas, il s'en faut de beaucoup, toutes les feuilles de l'individu sur lequel on les observe ; il n'en est pas de

Digitized by Google

même de celle qui va être examinée. On l'observe invariablement chez tous les jeunes sujets du noyer commun (*Juglans regia L.*), quoiqu'elle soit plus particulièrement remarquable sur ceux qui sont venus à l'ombre d'autres arbres. Il est même assez singulier qu'elle n'ait point été signalée jusqu'ici ; cela vient sans doute de ce que le noyer, bien qu'il soit fréquemment planté, se trouve rarement à l'état de jeunes sujets dans les jardins botaniques ou à l'état de semis naturel dans les forêts. L'espèce n'est plus spontanée en France ni dans la plus grande partie de l'Europe, et il faut des conditions un peu spéciales pour qu'elle se reproduise en dehors de l'intervention de l'homme sans que d'ailleurs elle puisse le plus souvent se maintenir, étouffée qu'elle est par une végétation ligneuse mieux adaptée à l'état climatérique actuel. Ces conditions je les ai trouvées réalisées dans le petit bois de Champfétu, aux environs de Sens (Yonne). D'une étendue de 300 hectares environ, il se trouve isolé au milieu de terres dans lesquelles les noyers ne sont pas rares, en sorte que les oiseaux se nourrissant de noix, les geais en particulier, en portent constamment sur le sol forestier. Non seulement la germination y est facile, mais le bouleau, essence forestière à couvert très léger entrant souvent pour une part notable dans le peuplement du bois, les jeunes noyers peuvent résister pendant plusieurs années. Ceux que j'ai étudiés et dont une foliole a été reproduite figure 4, avaient 7 à 8 ans. Le feuillage en était fort différent de celui des pieds adultes élevés à découvert dans la même localité. Les caractères distinctifs étaient nombreux ; ainsi la taille de la feuille et de chacune de ses folioles était notablement plus grande. La plus développée que j'aie trouvée mesure $0^m,555$ de longueur ; sa foliole terminale, pétiole non compris, a $0^m,232$ de longueur sur $0^m,123$ de largeur maximum ; tandis que la plus grande feuille observée sur des noyers de 35 ans, vigoureux, plantés près de la maison de Champfétu, a seulement $0^m,410$ de longueur, avec une foliole terminale longue de $0^m,210$ et large au maximum de $0^m,12$. La consistance de cette dernière est plus coriace ; les nervures sont moins saillantes, elles sont même enfoncées dans le parenchyme à la face supérieure ; les organes sécrétoires sont plus visibles et plus nombreux.

Digitized by Google

Les différences dans la forme générale et le contour sont encore plus marquées. Sur le sujet adulte, les folioles, comme on peut le voir figure 5, sont elliptiques, à sommet arrondi, tandis qu'à la base les bords s'infléchissent légèrement pour rejoindre le pétiolule ; le contour est entier, présentant à peine quelques très légères ondulations. Sur le jeune pied, la foliole est lancéolée, assez fortement acuminée au sommet, tandis qu'à la base, assez franchement inéquilatérale, les bords sont légèrement décurrents sur le pétiolule. Le contour est fortement et irrégulièrement denté. La nervation offre de part et d'autre des dissemblances profondes et du plus grand intérêt. Celle du sujet adulte est constituée par des nervures se détachant très régulièrement de la médiane et très nettement camptodromes, leurs extrémités suivant assez longtemps le bord de la foliole après le point où une nervure transversale un peu plus forte que les autres les relie à la nervure immédiatement supérieure ; les aréoles formées par les nervures transversales sont en général assez régulières. Chez les jeunes sujets, les nervures principales se détachent avec moins de régularité de la médiane, elles sont plus nombreuses, très nettement craspédodromes ; les aréoles formées par les nervures transversales plus grandes, plus irrégulières, quoique quelques-unes gardent la forme rectangulaire.

Cette nervation diffère profondément, on le voit, de la première et de tout ce qu'on a observé jusqu'à présent non seulement chez le *J. regia,* mais encore chez tous les noyers. M. Cas. de Candolle signale bien dans le *Prodrome* deux variétés du premier, γ. *venosa* et δ. *Bartheriana,* à feuilles plus ou moins serrées, mais sans rien dire de la direction des nervures par rapport aux dents ; elle doit être, chez ces variétés que je ne connais pas, ce qu'elle est chez le *J. nigra.* La variété ε. *laciniata,* que Loudun avait appelée *J. heterophylla,* serait l'exagération, à l'état adulte, de ce qui vient d'être décrit chez les sujets jeunes.

Quant aux autres espèces du genre, le *J. nigra L.* de l'Amérique du Nord a les folioles très régulièrement serrées, mais la nervation n'en reste pas moins très franchement camptodrome [1]. Elle

1. Le même fait s'observe aussi chez les *Pterocarya,* le *P. caucasica Kunth.,* par exemple, dont la nervation est si bien reproduite pl. XXVI, fig. 3 et 4, de la *Flore* de Sagor par d'Ettingshausen.

Digitized by Google

l'est aussi chez le genre voisin des *Juglans*, les *Carya*, cependant d'une façon moins nette et ici nous trouvons une espèce chez laquelle elle est franchement craspédodrome, c'est le *Carya olivæformis Nuttal* dont une foliole est représentée d'après un échantillon de l'herbier Soyer-Willemet, recueilli par Riehl en 1844 aux États-Unis. Il suffit de se reporter à la figure pour constater l'extrême ressemblance qu'elle offre avec la foliole du jeune noyer, figure 4. C'est à peine si, ignorant l'origine de l'une et de l'autre, on saisirait entre elles des différences spécifiques; la foliole de *Carya* est plus étroite, légèrement falciforme; dans tous les cas, si on ne les rapportait pas à la même espèce, on y verrait certainement deux formes étroitement alliées, et bien plus voisines que ne sembleraient être les folioles de *J. regia* représentées figures 4 et 5. On voit ici un nouvel exemple de cette ressemblance plus grande qu'offrent entre eux les types végétaux ou animaux pendant leur jeunesse; ressemblance qui est un des arguments favoris des écoles transformistes. Me bornant à cette indication relative au domaine de l'hypothèse, et en restant sur le terrain solide des faits et des conclusions rigoureuses qu'on peut en tirer, il me semble difficile, après ce que je viens de dire, d'admettre comme solides, d'après les seules empreintes de feuilles, les détermina-

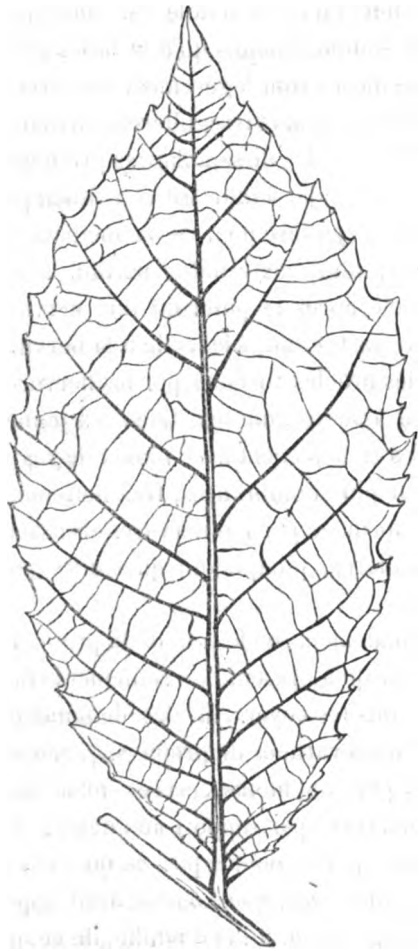


Fig. 4.

Digitized by Google

tions déjà considérées comme difficiles de *Juglans* et surtout de *Carya* fossiles. Les fruits seuls permettent une attribution générique certaine. On sait d'ailleurs qu'on les a rencontrés fréquemment, pour les deux genres, dans les terrains tertiaires, fort souvent malheureusement isolés des feuilles auxquelles ils devraient se rapporter. Une autre conclusion aussi qui ne me paraît pas sans intérêt, c'est que dans le cas où on trouverait en Europe dans des dépôts quaternaires des empreintes de feuilles rappelant celles du *C. olivæformis*, ce ne serait pas, en l'absence de fruits, à cette espèce américaine qu'il faudrait les rapporter. Il n'y aurait pas lieu non plus d'y voir un type éteint, mais simplement la forme curieuse du *J. regia* qui vient d'être étudiée ; cette espèce ayant déjà été rencontrée à ce niveau dans les tufs de Meyrargues et de Resson.

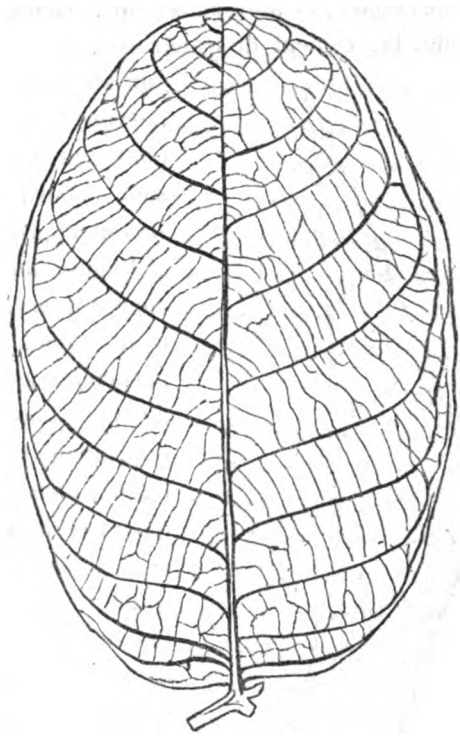


Fig. 5.

IV.

Les nervations qui vont faire l'objet de cet article ne sont point anormales comme celles qui ont été étudiées dans les deux premiers ; ni dues surtout à l'âge comme celle du *J. regia ;* elles appartiennent à des variétés géographiques du hêtre commun (*Fagus sylvatica L.*).

La feuille de cette espèce offre en général une très grande

Digitized by Google

constance de forme et de structure en ce qui concerne la nervation ; le type habituel est représenté figure 7 d'après un échantillon de la forêt de Haye, aux environs de Nancy ; le pétiole est assez allongé, 11 millimètres sur l'échantillon reproduit ; le limbe ovale, légèrement dissymétrique, est seulement un peu ondulé sur ses bords ; de chaque côté de la nervure médiane s'en détachent dix, dont une à la base très grêle ; elles sont d'abord droites, puis s'infléchissent en approchant du bord du limbe.

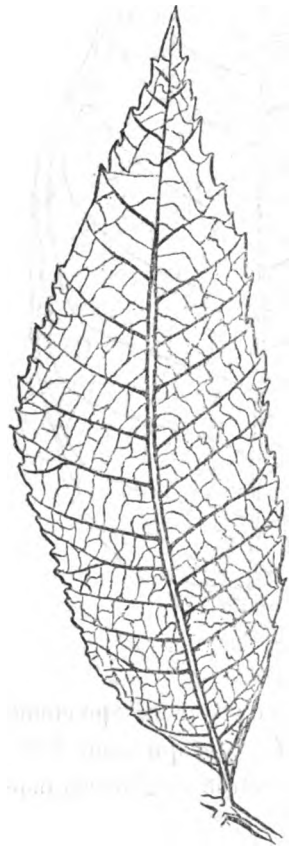


Fig. 6.

Depuis longtemps déjà on s'est aperçu que ce type n'est pas absolument stable. M. A. de Candolle, en particulier, a signalé dans le *Prodrome*[1] des variations dans la longueur du pétiole qui peut avoir, dit-il, de 2 à 6 lignes, dans le nombre des nervures qui varie de 5 à 9 de chaque côté de la médiane, enfin dans la forme du contour qui peut être nettement denté. L'auteur fait toutefois observer que, dans ce dernier cas, les nervures ne se dirigent pas franchement vers l'extrémité des dents, qu'il leur arrive même d'aboutir à un sinus. Il voit dans ce fait un caractère distinctif, le seul même qui lui paraisse absolument constant, du *F. sylvatica* et du *F. ferruginea Ait.* de l'Amérique du Nord.

Une variété, dont une feuille est reproduite figure 8, montre que ce caractère aussi est susceptible de variation chez le hêtre commun. Elle est commune dans la forêt d'Engenthal, au pied du Schneeberg, une des cimes des basses Vosges en Basse-Alsace. Elle y a été signalée pour la première fois par M. Mathieu, sous-directeur de l'École forestière ; depuis je l'ai rencontrée dans les

1. Tome XVI_2, p. 118.

Digitized by Google

forêts qui se trouvent aux confins des Ardennes et de la Meuse, dans la partie nord de ce département.

Ici le pétiole est plus court, les nervures un peu moins nombreuses, il y en a huit seulement de chaque côté; mais surtout le limbe, qui est plus large d'une façon absolue mais bien plus encore proportionnellement à la longueur, est fortement et irrégulièrement denté dans les deux tiers supérieurs; enfin, ce qui est bien plus important, partout où les dents sont nettement accusées, les nervures s'y engagent franchement et viennent se terminer à leur extrémité en s'infléchissant tout au plus un peu comme en *a* et *a'*. En comparant sous ce rapport la forme vosgienne de notre hêtre commun avec des échantillons de *F. ferruginea,* les uns recueillis en Amérique, les autres provenant de sujets cultivés en France, il m'est impossible de saisir aucune différence[1].

Il est bon de faire remarquer que nous sommes seulement en présence d'un passage entre la forme habituelle du contour chez le hêtre commun et ce qu'on observe sur une variété ou mieux une anomalie fréquemment cultivée dans les jardins sous le nom de *F. comptoniæfolia Desf.,* et qui est décrite dans le Prodrome comme une variété ξ. *heterophylla Loud.* Chez elle, la feuille est profondément lobée et chaque lobe est parcouru par une nervure droite; seulement le reste de la nervation est fortement troublé et des nervures atteignent le fond des sinus.

1. Ainsi se trouve encore diminuée la distance qui sépare les *F. sylvatica* et *F. ferruginea;* malgré cela, il me semble, qu'ils diffèrent assez pour qu'on les maintienne comme espèces distinctes; la feuille, chez la forme américaine, est plus allongée, les dents sont différentes, moins prononcées que chez la variété du hêtre européen qui vient d'être décrite, elle est plus coriace et surtout le nombre des nervures est environ double, ce qui dépasse de beaucoup les variations qui vont être signalées sous ce rapport chez le *F. sylvatica.* Enfin, le fruit est un peu plus petit; le renflement basilaire de l'involucre est moins prononcé. Malgré ces différences, il faut convenir que les deux formes sont étroitement alliées, et que l'idée de deux races locales ne saurait être exclue définitivement, même en admettant une grande stabilité de l'espèce. Je puis ajouter que M. A. de Candolle, dans le *Prodrome,* a eu raison d'émettre des doutes au sujet de la présence d'un aubier et d'un bois parfait distincts chez le *F. ferruginea;* un échantillon sous écorce envoyé des États-Unis à l'École forestière par M. Sargent montre qu'il n'en est rien. Il est probable que cette opinion fausse a été fondée sur l'observation, chez le hêtre américain, du bois légèrement altéré qu'on rencontre si fréquemment chez celui d'Europe quand il est âgé et qui a reçu des ouvriers, dans les environs de Paris, le nom de bois rouge.

Digitized by Google

La seconde variété, représentée figure 9, provient de la montagne de Cousson, aux environs de Digne (Basses-Alpes). Le hêtre y est commun à partir de 1,200 à 1,300 mètres, l'altitude totale étant de 1,496 mètres ; il a, comme on peut le constater, des feuilles très réduites, beaucoup moins allongées, proportionnellement à leur largeur, que sur la variété des Vosges alsaciennes ou sur le type tel qu'il se présente aux environs de Nancy ; le limbe n'est pas décurrent sur le pétiole comme chez cette dernière ; il est denticulé, mais les nervures s'infléchissent nettement pour y pénétrer ou même aboutissent aux sinus ; elles sont au nombre de sept seulement, dont une à peine visible à la base du limbe ; le pétiole a une longueur de 6 à 7 millimètres ; enfin la consistance de la feuille est assez coriace. L'influence d'un climat sec et chaud me semble ici évidente ; le bois de la montagne de Cousson se trouve en effet à l'extrême limite de l'aire du hêtre dans les montagnes de la Provence. Cependant je dois dire que j'ai rencontré une forme très analogue dans une station beaucoup plus fraîche, à la chute du Ponal, aux environs de Riva, sur le lac de Garde ; le hêtre y est d'ailleurs fort rare et le chêne yeuse, au contraire, commun.

Le hêtre de Cousson présente aussi une particularité digne d'attirer l'attention, les nervures sont beaucoup plus étalées que ce n'est le cas sur le type ; déjà pour les feuilles dentées d'Engenthal, l'angle formé par les nervures principales avec la médiane est plus ouvert de 2 à 3° ; sur les feuilles de Cousson il l'est, pour certaines d'entre elles, de 10° ; ce caractère est encore plus accusé sur la figure 10 dessinée sur un échantillon du Monte-Cavo, aux environs de Rome. Si j'insiste sur le peu de fixité que présente l'angle en question, c'est qu'il a été employé comme caractère pour distinguer les formes fossiles ; c'est ainsi que le *F. pristina Sop.*, par exemple, se distingue surtout du *F. antipofi Ung.*, auquel d'ailleurs Heer avait fini par le réunir. Ceci m'amène à indiquer les doutes que les observations rapportées dans cet article font naître sur la légitimité de beaucoup des espèces qui ont été décrites dans les flores fossiles. Quand on jette les yeux sur les figures 7, 8, 9, 10, il est impossible de n'être pas frappé de ce fait qu'elles diffèrent plus entre elles que ne font la plupart

Digitized by Google

des empreintes conservées dans les couches du globe ; on peut en dire autant de celles-ci comparées aux types habituels du *F. ferruginea* et du *F. sylvatica,* de celui-ci avant tout. Le fait est d'autant plus remarquable que, dans chacune des stations indiquées, les formes étudiées dans ce travail sont assez communes et assez exclusivement en possession du sol pour que leurs feuilles, si les conditions étaient favorables à une fossilisation, fussent les seuls représentants de l'espèce qu'on rencontrerait plus tard ; que de plus il s'agit d'une espèce considérée généralement comme très stable, comme ne pouvant pas être subdivisée, en Europe au moins, en ce qu'on a si justement appelé de petites espèces. Pas un botaniste ne l'a tenté, même parmi ceux qui les admettent le plus facilement ; à plus forte raison il n'est pas un forestier pour voir autre chose que du hêtre commun dans ces variétés qui ne se distinguent que par leurs feuilles, qui sont d'ailleurs si semblables par le bois, l'écorce, le port, le couvert, les exigences culturales [1].

L'étude que j'ai faite des variations de la feuille chez le *F. sylvatica* m'a conduit à la même conclusion que M. d'Ettingshausen, quant aux *F. Feroniæ Ung.* et *F. Deucalionis. Ung.* Comme lui et malgré l'autorité de Schimper [2], je pense qu'il n'y a pas lieu de séparer spécifiquement ces deux formes qui, dans leurs types extrêmes, ne diffèrent certainement pas plus que les feuilles représentées figures 8 et 9. L'éminent paléontologiste autrichien a parfaitement raison lorsqu'il dit [3], qu'il faut réunir les deux espèces de Unger ou se résigner à en établir un grand nombre d'autres à leurs dépens, sans aucun profit pour la science puisqu'il ne s'agirait que de formes essentiellement instables. Je serais même fort tenté d'aller plus loin et de voir dans le hêtre miocène de Bilin, Parschlug, etc., non seulement l'ancêtre de notre hêtre commun, suivant l'opinion de M. de Saporta citée par Schimper dans le passage que j'ai rappelé plus haut, mais ce hêtre lui-

1. La taille de la feuille varie aussi dans d'énormes proportions ; tandis que la feuille de Cousson, représentée figure 9, présente un limbe de 47 millimètres de longueur sur 35 de largeur, je trouve sur un échantillon de Marbache, aux environs de Nancy (herbier Mathieu), 115 millimètres de longueur et 73 de largeur.

2. *Traité de paléontologie végétale,* II, p. 603.

3. *Die fossile Flora des Tertiär. Beckens von Bilin,* p. 126.

Digitized by Google

même. Il me paraît certain qu'il n'y a entre les feuilles fossiles et celles que nous avons encore sous les yeux aucune différence essentielle. On aurait ainsi, parmi les angiospermes, un exemple, et il ne me paraît pas que ce soit le seul, de ce qui est admis pour le *Taxodium*, d'abord décrit sous le nom de *T. dubium Heer*, et qui est aujourd'hui considéré, avec toute raison, comme une simple et légère variété du *T. distichum* qui habite les marais de la Louisiane. On ne peut toutefois rien affirmer tant qu'on ne connaîtra pas sûrement les fruits de l'espèce fossile, et d'une manière générale, autre chose que l'empreinte de ses feuilles.

Lorsqu'on étudie l'histoire paléontologique du hêtre, on est frappé de plusieurs faits intéressants. Il apparaît dans notre hémisphère boréal à une époque fort ancienne puisqu'on l'a trouvé dans les dépôts crétacés du Nebraska, en Amérique, représenté par le *F. polyclada Lesq.*, auquel son auteur a réuni avec toute raison, je crois, le *F. cretacea Newb.*; il se montre immédiatement fort isolé des genres voisins et avec des caractères qui rappellent d'une façon certaine les feuilles des hêtres habitant encore aujourd'hui le même hémisphère. Quand on examine la figure 6, planche V du *Cretaceous Flora* de Lesquereux, il est impossible de n'être pas frappé de la ressemblance qu'offre la feuille reproduite avec ce que nous voyons dans les forêts d'Europe ou mieux encore d'Amérique; le nombre des nervures est considérable comme chez le *F. ferruginea Ait.*, et si la feuille n'est pas dentelée ainsi que chez ce dernier, elle l'est chez le *F. cretacea* de Newbery que M. Lesquereux réunit comme simple variété ainsi que cela a été dit à l'espèce qu'il a étudiée. Les hêtres paraissent avoir été rares à l'époque crétacée.

Si nous passons du crétacé au tertiaire, nous les rencontrons abondamment et nous constatons toujours la remarquable uniformité de type du genre. Seulement nous avons, parmi les formes les mieux connues, deux groupes, l'un représenté par les *F. feroniæ Ung.*, *F. Deucalionis Ung.* qui rappelle par le petit nombre de ses nervures le *F. sylvatica* d'Europe, tandis que le second, *F. antipofi (Abich) Heer*, *F. pristina Sap.*, a au contraire les nervures nombreuses du *F. ferruginea*. Quant aux variations de contour, elles se reproduisent d'une façon non moins remar-

Digitized by Google

quable chez nos hêtres vivants; il suffit de se reporter à celles du *F. sylvatica* reproduites figures 7, 8, 9, 10. Il n'est pas jusqu'à

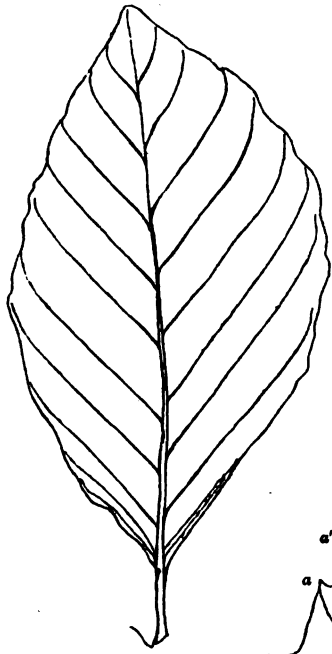


Fig. 7.

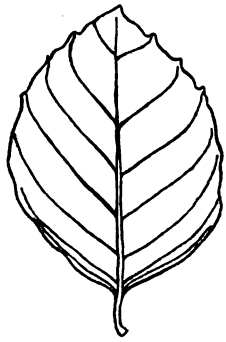


Fig. 8.

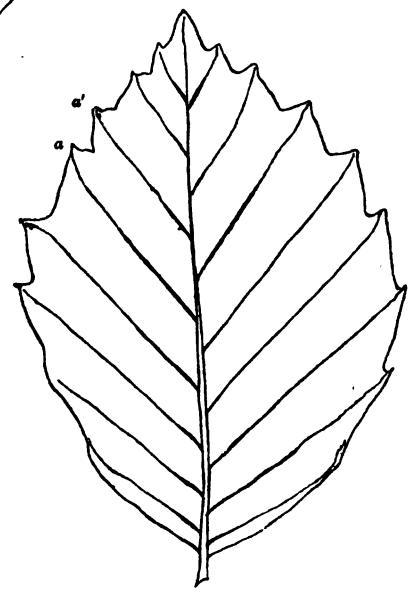


Fig. 9.

la base cordiforme du *F. cordifolia Heer* [1] qui ne trouve son analogue dans celle de la feuille figure 10.

1. Je dois dire que la figure 1, planche XCIII, du *Fossile Flora Grönlands* laisse quelques doutes sur la légitimité de l'attribution de l'empreinte trouvée à Amarutigsat au genre *Fagus*, à cause du mode de ramification des nervures inférieures.

Digitized by Google

Il semble donc que les deux formes très étroitement alliées qui représentent le genre *Fagus* dans les régions forestières boréales de l'ancien et du nouveau monde sont antérieures à la période actuelle, qu'elles pourraient fort bien remonter au miocène. Le *F. pliocenica Sap.*, si bien connu aujourd'hui dans ses feuilles et ses fruits, dont M. de Saporta a encore donné récemment des figures[1] d'après des échantillons trouvés par M. Rames dans les cinérites du Cantal, ajoute encore plus de poids à cette opinion. Comme le fait remarquer l'éminent paléontologiste que je viens de citer, non seulement les feuilles du hêtre pliocène se rapprochent entièrement de celles du hêtre de nos forêts européennes, mes observations me paraissent même faire disparaître toute différence, mais aussi les fruits présentent la plus étroite analogie.

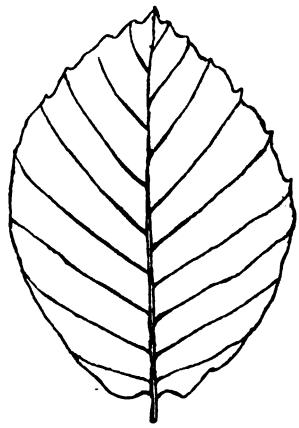


Fig. 10.

Un des principaux caractères différentiels, la plus grande longueur du pédoncule, est même bien léger, puisque cet organe a 2 centimètres sur la figure citée et que je trouve 13 à 15 millimètres pour le même organe sur les échantillons recueillis à Cousson, et même 19 millimètres sur un échantillon des environs de Nancy. Chez les premiers, les involucres sont aussi de taille égale à ceux des cinérites, dont les dimensions un peu faibles sont données comme un caractère différentiel. On voit que mes observations corroborent celles de M. de Saporta et permettent même d'aller plus loin que lui, de voir entre la forme fossile et l'espèce vivante une alliance plus étroite encore qu'il ne le supposait.

V.

Il me serait facile d'ajouter des faits nombreux à ceux qui viennent d'être étudiés dans les articles précédents, mais je ne

2. De Saporta et Marion. *Évolution du règne végétal. Les Phanérogames*, II. p. 199, fig. 135, A et B.

Digitized by Google

veux pas allonger d'une façon exagérée ce travail, ni surtout lui ajouter des figures qui ne seraient pas absolument nécessaires. Je me bornerai à l'exposé de quelques anomalies particulièrement intéressantes parce qu'elles s'appliquent à des espèces qui n'ont point encore été étudiées à ce point de vue et qui sont en général considérées comme très fixes.

Ainsi la famille des Pomacées pourrait fournir à elle seule plusieurs variations remarquables dans la nervation et la forme de la feuille ; qu'il me suffise de parler du *Sorbus aria* (*L.*) *Crantz*. Les principales variations que j'ai constatées portent sur le nombre des nervures, sur leur direction, enfin sur la forme générale de la feuille. Le contour est aussi sujet à des variations de quelque étendue, mais je n'insiste pas sur elles à cause du peu d'importance qu'on leur accorde à juste titre.

Le nombre des nervures[1] sur les échantillons que je possède et qui ont été recueillies dans des stations très variées du nord au midi de la France, varie de sept à treize, sans qu'il soit possible de rattacher ces différences à la situation géographique. Si le nombre supérieur n'a été constaté que sur un échantillon de Malzéville, aux environs de Nancy, le plus faible a été trouvé à la fois dans la forêt de Montrieu, aux environs de Toulon, et dans celle de Breitschloss, aux environs de la Petite-Pierre (Alsace).

Les variations dans la direction des nervures ne sont pas moins importantes. Sur un échantillon de Maxéville (environs de Nancy), les nervures principales qui se détachent de la médiane forment avec elle un angle de 30° seulement, tandis que sur un échantillon de l'Esterel l'angle est de 60°, aussi la différence est-elle très appréciable à l'œil, même sans mesures rigoureuses.

Quand les nervures sont très étalées, la feuille s'arrondit beaucoup ; c'est ce qu'on observe en général dans la région méditerranéenne et c'est un des principaux caractères de la variété qu'on a quelquefois élevée au rang d'espèce sous le nom de *S. græca*. Dans le nord, la feuille s'allonge davantage jusqu'à devenir franchement lancéolée, comme on le voit fréquemment dans les Vosges alsaciennes.

1. Il s'agit du nombre d'un côté de la nervure médiane.

Digitized by Google

L'*Arbutus unedo L.*, de la famille des Éricinées, est une espèce chez laquelle les descriptions les plus exactes n'ont pas noté de différences appréciables dans les feuilles, et cependant j'en ai observé dans la forêt de la Pinouse, à Quillan (Aude), une variété dont les feuilles diffèrent profondément du type habituel, particulièrement de ce qu'on voit dans l'Esterel, comme va le prouver la description comparative.

L'échantillon de l'Esterel recueilli au Gratadis a des feuilles presque spatulées, à bords faiblement dentés, nettement réfléchis; les nervures principales qui se détachent de la médiane sont plus redressées; la nervation est peu visible à la face supérieure; elle est enfouie dans le tissu parenchymateux qui la déborde; les feuilles sont très coriaces, les plus grandes ont 6 centimètres de longeur et 2 de largeur.

L'échantillon de la Pinouse de Quillan a les feuilles lancéolées, à bords fortement dentés, nullement réfléchis; les nervures principales sont plus étalées, la nervation est saillante à la face supérieure et par suite bien visible. Les plus grandes feuilles ont 133 millimètres de longueur et 45 de largeur [1].

On voit que la différence est profonde entre les feuilles des deux provenances; tous les caractères sont dissemblables, et ici encore il me semble que si l'on avait à déterminer les empreintes isolées, il y aurait de grandes chances pour qu'elles fussent attribuées à deux espèces; et cependant, par tout le reste de leur organisation, les arbousiers de l'Esterel et de la Pinouse de Quillan se ressemblent. On trouve d'ailleurs des intermédiaires entre les deux formes de feuilles qui paraissent tenir au climat sous lequel elles se sont constituées. La station du Gratadis est dans la région la plus chaude; le laurier rose (*Nerion oleander*), si rare de ce côté de la Méditerranée, croît en abondance au bord d'un ruisseau voisin; la forêt est constituée par le pin maritime (*Pinus pinaster*), le pin d'Alep (*P. halepensis*), le chêne-liège (*Quercus suber*). A la Pinouse de Quillan, l'*Arbutus unedo* se trouve à sa limite supérieure en altitude, la station est relativement fraîche; la forêt est formée essentiellement par le pin syl-

1. Il est impossible de n'être pas frappé de la ressemblance de ces feuilles avec celles de l'*Arbutus canariensis Veill.*

Digitized by Google

vestre (*P. sylvestris*), auquel se joignent quelques hêtres (*Fagus sylvatica*) et des sapins (*Abies pectinata*) assez nombreux. Ces derniers ne se maintiendraient peut-être pas, il est vrai, si des graines n'arrivaient facilement de la région supérieure de la montagne, mais ils ont une croissance suffisamment vigoureuse et atteignent la taille d'arbres.

Les deux modifications de feuilles dont il va être question maintenant ne sont liées qu'à des différences très légères dans la nervation. S'il me semble utile de les examiner, c'est que l'une d'elles n'a pas même été citée par les floristes, quoiqu'elle donne lieu à une variété assez notable, et que l'autre a été le plus souvent négligée, bien qu'elle ait été signalée d'abord par Aiton, puis par quelques auteurs de flores locales [1]. Cette dernière s'observe chez le *Lonicera periclymenum L.*; les feuilles très entières de l'espèce se présentent avec des lobes et des sinus très prononcés, et cela non pas seulement sur des sujets entièrement anormaux, mais sur le même pied, souvent sur le même rameau que des feuilles normales; dans ce cas, ces dernières se rencontrent presque toujours à la base du rameau. C'est au moins ce que je trouve sur les échantillons de mon herbier, lesquels proviennent du bois de Champfétu, aux environs de Sens (Yonne). La nervation est à peine modifiée, les nervures principales ne vont pas jusqu'à l'extrémité du lobe; un peu en dessous d'elle, elles se bifurquent, les deux rameaux qu'elles fournissent s'infléchissent en contournant le sinus pour aller s'unir aux rameaux semblables détachés des nervures immédiatement antérieures et immédiatement supérieures. A l'état normal, ces nervures, au lieu de se bifurquer, continuent une course sinueuse presque parallèle au bord de la feuille, elles s'amincissent graduellement, puis s'unissent à la nervure immédiatement supérieure.

C'est aussi dans le genre chèvrefeuille, chez le *L. xylosteum L.*, qu'on rencontre la variété de feuille que j'ai annoncée plus haut. La nervation est à peine touchée; les nervures principales sont un peu moins prononcées, légèrement plus étalées; mais les feuilles sont plus courtes, plus arrondies au sommet, le limbe est

1. Voir notamment KIRSCHLÉGER, *Flore d'Alsace*, 1re édition, I, p. 345, et DÖLL, *Flora des Grossherzogthums Baden*, III, p. 990.

Digitized by Google

décurrent sur le pétiole au lieu de présenter une base cordiforme, comme cela est habituel chez l'espèce. Ces derniers caractères suffisent pour donner à cette variété que j'ai observée dans la forêt de la Sainte-Baume, aux environs d'Aubagne (Bouches-du-Rhône), un facies très distinct qui n'est pas sans rappeler un peu celui du *L. cærulea L.* des très hautes régions montagneuses de l'Europe centrale, des stations moins élevées de l'extrême nord, fort différent dans tous les cas du type habituel du *L. xylosteum*, espèce de forme en général très stable.

VI.

Les faits qui viennent d'être exposés conduisent à quelques conclusions qui ne sont pas sans intérêt. Il est à peine besoin de faire observer, après ce qui a été dit dans le préambule de ce travail, qu'elles n'ont point la prétention d'être absolument neuves. Elles viennent seulement corroborer celles qu'on avait tirées des faits antérieurement observés ; justifier et fortifier les réserves déjà émises par plusieurs botanistes au sujet des espèces inscrites dans les catalogues de la paléontologie végétale.

Quant à la valeur absolue de la nervation pour la distinction des espèces, qu'elles soient encore vivantes ou qu'on ne les rencontre plus qu'à l'état fossile, il me semble qu'elle est grande, mais sujette à des anomalies, à des variations, résultant de l'âge ou de la station, qui interdisent de compter sur les seuls caractères fournis par les nervures. Ceux-ci ne font point exception à ce qu'on constate lorsqu'on cherche à employer dans le même but les autres organes. S'il est une vérité qui me semble démontrée aujourd'hui en botanique descriptive, c'est qu'il faut renoncer à définir une espèce et de même un genre ou une famille par un seul caractère. Trop longtemps on a cherché à y arriver ; on s'est ainsi trouvé conduit à bien des discussions oiseuses, à l'établissement de beaucoup d'espèces qui ne soutiennent pas la discussion, qu'on soit partisan de la permanence des types ou du transformisme.

Peut-être aurai-je prochainement occasion de publier pour certains fruits un travail analogue à celui-ci, de montrer que chez

Digitized by Google

eux aussi on trouve d'importantes variations là où on a cru constater pendant longtemps une très grande fixité ; malgré cela, et pour rester dans notre sujet actuel, quand on voit les différences que présente la nervation chez des espèces très stables, suivant l'âge chez le noyer (*Juglans regia*) ou suivant la station chez le hêtre (*Fagus sylvatica*) et l'arbousier (*Arbutus unedo*), on comprend que les auteurs des flores actuelles fassent un emploi fort modéré des caractères auxquels les paléontologistes ont été conduits par la force des choses à accorder une grande valeur. Ils continuent avec raison à donner une large préférence à ceux que fournissent les organes de la reproduction, fleurs et fruits.

Comme je viens de le rappeler, on n'a pas toujours le choix pour les formes fossiles ; rarement, surtout pour les espèces tertiaires, on possède d'elles autre chose que leurs feuilles, plus rarement encore on trouve les divers organes réunis sur un même échantillon. Les caractères tirés de la nervation ont déjà rendu, et continueront à rendre de grands services pour leur étude. Il n'en est que plus important de savoir exactement le degré de certitude qu'elle comporte. Il me semble qu'on doit poser d'abord en principe que toute détermination basée sur une seule empreinte ou même sur un très petit nombre de celles-ci a, dans la plupart des cas, infiniment peu de valeur. Les observations relatives à la feuille anomale de *Ficus elastica*, aux feuilles des jeunes sujets de *Juglans regia*, démontrent de la façon la plus saisissante à quelles énormes erreurs on peut arriver dans ce cas. Les déterminations faites sur un très grand nombre d'empreintes ne sont pas elles-mêmes à l'abri de toute critique. Déjà, quand il s'agit des différences dues à l'âge, nous voyons des espèces présenter dans la jeunesse, et cela sur toutes leurs feuilles, les caractères qui appartiennent à toutes les feuilles d'une espèce faisant partie d'un autre genre (*Juglans regia* et *Carya olivæformis*). Qu'est-ce donc quand il s'agit de formes diverses appartenant à une même espèce et présentant une distribution géographique différente ? J'ai déjà fait observer les doutes légitimes qui s'imposent à l'esprit relativement à la plupart des espèces fossiles du genre hêtre quand on jette les yeux sur les figures qui se rapportent à une espèce aussi peu variable que le *F. sylvatica*. L'exposé plus sommaire des

Digitized by Google

observations relatives aux *Sorbus aria, Lonicera periclymenum, L. xylosteum, Arbutus unedo,* espèces également très stables, vient complètement à l'appui de ce que nous a révélé l'étude du hêtre.

Aussi je crois que dans beaucoup de cas, je serais fort tenté même de dire dans la plupart, il faut tenir une détermination pour provisoire seulement lorsqu'elle n'est faite que sur des empreintes de feuilles. Il est certain que le doute diminuera à mesure qu'on arrivera à des formes plus voisines de celles qui vivent sous nos yeux ; l'exemple du *J. regia* et du *C. olivæformis* est là cependant pour prouver qu'il ne faudrait pas toujours se fier à une quasi-identité, que bien souvent aussi la certitude diminuera à mesure qu'on voudra arriver à une détermination plus précise, c'est-à-dire se référant à des groupes de valeur de moins en moins considérable.

Il ne me semble possible d'arriver à des affirmations que dans les cas où nous possédons aussi des moules ou des empreintes de fruits, de fleurs. La perfection est atteinte quand nous connaissons tous les organes du végétal et surtout quand nous les possédons avec leur structure intime, que nous ayons affaire à des lignites et en général à des dépôts charbonneux ou à des échantillons minéralisés tels que ceux qui ont servi aux magnifiques études de M. Renault sur les végétaux de l'époque carbonifère.

Qu'on ne se méprenne pas d'ailleurs sur ma pensée ; je ne prétends pas borner la paléontologie végétale à l'étude des espèces sur lesquelles nous sommes arrivés à la certitude ; je n'ignore pas l'importance considérable que peut avoir pour le géologue la description exacte des débris végétaux qu'on rencontre dans les couches du globe, alors même que leurs affinités resteraient très obscures ou qu'il leur serait imposé un nom qui ne serait pas en rapport avec celles-ci. Je sais aussi que l'analyse même exagérée vaut mieux à l'origine d'une science qu'une synthèse excessive ; il y a moins d'inconvénients, dans le cas dont nous nous occupons, à décrire séparément des formes qui plus tard devront être réunies qu'à constituer des espèces avec des objets hétérogènes. Ce n'est bien souvent qu'en commençant par des

Digitized by Google

observations incomplètes, en se résignant à des erreurs d'attribution qu'on est arrivé à reconstituer des espèces, des genres, parfois des familles qui sont aujourd'hui presque aussi bien connues que des plantes vivantes. Les *Cordaïtes* ont été pendant longtemps des végétaux fort énigmatiques avant de livrer le secret de leurs formes et de leur organisation à MM. Grand'Eury et Renault. Le *Glyptostrabus europœus Heer* a reçu neuf noms, deux attributions génériques fausses avant d'être aussi bien connu que son congénère actuel de Chine. Le *Populus mutabilis Heer* est aussi une des espèces les plus certaines, les mieux étudiées de la flore tertiaire ; cependant il a reçu d'abord douze noms différents, il a été attribué à un genre voisin des peupliers, *Salix,* ou même à des genres très différents, *Laurus, Ficus, Quercus.* Sans allonger inutilement mon travail par de nombreux exemples, qu'il me soit encore permis de citer une des espèces les plus répandues dans les terrains tertiaires moyens, le *Cinnamonum polymorphum* (*Al. Br.*) *Heer.* Ses feuilles, ses fleurs, ses fruits ne laissent aucun doute sur la légitimité de l'attribution, et cependant non seulement il a reçu neuf noms différents, mais des botanistes de la valeur d'Alexandre Braun et d'Unger y avaient vu d'abord un *Ceanothus.*

Continuons donc sans nous laisser arrêter par des craintes d'erreur exagérées, par le désir d'une perfection excessive, à étudier et à nommer des fossiles végétaux en les rapprochant autant que possible des formes vivantes. Mais sachons exactement quand nous sommes sur le terrain solide de la certitude ; quand nous arrivons au probable d'abord, puis au douteux, quand l'indétermination absolue nous avertit enfin que nous sortons du domaine de toute science. Ce sont des vérités qu'il est toujours bon d'avoir présentes à l'esprit, jamais autant qu'en abordant des recherches dans lesquelles l'erreur et les illusions sont si faciles. Puissent les pages qui précèdent leur donner quelque appui auprès du lecteur.

Digitized by Google

EXPLICATION DES FIGURES.

1. Fronde anormale d'*Asplenium trichomanes L.*
2. Feuille anormale de *Ficus elastica L.*
3. Feuille normale du même.
4. Foliole de *Juglans regia L.* provenant d'un jeune sujet.
5. Foliole de la même espèce provenant d'un pied adulte.
6. Foliole de *Carya olivæformis Natt.*
7. Feuille de *Fagus sylvatica L.* des environs de Nancy.
8. Feuille du même d'Engenthal.
9. Feuille du même de Cousson (environs de Digne).
10. Feuille du même de Monte-Cavo (Monts Albains).

Toutes les figures ont été dessinées en grandeur naturelle et réduites d'un cinquième dans leur reproduction photographique.

Digitized by Google

NOTE

SUR UNE SUBSTITUTION ANCIENNE

D'ESSENCES FORESTIÈRES

AUX ENVIRONS DE NANCY

PAR

M. FLICHE

PROFESSEUR A L'ÉCOLE FORESTIÈRE DE NANCY

I.

Dans une communication préliminaire faite à la Société [1], j'ai cherché comment, de l'étude de nombreux charbons contenus dans des amas de scories provenant de forges anciennes, il résultait que la vaste forêt d'Othe située sur les départements de l'Aube et de l'Yonne, entre Troyes et Joigny, avait subi d'importantes modifications, quant aux essences forestières qui la peuplent. Aujourd'hui, en effet, le chêne, le charme, quelques essences blanches ou secondaires, y constituent les espèces prédominantes, tandis qu'à l'époque gallo-romaine et au commencement du moyen âge le hêtre y jouait un rôle absolument prépondérant que trahit encore actuellement le nom de plusieurs cantons de la forêt. J'ai montré aussi qu'il ne fallait pas attribuer cette remarquable substitution d'espèces ligneuses à une prétendue loi d'alternance ou à des modifications climatériques ; qu'elle

1. Séance du 1er juin 1880. *Bull.*, série II, tome V, page 18.

Digitized by Google

est due uniquement à l'intervention de l'homme, à des causes d'ordre économique. Pendant toute la période où le hêtre prédomine, la forêt, fort peu exploitée au point de vue de ses produits en bois, sert avant tout à nourrir du gibier pour les chasses des seigneurs, de nombreux troupeaux de porcs appartenant à divers propriétaires auxquels est concédé le droit de parcours ; elle reste alors constituée par des arbres de futaie ; mais lorsqu'à partir du XIV^e^ siècle, le développement de Paris et celui de l'industrie réclament des bois de feu, du charbon, des écorces, les exploitations en taillis à courtes révolutions, auxquelles les seigneurs propriétaires tentent d'abord de s'opposer, deviennent la règle ; le hêtre qui s'en accommode fort mal cède la place à des espèces de plus facile composition à cet égard ; le chêne et le charme en première ligne.

Aujourd'hui, grâce à une découverte récente de notre confrère M. Bleicher, je suis à même de signaler un phénomène de même ordre aux portes de Nancy ; lorsqu'on parcourt le grand massif de la Haye entre cette ville et Toul, on est frappé de ce fait que tandis que le hêtre est très abondant au centre de la forêt où il constitue souvent la masse du peuplement, il est beaucoup plus rare et fait assez fréquemment presque complètement défaut dans les cantons situés sur la périphérie connus sous le nom populaire de *Fourasses*. En général rien dans l'état actuel n'explique cette différence ; si le sol est quelquefois plus superficiel et plus sec que dans le reste de la forêt, bien souvent il ne diffère en rien de ce qu'il est dans les cantons centraux où le hêtre est le plus abondant et le plus beau.

Tel est le cas pour la portion du bois communal de Champigneulles où M. Bleicher vient de découvrir et d'étudier avec M. Ch. Cournault une enceinte préhistorique sur laquelle ils ont fait une communication à la Société d'archéologie lorraine ; le hêtre est assez abondant sur la pente qui de là descend vers le ruisseau de Champigneulles, mais il fait presque complètement défaut sur le plateau peuplé de chêne et de charme avec quelques essences accessoires, coupé par un retranchement transversal qui constitue la portion la plus intéressante de la découverte de notre confrère, à raison de son mode de construction fort

Digitized by Google

bizarre, à raison aussi de ce que celui-ci a entraîné la conservation d'une énorme quantité de charbon. Si je ne prétends pas décrire au point de vue archéologique cette œuvre ancienne, je dois dire un mot de sa structure afin de faire comprendre comment elle nous a conservé des traces importantes de l'ancien état de la forêt. Le chemin militaire qui vient d'être créé sur le plateau, en coupant le retranchement, permet de voir que celui-ci se compose d'une région périphérique formée de pierrailles et de terre à l'état naturel et d'un noyau central qui mérite d'attirer notre attention ; il est formé de pierres soudées grossièrement par de la chaux obtenue sur place en faisant agir le feu sur les pierres elles-mêmes ; de là le charbon, reste du bois qui a servi à l'opération, et qui se trouve pris aujourd'hui dans le magma résultant de la cohésion des portions de pierre non attaquées avec la chaux produite, la terre aussi, qui pouvait se trouver mêlée au tout.

Comme le retranchement a une longueur d'environ 338 mètres, on voit que la quantité de charbon est assez considérable ; en général, il est très fragmenté et en fort mauvais état; cependant il est facile de voir qu'il provient d'une seule espèce ligneuse. Mes premières études ont porté sur des morceaux choisis comme meilleurs que les autres par les auteurs de la découverte ; depuis, M. Bleicher a bien voulu m'accompagner dans une visite faite à l'enceinte ; j'ai vu ainsi des charbons plus nombreux et cela aux deux extrémités du retranchement ; ils ont confirmé entièrement le résultat de mes recherches antérieures. Le premier fait qui se dégage de l'étude de ce charbon, c'est l'absence totale du chêne très facilement reconnaissable, même en menus fragments carbonisés, à la grosseur de ses vaisseaux et à l'épaisseur de ses rayons médullaires. Quelques échantillons, mieux conservés que les autres, ont gardé la structure du hêtre, très facile à reconnaître à l'œil nu et à la loupe. Afin de vérifier cette détermination pour les échantillons moins bien conservés, j'en ai soumis des fragments à l'examen microscopique ; ils s'y prêtent d'autant mieux qu'ils sont devenus fort transparents ; la forme des organes élémentaires, la grosseur et les dessins des vaisseaux en particulier s'accordent complètement avec ce qu'on observe chez le hêtre.

Digitized by Google

Comme je l'ai déjà dit, il est facile de voir que tous les charbons examinés proviennent d'une seule espèce. Le mode de désagrégation à lui seul le prouverait, et il m'avait immédiatement frappé par la ressemblance qu'il présentait avec les charbons de hêtre altérés que j'avais déjà eu occasion d'étudier.

Il me semble évident que la présence exclusive du hêtre dans le charbon démontre que lui seul aussi peuplait la forêt au moment où le retranchement a été construit; comment admettre que des populations à un état de civilisation assez peu avancé, pour construire d'après des procédés aussi primitifs que celui du retranchement de Champigneulles, aient respecté le chêne pour brûler seulement du hêtre ? D'ailleurs aujourd'hui l'essence inférieure serait le charme. Pour les mêmes raisons on ne saurait supposer qu'ils aient été chercher au loin des bois alors qu'ils devaient en avoir sous la main. D'ailleurs il faudrait admettre, dans cette dernière hypothèse, qu'ils auraient trouvé une forêt de hêtres à un état de pureté fort rare aujourd'hui, même dans la région centrale de la forêt.

Si le charbon conservé dans le retranchement de Champigneulles prouve que la fourasse était peuplée de hêtres au moment de la construction de cette ancienne fortification, est-il possible de déterminer l'époque à laquelle remonte celle-ci ? Jusqu'à présent, nous n'avons aucun fait positif qui permette de lui attribuer un âge même relatif, le seul auquel il soit, sans doute, permis d'arriver. Des objets fabriqués, tels qu'armes ou poteries, pourraient seuls donner des indications précises. Cependant il est possible d'affirmer que cette construction défensive est antérieure à l'occupation romaine ; elle est, en effet, d'un type absolument différent des ouvrages militaires du moyen âge et de Rome. Il est même peu probable, sans qu'ici on soit en droit d'être aussi affirmatif, qu'elle ait été édifiée par des Gaulois contemporains de César. Nous savons comment ils fortifiaient leurs villes, et leurs ouvrages étaient beaucoup moins grossiers que celui qui s'est conservé dans le bois de Champigneulles. Mais, même en admettant que nous ne soyons pas complètement édifiés sur l'architecture militaire des diverses peuplades qui habitaient la Gaule, c'est, on le voit, au moins à dix-neuf siècles qu'il faut

Digitized by Google

reporter les charbons que nous venons d'étudier et l'état forestier qu'ils révèlent [1].

Pourquoi a-t-il fait place à celui que nous voyons aujourd'hui? Il me semble que c'est uniquement par suite de l'intervention de l'homme, qui a détruit d'abord la forêt pour s'installer, puis qui, lorsque celle-ci se fut reconstituée, l'ancien campement ayant été abandonné, l'a fait servir à son usage en la soumettant à des exploitations fort irrégulières, mais certainement à courtes révolutions, parfaitement défavorables au hêtre qui en Lorraine rejette mal de souche, et qui de plus à l'état de jeune plant redoute l'insolation directe. Le chêne, le charme, au contraire, fournissent des rejets abondants, et leur jeune plant recherche, au lieu de l'éviter, une vive lumière.

Nous ne sommes point ici en présence d'une simple hypothèse. Dans le travail important et d'un si grand intérêt qu'il vient de consacrer à l'histoire des forêts lorraines, M. Guyot [2] a montré que dès la période franke, alors que les grands massifs restaient presque inexploités, les parcelles qui en étaient détachées ou qui les bordaient étaient exploitées en taillis pour subvenir aux besoins des tenanciers des grands domaines. Or la forêt de Champigneulles se trouve précisément dans ce cas, et le domaine qui a donné naissance à la commune actuelle est certainement fort ancien. Un titre de 940, conservé aux archives départementales, et que M. Guyot a eu l'obligeance de me signaler [3], prouve à la

1. Je crois cependant devoir faire observer qu'au camp de Péran, dans les Côtes-du-Nord, la découverte de tuiles au voisinage d'une enceinte qui présente de grandes analogies avec celles de Champigneulles et du Camp-d'Afrique dont il sera question plus loin, tuiles qui se trouvent même quelquefois dans les matériaux du retranchement, indique une ancienneté moindre; la construction serait postérieure à l'arrivée des Romains. Voir *Rapport sur le Camp de Peran*, par M. Geslin de Bourgogne; Paris, Imprimerie impériale, 1867, pages 4 et 8.

2. *Les Forêts lorraines*, par M. Ch. Guyot. (*Mem. Soc. arch. lor.*, IIIe série, XIIe vol., page 205.

3. En 940, donation au monastère de Saint-Arnoul, par le comte Albolfus, de la villa de Champigneulles : « *Villam nuncupatam Champigneulles et ecclesiam cum banno, tam in mansis quam in ædificiis, areis, terris cultis et incultis, agris, pratis, campis, pascuis, vineis*, sylvis, *aquis, aquarumque decursibus, venationibus, piscationibus*, etc. » (*Cartulaire de Lay-Saint-Christophe*, p. 266. Arch. Meurthe, 186.)

Digitized by Google

fois qu'il existait déjà au x^e^ siècle et qu'il comprenait une forêt qui n'est point décrite, mais qui, suivant toute vraisemblance, correspondait en tout ou en partie au bois communal actuel.

Le nom même des Fourasses prouve l'usage qu'on en faisait et le mode d'exploitation auquel par suite elles étaient soumises. L'orthographe ancienne, celle en particulier que nous trouvons au commencement du xvii^e^ siècle sous Charles III, est Foueresse. Or, dans un document du xiv^e^ siècle, on rencontre ce même mot avec la signification de chauffage [1]. Toutes les fourasses ont donc servi à produire du combustible pour les populations riveraines ; et par suite, exploitées en taillis sans beaucoup de soin, elles ont, moins bien que les cantons centraux plus longtemps respectés, conservé les essences forestières qui peuplaient primitivement le massif de la Haye.

Il est à peine besoin de faire observer que je ne prétends point que le chêne et le charme en fussent exclus ; seulement il me paraît certain que leur rôle vis-à-vis du hêtre s'est trouvé interverti comme dans la forêt d'Othe dont je rappelais l'histoire au commencement de cette note.

Il m'a semblé qu'une substitution d'essence, constatée par un document positif, présente quelque intérêt tant au point de vue de la science pure qu'à celui de la pratique. En déterminant la cause qui l'a entraînée, nous y voyons une preuve de plus de l'action prépondérante que l'homme exerce sur la distribution des espèces végétales ; nous voyons aussi que l'état actuel de nos forêts est bien souvent artificiel, non seulement quant au mode de traitement qui leur est appliqué, mais encore dans la façon dont est constitué le peuplement. Les modifications que l'homme a introduites volontairement ou d'une façon inconsciente sont quelquefois heureuses parce qu'elles mettent la forêt mieux en harmonie avec les besoins qu'elle doit satisfaire, mais souvent elles ne sont pas sans inconvénient, puisque, par exemple, il peut se faire qu'une espèce soit devenue dominante, qu'elle

1. Charte de Ferry IV en 1320. Il y est fait don aux hommes « de Champigneulles estant dou seignoraire de l'abbay de Saint-Arnoul de Mes. leur foeresse au mort boix » dans certains cantons de la forêt de Haye. Cette pièce est citée par M. Lepage, *Le Val Saint-Barthélemy* (*Mém. Soc. arch. lorr.*, année 1879, p. 86).

Digitized by Google

forme même un peuplement pur, sur un sol qui ne le comporte pas. Il est intéressant, je crois, de démontrer le rôle considérable des phénomènes économiques dans les substitutions d'essences que nous pouvons étudier, parce que l'homme reste puissant pour corriger ou réparer ce qui est son œuvre, tandis qu'il n'aurait qu'à s'incliner devant une force naturelle s'il se trouvait en présence d'une loi d'alternance comme celle qu'on a cru pouvoir, à diverses reprises, fonder sur des observations qui pouvaient être justes, mais dont l'interprétation n'est pas à l'abri de toute critique.

II.

Depuis que les pages précédentes ont été écrites, les travaux de la route militaire établie sur le plateau de la forêt de Haye ont largement entamé en deux points une ancienne enceinte fortifiée importante, très connue dans le pays sous le nom de Camp-d'Afrique et attribuée aux Romains, comme cela s'est fait bien souvent pour des travaux dont on ignorait les auteurs.

M. Ch. Cournault, le premier, après visite des coupes excellentes que nous possédons aujourd'hui du ou mieux des retranchements, car il y en a deux concentriques séparés par un fossé profond, se rendit compte de l'erreur dans laquelle on était tombé. Dans une communication faite le 14 août dernier à la Société d'archéologie lorraine, il fit remarquer la complète analogie du retranchement intérieur avec celui que M. Bleicher a découvert dans le bois de Champigneulles. Les dimensions diffèrent; au Camp-d'Afrique, en effet, on est en présence d'un puissant amas ayant un développement en longueur et une hauteur bien plus considérables que celles de l'humble fortification dont il a été question plus haut. Le profil en long de l'ouvrage diffère aussi, parce qu'il a dû s'adapter à la disposition du terrain; mais le profil en travers est le même en plus grand, et ce qui est plus important, le mode de construction est identique de part et d'autre. Ici comme à Champigneulles, le noyau de l'amas de roche et de terre est formé par un magma de pierres incomplètement calcinées et de chaux obtenue par la combustion de

Digitized by Google

bois mélangés à ces fragments de roche calcaire, bois dont on trouve des restes sous forme de charbons.

Cette identité dans un mode de construction aussi singulier prouve que, malgré leur importance si inégale, les retranchements du Camp d'Afrique et de Champigneulles sont dus à une même population et que les Romains ne sont pour rien dans cette enceinte qu'on leur a si gratuitement attribuée. Ce n'est point ici le lieu d'entrer dans des détails archéologiques étrangers au sujet que je traite, sans cela il me serait facile de montrer qu'en dehors du mode de construction, qui à lui seul ruine l'opinion qui a eu cours auprès de tout le monde jusqu'à présent, il y aurait bien d'autres objections et de grande valeur à lui opposer.

A la suite de M. Cournault, M. Bleicher visita les coupes du Camp-d'Afrique et me rapporta un certain nombre de charbons dont j'ai fait l'étude. Ils ressemblent par la façon dont ils sont enchâssés dans le magma et par leur aspect physique à ceux de Champigneulles. Bien qu'ils aient été choisis parmi les meilleurs, ils sont très fragmentés et leur état de conservation laisse encore plus à désirer, en général, qu'à Champigneulles. Cependant il est facile de constater qu'ils proviennent tous d'une seule espèce forestière, que le chêne n'a concouru à la formation d'aucun. L'examen à l'œil nu ou à la loupe des meilleurs morceaux montre clairement qu'ils résultent de la carbonisation de bois de hêtre très reconnaissable à ses vaisseaux et à ses rayons. Quant aux échantillons plus médiocres, non seulement ils ont l'aspect du même charbon altéré, mais l'examen microscopique, plus difficile aussi que pour ceux de Champigneulles, montre chaque fois que les organes élémentaires sont suffisamment conservés, les dimensions, la forme, la structure de ceux du hêtre.

L'examen que j'ai fait moi-même du retranchement m'a montré que le charbon n'y était pas seulement en plus mauvais état qu'à Champigneulles, qu'il y était aussi beaucoup plus rare. La raison de ce double fait me semble très facile à découvrir. L'action du feu a été beaucoup plus intense au Camp-d'Afrique que dans le premier retranchement étudié. Il a dû en être ainsi pour calciner une aussi énorme masse de pierres ; en outre, celle-ci, par les nombreuses cavités communiquant entre elles qu'elle

Digitized by Google

présentait, donnait naissance à un tirage très puissant qui activait la combustion. Plusieurs indices montrent l'intensité de la chaleur ; ainsi on rencontre des scories vitreuses rappelant complètement celles que produisent, ou produisaient surtout, les hauts-fourneaux ; on trouve aussi des galets de roches granitiques dont la surface présente une couverte analogue à celle de la porcelaine et, comme elle, due à la fusion du feldspath. Le feu ayant eu une aussi grande activité, le bois a été brûlé complètement, le charbon n'a pu se former qu'exceptionnellement et, dans ce cas, il est passé le plus souvent à l'état de braise qui, on le sait, résulte d'une combustion plus avancée et garde moins bien les caractères du bois dont elle provient.

Ce charbon, s'il est moins abondant qu'à Champigneulles, l'est assez cependant pour que l'on puisse affirmer qu'au Camp-d'Afrique comme dans cette localité la population qui a fait la construction n'avait à sa disposition que du bois de hêtre ; que le chêne, en particulier, s'il existait dans la forêt, devait y être extrêmement rare. Il aurait eu au moins autant de chances que le hêtre de se conserver à l'état de charbon et même de braise. Or, l'état forestier actuel est bien différent de celui qui se révèle ainsi à nous. Le hêtre existe encore dans la forêt qui entoure le camp et qui le recouvre, mais il forme au plus la moitié de la futaie qui est de consistance moyenne et il n'entre que pour un dixième dans la constitution du taillis. On trouve avec lui des espèces très variées : morts-bois, saule marceau, tremble, fruitiers, érables champêtre et sycomore, charme, tilleul, chêne. Ce dernier est l'espèce la plus commune dans la futaie.

On voit qu'ici encore la forêt a été profondément modifiée par l'intervention de l'homme. Le hêtre s'est retiré devant les espèces qui s'accommodaient mieux que lui de l'exploitation en taillis. Il est, pour la même raison, plus fréquent dans la futaie qui surmonte celui-ci, mais là même il a dû céder la place à d'autres espèces, soit parce que sa régénération par semence s'est effectuée imparfaitement au milieu du fourré constitué par le taillis, soit parce que le chêne ayant un plus haut degré d'utilité, l'homme a eu intérêt à le favoriser.

Il serait intéressant de savoir à quelle époque a commencé

Digitized by Google

cette transformation du peuplement de la forêt. Aucun document historique ne permet de fixer une date précise. Cependant, le bois appartenant à la commune de Chavigny, on peut, avec assez de vraisemblance, lui appliquer ce qui a été dit à propos de celui de Champigneulles. Nous savons, en outre, que l'exploitation du fer hydroxydé et la production de la fonte se sont pratiquées depuis fort longtemps dans les environs. Une charte du comte de Vaudémont, en 1161 [1], prouve que cette industrie existait déjà, au moment où elle a été donnée, dans la commune voisine de Chaligny. Or, la réduction du minerai exige des quantités considérables de combustible qu'on ne pouvait à cette époque prendre que dans les forêts avoisinant le fourneau. En conséquence, on pratiquait des exploitations considérables, le plus souvent abusives, qui ont amené quelquefois le déboisement, dans tous les cas la substitution partielle ou totale du taillis à la futaie. L'intérêt des usines était même de provoquer cette transformation, les produits du taillis, plus petits, plus fréquemment réalisables, leur étant plus utiles que ceux de la seconde.

On voit que dans les environs du Camp-d'Afrique comme dans ceux de Champigneulles, tout se réunit pour nous montrer que le peuplement de la forêt a subi des modifications considérables; que les causes auxquelles elles sont dues sont d'ordre essentiellement économique.

1. Voir Lepage, *Recherches sur l'industrie en Lorraine.* (*Mem. Ac. Stan.*, 1852, p. 329.)

Digitized by Google

SUR LES

HOMOLOGIES DES MOUSSES

PAR

M. le Dr Paul VUILLEMIN

CHEF DES TRAVAUX D'HISTOIRE NATURELLE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

INTRODUCTION.

Les Mousses, avec les Hépatiques leurs proches parentes, tiennent évidemment le milieu, par la complication de leur structure, entre les Thallophytes et les Cryptogames vasculaires. Cette simple notion du degré d'organisation ne nous apprend rien de précis sur leurs affinités réelles; elle engage toutefois à examiner cette question au point de vue des relations existant entre les deux grandes subdivisions des végétaux : d'une part, les plantes purement cellulaires, dépourvues de membres définis et, de l'autre, les plantes vasculaires caractérisées par une haute différenciation histologique et anatomique.

Cependant la plupart des botanistes laissent de côté cette étude ; les uns semblent considérer les Mousses comme une quantité négligeable dans le monde des plantes et l'on pourrait citer telle histoire du développement du règne végétal dans les temps géologiques, où le nom des Muscinées ne figure pas une seule fois ; d'autres naturalistes, et parmi eux de fervents bryologues, admettraient volontiers qu'elles constituent un ensemble indépendant, isolé dans la nature, un règne à part pour ainsi dire. Ces deux

Digitized by Google

opinions extrêmes ne pouvaient satisfaire les botanistes convaincus du rigoureux enchaînement qui unit les différents groupes de plantes, de l'imposante régularité qui règne dans le monde organisé sans laisser aucune place au caprice. Un arbre généalogique est le symbole qui résume le mieux les relations démontrées entre les végétaux divers par l'ontogénie, l'anatomie comparée, la paléontologie, que l'on admette, avec l'école transformiste, la réalité de cette filiation, ou que l'on croie à une création distincte pour chacun des rameaux épanouis depuis les plus anciennes périodes géologiques et à une simple parenté de formes.

S'appuyant sur ce principe, divers auteurs ont recherché les affinités des Muscinées. Leurs rapports avec les plantes inférieures sont difficiles à préciser en raison du polymorphisme de ces dernières, et de l'absence de caractères dominateurs faciles à introduire dans la comparaison : la parenté indiquée avec les Characées et les Floridées est assez incertaine. Les travaux consacrés à fixer leurs relations avec les plantes vasculaires se distinguent par une plus grande précision ; pourtant leurs résultats sont assez discordants et parfois négatifs. Ce désaccord n'a pas lieu de nous surprendre, si nous tenons compte des points de vue divers auxquels se sont placés les observateurs. A défaut d'homologies évidentes, on s'est adressé aux analogies liées à la forme générale du corps ou à une similitude de fonctions ; cependant un caractère a souvent une valeur taxinomique inversement proportionnelle à son importance physiologique.

On peut ramener à quatre catégories les recherches accomplies sur les affinités des Muscinées (Mousses et Hépatiques) avec les plantes vasculaires : 1° comparaison des tiges feuillées ; 2° comparaison des organes sporogènes ; 3° comparaison des organes sexuels ; 4° comparaison des premiers développements de l'œuf fécondé ou embryologie comparée. L'examen de ces divers travaux composera la première partie de ce mémoire ; il nous montrera l'insuffisance de ces méthodes.

Tout en faisant la part des notions qu'elles ont mises en évidence et en nous appuyant sur elles, nous nous adresserons plus particulièrement, dans la seconde partie, à l'anatomie comparée. Cette marche différente servira de contrôle aux résultats annoncés

Digitized by Google

dans les études antérieures, les confirmant en partie, expliquant quelques apparentes anomalies.

PREMIÈRE PARTIE.

I. — COMPARAISON DE LA TIGE FEUILLÉE DES MOUSSES ET DES PLANTES VASCULAIRES.

Bien que l'assimilation de la tige feuillée des Mousses et des plantes vasculaires soit contestée par divers bryologues, on peut la considérer encore aujourd'hui comme l'opinion classique : tous les ouvrages élémentaires nous montrent la transformation graduelle du thalle en tige feuillée dans la série des Muscinées. Ces transitions sans doute sont évidentes lorsqu'on s'en tient à cet embranchement, mais s'arrêtent à la limite du groupe, et la tige feuillée de la Mousse la plus parfaite est séparée de la tige feuillée d'une plante vasculaire par un abîme, qu'aucune observation ne tend à combler. Les divergences entre les points essentiels de structure sont même d'autant plus frappantes que l'analogie dans l'aspect général est plus grande.

La première différenciation de la tige des plantes vasculaires oppose un dermatogène ou épiderme primitif aux tissus profonds, souvent même avant leur distinction en périblème et plérome. Dans la tige des Mousses, l'épiderme fait toujours défaut et les assises protectrices qui en rappellent l'aspect se spécialisent tardivement. On a considéré comme un épiderme à plusieurs assises [1] la couche externe de cellules des *Sphagnum* (Pl. III, fig. 40) depuis longtemps dessinée par Schimper [2], dont la figure assez imparfaite est reproduite, sans grandes modifications, dans la plupart des traités de botanique. Cette couche est une formation secondaire, directement adaptée au mode de vie des Sphaignes dans les tourbières ; elle apparaît assez tard et peut manquer, dans les tiges florales par exemple.

1. Duchartre, *Éléments de botanique*, 2e édit., p. 269.

2. W. P. Schimper, *Recherches anatomiques et morphologiques sur les Mousses*, (*Mém. de la Soc. du Muséum d'hist. nat. de Strasbourg*, t. IV, 1850 ; pl. IV, fig. 8.)

Digitized by Google

On a pensé que, parmi les Hépatiques, les Marchantiées offraient un épiderme moins contestable et les pores de leur assise superficielle ont été longtemps assimilés aux stomates. Pourtant leur développement est tout autre que celui des stomates des plantes vasculaires : ils ne naissent pas d'une cellule-mère spéciale et ne sont pas bordés de cellules propres. D'autre part, M. Voigt [1] a opposé leur disposition rayonnante à la disposition bilatérale des vrais stomates. Ce caractère n'a peut-être pas l'importance que lui attribue ce botaniste, puisque M. Zeiller [2] a trouvé des stomates à symétrie rayonnée chez une Junipérinée fossile, le *Frenelopsis Hoheneggeri ;* d'ailleurs, le stomate type a deux plans de symétrie. Si ces arguments ne sont pas concluants, toute espèce de doute a disparu, depuis que M. Leitgeb [3] a démontré que la formation des chambres aérifères, loin d'être due à l'écartement de tissus préexistants, résulte du débordement de certains points de la couche superficielle, de telle sorte que la prétendue membrane épidermique ressemble à un agrégat de poils en écusson confluents. Cette donnée, directement vérifiable pour les orifices simples, s'applique aussi bien aux pores canaliformes des *Marchantia* et *Preissia*, qui se relient aux précédents par toutes les transitions.

On ne saurait objecter la petite taille des Mousses. Certaines Phanérogames sont bien inférieures aux plus grandes Mousses ; et l'organisation, plus importante que la taille, atteint, chez plusieurs Phanérogames adultes, un degré moins élevé que celui des Mousses, sans que la différenciation précoce d'un épiderme en soit modifiée. Nous en trouvons de frappants exemples dans la famille des Podostémacées [4], qui ont le genre de vie et le port des Mousses, et particulièrement chez le *Tristicha hypnoides*, étudié avec soin par M. Cario [5]. L'épiderme y est nettement diffé-

1. A. Voigt, *Beitrag zur vergl. Anat. der Marchantiaceen.* (*Botan. Ztg.*, 1879.)

2. R. Zeiller, *Observations sur quelques cuticules fossiles.* (*Annales des sciences nat.; Bot.*, 6e série, t. XIII, 1882.)

3. H. Leitgeb, *Die Athemöffnungen der Marchantiaceen.* (*Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch.* Wien, 1880.)

4. E. Warming, *La Famille des Podostomacées.* (*Mém. Acad. de Copenhague*, 6e série, t. II, 1881-1882.)

5. R. Cario, *Anatomische Untersuchung von Tristicha hypnoides.* (*Botan. Ztg.*, 1881.)

Digitized by Google

rencié et le cylindre central possède un faisceau muni de vaisseaux et de tubes criblés bien caractérisés.

Dans la tige d'un assez grand nombre de Mousses, on distingue une colonne axile formée, tantôt de cellules à parois minces, tantôt de cellules à membranes épaisses interrompues par des diaphragmes minces (*Polytrichum commune*), et fréquemment décrite. « Il existe en Tasmanie et dans la Nouvelle-Zélande, dit M. Crié [1], des types de Polytrics chez lesquels le faisceau libéro-ligneux rudimentaire de notre *Polytrichum commune* est bien autrement accentué et représente, suivant nous, le faisceau fibro-vasculaire le plus simple qui existe. Tel est en effet le faisceau axile du *Phalacroma dendroides* Hooker, Polytric de la Nouvelle-Zélande, de la Tasmanie et du Chili, et l'une des plus belles Mousses connues. Le *Phalacroma* possède, outre ce faisceau axile, d'autres faisceaux disséminés dans la masse du parenchyme fondamental et remarquables par leurs éléments qui semblent ne pas différer des véritables faisceaux. Ces mêmes faisceaux isolés paraissent aussi élevés en organisation dans le *Polytrichadelphus Magellanicus*.....» Ces assertions sont un peu vagues et surtout nous ne trouvons décrit aucun élément dont la structure conduise au tube cribreux ou à la trachée. L'opinion de M. Crié ne nous semble donc pas fondée sur des observations irréfutables. Nous croyons aussi que l'auteur invoque à tort l'embryologie à l'appui de sa thèse : « L'embryogénie nous apprend, dit-il, que les liens d'une affinité naturelle unissent les Muscinées aux Cryptogames vasculaires, c'est-à-dire aux Fougères. » Nous verrons que les liens embryologiques des Muscinées et des Fougères sont assez obscurs et qu'en tous cas, les travaux consacrés à cette question ne rapprochent aucunement la tige sexuée des premières du corps vasculaire des plantes supérieures.

Il nous suffit d'observer que, chez les plantes vasculaires, la différenciation de l'écorce et du cylindre central n'est jamais indépendante de celle d'un épiderme, pour nier l'homologie de la colonne axile des Mousses et du cylindre central. Il n'y a d'ailleurs

1. L. Crié, *Les Origines de la vie. — Essai sur la flore primordiale.* (*Revue internationale des sciences biologiques*, 6e année, 15 avril 1883.)

Digitized by Google

rien de fixe dans sa présence et l'on doit la considérer comme une formation analogue au cylindre central, déterminée par le genre de vie semblable d'une tige feuillée de Mousse et de plante vasculaire. L'analogie ne se borne pas à l'aspect extérieur; elle se poursuit dans le rôle physiologique, et M. Haberlandt[1] a particulièrement insisté sur cette équivalence fonctionnelle entre le faisceau central des Muscinées et des plantes vasculaires ; il a même eu le mérite de l'établir expérimentalement.

M. Göbel[2] nous a fait connaître des cellules gommeuses, tantôt isolées (*Preissia*), tantôt sériées (*Fegatella*) dans le thalle de certaines Hépatiques, où l'on trouve aussi des fibres scléreuses agencées comme dans le sclérenchyme des plantes vasculaires.

En somme, nous trouvons certaines analogies entre la tige feuillée des Mousses et celle des plantes vasculaires au point de vue de la structure; mais elles se manifestent avec une grande irrégularité. Les caractères fondamentaux diffèrent et nous ne sommes pas en droit de conclure à une homologie.

Les rapports réciproques et le mode de naissance des prétendues tiges et feuilles des Mousses ne sauraient être invoqués à l'appui de leur homologie avec celles des plantes vasculaires. Sans parler de ce qui s'observe chez les Hépatiques les plus élevées, où les rameaux équivalent à une demi-feuille, ou bien même ont une origine endogène, les relations des membres éloignent sensiblement les Mousses des plantes vasculaires, puisque leurs rameaux s'insèrent sous les feuilles. Il est vrai que la structure même des segments de la tige et le mode de naissance de la feuille ne permettaient pas d'autres rapports, et la position des rameaux reste en somme déterminée par celle des feuilles. Mais cette détermination même est purement mécanique et n'implique pas nécessairement une homologie. Ne voyons-nous pas chez certains polypes hydraires (*Campanularia dichotoma, C. geniculata, Obelia gelatinosa,* etc.), les bourgeons reproducteurs, qui sont

1. Haberlandt, *Ueber die physiologische Funktion des Centralstranges in Laubmoosstämmchen.* (*Berichte der deutsch. botan. Gesellschaft,* 1883.)

2. K. Göbel, *Zur vergl. Anat. der Marchantiaceen. Arbeiten des botan. Instituts in Würzburg.* Leipzig, 1880.) — Voy. aussi R. Prescher, *Die Schleimorgane der Marchantieen.* (*Sitzungsber. der kais. Akad. der Wiss.,* 1882.)

Digitized by Google

des axes chargés de polypes sexués, naître constamment à l'aisselle d'un polype nourricier, qui représente l'élément appendiculaire dans ce corps ramifié ? Par contre, dans le *Dynamena pumila*, où les hydranthes sont opposées, les axes secondaires (gonothèques ou axes ordinaires) apparaissent dans les portions d'axes sous-jacentes aux polypes nourriciers, comme les branches de Mousses naissent sous les feuilles. Chez le *D. operculata*, les rameaux et les gonothèques naissent perpendiculairement au plan qui unit les polypes opposés ; il s'y produit en outre de fausses dichotomies semblables à celle d'une cime bipare. Il ne viendra à l'idée de personne de considérer ces cormus animaux comme pourvus d'aucune homologie avec un cormophyte, à part cette distinction même d'axes et d'appendices. Une telle coïncidence prouve simplement que la position relative des axes et des appendices est soumise à des lois générales, indépendantes des autres propriétés anatomiques, et que leurs rapports pourront concorder dans les formations les plus hétérologues.

Les caractères phyllotaxiques sont également soumis à des lois mécaniques plus générales que la différenciation anatomique et leur concordance n'implique pas l'homologie.

Si donc nous conservons la terminologie de tige et de feuille en ce qui concerne les Mousses, c'est à la condition de n'attacher à ces mots aucune signification anatomique. Nous indiquons par là une apparence extérieure, une analogie d'observation vulgaire. Au point de vue strict de l'anatomie, nous ne pouvons que maintenir l'opinion émise dans un travail [1] où nous recherchions les règles de la différenciation anatomique, particulièrement dans la tige : à savoir, que la phase sexuée des Mousses ne présente aucune différenciation histologique ou anatomique équivalente à celle des plantes vasculaires, et qu'elle n'a ni tige ni feuille. La comparaison des tiges feuillées de Mousses et de plantes vasculaires dans l'étude des homologies n'amène donc qu'un résultat négatif.

1. *De la Valeur des caractères anatomiques au point de vue de la classification des végétaux. — Tige des Composées*, 1884.

Digitized by Google

II. — COMPARAISON DES ORGANES SPOROGÈNES DES MOUSSES ET DES CRYPTOGAMES VASCULAIRES.

L'analogie de fonctions invoquée comme motif du rapprochement de la tige des Mousses et de celle des plantes vasculaires a fait mettre aussi en parallèle l'organe sporogène des Muscinées et des Cryptogames supérieures. C'est évidemment à ce point de vue que s'est placé M. Prantl [1] en assimilant les corps que l'on désigne généralement sous le nom de générations asexuées. Il pose en effet une première équation entre l'organe producteur de spores des Muscinées et celui des Hyménophyllées et conclut à l'homologie du sporogone de celles-là et du spore de celles-ci : L'opinion de Leitgeb [2] ne s'éloigne pas sensiblement de la précédente, quand cet anatomiste rapproche du sporogone des Hépatiques le « Kotyledon » des Fougères, en supposant que celui-ci aurait pu être primitivement le siège de la formation des spores, dans une période antérieure à la différenciation du corps végétatif en tiges et feuilles.

L'homologie du sporange dans les Muscinées et les Cryptogames vasculaires paraîtra très douteuse, si l'on considère la première apparition du tissu sporogène. Comme l'a démontré Göbel [3], l'archesporium des Cryptogames vasculaires est toujours une cellule « hypodermale », tandis que, chez les Bryinées et les Sphagnées, il consiste en une couche de cellules et c'est également le cas des Hépatiques, bien que d'une autre façon, et à quelques exceptions près. Je ne parle pas, bien entendu, des rapports du sporange avec la feuille mère, rapports qui le font considérer comme un poil, puisque nous ne trouvons, chez les Mousses, rien de comparable à cette feuille mère. Toutefois, cet archesporium profond et composé d'une assise de cellules chez les Mousses, contrairement à l'archesporium plus superficiel et unicellulaire des Cryptogames vasculaires, est difficilement con-

1. Prantl, *Naturforscher-Versammlung in Graz*, 1875.

2. H. Leitgeb, *Untersuchungen über die Lebermoose*, 6e Heft. Graz, 1881.

3. K. Göbel, *Beiträge zur vergl. Entwickelungsgesch. der Sporangien.* (*Botan. Ztg.*, 1880.)

Digitized by Google

ciliable avec l'opinion qui assimile le sporogone à une feuille. Cette opinion doit être considérée comme une hypothèse dénuée jusqu'ici de fondement matériel.

III. — COMPARAISON DES ORGANES SEXUELS DES MOUSSES ET DES CRYPTOGAMES VASCULAIRES.

Par leurs anthérozoïdes, les Mousses ont une frappante ressemblance avec les Characées et sont encore voisines des Cryptogames vasculaires. Chez toutes ces plantes, ils naissent par rénovation partielle de la cellule mère et prennent la forme d'un filament spiralé, renflé à une extrémité et atténué à l'autre bout qui porte des cils. Les cils restent limités au nombre de deux chez les Characées et les Muscinées, comme dans les anthérozoïdes et les zoospores d'un grand nombre de Thallophytes. Les anthérozoïdes à cils nombreux des Cryptogames vasculaires se rapprochent plus à certains égards de ceux des Algues (*Œdogonium*) que de ceux des Muscinées, bien que leur rapport avec la cellule-mère soit différent. Les antérozoïdes des Mousses ont une incontestable parenté avec ceux des Cryptogames vasculaires ; mais la valeur taxinomique de ce caractère n'est pas bien déterminée. Les plus grandes variations s'observent à cet égard entre les Thallophytes voisins, et la forme de ces organes est singulièrement soumise à l'adaptation. Elle ne saurait en tous cas nous apprendre si les Mousses sont plus intimement unies aux Cryptogames vasculaires qu'aux Phanérogames. Le genre de vie de ces dernières exclut un mode de transport des éléments mâles lié à la floraison des Mousses à l'humidité, aussi bien qu'à leur dérivation de formes aquatiques.

L'anthéridie naît d'une cellule superficielle saillante comme un poil et isolée par une cloison transverse, chez les Mousses et chez les Cryptogames vasculaires ; mais la marche des cloisonnements diffère dans les deux groupes. Après la séparation du pédicelle par une nouvelle cloison transversale, l'anthéridie des Mousses se constitue par le jeu d'une cellule terminale cunéiforme, qui découpe d'abord des segments par des cloisons obliques ; des

Digitized by Google

cloisons périclines apparaissent tardivement. Chez les Fougères au contraire, la première cloison bombée sépare la paroi de l'anthéridie de la cellule ventrale destinée à donner les cellules mères des anthérozoïdes.

Les archégones, ou organes femelles, ont été considérées comme établissant une étroite liaison entre les Muscinées et les Cryptogames vasculaires. M. de Bary, attachant même à cet organe une valeur capitale, a réuni ces deux groupes sous le nom d'Archégoniates.

Telle n'est pas l'opinion de M. Hy, qui a été conduit par l'étude du développement à nier toute concordance anatomique entre les archégones des Muscinées et des Cryptogames vasculaires, dont l'analogie de formes est, au reste, assez superficielle. Se basant sur les travaux antérieurs, étendus par ses recherches personnelles, cet observateur fait remarquer : 1° que l'archégone des Muscinées naît toujours d'une seule cellule superficielle, tandis que l'organe correspondant des Cryptogames supérieures se compose de portions hétérogènes; 2° que l'orientation des cloisonnements cellulaires diffère dans les deux groupes; 3° qu'enfin la rangée de canal des premières n'est point représentée chez les secondes [1]. Ces faits nous semblent concluants pour montrer que l'archégone traduit l'homogénéité du groupe des Muscinées comprenant les Mousses et les Hépatiques, mais qu'elle nous renseigne mal sur ses affinités.

Nous ne suivrons pas M. Hy dans la longue discussion qu'il consacre à prouver la nature axile de l'archégone; cette question est secondaire à notre point de vue, puisque, dans le corps sexué des Mousses, les termes feuille, tige, poil ne correspondent pas aux parties homonymes des plantes vasculaires. Nous ne saurions distinguer un poil d'une feuille en l'absence d'épiderme, ni une tige d'un verticille terminal de feuilles concrescentes en l'absence de faisceaux.

1. Hy, *Recherches sur l'archégone et le développement du fruit des Muscinées* (*Annales des sciences nat.; Bot.;* 6e série, t. XVIII, 1884), pages 114 et suiv.

Digitized by Google

IV. — EMBRYOLOGIE COMPARÉE DES MUSCINÉES ET DES PLANTES VASCULAIRES.

Les travaux de cette catégorie, basés nettement sur le principe de l'homologie, nous intéressent plus que les précédents. M. Kienitz-Gerloff, qui s'est illustré dans cette étude, a compris que l'œuf fécondé constitue un point de repère précieux dans la comparaison des espèces très divergentes et que les corps développés à ses dépens dans divers types végétaux sont rigoureusement homologues. Au début d'un de ses plus importants mémoires sur cette question, il indique clairement le principe sur lequel repose sa méthode : « *Seit zuerst von Ernst Häckel der Satz ausgesprochen wurde, dass die Ontogenesis die kurze Wiederholung der Phylogenesis sei, hat das Studium der Embryologie ein neues und erhöhtes Interesse gewonnen* [1]. » Il n'y a, à la base de ces recherches, qu'une seule hypothèse et des plus logiques : c'est que l'orientation des cloisons destinées à transformer l'œuf en embryon possède une valeur taxinomique capitale et que, de la seule concordance de cette orientation, on peut conclure à une affinité. Cependant les faits ne l'ont pas entièrement justifiée; et si les notions embryologiques, jointes aux autres observations publiées par Kienitz-Gerloff, ont fait faire un grand pas à la question des affinités des Muscinées, nous ne pouvons nous empêcher de remarquer à ce propos la profondeur de cette parole de Claude Bernard : « Quelque légitimes que puissent paraître, au premier abord, les vues de l'induction, on trouve toujours de l'imprévu dans les résultats de l'expérience. »

Les principes fondamentaux des recherches embryologiques de Kienitz-Gerloff ont suscité une polémique que nous ne pouvons résumer ici. Ils ont été contestés principalement par Sachs [2] et Göbel [3], son élève.

1. F. Kienitz-Gerloff, *Ueber den genetischen Zusammenhang der Moose mit den Gefässkryptogamen und Phanerogamen.* (*Botan. Ztg.*, 1876, page 705.)

2. J. Sachs, *Ueber die Anordnung der Zellen in jüngsten Pflanzentheilen.* (*Sep.-Abdr. aus den Verhandl. der phys.-med. Gesellschaft*, XI. Bd. Würzburg, 1877.)

3. K. Göbel, *Zur Embryologie der Archegoniaten.* (*Arbeiten des botan. Instituts in Würzburg*, 1880.)

Digitized by Google

Les travaux récents sur l'embryologie des Phanérogames, où les points de comparaison sont bien plus certains, ont montré une grande diversité dans l'orientation des cloisons primitives de l'œuf, la première exceptée, et cela chez des plantes évidemment voisines, de telle sorte que les types extrêmes se rencontrent dans une même famille. Malgré ces divergences imprévues dans les premiers débuts, ces cloisonnements aboutissent à la constitution de corps absolument concordants par toutes les propriétés anatomiques essentielles.

Nous rappellerons donc seulement pour mémoire les relations que l'auteur a basées sur ce principe : ce serait d'une part une concordance frappante entre les embryons des Jungermanniées et des Monocotylédones, par l'intermédiaire des Sélaginelles : « *die auffallende Uebereinstimmung, die ich zwischen den Embryonen der Jungermannieen und namentlich monocotylischer Phanerogamen...* [1] », concordance qui se poursuivrait entre les parties de ces embryons, la soie et le pied correspondant au suspenseur, la capsule à l'embryon lui-même : « *Es entspricht dann die Seta und der Fuss der Jungermannieen-Frucht dem Embryoträger, die Kapsel dem eigentlichen Keim* [2]. » L'auteur rapproche d'autre part les Mousses des Cryptogames vasculaires; mais il n'a pu soutenir ce parallèle qu'en ayant recours à une hypothèse un peu hardie. Comme les cloisonnements observés n'offrent qu'une ressemblance incomplète et que, après une première bipartition, l'hémisphère qui, suivant l'auteur, correspond dans les deux groupes subirait, chez les Cryptogames vasculaires une nouvelle division indiquant les initiales de la première tige et de la première feuille, tandis que, chez les Mousses, il devient directement la cellule terminale du sporogone : il admet la suppression d'une cloison et d'un segment, qui serait, nous ne savons trop pourquoi, l'initiale de la tige. L'auteur se trouve donc ramené aux vues émises par Prantl et il croit y revenir par une voie différente, en s'appuyant exclusivement sur l'embryologie. Pour nous, cette communauté d'idées est due dans les deux cas à une hypothèse gratuite. Kienitz-Gerloff paraît influencé, inconsciemment peut-

1. *Loc. cit.*, page 705.
2. *Ibid.*, page 714.

Digitized by Google

être, par la tendance à considérer *à priori* comme homologues les membres où une fonction commune se localise. Il n'émet d'ailleurs cette hypothèse qu'avec une certaine réserve. En somme, l'homologie du sporogone et d'une feuille n'est pas plus démontrée par l'embryologie que par la morphologie.

Dans ces comparaisons, l'auteur tient peu de compte de l'inclinaison des cloisons de l'embryon par rapport à la plante mère et il attache une importance capitale à la présence d'une cellule terminale. (Nous reviendrons sur ce point dans la seconde partie de ce travail.) Au reste, il a soin de nous prévenir qu'il n'a pas la prétention de construire un arbre généalogique, mais simplement d'indiquer les rapprochements suggérés par l'embryologie.

L'insuffisance des données embryologiques et l'homologie de corps résultant des modes les plus divers de cloisonnements primitifs chez les Phanérogames nous autorisent à demander à l'anatomie comparée l'éclaircissement des points restés obscurs dans les homologies des Mousses. Les résultats de l'anatomie comparée, loin d'être en contradiction avec ceux de l'embryologie, les complètent utilement; ils s'éclairent réciproquement et l'une de ces sciences fournira à l'autre de précieux matériaux dans les cas où, abandonnée à elle-même, elle en serait réduite à des hypothèses comme celle des segments supprimés.

Dans l'étude qui va suivre nous examinerons l'organisation des Mousses, en nous adressant de préférence aux caractères le moins directement adaptés au rôle et aux conditions biologiques spéciaux à ces plantes.

DEUXIÈME PARTIE.

I. — HOMOLOGIES DES MOUSSES ET DES PLANTES VASCULAIRES.

A. — Valeur du sporogone.

Conformément aux données de l'embryologie, nous chercherons les homologies des Mousses avec les Plantes vasculaires dans le sporogone. Parmi les Plantes vasculaires elles-mêmes, le corps qui se forme aux dépens de l'œuf fécondé, diffère essen-

Digitized by Google

tiellement chez les Cryptogames et chez les Phanérogames. Les premiers cloisonnements opérés dans l'œuf des Cryptogames vasculaires produisent immédiatement les initiales des membres définitifs : le pied, la première feuille, la tige et la racine naissent simultanément et directement de l'œuf. Chez les Phanérogames au contraire, il se forme d'abord un corps provisoire qui, en se développant, donnera la tigelle et les cotylédons. Sur ce corps seulement apparaîtront les membres définitifs. Si l'on appelle *embryons* les formes jeunes, quelles qu'elles soient, l'embryon des Cryptogames vasculaires ne correspondra pas à celui des Phanérogames. Si l'on réserve ce nom au corps initial des Phanérogames, on ne lui trouve point d'équivalent parmi les Cryptogames vasculaires. Cette dernière acception nous semble plus avantageuse, puisque seule elle correspond à une donnée positive. Nous ne voyons pas d'ailleurs la nécessité de compliquer la glossologie du mot *pseudembryon,* proposé depuis longtemps par M. Clos pour les premières phases du corps vasculaire des Cryptogames et rappelé dernièrement [1] par ce botaniste. Sans nous étendre ici sur la question de la tige primitive ou embryonnaire des Phanérogames, que nous avons développée ailleurs, rappelons seulement que les Cryptogames vasculaires n'ont ni tigelle ni cotylédon homologues de ceux des Phanérogames. Nous trouvons donc, entre l'œuf de ces dernières et le corps vasculaire comprenant feuilles, tiges et racines, une phase particulière qu'on appellera, si l'on veut, phase embryonnaire ou tigellaire, et qui est sautée dans l'ontogénie des Cryptogames vasculaires.

Les Muscinées nous présentent un premier cloisonnement concordant avec celui des Phanérogames et suivi, comme chez ces plantes, de la formation d'un *corps massif,* au lieu de la distinction primordiale de membres, qui s'observe chez les Cryptogames vasculaires. Un tel corps est l'homologue de l'embryon des Phanérogames.

Ce dernier mérite bientôt le nom de tigelle; de même celui des Mousses acquiert rapidement une organisation particulière, à laquelle répond le terme *sporogone.* Cette désignation nous sem-

1. *Bulletin Soc. bot. de France,* 1885, t. XXXII, page 151.

Digitized by Google

ble préférable à toute autre : suffisamment consacrée par l'usage, elle est à l'abri de toute récrimination, puisqu'elle ne repose pas sur une assimilation contestable.

On a particulièrement critiqué le mot *fruit*, qui, au fond, ne manque pas de clarté quand il sert à désigner l'organe par sa fonction, en dehors de toute préoccupation anatomique. Dans le langage descriptif ce terme est généralement employé et d'importantes recherches d'organographie l'ont consacré. M. Hy n'a pas, à notre sens, rendu plus claire la notion du fruit en le distinguant soigneusement du sporogone et en réunissant sous ce nom l'embryon et ses annexes provenant de l'organe femelle. Il s'écarte en effet de l'acception purement physiologique qui exprime l'analogie de l'organe renfermant les spores et de l'organe renfermant les graines ; et le mot fruit ainsi défini invoque des homologies inadmissibles entre les tissus dérivés de l'archégone et les feuilles carpellaires. En se plaçant sur ce terrain, M. Hy justifierait la critique de M. Clos [1], qui propose de remplacer fruit par *sporocarpe* ou *pseudocarpe*, s'il n'avait pris le soin de préciser le sens dans lequel il entend ce mot [2].

D'autre part, M. Hy s'élève contre l'opinion qui fait du sporogone « un individu distinct formant une génération alternante avec la plante mère ». Nous lui accorderons volontiers que l'individualité n'y est pas réalisée de tous points au sens général et *physiologique* du mot ; cela ne détruit nullement l'homologie entre le sporogone des Muscinées et l'individu asexué des Cryptogames vasculaires, lequel est au reste en continuité avec le prothalle. Le mot individu possède au cas particulier une valeur analogue à celle du mot fruit ; ces deux termes sont exclusifs, puisque le premier n'indique que des relations morphologiques, le second des relations physiologiques, et leur justesse est directement subordonnée au point de vue auquel on les envisage. Les arguments de M. Hy ne nous semblent pas de nature à renverser la notion de l'individualité ainsi entendue. Il nous fait remarquer d'abord que les Cryptogames vasculaires ont deux sommets végétatifs indépendants du point de fixation, tandis que toute la crois-

1. *Loc. cit.*, page 152.
2. *Loc. cit.*, page 130.

Digitized by Google

sance se concentre chez les Muscinées en un seul point, opposé à celui qui doit rattacher indissolublement le sporogone à la plante mère. Cet argument tombe en tous cas dans la comparaison des Muscinées et des Phanérogames. De plus, l'embryon des Phanérogames contracte avec la plante mère des relations plus intimes encore que le sporogone, quand, chez certaines Orchidées, il se greffe sur le funicule ou le placenta [1]. Au contraire la tendance à l'isolement est manifeste chez les Muscinées où les cellules du pied bourgeonnent isolément, comme M. Hy l'a fort bien décrit et figuré [2]. Elle diminue chez les types supérieurs, qui divergent évidemment davantage de l'organisation primordiale et l'adhérence du sporogone « devient chaque jour plus intime, d'autant plus que l'espèce est elle-même plus élevée, si intime que le rameau fructifère tend parfois à se séparer de la tige principale plutôt que du sporogone qu'il doit nourrir [3]. » Nous ne voyons encore là rien de bien spécial aux Muscinées ; le fruit ou la graine des Phanérogames ne sépare-t-il pas avec l'embryon une portion plus ou moins étendue de la plante mère ?

On le voit : l'analogie et les rapports fonctionnels des individus sont en cause dans l'argumentation de M. Hy, beaucoup plus que la question des homologies. Celle-ci paraît plus directement visée par un dernier argument dans lequel ce botaniste distingué insiste sur le changement dans la direction d'accroissement, qui caractérise tout nouvel individu. Ce changement de direction ne s'observe pas seulement chez les Cryptogames vasculaires, où « l'axe embryonnaire se développe dans un plan différent de celui du prothalle » ; chez les Phanérogames aussi, « la radicule pointe constamment vers le micropyle qui représente le sommet théorique de l'ovule. » Nous ne comprenons pas bien comment l'auteur peut comparer la direction du sporogone où « il n'existe proprement ni racine ni tige » à celle de l'embryon des Phanérogames, qu'il définit par la situation de la radicule. Si l'on voulait faire des rapprochements de cette sorte, on pourrait aussi bien mettre

1. Van Tieghem, *Botanique*, page 872, d'après Treub, *Embryologie de quelques Orchidées*, Amsterdam, 1878.

2. *Loc. cit.*, fig. 30 et fig. 54.

3. *Loc. cit.*, page 186.

Digitized by Google

en parallèle l'extrémité de l'embryon qui se renfle en cotylédons avant l'apparition de tige et de racine et le pied du sporogone. Tous deux se différencient plus ou moins en vue des rapports des organismes mère et fille. A l'extrémité libre se forment dans les deux cas les premiers organes destinés aux relations avec le milieu extérieur : la racine qui y fixera la jeune plante, les spores qui dissémineront les nouveaux individus. Je n'ai garde de soutenir ces rapprochements ; je les donne seulement comme aussi vraisemblables que l'opposition admise par M. Hy. En tous cas cette dernière concerne seulement des différences physiologiques entre la tigelle et le sporogone : leur homologie reste intacte.

Certains auteurs et particulièrement M. Kienitz-Gerloff, comme nous l'avons mentionné plus haut, pensent que l'on a attribué une importance exagérée à la direction de la première cloison par rapport à l'axe de l'archégone. On ne peut pourtant s'empêcher, faute d'autres caractères positifs, d'accorder quelque valeur à sa constance, surtout si l'on envisage la suite du développement ; et Kienitz-Gerloff lui-même est frappé de voir le développement des cellules soumis à une remarquable fixité chez les Cryptogames vasculaires, malgré les conditions d'existence les plus variées, tandis qu'il offre une extrême diversité, parmi les Muscinées d'une part, parmi les Phanérogames de l'autre [1].

Peut-être regardera-t-on la constance d'une cellule terminale cunéiforme dans le sporogone des Mousses comme un caractère les reliant aux Cryptogames vasculaires et les éloignant des Phanérogames. La valeur de ce caractère s'amoindrira si l'on considère sa variabilité chez les Hépatiques, dont l'étroite alliance avec les Mousses ne saurait être mise en question. La présence d'une telle cellule peut dépendre simplement des conditions d'accroissement du membre considéré. Au reste, chez les Mousses elles-mêmes, la croissance terminale n'a pas une importance comparable à la croissance intercalaire. Les cellules dérivées de la cellule terminale se cloisonnent toutes abondamment et forment un méristème non localisé au sommet, mais étendu à tout le sporogone jeune. Dans ce méristème général, chaque partie prendra nais-

1. Kienitz-Gerloff, *Analyse d'un mémoire de Göbel.* (*Botan. Ztg.*, 1880, page 508.)

Digitized by Google

sance au point qu'elle doit occuper définitivement ; aussi, dès le début de la différenciation, les caractères morphologiques vont-ils être plus ou moins masqués dans les régions destinées à jouer un rôle considérable. Néanmoins la distinction de deux groupes de tissus, l'un axile, l'autre périphérique, est évidente presque jusqu'au sommet, parce qu'elle est en harmonie avec les fonctions de la capsule. Envisageant ces deux masses dans la zone qui produit les spores, Kienitz-Gerloff les a appelées *amphithecium* et *endothecium*. Ces dénominations excellentes quand elles se rapportent à l'urne, ne sont guère applicables au col et à la soie ; aussi emploierons-nous de préférence les termes *écorce* et *cylindre central*, lorsque nous considérerons le sporogone dans son ensemble.

L'épiderme n'est pas moins distinct que chez les Phanérogames sur le col et sur la soie suffisamment jeune. Dans la capsule, bien que la couche extérieure revête certains caractères propres, mais plutôt physiologiques, comme l'épaississement précoce des membranes, elle ne se distinguera pas toujours du reste de l'amphithecium. La rangée externe subit des cloisonnements variés, parfois simultanés à ceux des couches sous-jacentes ; les assises qui en résultent, bien que génétiquement reliées à la rangée externe, n'ont pas les caractères des épidermes stratifiés, précisément parce que l'épiderme n'était pas différencié avant l'introduction de modifications fonctionnelles et que les caractères physiologiques trop importants masquent dès l'origine les caractères morphologiques.

Cette différence de structure fondamentale entre les portions stérile et fertile est assez tranchée pour que M. Pringsheim[1] se soit demandé si le sporogone ne comprend pas deux sortes de membres : l'un évidemment axile, et l'autre qu'il appelle le sporange, de valeur indéterminée : « *Das Sporogonium in einen deutlichen Axentheil und ein Sporangium dessen morphologischer Werth noch zu bestimmen bleibt, differenzirt ist.* » Kienitz-Gerloff oppose à cette manière de voir la communauté d'origine, l'identité des premiers développements des deux portions du

1. *Jahrbücher für wiss. Botan.* Bd. XI.

Digitized by Google

sporogone et la présence de cellules dont les segments contribuent à la fois à l'édification de la soie et du sporange. En somme, on peut dire que la capsule (sporange de Pringsheim) ne diffère pas plus de la soie au point de vue morpho logique, qu'une étamine ne s'éloigne d'une feuille.

La netteté moindre de l'épiderme sur la capsule et principalement dans la région du péristome est liée aux modifications essentiellement physiologiques de ces zones; ce qui le montre bien, c'est que l'épiderme reste typique, dans toute l'étendue de la capsule, chez les espèces moins complexes, telles que les *Phascum* et les *Sphagnum*. Aussi est-il surprenant que Kienitz-Gerloff, après avoir invoqué l'assimilation de la paroi capsulaire des Jungermannes à un dermatogène : « *Die Abscheidung der Kapselwand entspricht genau der des Dermatogens*[1] » pour rapprocher ces Hépatiques des Phanérogames, ait négligé ce caractère dans l'appréciation des affinités des Mousses. L'épiderme de ces dernières est certainement plus identique par son mode de différenciation à celui des Phanérogames que celui des Jungermannes; et s'il n'est pas distinct jusqu'au point végétatif, on peut en dire autant de bien des plantes supérieures.

Les notions générales de l'anatomie nous font donc supposer une parenté plus grande du sporogone avec la tigelle des Phanérogames qu'avec aucune portion du corps vasculaire des Cryptogames supérieures. La structure intime du sporogone confirme pleinement cette assimilation, et l'homologie se poursuit dans la distinction des zones primaires, aussi bien que dans la répartition des tissus générateurs destinés à la formation des spores, d'une part, à l'accroissement ultérieur de l'embryon devenu tigelle ou de la tige née à ses dépens, d'autre part.

B. — Structure du sporogone.

Sporogone dans son ensemble. — L'anatomie nous montre dans la structure du sporogone la reproduction exacte d'une tige de Phanérogame dont on retrancherait les faisceaux cribro-

1. *Loc. cit.*, 1876, page 721.

Digitized by Google

vasculaires, pourvu que l'on réduise à leur juste valeur les particularités purement physiologiques liées à la production et à la dissémination des spores. Comme ces derniers points ont surtout frappé les botanistes, il n'est pas surprenant que les homologies du sporogone aient souvent passé inaperçues. Nous n'examinerons qu'en dernier lieu les régions qui ont été l'objet favori des descriptions antérieures, telles que le péristome, l'anneau ou l'opercule, et, au lieu de prendre pour point de départ la soie, que son rôle de support rigide arrête de bonne heure dans son développement diamétral, ou l'urne, dont les propriétés anatomiques sont masquées par la différenciation de ses tissus en spores ou en organes annexes et protecteurs des spores, nous ramènerons la structure de ces dernières régions à celle du col, où aucune spécialisation fonctionnelle n'a effacé, au moins primitivement, les propriétés fondamentales.

Le col n'est pas, dans toutes les Mousses, également bien développé et son organisation se modifie tôt ou tard au contact de la portion fertile. Sa réduction est frappante dans les Mousses à longue urne et à péristome compliqué, où il ne comprend qu'un étroit anneau muni d'une couronne simple de stomates (divers *Barbula*, *Grimmia*, *Dicranum*, *Hypnum*, *Fissidens*, etc.). Ce n'est pas dans les Mousses les plus élevées que le col est le plus net: les Acrocarpes inférieures telles que les Phascacées seront étudiées avec avantage et parmi les Acrocarpes, celles dont le col acquiert un énorme développement, comme les *Splachnum* avec leur apophyse[1], sont particulièrement instructives, parce que la puissance de cette région défie l'influence modificatrice des tissus adjacents. On examinera des exemplaires de moyen développement, car dans l'ampoule adulte la dilatation même, que l'on peut considérer

1. Le mot *apophyse* est ici détourné de son sens habituel et étymologique; hypophyse serait plus exact; mais le premier terme est consacré par un long usage. D'ailleurs on ne l'emploie pas en botanique comme en zoologie. M. Caruel a pourtant, dans un ouvrage récent (*le Corps des plantes*), tenté de l'introduire dans cette science avec l'acception d'appendice. Si cette dernière signification, qui est plus logique, tendait à prévaloir, on ne pourrait garder le même mot pour le col renflé des Mousses. La priorité ne constitue, dans la nomenclature anatomique, qu'un droit fort relatif, qui doit souvent céder le pas aux droits plus légitimes de la clarté et de la logique.

Digitized by Google

comme une transformation fonctionnelle, a masqué les limites de l'écorce et du cylindre central primitivement distinctes (Pl. 1; fig. 2, 4), comme cela s'observe aussi bien chez les Phanérogames : j'en ai décrit des exemples dans les nœuds de la tige des Caryophyllées[1]. Même à ce moment, on distingue, d'ailleurs, encore les régions anatomiques à la base et au sommet.

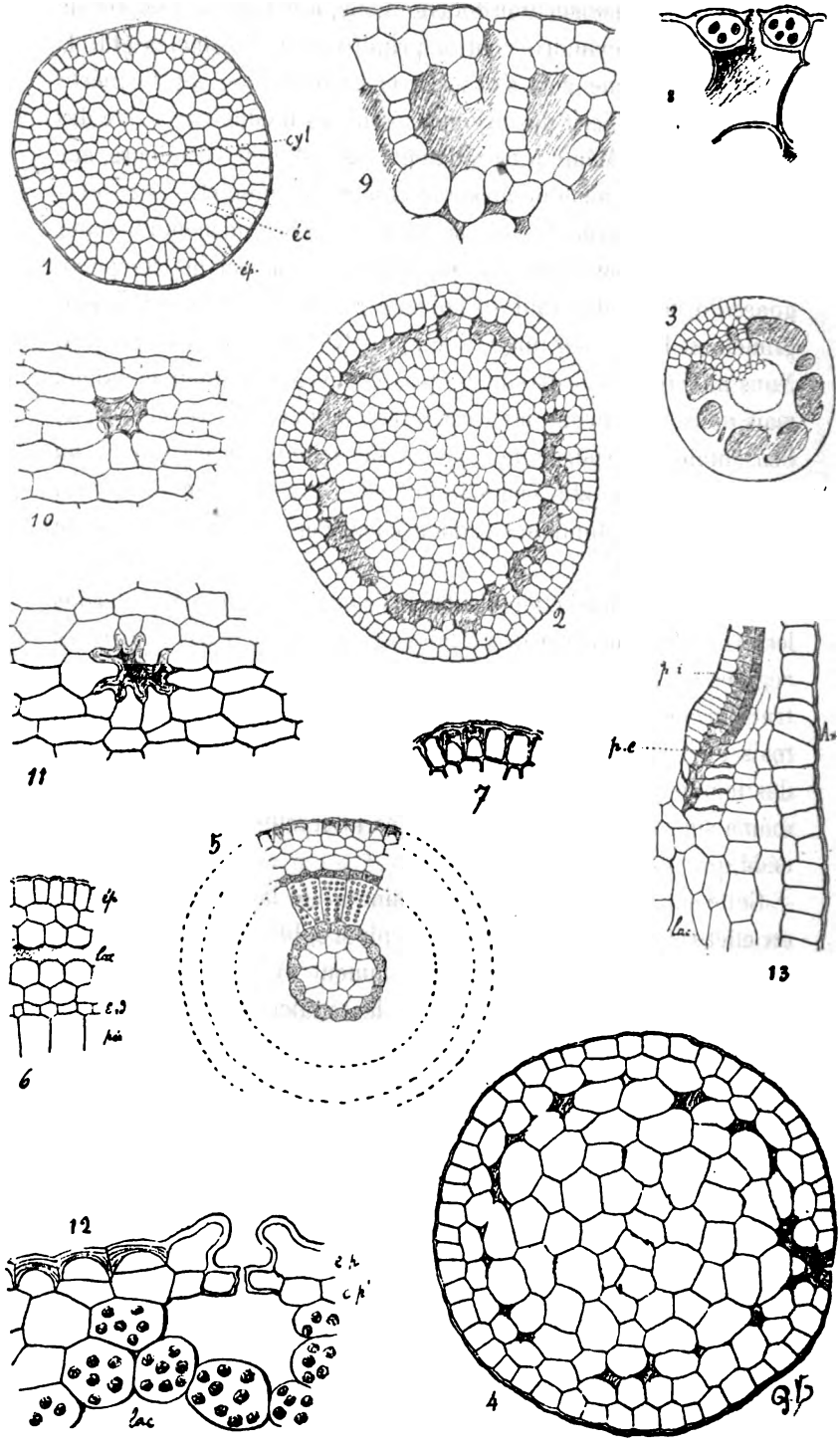
L'étude comparée du col, de l'urne et de la soie démontre une parfaite concordance anatomique dans ces trois parties du sporogone, l'urne ne différant du col que par une complication plus grande, et la soie par une réduction du même type fondamental. Nous ne ferons donc pas de ces parties une description distincte; mais nous énoncerons les caractères communs et tigellaires de l'ensemble du sporogone, en notant seulement les points où chaque zone est plus facile à étudier. Le sporogone comprend trois régions anatomiques primordiales : l'épiderme, l'écorce et le cylindre central.

Avant d'aborder l'étude de ces trois régions, nous signalerons les propriétés spéciales de certaines membranes. Dans les diverses régions du sporogone (épiderme, péristome, etc.), la cellulose se transforme de bonne heure en un composé, d'abord incolore, mais déjà distinct par l'action des réactifs, et qui revêt ensuite des teintes variant du jaune-paille au brun et au rouge-sang. La même substance envahit les espaces intercellulaires par un procédé que nous décrirons plus loin.

Cette substance n'est ni de la lignine ni de la subérine ; elle est en effet réfractaire à l'action de la phloroglucine ou du chlorhydrate d'aniline employés concurremment avec l'acide chlorhydrique. Sa puissante affinité pour les couleurs d'aniline la distingue de la cellulose des autres membranes ; mais cette capacité de coloration diminue à mesure que cette substance s'altère en brunissant ; dans ce dernier cas elle conserve sa couleur naturelle à peine modifiée sous l'action d'une solution de bleu d'aniline assez intense pour colorer la cellulose ordinaire. Elle diffère de la cutine, dont la rapprochait cette affinité, par sa réaction avec le chlorure de zinc iodé. Elle prend en effet une teinte purpu-

1. *Sur le Péricycle des Caryophyllées.* (*Bulletin de la Soc. bot. de France,* 1885, t. XXXII, page 278.)

Digitized by Google



Digitized by Google

rine lors même qu'elle était déjà devenue jaune et cette teinte est parfois nettement violacée. Il s'agit donc d'une simple variété de cellulose et non d'une substance comparable à la lignine ou à la cutine. Elle constitue les couches stratifiées si répandues dans les cellules épidermiques et en dehors desquelles il n'existe qu'une très mince cuticule. Peut-être doit-on attribuer à cette particularité la rareté des Mousses fossiles.

Cette variété se distingue principalement de la cellulose ordinaire par son affinité pour les couleurs d'aniline ; et c'est probablement à une propriété de même ordre qu'elle doit de fixer exclusivement la matière colorante brune, jaune ou rouge, élaborée dans les tissus des Mousses. Ce principe colorant est assez mal connu ; ses teintes diverses sont dues sans doute à des modifications d'une même substance ; elles se montrent avec une grande fixité dans les portions correspondantes des représentants d'une même espèce ; cependant elles varient, non seulement d'une espèce à l'autre, mais dans les diverses régions (soie, urne, péristome) d'un seul sporogone.

Une autre matière colorante d'un beau rose s'observe dans les membranes épidermiques de la face supérieure de l'apophyse chez le *Splachnum ampullaceum* ; elle existe aussi, en moindre abondance, au point de jonction de la soie et du col de la même Mousse. Elle est, comme les précédentes, insoluble dans l'alcool et dans l'eau.

Épiderme. — *Caractères généraux.* — Tout le sporogone est recouvert d'un épiderme. Mais de même que, chez les plantes vasculaires, l'épiderme perd ses caractères à une certaine distance du sommet végétatif : ainsi chez les Mousses les plus compliquées, il est moins distinct dans des régions déterminées comme l'urne et particulièrement l'opercule.

Extérieurement, ses contours sont unis et ne se prolongent pas en poils, si ce n'est dans le pied de quelques Mousses inférieures, où les cellules superficielles constituent des poils absorbants. Ce cas est d'ailleurs plus fréquent chez les Hépatiques, tandis que, chez la plupart des Mousses, les cellules incluses dans la vaginule deviennent seulement bien plus volumineuses que les autres éléments épidermiques ; elles prennent des con-

Digitized by Google

tours arrondis et font saillie extérieurement (Pl. II ; fig. 26) aussi bien qu'en dedans. Il en résulte que le diamètre du pied est supérieur à celui de la soie proprement dite, bien que les cellules y soient moins nombreuses. L'épiderme y reste distinct jusqu'à la pointe, tandis que les assises profondes ne se différencient que plus haut en écorce et cylindre central.

Les cellules de l'urne sont parfois bombées en dehors et leur convexité est assez accusée pour simuler des papilles. Cette production atteint son maximum dans le *Pogonatum aloides* (Pl. II; fig. 22), tandis que des espèces voisines, comme le *Pogonatum nanum* (Pl. II ; fig. 23), n'en présentent pas trace. Ce contraste est appréciable à l'œil nu, et, abstraction faite de la coloration différente, la capsule veloutée du *P. aloides* s'éloigne beaucoup de la capsule lisse et luisante du *P. nanum*. Cette structure est bien connue des taxinomistes : « La surface de la capsule, dit M. Delogne[1], est très rarement papilleuse (*Pogonatum aloides, P. urnigerum*) ; » et d'autre part, suivant M. l'abbé Boulay[2], « plusieurs espèces de Polytrichées, spécialement les *Polytrichum piliferum*, le *Pogonatum aloides*, présentent, sur cette paroi capsulaire, de belles cellules ponctuées. » L'urne du *Polytrichum commune* nous offre quelque chose d'analogue, mais avec une modification notable (Pl. II; fig. 24).

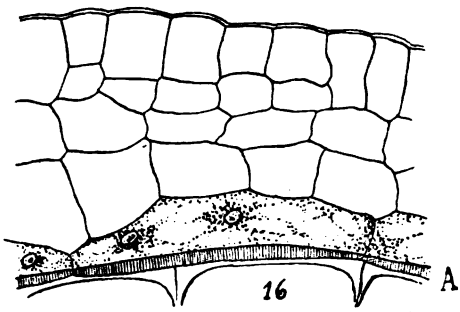
Ces papilles rappellent assez les éléments décrits par M. Heinricher[3] sur l'épiderme de la face supérieure des feuilles de plusieurs Campanules et qui se rencontrent chez d'autres Phanérogames. Ainsi je trouve dans mon cahier de notes la description suivante concernant le *Gentiana Pneumonanthe* : « Épiderme supérieur : cellules à contours légèrement sinueux, bombées, avec stries ondulées convergeant vers le sommet (le croquis joint à cette description montre que l'excroissance est conique et à peu près limitée au centre de la cellule comme chez les Polytrichées). Cuticule et portion cellulosique de la membrane externe épaissies au sommet. Ces éminences sont plus accentuées sur les bords

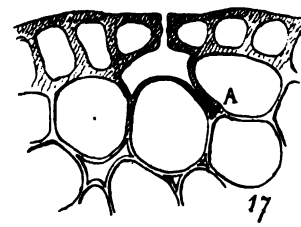
1. Delogne, *Flore cryptogamique de la Belgique*, 1re partie : *Muscinées*. Bruxelles, 1883 ; p. 15.

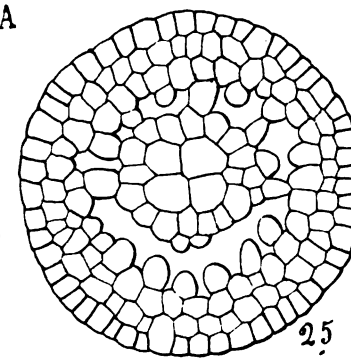
2. Boulay, *Muscinées de la France*. Paris, 1884 ; t. I, pages LXIV-LXV.

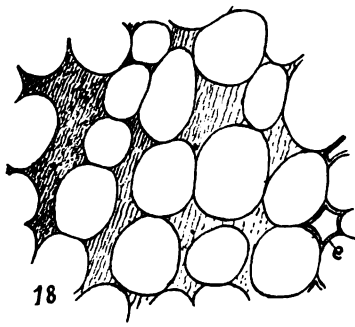
3. *Berichte der deutschen botan. Gesellschaft*, 1885, tome III.

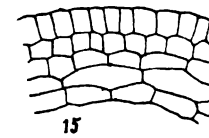
Digitized by Google

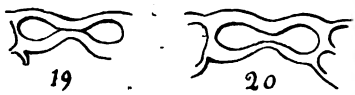


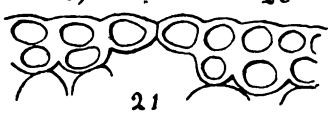


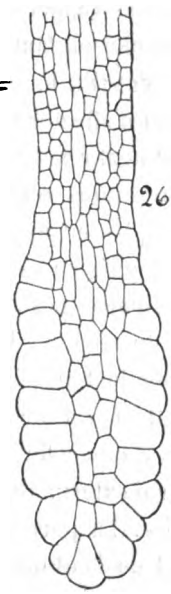


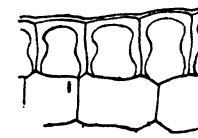


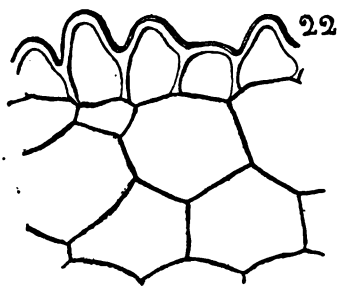


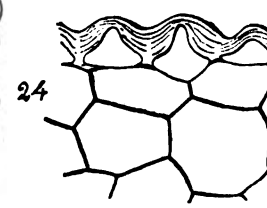












Digitized by Google

de la feuille où elles constituent de véritables poils. » Est-ce à dire, comme M. Heinricher l'admet pour les Campanules, que cette production représente un poil réduit ? Cette conception n'a pas, au fond, une bien grande portée ; la limite entre une cellule épidermique et un poil unicellulaire est toute conventionnelle, et à moins que l'on n'ait dans la comparaison des types voisins de solides jalons, ce que l'on peut admettre pour les Campanulacées, il n'y a pas de raison pour considérer la cellule papilleuse comme un poil réduit plutôt que comme une cellule ordinaire révélant une sorte de capacité latente de se transformer en poil. Cette tendance semble directement influencée par les relations réciproques des éléments : ainsi, chez la Gentiane, en allant des faces aux bords des feuilles, nous voyons ces émergences nous conduire insensiblement et par leur simple exagération aux véritables poils.

De même dans les sporogones de quelques Orthotrics, les cellules avoisinant les stomates dits cryptopores se développent exagérément autour du puits qui précède ces organes et qui constitue pour elles une surface libre comparable au bord de la feuille de la Gentiane. Leurs extrémités renflées donnent à l'orifice un aspect frangé. Ces cellules rappellent d'autant mieux les poils, qu'elles s'isolent par une cloison tangentielle de la cellule épidermique dont elles procèdent (Pl. I ; fig. 12) ; seulement le soulèvement piliforme, au lieu d'affecter des cellules isolées, se fait en masse autour du puits stomatique.

Les plantes vasculaires nous offrent des exemples incontestables d'épidermes multiples en apparence résultant d'une concrescence de poils développés aux dépens de cellules contiguës. Ainsi l'ascidie de l'Utriculaire possède une sorte de vestibule ou d'entonnoir limité du côté de la grande courbure par la trappe, du côté correspondant au pédicelle par la paroi épaissie. Tout l'entonnoir et cette paroi en particulier sont garnis de poils glanduleux formés d'une cellule sécrétrice unique (contrairement à ceux de la paroi externe dont la glande est bicellulaire) et d'une portion basilaire. La portion basilaire diminue de longueur du bord au fond de l'entonnoir et ne comprend qu'une cellule, sauf au voisinage de l'entrée. En face du bord libre de la

Digitized by Google

trappe, toutes les cellules épidermiques portent des poils glanduleux, dont les pédicelles, aussi larges que ces cellules, forment une membrane continue et très étroite, les portions glandulaires arrondies étant libres extérieurement. Cette structure simule, sur une coupe transversale, un épiderme dédoublé dont chaque élément porterait une glande sessile; et pourtant l'origine de cette apparence ne laisse ici aucun doute.

Cette observation nous conduit à penser que, si la cellule épidermique passe insensiblement au poil, le poil différencié peut aussi faire retour, par une voie compliquée, à la cellule épidermique. Nous sommes ainsi ramené en dernière analyse à notre point de départ, à savoir que le poil et la cellule épidermique sont un seul et même élément diversement adapté.

Sans insister sur le cas particulier des Orthotrics, auquel nous ramènera à un autre point de vue la description des stomates, revenons aux papilles des urnes de Polytrichées. La principale différence entre les papilles des *Polytrichum* et celles de la Gentiane consiste en ce que, chez cette dernière, le sommet est épaissi, tandis que chez la Mousse la paroi s'y amincit. Un pareil amincissement est fréquent à la base des poils bien différenciés chez les Phanérogames (*Armeria maritima*, etc.); seulement ici l'amincissement s'accentue jusqu'à la pointe, en sorte que la membrane forme cette proéminence sans consommer plus de matériaux que les cellules non papilleuses des angles de l'urne. Rien ne nous autorise en somme à supposer que la transformation piliforme des cellules épidermiques puisse dépasser dans l'urne des Mousses le stade représenté par les Polytrics et le *Pogonatum aloides*. Le cas des Orthotrics ne paraît pas être une simple exagération du précédent, puisque les cellules épidermiques n'y sont point papilleuses.

Sur la soie de diverses Hypnacées (*Brachythecium, Eurhynchium, Camptothecium*) des émergences épidermiques caractérisent le « pédicelle muriqué » des phytographes. Nous en verrons dans un instant la signification; disons seulement qu'elles n'ont rien de commun avec les poils.

Dans les régions où il est nettement différencié, l'épiderme est simple, c'est-à-dire constitué par une seule assise de cellules

Digitized by Google

intimement unies entre elles et ne présentant d'autre solution de continuité que les orifices stomatiques. Pourtant l'épiderme est dédoublé localement au niveau des stomates profonds des Orthotrics. (Pl. I; fig. 12). Cet épiderme simple se constate surtout sur le col et la soie. Celui de la capsule subit souvent des segmentations tardives, principalement au niveau du péristome (Pl. II; fig. 16), et ces cloisonnements simulent assez bien une production de liège. Une telle formation pourrait bien jouer, dans la chute de l'opercule, un rôle comparable à celui du liège dans la chute des feuilles. Dans ce cas, l'assise extérieure reste spécialement affectée au rôle protecteur et constitue un épiderme secondaire ou physiologique, qui s'organisera comme l'épiderme du col, en transformant chimiquement et en colorant ses membranes.

L'épiderme de la soie présente parfois sur une section transversale deux coupes de cellules suivant un même rayon. Il doit néanmoins être tenu pour simple. Cet aspect a pour cause l'allongement rapide des cellules, allongement qui dépasse en quelque façon le but, en sorte que les extrémités des cellules étirées et fusiformes chevauchent l'une sur l'autre[1]. Les verrucosités des *Brachythecium*, etc., sont dues à un phénomène analogue : les extrémités contiguës de deux cellules épidermiques qui se sont allongées plus qu'il n'est utile pour suivre l'extension du pédicelle, au lieu de se placer l'une sur l'autre, font saillie en dehors en restant soudées ensemble. Chaque verrucosité comprend ainsi l'extrémité inférieure et l'extrémité supérieure de deux cellules consécutives. La fausse cuticule s'est considérablement épaissie sur la saillie qui en résulte. On ne peut pas comparer rigoureusement ces nodules aux poils des plantes supérieures.

Cellules épidermiques. — Malgré ces aspects particuliers, l'épiderme de la soie conserve une structure beaucoup plus typique dans les Mousses inférieures où cette portion du sporogone s'allonge peu. Chez les *Phascum* il se distingue des couches profondes par la grandeur de ses cellules et surtout par leur protoplasma fortement granulé et leurs noyaux volumineux.

1. Chez les Phanérogames dont le péricycle possède un anneau scléreux simple, les fibres présentent souvent un chevauchement de même nature.

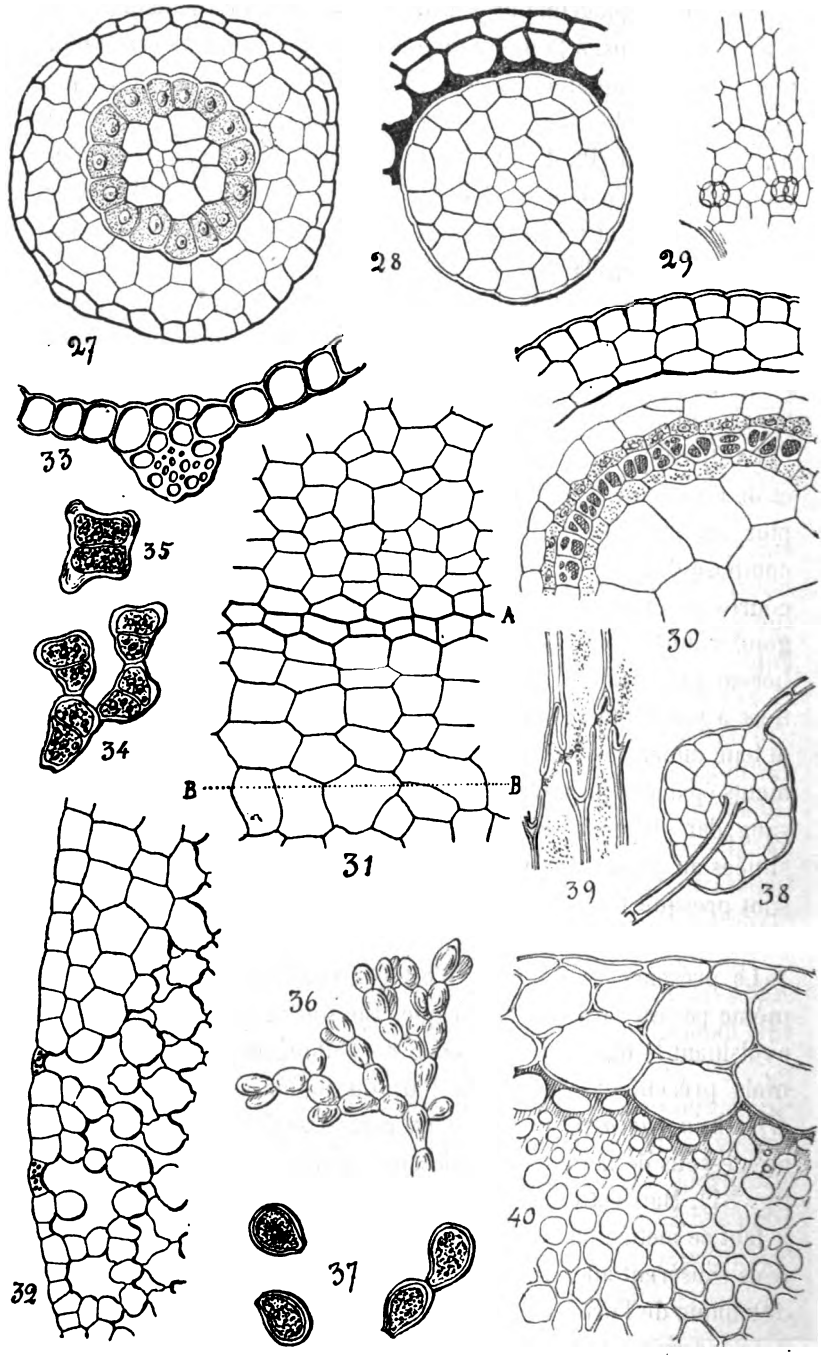
Digitized by Google

Les parois épidermiques s'épaississent considérablement; et la plupart du temps, à la membrane primitive (lamelle moyenne) un peu élargie s'ajoutent par apposition de nombreuses strates appliquées sur les parois externes et radiales, de façon à imiter un fer à cheval (Pl. I; fig. 7), comme cela s'observe dans l'endoderme, principalement chez les Monocotylédones. Les couches apposées peuvent former de plus forts renflements sur les faces radiales que sur la face externe (Pl. II; fig. 23). Ces dépôts, d'abord très pâles, s'accentuent et finalement revêtent la coloration brune caractéristique. Parfois, avant la formation de ces strates, la membrane subit un épaississement localisé sur les parois radiales au voisinage de la face externe (Pl. I; fig. 7).

La structure de l'épiderme au point de jonction de la capsule et de l'opercule mérite une mention spéciale. La modification la plus intéressante de cette région est sans contredit l'anneau, composé d'un ou de plusieurs cercles de cellules à paroi externe courte et brunie, à paroi interne bombée et susceptible de se gonfler fortement. Les cellules avoisinant l'anneau et particulièrement celles du bord de l'opercule sont généralement modifiées à son contact; leur paroi interne refoulée en haut est courte et leur dimension radiale est supérieure à celle des autres éléments épidermiques. Ces cellules sont vivement colorées en rouge-sang dans le *Grimmia pulvinata* (Pl. II; fig. 14). Les cellules situées au-dessus de l'anneau sont souvent un peu colorées; elles sont presque toujours moins hautes que celles du reste de la paroi capsulaire.

La présence de l'anneau n'est pas constante et ne constitue même pas un caractère générique. En son absence, les éléments avoisinant la ligne de déhiscence ne s'allongent pas radialement, mais présentent des parois plus ou moins colorées. Dans le *Grimmia apocarpa* une ou deux assises seulement au-dessus et au-dessous de la ligne de déhiscence sont ainsi modifiées (Pl. III; fig. 31). Mais cette plante offre une particularité contre laquelle il faut se mettre en garde: les dents du péristome vivement colorées s'insèrent au niveau de la cinquième ou sixième assise épidermique de l'urne, au lieu d'être implantées près de la naissance de l'opercule comme cela se produit souvent: aussi à première

Digitized by Google



Digitized by Google

vue croirait-on que l'épiderme est coloré jusqu'à ce niveau. Je ne m'explique pas autrement l'opinion de Juratzka citée par M. Boulay et suivant laquelle « la capsule présente sur le contour de l'orifice une zone d'un rouge obscur formée de 4-5 séries de cellules que Juratzka considère comme un anneau persistant[1] ». Les épidermes étalés, comme les coupes longitudinales, ne révèlent rien de la structure d'un anneau et l'on ne peut guère admettre un anneau virtuel, puisque cet organe n'est en somme qu'une portion de l'épiderme adaptée à une fonction spéciale.

Certains auteurs se basant sur ce fait que, dans plusieurs espèces l'anneau reste adhérent à la capsule après la chute de l'opercule et tombe par morceau, au lieu de se détacher en masse, le regardent comme partie intégrante de la capsule. Parfois, au contraire, il tombe avec l'opercule. Au point de vue anatomique, il n'y a point de distinction entre l'opercule et la capsule: l'anneau n'est pas non plus une région indépendante. Au point de vue physiologique, au contraire, il mérite d'être opposé à l'urne aussi bien qu'à l'opercule.

En somme, à part quelques caractères spéciaux, les cellules épidermiques ne diffèrent d'une région à l'autre du sporogone que par leur dimension relative suivant les trois directions de l'espace, l'accroissement longitudinal des cellules étant en rapport avec celui du corps végétatif dans la région considérée. Malgré ces dimensions variées, les cellules ont presque constamment un contour polygonal ou subrectangulaire. Exceptionnellement, et dans des cas où la croissance se prolonge dans les deux directions, les contours deviennent sinueux, comme cela se voit fréquemment sur les feuilles des Plantes vasculaires: c'est ainsi que, dans le *Diphyscium foliosum*, une des faces de la capsule présente des cellules sinueuses, tandis que la face opposée est munie de cellules plus ou moins rectangulaires. Cette différence retentit sur la distribution des stomates, qui sont bien plus abondants sur la première. Les cellules qui avoisinent ces organes, subissant des cloisonnements plus actifs, sont relativement petites et à parois planes. Les stomates sont répandus dans cette espèce sur les cinq sixièmes inférieurs de la capsule.

1. *Loc. cit.*, page 392.

Digitized by Google

La transformation brune envahit de bonne heure l'épiderme de l'urne et de la soie et ne tarde pas à gagner le col. C'est généralement par les stomates qu'elle débute dans cette région, ou du moins c'est sur ces organes qu'elle progresse le plus rapidement. Nous y reviendrons à propos de l'étude de l'écorce et nous verrons que c'est à partir de ces orifices qu'elle s'étend aux tissus profonds; et si l'activité des cellules corticales n'est plus assez grande pour déterminer une véritable cicatrisation et une production de lenticelles, la localisation primitive de la coloration brune est assez nette pour faire distinguer les stomates à l'œil nu ou à un très faible grossissement. Les plantes dont le col très développé échappe à cet envahissement (apophyse des *Splachnum*) forment l'exception.

C'est surtout dans la soie que cette transformation chimique des membranes est profonde; elle s'étend souvent à l'écorce, en sorte que ce pédicelle se réduit à un axe très grêle enveloppé d'un cylindre creux résistant. M. Fritsch[1] a montré que ce cylindre mécanique se résout peu à peu, dans le *Polytrichum juniperinum*, en cordons distincts qui finissent par se perdre dans un cercle de petites cellules à membranes molles. M. Hy[2] a observé des faits analogues et considère ce contraste comme général; il en conclut même à une distinction fondamentale entre le pied et la soie. Nous ne saurions partager cette opinion; les caractères opposés de ces deux régions s'expliquent en effet directement par l'adaptation: ils résultent nécessairement de la protection permanente due à la vaginule et ce fait est de l'ordre de ceux que nous avons indiqués chez les Caryophyllées[3].

Parmi les réactifs qui rendent apparents les progrès de la modification des membranes, le vert d'iode nous a semblé particulièrement avantageux. Employé en solution alcoolique diluée, il se fixe fortement sur les membranes transformées mais encore incolores et leur donne une teinte d'un vert bleu foncé semblable à celui des Rivulaires; les membranes qui commencent à jaunir

1. Fritsch, *Ueber einige mechanische Einrichtungen im anatomischen Bau von* Polytrichum juniperinum. (*Berichte der deutsch. Botan. Gesellsch.*, Bd. I, 1883.)
2. *Loc. cit.*, page 137.
3. *Loc. cit.*

Digitized by Google

naturellement deviennent vert de bouteille sous l'influence du réactif, tandis que celles qui sont plus foncées, brunes ou rouges, ne s'en imprègnent pas du tout et conservent leurs couleurs naturelles. Les parois cellulosiques restent incolores. On trouve donc dans les sporogones jeunes toutes les transitions du vert bleu et même du bleu pâle, quand la transformation est à son premier degré, au jaune et au brun, et l'on voit que la soie et l'opercule devancent généralement de beaucoup la partie renflée de l'urne dans cette organisation.

Stomates. — La répartition des stomates est essentiellement déterminée par la nature des couches sous-jacentes. C'est la structure de ces dernières qui les exclut de certaines espèces et les localise à des régions déterminées sur les sporogones qui en présentent; aussi ces questions seront-elles mieux traitées avec l'écorce. Disons seulement que les plus grandes variations s'observent à cet égard même parmi les plantes les plus voisines. Ainsi le *Bartramia pomiformis* ne possède qu'une seule rangée de stomates sur son col rudimentaire, tandis que le *Philonotis fontana* les a disséminés en grand nombre sur le quart inférieur de la capsule. Rarement ils dépassent le tiers inférieur de l'urne; ils l'atteignent dans les Encalypta et les Orthotrics à stomates superficiels; mais ils sont rarement aussi éloignés de la soie que dans les Orthotrics à stomates profonds, si ce n'est chez le *Diphyscium foliosum*, où on en trouve immédiatement sous le péristome.

Schimper, dans son mémoire fondamental sur la structure des Mousses, considère la constitution de ces organes comme bien spéciale : « Ces stomates, dit-il, offrent généralement la même forme, mais ils n'ont pas toujours la même structure que les stomates des autres plantes... Dans le plus grand nombre de cas, ils sont le résultat d'un déchirement partiel de la cellule destinée à se transformer dans cet organe... Cette construction, comme on le voit, ne s'accorde guère avec la définition qu'on donne ordinairement d'un stomate...[1] » Une organisation aussi singulière mérite d'être examinée avec soin, d'autant plus que cette opinion, appuyée de la haute autorité de Schimper, se trouve

1. *Loc. cit.*, page 47.

Digitized by Google

reproduite sans conteste dans des ouvrages fort recommandables[1].

Nos recherches nous ont convaincu au contraire que les stomates des Mousses ont la même origine que ceux des Plantes vasculaires : le stomate se compose de deux cellules de bordure nées par bipartition d'une cellule mère. Si l'on choisit bien ses exemples au point de vue du groupe et surtout de l'âge, on y distingue aisément (Pl. I ; fig. 8) des arêtes externes et internes comme dans les stomates les plus parfaits des Phanérogames ; les arêtes externes sont minces et saillantes ; les arêtes internes sont à peine accusées.

M. Hy[2] fait observer que leur degré de différenciation atteint parfois son maximum dans les groupes inférieurs, par exemple chez les *Ephemerum, Phascum, Pleuridium*. Ce fait ne saurait nous surprendre, puisque les représentants inférieurs d'un groupe quelconque sont les plus voisins du point d'où il a divergé de la souche des groupes plus élevés, et que les Mousses les plus humbles sont les plus proches parentes des Phanérogames.

Indépendamment des arêtes qui délimitent une antichambre bien développée et une arrière-chambre rudimentaire, les stomates des Mousses peuvent être munis d'un puits déterminé par la proéminence des cellules épidermiques (Pl. I ; fig. 12). Généralement peu accusée (*Sphagnum*, etc.), cette formation acquiert une grande importance dans quelques groupes. Toutefois, c'est un caractère essentiellement erratique, qui ne peut servir qu'à la distinction des espèces ou tout au plus des sous-genres. M. Venturi[3] l'a appliqué avec succès à la subdivision des Orthotrics. Dans les *Orthotrichum tenellum, saxatile*, etc., les cellules épidermiques avoisinant le stomate ne tardent pas à se développer et à se dresser comme une muraille autour des cellules de bordure (Pl. I ; fig. 10). En même temps elles se séparent par un cloisonnement tangentiel en un plan profond correspondant au niveau du stomate et un plan superficiel placé en dehors de la

1. Delogne, *loc. cit.*, page 15.
2. *Loc. cit.*, page 138.
3. Cité par Boulay, *loc. cit.*, page LXV.

Digitized by Google

situation primitive de l'épiderme. Les cellules de ce plan saillant épaississent leurs parois extérieures. Leurs bords libres devenant toujours plus proéminents se rapprochent au-dessus du stomate, et sur la capsule mûre, on ne distingue sur l'épiderme étalé que des fentes stelliformes à la place des stomates (Pl. 1; fig. 11), d'où le nom de stomates cryptopores qui leur a été imposé. Il faudrait se garder, comme semble le faire M. Delogne[1], de prendre cet orifice du puits, au fond duquel s'ouvre le stomate, pour la fente stomatique elle-même. M. Boulay en donne au contraire une description fort exacte dans les points essentiels. Les spores sont fréquemment arrêtées dans ces anfractuosités, et l'on s'explique que d'anciens observateurs aient décrit de semblables orifices comme des pores livrant passage aux spores mûres.

Les cellules épidermiques sont généralement raccourcies dans les régions stomatiques. Elles entourent toujours le stomate en grand nombre depuis 5-8 (*Seligeria pusilla, Phascum cuspidatum, Dicranum scoparium*) jusqu'à une douzaine et davantage chez les *Funaria, Bryum,* etc. Ces cellules n'affectent pas de rapports spéciaux avec les cellules stomatiques, si ce n'est leur disposition rayonnante accusée surtout vers les pôles de l'ellipse, disposition qui est au reste secondaire. Les fentes sont communément parallèles à l'axe du sporogone. La cellule initiale faisant partie d'une file longitudinale de cellules épidermiques devient directement cellule mère (Pl. I; fig. 10). D'habitude, les cellules de la file à laquelle appartient l'initiale du stomate subissent un seul cloisonnement radial après l'individualisation de cette dernière, en sorte que chaque cellule de bordure semble faire partie d'une rangée longitudinale distincte. Souvent aussi les cellules supérieures au stomate se cloisonnent seules, les inférieures restant indivises, car le nombre des rangées longitudinales augmente à travers le col, de la soie à l'urne proprement dite.

Les stomates répondent donc bien au même type et le réalisent aussi parfaitement que ceux des Phanérogames. Mais cette structure, indéfiniment persistante sur l'apophyse des *Splachnum*,

2. *Loc. cit.*, page 15.

Digitized by Google

disparaît généralement de très bonne heure par les progrès de l'épaississement et de la transformation chimique des membranes ; elle est déjà profondément altérée, avant que la capsule ait commencé à brunir. Aussi les stomates, dont le rôle est éphémère, prennent-ils rapidement, comme tout organe sans fonction, des caractères d'imperfection. Schimper a pris cet état dégradé pour la forme typique et primitive des stomates des Mousses.

Comme il était à prévoir, certaines Mousses considérées comme les plus élevées par la structure du sporogone aussi bien que de la tige sexuée présentent les stomates les plus imparfaits : tels sont les Polytrics. Leur apophyse se comporte tout autrement que celle des *Splachnum*, bien qu'au début elle lui soit comparable. Les cellules stomatiques sont différenciées de bonne heure, avant que l'épiderme ait cessé de se cloisonner, en sorte qu'elles sont bien plus volumineuses que les cellules voisines. Ces stomates sont très nombreux, souvent confluents. Leurs cellules, bourrées d'amidon, sont situées sur le même plan que les éléments épidermiques et débordent pourtant ces derniers en dedans et en dehors par suite de leur épaisseur un peu plus grande. L'épiderme se charge de pigment avant que la coiffe velue ait complètement mis à nu l'apophyse ; les cellules stomatiques, tout en épaississant leurs parois plus fortement que les autres éléments de l'épiderme, restent plus longtemps incolores, tandis que ces derniers brunissent.

La marche de l'épaississement des cellules de bordure offre une particularité fort intéressante, parce qu'elle a masqué aux yeux de Schimper la structure initiale des stomates : la cellule mère s'est cloisonnée et les cellules filles se sont écartées dans la région moyenne, suivant le mode habituel ; mais l'épaississement va respecter la mince cloison qui sépare les cellules de bordure en dehors des limites de la fente ; il atteint, au contraire, un haut degré dans la portion qui tapisse l'orifice, si bien qu'il finit par le combler plus ou moins complètement. La mince portion non transformée se résorbe et sur des exemplaires de moyen développement nous trouvons bien l'aspect décrit par Schimper (Pl. II, fig. 19-21) ; seulement cet aspect, loin d'être typique, est dû à une altération secondaire.

Digitized by Google

Les stomates des Polytrics présentent une autre anomalie fort remarquable déjà décrite par Schimper[1]. Sur quelques-uns de ces organes, les cellules de bordure, après s'être formées comme d'habitude, se cloisonnent transversalement et la cloison s'épaissit. Cette segmentation secondaire est le plus souvent bilatérale. L'ensemble du stomate n'en garde pas moins à l'origine sa forme elliptique et une dépression au niveau des cloisons perpendiculaires à la fente se montre assez tard, permettant toutefois, presque toujours, de reconnaître que le cloisonnement s'est opéré en deux temps et qu'il n'y a pas quatre cellules de bordure équivalentes, comme on le dit parfois. Cependant, on conçoit la possibilité d'une accélération de développement, qui ferait apparaître à la fois deux cloisons rectangulaires identiques ; leur écartement simultané déterminerait alors un orifice crucial comme celui du *Frenelopsis* fossile. Ce rapprochement est autrement légitime que celui de cette même Junipérinée et des Marchantiées, ainsi que nous l'avons indiqué ci-dessus.

L'abondance des stomates est telle sur l'apophyse du *Polytrichum commune,* que ces organes se touchent assez souvent. Il n'y a pas dans ce cas de difficulté sérieuse pour distinguer plusieurs stomates confluents d'un stomate multicellulaire.

Dans les *Sphagnum,* les stomates sont frappés d'un véritable arrêt de développement dès l'origine. Recouverts par l'épigone pendant toute la période de jeunesse où leur fonctionnement serait possible, ils restent toujours rudimentaires. Même dans ce cas, d'ailleurs, ils ont la même origine que ceux des Phanérogames; la seule différence consiste dans la fin prématurée de leur évolution. En résumé, les stomates des Mousses répondent au *même type que ceux des Plantes vasculaires.* Seulement ce type y est susceptible d'*altérations secondaires,* dont il faut se garder d'exagérer l'importance.

Écorce. — Nous étudierons dans l'écorce les trois régions anatomiques secondaires que nous lui avons reconnues chez les Phanérogames : l'exoderme, l'autoderme, l'endoderme.

Exoderme. — L'exoderme ou assise externe de l'écorce est

1. *Loc. cit.,* page 47, et pl. VIII, fig. 22.

Digitized by Google

parfois nettement différencié chez les Mousses, sans présenter toutefois de structure aussi spéciale que la couche fibreuse des capsules d'Hépatiques. Les *Andreæa* font peut-être exception; malheureusement, nous n'avons pu examiner que des représentants de ce groupe (*Andreæa rupestris*, var. falcata) qui joignaient à une exiguïté extrême une consistance ligneuse trop accusée pour nous permettre d'obtenir des coupes transversales convenables. Nous avons constaté seulement que, dans la région inférieure où la déhiscence se localise d'abord, la capsule possède des bandes brunes à contours sinueux correspondant aux cloisons radiales, mais intéressant à peine les parois transverses et les faces interne et externe qui s'offrent de champ sur les valves étalées, tandis que la paroi capsulaire offrait une pigmentation confluente ne laissant aucun espace incolore au voisinage du sommet. On peut donc admettre qu'ici comme chez les Hépatiques, la déhiscence valvaire est déterminée par l'inégale contractilité de membranes partiellement cellulosiques et partiellement transformées; mais je n'affirme pas que l'exoderme soit ici la zone active.

Dans les régions stomatiques qui offrent la structure caulinaire dans sa plus grande pureté, l'exoderme forme une couche unie à l'épiderme sans méats, mais séparée de l'autoderme par des espaces aérifères plus ou moins considérables et perforée par les chambres hypo-stomatiques. Dans le *Funaria hygrometrica* (Pl. III, fig. 32) l'exoderme est formé d'éléments arrondis sur leurs faces internes et reliés aux cellules profondes par des étranglements semblables à ceux qui unissent ces dernières entre elles: l'exoderme se distingue uniquement dans ce cas à sa soudure intime avec l'épiderme. Les stomates de cette plante font une légère saillie en dehors et une partie de la chambre aérifère est limitée dans sa portion périphérique par les cellules épidermiques elles-mêmes. Sur l'apophyse du *Splachnum ampullaceum* (Pl. I, fig. 4), l'exoderme, intimement soudé à l'épiderme, forme une couche plus distincte et les méats qui le séparent de l'autoderme ne tardent pas à se transformer en vastes lacunes traversées par des filaments cellulaires qui relient ces deux régions (Pl. I, fig. 2, 3, 9). Les stomates ne sont pas saillants. L'exo-

Digitized by Google

derme des Polytrics a dans l'apophyse une constitution analogue; ses cellules petites et plus distinctes de l'autoderme que de l'épiderme s'épaississent de bonne heure comme l'épiderme lui-même. Cette structure se modifie dans les zones dépourvues de stomates et de méats intercellulaires; dans la soie, les régions de l'écorce ne sont pas distinctes. Sur une capsule jeune de *Sphagnum* l'exoderme se présente sous forme d'une assise de cellules aplaties, interrompues par un grand nombre de chambres hypo-stomatiques; mais le plus souvent l'exoderme de la région fertile reste intimement soudé à une ou plusieurs assises plus profondes aussi bien qu'à l'épiderme, sans qu'il y ait trace de méats, tandis qu'il se produit une lacune annulaire dans l'épaisseur de l'écorce; l'exoderme est peu distinct dans ce cas : il se reconnaît pourtant encore dans quelques espèces à ses cellules plus grandes que celles des assises profondes et remplies de grains composés d'amidon dont le diamètre dépasse celui des grains du reste de l'écorce (*Phascum cuspidatum*).

Les Orthotrics à stomates capsulaires ont une organisation spéciale. L'écorce du col est un parenchyme uniforme sans méats. Vers le milieu de l'urne, la région externe de l'écorce comprend trois assises intimement unies à l'épiderme et où l'exoderme n'est pas distinct; mais au niveau des stomates se localisent des îlots de cellules vertes à contours arrondis circonscrivant des méats en rapport avec la lacune annulaire.

Si la marche de la différenciation ne nous semblait pas particulièrement altérée dans la région operculaire et si l'épiderme lui-même n'y était pas imparfaitement individualisé à l'égard de l'écorce, nous serions tenté de voir dans ces cloisonnements tangentiels, bien figurés par M. Hy[1], une première apparition du rôle qui a fait donner à l'exoderme le nom de couche subéreuse. Nous rappellerons toutefois que ces cloisonnements peuvent s'opérer de bonne heure dans l'assise externe (Pl. II, fig. 15, 16).

Autoderme. — Les cellules de l'autoderme sont plus ou moins arrondies au voisinage des stomates; elles circonscrivent ainsi des méats parfois volumineux (*Funaria hygrometrica, calcarea*), par-

1. *Loc. cit.*, fig. 44, 46, 47

Digitized by Google

fois très réduits (*Sphagnum*). Kienitz-Gerloff, dans la description du *Phascum cuspidatum* et du *Ceratodon purpureus*, a déjà indiqué cette apparition corrélative des méats et des stomates[1]. Dans les régions dépourvues de stomates, l'autoderme est intimement soudé à l'exoderme sans qu'aucun méat s'interpose entre leurs cellules ; par contre, il se produit une lacune annulaire au sein de l'autoderme. Exceptionnellement et seulement dans des Mousses très petites, la lacune apparaît entre la première et la deuxième assise corticale par suite d'une réduction extrême de l'écorce ; il n'y a pas de stomates dans ce cas (*Ephemerum*). La lacune dépasse peu les limites de la région des spores ; elle détache d'habitude de l'autoderme une assise interne constituant avec l'endoderme ce que Schimper appelait le sporange externe. Cette assise revêt parfois un aspect particulier dû à ses connexions : ainsi dans le *Brachythecium rutabulum*, elle se distingue par sa richesse amylacée tout en différant aussi de l'endoderme ; en tous cas cette spécialisation de structure est tardive et surtout elle ne se retrouve pas sur la face interne de la couche de spores (Pl. III, fig. 30) ; aussi l'opinion de Schimper nous semble-t-elle exagérée : « Chacun des sacs du sporange, dit-il, est formé de deux couches de cellules plus petites et plus riches en chlorophylle, à l'état jeune, que les cellules qui tapissent la paroi interne de la capsule et celles qui constituent la columelle[2]. » La couche interne de l'autoderme ne saurait être opposée au même titre que l'endoderme au reste de l'écorce.

M. Hy considère l'apparition de la lacune annulaire comme très précoce : « La formation de ces lacunes, dit-il, se produit avant que les divers tissus aient commencé à revêtir leurs caractères propres[3]. »

Cette manière de voir est un peu trop absolue. Ainsi la figure 5 de la planche I nous montre le tissu sporogène nettement différencié, ainsi que l'endoderme, bien avant la naissance de la lacune.

1. F. Kienitz-Gerloff, *Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Laubmoos-Kapsel und die Embryo-Entwickelung einiger Polypodiaceen.* (*Botan. Ztg.*, 1878, pages 41 et 45, fig. 19, 33 et 34.)

2. *Loc. cit.*, page 53.

3. *Loc. cit.*, page 136.

Digitized by Google

M. Kienitz-Gerloff a d'ailleurs établi ce fait à propos du *Funaria hygrometrica* : « *Zu der Zeit wo die sporenbildende Schicht bereits fertig abgeschieden ist, beginnt die Bildung des Hohlraumes* [1]. »

A la base du péristome, la lacune disparaît au-dessus d'une courte zone où sa cavité était divisée par des prolongements des éléments voisins (Pl. II, fig. 25). Les travées cellulaires sont généralement plus considérables vers le col, et déterminent un aspect intermédiaire entre la lacune et les méats proprement dits. Il peut même se faire que la lacune reste partout traversée par ces files de cellules ; et dans les Polytrics, il en résulte un tissu très lâche entourant le sporange, et se retrouvant dans la région moyenne du cylindre central. Des méats intercellulaires s'observent dans l'urne de ces Mousses jusqu'au voisinage de l'épiderme, et l'on peut considérer la lacune annulaire imparfaite, comme un ensemble de méats confluents. La structure de l'écorce dans l'urne des Polytrics est intermédiaire à la structure habituelle du col, où les méats sont nombreux, à l'exclusion d'une vaste lacune, et celle de la capsule, où les méats intercellulaires disparaissent pour faire place à une lacune unique, formée par dissociation des assises préexistantes. Malgré la présence de ces méats, l'épiderme de la capsule des Polytrics ne produit pas de stomates ; au contraire, il épaissit de bonne heure ses parois, et des cloisons tangentielles déterminent une couche de renforcement née aux dépens de l'épiderme, et composée de cellules intimement soudées entre elles comme du liège. Ces assises épidermiques, analogues à un liège, sont plus nombreuses au voisinage du péristome.

Nous devons mentionner ici la valeur du péristome (Pl. I, fig. 13). Il résulte des travaux de Schimper, que cet organe est d'origine corticale : « Le péristome intérieur forme toujours la continuation du sac extérieur du sporange [2]. » D'autre part, M. Hy remarque que, dans les espèces examinées par lui, les dents se différencient à des profondeurs variables ; mais il ne faut pas oublier que cette profondeur est modifiée par les cloisonnements secondaires de l'épiderme et des assises corticales externes. L'é-

1. *Loc. cit.* (1878), page 46.
2. *Loc. cit.*, page 53.

Digitized by Google

tude anatomique offre d'ailleurs, dans des régions aussi profondément altérées par la fonction, des difficultés spéciales, et un intérêt de second ordre.

Les stomates des *Splachnum* restent indéfiniment actifs ; les méats volumineux persistent encore dans les *Funaria ;* mais, d'habitude ils cessent de communiquer avec l'extérieur. Dans les *Polytrichum*, les stomates sont fermés par l'épaississement de leurs membranes cellulaires ; dans les *Sphagnum,* les méats s'effacent par compression ; plus souvent, ils sont comblés par des bouchons de substance brunissante. Ce phénomène débute au voisinage des stomates, et au contact de la chambre hypostomatique, comme nous l'avons indiqué dans la figure 17 de la planche II, empruntée au col d'un *Fissidens taxifolius,* dont la capsule était encore verte. L'épiderme a subi la transformation brune : les cellules stomatiques sont particulièrement colorées ; cette teinte s'étend aux parois corticales de la chambre aérifère. La communication de celle-ci et des méats profonds est interceptée par un bouchon faiblement coloré en brun, et nettement limité (Pl. II, fig. 17, A). Sur des sporogones un peu plus âgés, on voit les méats successivement envahis par cette substance intercellulaire. On la mettra en évidence par certains réactifs colorants ; ici encore, le vert d'iode nous semble recommandable. La figure 18 de la planche II représente une coupe tangentielle du col d'un *Brachythecium rutabulum* ainsi traitée, et dans laquelle le côté gauche était voisin de l'épiderme, et le côté droit, plus profondément enfoncé : la coloration de la substance intercellulaire décroît de la périphérie au centre, et les espaces les plus internes (e) sont encore libres. Cet envahissement secondaire des espaces intercellulaires par une substance fondamentale trouve son explication dans la présence d'une couche plasmatique, qui tapisse normalement les méats intercellulaires dès leur première formation, et dont M. Russow a démontré l'existence générale [1].

Les membranes corticales qui bordent la lacune annulaire ont aussi la propriété de se transformer chimiquement, et de se colorer sans s'épaissir notablement.

1. E. Russow, *Ueber die Auskleidung der Intercellularen.* (*Separ.-Abdr. aus Sitzungsber. der Dorpater Naturforscher-Gesellsch.*, VII, 1884, Heft I.)

Digitized by Google

On attribue généralement à la paroi capsulaire l'origine des traînées filamenteuses qui traversent la lacune. Il est certain, pourtant, qu'au-dessous de la région des spores, les assises du sporange externe de Schimper se dissocient de la même façon, dans certaines espèces. Ce fait n'est pas surprenant, puisque les tissus qui bordent les deux faces de la lacune annulaire ont la même valeur anatomique.

Endoderme. — Les notions de l'endoderme et du péricycle sont corrélatives au même titre que celles de l'exoderme et de l'épiderme, et le degré de différenciation de l'endoderme est en rapport avec celui de la limite extérieure du cylindre central et des systèmes profonds, dont le péricycle transmet l'influence à l'écorce. L'absence de système conducteur cribro-vasculaire nous fait déjà prévoir un état rudimentaire de l'endoderme, et les Mousses, en effet, ne nous offriront aucune trace du réseau d'épaississements, si important pour reconnaître l'endoderme, chez les plantes vasculaires.

Nous ne pensons pas, au reste, que l'on puisse encore aujourd'hui considérer cette structure comme absolument caractéristique de l'endoderme. Non seulement les ponctuations casparienes font défaut dans bien des tiges et des racines, où l'assise corticale interne est parfaitement distincte; mais on en a signalé en dehors de cette région, et elles n'en sont même plus l'apanage exclusif. L'assise plissée, décrite chez les *Marsilia,* divers *Equisetum,* etc., comme un endoderme médullaire, peut encore être rattachée à la région endodermique. Si nous suivons en effet l'évolution de cette zone, nous voyons que, chez les plantes inférieures, elle entourait un axe réduit à un faisceau cribo-vasculaire unique (Fougères, etc.). Par suite de la complication croissante de l'organisme, plusieurs cylindres semblables, munis chacun de son endoderme et de son péricycle, ont coexisté dans une même masse parenchymateuse ; mais par suite d'une loi générale d'organogénie, ces cylindres, primitivement isolés, tendaient à fusionner leurs parties homologues, et à réaliser une unité d'ordre plus élevé : telle est l'origine du cylindre central de la plupart des Phanérogames. Les stades de cette progression sont marqués par l'état permanent de certains groupes, tels que

Digitized by Google

les Prêles, et ils reparaissent par une sorte d'atavisme chez diverses Dicotylédones, dont les feuilles, et même les tiges, ont un cercle de cylindres équivalents chacun, à certains égards, à un cylindre central, et plongés, avec leur péricycle et leur endoderme propres, dans la masse fondamentale, où l'on ne distingue alors ni écorce, ni moelle.

Mais il est des cas où l'origine de l'assise plissée est d'une tout autre nature. Dans les Équisétacées, les Marsiliacées, le *Salvinia*, c'est l'avant-dernière assise de l'écorce qui en est le siège. La structure des Fougères se relie directement à la précédente, bien que les plissements cèdent la place à une subérisation uniforme. Chez certaines Composées, c'est en des points localisés au dos des canaux sécréteurs, qu'une assise plus extérieure hérite de la structure habituelle de l'endoderme. Parmi les Conifères, les cellules plissées s'observent, suivant les espèces, aux niveaux les plus divers de l'écorce : l'endoderme seul en est constamment dépourvu. Mais la substitution constitue une anomalie beaucoup plus profonde quand, au lieu d'envahir des couches de même origine que l'endoderme, les plissements subérisés se localisent dans l'assise la plus externe du plérome ou cylindre central primitif, comme cela existe, d'après M. Van Wisselingh [1], chez diverses Monocotylédones. Enfin, la situation des cellules à ponctuations casparienes autour des lacunes centrales des *Isoëtes* reste inexpliquée, mais peu d'accord avec une origine endodermique [2].

Ces exceptions notables, qui ne sont pas de nature à confirmer la règle de position de l'assise à ponctuations, nous font penser qu'il vaudrait beaucoup mieux abandonner complètement le mot endoderme, au sens histologique, et le réserver à la zone anatomique, qui se trouve à la limite interne de l'écorce. Cette zone montre sa valeur générale, indépendante de toute fonction, par la diversité même des appareils dont elle devient le siège. On peut

1. Van Wisselingh, *La Gaine du cylindre central dans la racine des Phanérogames.* (*Botan. Centralbl.* ex *Archives néerlandaises*, tome XX.)

2. Ed. de Janczewski, *Études comparées sur les tubes cribreux.* (*Annales sc. nat.*, 6e série, t. XIV, 1882.) Dans ce mémoire sont mentionnées les observations antérieures de Russow (1872) et de de Bary (1877).

Digitized by Google

envisager l'endoderme comme une région importante en elle-même, à un point de vue strictement anatomique, et prédestinée à jouer un rôle considérable, mais primitivement indéterminé, tout comme le cylindre central, chez les plantes supérieures, préexiste aux faisceaux cribro-vasculaires, qui se localisent si nettement en lui, dans les cas habituels.

Dans le col des Mousses, dans la soie, dans la région operculaire, où aucune fonction essentielle ne modifie la constitution du cylindre central, il n'y a pas lieu de rechercher un endoderme différencié. Mais, dans l'urne, où l'endothecium devient générateur des spores, la couche corticale interne se distingue du reste de l'écorce par des partitions radiales répétées, qui rendent ses éléments bien plus petits que ceux des assises contiguës, tandis que leur contenu, consistant au début en un protoplasma plus dense, devient, avec l'âge, un endoderme amylacé. L'endoderme correspond donc, chez les Mousses, à la couche profonde du sporange externe de Schimper, du « *äussere Sporensack* » des auteurs allemands.

Cylindre central. — Le cylindre central (endothecium de Kienitz-Gerloff) se sépare de bonne heure de l'écorce, et reste d'ordinaire distinct dans le col et la soie, grâce à ses cellules étroites et à ses parois minces. Ses limites s'y effacent plus ou moins avec les progrès de l'âge, sous l'influence de la croissance et de l'altération des membranes. Mais, dans l'urne, les modifications d'ordre physiologique maintiennent, en les accentuant, les distinctions anatomiques primordiales, et dans cette région un péricycle s'oppose à la masse principale du cylindre central, ou autocycle.

Péricycle. — Le péricycle est déjà une couche génératrice chez les Mousses, où il constitue l'archesporium, ou tissu producteur des spores. Chez les plantes vasculaires, ce rôle se traduit sans doute par la production de tissus différents ; mais la dissociation qui transforme ses éléments en spores, malgré son importance fonctionnelle, a moins de valeur, au point de vue de l'anatomie générale, que la localisation même des cloisonnements qui la préparent. Ces cloisonnements, en effet, s'accomplissent dans une couche homologue de celle qui, chez les Plantes vasculaires, de-

Digitized by Google

vient le siège d'une active prolifération destinée à donner, soit des racines, soit des tissus secondaires.

Autocycle. — En l'absence de faisceaux conducteurs, l'autocycle est réduit à la moelle. Rarement, le cylindre central se creuse d'une vaste lacune semblable à celle de l'écorce, et traversée comme elle par des filaments cellulaires, de façon à isoler de la columelle le sporange interne des auteurs, comme la lacune corticale sépare le sporange externe de la paroi capsulaire (*Polytrichum*). D'ordinaire, la columelle est adhérente au sac de spores, et sa rangée externe est différenciée comme l'endoderme, ce qui montre une fois de plus que les caractères histologiques ne sont pas strictement limités aux régions anatomiques qu'ils occupent habituellement. Aux limites supérieure et inférieure de l'archesporium, les enveloppes endodermique et médullaire de la couche de spores sont reliées par des pièces de raccordement, semblables à celles qui, chez les plantes vasculaires, unissent l'endoderme d'une racine à celui de la racine mère ou d'une tige, en sorte que toute la zone péricyclique transformée en spores est enfermée dans un sac différencié, à son contact, aux dépens de tissus distincts par leur origine : les uns corticaux, les autres médullaires, mais concordants par leur structure définitive. Au début, l'endoderme se distingue le plus souvent des portions du sac, provenant du cylindre central, par un protoplasma plus dense et des noyaux plus volumineux (*Phascum, Splachnum,* etc.).

Les propriétés génératrices du péricycle peuvent s'étendre aux assises médullaires contiguës. Lantzius-Beninga a décrit un fait de ce genre à propos du *Barbula subulata,* et Kienitz-Gerloff en a indiqué un de même ordre, quoique moins évident, dans un *Bryum* indéterminé [1]. Rien n'est plus fréquent que ces sortes de métamorphismes de contact chez les plantes supérieures : souvent on y voit le péricycle entrer en activité au contact des cellules cambiales des rayons médullaires, et réciproquement.

Résumé. — La structure du sporogone, aussi bien que son origine, répond à celle d'une tigelle de Phanérogame. Toutefois, c'est une tigelle modifiée par l'apparition des spores et des or-

1. *Botan. Ztg.*, 1878, page 47.

Digitized by Google

ganes annexes, de même que la tigelle des Phanérogames est transformée par les faisceaux conducteurs. On considérera donc le sporogone comme un dérivé de la tigelle au même titre que la tige des plantes vasculaires. Ses zones anatomiques ne cadrent point par leurs limites avec les zones distinguées physiologiquement : l'épiderme, avec une portion de l'écorce, forme la paroi capsulaire; le reste de l'écorce, y compris l'endoderme, constitue le sporange externe; la lacune annulaire est sans importance anatomique ; l'archesporium, ou couche formatrice des spores, provient du péricycle, tandis que le sporange interne et la columelle dérivent de la moelle.

Un trait important de cette organisation réside dans la distinction nette d'un cylindre central en l'absence de faisceaux cribro-vasculaires.

Dépourvu de membres appendiculaires, le sporogone conserve la symétrie axile dans toute sa pureté, si l'on fait abstraction des incurvations tardives de la capsule.

II. — HOMOLOGIES DES MOUSSES ET DES THALLOPHYTES.

Les liens qui unissent les Mousses aux Hépatiques ne sont pas contestés; nous n'en ferons pas une étude spéciale. Nous avons ici en vue les relations de cette classe avec les Thallophytes proprement dits.

De la spore, que l'on pourrait déjà envisager comme une formation thallophytique, procède un corps semblable à une Algue, naissant et croissant comme une plante de ce groupe. Les anciens botanistes confondaient cette forme avec les véritables Algues, et en faisaient le genre *Protonema*. Depuis qu'Agardh a montré les relations de ce corps avec les Mousses, on a détourné le mot protonema de son sens primitif, pour désigner non plus une espèce, mais une forme végétative.

A cette phase, succède la tige feuillée ou corps sexué de la Mousse. Nous savons déjà que cette tige feuillée n'est pas l'homologue de celle des plantes vasculaires; par contre, tout en différant du type des Thallophytes par certains points essentiels de son organisation, elle lui est reliée par quelques particularités. Nous

Digitized by Google

rappellerons tout d'abord sa dérivation du protonema. On tient peu de compte d'habitude de ce corps rudimentaire; la plupart des bryologues le citent à peine; ceux qui approfondissent avec le plus de soin la structure des Muscinées, disent volontiers avec M. Hy: « Il n'y a aucun intérêt à se prononcer sur ces organes mal différenciés [1]. » Nous croyons au contraire que chaque organe a sa raison d'être, et celui qui n'a pas de rôle actuel à remplir, est un témoin du passé et de l'origine de la plante dont il fait partie. Si l'ontogénie résume l'évolution d'un type, si les phases de l'existence d'un être rappellent les formes dont il dérive, l'élément confervoïde ou ulvoïde des Mousses indique leur souche thallophytique. Pourtant, il existe entre le protonema et le corps sexué une différence profonde, et la naissance de celui-ci aux dépens de celui-là, ne peut mieux être comparée qu'à une métamorphose. L'anatomie comparée [2] nous montre en effet le protonema se transformant directement en corps sexué chez les Hépatiques thalloïdes, tandis que chez les représentants les plus élevés de cet ordre, le contraste s'accentue entre les deux phases. Dans les Mousses, tous les stades intermédiaires sont sautés, en sorte que l'on voit apparaître brusquement un corps différant profondément de celui dont il dérive, ce qui est l'essence même d'une métamorphose.

La tige feuillée conserve un autre caractère des Thallophytes, dont la netteté est, au reste, fort inégale dans les représentants de la classe : je veux parler de la propriété de transformer certains éléments en propagules. Ces organes sont des corps capables de donner *par germination,* après une *période de vie latente,* un nouvel individu, et que l'on peut considérer comme homologues des spores conidiennes des Thallophytes. Les propagules ne sont pas de simples boutures, mais de vrais corps reproducteurs, et la plante qui en naît est un individu nouveau, passant par les mêmes phases que celui qui résulte de la germination des spores sporogoniales ou protospores. Il se présente en effet d'abord sous la forme de protonema; et quand le protonema issu de la protos-

1. *Loc. cit.*, page 182.

2. J. Grönland, *Mémoire sur la germination de quelques Hépatiques.* (*Annales des sciences nat.*, 4e série, t. I, 1854.)

Digitized by Google

pore produit une sorte de proembryon lamelleux, sur lequel seulement se développera le corps sexué, comme chez le *Tetraphis pellucida*, le protonema, issu du propagule, se comporte de même.

On observera toutefois que le nom de propagules a été donné à des formations de nature différente. Les bulbilles des Marchantiées n'ont pas la valeur de spores conidiennes; chacune d'elles constitue un petit thalle qui, après avoir atteint un certain développement sur la plante mère, se détache pour former une bouture naturelle et s'accroît directement sans germination.

Cette réserve faite, on trouve toutes les transitions entre les propagules identiques à des spores, comme ceux du *Scapania nemorosa* parmi les Hépatiques (Pl. III, fig. 36, 37), et ceux qui semblent avoir une origine moins nette. A côté de cette forme de spores unicellulaires on placera les propagules bicellulaires de nombreuses Hépatiques, à contour tantôt elliptique, tantôt hérissé de tubérosités (*Jungermannia minuta, J. ventricosa*, etc.) (Pl. III, fig. 34, 35). Ils nous conduiront aux types décrits chez les Mousses, tels que les séries linéaires des Orthotrics et enfin aux raquettes des *Aulacomnium androgynum* et des *Tetraphis pellucida*. Dans ces dernières, chaque cellule germe isolément et il n'est pas rare de voir plusieurs protonemas se développer simultanément aux dépens d'un même propagule; j'en ai observé quatre sur un propagule de *Tetraphis*. Ces protonemas naissent le plus souvent des cellules marginales; pourtant les cellules des faces ont les mêmes propriétés essentielles et peuvent aussi germer (Pl. III, fig. 38).

L'apparition des propagules n'exclut pas toujours celle des organes sexuels. A côté du *Calypogeia Trichomanis* (Hépatiques), du *Tetraphis pellucida*, de l'*Aulacomnium androgynum*, qui portent leurs propagules à l'extrémité de pseudopodes spéciaux, à côté des espèces comme le *Jungermannia exsecta* qui, dans les Vosges, n'a pas d'autre moyen de propagation que ses conidies, comme le *Barbula papillosa* ou l'*Ulota phyllantha*, on peut citer le *Scapania nemorosa*, qui permet souvent de constater sur une même tige la coexistence des organes sexuels et des propagules.

On sait que des protonemas se développent parfois aux dépens

Digitized by Google

des cellules de la soie [1], ou de la paroi de l'urne [2]. On ne considère pas d'ailleurs ces cellules comme équivalentes des propagules. L'opinion la plus plausible à leur égard est celle de Kienitz-Gerloff [3], suivant laquelle, la propriété de donner naissance à un protonema appartient non seulement à l'endothecium, mais aussi à l'amphithecium, malgré sa forte tendance à se localiser dans le péricycle.

On pourrait trouver aussi des liens entre les Mousses et les Thallophytes, dans la nature de leurs tissus. Ces relations se manifestent d'ailleurs dans les différentes portions de la plante, dans le sporogone aussi bien que dans le corps sexué. Les corps chlorophylliens des parois de l'anthéridie prennent tardivement une belle coloration rouge chez les Mousses comme chez les Characées. Le contenu des éléments quiescents (spores ou propagules) rappelle celui des spores de divers Champignons.

La chlorophylle a la propriété de se transformer, dans les spores de quelques espèces, en une variété rouge-brique, comme elle le fait dans les spores de certaines Chlorophycées, où elle est tantôt verte, tantôt rouge, suivant que le développement s'opère dans l'eau ou à l'air. Le *Grimmia apocarpa* nous offre un remarquable exemple de ce phénomène. Les botanistes descripteurs ont remarqué que la capsule de cette Mousse est jaunâtre. Au début, elle est verte, et cette couleur est due uniquement à la chlorophylle de ses parois; les spores sont, à ce stade, entièrement incolores; elles ne tardent pas à revêtir une couleur rouge qui donne au sporogone l'aspect caractéristique. Il en est de même dans le *Pogonatum nanum*, à capsule presque nue, ou dans l'*Encalypta vulgaris*, dont l'urne est cachée par la coiffe très allongée, etc. Des espèces voisines présentent des spores rouges dès le début, ou des spores vertes au moins primitivement, sans que ce caractère essentiellement spécifique semble soumis dans son apparition à des règles bien fixes.

1. N. Pringsheim, *Ueber vegetative Sprossung der Moosfrüchte.* (*Monatsber. der kön. Akad. der Wiss. zu Berlin*, 1876.)

2. E. Stahl, *Ueber künstlich hervorgerufene Protonemabildung an dem Sporogonium der Laubmoose.* (*Botan. Ztg.*, 1876.)

3. *Loc. cit.* (1878).

Digitized by Google

La coloration plus ou moins pourprée est souvent due chez les Mousses à une modification des parois cellulaires.

Ces questions de coloration, quand il ne s'agit pas de pigments essentiels comme les composés rouges, bleus, bruns des Algues, n'ont à nos yeux qu'une médiocre importance taxinomique, car elles sont liées assez directement aux influences extérieures.

Nous n'insisterons pas sur ces homologies des Mousses avec les Thallophytes, parce que nous n'avons pas de guide aussi certain que dans leur comparaison avec les plantes vasculaires. Rappelons toutefois que l'on a cherché, non sans quelque vraisemblance, à rapprocher la structure de la tige feuillée des Mousses de celle de certaines Algues supérieures, comme les produits de *différenciations parallèles*. Ce que l'on peut dire en tous cas, c'est que la phase principale de la vie des Mousses, ou phase de tige feuillée, n'a pas d'équivalent évident dans un autre groupe, en sorte qu'elle constitue la forme propre, caractéristique de la classe et qu'elle mérite le nom de *phase bryophytique*. Voilà pourquoi la tige feuillée tient une place effacée dans l'étude des homologies des Mousses, tandis qu'elle mérite le premier rang dans la classification de ce groupe.

TROISIÈME PARTIE.

LA PLACE DES MOUSSES DANS LE RÈGNE VÉGÉTAL.

En ce qui concerne les homologies des phases réunies sous le nom de génération sexuée, une large place reste à l'hypothèse. D'après une intéressante observation de M. Hy [1], les glandes muqueuses (improprement stomates) des *Anthoceros* pourraient être homologues de l'archégone des Cryptogames vasculaires. La spore donne parfois un corps lamelleux (*Sphagnum* germant sur un support solide), ou bien l'extrémité du protonema se transforme en un tel corps (proembryon de *Tetraphis*). Cette production ressemble à certains prothalles rudimentaires, et la naissance du corps sexué à ses dépens éveille l'idée d'une apogamie de-

1. *Loc. cit.*, page 121.

Digitized by Google

venue constante avec report de la sexualité sur la génération suivante qui, par le fait, n'est plus qu'une simple phase de la première. Le prothalle des Cryptogames vasculaires pourrait n'être homologue que du protonema et du proembryon des Mousses. La forme des anthérozoïdes est un caractère essentiellement lié au milieu, et sa persistance, chez les Muscinées, opposée à son absence chez les Phanérogames actuelles, trouverait sa raison d'être suffisante dans les conditions biologiques des deux groupes.

Le développement de l'œuf fécondé donne au contraire à la comparaison une base positive. Chez les Cryptogames vasculaires, il n'y a pas de corps massif préexistant à la première feuille : pied, feuille, tige, racine naissent simultanément aux dépens de l'œuf. Il n'y a pas non plus de formation axile préexistante dans les bourgeons de Fougères, qui naissent par apogamie sur le prothalle, comme cela résulte des observations de M. de Bary. « Je n'ai pas suivi, dit l'éminent professeur, la première différenciation du sommet de la tige, ni celle de la cellule terminale, qui est plus tard facile à distinguer. Quoique j'aie souvent fixé mon attention sur ce point, je n'ai pu découvrir que cette cellule se montre plus tôt ou en même temps que la cellule différenciée du sommet de la première feuille [1]. » Il n'est donc pas même certain que la première cellule de la tige préexiste à la première cellule de la feuille.

Chez les Muscinées au contraire et chez les Phanérogames, l'orientation des premières cloisons concorde. Ce fait, peu considérable en lui-même (Kienitz-Gerloff), entraîne une conséquence capitale, qui est la formation d'un corps massif équivalent dans les deux groupes : la tigelle et le sporogone.

Peut-on dire que les Mousses se soient détachées de la souche des Phanérogames plus ou moins haut que les Cryptogames vasculaires ? Certains organes rudimentaires indiquent chez les Mousses une rétrogradation, sans toutefois en préciser l'étendue.

La paléontologie parle en faveur de la divergence antérieure des Cryptogames vasculaires ; mais ses renseignements sont incomplets. Il est même certain que nous ne connaissons pas les Mous-

1. De Bary, *Sur les Fougères apogames et sur le phénomène de l'apogamie en général.* (*Revue internat. des sc. biol.*; 1880, t. V, page 341.)

Digitized by Google

ses les plus anciennes, puisque celles de l'ère tertiaire présentaient à peu près des formes aussi variées que celles de notre époque et se trouvaient par conséquent déjà en pleine évolution. La découverte d'empreintes attribuées à une Hépatique (*Marchantites oolithicus*) a permis récemment de reporter à l'oolithe inférieure l'apparition de cette classe, dont les plus anciens représentants connus jusqu'alors appartenaient à l'éocène [1]. La présence de Birrhides dans le lias avait amené, d'autre part, Heer [2] à admettre que ces Coléoptères, hôtes habituels des Mousses à notre époque, témoignaient de l'existence des mêmes végétaux dans ces temps reculés. Sans doute un argument de cette nature, malgré son élégance, doit être enregistré avec réserve : le rigoureux enchaînement qui lie de nos jours une espèce, un groupe donné à des conditions de milieu strictement déterminées ne prouve pas, qu'à défaut de ces conditions, cette espèce ou ce groupe n'en supporteraient pas d'équivalentes ; rien ne prouve que les Mousses auxquelles la sélection naturelle a uni indissolublement les Birrhides actuels aient été indispensables aux Birrhides jurassiques. L'hypothèse du célèbre Heer est très vraisemblable, mais demande confirmation.

Si les Mousses avaient été aussi largement réparties dans les périodes primitives que l'étaient les Cryptogames vasculaires, on en aurait apparemment trouvé quelques vestiges dans des formations telles que la houille. Quoique les caractères empruntés à la Paléontologie soient essentiellement négatifs, on est donc autorisé à regarder, sinon la première apparition, du moins le développement maximum du type Muscinée, comme bien postérieur à celui des Cryptogames vasculaires.

Ce que l'on peut affirmer, c'est que les Mousses se sont moins écartées du tronc des Phanérogames que les Cryptogames vasculaires, puisque la phase fondamentale de tigelle est sautée chez ces dernières. Tandis que les Cryptogames vasculaires évoluaient puissamment aux anciennes périodes géologiques et divergeaient

1. Fliche et Bleicher, *Étude sur la flore de l'oolithe inférieure.* (*Bulletin de la Soc. des sciences de Nancy,* 1882, t. VI, fasc. XIII, page 61.)

2. Heer, *Le Monde primitif de la Suisse,* traduct. Demole. (Cité par Fliche et Bleicher, *loc. cit.*)

Digitized by Google

notablement de la souche des Phanérogames, la souche des Muscinées restait parallèle à cette dernière ou peut-être confondue avec elle. C'est à une époque relativement récente, que Phanérogames et Muscinées auront évolué simultanément pour constituer dans la nature actuelle une association devenue nécessaire par la division du travail, alors que dans les temps géologiques les Cryptogames vasculaires, participant des propriétés biologiques de ces deux groupes, se suffisaient à elles-mêmes pour conquérir à l'empire de la végétation les premières terres sorties du sein des eaux.

Les Phanérogames et les Muscinées forment en grand, dans l'économie de la nature, à notre époque, une symbiose analogue à celle qui enchaîne deux individus d'origines différentes et dont les exemples se sont multipliés dans ces derniers temps [1]. L'évolution corrélative des deux groupes a un point de départ anatomique commun: aux premiers cloisonnements concordants succèdent des corps équivalents, d'une part le sporogone, de l'autre la tigelle qui donnera naissance à la tige feuillée munie de racines. Le péricycle, zone prédestinée au rôle générateur, se comportera différemment en raison du sort ultérieur de la plante considérée. S'agit-il d'une Phanérogame, il entrera en activité tardivement et formera de nouveaux tissus pour augmenter la masse du cormus. Chez les Mousses faites pour ramper et s'étendre en surface, ses cellules donneront de nouveaux individus. Le rôle des Phanérogames a donc assuré leur évolution rapide dans le sens du perfectionnement de la tige; celui des Mousses a entraîné un développement exagéré de la phase thallophytique ; mais celle-ci, modifiée et compliquée, a donné naissance à un type nouveau et spécial. Ce type bryophytique, réalisé par la tige feuillée et sexuée, suivra une progression ascendante et souvent parallèle à celle du sporogone, comme le fait justement remarquer M. Hy, bien qu'il tire de ce fait des conclusions d'un autre ordre.

1. Cette symbiose n'est pas toujours suffisamment comprise des horticulteurs, qui suppléent par des moyens artificiels coûteux aux services rendus par les Mousses aux Phanérogames sauvages; ces mauvaises herbes sont parfois d'utiles serviteurs qui, en retour d'un peu d'ombrage, assurent aux racines une fraîcheur mal compensée par un arrosage méthodique.

Digitized by Google

Le développement considérable de la phase sexuée n'est donc pas dans le type des Mousses un indice d'infériorité, puisque dans les limites de la classe il caractérise les formes élevées. Il en résulte que les partisans de la théorie des générations alternantes, en insistant sur la régression de la génération sexuée des Muscinées inférieures aux Muscinées supérieures, de celles-ci aux Cryptogames vasculaires et des Cryptogames vasculaires aux Phanérogames, s'appuyaient sur un principe inexact. Leurs adversaires se sont empressés de les mettre en contradiction avec les faits; mais cette contradiction est plus apparente que réelle et n'atteint nullement la théorie en elle-même; les faits rétablis le montrent clairement. Toutefois il est peut-être utile de modifier la signification que les botanistes attribuent communément aux générations alternantes et de ne pas limiter forcément à deux le nombre des générations successives, bien que ce nombre soit habituel. De même que certains Crustacés traversent, avant d'acquérir les organes de reproduction, une série de phases agames correspondant à l'état adulte et sexué de Crustacés moins élevés [1], ainsi les végétaux passent par un nombre indéterminé de formes rappelant leur filiation. Il est possible qu'une espèce ait présenté simultanément deux phases sexuées; mais dans cette hypothèse, l'apogamie d'une des générations est imminente. Les végétaux connus n'offrent aucun exemple de cette coexistence qui est extrêmement rare dans le règne animal (*Rhabditis nigrovenosa*, où l'une des phases semble passer à l'apogamie). La suppression des organes reproducteurs dans la génération stérile peut laisser subsister une reproduction agame ou par spores (apogamie au sens propre) ou même être totale par suppression des spores elles-mêmes, ce que M. Bower a désigné récemment sous le nom d'aposporie [2]. Les Mousses présentent une phase thallophytique apogame sans spores, une phase bryophytique sexuée (où du moins l'apogamie est exceptionnelle), enfin une phase phanérogamique agame où les spores ont une origine tout à fait spéciale. Cette manière d'envisager l'alternance des générations rappelle

1. Voy. Balfour, *Traité d'embryologie*, trad. fr., t. I, page 439.

2. Bower, *On Apospory in Ferns.* (*Journal of the Linnean Society*, 1885, t. XXI.)

Digitized by Google

plutôt la théorie des métamorphoses; la limite entre les générations alternantes et les métamorphoses est au reste bien artificielle.

Chez les Phanérogames, la phase thallophytique n'a plus sa raison d'être et disparaît presque totalement des Gymnospermes aux Angiospermes.

La phase de tige feuillée des Mousses est, jusqu'à un certain point, parallèle à la phase vasculaire des Phanérogames : elle succède aussi à la phase de tigelle. Il y a pourtant une différence capitale résultant de l'interposition d'une spore quiescente, qui détermine une évolution nouvelle commençant à la phase thallophytique. Il en est de même, si le corps quiescent (propagule ou spore conidienne) provient de la tige sexuée. Par suite, le grand segment du cycle évolutif ou segment bryophytique est plus intimement lié au type thallophytique dont il dérive qu'au type phanérogamique; voilà pourquoi nous maintenons qu'il n'y a pas d'homologie entre la tige feuillée des Mousses et celle des plantes vasculaires et que, plus la perfection de la première la rapproche de la seconde, plus elle s'en éloigne au point de vue génétique, puisque c'est par des voies différentes que leur organisation est parvenue à un niveau comparable et que c'est dans les états les plus inférieurs qu'elles divergeaient le moins de leur commune origine. Nous voyons au contraire dans le sporogone les caractères anatomiques de la tige des plantes vasculaires réalisés indépendamment de toute opposition de membres.

En résumé, on distingue dans la vie d'une Mousse trois phases dont les deux premières restent confondues chez l'*Anthoceros* : 1° la phase *thallophytique,* réduite à l'état de vestige; 2° la phase *bryophytique,* qui occupe la plus grande place et dont on ne retrouve pas d'équivalent parfait en dehors de ce groupe, si ce n'est chez les Hépatiques; 3° la phase *phanérogamique,* qui est rudimentaire et semble avoir été mieux représentée chez certaines Mousses éteintes.

Digitized by Google

EXPLICATION DES PLANCHES

A. — Homologies du sporogone.

PLANCHE I.

Splachnum ampullaceum.

Fig. 1. — Jonction de la soie et de l'apophyse. — *Ep*, épiderme ; *éc*, écorce ; *cyl*, cylindre central.

Fig. 2. — Région moyenne de l'apophyse.

Fig. 3. — Région inférieure de l'apophyse.

Fig. 4. — Région moyenne de l'apophyse jeune.

Fig. 5. — Capsule très jeune, où l'on distingue : l'épiderme, l'écorce avec l'endoderme granuleux, le cylindre central avec son péricycle sporogène.

Fig. 6. — Apparition de la lacune annulaire. — *ép*, épiderme ; *lac*, lacune annulaire ; *end*, endoderme ; *pér*, péricycle.

Fig. 7. — Épiderme.

Fig. 8. — Stomate.

Fig. 9. — Région stomatique de l'apophyse.

N. B. Toutes ces figures sont empruntées à des coupes transversales.

Orthotrichum tenellum.

Fig. 10. — Épiderme de la capsule jeune ; les cellules épidermiques se dressent autour du stomate.

Fig. 11. — Épiderme de la capsule mûre. Orifice stelliforme dû à la convergence des cellules épidermiques au-dessus du stomate.

Fig. 12. — Coupe transversale comprenant un stomate. — *ep*, assise superficielle ; *ep'*, assise profonde de l'épiderme localement dédoublé ; *lac*, lacune annulaire.

Hypnum rutabulum.

Fig. 13. — Coupe radiale dans la région du péristome. — *p i*, Péristome interne ; *p e*, péristome externe ; *lac*, lacune annulaire ; *An*, cellule basilaire de l'opercule élargie au contact de l'anneau.

PLANCHE II.

Grimmia pulvinata.

Fig. 14. — Épiderme au voisinage de l'articulation de l'opercule. — A, opercule B, anneau ; C, urne (coupe radiale).

Fissidens taxifolius.

Fig. 15. — Base de l'opercule. Recloisonnement des assises extérieures.

Fig. 16. — Région operculaire, un peu plus haut que dans la figure 15. Cloisonnement épidermique secondaire. — A, péristome externe.

Digitized by Google

Fig. 17. — Progression de la coloration brune à partir du stomate et de la chambre hypostomatique. — A, bouchon intercellulaire de substance brune. (Trois coupes transversales.)

Hypnum rutabulum.

Fig. 18. — Coupe tangentielle de l'écorce dans la région stomatique d'un col âgé, montrant l'invasion et la coloration progressives de la substance intercellulaire. — *e*, espace encore libre dans la partie profonde; la partie la plus superficielle est à gauche.

Polytrichum commune.

Fig. 19-21. — Trois coupes d'un stomate âgé, dont la cloison s'est résorbée vers les pôles. — 21, coupe équatoriale; 20, coupe dans la région où les deux cellules stomatiques communiquent; 19, zone intermédiaire aux précédentes.

Fig. 24. — Épiderme de l'urne à parois épaissies (coupe transversale).

Pogonatum aloides.

Fig. 22. — Épiderme papilleux de la capsule (coupe transversale).

Pogonatum nanum.

Fig. 23. — Épiderme non papilleux de la capsule (coupe transversale).

Fissidens taxifolius.

Fig. 25. — Passage de la lacune annulaire aux simples méats, au sommet de la capsule.

Grimmia apocarpa.

Fig. 26. — Coupe radiale du pied et de la base de la soie.

PLANCHE III.

Phascum cuspidatum.

Fig. 27. — Soie et vaginule (coupe transversale).

Fig. 28. — Soie près de l'orifice de la vaginule. Celle-ci est incomplètement figurée (coupe transversale).

Fig. 29. — Épiderme de l'urne vu de face.

Fig. 30. — Urne jeune dans la région moyenne. Les lettres comme dans la figure 6 (coupe transversale).

Grimmia apocarpa.

Fig. 31. — Épiderme étalé du voisinage de l'articulation de l'opercule. — A, ligne de déhiscence; les membranes épidermiques, colorées en rouge, sont indiquées par un trait plus gros; BB, niveau de la base des dents du péristome, qui forment un fond rouge sur lequel se dessine l'épiderme.

Funaria hygrometrica.

Fig. 32. — Coupe radiale montrant la différence de structure de l'écorce entre les régions capsulaire sans stomates et cervicale à stomates.

Digitized by Google

B. — Homologies de la tige feuillée.

Phascum cuspidatum.

Fig. 33. — Coupe transversale de la nervure et de la portion voisine d'une feuille.

Jungermannia minuta.

Fig. 34. — Chaîne de propagules.
Fig. 35. — Propagule isolé.

Scapania nemorosa.

Fig. 36. — Arbuscule de propagules à l'extrémité d'une feuille.
Fig. 37. — Propagules isolés.

Tetraphis pellucida.

Fig. 38. — Propagule dont une cellule marginale et une cellule faciale sont en germination.

Sphagnum cymbifolium.

Fig. 39. — Tige jeune. — Coupe tangentielle de la région périphérique, montrant, aux points qui deviendront des trous, des diaphragmes auxquels le protoplasma reste adhérent après contraction par l'alcool.
Fig. 40. — Tige jeune. — Coupe transversale montrant les mêmes diaphragmes.

Digitized by Google

SUPPLÉMENT

AUX

RECHERCHES SUR LA FAUNE MARINE

DES ILES ANGLO-NORMANDES

PAR

Le Dr R. KŒHLER

CHARGÉ D'UN COURS COMPLÉMENTAIRE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Pendant mon premier séjour aux îles Anglo-normandes, je n'avais pu étudier avec quelques détails que la faune de l'île de Jersey et la faune des grottes du Gouliot à l'île de Sark. Dans le but de compléter ces recherches, je me rendis de nouveau, l'an dernier, aux îles de la Manche, mais au lieu qu'en 1884 je m'étais établi à Jersey, je me fixai en 1885 à Guernesey, pour continuer les recherches qui n'avaient été qu'ébauchées l'année précédente, et pour explorer en détail l'île de Herm que je n'avais pu visiter en 1884.

J'ai tenu cependant à compléter mes premières recherches sur la faune de Jersey et je consacrai les dix premiers jours de mon voyage à revoir certaines stations que je n'avais pu explorer à fond en 1884. J'ai ainsi rencontré un certain nombre de formes intéressantes qui m'avaient échappé pendant ma première campagne.

Digitized by Google

Je compléterai donc, dans ce travail, mon étude de la faune de l'île de Jersey ; je rendrai compte ensuite de mes recherches à Guernesey et à Herm. Je n'aurai que fort peu de chose à ajouter aux indications que j'ai données sur l'île de Sark dans mon premier mémoire.

JERSEY.

ÉPONGES. — J'ai rencontré au Dog-Next quelques beaux échantillons de *Caminus osculosus*, Gr. Les *Hymeniacidon armatura*, Bow., et *Microciomia armata*, Bow., sont assez communes, la première surtout, sur les coquilles de *Pecten*. L'*Hymeniacidon celata*, Bow., se trouve très fréquemment entre les lamelles des écailles d'huîtres vides.

Je signalerai encore : *Hymeniacidon caruncula*, Bow., *H. mammeata*, Bow., *Isodyctia fucorum*, Bow., espèces fort communes à Jersey. L'*Isodyctia cinerea*, Bow., est beaucoup plus rare.

ÉCHINODERMES. — Je n'ai à ajouter à ma première liste d'Échinodermes que la *Synapta inhœrens*, Düb. et K., très commune dans la baie de Saint-Aubin et qui m'avait échappé pendant mon premier voyage ; l'*Ophiura albida*, Forb., qu'on trouve fréquemment à la drague dans la baie de Saint-Aubin avec quelques *Palmipes membranaceus*, Retz., et la *Cribella oculata*, Penn., dont j'ai trouvé quelques échantillons à la Mothe sur le sable.

TURBELLARIÉS. — Le *Polycelis levigatus*, Qf., est la seule espèce nouvelle de Planaires que j'aie trouvée en 1885. Avec les *Valencia splendida* et *longirostris*, j'ai rencontré à la Rocque, dans le sable vaseux, la *V. ornata*, Qf.

POLYCHÈTES. — Je dois signaler un certain nombre d'espèces nouvelles : *Lagisca propinqua*, Malmg., peu commune, à la grève d'Azette ; *Sthenelais Edwardsii*, Qf., assez répandue ; *Nephtys longosetosa*, Œrst., et *N. scolopendroides*, D. Ch., trouvées à la grève d'Azette avec la *Nereis irrorata*, Mgm. Je possède aussi un échantillon de *Nereis Marionii*, A. et E., trouvé derrière la Mothe. L'*Aonia foliacea*, A. et E., n'est pas rare à Jersey.

J'ai recueilli dans les pêches pélagiques de nombreux échantil-

Digitized by Google

lons d'une Annélide découverte à Dinard par M. de Saint-Joseph, le *Leptonereis Vaillantii,* Saint-Jos.

Plusieurs petites espèces de Syllidiens sont abondantes au milieu des algues, telles que *Grubea fusifera,* Qf., et *Claparedia filigera,* Qf.

Parmi les Phyllodociens, je citerai : *Eteone longa,* Sav., et parmi les Glycériens, *Glycera lapidum,* Qf., qui ne sont pas très répandues. Un Chlorémien, le *Siphonostomum uncinatum,* Qf., est très commun à la grève d'Azette. Le *Leucodore ciliatus,* Johnst., se trouve quelquefois, mais rarement, entre les fentes des rochers.

Parmi les Annélides sédentaires, je signalerai : *A. ecaudata,* Johnst., associée à l'*A. piscatorum, Clymene lombricoides,* Edw., et *Petaloproctus terricola,* Qf., qui vivent à la Rocque dans le sable vaseux.

Le *Chætopterus Quatrefagesii,* Jourd., se rencontre quelquefois sous les pierres; son tube est appliqué contre la face inférieure des cailloux et n'est pas recourbé en U.

Je n'ai à ajouter aux Serpuliens déjà cités que la *Protula protensa,* Grub., qu'on rencontre quelquefois dans les anfractuosités des rochers.

Ascidies. — Je n'ai qu'une espèce à mentionner ; c'est une Ascidie composée, très commune sur les Laminaires et qui est nouvelle pour la science. M. Lahille, qui a bien voulu me la dédier, l'a décrite sous le nom de *Diplosoma Kœhleri,* Lah.

Crustacés. — L'espèce de *Galathœa* provenant de la baie de Saint-Aubin que, dans mon premier travail, j'avais rapprochée avec doute de la *G. nexa,* Embl., en insistant sur les différences qui la distinguaient nettement de cette espèce, est la *G. Andrewsii,* Norm. M. Sinel m'a d'ailleurs informé qu'il avait obtenu à la drague un échantillon de *G. nexa* conforme au type décrit par Embleton.

Les *Crangon bispinosus,* Westw., *trispinosus,* Hailst., et *sculptus,* Bell., accompagnent quelquefois le *Crangon vulgaris* dans les flaques d'eau ou dans les zostères. L'*Hippolyte viridis,* Edw., est fort commun dans les herbiers.

Une troisième espèce de *Mysis,* la *M. Griffithsiæ,* Bell., se trouve quelquefois à la pêche pélagique.

Digitized by Google

Enfin, quelques Cumacés sont assez abondants dans les zostères : *Gastrosaccus sanctus*, Ben., *Sphinoe serrata*, Norm., *Sph. trispinosa*, Goods., et *Cuma Edwardsii*, Bell. ; ce dernier ordinairement pélagique.

Parmi les Amphipodes, je n'ai à citer que l'*Ampelisca Gaimardii*, Kr., pélagique ; l'*Amathila Sabini*, Leach, et le *Syphonœcetes typicus*, Kr., deux formes qui se trouvent dans les zostères, mais assez rarement.

Insectes. — J'ai trouvé, associé à l'*Æpophilus*, dans les graviers derrière la Mothe, l'*Æpus Robinii*, Lab., qui m'avait échappé en 1884. Avec l'*Æpophilus* adulte on trouve quelquefois sa larve, plus petite que l'insecte parfait et qui en diffère par l'absence des organes génitaux et des élytres, et par quelques différences dans la forme du rostre et des pattes.

Enfin, on peut trouver aux Corbières, dans les flaques d'eau, l'*Ochtebius Lejolisi* et sa larve.

GUERNESEY.

Il est inutile que je répète ce que j'ai dit dans mon précédent mémoire sur la situation et sur la configuration de l'île de Guernesey. La portion de la côte située entre *Saint-Pierre* et le *fort Doyle* est basse, et la mer, en se retirant, découvre des plages assez étendues, très rocheuses. Entre Saint-Pierre et *Saint-Sampson*, la côte forme une baie très étendue, appelée *Belgrave-Bay*. Cette baie, occupée en partie par des zostères, en partie par des rochers tapissés d'algues, offre une faune assez variée. Les zostères abritent quelques Éponges (*Leucosolenia botryoides* et *Isodyctia fucorum*) ; des petits crustacés (*Mysis, Temisto, Gastrosaccus*), des Planaires, des Ascidies composées, quelques Nudibranches (*Doris tuberculata, Eolis papillosa*). Sous les rochers vivent quelques intéressantes espèces d'Éponges (*Halichondria incrustans, Ophlitaspongia papillata, Isodyctia densa, Hymeniacidon mammeata*) et des Polychètes. J'ai aussi trouvé dans la baie de Belgrave, à la limite de la laisse des plus basses mers, de beaux échantillons d'un *Leptoclinum* dont les cormus,

Digitized by Google

très épais, sont d'un rouge éclatant, et que je rapporte au *Leptoclinum Lacazii*, Giard.

Vers *Bordeaux* et sur toute la portion qui s'étend entre ce petit port et le rocher *Homptol* (au-dessous du fort Doyle), la côte est extrêmement intéressante à explorer, et elle offre une faune d'une grande variété, bien que dans un espace assez restreint. Certaines régions sont occupées par des zostères qui abritent leur faune ordinaire ; d'autres points offrent de petites plages sableuses, parcourues par des ruisseaux dans lesquels on trouve des *Sagartia bellis* et *S. parasitica, Bunodes gemmacea.* Enfin, sous les rochers et sous les pierres encroûtées d'algues calcaires, vivent un assez grand nombre d'espèces peu communes. Les Oursins, les Comatules, les Ophiures, les *Asterias glacialis* y sont très abondants. J'ai trouvé plusieurs échantillons de *Molgula socialis, Cynthia sulcatula, Ascidiella scabra, Clavelina lepadiformis, Chœtopterus Quatrefagesii, Edwardsia callimorpha, Caryophillia Smithii,* etc. ; plusieurs Éponges calcaires : *Grantia ensata, Sycon tessellatum, Leucosolenia lacunosa,* etc. Cette région de la côte qui s'étend au nord de Bordeaux est certainement celle dont l'exploration m'a été la plus profitable.

La baie de l'*Ancresse* est très pauvre et n'offre que des rochers nus sur lesquels on trouve des *Actinia equina,* var. *fragracea.* Elle n'offre aucun intérêt.

Le *Grand-Hâvre* est une station assez intéressante sous le rapport de la faune. Les algues qui recouvrent les pierres abritent de nombreux Crustacés inférieurs (*Idothea tricuspidata* et *appendiculata, Atylus Swammerdamii, Podocerus falcatus, Anonyx Edwardsii*) avec des *Galathœa squamifera, Athanas nitescens, Stenorhynchus phalangium, Xantho florida,* etc. Parmi les Polychètes, j'ai surtout trouvé : *Phyllodoce laminosa, Eulalia clavigera, Glycera capitata, Eteone longa, Siphonostomum uncinatum,* etc. Les *Ascidia producta* et *Cynthia sulcatula* sont communes. Les rochers sont tapissés de touffes de *Cynthia rustica* sous lesquelles vivent des Vers et des Crustacés. Les Éponges sont assez variées : *Tethya lyncurium, Dictyocylindricus ramosus, Halichondria incrustans,* etc.

Les baies de *Cobo* et de *Vazon* m'ont paru assez pauvres. Le

Digitized by Google

sable qui en occupe le fond ne renferme que des Annélides peu intéressantes, et les rochers y sont recouverts d'Éponges très communes (au moins celles que j'ai pu déterminer).

J'ai trouvé à Cobo un échantillon de *Chalina cervicornis*, mais qui avait été rejeté par la mer. A la baie Vazon, les *Pholas dactylus* sont assez communs. On trouve dans cette baie les restes d'une forêt submergée, et les habitants en ont extrait autrefois une quantité considérable de combustible ; on donne dans le pays le nom de *corban* à ces débris de bois submergé.

Les environs de l'île de *Lihou* et la baie de *Rocquaine* offrent au contraire une faune assez riche. La physionomie de cette région, aussi bien sous le rapport de la configuration de la côte et de l'aspect des rochers à mer basse, que sous le rapport de la faune, est absolument identique à celle de la région méridionale de Jersey, à la grève d'Azette par exemple. La mer y forme de nombreuses mares dont le fond est tapissé par des zostères, et les rochers sont couverts d'algues au milieu lesquelles pullulent les Crustacés, les petits Polychètes, les Ascidies composées. Quelques espèces rares ou absentes à Jersey se rencontrent aussi dans cette station ; les Comatules, par exemple, y sont très communes ainsi que les *Glycera capitata*. J'y ai trouvé aussi quelques *Cucumaria pentactes* et une *Cucumaria frondosa*.

De toutes les petites baies qui existent le long de la côte méridionale de Guernesey, la seule intéressante est celle du *Moulin-Huet*. Le fond de ce petit golfe offre des rochers de pegmatite taillés en pointes aiguës et tapissés d'Algues, d'Éponges et d'Actinies, dont l'ensemble rappelle un peu la faune des grottes du Gouliot à Sark, quoique beaucoup moins riche que dans cette dernière station.

Les *Cynthia rustica, Halichondria panicea, Hymeniacidon caruncula* et *mammeata* sont très développés et sont associés à des *Cynthia sulcatula, Molgula socialis, Leucosolenia lacunosa, Grantia compressa* et *ensata, Sycon ciliatum*. Les *Actinia equina* sont représentées par de nombreuses variétés ; on rencontre aussi quelques échantillons de *Sagartia sphyrodeta*.

A Fermain-Bay, j'ai rencontré des *Caryophillia Smithii*.

Spongiaires. — La faune des Éponges est particulièrement

Digitized by Google

riche sur les côtes de Guernesey. A côté des *Sycon ciliatum* communs partout, j'ai trouvé au Moulin-Huet, à Bordeaux et à Belgrave-Bay quelques *S. tessellatum,* Bow., éponge qui, d'après Bowerbank, ne se trouve qu'aux grottes du Gouliot. Les *Grantia compressa* et *ensata,* Bow., sont aussi communes à Bordeaux, où elles sont associées à la *Leucosolenia lacunosa,* Bow. La *Leucosolenia botryoides* est commune dans toutes les prairies de zostères. J'ai retrouvé à Guernesey toutes les Éponges que j'ai signalées à Jersey, plus quelques formes, telles que *Ophlitaspongia papillata,* Bow. (Belgrave-Bay), *Chalina cervicornis,* Bow. (Cobo) et les *Isodyctia densa,* Bow., *Is. infundibuliformis,* Bow., et *Polymastia mammillaris,* Bow., que j'ai rencontrées dans des produits de dragage rapportés par un pêcheur.

Cœlentérés. — Les Actinies sont plus nombreuses et plus intéressantes à Guernesey qu'à Jersey. Les *Actinia equina* et *Anemonia sulcata,* assez communes dans les baies de la côte occidentale, sont moins abondantes dans le Nord et font place à des types moins communs, tels que les *Aiptasia Couchii,* Gosse, qu'on trouve en abondance les jours de grandes marées, pendues aux rochers, tout le long de la côte depuis Saint-Pierre jusqu'au fort Doyle. Cette espèce si commune à Guernesey paraît jusqu'à maintenant être fort peu répandue, et on ne la rencontre guère que sur quelques points des côtes d'Angleterre (Falmouth). Les *Teallia crassicornis,* très abondantes au nord de Bordeaux, atteignent une taille remarquable et sont associées aux *Sagartia bellis, troglodytes, parasitica,* et enfin à la *S. sphyrodeta:* cette dernière, comme l'*Aiptasia,* ne s'observe que dans des stations qui ne découvrent qu'aux grandes marées.

Une variété d'*Actinia equina,* l'*A. fragracea,* est très commune à la baie de l'Ancresse et au Moulin-Huet. J'ai aussi rapporté de Bordeaux de beaux échantillons d'*Edwardsia callimorpha.* Enfin le *Caryophillia Smithii* paraît assez commun à Bordeaux et à Fermain-Bay.

Quant aux Lucernaires que j'ai trouvées à Herm, je ne les ai pas rencontrées à Guernesey.

Échinodermes. — Ils sont beaucoup plus abondants à Guernesey qu'à Jersey. L'oursin ordinaire, *Strongylocentrotus lividus,*

Digitized by Google

rare à Jersey où on ne le capture qu'à la drague, est très abondant à Bordeaux, où il se montre en compagnie des *Ophiotryx fragilis, Ophiocoma neglecta, Asteriscus verruculatus, Asterias glacialis* et *Antedon rosaceus*.

J'ai rencontré dans la même station quelques *Cribella oculata* et quelques *Asterias rubens*. Les *Cucumaria pentactes*, Gunn., paraissent aussi abondantes au nord de Bordeaux; j'ai trouvé avec elles deux échantillons de *Cucumaria frondosa*, Müll. Les Synaptes sont fort communes et on les trouve sur tout le pourtour de l'île.

Sur la côte occidentale, la faune des Échinodermes est moins variée. Les Comatules sont assez répandues dans la baie de Rocquaine, où elles sont accompagnées des *Asterias glacialis, Ophiotryx fragilis* et *Asteriscus*. Les *Cucumaria pentactes* et *frondosa* existent aussi dans cette baie, mais je n'ai trouvé les Oursins que dans le nord de l'île.

J'ai rencontré un jour un petit *Echinocardium cordatum*, Penn., aux environs du port, près du château Cornet ; c'est le seul échantillon de cette espèce que j'aie trouvé aux îles anglaises. Enfin j'ai observé dans les produits d'un dragage des fragments de *Luidia fragilissima*, Forb. Cette espèce intéressante paraît être assez abondante aux environs de Guernesey. Une personne qui recueille des Actinies pour les aquariums en Angleterre m'en a montré un échantillon entier trouvé un jour, à mer basse, au nord de Bordeaux. Le fait mérite d'être signalé, car la *Luidia* paraît être une forme assez rare.

Vers. — Une liste des Vers de Guernesey a été publiée en 1866 par Ray Lankester dans les *Annals and Magazine of Nat. history*. J'ai retrouvé la plupart des espèces indiquées par ce savant, du moins pour les Polychètes, mais j'ai capturé un certain nombre de types qu'il ne signale pas. Quant aux Turbellariés, je n'en ai rencontré qu'un petit nombre d'espèces, qui vivent d'ailleurs aussi à Jersey. Je signalerai : *Leptoplana tremellaris*, commun partout ; *Prosthecæreus vittatus*, qui vit dans les prairies de zostères (Belgrave-Bay, Lihou) ; les échantillons de Guernesey sont plus grands que ceux de Jersey ; *Proceros Argus*, Qf. (Grand-Hâvre) ; *Polycelis levigatus* (Rocquaine-Bay) et *Eurylepta cor-*

Digitized by Google

nuta (Bordeaux, Grand-Hâvre). Le *Lineus longissimus* est très commun à Bordeaux ; il se rencontre aussi à Cobo, à Lihou et près du port, sous les pierres.

Les *Nemertes gracilis* et *Tetrastemma candidum* ne sont pas rares non plus. Les trois espèces de *Valencia* de Jersey se rencontrent dans la vase recouverte de zostères, où elles sont associées à des Marphyses et à des Clyméniens.

Les Polychètes sont très abondants. Les Amphinomiens sont représentés par les *P. squamata, P. cirrata* et *Sthenelais Edwardsii,* communs à Bordeaux, au Grand-Hâvre et à Rocquaine-Bay. Lankester cite aussi l'*Harmothoe sarniensis,* que je n'ai pas rencontré ; quant à l'*H. Malmgreni,* Lank., qui vit, comme on sait, en commensal dans le tube des Chétoptères, et que cet auteur indique à Herm, je l'ai trouvé aussi à Guernesey, dans le tube des Chétoptères provenant du port de Saint-Pierre.

Parmi les Euniciens, je citerai : *Eunice Harrassii,* abondante partout ; *Marphysa sanguinea,* des sables vaseux de Bordeaux et de Rocquaine-Bay ; *Staurocephalus rubrovittatus,* Gr., trouvé à Bordeaux sous les cailloux encroûtés d'algues calcaires ; *Lombriconereis contorta* et *humilis, Lysidice ninetta,* espèces aussi communes qu'à Jersey. Parmi les Nephtydiens : *Nephtys Hombergii* et *longosetosa,* cette dernière vivant aussi à la côte, et dont j'ai trouvé un échantillon au Grand-Hâvre. Parmi les Chlorémiens : *Siphonostomum uncinatum,* assez commun, et *Chloræma Dujardinii,* Qf., qui se trouve à Bordeaux en compagnie des Oursins. L'*Aonia foliacea* se rencontre quelquefois dans la baie de Rocquaine.

Je ne cite que pour mémoire : *Cirratulus Lamarkii, Nereis cultrifera* et *Dumerilei, Aricia Cuvieri, Arenicola piscatorum* et *ecaudata.* Les Phyllodociens sont représentés par la *Phyllodoce laminosa,* un peu moins commune que l'*Eulalia clavigera* et l'*Eteone longa.* J'ai trouvé ces trois espèces dans tous les points que j'ai explorés. La *Glycera capitata* est extrêmement commune : elle est parfois associée à la *Gl. lapidum.*

Parmi les Syllidiens, je citerai : *Syllis amica* et *divaricata, Grubea fusifera,* plus un certain nombre de petites espèces identiques à celles de Jersey et qui ne sont pas déterminées.

Digitized by Google

Deux espèces de Chétoptères vivent à Guernesey : le *Chætopterus Valencinii,* Qf., et le *Ch. Quatrefagesii,* Jourd. Le premier est très commun dans le port même de Saint-Pierre, dans la portion comprise entre le vieux port et la jetée qui limite le nouveau port au nord. Cette espèce, qui possède un tube en forme d'U, est identique à celle de Herm. Ray Lankester, qui ne signale pas le Chétoptère à Guernesey, appelle l'animal de Herm *Ch. pergamentanus,* Cuv. Il n'est pas facile de décider si les *Ch. pergamentanus* et *Valencinii* sont deux formes identiques ; mais les échantillons du port de Saint-Pierre et ceux de Herm offrent tous les caractères du *Ch. Valencinii* décrit par Quatrefages. La région antérieure offre tantôt onze, tantôt douze anneaux. Dans le tube de ce Chétoptère vit en commensal, dans la moitié des échantillons environ, l'*Harmothoe Malmgreni,* dont on ne rencontre jamais qu'un seul spécimen à la fois.

La deuxième espèce de Chétoptère de Guernesey, que j'ai trouvée à Bordeaux, est identique à celle que j'ai signalée à Jersey, le *Ch. Quatrefagesii,* dont les caractères différentiels ont été nettement établis par Jourdain. Son tube n'est jamais contourné en U, mais il est simplement appliqué contre la face inférieure d'une pierre ; il ressemble à un gros tube de Térébelle. Sa consistance est la même que celle du tube du *Ch. Valencinii,* mais il est beaucoup plus mince. L'animal est plus petit que dans cette dernière espèce, et la région antérieure du corps n'offre que neuf anneaux.

Le *Clymene lombricoides* accompagne la Marphyse dans les sables vaseux. J'ai trouvé à Bordeaux le *Petaloproctus terricola* renfermé dans un tube à parois très épaisses, formé d'un sable fin agglutiné et fixé à la face inférieure des pierres.

La faune des Térébelliens et des Serpulliens est peu différente de celle de Jersey. Les *Terebella conchilega* et *nebulosa* sont communes à Bordeaux, au Grand-Hâvre et sur la côte occidentale de l'île, où l'on rencontre aussi la *T. prudens.* J'ai trouvé au nord de Bordeaux un échantillon d'une Térébelle malheureusement en fort mauvais état, que je rapporte à la *T. Montagui,* Qf. (*T. cirrata,* Mont.), signalée par Lankester à Guernesey. La *Protula protensa* est aussi commune dans la baie de Rocquaine.

Les *Sabella arenilega* et *verticillata* sont communes ; la

Digitized by Google

S. pavonina est assez rare et je n'en ai rencontré que deux échantillons au Grand-Hâvre. Avec les *Spirorbis communis, Vermilia conigera* et *tricuspis,* je citerai encore la *S. fascicularis,* très répandue à Bordeaux.

Comme à Jersey, les Géphyriens sont représentés par les *Phascolosoma elongatum* et *margaritaceum.*

Ascidies. — La faune des Ascidies simples paraît un peu moins développée à Guernesey qu'à Jersey. Je n'ai pas trouvé à Guernesey les *Cynthia granulata, Ascidiella aspersa, Molgula roscovita* et *Ctenicella Lanceplaini* de Jersey. Les autres Ascidies sont celles de Jersey. La *Molgula socialis,* Ald., est assez commune à Bordeaux; je l'ai retrouvée au Moulin-Huet, mais toujours d'assez petite taille dans cette dernière localité.

Les Ascidies composées, peu fréquentes à Bordeaux et dans le Nord de l'île, sont plus abondantes à Lihou et dans la baie de Rocquaine où les *Amaroucium, Fragarium, Morchellium, Leptoclinum, Botryllus* et *Botrylloides* sont représentés par des espèces variées. Je rappellerai aussi le *L. Lacazii,* que j'ai signalé plus haut à Belgrave-Bay.

Crustacés. — Il est un certain nombre d'espèces capturées à Jersey que je n'ai pas retrouvées à Guernesey, telles que : *Stenorhynchus ægyptus, Portunus pusillus, Thia polita, Galathœa strigosa, Inachus dorsettensis, Crangon sculptus, bispinosus* et *trispinosus, Mysis Griffithsiæ* et tous les types que j'ai capturés à la drague à Jersey. Certaines formes de Décapodes, telles que : *Pirimela denticulata, Xantho florida* et *rivulosa,* sont communes à Guernesey. Mais en général la faune des Crustacés n'est pas très riche, surtout dans le Nord de l'île. Le *Scyllarus arctus,* Rœm., est fréquemment rapporté par les pêcheurs qui le draguent au large de l'île.

Quant aux Isopodes et aux Amphipodes, ils sont absolument identiques à ceux de Jersey. Certaines espèces : telles, que *Paranthura Costana, Apseudes talpa, Tanais vittatus, Leptochelia Edwardsii,* sont plus communes au Grand-Hâvre, dans les baies de Belgrave et de Rocquaine qu'à Jersey.

Mollusques. — Un assez grand nombre d'espèces signalées à Jersey par M. Duprey n'ont pas été retrouvées par moi à Guer-

Digitized by Google

nesey. Mais il ne faut pas comparer les résultats obtenus pendant quelques semaines de recherches à ceux qu'a obtenus M. Duprey après une longue étude. J'ai indiqué, dans la liste d'animaux qui termine ce travail, quelques espèces qu'il n'a pas trouvées à Jersey et que j'ai rencontrées à Guernesey, dans le Nord de l'île.

Les Nudibranches sont représentés, comme à Jersey, par les *Doris flammea,* Ald., *tuberculata,* Ald., *Johnstoni,* Ald., *Eolis Cuvieri,* Lam., *Triopa claviger,* Müll., et *Pleurobranchus membranaceus,* Mont., espèces qui sont toutes assez communes dans les prairies de zostères.

Dans le Nord de l'île de Guernesey existent deux mares d'eau saumâtre : l'une située près de l'église de Vale dans une propriété particulière, l'autre à l'Ouest du Grand-Hâvre, près de la route qui longe la côte occidentale de cette baie pour conduire vers la *pointe Rousse.* Près de Saint-Sampson, aux environs du vieux château de Vale, se trouve aussi un petit ruisseau d'eau saumâtre dans lequel on ne trouve guère que des *Palæmon varians,* Leach. Mais la faune des deux mares est plus intéressante.

La mare de Vale est en communication libre avec la mer qui peut y entrer à toutes les marées. Les espèces qui vivent ordinairement dans l'eau douce y sont peu nombreuses. Ce sont des larves de *Chironomus* et quelques *Pisidium.* Les types marins y sont représentés par des *Mysis chamæleon, Idothea tricuspidata, Melita palmata, Corophium longicorne,* Latr., *Gammarus locusta* et *marinus, Spheroma serratum* et *Rissoa labiosa.* Les *Palæmon varians* et *Philhydrus maritimus* y sont très abondants. Près du rivage, des plantes d'eau douce, des Scirpus et des Joncs, sont très vigoureuses et s'accommodent très bien d'une existence dans l'eau saumâtre.

La mare située à l'ouest du Grand-Hâvre est moins étendue que la précédente ; l'eau de la mer y pénètre par infiltration. J'y ai trouvé de nombreuses larves de Diptères appartenant au moins à quatre espèces différentes, ainsi que celles d'un Hémiptère du genre *Corysa,* associées à des *Philhydrus.* Les *Melita palmata* et *Iæra Nordmanni* y sont très abondantes ainsi que les *Gammarus.* Dans la vase qui se trouve près des bords, j'ai trouvé plusieurs échantillons de *Nereis falsa,* Qf.

Digitized by Google

HERM.

L'île de Herm est située à 5 kilomètres de la côte orientale de Guernesey, dont elle est séparée par un étroit chenal, *le Petit-Russell,* où la mer présente des courants extrêmement violents. L'île de Herm n'offre qu'une largeur d'un kilomètre sur trois kilomètres de long. La côte, taillée à pic à l'Est et surtout au Sud, s'abaisse au contraire en pente douce vers le Nord et l'Ouest. La mer, en se retirant, découvre sur la côte occidentale une immense plage de sable qui s'étend, lors des grandes marées, jusqu'à une distance d'un kilomètre. Aussi la superficie de l'île se trouve-t-elle doublée à mer basse, et les contours de l'île sont très différents suivant le moment de la marée. Vers le Nord, la mer découvre une grève beaucoup moins étendue et parsemée de nombreux rochers.

Les communications avec l'île de Herm ne sont pas faciles, car les courants violents qui règnent autour de l'île ne permettent aux pêcheurs de s'y rendre à la voile que par des temps très favorables. Quant aux services à vapeur, ils sont peu nombreux et ne coïncident pas toujours avec le moment de la basse mer. Les quelques excursions que j'ai pu faire à l'île de Herm m'ont permis de reconnaître que cette station était d'une richesse exceptionnelle. J'aurais vivement désiré m'y installer pour quelques jours, mais il est impossible de trouver à s'y loger.

La partie occidentale de l'île offre, à mer basse, une plage immense formée d'un sable coquillier, et sur laquelle s'élèvent quelques rochers désignés sur les cartes marines sous les noms de *Vermerette, Hermetier* et *Homet.* Dans cette grève vivent un grand nombre d'espèces d'animaux appartenant à des types très variés et dont on peut faire une abondante récolte en remuant le sable à la bêche. Dans la région N.-O. de l'île, au voisinage des rochers *Homet,* s'étendent de vastes prairies de zostères qui se continuent jusqu'au Nord de l'île, où elles font place à de nombreux rochers. Il y a donc lieu de distinguer trois régions distinctes, dans chacune desquelles la faune présente une physionomie particulière.

Digitized by Google

1° Sables coquilliers. — Ces sables sont formés par des débris de coquilles amenés par les courants violents qui règnent autour de Herm et qui sont rejetés par la mer à la côte où ils s'accumulent en quantité considérable. Ces débris se rencontrent aussi en certains points de la côte occidentale, mais ils n'abritent pas d'animaux ; en revanche, les coquilles sont beaucoup mieux conservées que sur la côte occidentale, car elles sont moins roulées par les vagues, et les conchyologistes pourraient y recueillir en peu de temps un grand nombre de formes intéressantes. Les coquilles qu'on trouve le plus souvent dans ce sable appartiennent aux espèces ci-dessous indiquées. Je donne l'énumération de ces espèces qui n'appartiennent pas en réalité à la faune de Herm, puisque ce sont des débris morts, pour montrer la variété des échantillons qu'on peut récolter dans ces sables.

Gastéropodes.

Patella vulgata, L.
Helcium pellucidum, L.
Tectura virginea, Müll.
Emarginella fissura, L.
Fissurella græca, L.
Calyptræa chinensis, L.
Trochus magnus, L.
— *cinerarius*, L.
— *umbilicatus*, Mont.
— *striatus*, L.
— *exasperatus*, Penn.
— *zizyphinus*, L.
— *tumidus*, Mont.
Phasianella pulla, L.
Lacuna divaricata, Fabr.
Lacuna pallidula, D. C.
Littorina obtusata, L.
— *rudis*, Mat.
Rissoa parva, D. C.
— *cingillus*, Mont.
— *cancellata*, D. C.
Odostomia lactea, L.
Natica catenata, D. C.
Cerithium reticulatum, D. C.
Purpura lapillus, L.
Murex erinaceus, L.
Lachesis minima, Mont.
Nassa incrassata, Ström.
Cyprœa europœa, Mont.
Dentalium tarentinum, Lam.

Lamellibranches.

Anonia ephippium, L.
Pecten pusio, L.
— *varius*, L.
— *opercularis*, L.
Nucula nucleus, L.
Pectunculus glycyremis, L.
Arca lactea, L.
— *tetragona*, Poli.
Lucina borealis, L.
Cardium fasciatum, Mont.
— *nodosum*, Turt.
— *edule*, L.
— *norwegicum*, Sp.
Venus exoleta, L.
— *casina*, L.
— *verrucosa*, L.
— *ovata*, Penn.
Lima hians, Gmel.

Digitized by Google

Un examen plus attentif permettrait sans doute de reconnaître encore beaucoup d'autres espèces.

L'ensemble des animaux qui vivent dans ces sables constitue une faune très remarquable.

Les Actinies sont représentées par des *Bunodes gemmacea*, *Sagartia bellis* et *Peachia undata*, Gosse. On sait que cette dernière espèce est assez rare. La figure qu'en donne Gosse est insuffisante, mais l'espèce de Herm se caractérise facilement par sa *conchula* à cinq lobes et par ses tentacules offrant des bandes circulaires. Les plus gros échantillons peuvent atteindre une longueur de 20 centimètres sur une largeur de 3 à 4 centimètres. Les téguments offrent une belle couleur rose avec des taches rouge-brique. La *Peachia* s'enfonce très profondément dans le sable. Pour la recueillir, il faut rechercher sur la plage le trou qui indique sa présence et enfoncer vivement la bêche pour ne pas laisser à l'animal le temps de se retirer plus bas. Les *Peachia* sont associées à des *Edwardsia* dont la colonne présente une couleur grise très claire, et des téguments délicats et transparents ; ces *Edwardsia* doivent être rapportées à l'*E. Harrassii*, Qf.

Les Échinodermes sont surtout représentés par des *Spatangues* et des *Echinocardium flavescens*, Müll., qui sont enfouis dans le sable à une profondeur de dix centimètres. On reconnaît facilement leur gîte grâce au petit cône de sable qui les recouvre.

Les *Ech. flavescens* atteignent une taille remarquable ; les plus gros n'ont pas moins de 7 à 8 centimètres de long sur 6 à 7 de large. Ils diffèrent des échantillons de la Méditerranée, d'abord par leur taille, puis par leur coloration qui est gris foncé, jamais rosée, de sorte que le nom d'*Amphidetus roseus* ne leur serait guère applicable[1]. Je retrouve sur ces échantillons les petits pédicellaires à valves charnues, d'une couleur rouge foncé que j'ai signalés chez les *Echinocardium* de la Méditerranée. Les *Echinocardium* sont un peu moins fréquents que les Spatangues à Herm. Les Synaptes (*S. inhærens*) sont très abondantes.

Un Némertien de très grande taille vit dans ces sables coquil-

1. Je ne serais pas éloigné de croire que ces *Echinocardium* de Herm doivent appartenir à une espèce réellement distincte de l'*Ech. flavescens*, et qu'ils constituent une nouvelle espèce.

Digitized by Google

liers; son corps, d'une couleur foncée, presque noire, sauf à l'extrémité antérieure qui est plus claire, est aplati et a un centimètre de large au moins, et une longueur considérable. Un échantillon incomplet que j'avais extrait avec beaucoup de peine, avait 50 centimètres de long; il s'est divisé spontanément et de suite en un grand nombre de petits fragments, comme le font les Synaptes. Cette Némerte est évidemment voisine, si elle ne lui est pas identique spécifiquement, de l'espèce du Pouliguen que Giard a décrite sous le nom d'*Avenardia Priei*. Tout ce que le savant professeur dit de cette espèce s'applique à l'animal de Herm; il a remarqué que, « lorsqu'on le sort de l'eau, au lieu de s'étendre mollement comme le *Lineus*, l'animal se brise très rapidement en une multitude de fragments de plus en plus petits. Quand la division s'arrête, les fragments n'ont guère plus de deux centimètres de long, et chacun d'eux a pris une forme arrondie grâce à la contraction des muscles qui diminue peu à peu la surface vive de section et finit par la faire disparaître complètement », phénomènes que j'ai observés sur l'*Avenardia* de Herm.

Outre les *Nephtys Hombergii*, *Aricia Cuvieri*, *Arenicola piscatorum* et *Sthenelais Edwardsii*, certaines espèces intéressantes de Polychètes vivent dans le sable de l'île de Herm. Je mentionnerai une *Glycera* de grande taille que je rapporte à la *G. alba*, Ratke, et qui est très fréquente, ainsi que de nombreux Clyméniens : *Clymene lombricoides*, A. et E., *Leiocephalus coronatus*, Qf., *Arenia cruenta*, Qf., et *fragilis*, Qf.; j'ai aussi capturé dans les endroits vaseux, près de la portion recouverte de zostères, quelques *Ammotrypane œstroides*, Ratke.

Parmi les Tubicoles, les *Terebella conchilega*, Pall., *Sabella pavonina*, Sav., et *arenilega*, Qf., sont très communes. Mais ce sont surtout les Chétoptères (*Ch. Valencinii*, Qf.) qui sont abondants dans toute l'étendue de la plage; on les trouve presque à chaque pas, et jusque dans des points très rapprochés du rivage, qui découvrent à presque toutes les marées.

Quant aux Décapodes, ils sont représentés par cinq espèces : *Thia polita*, *Corystes cassivelaunus*, *Callianassa subterranea*, *Gebia deltura* et *Axius stirhynchus*. Ces espèces, on le sait, sont toujours fouisseuses.

Digitized by Google

Les MOLLUSQUES sont aussi très abondants et appartiennent aux espèces suivantes : *Lutraria oblonga,* Chemn., *Solecurtus candidus,* Ren., *Tellina squalida,* Pult., *Solen ensis,* L., et *vagina,* L., *Pectunculus glycyremis,* L., *Psammobia ferroensis,* Chemn., *Mya truncata,* L., *Cardium norwegicum,* Sp., *Astarte triangularis,* Mont., *Donax politus,* Poli, *Mactra glauca,* Born., *Natica Alderi,* Forbes, et *Skenea planorbis,* Forbes.

L'*Amphioxus lanceolatus* est extrêmement commun dans les sables coquilliers, à la limite de la laisse des plus basses mers. Les échantillons sont toujours d'assez grande taille et atteignent une longueur de 6 centimètres.

J'ai enfin trouvé dans ces sables coquilliers un beau *Balanoglossus* dont j'ai déjà donné la description dans une note adressée à l'Académie des Sciences.

Le *Balanoglossus* de l'île de Herm est très long et d'assez forte taille. Comme il est extrêmement mou et que son corps est toujours allongé sauf vers son extrémité postérieure qui reste pelotonnée, il ne m'est jamais arrivé de recueillir un seul échantillon entier. La longueur moyenne des échantillons paraît être de 35 à 40 centimètres. Mais certains individus acquièrent une plus grande longueur, car j'ai recueilli des morceaux de tube digestif remplis de sable correspondant au segment situé au delà des appendices hépatiques, qui avaient à peu près 40 centimètres de longueur. La largeur est d'environ un centimètre au niveau du collier.

La trompe conique, d'un centimètre et demi de longueur quand elle est étendue, est d'une couleur jaune vif. La portion suivante du corps, ou branchio-génitale, qui s'étend jusqu'à la région hépatique, est d'une couleur rouge foncé qui passe au vert foncé au niveau des diverticulums hépatiques. La couleur verte se prolonge au delà du point où les diverticulums disparaissent, puis se perd peu à peu, et la dernière portion du corps, ayant 10 ou 20 centimètres de longueur, est tout à fait incolore.

Le collier a une longueur d'un centimètre. Son bord antérieur offre de petits lobes inégaux ; son bord postérieur n'est séparé de la région branchiale que par un léger sillon transversal. La région du corps qui suit le collier est assez profondément excavée sur la

Digitized by Google

face dorsale ; la gouttière qu'on y remarque, très profonde au delà de la région branchiale, s'atténue peu à peu en arrière et disparaît un peu en avant de la région hépatique, où le corps est à peu près cylindrique. La région branchiale a une longueur d'un centimètre et demi environ. Sur la face dorsale, elle présente un triangle allongé dont le sommet est dirigé en arrière, limité de chaque côté par un léger sillon, et offrant vers son milieu un sillon longitudinal plus profond, duquel partent latéralement de petites rides très peu accusées, plus nombreuses que les lignes de séparation des anneaux du corps.

Les cœcums hépatiques, au nombre d'une quarantaine, sont de simples diverticulums de la paroi intestinale indépendants les uns des autres.

La région postérieure est irrégulière ou plus ou moins bosselée, suivant la quantité de sable grossier qu'elle renferme.

Ce *Balanoglossus,* comme toutes les espèces du même genre, sécrète, par ses glandes cutanées, un mucus très abondant. On sait que le mucus des *Balanoglossus* présente une odeur particulière et que cette odeur varie avec l'espèce. Ainsi une espèce trouvée par Giard aux îles des Glénans, en face de Concarneau, le *B. Robinii,* sécrète un mucus communiquant à l'alcool une forte odeur de rhum. Dans l'espèce de Herm, ce mucus présente une odeur très marquée et tout à fait caractéristique d'iodoforme. Cette odeur est extrêmement tenace ; j'en ai encore retrouvé des traces sur des échantillons plusieurs fois changés d'alcool.

Comme ce *Balanoglossus* diffère par ses caractères de toutes les espèces décrites jusqu'à maintenant, je lui ai donné le nom de *B. sarniensis* pour rappeler la localité où je l'ai trouvé.

Le *B. sarniensis* paraît exister sur toute l'étendue de la plage à l'île de Herm, mais il ne paraît pas y être très répandu, car en remuant le sable à la bêche pendant deux heures, c'est-à-dire pendant tout le moment de la basse mer, je n'en rencontrais guère que deux ou trois échantillons. Rien d'ailleurs n'indique à l'extérieur la présence de *Balanoglossus* dans le sable, et je n'ai jamais remarqué ce tortillon de sable dont parle Giard et qui indique le gîte des *Balanoglossus* aux îles des Glénans.

2° Dans les zostères qui s'étendent jusqu'au nord de l'île vivent

Digitized by Google

quelques formes intéressantes, mais qui se trouvent aussi à Jersey et à Guernesey. Quelques Éponges (*Leucosolenia botryoides*, *Isodyctia fucorum*), des Ascidies composées (*Aplidium zostericola, Leptoclinum maculosum, asperum, gelatinosum, sabulosum, Didemnum sargassicola, Botrylloides* et *Botryllus*) y sont communes ; les Crustacés de petite taille (*Mysis vulgaris* et *chamæleon, Gastrosaccus sanctus, Cuma Audouini, Hippolyte varians*, et nombreux Amphipodes) y pullulent. Sur les zostères sont fixées de nombreuses Lucernaires (*L. octoradiata*, Lam.) ; je ne les ai observées que dans cette seule station.

3° Sous les pierres et sous les roches vers le nord et le nord-ouest de l'île se cache une faune très riche.

Parmi les Cœlentérés citons : *Sagartia sphyrodeta, S. viduata*, Müll., *Aiptasia Couchii* et *Corynactis viridis*, Allm., représentés par plusieurs variétés qui tapissent la face inférieure des rochers en compagnie de l'*Alcyonium digitatum*, L.

Parmi les Éponges : *Sycon ciliatum* et *tessellatum, Grantia compressa, Dictyocylindricus ramosus, Hymeniacidon caruncula, mammeata, Halichondria incrustans, H. panicea* et *Isodyctia simulans.*

Les Échinodermes sont représentés par des *Strongylocentrotus lividus*, assez commun, *Asterias glacialis*, qui se trouve sous presque toutes les pierres, *Ophiotryx fragilis, Ophiocoma neglecta* et *Comatula rosea*, espèces très répandues. Les *Cribella oculata* et *Asterias rubens* se rencontrent parfois sur le sable. L'*Echinocyamus pusillus*, Flem., est assez commun ; il se trouve aussi dans les zostères. Les *Cucumaria pentactes* ne sont pas rares. J'ai trouvé une fois dans un des renflements bulbeux qui sont à la base des Laminaires, un échantillon d'une Holothurie malheureusement égaré ; d'après la description que j'en ai conservée, je ne crois pas me tromper en le rapportant au *Psolinus brevis*, Forbes.

Les Turbellariés sont assez abondants : les *Leptoplana tremellaris* et *Prosthecæreus vittatus* sont fréquents ; les *Polycelis levigatus* et *Eurylepta cornuta* leur sont parfois associés, mais sont plus rares. Quant aux Némertes, je mentionnerai : *Lineus longissimus, Nemertes gracilis, Tetrastemma candidum* et des *Valenciu.*

Digitized by Google

Les Polychètes sont représentés par presque toutes les espèces de Guernesey. J'indiquerai particulièrement une très grande espèce de *Lombriconereis*, ayant 6 à 7 millimètres de large, dont je n'ai malheureusement pas obtenu l'extrémité antérieure et que je rapproche du *L. gigantea* décrit par Quatrefages, et le *P. areolata*, Gr., que je n'ai pas observé à Guernesey. Quant aux autres espèces que j'ai rapportées de Herm, ce sont surtout : *Polynoe cirrata, Sthenelais Edwardsii, Eunice Harrassii, Marphysa sanguinea, Staurocephalus rubrovittatus, Lysidice ninetta, Lombriconereis contorta, Aonia foliacea, Cirratulus Lamarkii, Siphonostomum uncinatum, Nereis Dumerilei, Syllis amica, Eulalia clavigera, Phyllodoce laminosa, Eteone longa, Glycera capitata*, etc.

Le Crustacé le plus intéressant de cette région est l'*Alpheus ruber*, Edw. ; on sait que cette espèce est essentiellement méditerranéenne. Bell le décrit dans son ouvrage d'après un échantillon trouvé dans l'estomac d'une morue à Falmouth. L'*Alpheus* n'est pas abondant à Herm ; j'en ai cependant recueilli quelques échantillons. Il signale d'ailleurs sa présence par le bruit qu'il produit en faisant craquer l'article mobile de ses pattes ravisseuses.

Avec l'*Alpheus ruber* j'ai recontré : *Stenorhynchus phalangium, Inachus dorynchus, Pisa Gibsii* et *tetraodon, Xantho florida, Pilumnus hirtellus, Pirimela denticulata, Portunus puber* et *Athanas nitescens*.

Parmi les Mollusques, je dois signaler deux Céphalopodes : *Ommastrephes sagittatus*, Lam., et *Eledone cirrhosa*, Lam. ; deux autres espèces paraissent aussi spéciales à l'île de Herm : *Galeomma Turtoni*, Turt., et *Lima hians*, Gmel.

Je n'ai pu malheureusement consacrer que quelques heures à mes recherches dans le Nord de l'île de Herm. D'abord, je ne pouvais me rendre à cette île aussi souvent que je l'aurais voulu ; de plus, j'ai surtout exploré les sables coquilliers dans le but de me procurer des *Balanoglossus* dont je tenais à posséder quelques échantillons qui pussent me permettre de faire, à mon retour en France, une étude anatomique de ce type intéressant. Mais les quelques indications, très incomplètes évidemment, que

Digitized by Google

je puis donner sur la faune de Herm, suffisent pour montrer que cette localité est d'une richesse vraiment exceptionnelle, et qu'elle procurerait aux zoologistes assez heureux pour pouvoir l'explorer à fond, des trouvailles extrêmement intéressantes.

La constitution géologique de l'île de Herm est peu différente de celle de Guernesey : dans le Nord, les rochers sont surtout granitiques et offrent quelques veines de syénite ; le Sud de l'île est surtout formé de gneiss.

SARK.

Aux espèces que j'ai trouvées en 1884 dans les grottes du Gouliot je dois ajouter plusieurs Éponges : *Geodia zetlandica*, Johnst., *Tethya lyncurium*, Johnst., et *Collingsii*, Bow., *Microciona atrasanguinea*, Bow., *Hymeniciadon mammeata*, Bow., *Isodyctia simulans*, Bow., et *Raphyrus Griffithsii*, Bow. ; quelques Actinies : *Actinoloba dianthus*, Ell., *Sagartia venusta*, Gosse, *S. viduata*, Müll., et *S. sphyrodeta*, Gosse ; un Amphipode : *Nœnia tuberculosa*, Sp. B., et un Syllidien : *Tripanosyllis Krohnii*, Gr.

Les Mollusques ne sont représentés que par quelques formes assez communes : *Anomia ephippium*, L., *Modiolaria marmorata*, Forb., et *discors*, L., *Chiton discrepans*, Br., et *levis*, Mont., *Mytilus edulis*, L., var. *ungulata*, et *Doris tuberculata*, Cuv.

J'ai enfin trouvé dans les grottes plusieurs *Æpophilus Bonnairei* et des larves de cet intéressant Hémiptère.

Digitized by Google

LISTE COMPLÈTE DES INVERTÉBRÉS MARINS

RECUEILLIS AUX ILES ANGLO-NORMANDES EN 1884 ET 1885

Spongiaires.

Sycon *ciliatum*, Hœck., j, g, h, s [1].
— *tessellatum*, Bow., g, h, s.
Grantia *compressa*, Flem., j, g, h, s.
— *ensata*, Bow., g.
Leuconia *nivea*, Grant., j, s.
Leucosolenia *contorta*, Bow., s.
— *botryoides*, Bow., j, g, h.
— *lacunosa*, Bow., g.
Leucogypsia *Gossei*, Bow., s.
Geodia *zetlandica*, Johnst., s.
Caminus *osculosus*, Grube, j, s.
Polymastia *mamillaris*, Bow., g, D.
Tethya *lyncurium*, Johnst., j, s.
— *Collingsii*, Bow., s.
Dictyocylindricus *ramosus*, Bow., j, g.
Microcionia *armata*, Bow., j, g, D.
— *atrasanguinea*, Bow., s.
Hymeniacidon *caruncula*, Bow., j, g, h.
Hymeniacidon *mammeata*, Bow., j, g.
— *armatura*, Bow., j, g, h.
— *celata*, Bow., j, g.
Halichondria *panicea*, Johnst., j, g, h, s.
— *incrustans*, Johnst., g, h.
Isodyctia *cinerea*, Bow., j, g.
— *densa*, Bow., g, D.
— *simulans*, Bow., j, g, h, s.
— *fucorum*, Bow., j, g, h.
— *infundibuliformis*, Bow., g, D.
— *parasitica*, Bow., j, g.
Chalina *cervicornis*, Bow., g.
Desidea *fragilis* (?), Johnst., j.
Verongia (*rosea ?*), Barrois, j.
Raphyrus *Griffithsii*, Bow., s.
Ophlitaspongia *papillata*, Bow., g.

Cœlentérés.

Aiptasia *Couchii*, Gosse, g, h.
Actinoloba *dianthus*, Ell., s.
Actina *equina*, L. (*A. mesembryanthemum*, Ell. et Sol.), j, g, h, s.
— *equina*, L., v. *fragacea*, g.
— *equina*, L., v. *olivacea*, etc., j.
Anemonia *sulcata*, Penn. (*Anthea cereus*, Hass.), j, g, h.
Teallia *crassicornis*, Thomp., j, g, h.
Bunodes *gemmacea*, Gosse, j, g, h.
Sagartia *parasitica*, Couch., j, g, h.
— *bellis*, Gosse (*Heliactis bellis*, Ell.), j, g, h.
— *venusta*, Gosse, s.
— *viduata*, Müll., s.
— *sphyrodeta*, Gosse, g, s.
— — v. *candida*, j.
— *troglodytes*, Goss., j, g, h.
Adamsia *palliata*, Johnst., j, D.

1. Les lettres *j, g, h, s*, indiquent que les espèces signalées ont été trouvées aux îles de Jersey, de Guernesey, de Herm ou de Sark. Je marque de la lettre D les espèces qui ne se trouvent qu'à la drague. Les espèces marquées d'un astérisque m'ont été indiquées par M. Sinel.

Digitized by Google

Edwarsia *callimorpha*, Goss., j, g.
— *Harrassii*, Qf., h.
Corynactis *viridis*, Allm., h, s.
— v. *smaragdina*.
— *rhodoprasina*.
— *chrysochlorina*
Corynactis *viridis*, Allm., v. *coralina*.
Peachia *undata*, Goss., h.
Caryophyllia *Smithii*, Stock., g, h.
Alcyonium *digitatum*, L., h, s.
Lucernaria *octoradiata*, Lam., j, h.

Échinodermes.

Strongylocentrotus *lividus*, Br., j (D), g, h.
Sphærechinus *granularis*, Ag., j (D).
Spatangus *purpureus*, Müll., h.
Echinocardium *cordatum*, Penn., g.
— *flavescens*, Müll., h.
Echinocyamus *pusillus*, Flem., h.
Asteriscus *verruculatus*, Retz. (*Ast. gibbosa*), j, g, h.
Asterias *glacialis*, Müll., j, g, h.
— *rubens*, L., j (D), g, h.
Solaster *papposus*, Retz, j, D.
Cribella *oculata*, Penn., j, g, h.
Palmipes *membranaceus*, Retz, j, D.
Luidia *fragilissima*, Forb., g, D.
Ophiotryx *fragilis*, Müll., j, g, h.
Ophiocoma *neglecta*, Johnst., j, g, h.
Ophiura *albida*, Forb., j, D.
— *texturata*, Lam., j, D.
Antedon *rosaceus*, Link., j, g, h.
Cucumaria *pentactes*, Gunn., g, h.
— *frondosa*, Müll., g.
Psolinus *brevis*, Forb., h.
Synapta *inhærens*, Düb. et K., j, g, h.

Vers.

Leptoplana *tremellaris*, Œrst., j, g, h.
Prosthecæreus *vittatus*, Lang. (*Procerus cristatus*, Qf.), j, g, h.
Oligocladus *sanguinolentus*, Qf., j.
Stilochoplana *maculata*, Stimps., j.
Polycelis *levigatus*, Qf., j, h.
Proceros *argus*, Qf., g.
Eurylepta *cornuta*, Müll., g, h.
Lineus *longissimus*, Simm. (*Borlasia Angliæ*, Qf.), j, g, h.
— *gesserensis*, Johnst., j.
Valencia *splendida*, Qf., j, g, h.
— *longirostris*, Qf., j, g, h.
— *ornata*, Qf., j, g, h.
Amphiporus *lactifloreus*, M. Sert. (*Ommatoplea rosea*, Johnst.; *Polia mandilla*, Qf.), j.
Nemertes *gracilis*, Qf., j. g.
Polia *filum*, Qf., j.
— *sanguirubra*, Qf., j.
Terebratulus *bilineatus*, Ren., j.
Tetrastemma *candidum*, Müll., j, g, h.
Avenardia *Priei*, Giard, h.

Phascolosoma *elongatum*, Kef., j, g, h.
— *margaritaceum*, Sars, j. g, h.

Aphrodite *aculeata*, L., j, D.
— *hystrix*, A. et E., j, D.
Polynoe *cirrata*, Müll., j, g, h.
— *squamata*, Sav., j, g.
— *areolata*, Grub. (*Antinoe nobilis*, Lank.), h.
Lagisca *propinqua*, Malmg. (*P. extenuata*, Gr.), j, g.
Harmothoe *Malmgreni*, Lank., g, h.
Sthenelais *Edwardsii*, Qf., j, g, h.
Eunice *Harrassii*, A. et E., j, g, h.
— *Belli*, A. et E., j.
Marphysa *sanguinea*, A. et E., j, g, h.
Staurocephalus *rubrovittatus*, Gr., g, h.
Lysidice *ninetta*, A. et E., j, g, h.
Lumbriconereis *contorta*, Qf., j, g, h.
— *humilis*, Qf., j, g.
— *gigantea*, Qf. (?), h.

Digitized by Google

Nephtys *Hombergii*, A. et E., j, g, h.
— *scolopendroides*, D. Ch., j.
— *longosetosa*, Œrst., j.
Aonia *foliacea*, A. et E., j, h.
Cirratulus *Lamarkii*, A. et E., j, g, h.
Chloræma *Dujardinii*, Qf., g.
Siphonostomum *uncinatum*, A. et E., j, g, h.
Nereis *cultrifera*, Grub., j, g, h.
— *Dumerilei*, A. et E., j, g, h.
— *Marionii*, A. et E., j.
— *falsa*, Qf. (*Nereilepas parallelogramma*, Clp.), g.
— *irrorata*, Mgr. (*Praxithea irrorata*), j.
Nereilepas *lobulatus*, Qf., j.
Leptonereis *Vaillantii*, St-Jos., j.
Syllis *amica*, Qf., j, g, h, s.
— *divaricata*, Kef., j, g, s.
Grubea *fusifera*, Qf., j.
Claparedia *filigera*, Qf., j.
Tripanosyllis *Krohnii*, Gr., s.
Eulalia *clavigera*, A. et E., j, g, h.
Phyllodoce *laminosa*, Sav., j, g, h.
Eteone *longa*, Sav., j, g, h.
Glycera *capitata*, Œrst., g, h.
— *lapidum*, Qf., j.
— *alba*, Ratk., h.
Chætopterus *Valencinii*, Qf., g, h.
— *Quatrefagesii*, Jourd., j, g.
Clymene *lombricoides*, A. et E., j, g, h.
Leiocephalus *coronatus*, Qf., h.
Arenia *cruenta*, Qf., h.
— *fragilis*, Qf., h.
Petaloproctus *terricola*, Qf., j, g.
Arenicola *piscatorum*, Cuv., j, g, h.
— *ecaudata*, Johnst., j, g, h.
Ophelia *bicornis*, Sav., j.
Ammotrypane *æstroides*, Ratk. (*Travisia Forbesii*, Johnst.), h.
Aricia *Cuvieri*, A. et E., j, g, h.
Leucodore *ciliatus*, Johnst., j.
Terebella *conchilega*, Pall., j, g, h.
— *prudens*, Cuv., j.
— *nebulosa*, Mont., j, g.
— *Montagui*, Qf., g.
Sabella *pavonina*, Sav., j, g, h.
— *verticillata*, Qf., j, g.
— *arenilega*, Qf., j, g, h.
Protula *protensa*, Grub., j, g.
Filigrana...., s.
Salmacina *Dysteri*, Qf., j.
Vermilia *conigera*, Qf., j, g.
— *tricuspis*, Qf., j, g.
Serpula *fascicularis*, Lam., j, g.
Spirorbis *communis*, Flem., j, g, h.

Argiope *capsula*, Jeffr., j.

Crisia *denticulata*, Lam., j, g, s.
— *cornuta*, L., j, g, s.
Bugula *avicularia*, L., j, g.
Bicellaria *ciliata*, L., j.
Scrupocellaria *scrupea*, Busk., j, g, s.
— *reptans*, L., j.
Membranipora *pilosa*, L., j, g, s.
— *membranacea*, j, g, h, s.
— *lineata*, L., j.
Cellepora *pumicosa*, L., j, s.
Lepralia *foliacea*, Ell. et Sol., j, g, s.
Mucronella *Peachii*, Jhst., j, g, h, s.
— *coccinea*, Hincks., j.
— *variolosa*, Jhst., j.
Flustrella *hispida*, Fabr., j.
Bowerbankia *imbricata*, Ald., j, g, h.
Smittia *reticulata*, J. Mac., j.
Cribilina *punctata*, Hass., j.
Pedicellina *cernua*, Pall., j, g.
Loxosoma *phascolosomatum*, Vogt., j, g, h.

Ascidies.

Ciona *intestinalis*, L., j, g.
— v. *canina*, j, g.
— v. *fascicularis*, j, g.
Ascidia *mentula*, Müll., j, g, h.
Ascidia *producta*, Hanck., j, g.
Ascidiella *aspersa*, Müll., j, g, h.
— *scabra*, Müll., j.
Polycarpa *glomerata*, Ald., j, g.

Digitized by Google

Cynthia *rustica*, Müll., j, g, h, s.
— *granulata*, Ald., j, s.
— *sulcatula*, Ald., j, g, h.
Molgula *arenosa*, Ald., s.
— *socialis*, Ald., g.
Anurella *roscovita*, Lac., j.
Ctenicella *Lanceplaini*, Lac., j.
Clavelina *lepadiformis*, Wigm., j, g.
Perophora *Listeri*, Müll., j, g.
Aplidium *zostericola*, Giard, j, g, h.
Amaroucium *Nordmanni*, Edw., j, g, s.
— *albicans*, Edw., j, g, s.
— *proliferum*, Edw., j, g.
Fragarium *elegans*, Giard., j, g.
Morchellium *argus*, Giard., j, g.
Leptoclinum *maculosum*, Edw., j, g.
— *asperum*, Edw., j, g.
— *durum*, Edw., j, g.
Leptoclinum *Lacazii*, Giard., g.
— *fulgidum*, Edw., j, g, h.
— *gelatinosum*, Edw., j, g.
— *sabulosum*, Giard., j, g, h.
Didemnum *sargassicola*, Giard., j, g, h.
Diplosoma *Kœhleri*, Lah., j, g.
Botrylloides *rotifera*, Edw., j, g.
— *rubrum*, Edw., j, g.
Botryllus *Schlosseri*, Sav., j, g, h.
— v. *Adonis*, Giard., j, g.
— *pruinosus*, Giard., j.
— *smaragdus*, Giard., j, g.
— *violaceus*, Giard., j, g.
— *aurolineatus*, Giard., j, g.
— *rubigo*, Giard., j.
— *morio*, Giard., j.

Crustacés.

Stenorhynchus *phalangium*, Edw., j, g, h.
— *tenuirostris*, Bell., j, g.
— *ægyptus*, Edw., j.
Acheus *Cranchii*, Leach., j.
Inachus *dorynchus*, Leach., j, g, h.
— *dorsettensis*, Leach., j.
* — *leptochirus*, Leach., j, D.
Pisa *Gibsii*, Leach., j, g, h.
— *tetraodon*, Leach., j, h.
***Hyas** *coarctatus*, Leach., j, D.
* — *araneus*, Leach., j, D.
Maia *squinado*, Latr., j, g.
Eurynome *aspera*, Leach., j, D.
Xantho *florida*, Leach., j, g, h.
— *rivulosa*, Edw., j, g.
Pilumnus *hirtellus*, Leach., j, g, h.
Cancer *pagurus*, Bell., j, g.
Pirimela *denticulata*, Leach., j, g, h.
Carcinus *mœnas*, Leach., j, g.
Ebalia *Pennantii*, Leach., j, D.
— *Bryerii*, Leach., j, D.
— *Cranchii*, Leach., j, D.
Portunus *puber*, Leach., j, g, h.
— *corrugatus*, Leach., j, g.
Portunus *arcuatus*, Leach., j, g.
— *holsatus*, Fabr., j.
— *pusillus*, Leach., j.
— *depurator*, Leach., j, g.
— *marmoreus*, Leach., j.
***Portumnus** *variegatus*, Leach., j, D.
Pinnotheres *pisum*, Latr., j, g.
***Dromia** *vulgaris*, Edw., j.
Corystes *cassivelaunus*, Penn., j, g, h.
Porcellana *platycheles*, Lam., j, g.
— *longicornis*, Edw., j, g, h.
Thia *polita*, Leach., j, h.
Gebia *deltura*, Leach., j, g, h.
Callianassa *subterranea*, Leach., j.
Axius *stirhynchus*, Leach., j, g, h.
Pagurus *Bernhardus*, Fabr., j, g.
— *cuanensis*, Thomp., j, D.
— *Hyndmanni*, Thomp., j, D.
Eupagurus *Prideauxii*, Leach., j, D.
Homarus *vulgaris*, Edw., j, g.
Palinurus *vulgaris*, Latr., j, g.
Scyllarus *arctus*, Rœm., g, D.
Galathæa *squamifera*, Leach., j, g.
— *strigosa*, Fabr., j.
— *Andrewsii*, Nor., j, D.

Digitized by Google

***Galathæa** *nexa*, Embl., j, D.
Palæmon *serratus*, Fabr., j, g.
— *squilla*, Fabr., j, g.
— *varians*, Leach., g.
Crangon *vulgaris*, Fabr., j, g.
— *fasciatus*, Risso, j, g.
— *sculptus*, Bell., j.
— *bispinosus*, Westw., j.
— *trispinosus*, Hailst., j.
Nika *edulis*, Risso., j.
Pandalus *annulicornis*, Leach., j, D.
Athanas *nitescens*, Leach., j, g, h.
Hippolyte *varians*, Leach., j, g.
— *Cranchii*, Leach., j, D.
— *viridis*, Edw., j, g.
***Lysmata** *seticaudata*, Risso., j.
Alpheus *ruber*, Edw., h.
Mysis *chamæleon*, Thomp., j, g.
— *vulgaris*, Thomp., j, g.
— *Griffithsiæ*, Bell., j.
Temisto *brevispinosus*, Goods., j, g.
***Cynthia** *Flemmingii*, Goods., j.
Thysanopoda *Couchii*, Bell., j.
Cuma *Edwardsii*, Bell., j.
Sphinoe *serrata*, Norm., j.
— *trispinosa*, Goods., j.
Gastrosaccus *sanctus*, Ben., j, g, h.
Squilla *Desmarestii*, Risso., j.

Talitrus *locusta*, Latr., j, g, h.
Orchestia *mediterranea*, Costa., j, g.
— *littorea*, Leach., j, g.
Nicæa *Lubbockiana*, Sp. B., j, s.
Montagua *monoculodes*, Sp. B., j, g, s.
— *marina*, Sp. B., j, g, s.
Ampelisca *Gaimardii*, Kr., j.
Anonyx *Edwardsii*, Kr., j, g, h.
Dexamine *spinosa*, Leach., j, g.
Atylus *Swammerdamii*, Sp. B., j, g.
— *bispinosus*, Sp. B., j, g, h.
Pherusa *fucicola*, Leach., j, g, h.
— *bicuspis*, Edw., j.
Iphimedia *obesa*, Ratke., j.
Leucothoe *articulosa*, Leach., j, g.
Aora *gracilis*, Sp. B., j, s.
Gammarella *longicornis*, Kœhl., j.
Melita *palmata*, Leach., j, g.
Mæra *grossimana*, Leach., j, g, h.
Erysthæus *erythrophtalmus*, Sp. B., j.
Amathila *Sabini*, Leach., j.
Gammarus *marinus*, Leach., j, g, h.
— *locusta*, Fabr., j, g, h.
Amphitoe *littorina*, Sp. B., j, g.
— *gammaroides*, Sp. B., j, g.
Podocerus *falcatus*, Sp. B., j, g, h, s.
— *capillatus*, Ratk., j, s.
Chelura *terebrans*, Philip., j.
Microdeutopus *grillotalpa*, Costa., j, g, s.
— *Websterii*, Sp. B., j, s.
Corophium *longicorne*, Latr., g.
Syphonœcetes *typicus*, Kr., j.
Exunguia *stillipes*, Nordm., s.
Nœnia *tuberculosa*, Sp. B., s.

Spheroma *serratum*, Fabr., j, g, h.
— *prideauxianum*, Leach., j, g, h.
Dynamene *viridis*, Leach., j, g.
— *Montagui*, Leach., j, g.
Cymodoce *truncata*, Leach., j, g.
Nesea *bidentata*, Leach., j, g.
Idothea *tricuspidata*, Desm., j, g, h.
— *pelagica*, Leach., j.
— *linearis*, L., j, g, h.
— *acuminata*, Leach., j, g.
— *appendiculata*, Risso., j.
— *emarginata*, Fabr., j.
Limnoria *lignorum*, Ratk., j.
Janira *maculosa*, Leach., j, g, h.
Cirolana *Cranchii*, Leach., j.
Conilera *cylindracea*, Mont., v. *punctata*, j.
Ligia *oceanica*, Fabr., j.
Iæra *Nordmanni*, Ratk., j, g, s.
Iæropsis *brevicornis*, Kœhl., s.
Bopyrus *squillarum*, Latr., j, g, h.
Anilocra *mediterranea*, Leach., j, g.
Paranthura *Costana*, Sp. B., j, g, h.
Apseudes *talpa*, Leach., j, s.
Tanais *vittatus*, Lilljb., j, g, s.
Leptochelia *Edwardsii*, Kr., j, g, s.
Paratanais *forcipatus*, Lilljb., j, g.

Digitized by Google

Anceus *maxillaris*, Mont., j, g.
Praniza *cærulea*, Desm., j, g.

Protella *phasma*, Sp. B., j.
Caprella *hystrix*, Kr., j, g, s.
— *linearis*, Edw., j, g.
Nebalia *Geoffroyi*, Edw., j, g, h.

AUTRES ARTHROPODES.

Æpus *Robinii*, Lab., j.
Ochtebius *Lejolisi*, Leach., j.
Æpophilus *Bonnairei*, Sign., j, s.
Corysa sp., g.
Philhydrus *maritimus*, Oliv., g.
Larves *de Diptères*.
Ammothea *longipes*, Hodg., j, g, s.
Pygnogonum *littorale*, Strøm., j, g.
Halacarus, sp. ?

Mollusques.

(*A ajouter aux listes de M. Duprey.*)

Doris *flammea*, A. et H., j, g.
— *tuberculata*, A. et H., j, g, s.
— *Johnstoni*, A. et H., j, g.
Eolis *Cuvieri*, Lam., j, g.
Triopa *claviger*, Müll., j, g.
Pleurobranchus *membranaceus*, Mont., j, g, h.
Rissoa *cimicoides*, Forb., g.
Scaphander *lignaria*, L., g, h.
Scalaria *Turtonis*, Turt., g, h.
— *clathratula*, Adams, g.
Odostomia *conspicua*, Ald., g.
— *excavata*, Philip., g.
Odostomia *scalaris*, Philip., g.
Galeomma *Turtonis*, Turt., h.
Nassa *pygmea*, Lam., g.
Defrancia *gracilis*, Mont., g, h.
— *reticulata*, Ren., g, h.
Pleurotoma *attenuata*, Mont., g.
Cylichna *cylindracea*, Brugn., g.
Dentalium *tarentinum*, Lam., g, h.
Lima *hians*, Gmel., h.
Tapes *virgineus*, L., v. *sarniensis*, g.
Ommastrephes *sagittatus*, Lam., h.
Eledone *cirrhosa*, Lam., h.

Chordata.

Balanoglossus *sarniensis*, Kœhl., h.
Amphioxus *lanceolatus*, Yar., h.

Digitized by Google

TRACÉ D'UNE COURBE

DONNANT

LA TEMPÉRATURE MOYENNE

DE TOUS LES POINTS SITUÉS SUR UN MÊME MÉRIDIEN

ÉQUATEUR ANALLOTHERMIQUE

Par M. C. MILLOT

ANCIEN OFFICIER DE MARINE, CHARGÉ D'UN COURS COMPLÉMENTAIRE DE MÉTÉOROLOGIE
A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Pour représenter plus complètement la répartition des températures moyennes à la surface du globe, j'ai imaginé de joindre aux cartes d'isothermes des diagrammes donnant la température moyenne de tous les points situés sur un même méridien, en choisissant, à cet effet, des méridiens le long desquels la distribution des températures offre des particularités remarquables.

Voici comment on obtient ces figures :

Tracez un cercle de rayon quelconque, qui représentera un méridien terrestre, celui de Paris, par exemple (0° — 180°). Marquez sur la circonférence de ce cercle, chacun à sa latitude, les points où les différentes lignes isothermes coupent ce méridien. Adoptez une échelle quelconque, celle de 1 millimètre pour 1° centigrade, par exemple, et, de chaque point, menez dans la direction du rayon une ligne d'une longueur correspondante à la température. Les températures supérieures à zéro seront portées extérieurement à la circonférence, celles au-dessous de zéro le

Digitized by Google

seront en dedans. En joignant par un trait continu les extrémités de toutes ces lignes, on obtiendra une courbe fermée qui représentera l'*allure* de la température moyenne tout le long du méridien de Paris et pourra fournir la température moyenne des points intermédiaires à ceux qui ont servi à tracer ce diagramme. Une telle courbe donne ce que l'on pourrait appeler la *pente thermométrique* sur le méridien considéré.

On peut ainsi tracer non seulement la courbe de température moyenne sur tel ou tel méridien, mais aussi celle que fournit l'intersection du méridien avec les lignes *isothères,* ou moyennes de juillet, et avec les lignes *isochimènes,* ou moyennes de janvier.

I.

La figure 1 (voir ci-contre) représente l'allure de la température moyenne annuelle le long du méridien de Paris ; l'étude de cette courbe donne lieu aux remarques suivantes :

1° Grâce au Gulf-stream, l'isotherme de zéro coupe le méridien de Paris au nord du cercle polaire, de sorte que le pôle de froid est rejeté de l'autre côté du pôle, vers l'Asie ;

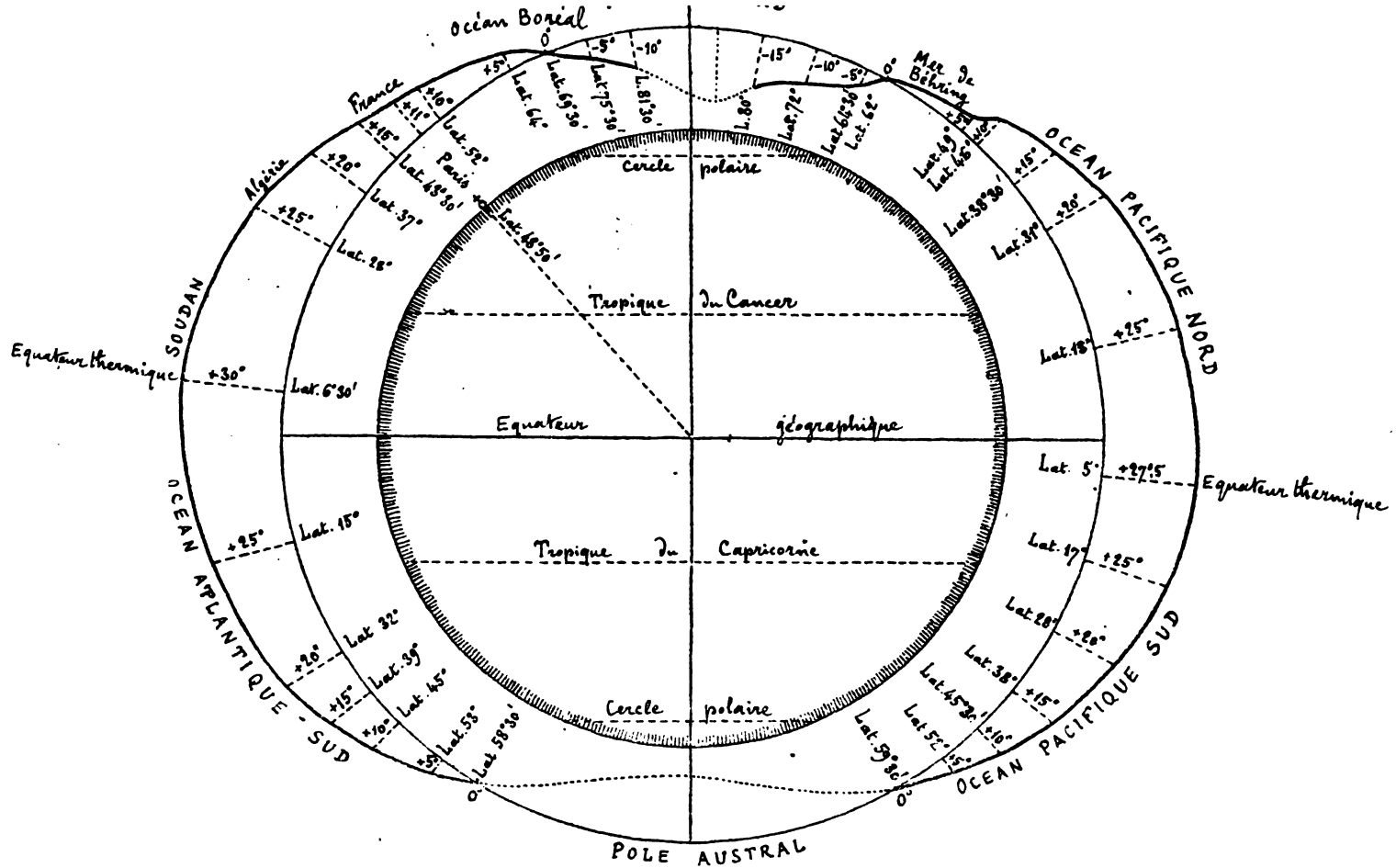
2° Sur le 180ᵉ méridien, la majeure partie des eaux du *Kuro-Sivo* ou Gulf-stream du Pacifique est arrêtée par la barrière des îles Aléoutiennes et ne pénètre pas dans la mer de Behring, ce qui est indiqué très nettement par la courbe; de plus, l'isotherme de zéro coupe le méridien au sud du cercle polaire ;

3° Sur le méridien de Paris, l'équateur thermique, à cause de l'influence des masses continentales, passe bien au nord de l'équateur géographique : il coupe le méridien zéro par 6°30′ de latitude, ce qui correspond à peu près au rivage nord du golfe de Guinée ;

4° Sur le 180ᵉ méridien, au contraire, l'équateur thermique tombe au milieu de l'océan Pacifique et passe à 5 degrés au sud de l'équateur. En ce point, la température moyenne n'est que de 27°5, tandis qu'elle est de 30° au croisement de l'équateur thermique avec le méridien de Paris;

5° Dans l'hémisphère sud, qui est exclusivement océanique sur le méridien de Paris, la décroissance de la température vers le

Digitized by Google



Courbe donnant la température moyenne annuelle en chacun des points du méridien de Paris.

Échelle : 0mm,5 pour 1° centigrade.

Digitized by Google

pôle est beaucoup plus uniforme et les deux portions de la courbe sont à peu près symétriques par rapport à l'axe de la terre ; il y a tout lieu de supposer que le pôle de froid austral coïncide avec le pôle géographique, ou s'en écarte très peu ;

6° Le segment de la sphère compris entre les isothermes de 25° est beaucoup plus large sur le méridien de Paris que sur le 180e et sa majeure partie est située au nord de l'équateur : c'est là l'effet du continent africain.

II.

La courbe de la figure 2 donne la température moyenne annuelle en chacun des points du méridien 105° Ouest — 75° Est qui passe par le pôle de froid américain. Voici ce qu'elle offre de particulier :

1° Le pôle de froid ne se trouve plus du côté de l'Asie et c'est à gauche de l'axe terrestre qu'on remarque la plus forte dépression de la courbe. L'isotherme de zéro coupe le 105e méridien par une latitude assez basse, 53°30′ ;

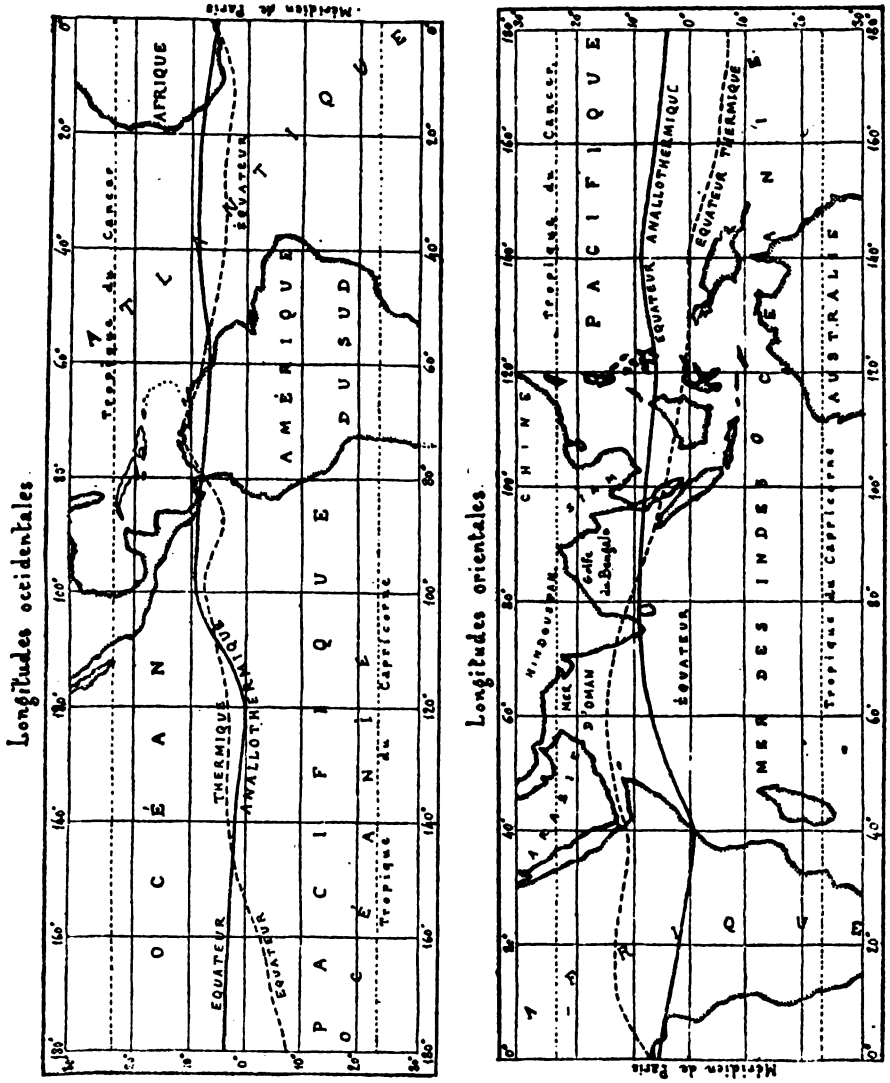
2° L'équateur thermique coupe ce méridien dans l'océan Pacifique, au sud du Mexique ; la température moyenne est de 28° à leur point de rencontre qui se trouve à 8 degrés au nord de la ligne équinoxiale ;

3° Quant à la portion de la courbe qui se trouve dans l'hémisphère sud, elle présente la plus grande régularité, car elle passe tout entière sur les océans ;

4° Sur le méridien asiatique de 75° Est, l'équateur thermique remonte jusque par 13° de latitude nord, et comme il passe en Hindoustan, la température moyenne y atteint 31° ;

5° La courbe fait voir aussi l'abaissement de la température moyenne que l'on observe sur le haut plateau de Pamir et les steppes du Turkestan, et plus encore celui qu'on trouve en Sibérie.

Digitized by Google



Digitized by Google

mique remonte au nord du dixième parallèle, et va passer sur le golfe d'Aden, qui est bordé de régions désertiques, où la sécheresse de l'air occasionne des écarts de température relativement considérables, eu égard à la latitude.

Bibliographie. — Pour construire les figures 1 et 2, ainsi que pour tracer l'équateur thermique, je me suis servi de la carte n° 5 de l'*Atlas du Cosmos*, édité par L. Guérin en 1867, pour accompagner les œuvres d'Alexandre de Humboldt et de François Arago. Les cartes de cet atlas de physique du globe ont été dressées par M. Vuillemin, sous la direction de M. Barral.

Pour la figure 3, j'ai consulté les cartes isothermiques 24 et 25 du Traité de météorologie de Mohn, édition française, 1884 (traduction de M. Decaudin Labesse).

Pour construire les neuf figures qui m'ont fourni 18 points d'intersection de l'équateur anallothermique avec les méridiens, je me suis servi des excellentes cartes d'isothermes que M. Teisserenc de Bort a publiées, en 1881, dans les *Annales du Bureau central météorologique.*

Digitized by Google

NOTE SUR LA DÉCOUVERTE

DE PHOSPHORITES

AU KEF EL HAMMAM

PRÈS FÉRIANA (TUNISIE OCCIDENTALE)

Par M. THOMAS

MÉDECIN VÉTÉRINAIRE EN PREMIER AU 10e HUSSARDS

AVEC UNE ANALYSE DE CES PHOSPHORITES

Par M. KLOBB

CHARGÉ DE COURS A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

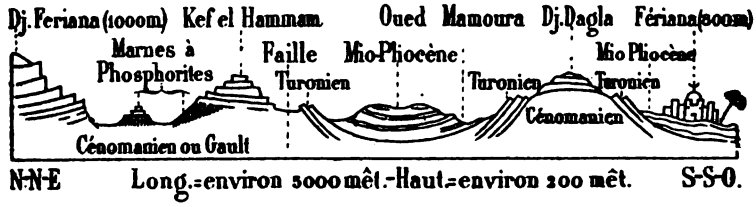
I.

Le village tunisien de Fériana, situé par 38°85′ de latitude Nord et 6°90′ de longitude Est, se trouve dominé par une chaîne de montagnes courant de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est et se rattachant, d'une part, au massif du Djebel Safsaf sur la frontière algérienne, d'autre part, au massif du Selloum et du Nouba qui termine cette chaîne au Nord-Est. Dans la constitution de cette longue chaîne entrent surtout des roches calcaires et dolomitiques, appartenant aux formations de la craie moyenne et supérieure. A la base même du Djebel Dagla, au revers méridional duquel est adossé le village de Fériana, j'ai reconnu les marnes bariolées et gypsifères du cénomanien supérieur d'Algérie, caractérisé par *Ammonites c. f. inflatus,* Sowerby (fragments), *Cardium Pauli, Plicatula Regnesi* et *Ostrea rediviva,* Coquand,

Digitized by Google

Holectypus excisus, Cotteau, *Echinobrissus angustior,* Gauthier. Ces mêmes marnes sont flanquées, au Nord et au Sud, de puissants calcaires dolomitiques que j'ai tout lieu de croire turoniens.

A une petite distance, au Nord de ce ridement méridional, dont l'altitude ne dépasse pas 900 mètres, se dresse un ridement parallèle constituant la chaîne principale sous les noms de Djebel Metechma (1,121 mèt.) et Kef el Hammam, qu'une étroite vallée, parcourue par l'oued Mamoura de l'Ouest à l'Est, sépare du Djebel Dagla. Le nom de Kef el Hammam signifie « le rocher des eaux » et ce nom se trouve justifié par l'émergence, à sa base méridionale, des abondantes et belles sources qui alimentèrent l'antique cité romaine nommée Thelepte, dont les ruines immenses s'étendent tout près de là, sources qui, aujourd'hui encore, font vivre le village de Fériana. C'est au pied et sur le versant Nord du Kef el Hammam que j'ai découvert les phosphorites fossiles qui sont l'objet de cette note. La coupe ci-dessous, en précisant la station de ce gisement, montrera les relations géologiques du Kef el Hammam avec les diverses parties constituantes de la chaîne principale dont il fait partie.



C'est dans des marnes calcaires jaunâtres et grumeleuses, d'une puissance visible d'environ 2 mètres, que j'ai recueilli, à la base septentrionale du Kef el Hammam, de nombreux moules internes de coquilles fossiles en grande partie formés de phosphate de chaux. Ces moules ne sont malheureusement pas déterminables spécifiquement, on peut seulement reconnaître qu'ils appartiennent à des brachiopodes, à des gastéropodes et à des échinides appartenant aux genres *Rhynchonella, Terebratula, Pterocera, Avellana, Trochus* et *Salenia.* Quelques-uns de ces fossiles, notamment les Rhynchonelles, les Térébratules et les *Avellana,* ont un facies franchement albien. Mais il est impossible de leur

Digitized by Google

accorder un âge aussi ancien, à moins d'admettre l'existence d'une faille assez profonde entre le système du Kef el Hammam et celui du Djebel Dagla où j'ai rencontré, à peu près sur le même horizon, des fossiles caractéristiques de l'époque cénomanienne. D'ailleurs, un fait bien probant m'oblige à admettre la contemporanéité des couches du Djebel Dagla avec celles à phosphorites du Kef el Hammam : c'est la rencontre que j'ai faite, sur le sommet du premier, de deux moules de Rhynchonelles en phosphate de chaux, identiques à ceux du Kef el Hammam. Il existe d'ailleurs, sur ces deux points, un mélange fort remarquable d'espèces caractéristiques de la craie moyenne et de la craie supérieure, mélange dont ce n'est point la place ici de chercher l'explication, mais qui me porte à admettre leur contemporanéité. Le tableau ci-après résumera les renseignements que j'ai pu recueillir sur la paléontologie de ces deux points d'un même horizon que je crois devoir, jusqu'à plus ample informé, classer dans le cénomanien supérieur.

Djebel Dagla (sommet).

Ostrea Costei, Coq.	Sénonien.
— *Brossardi*, Coq.	Sénonien.
— *Bourguignati*, Coq.	Sénonien.
— *rediviva*, Coq.	Cénomanien.
— *flabellata*, d'Orb.	Cénomanien.
Echinobrissus pseudominimus, Pir. et Gauth.	Santonien.
— *rotundus*, Pir. et Gauth.	Cénomanien.
Holectypus turoniensis, Desor.	Turonien et sénonien.
Epiaster, très voisin de *E. Vattonei*, Coq.	Cénomanien.
Salenia sculigera, Gray	Sénonien.
Nerinæa.	A facies cénomanien.
Venus.	
Panopæa	
Plicatula.	
Polypier du genre *Flabellum*.	
Dent d'*Otodus appendiculatus*, Agassiz	Sénonien.
Pinces de *Callianassa*	Sénonien.

Kef el Hammam (base).

Nerita (*otostoma*) *c. f. N. Fourneli*, Bayle	Turonien.
Ostrea Costei, Coq.	Sénonien.
— *Boucheroni*, Coq.	Sénonien.
Ammonites sp.? qui a les côtes de l'*A. rhotomagensis*, du cénomanien, mais qui semble carénée.	

Digitized by Google

Echinobrissus pseudominimus, Pir. et Gauth. . . .	Sénonien.
Epiaster c f. Vattonei, Coq.	Cénomanien.
Holectypus turoniensis, Desor.	Turonien et sénonien.
Salenia sp.?	
Trochus sp.?	
Pterocera sp.?	
Avellana.	A facies albien (Gault).
Rhynchonella.	
Terebratula	

Je ne puis donner aucun renseignement précis sur l'étendue et la teneur en phosphorites du gisement de Kef el Hammam, mon attention n'ayant été attirée qu'après mon passage dans cette localité sur la présence du phosphate de chaux dans les moules internes des fossiles que j'y avais recueillis. Tout ce que je puis affirmer, c'est que les marnes qui recèlent ces phosphorites affleurent sur de nombreux points intermédiaires entre le Kef el Hammam et le Djebel Fériana et que, d'autre part, partout où je les ai rencontrées, j'ai constaté l'extrême abondance des moules de fossiles cités ci-dessus, moules dont j'ai pu remplir mes poches en quelques minutes. Je ne doute pas, enfin, que ces marnes grumeleuses soient elles-mêmes fortement imprégnées de phosphate de chaux, comme cela a été constaté dans les gisements presque contemporains de la Meuse et des Ardennes; de même, il me paraît probable qu'on les retrouvera bien développées à l'Est du Kef el Hammam, dans les massifs des Djebels Selloum et Nouba. Enfin, je rappellerai pour mémoire que, il y a une dizaine d'années, on a découvert dans des marnes albiennes du Djebel Bou Thaleb, dans le département de Constantine, de nombreux moules de fossiles, principalement de céphalopodes déroulés, contenant de 40 à 50 p. 100 de phosphate de chaux [1]. Ce gisement, que j'ai visité moi-même en 1879, me semble avoir, sous certains rapports, beaucoup d'analogie avec celui du Kef el Hammam, mais, à l'encontre de ce dernier, il est parfaitement daté par ses fossiles et appartient sans conteste à l'étage du Gault.

1. V. A. Péron, *Essai d'une description géologique de l'Algérie*, Paris, 1883, page 70.

Digitized by Google

II. — Analyses des rognons de phosphates.

M. Thomas, au cours de sa dernière tournée géologique en Tunisie, a découvert, ainsi qu'on a pu s'en convaincre ci-dessus, dans les environs de *Fériana*, quelques fossiles qui lui ont paru mériter une attention spéciale. Certains indices permettaient, en effet, d'y soupçonner la présence du phosphate de chaux.

Ce sont des rognons qui n'ont pas très bien conservé la forme du mollusque primitif, et dont le volume varie depuis celui d'une noix jusqu'à celui du poing.

Tous ces échantillons ont été reconnus effectivement pour des phosphates fossiles. Leur richesse est très variable. Ainsi, les rognons que j'ai analysés, un peu plus gros qu'une noix, contenaient 47 et 48 p. 100 de phosphate de chaux ($Ph^2O^8Ca^3$). Je me suis servi, pour ces dosages, du procédé Soulié.

D'autre part, des rognons analysés au laboratoire de l'École des mines ont donné de 55 à 60 p. 100 pour les plus gros échantillons, et de 6 à 10 p. 100 seulement pour les petits. Ainsi, les coquilles les plus volumineuses paraissent être aussi les plus riches.

En résumé, les phosphates dont il s'agit appartiennent au genre phosphorite. Il en existe, paraît-il, des gisements d'une certaine importance dans les localités signalées par M. Thomas : aussi l'agriculture ne manquera pas, certainement, de tirer parti de cette découverte.

Digitized by Google

NOTE

SUR

L'ACTION DE LA POTASSE ALCOOLIQUE

SUR L'URÉE ET QUELQUES URÉES SUBSTITUÉES

RÉACTION INVERSE DE CELLE DE WŒHLER

Par M. A. HALLER

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

On sait que les uréthanes peuvent être considérées comme les éthers de l'acide carbonique (première amide carbonique), tandis que l'urée est la diamide carbonique. Or, dans nos études sur la campholuréthane[1], nous avons remarqué que celle-ci, chauffée avec la quantité théorique d'une solution *alcoolique* de potasse, se dédouble en cyanate de potasse et camphol suivant l'équation :

$$CO\begin{cases}AzH^2\\O\,C^{10}H^{17}\end{cases} + KHO = CO\,AzK + C^{10}H^{18}O + H^2O$$

De plus, chauffée seule, elle se scinde en acide cyanurique et camphol :

$$3\,CO\begin{cases}AzH^2\\O\,C^{10}H^{17}\end{cases} = C^3Az^3O^3H^3 + 3\,C^{10}H^{18}O$$

Ces deux réactions n'appartiennent pas exclusivement à la campholuréthane.

1. *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1511, et t. XCIV, p. 869.

Digitized by Google

En effet, M. Arth les a généralisées dans notre laboratoire, et a démontré que toutes les uréthanes étudiées par lui possèdent la première de ces réactions, tandis que le second dédoublement n'appartient qu'aux uréthanes dérivées des alcools à point d'ébullition relativement élevé comme la camphol, la menthol et la capryluréthane.

Cette propriété des uréthanes nous a suggéré l'idée de rechercher la façon dont se comportent l'urée, la sulfo-urée et quelques urées substituées vis-à-vis de la potasse en solution alcoolique. On sait que, sous l'influence de la potasse aqueuse, les urées comme les uréthanes se dédoublent en acide carbonique et ammoniaque, ou amines quand il s'agit de dérivés substitués.

Pour ces recherches, nous nous sommes placés dans les mêmes conditions que celles dans lesquelles on a opéré avec les uréthanes.

Urée. Les essais ont porté sur de l'urée artificielle, obtenue par le procédé Wœhler et sur de l'urée retirée des urines. Les résultats ont été identiques dans les deux cas.

On a introduit dans un tube, 2gr,50 d'urée sèche et 2gr,50 de potasse dissoute dans 20 grammes d'alcool absolu. Le tube, fermé à la lampe, a ensuite été chauffé au bain-marie pendant 12 heures. Après refroidissement, on a constaté sur les parois du verre, des petits cristaux prismatiques qu'on a recueillis sur filtre et lavés avec un peu d'alcool. Ces cristaux sont presque complètement solubles dans l'alcool bouillant ; il n'est resté qu'une petite portion de matière insoluble qu'on a reconnue être du carbonate de potasse. La solution alcoolique abandonne le produit dissous sous la forme de paillettes cristallines, présentant tous les caractères du cyanate de potasse. Un dosage de potasse nous a donné les résultats suivants :

Cyanate de potasse employé	0.2795	
Sulfate de potasse obtenu	0.2967	
	Trouvé.	Calculé.
K p. 100	47.58	48.14

Une autre portion du cyanate pur ainsi obtenu a été traitée par du sulfate d'ammoniaque et transformée en urée. Celle-ci fondait à 130-131°, précipitait la solution d'azotate mercurique et

Digitized by Google

était immédiatement décomposée à froid par l'hypobromite de soude.

Quant au liquide qui baignait les cristaux de cyanate de potasse, il renfermait de l'ammoniaque et de l'urée non transformée.

Dans le milieu alcoolique, la réaction entre l'urée et la potasse se passe donc suivant l'équation :

$$CO Az^2 H^4 + KHO = CO AzK + Az H^3 + H^2 O$$

Ce dédoublement de l'urée est assez net pour que, dans un essai, nous ayons obtenu $2^{gr},50$ de cyanate brut au lieu de 3,3 qu'exige la théorie.

Sulfo-urée. Les recherches entreprises avec ce composé n'ont pas fourni des résultats bien nets. Nous croyons néanmoins devoir les signaler.

On sait, depuis les travaux de Volhard, que cette urée chauffée seule vers 160-170° se convertit partiellement en sulfocyanate d'ammoniaque. D'autre part, on a également trouvé du sulfocyanate de potasse parmi les produits de l'action de la potasse aqueuse sur cette amide sulfurée.

Dans le but de s'assurer si, dans le milieu alcoolique et à une température ne dépassant pas 100°, cette transformation de la sulfo-urée en sulfocyanate de potasse s'effectue nettement comme celle de l'urée en cyanate de potasse, nous avons chauffé au bain-marie $2^{gr},50$ de sulfo-urée avec $2^{gr},50$ de potasse dissoute dans 20 grammes d'alcool absolu. L'opération a été répétée plusieurs fois et on a chauffé pendant des temps variant de 12 à 48 heures les tubes contenant le mélange. Les résultats ont toujours été les mêmes. Les produits de la réaction étaient constitués par un mélange en proportions variables de sulfocyanate, de sulfure, et de sulfo-urée non attaquée.

Enfin, nous avons cherché si la sulfo-urée dissoute dans l'alcool absolu ne s'isomérise pas partiellement en sulfocyanate d'ammoniaque quand on le chauffe au-dessous de 100°. On a opéré sur de la sulfo-urée ne donnant plus de coloration rouge avec le perchlorure de fer et on a constaté qu'au bout de 12 heures de chauffe la solution donnait nettement la réaction des sulfocyanates avec les persels de fer.

Digitized by Google

Monoéthylurée. Cette urée a été préparée par le procédé de M. Wurtz, en traitant de l'isocyanate d'éthyle par de l'ammoniaque, et aussi par le cyanate de potasse et le sulfate d'éthylamine. Les produits obtenus fondaient l'un et l'autre à 92°. Les solutions aqueuses de cette urée ne donnent qu'un faible précipité avec l'azotate mercurique ; l'hypobromite de soude les attaque faiblement à froid, mais les décompose rapidement à chaud.

2gr,2 de cette urée ont été chauffés au bain-marie pendant 12 heures avec 1gr,50 de potasse et 20 grammes d'alcool absolu. Par refroidissement le tube s'est tapissé de cristaux de cyanate de potasse mélangés d'un peu de carbonate de potasse ; on a recueilli et lavé les cristaux ; ils ont ensuite été transformés en urée par le procédé connu. L'urée ainsi obtenue fondait à 131° ; ses solutions aqueuses précipitaient abondamment par l'addition d'azotate mercurique et étaient rapidement décomposées à froid par l'hypobromite de soude.

Le liquide alcoolique, séparé des cristaux, dégageait une odeur ammoniacale. On l'a distillé et le produit qui a passé a été condensé dans une solution d'acide chlorhydrique. Celle-ci, concentrée, fut additionnée de chlorure de platine.

Le chloroplatinate obtenu présentait tous les caractères du chloroplatinate d'éthylamine. Deux dosages de platine ont donné les nombres suivants :

Matière employée.	1) 0.322 2) 0.239	Pt obtenu . . .	0.1245 0.0922

	Trouvé.	Calculé.
Pt p. 100. . . .	1) 38.66 2) 38.55	39.24

La monoéthylurée traitée par de la potasse, en solution alcoolique, subit donc un dédoublement analogue à celui de l'urée.

$$CO\begin{matrix}\nearrow AzHC^2H^5\\ \searrow AzH^2\end{matrix} + KHO = AzH^2C^2H^5 + COAzK + H^2O$$

Diéthylurée non symétrique. Cette diéthylurée, signalée pour la première fois par Volhard[1], puis étudiée par M. Franchimont[2], a

1. *Répertoire de chimie pure,* 1863, p. 363.
2. *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas.* t. II, p. 122.

Digitized by Google

été obtenue en suivant le procédé de ce dernier auteur : traitement du cyanate de potasse par du sulfate de diéthylamine. Elle fond à 70°, est soluble dans l'alcool et l'éther, ne donne aucun précipité avec l'azotate mercurique, mais est décomposée à froid par la solution d'hypobromite de soude.

$2^{gr},3$ de cette urée dissous dans 20 grammes d'alcool absolu contenant $1^{gr},2$ de potasse caustique, ont été chauffés pendant 12 heures au bain-marie. Les cristaux de cyanate de potasse qui tapissaient les parois du tube, après refroidissement, ont été transformés en urée par le procédé Wœhler. Celle-ci fondait à 130° ; ses solutions précipitaient l'azotate mercurique et étaient décomposées à froid par l'hypobromite de soude.

Le liquide qui baignait les cristaux a été distillé et le produit recueilli dans une solution d'acide chlorhydrique. La liqueur chlorhydrique concentrée fut additionnée de chlorure de platine. Le précipité obtenu présentait tous les caractères du chloroplatinate de diéthylamine. Un dosage de platine a fourni les résultats suivants :

Chloroplatinate employé. 0.3999 Pt obtenu. . . 0.1393

	Trouvé.	Calculé.
Pt p. 100. . . .	34.83	35.20

La diéthylurée se dédouble donc, sous l'influence de la potasse alcoolique, suivant l'équation :

$$CO\begin{matrix}\diagup Az(C^2H^5)^2\\ \diagdown AzH^2\end{matrix} + KHO = (C^2H^5)^2.AzH + CO\,AzK + H^2O$$

et d'une façon générale l'urée et ses dérivés substitués de la formule $CO\begin{matrix}\diagup AzHR\\ \diagdown AzH^2\end{matrix}$ ou $CO\begin{matrix}\diagup AzR^2\\ \diagdown AzH^2\end{matrix}$ se scindent, dans les conditions indiquées, en cyanate de potasse, eau, ammoniaque ou amines de la formule AzH^2R ou $AzHR^2$.

Isocyanate et isocyanurate d'éthyle. Ces deux composés s'obtenant aussi en partant du cyanate de potasse, il était intéressant de s'assurer si le milieu alcoolique était susceptible de modifier le sens de la réaction avec la potasse, en un mot, il s'agissait de voir si, dans les conditions indiquées, ces deux éthers se dédoublaient en cyanate et cyanurate de potasse et alcool, au lieu de fournir de l'éthylamine et du carbonate de potasse.

Digitized by Google

Les différents essais tentés avec ces deux éthers ont toujours donné lieu à cette dernière réaction. Le précipité de carbonate de potasse se produit même à froid, quand on mélange une solution alcoolique de potasse avec l'un ou l'autre de ces dérivés.

Ce dédoublement de l'urée et de ses produits substitués peut être considéré comme *la réaction inverse* de celle qui donne lieu à la production de ces composés.

Wœhler a trouvé qu'on peut préparer l'urée en traitant du cyanate de potasse par du sulfate d'ammoniaque, et certaines alkylurées s'obtiennent en substituant des sulfates d'amines au sel ammoniacal. Le procédé Wœhler pour l'obtention de l'urée, la réaction que nous venons de découvrir, nous autorisent jusqu'à un certain point à admettre pour ce corps la formule de constitution proposée par M. A. Gautier[1], formule qui en fait un isocyanate d'ammonium :

$$C\begin{cases}O\\ AzAzH^4\end{cases} \qquad \text{ou} \qquad Az\begin{cases}CO\\ AzH^4\end{cases}$$

Les urées monoalkylées et dialkylées non symétriques deviendraient alors

$$Az\begin{cases}CO\\ AzH^3R\end{cases} \qquad \text{et} \qquad Az\begin{cases}CO\\ AzH^2R^2\end{cases}$$

Toutefois, il convient de rappeler que certains modes de formation de l'urée et des urées substituées, que, d'autre part, l'existence des urées symétriques et dissymétriques, militent en faveur des formules généralement adoptées.

$$CO\begin{cases}AzH^2\\ AzH^2\end{cases}$$
Urée.

$$CO\begin{cases}AzHR\\ AzHR\end{cases}$$
Dialkylurée symétrique.

$$CO\begin{cases}AzR^2\\ AzH^2\end{cases}$$
Dialkylurée non symétrique.

Cet exemple de l'urée montre une fois de plus toute la réserve qu'il faut apporter dans l'élaboration de nos formules de constitution des corps. On voit, en effet, qu'elles sont susceptibles de se modifier suivant la nature des réactions qu'on envisage.

Nous nous proposons de revenir sur cette question et d'étudier l'action de la potasse alcoolique sur les dialkylurées symétriques, sur les trialkylurées et sur les tétralkylurées.

1. *Dictionnaire de Wurtz*, t. I, p. 1071.

Digitized by Google

NOTE

SUR

LA FLORE DE L'ÉTAGE RHÉTIEN

AUX ENVIRONS DE NANCY

Par M. FLICHE

PROFESSEUR A L'ÉCOLE FORESTIÈRE

L'étage rhétien ou infralias, à la base de la puissante formation jurassique, renferme, dans quelques localités, de nombreux débris végétaux, dont plusieurs, assez bien conservés, ont permis des déterminations certaines. Les couches d'Hettange dans le Luxembourg, aux confins de la Lorraine, en ont fourni beaucoup. Dans notre province, au contraire, en particulier dans le département de Meurthe-et-Moselle, la flore de l'infralias paraît être très faiblement représentée et elle n'a été jusqu'à présent l'objet d'aucun travail.

Il y a quelques années, j'eus occasion d'observer, aux environs de Xeuilley, des morceaux du grès qui constitue la majeure partie de l'étage dans notre contrée; ils étaient pétris de débris végétaux, les uns carbonisés, les autres transformés par épigénèse en fer hydroxydé, d'autres enfin n'ont laissé que leur empreinte. Malheureusement, ces fossiles sont dans le plus médiocre état; il est facile cependant d'y reconnaître des fragments de bois et d'écorces de conifères, des fragments d'écailles provenant sans doute de fruits appartenant à la même classe, peut-être aussi de cycadées, enfin un fragment de feuille se rattachant à celles-ci.

Digitized by Google

Plus récemment, M. Bleicher a trouvé, aux environs de la station de Varangéville, des grès rhétiens également remplis de fossiles végétaux, généralement aussi en fort mauvais état, qu'il s'agisse d'empreintes ou de l'organe lui-même dont la matière organique a cédé la place à l'hydroxyde de fer ou à la silice ; quelques-uns cependant sont déterminables comme on va le voir.

Enfin, Levallois avait trouvé autrefois une empreinte très nette de fougère dans un petit vallon voisin de la ferme de Saint-Phlin. Je n'ai pu voir cet échantillon, mais il a été vu et étudié par M. R. Zeiller ; il s'agit d'une des espèces les mieux connues du rhétien ; la détermination n'en est donc pas douteuse.

En utilisant les quelques documents dont il vient d'être question, j'ai pu constituer une petite flore dont le nombre des espèces est bien restreint ; elle n'en présente pas moins quelque intérêt, puisqu'elle nous donne une idée de la végétation des environs de Nancy à l'époque rhétienne ; puisque aussi elle ajoute une localité au petit nombre de celles que nous connaissons en France pour la flore des couches qui forment la base du terrain jurassique. Voici quel a été le résultat de mes recherches.

ÉQUISÉTACÉES.

Equisetum Munsteri Brong. — Cette espèce, très caractéristique pour le rhétien, est largement représentée à Varangéville ; le plus souvent elle l'est par des empreintes assez frustes ; mais un beau et grand fragment de rhizome, quelques fragments aussi très déterminables d'axes aériens ne laissent aucun doute relativement à la détermination. Très commun dans le rhétien allemand de Franconie, du pays de Bade, du Hanovre, en Autriche, l'*E. Munsteri* a été trouvé aussi en France, à Touche-les-Mines, près d'Autun, mais il n'avait point été rencontré jusqu'ici ni en Lorraine, ni à Hettange.

FOUGÈRES.

Clathropteris platyphylla Brong. — Une empreinte très nette de fronde de cette fougère a été trouvée, comme cela a été dit plus haut, par Levallois aux environs de la ferme de Saint-Phlin. C'est

Digitized by Google

une des espèces les plus largement répandues dans le rhétien d'Allemagne, de Luxembourg, de France, de Hongrie, de Scanie et récemment M. Zeiller l'a signalée dans des couches de même âge au Tong-King [1].

CYCADÉES.

Quelques empreintes paraissent provenir de végétaux de cette classe ; une seule peut lui être sûrement attribuée, c'est un assez grand fragment de pinnule à nervation parallèle ; au premier abord, il semble qu'il y ait une nervure médiane plus forte que les autres ; mais il est facile de voir qu'il n'y a là qu'une apparence, puisque l'empreinte de cette soi-disant nervure ne tarde pas à disparaître. Il y a seulement un pli longitudinal comme ceux que M. Schenck [2] a reconnus chez le *Pterophyllum acuminatum Morris* de cet étage. C'est presque certainement au même genre, peut-être à cette espèce, qu'il faut rapporter l'empreinte qui nous occupe, sans qu'on puisse être plus affirmatif à cause de son état fragmentaire.

CONIFÈRES.

Baiera munsteriana (Presl) Sap. — Deux moules en demi-relief d'une graine charnue à noyau appartiennent à cette salisburiée ; l'un d'eux, très complet, ressemble entièrement par la forme, la taille, à une graine de cette espèce provenant de Baireuth représentée Pl. CLVI, fig. *b*, de la *Paléontologie française* (végétaux), par M. de Saporta. On n'avait pas encore rencontré en France ce *Baiera*, non plus qu'aucune autre espèce rhétienne du genre. Il a été trouvé à Baireuth en Franconie et à Palsjö en Scanie. Quelques empreintes d'organes foliacés accompagnant les graines à Varangéville paraissent appartenir à la même espèce. Elles sont en trop mauvais état pour permettre une affirmation.

Des débris d'écorces et des bois de conifères se rencontrent

1. *Examen de la flore fossile des couches de charbon du Ton-King*, par M. R. Zeiller, ingénieur des mines. Paris, 1882. (Extrait des *Annales des mines*, pages 17 et 31.)

2. Schenck, *Beiträge zur Flora des Keupers und der rhaetischen Formation*, p. 119.

Digitized by Google

aussi à Xeuilley et à Varangéville. Dans la dernière localité, on a trouvé quelques échantillons assez volumineux de bois silicifié ; il est de médiocre conservation, cependant il est facile de voir, en le soumettant à l'étude microscopique, qu'il provient d'une conifère ; en outre, il paraît appartenir au type décrit par M. Kraus[1] sous le nom de *Cedroxylon* et s'éloigner ainsi des salisburiées, dont le bois, à en juger par l'unique espèce vivante, se rapprocherait plutôt de celui des *Taxus*. Il est fort possible que le bois fossile de Varangéville soit identique au *Cedroxylon Braunianum Kr.* (*Pinites Braunianus de Gœp.*), sans que, même en recourant à la description de Gœppert[2], il soit possible d'être très affirmatif dans le sens soit positif soit négatif. Ce *Cedroxylon* indique l'existence d'une autre conifère que celle dont les fruits gisent dans le voisinage, probablement une abiétinée de l'un des genres *Palistya*, *Cheirolepis* ou *Schizolepis*.

On voit que, malgré le petit nombre de fossiles végétaux déterminables trouvés dans le rhétien des environs de Nancy, ils révèlent l'existence de végétaux appartenant aux deux classes de cryptogames vasculaires d'une part, et de gymnospermes de l'autre qui, avec quelques acotylédones cellulaires constituent en tout pays la flore rhétienne.

Une des cryptogames vasculaires, l'*Equisetum Munsteri*, relie par sa présence en Lorraine deux stations assez éloignées ; tandis qu'une conifère, le *Baiera Munsteriana*, n'avait point encore été rencontrée en France ; la station aux environs de Nancy est la plus éloignée du pôle que l'on connaisse aujourd'hui.

1. Schimper, *Traité de paléontologie végétale*, II, p. 370.
2. Gœppert, *Monographie der fossilen Coniferen*, p. 211.

Digitized by Google

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR UNE NOUVELLE ESPÈCE

DE BALANOGLOSSUS

LE *B. SARNIENSIS*

Par le Dr R. KŒHLER

CHARGÉ D'UN COURS COMPLÉMENTAIRE DE ZOOLOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Dans le *Supplément aux Recherches sur la faune marine des îles Anglo-normandes* publié dans ce Bulletin, j'ai décrit les caractères d'un *Balanoglossus* que j'ai découvert au mois d'août 1885 à l'île de Herm. J'ai proposé de donner le nom de *Balanoglossus sarniensis* à cette espèce que j'ai considérée comme nouvelle, et qui offre cette particularité curieuse de sécréter un mucus possédant une odeur très marquée et extrêmement tenace d'iodoforme. Cette odeur d'iodoforme se rencontre aussi, d'après Bateson, chez un *Balanoglossus* qui vit en Amérique dans la baie de Chesapeacke, le *B. Brooksii*[1].

1. Il est possible que le *B. sarniensis* ne soit pas une espèce nouvelle. Lorsqu'au mois de janvier 1886 j'eus résumé ses caractères dans une note adressée à l'Académie des sciences, M. Pouchet, reconnaissant d'après ma description qu'il s'agissait d'une espèce qu'il avait déjà vue, a annoncé à l'Académie que cette espèce avait déjà été trouvée à Concarneau et était l'une de celles que Giard a nommées *B. salmoneus* et *Robinii*.

J'ai déjà fait remarquer à cet égard qu'il n'avait jamais été publié de description des *Balanoglossus* de Concarneau. Barrois et de Guerne, dans leur note sur la faune de Concarneau, annoncent la découverte d'un *Balanoglossus* qu'ils ne font qu'indiquer. Giard, dans une note publiée en 1882 (Comptes rendus), reconnait

Digitized by Google

Il n'y a donc pas lieu de décrire de nouveau les caractères extérieurs du *Balanoglossus sarniensis* que j'ai suffisamment indiqués dans le mémoire cité plus haut. Je me contenterai de donner ici un dessin de cet intéressant animal (Pl. I, fig. 1) et je commencerai immédiatement l'étude anatomique de ce *Balanoglossus*, en passant successivement en revue la trompe et les nombreux organes situés à sa base et dans le collier, le système nerveux, le tube digestif et les parois du corps, le système circulatoire et les glandes génitales. Ce mémoire n'est donc qu'un résumé étendu d'un travail complet qui vient de paraître dans le *Journal international d'anatomie et d'histologie* sous le titre : *Contribution à l'étude des Entéropneustes*[1].

Il ne sera question dans ce travail que du *B. sarniensis*. J'ai fait aussi de nombreuses coupes du *B. minutus*, venant de la

deux espèces distinctes : « Elles diffèrent, dit-il, à première vue par la largeur et la couleur de la région branchio-génitale. L'une est d'un jaune orangé dans le sexe mâle, d'un jaune grisâtre chez la femelle, d'un brun clair chez l'animal immaturé : je l'appellerai *B. Robinii*. La deuxième espèce, un peu plus grêle que la première et beaucoup moins large dans la région thoracique, présente dans les deux sexes une couleur saumonée ; je lui donnerai le nom de *B. salmoneus*.... Rien n'est plus facile que de découvrir leur gîte, grâce au tortillon de sable d'une forme particulière qui en couvre l'issue.... L'animal est couvert d'un mucus à odeur très spéciale. » (Giard dit, dans les *Comptes rendus du Congrès de l'Association française* tenu à la Rochelle, que le *B. Robinii* sécrète un mucus à odeur de rhum.)

On m'accordera, je suppose, que dans ces quelques lignes il n'y a pas d'indications suffisantes pour permettre de reconnaître un animal. De plus, je n'ai jamais remarqué ce tortillon de sable qui permet de découvrir les *Balanoglossus* à Concarneau, circonstance que je regrette d'ailleurs, car elle m'eût épargné bien du temps. L'odeur d'iodoforme si caractéristique, si difficile à confondre avec une autre, n'est pas non plus indiquée. Giard ne parle d'ailleurs qu'incidemment des *Balanoglossus* dans sa note qui avait surtout pour objet l'étude d'un commensal de ces animaux.

Dans ces conditions, j'étais parfaitement en droit de considérer mon espèce comme nouvelle et de lui donner un nom. Je reconnais volontiers qu'on a pu la voir à Concarneau, mais comme ce travail a surtout pour objet une étude anatomique du *Balanoglossus*, il suffit que l'on sache que l'espèce peut se trouver ailleurs qu'à l'île de Herm. Ce qui est important, c'est que l'on possède des figures exactes, et une description suffisamment complète d'échantillons pris dans des localités bien connues où l'on pourra toujours les retrouver, de manière à avoir des éléments certains de détermination et de comparaison.

1. *International Monatschrift für Anatomie und Histologie*. 1886. Bd. III, Heft 4.

Digitized by Google

station zoologique de Naples. Mais cette espèce devant être étudiée complètement par Spengel, je n'ai utilisé les préparations qu'elle m'a fournies que comme points de comparaison, et je n'en parlerai pas souvent dans l'exposé de mes recherches.

Tous mes échantillons, en petit nombre d'ailleurs, étaient conservés dans l'alcool absolu. Les dissections n'étaient donc pas possibles, et c'est par la méthode des coupes successives que j'ai pu faire l'anatomie du *Balanoglossus*. J'ai regretté, en étudiant certains tissus, de n'avoir pas de pièces traitées à l'acide osmique, mais en général, les éléments étaient suffisamment bien conservés pour permettre une étude anatomique d'un animal aussi intéressant, et jusqu'à présent aussi rare que le *Balanoglossus*.

Trompe. — Les parois de la trompe sont constituées par une couche épaisse de fibres musculaires, recouverte extérieurement par des cellules épithéliales. Cette couche épithéliale présente sa plus grande épaisseur à la base de la trompe. Elle est continue sur toute son étendue, sauf en un point parfaitement déterminé du pédoncule qui la relie au collier sur le côté dorsal duquel elle forme une invagination constituant le canal découvert par Spengel. Quant aux orifices décrits par Kowalevsky, l'un à l'extrémité antérieure, l'autre sur la face ventrale de la trompe, ils n'ont été retrouvés ni par Spengel ni par Bateson [1], et il m'a été impossible de les découvrir. On doit donc admettre que la cavité de la trompe ne communique avec l'extérieur que par le canal dorsal qui se trouve sur son pédoncule et sur lequel nous reviendrons plus loin.

La couche épithéliale de la trompe renferme un assez grand nombre de glandes à mucus qui apparaissent sur les coupes sous forme de petites vésicules très claires, transparentes, à contours assez nets, renfermant quelquefois un coagulum granuleux; ces glandes occupent surtout la moitié externe de la couche. Elles deviennent moins abondantes et disparaissent complètement vers la base de la trompe. Les cellules forment évidemment de nombreuses assises; elles sont très minces et presque filiformes. Sur

1. Bateson, *Development of Balanoglossus Kowalevskii*. — *Quart Journ. of Microsc. Science*, 1885.

Digitized by Google

les coupes, les noyaux sont très serrés et les cellules paraissent très rapprochées. La limite externe de la couche est indiquée par un double contour correspondant à une fine cuticule (fig. 2 et 11).

Entre la couche épithéliale proprement dite et les muscles sous-jacents, on remarque sur toute la surface de la trompe une couche d'un tissu peu colorable par les réactifs, et que Spengel a décrite sous le nom de membrane basale. Cette couche, que nous retrouverons dans d'autres points de la surface du corps, n'est pas séparée des cellules épithéliales qui la recouvrent par une ligne de démarcation bien définie. Cependant ses limites sont suffisamment indiquées du côté de l'épithélium, parce que les noyaux des cellules qui existent dans presque toute l'épaisseur de cet épithélium, s'arrêtent brusquement à ce niveau : aussi la ligne menée par la dernière assise de noyaux marque le contour de cette couche. Elle présente une striation transversale très nette : il semble que les extrémités de certaines cellules épithéliales se continuent dans toute l'épaisseur de cette lame et la traversent de part en part. Entre ces stries légèrement ondulées et inégalement écartées l'une de l'autre, il existe une substance très finement granuleuse, laquelle présente, sur les coupes longitudinales, une striation longitudinale évidente, et dans certains points même, une division très nette en fibrilles. Des noyaux très espacés et faiblement colorés sont plongés dans la substance finement granuleuse, qui, par ses caractères, rappelle la substance fondamentale des centres nerveux de beaucoup d'Invertébrés. Nous allons voir d'ailleurs que le système nerveux central se continue avec cette couche basale, et que les troncs nerveux dorsal et ventral sont constitués par de simples épaississements de cette couche qui se rencontre sur toute la surface du corps, en dessous de la couche épithéliale externe, et que nous appellerons *couche nerveuse* (fig. 2, 3, 7, 8, 11, *c. n.*).

La couche nerveuse est assez épaisse à la base de la trompe, où elle atteint 13 à 15 millimètres de largeur, mais elle s'amincit sur les côtés et à l'extrémité antérieure de cet organe.

Les fibres musculaires qui constituent, en dessous de la couche nerveuse, les parois de la trompe, forment deux assises dis-

Digitized by Google

tinctes : une couche externe de fibres transversales, puis une couche de fibres entre-croisées, ayant pour la plupart une direction longitudinale, et qui se réunissent quelquefois en faisceaux épais traversant la cavité de la trompe et s'étendant d'une paroi à l'autre. Ces muscles, en s'entre-croisant, laissent entre eux des espaces plus ou moins étendus dans lesquels se trouve, chez l'animal vivant, un liquide coagulable par les réactifs. On observe en effet, sur les coupes, qu'une substance très finement granuleuse occupe les interstices des fibres musculaires : ce coagulum très léger indique d'une manière certaine qu'il y avait là un liquide. Cette substance enferme de nombreux éléments cellulaires arrondis, remplis de granulations fortement colorées par le carmin et réunis les uns aux autres par de fins prolongements protoplasmiques. Enfin, les fibres musculaires sont soutenues par un tissu conjonctif peu abondant, offrant de petites cellules et de minces fibrilles.

La cavité de la trompe communique avec l'extérieur à l'aide d'un canal découvert par Spengel, dont les observations ont été confirmées par Bateson. Ce canal est simple chez les *B. Kowalevskii, minutus* et *claviger,* mais il est double chez le *B. Kuppferi.*

Je l'ai facilement reconnu sur des coupes sagittales bien médianes de *B. minutus,* parce que dans cette espèce son trajet est très court (en raison de la petite taille de cette espèce) et tout à fait rectiligne. En effet, on remarque un peu en dessus du point de réunion du collier avec le pédoncule, point où vient se terminer le cordon nerveux dorsal du collier, une invagination de l'épithélium externe formant un canal qui, dirigé d'abord obliquement en haut et en dedans, monte parallèlement à l'axe du pédoncule, et vient s'ouvrir dans la cavité de la trompe. Les cellules épithéliales qui tapissent sa face interne se perdent en effet au milieu des fibres musculaires et des organes qui existent à la base de la trompe.

Chez le *B. sarniensis* on reconnaît, sur les coupes transversales du pédoncule, ce canal qui est à peu près circulaire dans sa région la plus large, où il offre un diamètre de 30 à 35 millimètres. En étudiant une série de coupes successives, on voit apparaître, au-dessus du sac de la glande (*s,* fig. 6, 7 et 8), un canal

Digitized by Google

dont les parois, d'abord peu distinctes, se différencient peu à peu, mais n'offrent pas au début un revêtement épithélial. Les cellules apparaissent d'abord sur la face dorsale, tandis que la face ventrale de la paroi continue encore à n'être formée que de tissu conjonctif. Enfin l'épithélium s'étend sur la face ventrale, et le canal offre alors en coupe la forme d'un cercle presque régulier (fig. 8, *p. tr.*). Le sac de la glande ne tarde pas à disparaître, de sorte que le canal occupe alors la face dorsale du diverticulum pharyngien *d* : on peut le suivre ainsi sur un certain nombre de coupes, puis on le voit se rapprocher peu à peu de l'épithélium de la face dorsale du pédicule et s'ouvrir finalement à l'extérieur.

Ce canal chez les *B. minutus* et *claviger* est tout à fait médian; d'après Spengel, chez le *B. Kowalevskii,* il est reporté un peu vers la gauche.

Il est possible que chez mon *Balanoglossus* ce canal, qui, sur les coupes transversales, paraît occuper la ligne médiane, n'offre pas un trajet tout à fait rectiligne. En effet, en l'étudiant sur les coupes longitudinales, je puis le suivre sur plusieurs coupes successives : il se présente sous forme d'une ellipse (fig. 12, *p. tr.*) et son ouverture extérieure est visible sur une coupe où le cordon nerveux se montre encore sur toute sa longueur, mais en coupe tangentielle, et où la portion inférieure étroite du diverticulum pharyngien qu'on observe sur des coupes bien médianes comme celle que j'ai représentée figure 11, n'existe plus.

Le point où ce canal vient s'ouvrir à l'extérieur se trouve situé un peu au-dessus de l'extrémité antérieure du cordon nerveux du collier, à un demi-millimètre environ de cette extrémité.

Ce mode de terminaison d'un canal ayant incontestablement une origine ectodermique, et tapissé par un épithélium qui vient se perdre dans des tissus d'origine mésodermique, est assurément fort curieux. Nous retrouverons une paire de canaux analogues et se terminant de la même façon, en étudiant la région branchiale.

La trompe est reliée au collier par une sorte de pédicule qui part de son extrémité postérieure et vient s'insérer sur le côté dorsal de ce collier. En détachant la moitié antérieure de la trompe par une section transversale, on peut constater que le

Digitized by Google

pédicule fait saillie dans la cavité de la trompe par une extrémité élargie et irrégulièrement mamelonnée. La longueur de ce pédicule, depuis son insertion sur le collier jusqu'à son extrémité, est d'environ 4 millimètres. La couche épithéliale qui le tapisse se continue avec celle qui recouvre la surface de la trompe.

Il existe, dans le pédicule de la trompe et dans le renflement qui le termine, plusieurs organes importants qui font de cette région la partie la plus compliquée de tout le corps du *Balanoglossus*. En résumé, nous y rencontrons (fig. 2, 10 et 11) : un diverticulum de l'épithélium dorsal du pharynx, très étroit dans sa portion inférieure, mais s'élargissant considérablement vers le haut (*d*), diverticulum dont la face ventrale s'appuie sur une pièce résistante (*p*), sorte de squelette interne qui sert de point d'attache à des muscles et d'organe de soutien. La portion élargie du diverticulum porte sur son côté dorsal une sorte de sac clos (*s*), séparé du diverticulum par un espace aplati rempli de sang coagulé, le cœur (*c*), et coiffé d'un organe formé de deux lobes latéraux qui offre une structure glandulaire, et dans lequel le sang se distribue très abondamment, que nous appellerons la glande de la trompe (*g*).

Étudions la structure et les relations de ces différents organes.

PLAQUE SQUELETTIQUE OU PLAQUE PHARYNGIENNE. — Elle est formée d'une substance homogène, ressemblant à la substance fondamentale du cartilage des Vertébrés, et de même nature que les lamelles qui soutiennent les poches branchiales. Sur une coupe longitudinale médiane (fig. 11), la plaque offre une forme quadrangulaire et est entourée de toutes parts par l'épithélium intestinal et l'épithélium du diverticulum qui est la continuation de celui-ci. Elle présente en avant un prolongement, formant une mince lamelle dirigée vers l'orifice buccal ; elle est divisée en deux régions, l'une antérieure et l'autre postérieure, par une ligne qu'occupent des vaisseaux sanguins ayant un trajet irrégulier.

En arrière, la plaque envoie deux branches divergentes qui entourent l'origine du diverticulum, et qu'on trouve sur les coupes longitudinales passant un peu en dehors de la ligne médiane. La plaque se termine à son extrémité postérieure par une

Digitized by Google

pointe qui s'avance comme un éperon au-dessus de l'orifice du diverticulum. Sur les coupes horizontales médianes, la plaque pharyngienne offre deux triangles superposés : le sommet du triangle inférieur correspond à cet éperon, et la base excavée du triangle supérieur s'applique contre le contour convexe de la portion élargie du diverticulum. Étudiée enfin sur les coupes transversales, la plaque apparaît d'abord sur les premières coupes qui intéressent l'extrémité élargie du diverticulum (fig. 3, *p*) sous forme d'une mince bande homogène entre le diverticulum et la couche nerveuse de la base de la trompe. Cette bordure devient plus épaisse à mesure que l'on descend vers le collier, l'épaississement se localisant à la face ventrale du diverticulum. La plaque se présente alors (fig. 6) sous forme d'un corps allongé, terminé en haut par un bord arrondi et en bas par une pointe aiguë qui s'avance dans la cavité pharyngienne, mais en restant toujours recouverte par l'épithélium intestinal. Cette pointe s'efface sur les coupes suivantes (fig. 9). Sur les coupes passant au niveau et en dessous de l'orifice du diverticulum, on voit la plaque se partager en deux moitiés (fig. 5, *p*) qui s'écartent l'une de l'autre jusqu'à venir se placer aux angles latéraux de la paroi intestinale, et qui disparaissent ensuite.

Le tissu qui constitue la plaque est presque homogène et très transparent ; il se colore faiblement par le carmin. On y remarque des stries parallèles plus ou moins accusées qui indiquent sans doute les couches successives de dépôt de la matière qui la constitue. L'aspect de ce tissu rappelle beaucoup celui de la substance fondamentale d'un cartilage. Il est intéressant de rappeler que chez une nouvelle espèce de la Méditerranée, le *B. Talaboti,* étudiée par M. Marion, cette ressemblance du tissu de la plaque pharyngienne avec un cartilage est plus frappante encore. M. Marion dit, en effet, qu'il existe, « au milieu de la substance gélatineuse stratifiée, des corps cellulaires fusiformes, pleins de corpuscules adipeux. Cette structure fait penser aux vrais cartilages des *Chordata*. »

Il est fort probable que la plaque pharyngienne est formée par les cellules du diverticulum, c'est l'opinion de Spengel et de Bateson, et je n'ai aucune raison pour ne pas la partager. On voit

Digitized by Google

en effet que les cellules endodermiques du diverticulum, non seulement s'appuyent par leurs extrémités sur le bord de la plaque, mais qu'elles se confondent complètement avec la substance de celle-ci. D'après Bateson, la plaque, impaire chez l'adulte, apparaît chez la larve pendant la période qui précède la formation de la deuxième paire de poches branchiales sous forme de deux tiges transparentes qui restent écartées en arrière pour constituer ses deux branches divergentes, et se soudent en avant pour former une plaque impaire. L'épaisseur de ces tiges est inversement proportionnelle à celle du diverticulum qui est très mince dans la région où les tiges sont les plus épaisses; ce qui semble bien prouver que la plaque est sécrétée par le diverticulum.

Bateson ne donne pas de renseignements précis sur le processus histogénique de la formation de cette plaque, mais il constate une analogie entre la sécrétion de la plaque par des tissus endodermiques (*notochordal tissue*) et la formation des disques chez l'*Amphioxus*.

Diverticulum. — Une coupe sagittale bien médiane (fig. 11) montre qu'immédiatement en dessous de l'extrémité inférieure de la plaque, l'épithélium de la face dorsale du pharynx offre une invagination profonde, formant un long canal terminé en cul-de-sac, situé sur le côté dorsal du corps, et qui s'étend jusque dans la cavité de la trompe. Ce diverticulum, très étroit dans sa moitié inférieure où il se trouve comprimé par le développement du squelette, s'élargit au contraire dans sa moitié supérieure. La lumière, très réduite dans la portion rétrécie, est aussi plus large dans l'autre moitié ; elle existe sur toute la longueur du diverticulum. Cet organe est limité du côté ventral par toute la longueur de la plaque squelettique ; du côté dorsal, en bas par les tissus conjonctifs et musculaires mésodermiques qui se développent entre l'épithélium extérieur et l'épithélium intestinal (*m. g.*) jusqu'au bord inférieur du sac de la glande de la trompe, et en haut par ce sac et par le cœur. En avant, le diverticulum s'épanouit librement dans la cavité de la trompe au milieu des tissus qui l'occupent. Des vaisseaux assez volumineux se rendent sur cette portion de la paroi du diverticulum.

Digitized by Google

La structure de cet organe est intéressante à examiner. Dans la partie rétrécie, les cellules cylindriques, offrant de petits noyaux granuleux, qui en forment la paroi, ressemblent aux cellules épithéliales du tube digestif dont elles sont la continuation; mais dans la portion élargie l'apparence est tout autre. D'abord les noyaux sont moins abondants : on en rencontre plusieurs au voisinage de la cavité centrale, près du bord, mais ils sont rares dans tout le reste du tissu. Au lieu de cellules disposées régulièrement, on observe au contraire des fibrilles délicates entre-croisées, offrant souvent des épaississements à leurs points de réunion, et de tous points analogues aux éléments si caractéristiques de la notochorde des Vertébrés.

Ces différences se constatent facilement sur les coupes longitudinales, mais la structure réticulée est peut-être encore plus nette sur les coupes transversales. Si l'on suit une série de coupes transversales successives comprenant le diverticulum depuis son extrémité antérieure jusqu'à son ouverture inférieure, on observe sur les premières coupes un tissu réticulé formé de trabécules très fines et disposées très irrégulièrement, renfermant quelques noyaux (fig. 6, *d*). Sur les coupes suivantes, vers le milieu de la portion élargie, les trabécules se disposent plus régulièrement à la face dorsale du diverticulum; elles sont parallèles les unes aux autres, les noyaux sont plus nombreux. A ce niveau, le diverticulum montre donc : une paroi dorsale composée de cellules épithéliales cylindriques ordinaires, et une paroi ventrale formée de trabécules irrégulièrement entre-croisées (fig. 7). Enfin, plus bas, à mesure que le diverticulum se rétrécit, on voit les trabécules de la face ventrale se disposer à leur tour en forme d'épithélium régulier, et la coupe du diverticulum ne diffère plus de celle d'un canal tapissé d'un épithélium cylindrique ordinaire (fig. 9, *d*).

Bateson a observé que le diverticulum apparaissait de très bonne heure chez la larve; il est déjà bien développé au moment où se forme la première paire de poches branchiales, et il se présente sous forme d'une proéminence dirigée en avant de la face dorsale de l'archentéron. Quand la larve développe la deuxième paire de branchies, ses cellules commencent déjà à se modifier : elles deviennent irrégulières, se remplissent de vacuoles et subis-

Digitized by Google

sent enfin les transformations si caractéristiques des éléments de la chorde dorsale des Vertébrés. Les observations faites par Bateson sur ces modifications des cellules du diverticulum offrent un grand intérêt.

Ce n'est pas seulement par sa structure histologique que le diverticulum pharyngien du *Balanoglossus* se rapproche de la notochorde des Vertébrés. Ses rapports, son origine aux dépens de l'épithélium endodermique, son rôle dans la formation de la plaque pharyngienne, tous ces caractères lui sont communs avec la notochorde. L'étude que j'ai faite sur mes animaux me conduit à admettre cette homologie formulée par Bateson.

Spengel affirme, au contraire, que dans les espèces qu'il a étudiées le diverticulum est composé de cellules identiques à celles qui forment l'épithélium intestinal, et qu'il ne voit rien qui rappelle la chorde des Élasmobranches. Bateson a trouvé que le diverticulum, chez le *B. minutus*, l'une des espèces étudiées par Spengel, avait la même structure que chez le *B. Kowalevskii*. Pour ma part, les coupes que j'ai faites sur le *B. minutus* de Naples m'ont clairement démontré que, chez cette espèce, le diverticulum offrait les mêmes caractères, et présentait le même tissu analogue à celui de la notochorde que chez le *B. sarniensis*.

Glande de la trompe. — Avant de décrire cet organe, je dois résumer en quelques mots les observations de Spengel sur les organes situés à la base de la trompe.

D'après ce savant, il existe à la face dorsale un organe en forme de sac, dont la face ventrale est tournée vers le diverticulum, et dont les faces latérales convergent vers le dos pour se rencontrer en dessus. Ce sac, clos de toutes parts, renferme dans sa partie postérieure des cellules filiformes et étoilées, sa paroi ventrale renferme de fines fibres musculaires[1]. Cet organe dérive du cœur de la Tornaria, et bien que chez l'adulte il ne présente aucune communication avec les vaisseaux, Spengel lui donne néanmoins le nom de cœur. Entre cet organe et le diverticulum se trouve un espace sanguin (*ein Blutraum*)[2]. Enfin, coiffant le tout, un corps

1. *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel.* — Bd. V; Heft 4. — Taf. 30, fig. 1, 2 et 4, *h*.

2. *Ibid.* — *b*.

Digitized by Google

spongieux, en forme de fer à cheval, s'étend entre le cœur et la paroi dorsale de la trompe [1] ; il est traversé de canaux sanguins ramifiés, et Spengel le considère comme une branchie interne (*Eichelkieme*), à cause de la présence de nombreux vaisseaux qui viennent s'y ramifier.

Bateson fait remarquer, avec beaucoup de raison, que l'interprétation de Spengel doit être inexacte, et qu'une branchie interne est absolument inutile à un animal qui possède un appareil branchial aussi développé que le *Balanoglossus*. Il a étudié le développement de cet organe, mais il ne fait pas connaître sa structure chez l'animal adulte, et il le considère comme une formation glandulaire à laquelle il donne le nom de *glande proboscidienne* ou *glande de la trompe*.

Mes observations sur la structure de cet organe confirment et complètent les recherches de Bateson. Je donnerai donc, comme lui, à cet organe le nom de *glande de la trompe,* nom qui me paraît justifié par sa structure, ses relations et son rôle présumé.

Je l'étudierai d'abord sur une série de coupes transversales passant par le pédicule de la trompe. Une première coupe intéressant la partie supérieure du pédicule (fig. 6), présente, de chaque côté du diverticulum (*d*) dont la lumière est étroite, deux masses latérales (*g*) réunies, sur le côté dorsal, par une portion médiane, et sur le côté ventral par une mince bordure en arrière du diverticulum. Au côté dorsal du diverticulum, les deux masses latérales limitent un espace arrondi, à contours mal délimités (*s*) : c'est la cavité ou sac de la glande représentée par les deux masses latérales. Celles-ci sont constituées par des fibrilles conjonctives entre-croisées formant des mailles irrégulières, très nettes surtout dans la partie centrale, moins accusées dans la région périphérique. Ces fibrilles supportent un grand nombre de cellules, à noyaux petits et très colorés, mais dont le protoplasma est peu distinct, au milieu desquelles sont répandues des granulations jaunes et brunes, abondantes surtout dans la région périphérique. En outre, l'on rencontre constamment des espaces d'étendue très variable, remplis d'un magma granuleux, fortement coloré, qui n'est autre chose que du sang coagulé. Il m'est

1. *Ibid.* — *b'*.

Digitized by Google

impossible de décider si ces espaces sont entourés d'une membrane ou si ce sont de simples lacunes creusées dans le tissu de la glande. A mesure que l'on observe des coupes successives, on voit que la cavité centrale de la glande est plus étendue et mieux limitée, surtout parce que le bord interne des masses latérales est occupé par des espaces sanguins. Les trabécules conjonctives sont disposées, du moins dans la partie la plus large, sous forme de faisceaux parallèles. Sur les coupes suivantes (fig. 7) on retrouve la même structure histologique ; mais les masses latérales de la glande deviennent moins épaisses et ne sont plus réunies l'une à l'autre : elles forment deux parties distinctes de chaque côté du diverticulum et du sac. Dans toutes ces coupes, on observe à la périphérie de la glande une mince bordure plus foncée, dont les éléments ne sont pas bien distincts, mais qui est en grande partie formée par des fibres musculaires. Ces fibres, coupées obliquement sur les coupes 6 et 7, sont facilement reconnaissables sur la coupe 3. Les éléments de la glande ne s'observent plus sur cette dernière coupe ; il n'en reste que la mince bordure musculaire dont les fibres sont coupées transversalement et qui se continuent avec les fibres musculaires longitudinales de la trompe.

En effet, à mesure que les coupes appartiennent à des régions plus voisines de la base de la trompe, on remarque que les parois de celle-ci se rapprochent de la surface de la glande : ces parois de la trompe sont représentées sur la figure 7. Sur cette figure on distingue de chaque côté de la glande deux espaces limités par les muscles de la trompe coupés dans différentes directions et remplis de granulations colorées : ces espaces correspondent à la cavité de la trompe et les granulations qu'ils renferment représentent sans doute des produits excrétés par la glande probosci-dienne.

Pour en terminer avec cette glande, je dirai que sa cavité, d'abord mal délimitée (fig. 6, *s*), acquiert progressivement des contours plus distincts (fig. 7 et 3) et se présente sous forme d'un sac à parois bien définies. Ce sac est occupé par une substance très finement granuleuse dans laquelle je distingue quelques fibres conjonctives et des cellules offrant un protoplasma clair et des

Digitized by Google

noyaux granuleux, au milieu desquelles existent des amas de granulations pigmentées. La cavité, d'abord très large, se rétrécit peu à peu (fig. 3 et 7), mais on l'observe encore sur des coupes qui n'offrent plus de traces de la glande proboscidienne. Les dispositions relatives de la glande et de sa cavité sont indiquées sur la figure 10, qui représente une coupe longitudinale, pas tout à fait médiane (car si elle était bien médiane, la glande, formée de deux masses développées de chaque côté de la ligne médiane, ne serait coupée que dans sa portion moyenne très réduite, comme cela est arrivé pour la figure 11). La coupe horizontale représentée figure 2 montre aussi la cavité en question mais pas la glande, la coupe ayant porté en dehors de celle-ci.

Vers la base de la trompe les parois latérales de celle-ci arrivent à toucher presque le diverticulum, comme on le voit sur la figure 3. En dessous de l'épithélium externe se trouve la couche nerveuse limitée en dedans par des fibres musculaires dont la plupart prennent une direction longitudinale (*l. tr.*). Entre la paroi de la trompe et la face ventrale du diverticulum, on distingue une mince lamelle homogène qui n'est autre chose que la partie supérieure de la plaque squelettique. Sur la face dorsale du diverticulum où la plaque ne se développe pas, les parois de la trompe se réunissent à la paroi dorsale du sac de la glande et déterminent la formation de deux espaces allongés obliquement, remplis par les muscles et par le tissu conjonctif de la trompe, limités en dedans par les parois de la glande (fig. 3, *c. g.*). Sur la même figure on constate que les fibres musculaires de la paroi de la glande se placent au même niveau que les muscles longitudinaux de la trompe et se continuent avec eux. Ces deux espaces, dont les contours deviennent mieux marqués sur les coupes suivantes (fig. 8 et 9, *c. g.*), ne sont donc autre chose qu'une partie de la cavité générale du corps et nous les retrouverons sur toute la longueur du collier (fig. 4).

Lorsque le sac de la glande proboscidienne a disparu sur les coupes, le diverticulum se rapproche du canal dorsal de la trompe (fig. 8) ; la plaque pharyngienne est entourée, dans sa partie inférieure, par la couche nerveuse de la trompe qui se continue dans le pédicule, mais qui s'amincit peu à peu et finira par disparaître,

Digitized by Google

la couche épithéliale de la trompe passant, au niveau du pharynx, à l'épithélium intestinal.

Les deux portions de cavité générale *c. g.* dont nous avons étudié plus haut le mode de formation, situées d'abord de chaque côté du sac de la glande, puis de chaque côté du diverticulum, arrivent à se placer au-dessus de celui-ci en se rapprochant l'une de l'autre, et quand le cordon nerveux du collier fait son apparition (fig. 9), elles se trouvent placées entre ce cordon et le diverticulum. Plus tard enfin, sur les coupes passant en dessous de l'orifice du diverticulum, ces deux cavités sont situées entre le système nerveux et la couche musculaire transversale de l'intestin (fig. 4 et 16, *c. g.*). Elles sont séparées l'une de l'autre sur la ligne médiane par une lame étroite de tissu conjonctif, de laquelle partent de minces fibrilles parsemées de noyaux qui s'épanouissent et se perdent au milieu des fibres musculaires.

Les deux cavités restent distinctes et conservent les mêmes relations jusqu'à l'extrémité du collier, ou, plus exactement, jusqu'au point où le cordon nerveux du collier se termine, en s'ouvrant à l'extérieur sur la ligne médiane dorsale. Nous aurons du reste l'occasion de revenir sur ces cavités en étudiant les parois du corps.

S'il est facile de conclure que l'organe spongieux qui coiffe l'extrémité antérieure du diverticulum est une glande, il n'est pas facile d'émettre une hypothèse sur le rôle que cet organe doit remplir. Spengel, qui n'a pas reconnu les caractères de son tissu, l'a considéré comme une branchie accessoire, opinion que je ne puis partager. La structure histologique, les relations avec le système vasculaire, l'existence de granulations pigmentaires, provenant évidemment de cellules en voie de destruction, sont autant de caractères qui doivent faire considérer cette glande comme un organe d'excrétion. Je ne puis, pour ma part, m'empêcher de la comparer à la glande madréporique des Échinides dont j'ai étudié la structure dans un précédent mémoire. Je retrouve en effet dans les deux organes les mêmes caractères fondamentaux, les mêmes groupements des éléments, les mêmes relations avec le système circulatoire.

Comme la glande proboscidienne ne possède pas de conduit

Digitized by Google

excréteur, il est difficile d'expliquer la manière dont elle élimine les produits excrétés. Bateson admet que le pore dorsal de la trompe sert à transporter à l'extérieur les produits préalablement rejetés par la glande dans la cavité de la trompe. De fait, sur certaines coupes transversales, sur la coupe représentée sur la figure 7, par exemple, j'observe de chaque côté de la glande deux espaces irréguliers renfermant des taches finement granuleuses qui pourraient bien correspondre à des liquides coagulés, renfermant des amas de pigment jaune identiques à ceux qui existent dans le tissu de la glande. Spengel affirme que l'eau ambiante peut pénétrer dans la cavité de la trompe par le canal dorsal, que le courant s'y fait de l'extérieur à l'intérieur ; Bateson admet au contraire que le courant est dirigé en sens inverse. Il est donc nécessaire d'instituer de nouveau des expériences sur des animaux vivants pour être renseigné sur la fonction du canal dorsal de la trompe. D'ailleurs, on peut très bien admettre que l'eau de mer s'introduise dans la cavité de la trompe par ce canal, et sorte de nouveau par la même voie, en entraînant avec elle les produits de la glande de la trompe. Enfin, le sac de la glande doit aussi servir de réservoir où s'accumulent ces produits.

Pour terminer l'étude des organes importants placés à la base de la trompe ou plutôt contenus dans son pédicule, il faudrait encore parler du *cœur* qui n'est autre chose que cette formation à laquelle Spengel a donné simplement le nom d'espace sanguin. Mais la description du cœur trouvera mieux sa place dans l'étude du système circulatoire dont nous nous occuperons, pour plus de commodité, après avoir décrit le système nerveux, le tube digestif et les parois du corps qu'il est nécessaire de connaître pour comprendre la distribution des vaisseaux.

Système nerveux. — J'étudierai dans le système nerveux, d'abord une région centrale, puis une portion périphérique.

Région centrale. — La partie du système nerveux qu'on peut considérer comme centrale se présente sous forme d'un cordon épais qui s'étend sur toute la longueur de la face dorsale du collier, depuis le point de réunion du collier avec la face dorsale du pédicule jusqu'au voisinage de la région branchiale (fig. 11, 12 et 15, *n. c.*).

Digitized by Google

Spengel dit que ce cordon se continue en avant et en arrière dans l'épiderme : en avant, à l'endroit où l'épithélium de la trompe se continue avec l'épithélium de la surface supérieure et interne du collier, et en arrière dans la bande d'épiderme épaissi qu'on trouve sur la ligne médiane dorsale dans la région du tronc. Dans l'intérieur de ce cordon, il observe de nombreux petits espaces vides autour desquels les cellules se disposent en forme d'épithélium, espaces qui ne communiquent pas les uns avec les autres. Bateson, n'étudiant que le développement du *B. Kowalevskii,* donne fort peu d'indications sur la structure du système nerveux, mais je dois insister : 1° sur un passage où il dit qu'une véritable lumière existe dans la région antérieure du cordon, tandis que dans les régions moyenne et postérieure on observe les espaces limités par des cellules columnaires déjà indiquées par Spengel ; 2° sur deux figures (fig. 59 et surtout 60)[1] qu'il n'explique pas dans son texte, et qui représentent des sections de la partie antérieure de ce cordon nerveux offrant un canal central très nettement limité, pourvu de cils vibratiles, analogue au canal médullaire des Vertébrés.

J'ai observé sur mes préparations certaines particularités intéressantes sur la structure du système nerveux. Je dois dire tout d'abord qu'un canal central tel que le figure Bateson, canal dont l'existence a aussi été niée par Spengel, n'existe pas, pas plus chez le *B. minutus* que chez le *B. sarniensis*. Sur les coupes transversales, le cordon nerveux offre un contour ovalaire, dans sa partie antérieure (fig. 9), irrégulier ou triangulaire (fig. 16, *n. c.*) dans tout le reste de son étendue. Il offre à considérer une portion fibreuse externe, et une portion celluleuse interne. La portion fibreuse (*p. f.*) forme une bande épaisse sur la face ventrale du cordon très mince sur les côtés, un peu plus large à la face dorsale ; elle est constituée par une substance très finement granuleuse, ne se colorant pas par le carmin, renfermant quelques noyaux peu colorés et identique à celle qui forme la couche nerveuse, indiquée plus haut, sous l'épithélium de la trompe.

La couche fibreuse est limitée sur son bord interne par de très petits noyaux formant plusieurs assises sur le côté ventral, moins

1. *Development of B. Kowalevskii.* Pl. IX.

Digitized by Google

abondants sur les autres côtés. Ces noyaux appartiennent à des cellules dont on ne distingue pas bien les contours, mais dont les membranes forment par leur réunion de très fines stries parallèles, régulières, dont l'ensemble rappelle une couche épithéliale. En certains points même (fig. 16), la couche des cellules présente à son bord interne une limite très nette, une sorte de plateau à double contour comme dans un épithélium ordinaire. Les cellules paraissent envoyer des prolongements dans la substance fibreuse, laquelle offre des stries irrégulièrement distantes qui la traversent dans toute son épaisseur et qui partent de la région celluleuse. Tout l'espace central de la coupe est occupé par des trabécules irrégulièrement disposées, qui naissent de la région celluleuse, et s'anastomosent entre elles pour former un réseau délicat supportant quelques noyaux.

Dans la partie postérieure du cordon, l'aspect des coupes est modifié. Les trabécules qui occupent l'espace central sont moins nombreuses ; les stries parallèles de la région celluleuse deviennent plus marquées, et par conséquent les cellules plus distinctes l'une de l'autre. En même temps que les trabécules deviennent moins nombreuses, les cellules se trouvent limitées intérieurement par un double contour très net, comme on l'observait en certains points seulement des coupes précédentes. Finalement, il se forme une cavité centrale vide, entourée de cellules disposées sous forme d'un épithélium régulier, et l'aspect des coupes dans la partie *postérieure* du cordon chez le *B. sarniensis* est tout à fait analogue à celui des coupes figurées par Bateson pour la région *antérieure* du même cordon.

Les coupes longitudinales sont plus intéressantes à étudier que les coupes transversales. La substance fibreuse (fig. 12) forme à la face ventrale du cordon nerveux un ruban épais qui présente une striation longitudinale très manifeste, et une striation transversale moins accusée. Du côté dorsal, le ruban formé par la substance fibreuse est beaucoup plus mince. La région celluleuse se montre constituée par de longues cellules très serrées, disposées parallèlement, et limitant de nombreux espaces vides, à contours ovalaires et à grand axe dirigé perpendiculairement au grand axe du cordon nerveux. En certains points, l'ensemble des

Digitized by Google

cellules offre l'aspect d'une portion d'épithélium limitée intérieurement par une mince cuticule. Les noyaux, très nombreux au voisinage de la portion fibreuse, deviennent beaucoup moins abondants dans la partie centrale lacuneuse.

Mais ce que ce cordon nerveux offre de plus remarquable, c'est son mode de terminaison en arrière. Sur une coupe longitudinale comprenant l'extrémité du collier et la partie antérieure de la région branchiale (fig. 15), on remarque que la couche épithéliale de la surface dorsale du corps, qui renfermait, au niveau du collier, de nombreuses glandes, cesse à un moment d'en présenter ; elle prend la forme d'un épithélium cylindrique ordinaire, puis s'invagine pour donner naissance à un canal cylindrique qui se dirige en avant et se continue avec le cordon nerveux que nous venons d'étudier, les cellules de l'épithélium extérieur passant progressivement aux cellules nerveuses du cordon. En d'autres termes, le cordon nerveux du collier vient s'ouvrir à l'extérieur par son extrémité postérieure. Les cellules nerveuses qui en occupent la partie centrale ne forment plus de lacunes et se disposent en forme d'un épithélium régulier qui tapisse la couche fibreuse, et limitent une cavité centrale par leurs bords internes pourvus d'un plateau à contours très nets ; par places, on retrouve encore de petits ponts réunissant les cellules et traversant la lumière ; en ces points, le plateau disparaît pour reparaître un peu plus loin. Ces modifications expliquent les changements indiqués plus haut dans l'aspect des coupes transversales et les différences que l'on constate entre les coupes passant par l'extrémité postérieure du cordon et celles qui passent par ses régions antérieure et moyenne.

Quant à la substance fibreuse, toujours plus épaisse à la face ventrale qu'à la face dorsale du cordon, elle se continue au niveau de l'ouverture : à la face dorsale avec la couche nerveuse sous-épithéliale du collier (fig. 15, *c. n.*), et à la face ventrale avec un tronc nerveux situé sur la ligne médiane de la face dorsale du corps, en dessous de l'épithélium, cordon que nous allons voir se prolonger jusqu'à l'extrémité postérieure du corps (fig. 15, *n. d.*).

Ce mode de terminaison de l'extrémité postérieure du cordon nerveux est assurément fort remarquable. Ni Spengel, ni Bateson,

Digitized by Google

n'indiquent de disposition analogue chez les espèces qu'ils ont étudiées. Chez le *B. minutus* en effet, je remarque que le cordon nerveux, qui présente la même structure et les mêmes relations que chez le *B. sarniensis*, se termine en arrière d'une manière plus simple. Les cellules nerveuses conservent les mêmes caractères sur toute la longueur du cordon, et ne s'écartent pas l'une de l'autre pour déterminer la formation d'un canal central. A l'extrémité postérieure du cordon, comme à son extrémité antérieure, elles se continuent avec les cellules épithéliales extérieures, et la partie fibreuse se conduit comme chez le *B. sarniensis*. Il faut remarquer cependant que, s'il n'y a pas formation d'une ouverture réelle, la couche épithéliale de la face dorsale du collier présente cependant une dépression, une sorte d'encoche au niveau de l'extrémité postérieure du cordon, et vient en quelque sorte à la rencontre des éléments qui vont se confondre avec les siens.

A son extrémité antérieure, chez le *B. sarniensis* aussi bien que chez le *B. minutus*, le cordon nerveux se continue jusqu'au point d'insertion du pédicule de la trompe sur le collier, et les cellules de sa partie centrale (fig. 12) se continuent, sans ligne de démarcation bien définie, avec les cellules épithéliales qui tapissent le cul-de-sac formé par le pédicule et le bord du collier ; tandis que la substance fibreuse se continue sur le côté dorsal avec la couche nerveuse très mince sous-jacente à l'épithélium de la face dorsale du corps, et sur le côté ventral avec la couche nerveuse de la trompe, très épaisse à ce niveau.

Enfin, le cordon nerveux central présente, en certains points de sa longueur des communications avec l'extérieur, qui ont déjà été indiquées, mais imparfaitement figurées par Spengel, et qui sont fort curieuses. Vers la réunion du tiers moyen avec le tiers postérieur du cordon, on voit en effet, chez le *B. sarniensis*, se détacher de la face dorsale trois cylindres remplis de cellules arrondies dont les noyaux ont les mêmes dimensions que ceux des cellules nerveuses, et qui se dirigent presque perpendiculairement vers l'épithélium, en traversant dans toute son épaisseur, la couche conjonctive et musculaire sous-jacente à l'épithélium dorsal. Au milieu des cellules se trouvent aussi des fibres ner-

Digitized by Google

veuses qui occupent surtout la périphérie des cylindres, et qui proviennent manifestement de la couche fibreuse dorsale du cordon nerveux (fig. 13). Vers l'extrémité externe des cylindres, les cellules sont moins nombreuses et se perdent au milieu des éléments de la couche épithéliale, tandis que les fibres viennent se perdre dans les fibres de la couche nerveuse sous-jacente à cette couche. Il me semble que l'épithélium de la face dorsale du corps présente, au niveau de chacun de ces trois cylindres, un pore très étroit.

Il ne m'a pas été possible de découvrir sur mes coupes longitudinales de cavité centrale dans ces cylindres nerveux ; seulement sur des coupes transversales successives passant par l'un de ces cylindres, voici ce que je constate. Dans les espaces lacunaires décrits plus haut se trouvent des granulations arrondies, fortement colorées, qui ne sont évidemment pas des cellules, et qui deviennent assez nombreuses au niveau des cylindres. Ceux-ci, coupés obliquement, offrent une forme ovalaire, et les granulations colorées en occupent la partie centrale remplissant peut-être une ouverture préexistante. Faut-il voir dans ces granulations des corps étrangers, ayant pénétré par les ouvertures des cylindres dans le système nerveux, ou bien des restes des cellules nerveuses dissociées et tombées en dégénérescence ? C'est ce que je ne puis décider.

Ces cylindres nerveux allant de la face dorsale du cordon nerveux à l'épithélium extérieur ont été décrits par Spengel chez les *B. minutus* et *claviger,* mais il n'en indique pas le nombre. Chez les *B. Kowalevskii* et *Kupferi,* il n'a rien observé de semblable.

J'ajouterai enfin que je ne trouve pas sur mes préparations ces cellules nerveuses géantes que Spengel a signalées en certains points du cordon nerveux.

Pour interpréter la nature du cordon nerveux du collier qui est évidemment un organe central, et des espaces lacunaires qui en occupent le centre, il serait indispensable de posséder des documents complets sur le développement de cet organe. Or, les observations de Spengel et de Bateson sur ce sujet important leur ont fourni des résultats contradictoires. Spengel admet que l'ébauche du système nerveux consiste en une invagination longi-

Digitized by Google

tudinale de l'ectoderme sur la ligne médiane dorsale, qui donne naissance à un cylindre creux dont la cavité se comblerait plus tard. Bateson admet au contraire qu'il se fait dans l'ectoderme un épaississement longitudinal aux dépens duquel se différencie le cordon nerveux primitivement plein ; puis, qu'en avant le cordon ainsi formé s'enfoncerait entre les bords relevés de l'ectoderme, phénomène qui donnerait lieu à la production de ce canal central qu'il observe, chez l'animal adulte, dans la portion antérieure du cordon. Comme Spengel, je nie complètement l'existence d'une cavité centrale dans cette portion du cordon. Le mode de développement reconnu par Spengel, c'est-à-dire l'invagination, m'expliquerait mieux l'ouverture extérieure que le cordon offre à son extrémité, cette ouverture n'étant qu'un reste de l'invagination primitive ; bien que, cependant, on puisse supposer aussi que cette communication avec l'extérieur se soit faite secondairement.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs des phénomènes embryogéniques par lesquels le cordon nerveux prend naissance, phénomènes sur lesquels des observations ultérieures nous renseigneront sans doute, je ne vois, pour ma part, rien qui s'oppose à ce que l'on rapproche le cordon nerveux du collier, chez le *Balanoglossus,* du système nerveux central des *Chordata,* homologie que Spengel repousse énergiquement, surtout, parce qu'au lieu d'une cavité centrale unique et régulière, le cordon ne présente que des lacunes séparées les unes des autres par les cellules. Mais il me semble qu'on ne doit pas attribuer à ce fait une grande importance : que la cavité reste parfaitement vide ou qu'elle s'oblitère en partie par des prolongements de cellules allant d'une paroi à l'autre, cela importe peu, en somme. La formation des lacunes est évidemment secondaire : sur un grand nombre de coupes appartenant à différentes régions du cordon nerveux, on observe toujours des endroits où la couche cellulaire forme vers l'intérieur un contour très net (fig. 16). Du reste, l'on connaît aussi dans les centres nerveux des Vertébrés, des commissures qui traversent de part en part la cavité centrale (la commissure grise, du troisième ventricule, par exemple).

Il résulte des dispositions anatomiques qui viennent d'être indi-

Digitized by Google

quées que la partie centrale du système nerveux se trouve située à la face dorsale d'une formation née de la paroi du pharynx, et ayant par conséquent une origine endodermique; cette même partie centrale est aussi située à la face dorsale d'une plaque squelettique ayant une origine également endodermique, puisqu'il est à peu près hors de doute qu'elle dérive de la formation précédente. De telles relations me paraissent avoir une grande importance. Elles sont à coup sûr fort curieuses, car nous ne sommes pas habitués à rencontrer chez les *Invertébrés*, sauf parmi les *Tuniciers*, un cordon nerveux situé à la face dorsale du corps. Nous aurons à discuter plus loin les conséquences qu'il est permis de tirer de faits aussi importants.

Système nerveux périphérique. — J'ai déjà parlé de la couche nerveuse située sous l'épithélium de la trompe, dans laquelle s'épanouit la substance fibreuse du cordon nerveux central. Cette couche nerveuse se rencontre sur toute la surface du corps, en dessous de l'épithélium extérieur, mais nulle part elle n'offre un développement analogue à celui qu'elle prend dans la trompe. Ses caractères, déjà indiqués, sont les mêmes que ceux de la substance fibreuse du cordon.

Outre cette couche nerveuse sous-épithéliale, on trouve, chez le *Balanoglossus*, de véritables troncs nerveux qui existent sur toute la portion du corps située au delà du collier et qui occupent les lignes médianes dorsale et ventrale, en dehors des vaisseaux longitudinaux. Ces troncs ne sont que des épaississements locaux de la couche nerveuse générale avec laquelle ils se continuent sur les côtés; ils offrent la même structure que cette couche, et, comme elle, ils ne sont pas non plus séparés des cellules épithéliales qui le recouvrent par une ligne de démarcation nettement accusée. Mais cependant ces troncs sont bien distincts et ils se laissent facilement reconnaître sur les coupes. Nous connaissons déjà l'origine du tronc nerveux dorsal; nous savons que les cellules nerveuses, en s'écartant pour former l'ouverture postérieure du cordon central, passent toutes aux cellules épithéliales externes, et que la substance fibreuse qui formait l'épais ruban de la face ventrale de ce cordon se continue, sans changer de caractère, en dessous de cette ouverture; elle devient ainsi le tronc nerveux qui

Digitized by Google

court jusqu'à l'anus en dessus du vaisseau dorsal, et dont la structure et les relations sont indiquées sur la coupe transversale (fig. 14, *n. d.*). On voit que le nerf est en relation intime avec l'épithélium, qui offre à son niveau des caractères particuliers : les cellules sont plus allongées, elles sont disposées plus régulièrement et n'offrent pas de glandes à mucus. Les striations transversale et longitudinale sont toujours très accusées.

Le tronc ventral tire son origine du tronc dorsal de la manière suivante. A quelque distance en arrière de l'ouverture postérieure du cordon central, le nerf dorsal fournit latéralement deux branches qui se dirigent obliquement en arrière et en bas, en conservant toujours leur situation en dessous de l'épithélium et se réunissent sur la ligne médiane ventrale en un tronc unique qui se place sous le vaisseau ventral et se continue jusqu'à l'extrémité postérieure du corps. Le point de réunion de ces deux branches obliques se trouve au niveau des premières paires de sacs branchiaux.

Les coupes transversales faites depuis la région branchiale jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, montrent que ces troncs offrent tous deux la même largeur, qu'ils s'amincissent progressivement, mais ne se réunissent pas autour de l'anus, qu'enfin ils ne sont pas nettement limités sur les côtés, mais se continuent latéralement avec la couche nerveuse sous-épithéliale.

Étant donnée l'épaisseur remarquable qu'offre la couche nerveuse dans les parois de la trompe, on peut supposer que cet organe est doué d'une grande sensibilité, mais il n'est pas possible d'y découvrir les moindres traces d'organes des sens.

Tube digestif et parois du corps. — Entre l'épithélium extérieur et l'épithélium intestinal, se trouve, sur toute la longueur du corps, une lame épaisse formée de tissus mésodermiques. La cavité générale de la larve, en effet, a été comblée par des éléments conjonctifs et par des fibres musculaires ; elle n'apparaît plus entre ces éléments que sous forme de lacunes remplies par un liquide, qui, chez les animaux traités par les réactifs, se présente comme un coagulum très léger, finement granuleux. Ce liquide renferme de nombreux éléments cellulaires arrondis, à contours peu apparents, dont le protoplasma est rempli de gra-

Digitized by Google

nulations. Ces éléments sont identiques à ceux qu'on observe dans les interstices des tissus de la cavité de la trompe.

Nous trouvons donc ici un type de tissu mésenchymateux intéressant à connaître, puisque, de par le développement de son mésoderme, le *Balanoglossus* est un véritable cœlomate. Parmi ces éléments conjonctifs et musculaires qui remplissent la cavité générale, on peut cependant faire la part de ce qui revient au feuillet somatique et au feuillet splanchnique du mésoderme. Dans le collier, les muscles du feuillet somatique offrent d'abord (fig. 16 et 11) une mince couche de fibres longitudinales, puis une assise de fibres transversales (*m. t. e.*) peu épaisse, irrégulièrement développée, qui, par places, peut même faire complètement défaut, en dedans de laquelle existe une deuxième couche de fibres longitudinales (*m. l. e.*) plus épaisse que la première. Ces fibres sont réunies en petits groupes, séparés par du tissu conjonctif, et offrent sur les coupes transversales une disposition régulière et élégante.

Quant au feuillet splanchnique, il présente d'abord une couche de fibres transversales (*m. t. i.*) immédiatement appliquée contre l'épithélium intestinal, et en dehors d'elle, des fibres longitudinales (*m. l. i.*) également réunies en groupes distincts. Entre ces deux parois musculaires, on trouve des fibres musculaires entrecroisées, dont la plupart ont une direction longitudinale, entremêlées d'éléments conjonctifs, au milieu desquels se montrent les lacunes plus ou moins développées, remplies par un coagulum. Les éléments conjonctifs consistent en fibrilles anastomosées, avec de nombreux noyaux, supportant les éléments musculaires sous lesquels elles disparaissent, par places, complètement.

Les fibres musculaires transversales, développées dans les parois somatique et splanchnique du mésoderme, ne se remarquent guère que dans le collier ; dans les autres régions du corps, les fibres musculaires n'offrent plus cette disposition régulière qui vient d'être indiquée. Il n'existe, en effet, que des fibres longitudinales ou obliques qui forment, dans la paroi du corps comme dans la paroi de l'intestin, une couche de moins en moins distincte qui tend à se confondre avec les éléments remplissant la cavité générale, à mesure que l'on s'éloigne de l'extrémité antérieure du corps. A partir de la région hépatique et jusqu'à

Digitized by Google

l'extrémité postérieure du corps, l'ensemble des tissus mésodermiques qui séparent l'épithélium extérieur de l'épithélium intestinal, forme une lame unique très mince, dans laquelle on trouve toujours des fibres musculaires et des éléments conjonctifs, mais qui ne sont plus disposés, comme précédemment, en une paroi externe et une paroi interne séparées par une masse intermédiaire.

Les deux sacs cœlomatiques de la larve, non seulement ont leur cavité oblitérée par le développement d'un tissu mésenchymateux, mais sont incomplètement séparés sur les lignes médianes dorsale et ventrale, du moins chez le *B. sarniensis*. Nous avons vu, en étudiant les organes situés à la base de la trompe, qu'il existait dans le collier deux espaces parfaitement définis (fig. 3, 5, 8 et 9, *c. g.*) qui ne sont autre chose que des portions de la cavité générale séparées du reste de cette cavité par une paroi. Ces deux espaces prennent naissance à la base de la trompe, et existent sur toute la longueur du pédicule qui la rattache au collier. Une très petite portion des tissus conjonctifs et musculaires de la trompe reste en dehors de ces deux espaces, et traversent aussi le pédicule pour se perdre dans les tissus de la cavité générale du collier, du moins en partie. Ce sont surtout des fibres musculaires longitudinales (fig. 8, *l. tr.*), réunies par petits groupes séparés par des tissus conjonctifs, et qui s'insèrent pour la plupart sur la plaque pharyngienne.

Les deux espaces *c. g*, qui se sont ainsi séparés du reste de la cavité générale sur le côté dorsal, restent distincts sur toute la longueur du collier. Mais à l'extrémité postérieure de celui-ci, vers le point où le cordon nerveux se termine en s'ouvrant dans l'épithélium externe, les deux espaces, jusqu'alors parfaitement délimités, cessent d'offrir une paroi distincte et les éléments qui s'y trouvaient renfermés, éléments d'ailleurs identiques à ceux qui remplissent la cavité générale, se confondent avec ces derniers. Or, dans toute la portion du corps située en arrière du collier, les deux sacs cœlomatiques de la larve, en s'adossant sur les lignes médianes dorsale et ventrale, donnent naissance à deux mésentères, un mésentère dorsal (fig. 14, *m. d.*) et un mésentère ventral (*m. v.*), qui s'étendent d'une façon continue et sans inter-

Digitized by Google

ruption sur toute la longueur du corps, de l'épithélium intestinal à l'épithélium extérieur, et qui comprennent dans leur épaisseur les vaisseaux longitudinaux dorsal et ventral. Les deux moitiés de la cavité générale se trouvent donc aussi séparées d'une manière complète. Mais au niveau du collier les dispositions sont modifiées de la manière suivante. Les premières coupes transversales du collier n'offrent ni mésentère dorsal ni mésentère ventral; ces cloisons n'apparaissent que sur les coupes passant en arrière de l'orifice du diverticulum pharyngien. On distingue alors un mésentère qui s'étend de la face dorsale du système nerveux jusqu'au bord interne de la couche épithéliale externe (fig. 4, *m. d.*), et un mésentère qui s'étend sur la ligne médiane ventrale, de l'épithélium externe à la couche des fibres musculaires transversales de l'intestin (*m. v.*), quand cette couche est distincte, mais qui se continue jusqu'au bord externe de l'épithélium intestinal, quand cette assise musculaire n'est pas représentée.

Dans la région postérieure du collier, comme le cordon nerveux dorsal se rapproche de l'épithélium externe à la surface duquel il viendra s'ouvrir, le mésentère sus-nervien devient de plus en plus étroit et finit par disparaître par le fait même que l'espace qui sépare le cordon nerveux de la couche épithéliale se réduit à zéro. Au contraire, la lamelle conjonctive qui séparait les deux espaces *c. g.* jusqu'alors tout à fait clos, s'allonge, sans cependant perdre ses relations et sans abandonner le cordon nerveux; et quand ce cordon aura disparu, quand les deux espaces *c. g.* ne seront plus distincts, changements qui se produisent au niveau du bord postérieur du collier, cette lamelle constituera un mésentère s'étendant de la face ventrale du tronc nerveux dorsal jusqu'à la couche épithéliale de l'intestin en comprenant dans son épaisseur le vaisseau dorsal.

Quant au mésentère ventral du collier, il ne se modifie pas en sortant du collier, et depuis le commencement du collier jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, il conserve constamment la même forme et les mêmes caractères.

Au niveau du collier, la couche épithéliale externe est épaisse: elle est formée de cellules allongées, cylindriques au milieu desquelles on ne remarque qu'un petit nombre de cellules à mucus.

Digitized by Google

Mais au niveau de la région branchiale, celles-ci deviennent très nombreuses et se présentent sous forme de cellules fortement gonflées qui refoulent les cellules voisines dont les parois s'accolent et se soudent. Cette couche épithéliale conserve les mêmes caractères jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, mais elle va continuellement en s'amincissant. Son épaisseur, qui, au niveau du collier, était de $0^{mm},25$ environ, se réduit en effet à $0^{mm},08$ au delà de la région hépatique.

Au niveau de la région hépatique, la couche épithéliale présente les modifications suivantes. Sur le côté ventral du corps où les cœcums hépatiques n'existent pas, l'épithélium est large et très glandulaire, tandis que sur les parois des cœcums il est très mince, et constitué par des cellules cubiques formant une couche régulière et dépourvue de glandes, mais qui s'élargit à l'extrémité des culs-de-sacs en acquérant de nouveau des glandes à mucus.

La cavité digestive est cylindrique au niveau du collier (fig. 4); elle se rétrécit au niveau de la région branchiale par suite de la présence des branchies qui en occupent la moitié supérieure. Les différentes formes que présente la coupe de l'intestin le long de cette région, ont été suffisamment décrites et figurées par Kowalevsky pour qu'il ne soit pas nécessaire de revenir sur ce sujet. La figure 14 représente une coupe transversale passant vers le milieu de la région branchiale. Dans la région génitale, la forme de l'intestin varie suivant le développement que prennent les glandes génitales et les fibres musculaires dans l'étui musculo-cutané. Il présente en général une coupe rectangulaire. Dans la région hépatique et jusqu'à l'anus, sa cavité est très irrégulière.

Les cellules épithéliales de l'intestin sont très longues, étroites, et à parois minces; elles offrent les mêmes caractères sur toute la longueur de l'intestin; seulement, la couche qu'elles forment offre dans le collier une épaisseur de $0^{mm},4$ à $0^{mm},5$ qui se réduit à $0^{mm},1$ seulement dans la région génitale.

Dans la région hépatique, l'intestin offre une série de diverticulums pairs, simples poches placées les unes derrière les autres, s'ouvrant par une large ouverture dans la cavité intestinale et n'offrant pas cette disposition compliquée qui a été reconnue chez

Digitized by Google

certaines espèces de *Balanoglossus*. Ces diverticulums ne sont développés qu'à la face dorsale de l'intestin. La lame musculo-fibreuse ne subit au niveau des poches aucune modification, mais les cellules épithéliales intestinales, très courtes dans la région génitale et dans la moitié ventrale du tube digestif au niveau de la région hépatique, se développent et deviennent très longues dans les diverticulums. Elles se terminent intérieurement par une extrémité renflée, renfermant un protoplasma trouble et granuleux ; leurs noyaux volumineux renferment de nombreuses granulations de nucléine. Enfin, elles offrent, en dehors et en dedans de la couche des noyaux, de nombreuses granulations d'une couleur vert foncé, parfaitement conservées sur des pièces traitées successivement par l'alcool, l'éther et le chloroforme. Ces granulations existent aussi dans les cellules de la paroi ventrale de l'intestin et elles se continuent aussi au delà de la région hépatique sur une certaine distance vers l'extrémité postérieure. C'est à ces granulations qu'est due la couleur verte qu'on observe, sur les animaux vivants, dans cette région.

Système circulatoire. — La description que je vais donner du système circulatoire chez le *B. sarniensis* diffère sensiblement de celle de Kowalevsky. J'ai vivement regretté de n'avoir pas pu pratiquer d'injections sur mes échantillons, car les résultats que l'on obtient en étudiant des coupes successives, si excellente que soit cette méthode, demandent à être complétés et vérifiés par des injections faites sur des animaux vivants. Avant d'indiquer la disposition des troncs vasculaires que j'ai reconnus et suivis sur mes coupes, je dois faire la remarque suivante. S'il est facile de distinguer sur une coupe l'existence d'un vaisseau, grâce à la présence du sang coagulé et fortement coloré qui le remplit, il est au contraire difficile et souvent impossible d'affirmer l'existence d'une paroi quand les pièces n'ont pas subi un traitement approprié. J'applique donc le nom de vaisseaux, ou de branches vasculaires, à ces espaces remplis de sang coagulé dont je trouve la correspondance sur les coupes transversales, horizontales et sagittales, qui se rencontrent sur toutes les préparations dans les mêmes points et avec les mêmes relations, mais je laisse forcément dans le doute la question de savoir si quelques-uns de ces

Digitized by Google

espaces sont des vaisseaux parfaitement définis, ayant des parois propres, ou seulement de simples lacunes vasculaires.

Cœur. — Spengel, avons-nous dit plus haut, considérait comme le représentant du cœur de la Tornaria, le sac que j'ai décrit sous le nom de sac ou de cavité de la glande proboscidienne. Ce sac étant parfaitement clos, le *Balanoglossus* adulte ne posséderait pas, d'après lui, de cœur véritable. Bateson, en étudiant le développement du *Balanoglossus*, est arrivé à un résultat tout différent et a montré que le cœur de la Tornaria devenait, non pas l'organe que nous appelons le sac de la glande proboscidienne, mais au contraire l'organe nommé par Spengel l'*espace sanguin*. Cette observation de Bateson me paraît confirmée par mes propres recherches: j'ai reconnu, en effet, que cet espace sanguin donnait naissance à de nombreux vaisseaux. Je n'ai jamais pu découvrir sur mes coupes de fibres musculaires dans les parois de cet organe et je ne sais pas s'il est contractile, mais, pour l'étudier convenablement, il aurait fallu pouvoir l'isoler et en dissocier les éléments, ce qu'il ne m'était pas possible de faire sur mes pièces. Tout ce que je puis dire, c'est qu'il offre toujours un contour très net et une paroi distincte ; qu'il paraît, en somme, être un organe bien défini et non un simple espace sanguin s'étalant entre les organes.

D'après les images offertes par mes coupes, je considère le cœur comme un organe aplati et allongé, situé à la face dorsale du diverticulum sur laquelle il se moule et qu'il occupe presque tout entière (fig. 2, 3, 7, 8, 10 et 11, *c*). Terminé en avant par un cul-de-sac, ce cœur offre deux prolongements latéraux antérieurs d'où partent les vaisseaux qui se rendent dans les parois de la trompe et trois prolongements postérieurs, l'un médian, et deux latéraux. Le prolongement médian qui continue directement le cœur, se place en dessous du cordon nerveux du collier entre les deux portions closes de la cavité générale *c. g.* Les prolongements latéraux sont d'abord situés de chaque côté du diverticulum (fig. 3, *c. p.*) ; ils se placent ensuite de chaque côté de la plaque pharyngienne (fig. 8), mais s'en écartent bientôt (fig. 9) et se continuent avec des vaisseaux dont nous étudierons le trajet plus loin. Considérons en effet une série de coupes transversales menées entre la base de la trompe et le commencement du collier.

Digitized by Google

Nous voyons le cœur apparaître sous forme d'un organe aplati entre le diverticulum et le sac de la glande proboscidienne (fig. 7), rempli de sang coagulé, et qui s'élargit et s'étale dans la figure 3; on distingue sur cette figure les deux prolongements latéraux postérieurs qui sont très développés. La figure 8 montre en *c* le commencement du prolongement postérieur médian, lequel se continuera avec le vaisseau que nous décrirons sous le nom de vaisseau dorsal. Les prolongements latéraux postérieurs sont toujours très larges. Situés d'abord à l'angle du diverticulum et de la plaque squelettique, ils s'abaissent progressivement vers le bas et atteignent la paroi de l'intestin : ils s'écartent alors rapidement de la ligne médiane (fig. 6), mais à ce moment ils forment, non plus des régions du cœur, mais de véritables vaisseaux. La coupe horizontale (fig. 2) nous montre aussi les rapports des différentes portions du cœur. La portion médiane, très aplatie en dessous du sac de la glande, donne latéralement deux prolongements qui se continuent avec les vaisseaux de la trompe, et en arrière les prolongements postérieurs pairs ; le prolongement postérieur impair se continue à gauche avec un vaisseau qui court sous l'épithélium intestinal. Sur la coupe sagittale 11, on voit le cœur terminé en avant en cul-de-sac, et en arrière la coupe tangentielle du prolongement postérieur qui se continuera avec les vaisseaux de l'intestin.

En résumé, le sac situé à la face dorsale du diverticulum dérive du cœur de la Tornaria ; il présente toujours sur les préparations les mêmes relations très constantes; il offre une forme bien définie et des parois propres ; enfin, non seulement il est en communication ouverte avec les vaisseaux, mais aussi il est le centre d'où partent ou auquel arrivent les vaisseaux les plus importants du corps. Si je n'ai pas distingué de fibres musculaires dans ses parois, et si je ne l'ai pas vu se contracter chez l'animal vivant, chose qui sera constatée peut-être un jour, au moins ai-je montré qu'il était un véritable organe central de tout le système circulatoire.

Vaisseaux. — Des deux prolongements latéraux antérieurs du cœur partent des vaisseaux qui se rendent dans les parois de la trompe et cheminent en dessous de la couche nerveuse (fig. 11

Digitized by Google

et 2, *c. l.*), et dont on peut reconnaître l'origine sur les coupes horizontales mieux que sur les coupes sagittales. Ces vaisseaux doivent être assez nombreux, à en juger par les coupes transversales faites à la base de la trompe. Le cœur donne aussi de nombreuses branches qui se répandent sur l'extrémité antérieure et la face ventrale du diverticulum pharyngien (fig. 1) ; on en trouve quelques-unes sur la coupe transversale (fig. 3). Ces branches sont très serrées, et, sur les coupes longitudinales, la face ventrale du diverticulum paraît entourée d'un large espace vasculaire ; elles s'anastomosent aussi avec les vaisseaux des parois de la trompe. Par ses faces latérales, le cœur donne enfin de nombreux rameaux qui se distribuent dans le tissu de la glande proboscidienne.

En arrière, le prolongement médian du cœur se continue avec un vaisseau placé en dessus du diverticulum, entre celui-ci et le canal dorsal de la trompe (fig. 8, *c*), puis entre le diverticulum et le cordon nerveux dorsal du collier (fig. 5 et 9, *v. d.*) quand celui-ci a fait son apparition. Ce vaisseau, situé en dessous du cordon, est peu développé ; il donne plusieurs branches latérales qui se réunissent sur la face dorsale du cordon pour former un vaisseau sus-nervien (fig. 5, 9 et 4, *v. n.*), qui forme le tronc longitudinal dorsal le plus important du collier.

Le vaisseau sus-nervien n'a pas un long trajet. Situé à la face dorsale du cordon, il s'éteint quand ce cordon se termine et ne dépasse pas par conséquent le bord postérieur du collier. Au contraire, le vaisseau situé en dessous de ce même cordon devient plus gros quand le premier disparaît et il se continue jusqu'à l'extrémité postérieure du corps en dessous du nerf dorsal médian, toujours compris entre les deux feuillets du mésentère dorsal (fig. 14, *v. d.*). C'est le vaisseau longitudinal dorsal.

Les deux prolongements postérieurs du cœur situés de chaque côté de la plaque squelettique fournissent d'abord, par leurs bords internes et vers le milieu de la plaque, une expansion courte formant une sorte de lacune dans la partie médiane de la plaque (fig. 2 et 1, *v. p.*), qui la partage en deux portions égales ou inégales, suivant les plans par lesquels passent les coupes. Ces deux prolongements postérieurs quittent ensuite la plaque, s'él oi-

Digitized by Google

gnent de la ligne médiane dorsale (fig. 9, *c. p.*) et se recourbent vers la région ventrale en présentant un trajet oblique dans la couche musculaire de l'intestin. En se réunissant sur la ligne médiane, ils donnent naissance au vaisseau longitudinal ventral (fig. 4 et 14, *v. v.*) qui existe sur toute la longueur du corps et qui se continue en avant au delà du point de réunion de ses deux troncs d'origine jusqu'au bord antérieur du collier (fig. 1, *v. v.*). Ce vaisseau ventral est d'abord situé dans le collier entre la couche musculaire transversale et la couche longitudinale de la paroi de l'intestin ; mais vers le bord postérieur du collier il se rapproche du tronc nerveux ventral qui vient d'y faire son apparition et se place à la face dorsale de ce tronc qu'il n'abandonnera plus.

Les deux vaisseaux longitudinaux, dorsal et ventral, envoient latéralement de nombreuses branches, qui suivent les mésentères dorsal et ventral, et se ramifient, les unes entre l'épithélium extérieur et les muscles de la paroi du corps, les autres entre l'épithélium de l'intestin et sa couche musculaire. Ces vaisseaux s'anastomosent, et les deux vaisseaux longitudinaux se trouvent ainsi mis en communication (fig. 4). Ces branches sous-épithéliales envoient aussi des rameaux transversaux qui se distribuent dans toute l'épaisseur des tissus formant le large étui mésodermique.

Il faut remarquer que dans le collier les branches qui se distribuent à la paroi intestinale ne rampent pas immédiatement sous l'épithélium, mais sont situées entre les couches musculaires transversale et longitudinale de l'intestin, de même que le tronc qui les fournit. Quand la couche musculaire transversale n'existe pas, ils sont naturellement appliqués contre l'épithélium.

Quant au vaisseau sus-nervien qui tire son origine du vaisseau longitudinal sous-nervien, il donne aussi des nombreux rameaux qui vont s'anastomoser avec les branches du réseau vasculaire sous-cutané. En particulier, il donne au niveau des trois cylindres verticaux qui s'étendent de la face dorsale du cordon nerveux à l'extérieur, des branches très développées qui s'appliquent contre la surface de ces cylindres et qui se jettent dans les vaisseaux sous-épithéliaux.

Digitized by Google

Comme il a été dit plus haut que les mésentères dorsal et ventral n'apparaissaient dans le collier qu'à une certaine distance de son bord antérieur, il s'ensuit que les vaisseaux dorsal et susnervien ne donnent pas de branches externes dans la première partie de leur trajet, mais seulement à partir du point où les mésentères sont développés.

Mes observations sur la distribution des vaisseaux dans la région branchiale sont malheureusement incomplètes. On comprend qu'il soit fort difficile de suivre sur les coupes des troncs vasculaires et d'en reconnaître les relations dans une région si compliquée et où ils offrent de nombreuses divisions et de fréquentes anastomoses. Je crois cependant pouvoir confirmer, en partie du moins, les observations de Kowalevsky : mes coupes transversales, en effet, me donnent des images qui correspondent aux descriptions du savant professeur russe. Au niveau de la région branchiale, le vaisseau dorsal offre un volume considérable (fig. 14, *v. d.*), puisque son diamètre est de $0^m,25$ à $0^m,30$ au lieu que dans le collier il n'a que $0^m,02$ à $0^m,03$. En dehors de ce tronc et de chaque côté de la ligne médiane j'observe deux troncs plus petits (fig. 14, *v. l.*) situés entre les sacs branchiaux et la couche épithéliale de la face dorsale du corps et qui correspondent évidemment aux deux vaisseaux latéraux que Kowalevsky désigne par les lettres *e* dans la figure 4 de son mémoire[1]. Et, enfin, dans les lobes latéraux de la face dorsale, entre l'épithélium et les glandes génitales déjà très développées sur le milieu de la région branchiale, je remarque, mais sur quelques coupes seulement, deux autres vaisseaux (*v'. l'.*) qui correspondent peut-être aux vaisseaux *mm* de la même figure 4. Ces deux paires de vaisseaux n'existent plus dans la région génitale. Kowalevsky a reconnu que ces vaisseaux provenaient du vaisseau dorsal médian, disposition que je puis confirmer pour les vaisseaux *v. l.*, les plus rapprochés de la ligne médiane.

Quant aux vaisseaux latéraux *v'. l'.*, ne les observant que sur quelques coupes seulement, je ne puis en indiquer l'origine. Mais j'insiste sur l'existence des vaisseaux latéraux, au moins des vais-

1. Kowalevsky, *Anatomie des Balanoglossus.* (*Mém. Acad. Imp. Pétersbourg*, vol. X, 1866.)

Digitized by Google

seaux *v. l.*, parce que Spengel n'a pas retrouvé les vaisseaux décrits par Kowalevsky.

Au delà des branchies, dans le commencement de la région génitale, le vaisseau dorsal conserve encore, sur une certaine partie de son trajet, un calibre considérable, puis il se rétrécit peu à peu pour reprendre les dimensions qu'il avait dans le collier.

Branchies. — J'ai peu de choses à dire sur l'appareil branchial qui, chez le *B. sarniensis*, paraît être identique à celui des *B. claviger* et *minutus*, fort bien décrit par Spengel. L'ouverture des sacs branchiaux dans la cavité digestive est obturée en grande partie par un opercule, et le squelette des branchies offre la même disposition que chez les espèces de Naples. Des travées transversales, s'étendant entre les lames des sacs branchiaux et celles des opercules forment des fourchettes à trois branches analogues à celles qui ont été figurées par Kowalevsky et par Spengel. Ces travées sont peut-être moins nombreuses et plus écartées dans mon espèce que chez le *B. claviger*, mais je ne puis en juger avec certitude, Spengel n'ayant encore publié que des figures schématiques.

Entre l'appareil branchial et l'épithélium de la face dorsale du corps, se trouvent de nombreuses fibres musculaires irrégulièrement disposées comme dans la région post-branchiale. Spengel parle de faibles sphincters existant autour des orifices extérieurs des sacs. Sur mes coupes sagittales, j'observe aux extrémités des sacs branchiaux, lorsque les parois accolées de deux sacs voisins se séparent l'une de l'autre, des espaces occupés par des muscles coupés transversalement ou obliquement. Ces fibres paraissent entourer les canaux extérieurs des branchies, et peuvent sans doute, par leur action, agrandir ou resserrer le calibre de ces canaux.

Les deux canaux découverts par Spengel, les *Kragenporen*, qui prennent naissance sur la paroi des sacs branchiaux de la première paire pour s'ouvrir dans la cavité générale du collier, appartiennent aussi à la région branchiale. Spengel dit que ces canaux ont leur paroi dorsale fendue sur toute leur longueur, de telle sorte que sur les coupes transversales ils présentent une

Digitized by Google

cavité semi-lunaire. J'observe au contraire que, vers le milieu de leur longueur, ces canaux offrent une forme parfaitement cylindrique, et ne se présentent sous forme de gouttière qu'à leurs deux extrémités. Voici du reste ce que je constate sur une série de coupes transversales passant successivement par l'extrémité postérieure du collier et le commencement de la région branchiale. Sur les premières coupes, où le cordon nerveux dorsal du collier se présente comme un canal tapissé d'une couche de cellules parfaitement régulière et entourant une lumière centrale (coupes qui par conséquent passent en avant de l'ouverture dorsale de ce cordon), on voit apparaître, au milieu des tissus conjonctifs et musculaires qui remplissent la cavité générale du collier, et de chaque côté de la ligne médiane, deux bandes de cellules épithéliales qui se recourbent peu à peu par leurs bords pour former chacune une paroi de canal incomplet, dont la concavité est tournée vers la face dorsale du corps. Elles offrent donc sur les coupes transversales la forme d'un croissant dont les cornes sont tournées en haut. Sur les coupes suivantes, on voit chaque bande s'allonger en se recourbant et ses deux extrémités, les deux cornes du croissant, viennent à la rencontre l'une de l'autre, puis se réunissent pour former un canal complet, dont la coupe est à peu près circulaire et qui possède une lumière régulière. Les cellules qui en forment la paroi sont columnaires. A mesure qu'on étudie d'autres coupes, on remarque que la paroi ventrale du canal disparaît peu à peu : il offre alors de nouveau en coupe la forme d'un croissant, mais dont la concavité est tournée vers la face ventrale, c'est-à-dire que sa position est inverse de celle qu'il avait primitivement. Les deux extrémités du croissant se continuent latéralement avec les tissus de la cavité générale. Peu à peu les croissants s'aplatissent, se rapprochent du premier sac branchial et leurs éléments se confondent avec les cellules épithéliales de ce sac.

Les deux pores du collier ont donc, chez le *B. sarniensis*, la forme d'une gouttière qui, dans sa partie moyenne, se convertit en un canal par le rapprochement de ses bords; et tandis que dans sa partie antérieure, la concavité de la gouttière est tournée vers la face dorsale, dans la partie postérieure elle est au con-

Digitized by Google

traire tournée vers la face ventrale. La portion tubulaire ne doit pas être bien longue, car je ne l'observe que sur six ou huit coupes successives (mes coupes ont environ un trentième de millimètre d'épaisseur).

Glandes génitales. — Elles apparaissent déjà vers le milieu de la région branchiale et se continuent jusqu'au voisinage de la région hépatique.

Dans la région génitale, elles forment quatre séries régulières: deux à la face dorsale, de chaque côté de la ligne médiane, et deux à la face ventrale du corps.

Ces glandes se présentent comme des masses ovoïdes, ayant une largeur de 3 à 4 millim. sur une longueur de 5 à 7 millim. Suivant qu'elles sont plus ou moins volumineuses, elles modifient la forme de la coupe de l'intestin dans une région déterminée.

A l'époque où j'ai capturé mes échantillons de *Balanoglossus*, les glandes génitales n'étaient pas en activité. Je n'ai jamais constaté, chez les individus vivants, des différences d'aspect ou de coloration qui parussent indiquer la distinction des sexes. Sur les coupes, j'observe que le tissu de ces glandes est constitué par des globules arrondis, colorés en rose par le carmin, et formant des amas mamelonnés ou disposés sous forme de bandes radiales. Au milieu de ces globules, il s'en trouve d'autres qui sont plus pâles ou complètement incolores et assez réfringents, qui sont peut-être des globules graisseux dont la graisse aurait été en partie dissoute par les réactifs. Parmi ces éléments, on rencontre enfin des granulations de pigment jaune, plus ou moins abondantes. Ces différents éléments, qu'il aurait fallu pouvoir étudier chez des animaux frais, correspondent très bien à ceux qui ont été décrits par Kowalevsky dans les glandes génitales de ses *Balanoglossus* en dehors de l'époque de la reproduction.

Il n'est pas d'animal dont la position systématique ait été discutée comme celle du *Balanoglossus*.

Tour à tour rapproché des *Tuniciers*, des *Némertes*, des *Échinodermes* et des *Vertébrés*, il n'a pas encore pu trouver sa place dans la classification. Je suis loin d'avoir la prétention de résoudre un problème aussi difficile; mais je voudrais résumer ici

Digitized by Google

quelques réflexions qui m'ont été suggérées, pendant le cours de mes recherches, par l'étude de certains organes, et par l'importance que je crois devoir attacher à certaines dispositions.

Il y a peu de choses à dire sur les ressemblances du *Balanoglossus* avec les *Némertes* et avec les *Tuniciers*. Autrefois on a comparé la trompe du *Balanoglossus* à celle d'un *Némertien;* mais maintenant que nous possédons des documents complets sur la structure et sur le développement de cet organe dans les deux groupes, il ne peut plus être question d'un semblable rapprochement. La trompe du *Balanoglossus,* qui dérive du lobe préoral de la *Tornaria,* est bien différente de la trompe d'un *Némertien* qui naît d'une invagination ectodermique. S'il était prouvé que la gaîne proboscidienne des *Némertes* a bien réellement une origine endodermique, on pourrait peut-être la comparer au diverticulum pharyngien du *Balanoglossus*. Ce rapprochement pourrait être admis par des naturalistes qui, comme Hubrecht, cherchent dans la gaîne proboscidienne des *Némertes* un organe homologue à la chorde dorsale des *Vertébrés*. Mais pour trouver dans le *Balanoglossus* des organes caractéristiques d'un *Vertébré,* il n'est pas nécessaire de passer par les *Némertes*. Enfin, la structure du système nerveux exclut toute idée de parenté du *Balanoglossus* avec ce dernier groupe; il y a bien, il est vrai, un anneau de substance nerveuse à la base de la trompe, mais cet anneau, qui est situé en dehors de la bouche, n'a pas les caractères d'un organe central et nous ne pouvons pas le comparer aux masses nerveuses de l'extrémité antérieure du corps chez les *Némertes*.

Les ressemblances du Balanoglossus avec les Tuniciers ne sont pas non plus bien profondes, et ne sont pas de nature à indiquer un lien de parenté, puisqu'elles ne portent que sur l'appareil branchial. Or, cet appareil présente dans tout le règne animal une trop grande variation pour qu'il puisse servir à établir des homologies. Les ressemblances cependant n'en sont pas moins indiscutables; et comme les Tuniciers sont proches parents des Vertébrés, que le Balanoglossus présente avec les *Chordata* une parenté sur laquelle j'insisterai tout à l'heure, nous ne devons pas perdre complètement de vue que les appareils branchiaux du Balano-

Digitized by Google

glossus, des Tuniciers et de l'Amphioxus offrent une structure fondamentale identique.

Il reste maintenant à discuter les deux autres hypothèses émises sur la parenté du Balanoglossus, hypothèses qui s'appuient sur des faits beaucoup plus précis, dont l'une a été formulée et développée avec un grand talent par Metschnikoff qui a rapproché le Balanoglossus des Échinodermes, et l'autre par Bateson qui l'a rapproché des Vertébrés. Les affinités du Balanoglossus avec ces deux types reposent sur des caractères bien différents ; mais il est bien difficile de choisir entre les deux hypothèses, car on ne saurait nier que la larve du Balanoglossus ne soit constituée comme une larve d'Échinoderme, ni que l'animal adulte n'offre avec les *Chordata* des ressemblances qui s'imposent forcément à l'esprit. Les zoologistes qui sont portés à attribuer une grande importance à la forme larvaire et qui estiment que la connaissance de cette forme doit fournir des renseignements plus précis que l'étude de l'animal adulte, admettront un lien de parenté entre le Balanoglossus et les Échinodermes, tandis que ceux qui accordent de l'importance à la structure et aux relations des organes chez l'adulte rangeront plus volontiers le Balanoglossus parmi les *Chordata*.

Dans sa note publiée par l'*Anzeiger*, Metschnikoff a discuté avec beaucoup de compétence la parenté du Balanoglossus avec les Échinodermes ; il cite des faits qui ont certainement une grande valeur et qui parlent en faveur de sa manière de voir. Il est inutile que je reproduise ici l'argumentation développée par Metschnikoff : la Tornaria est une véritable larve d'Échinoderme ; on ne peut le nier. Elle diffère cependant d'une larve ordinaire d'Échinoderme, d'un *Echinopœdium*, par exemple, par quelques caractères assez importants résumés par Giard dans les lignes suivantes : « La présence chez cette larve d'un cœur très particulier que l'on n'a jamais observé chez les larves d'Échinodermes, l'apparition relativement tardive des couronnes ciliaires, l'existence d'une bande musculaire unissant le système aquifère au point médian des taches oculiformes, sont autant de points qui me laissent encore quelques doutes et réclament de nouvelles investigations ; Metschnikoff passe un peu trop facilement à côté de ces difficultés. »

Digitized by Google

Si la Tornaria est proche parente d'un Echinopœdium, si elle lui est presque complètement identique, ce que j'admets très volontiers, en revanche le Balanoglossus adulte offre une organisation telle, qu'on ne peut y découvrir aucune ressemblance importante avec un Échinoderme. Je reconnais, à la vérité, que les phénomènes de dégénérescence qu'on a signalés dans les glandes génitales du Balanoglossus sont absolument identiques à ceux qui se passent chez les Échinides ; Giard insiste avec raison sur cette ressemblance. J'ai moi-même indiqué plus haut la complète analogie de structure qui existe entre la glande proboscidienne du Balanoglossus et la glande madréporique des Échinides. Mais ces ressemblances, à coup sûr fort curieuses, ne sont pas de celles sur lesquelles on peut se baser pour établir un lien de parenté.

Voici comment s'exprime Metschnikoff en parlant du Balanoglossus adulte : « L'hypothèse d'une proche parenté entre la Tornaria et l'Echinopœdium, dit-il, repose non seulement sur ces considérations embryogéniques, mais encore sur une réduction de l'organisation du Balanoglossus adulte au type Échinoderme. Le plan de structure n'offre, sous ce rapport, aucune difficulté parce que la symétrie bilatérale est typique pour les larves de ces derniers animaux; la différence consiste seulement en ce que chez le Balanoglossus la symétrie bilatérale persiste durant la vie entière, la disposition radiaire des organes n'arrivant pas au développement. » Les ressemblances les plus importantes que Metschnikoff trouve entre le Balanoglossus et les Échinodermes sont les suivantes : « Le système aquifère est représenté chez le Balanoglossus par le sac de la trompe, et l'ouverture de cette dernière au dehors se fait par un pore dorsal homologue de l'organe correspondant des Échinodermes.... Le sac aquifère, au lieu de se différencier en diverses parties (anneaux, troncs ambulacraires) disposées radiairement, reste à un stade antérieur de l'évolution..... La soi-disant trompe ne doit plus être considérée que comme un tentacule ambulacraire unique, et doit être parallélisée avec les formations analogues des Échinodermes, avec les tentacules des Holothuries notamment. »

Ce sont là des hypothèses fort ingénieuses et très séduisantes, mais qui ne reposent pas sur des preuves suffisantes. Je ne puis,

Digitized by Google

pour ma part, admettre que la trompe du Balanoglossus soit un ambulacre ou un tentacule d'Échinoderme ; non seulement rien ne le prouve, mais il y a des raisons pour repousser une semblable assimilation. Nous savons en effet comment se forme la trompe du Balanoglossus : c'est le lobe préoral de sa larve qui se développe et acquiert une musculature particulière pour lui donner naissance. Or, y a-t-il dans ce développement quelque chose qui rappelle la formation d'un ambulacre d'Échinoderme qui se développe, comme on sait, d'une manière bien différente ?

En somme, je le répète, la larve du Balanoglossus rappelle une larve d'Échinoderme, mais si l'on essaye de comparer l'animal adulte à un Échinoderme, on se heurte à des difficultés insurmontables. Or, si l'on compare le Balanoglossus aux *Chordata,* on trouvera, et dans l'embryogénie, et dans l'organisation de l'animal adulte, des ressemblances d'ordre beaucoup plus important, il me semble du moins, que celles dont Metschnikoff s'est servi pour établir son raisonnement.

S'il est un organe éminemment caractéristique de l'organisme du Vertébré, c'est à coup sûr la chorde dorsale ; c'est-à-dire une formation qu'on s'accorde généralement à considérer comme ayant une origine endodermique, au moins chez les Vertébrés inférieurs, qui court le long de la ligne médiane du corps en dessus de l'intestin et en dessous du système nerveux central, et qui offre une structure et un mode d'évolution parfaitement déterminés. Or, ne trouvons-nous pas dans le diverticulum pharyngien du Balanoglossus tous les caractères de la notochorde ? C'est un organe d'origine endodermique ; il est situé sur la ligne médiane en dessous du système nerveux central et en dessus du pharynx ; il présente enfin la structure si caractéristique de la notochorde. A la vérité, la chorde dorsale des Vertébrés est un organe allongé et plein ; le diverticulum pharyngien du Balanoglossus est creux ; il n'offre qu'un trajet très court, puisqu'il s'étend surtout dans la cavité de la trompe, en avant du cordon nerveux dont il ne dépasse pas, en arrière, le tiers antérieur. Mais est-ce un motif suffisant pour exclure toute homologie entre les deux organes ? Je ne le crois pas, car il y a bien d'autres raisons plus solides pour affirmer cette homologie. Le diverticulum pha-

Digitized by Google

ryngien donne, de plus, naissance, par sa face ventrale et un peu par ses faces latérales, à une pièce squelettique, sorte de cartilage de soutien, dans lequel nous pouvons voir quelque chose d'homologue à la colonne vertébrale. Enfin, le cordon nerveux du collier rappelle absolument par sa position, par ses caractères histologiques et par son développement, le canal médullaire des Vertébrés. Ce cordon nerveux offre même une structure tellement particulière qu'on ne trouverait pas un seul Invertébré possédant un système nerveux analogue. J'ai déjà dit que le fait que cet organe était un cylindre creux et non un cordon plein, ne devait pas avoir une importance considérable; d'ailleurs le cordon dorsal du collier n'est pas plein, mais il est seulement lacuneux.

Il est à peine besoin de rappeler combien l'appareil branchial offre d'affinités avec celui de l'Amphioxus. Cette ressemblance est même un des caractères qui ont le plus frappé les premiers observateurs, et, malgré les variations que cet appareil est susceptible de subir, nous ne devons pas négliger absolument cette ressemblance; si elle était isolée et unique, elle n'aurait pas une grande valeur, mais elle en acquiert parce qu'elle vient s'ajouter à d'autres caractères communs au Balanoglossus et aux *Chordata*.

Enfin, on peut rapprocher, comme le fait Bateson, les canaux qui s'étendent depuis la première paire de branchies jusque dans la cavité du collier, des tubes excréteurs qui ont été étudiés par Hatscheck chez l'Amphioxus.

Des homologies remarquables paraissent donc exister entre la chorde dorsale, l'axe cérébro-spinal et la colonne vertébrale des *Chordata,* et le diverticulum, le cordon nerveux du collier et la plaque pharyngienne du Balanoglossus. Ces homologies portent sur des organes essentiels, elles s'appuyent sur des relations qu'on regarde comme absolument caractéristiques des Vertébrés.

Que l'on considère une coupe transversale du Balanoglossus passant par le commencement du collier (fig. 9), et l'on ne pourra qu'être frappé par la structure et les relations des organes. La coupe est presque identique à celle qu'on obtiendrait en certaines régions du corps chez un embryon de Vertébré.

Les données que nous possédons sur le développement du Balanoglossus confirment encore ces homologies.

Digitized by Google

Nous savons en effet que le diverticulum pharyngien apparaît de très bonne heure chez la Tornaria, puisqu'il se développe aux stades *F* et *G* de Bateson, c'est-à-dire avant la formation de la première paire de sacs branchiaux, par un refoulement de la paroi de l'archentéron. Le développement de la chorde dorsale est assurément différent chez l'Amphioxus, puisque cet organe se différencie, sur toute la face dorsale, de l'archentéron. Mais ce qu'il est important de constater, c'est que le diverticulum apparaît très peu de temps après l'établissement de la gastrula. Quelle signification attribuera-t-on à ce diverticulum si l'on rejette l'hypothèse d'une proche parenté avec les Vertébrés et si l'on fait dériver le Balanoglossus de la même souche que les Échinodermes? Le cordon nerveux du collier se développe d'après les mêmes processus que le système nerveux central des *Chordata*, et la plaque pharyngienne se forme aux dépens des cellules du diverticulum d'une manière qui rappelle ce qui se passe chez l'Amphioxus.

Des ressemblances aussi frappantes nous autorisent, je crois, à émettre l'hypothèse que le Balanoglossus est un proche parent des Vertébrés, et qu'il appartient aux *Chordata*. Bateson proposait dans son mémoire la classification suivante des *Chordata*: *Hemichordata* (Entéropneustes), *Urochorda*, *Cephalochorda* et *Vertebrata*. A-t-il voulu indiquer par là, que les *Urochorda* descendent des *Hemichordata* et les *Cephalochorda* des *Urochorda*?

Pour ma part, je n'admettrais pas cette hypothèse. Je partage en effet complètement l'opinion des naturalistes qui voient dans l'Amphioxus et les Tuniciers, non pas les ancêtres des Vertébrés, mais au contraire des Vertébrés dégénérés. J'admets de même que le Balanoglossus est un type dégénéré, dont la larve en s'adaptant à des conditions particulières d'existence, aurait acquis des caractères qui la font ressembler à une larve d'Échinoderme; mais l'animal adulte a conservé des caractères qui le rapprochent trop visiblement des *Chordata* pour que l'on puisse attribuer une grande importance à la Tornaria.

Les caractères de la dégénérescence observée chez les Cyclostomes, l'Amphioxus et les Tuniciers ont été développés par Dohrn particulièrement, et sont bien connus maintenant. Or, les phénomènes de dégénérescence ne se rencontrent-ils pas non plus chez

Digitized by Google

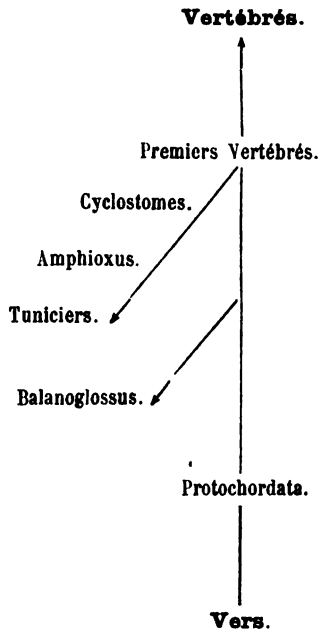
le Balanoglossus? Son organisation tout entière présente des caractères indéniables d'une dégénérescence profonde; il faut ajouter encore que le genre de vie du Balanoglossus est très comparable à celui de l'Amphioxus; comme cela arrive chez ce dernier ainsi que chez les Ascidies, la larve après sa métamorphose produit un animal peu mobile, vivant dans le sable qu'il paraît ne jamais quitter.

J'ajouterai encore une remarque. N'est-il pas curieux de constater que, parmi ces quatre types qu'on peut considérer comme dégénérés, Cyclostomes, Amphioxus, Tuniciers et Balanoglossus, trois sont représentés seulement par quelques genres à peine, ou même par un seul, et que ces trois types, tout en ayant une grande extension géographique, sont parqués dans certaines stations parfaitement délimitées, et s'y sont en quelque sorte isolés. On peut, il est vrai, objecter que les Tuniciers sont représentés par des espèces nombreuses et variées; il faut cependant remarquer que, dans ce dernier groupe, plusieurs genres ont conservé leur vie pélagique et que chez les genres qui se fixent (Ascidies), les caractères différentiels, génériques ou spécifiques, ne paraissent pas avoir une valeur considérable, puisqu'ils ne portent guère, somme toute, que sur des changements dans la forme et les relations de la branchie. On conçoit d'ailleurs très bien qu'un type, même dégénéré, ait été susceptible, à un moment donné, de subir des variations et de présenter des différenciations notables au lieu de rester réduit à un genre unique. Quoi qu'il en soit, il me semble que, lorsqu'on recherche les affinités du Balanoglossus et qu'on a des raisons pour le considérer comme un type dégénéré, on ne doit pas négliger les renseignements qu'on peut puiser dans le connaissance de son genre de vie et de son extension géographique. Nous obtenons ainsi des éléments d'une nouvelle comparaison entre le Balanoglossus, dernier représentant de *Chordata* dégénérés, et l'ensemble des Cyclostomes, Amphioxus et Tuniciers qui représentent les Vertébrés dégénérés.

Pour mieux préciser l'opinion que je me fais sur la descendance et sur les affinités du Balanoglossus, j'ajouterai encore quelques mots. La souche des animaux qui se sont détachés des Vers et qui ont acquis progressivement la chorde dorsale, renfermait des

Digitized by Google

types qui ont presque tous évolué vers une organisation très supérieure et qui sont devenus les Vertébrés actuels. De ces Vertébrés s'est détaché de très bonne heure un groupe renfermant des animaux qui n'ont pas évolué comme les autres, mais qui, au lieu de se perfectionner, ont au contraire dégénéré, et ont donné successivement les Cyclostomes, l'Amphioxus et les Tuniciers. Le Balanoglossus a dû se détacher de la souche des *Chordata* avant que ceux-ci aient produit les véritables Vertébrés. Il a donc fait son apparition avant les Vertébrés et par conséquent avant les Cyclostomes, l'Amphioxus et les Tuniciers. En d'autres termes, je crois que les Balanoglossus ont pour ancêtres des *Chordata* qui n'étaient pas encore devenus des Vertébrés, tandis que les Cyclostomes, l'Amphioxus et les Tuniciers viennent de *Chordata* qui avaient déjà évolué en Vertébrés. Le Balanoglossus ne continue donc pas une série représentée actuellement par les Cyclostomes, l'Amphioxus et les Tuniciers ; il appartient à une souche différente, ayant cependant la même origine que celle qui a produit ces derniers, qui sont, comme le Balanoglossus, des animaux dégénérés.



Digitized by Google

EXPLICATION DES PLANCHES

Lettres communes à toutes les figures.

b. bouche.
br. branchies.
c. cœur.
c. g. espaces représentant les deux portions séparées du reste de la cavité générale sur la ligne médiane dorsale dans le collier.
c. l. prolongements latéraux du cœur, desquels partent les vaisseaux des parois de la trompe.
c. m. prolongement médian du cœur.
c. p. prolongements postérieurs du cœur.
c. n. couche nerveuse à la base de l'épithélium externe.
d. diverticulum né de la paroi dorsale du pharynx, offrant les mêmes éléments que la chorde dorsale des Vertébrés.
d'. sa lumière.
e. e. couche épithéliale externe.
e. i. couche épithéliale de l'intestin.
g. glande de la trompe.
g. e. sa couche périphérique.
g. v. les vaisseaux de la glande proboscidienne.
g. g. glande génitale.
i. cavité digestive.
l. espaces ovalaires, en forme de lacunes, dans la portion celluleuse du cordon dorsal du collier.
m. d. mésentère dorsal.
m. v. mésentère ventral.
m. g. masse des tissus conjonctifs et musculaires remplissant la cavité générale.
m. tr. masse des tissus conjonctifs et musculaires remplissant la cavité de la trompe.
l. tr. muscles longitudinaux entourés de tissu conjonctif continuant, dans le pédicule, les muscles de la trompe, et restant en dehors des deux espaces *c. g.*
m. l. e. muscles longitudinaux de la paroi du corps.
m. t. e. muscles transversaux de la même paroi.
m. l. i. muscles longitudinaux de la paroi intestinale.
m. t. i. muscles transversaux de la même paroi.
n. c. cordon nerveux dorsal du collier formant le système nerveux central.
n. d. nerf dorsal.
n. v. nerf ventral.
p. plaque squelettique pharyngienne.

Digitized by Google

p'. ses deux branches postérieures obliques.
p. f. portion fibreuse du cordon nerveux du collier.
p. c. portion celluleuse du même.
p. tr. pore dorsal de la trompe.
s. sac de la glande de la trompe.
v. d. vaisseau longitudinal dorsal (sous-nervien).
v. n. vaisseau sus-nervien du collier.
v. p. vaisseaux dans la plaque pharyngienne.
v. v. vaisseau longitudinal ventral.

N. B. — Les fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9, qui représentent des coupes transversales du pédicule de la trompe et du collier, n'ont pas pu être disposées sur les planches dans leur ordre naturel, c'est-à-dire de telle sorte que la coupe la plus voisine de l'extrémité antérieure du corps fût représentée sur la fig. 3, et la coupe la plus éloignée par la fig. 9. Ces figures doivent être parcourues dans l'ordre suivant : fig. 6, 7, 3, 8, 9, 5 et 4.

PLANCHE I.

Fig. 1. — *Balanoglossus sarniensis* de grandeur naturelle.

Fig. 2. — Coupe longitudinale horizontale du collier et de la base de la trompe, montrant le sac de la glande, mais non la glande elle-même, et la coupe oblique de la partie rétrécie du diverticulum occupant la face dorsale de la plaque pharyngienne. — G. = 10.

Fig. 3. — Coupe transversale du pédicule de la trompe passant par un plan intermédiaire à ceux des coupes représentées fig. 6 et fig. 7. La glande est très réduite et ne montre plus que sa couche périphérique renfermant des fibres musculaires longitudinales; son sac est encore très large. La plaque pharyngienne apparaît sous forme d'une lame homogène à la base de la couche nerveuse. — G. = 30.

Fig. 4. — Coupe transversale du collier vers son milieu, montrant le cordon nerveux dorsal, les mésentères dorsal et ventral, et les vaisseaux qui se ramifient sous les couches épithéliales intestinale et externe. — G. = 9.

Fig. 5. — Coupe transversale du collier près de l'orifice du diverticulum dans l'intestin, passant par un plan antérieur à celui de la coupe précédente. On voit les deux branches divergentes de la plaque squelettique et les deux troncs vasculaires dont la réunion formera le vaisseau ventral. — G. = 22.

PLANCHE II.

Fig. 6. — Coupe transversale du pédicule de la trompe près de son extrémité antérieure, montrant la glande, son sac encore peu distinct et le diverticulum. — G. = 55.

Fig. 7. — Coupe transversale de la base de la trompe, en arrière de la précédente. Les parois de la trompe se sont rapprochées de la glande, devenue plus mince. Le cœur aplati est visible entre le sac de la glande et le diverticulum. De chaque côté de la glande se trouvent deux espaces irréguliers remplis de granulations colorées. — G. = 17.

Fig. 8. — Coupe transversale du pédicule de la trompe vers le milieu de ce

Digitized by Google

pédicule. Le sac de la glande proboscidienne a disparu. Le canal dorsal de la trompe est tapissé par une couche épithéliale continue. Les deux prolongements postérieurs du cœur envoient des branches dans le milieu de la plaque pharyngienne. — G. = 40.

Fig. 9. — Portion d'une coupe transversale du collier dans sa partie antérieure. Le cordon nerveux dorsal du collier remplace la couche nerveuse de la face dorsale du pédicule ; les vaisseaux qui continuent les prolongements postérieurs du cœur s'écartent de la ligne médiane. — G. = 48.

Fig. 10. — Portion d'une coupe longitudinale parallèle au plan sagittal et un peu en dehors de ce plan, montrant les relations respectives du diverticulum, du cœur, de la glande proboscidienne et de son sac. — G. = 25.

PLANCHE III.

Fig. 11. — Coupe longitudinale sagittale de la base de la trompe et du collier pour montrer les relations des organes situés à la base de la trompe et contenus dans son pédicule. — G. = 10.

Fig. 12. — Coupe longitudinale sagittale au niveau du point de réunion du collier avec le pédicule de la trompe montrant la terminaison antérieure du cordon nerveux central. — G. = 75.

Fig. 13. — Portion d'une coupe longitudinale sagittale passant par les trois cylindres remplis d'éléments nerveux qui s'étendent du cordon nerveux central à la couche épithéliale externe. — G. = 75.

Fig. 14. — Coupe transversale vers le milieu de la région branchiale. En *v. l.* et *v'. l'.* sont indiqués les vaisseaux latéraux de la région branchiale. — G. = 12.

Fig. 15. — Coupe sagittale à l'extrémité postérieure du collier, montrant la terminaison postérieure du cordon nerveux et le canal central qui prend naissance dans sa partie celluleuse par l'écartement des cellules nerveuses ; *c. d.* l'ouverture de ce canal à l'extérieur. — G. = 34.

Fig. 16. — Coupe transversale du cordon nerveux du collier et de la paroi du corps. Les couches épithéliales externe et interne n'ont pas été représentées. — G. = 42.

Nancy, imprimerie Berger-Levrault et Cie.

Digitized by Google

Digitized by Google

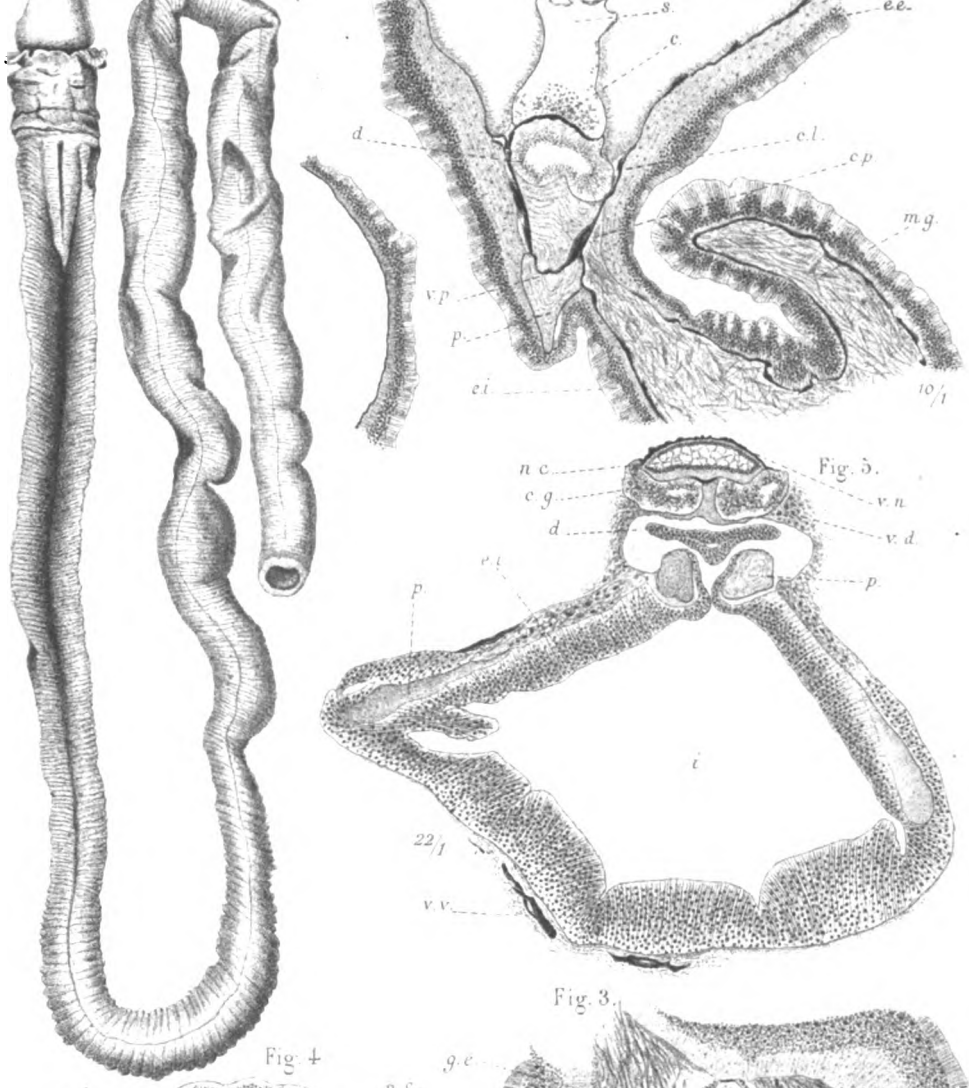


Fig. 5.

Fig. 3.

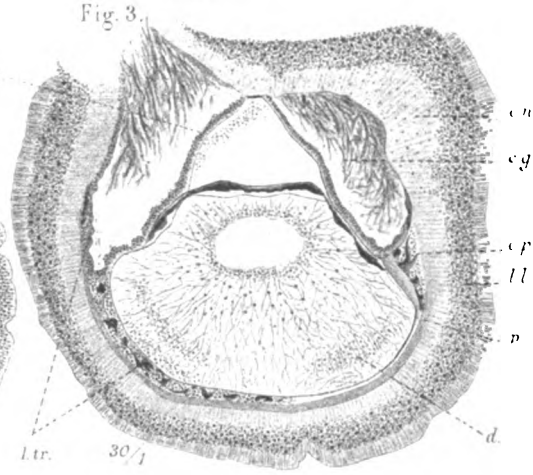
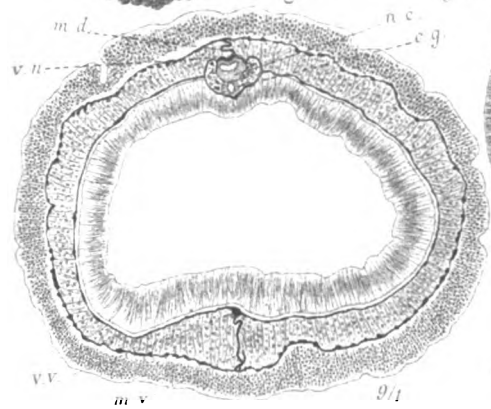


Fig. 4



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 8

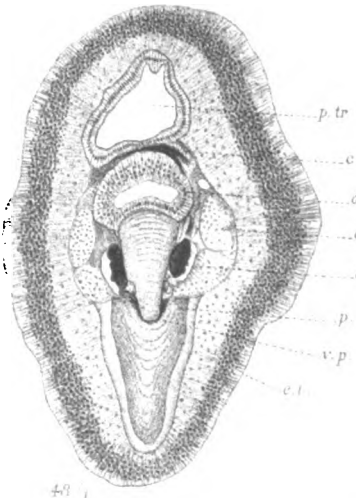


Fig. 6.

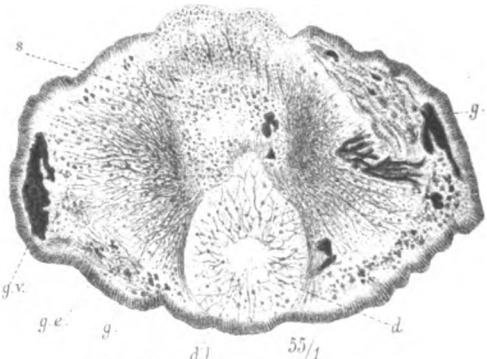


Fig. 9.

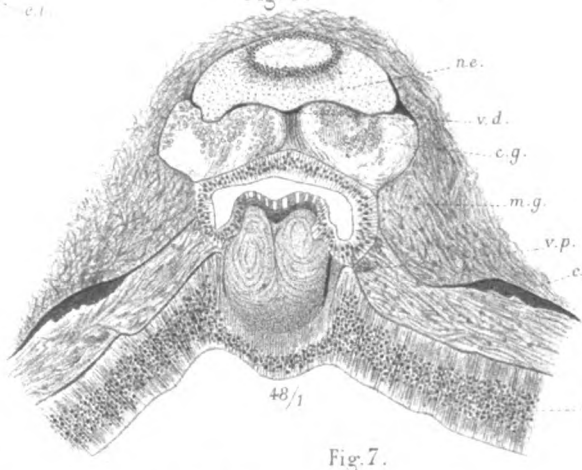


Fig. 10.

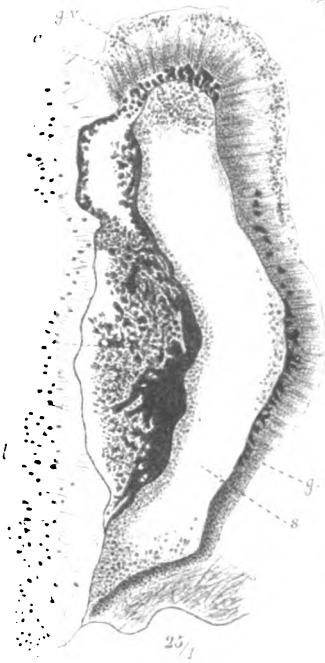
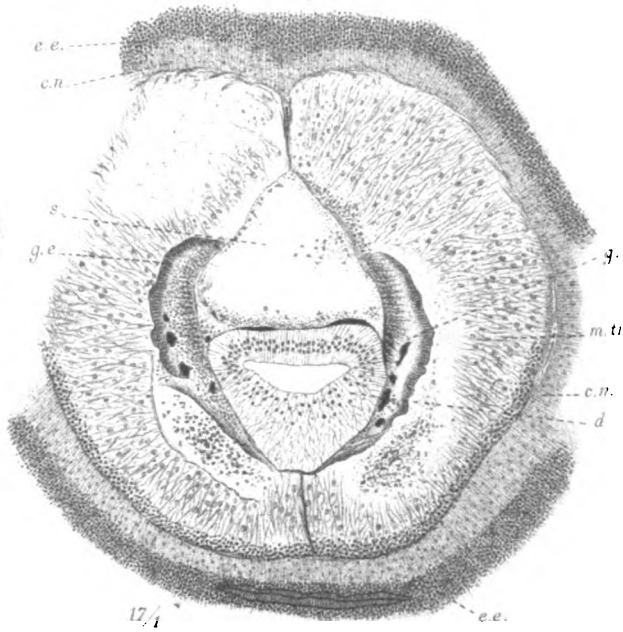


Fig. 7.



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 11

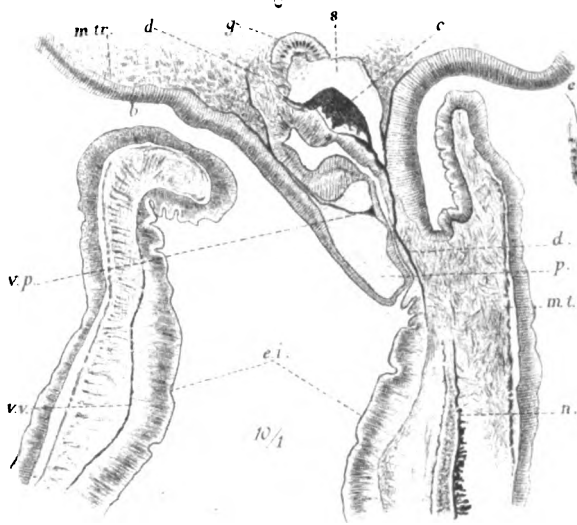


Fig. 12

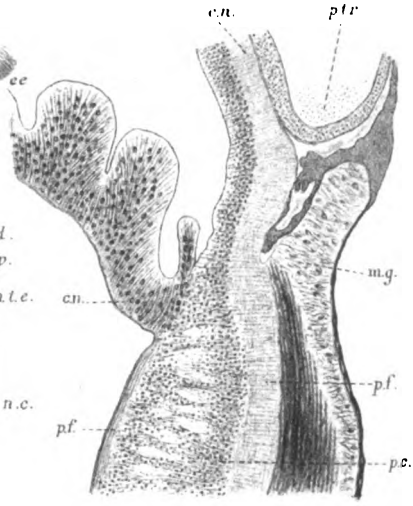


Fig. 13

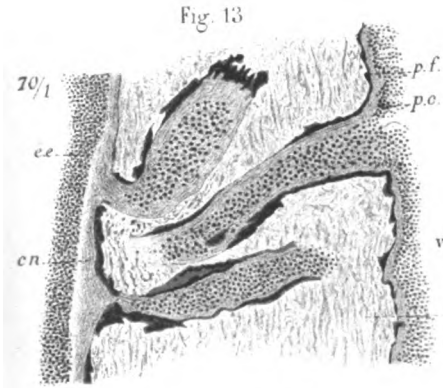


Fig. 14

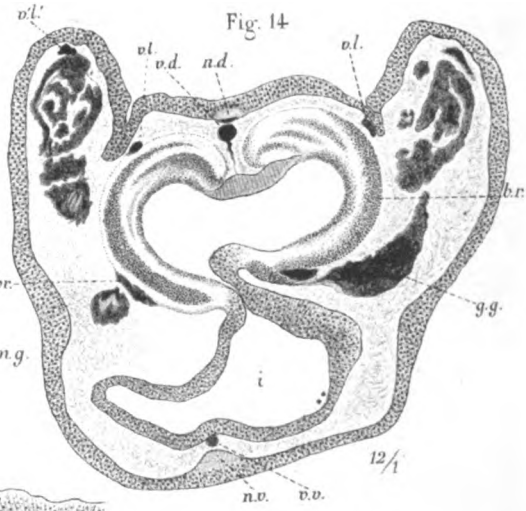


Fig. 15

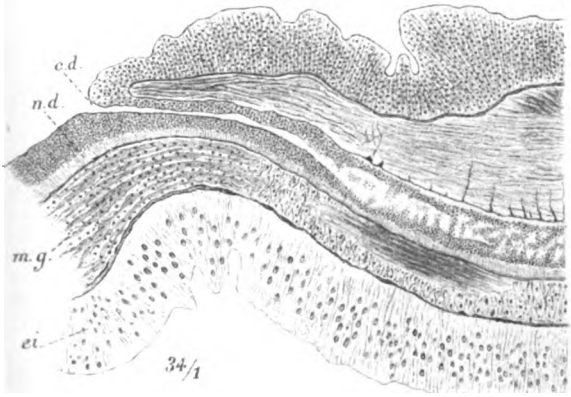
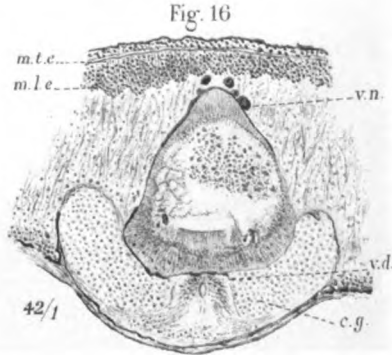


Fig. 16



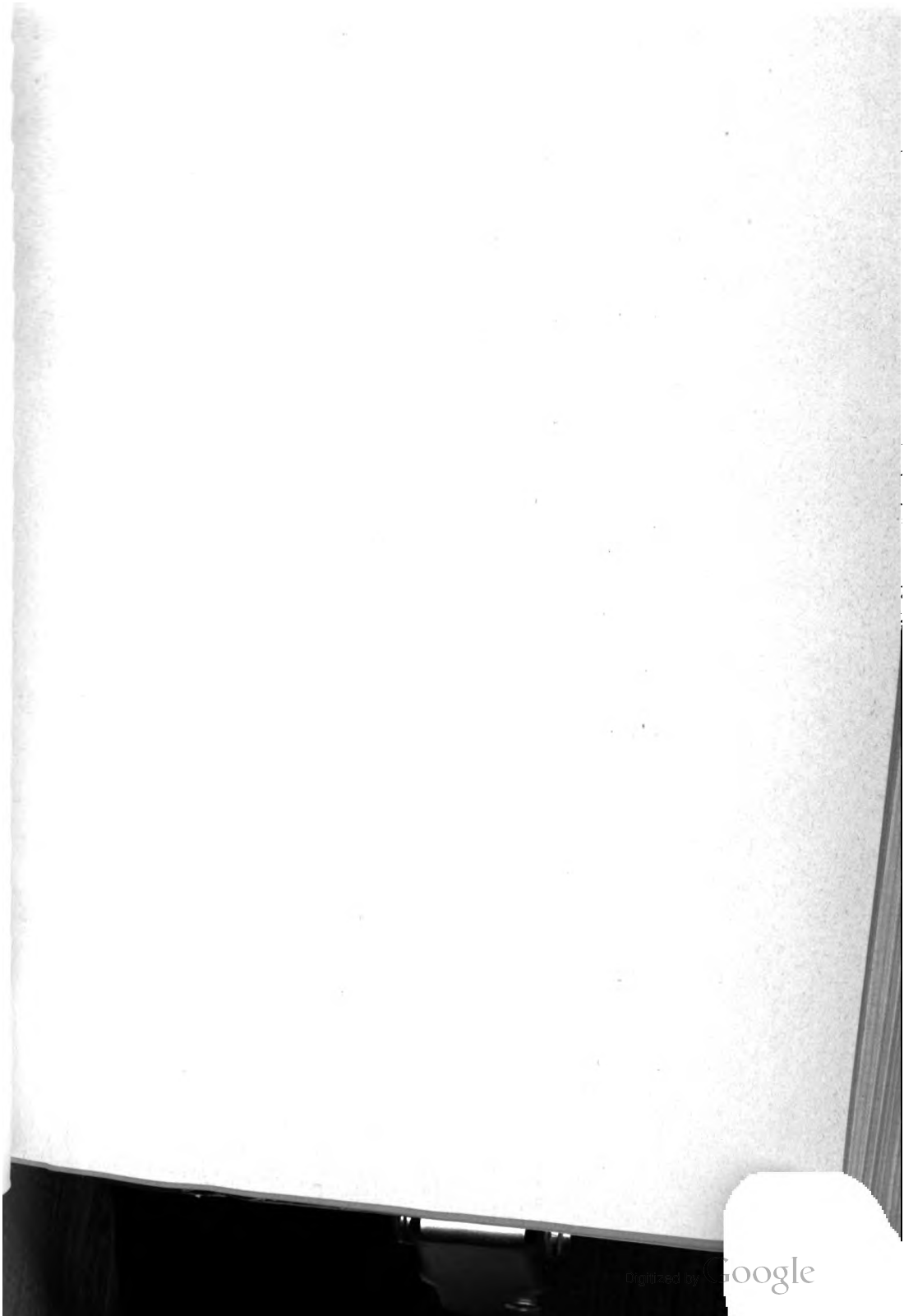
n.c.

R. Kœhler del

Lith Berger-Levrault et Cie Nancy

Digitized by Google

Digitized by Google


Digitized by Google

Digitized by Google

NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES

DE NANCY

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

Série II. — Tome VIII. — Fascicule XX

19e ANNÉE. — 1886

(AVEC PLANCHES ET FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE)

PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

5, Rue des Beaux-Arts, 5

MÊME MAISON A NANCY

1887

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Digitized by Google

NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES

DE NANCY

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

Série II. — Tome VIII. — Fascicule XX

19e ANNÉE. — 1886

(AVEC PLANCHES ET FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE)

PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

5, Rue des Beaux-Arts, 5

MÊME MAISON A NANCY

1887

Digitized by Google

Digitized by Google

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

ANNÉE 1886

PREMIÈRE PARTIE

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Séance du 15 janvier 1886.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Bertin, Bleicher, Blondlot, Brunotte, Chenu, Chevalier, Fliche, Friant, Haller, Hecht, Henri, Kœhler, Le Monnier, Millot, Saint-Remy, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Viller.

Correspondance. — M. le Président lit : 1° une lettre de M. Gény, qui, obligé de quitter Nancy, donne sa démission de membre titulaire de la Société et demande le titre de membre correspondant. A l'unanimité, M. Gény est nommé membre correspondant de la Société. 2° Une lettre de M. Lecat qui, ayant changé de résidence, donne sa démission de membre titulaire de la Société des sciences.

COMMUNICATIONS.

I. **Chimie.** — M. HALLER communique le résultat de ses *Recherches sur l'éther benzoylcyanacétique et le cyanacétophénone.*

Dans une communication antérieure, M. Haller a donné la préparation de l'éther benzoylcyanacétique et décrit les principales propriétés de ce nouveau corps. Il en a continué l'étude et a constaté que, sous l'influence prolongée d'une solution alcoolique saturée d'acide chlorhydrique, cet éther se décompose en acide carbonique, chlorhydrate d'ammoniaque, éther benzoïque et éther acétique suivant l'équation :

$$C^6H^5CO\,CH\begin{cases}CAz\\CO^2B^2H^5\end{cases} + C^2H^4O + HCl + H^2O = C^6H^5CO^2C^2H^5 + C^2H^3O^2C^2H^5 + CO^2 + AzH^4Cl.$$

Digitized by Google

De plus, traité par l'eau bouillante, il se dédouble dans un autre sens en fournissant de l'acide carbonique, de l'alcool et de la cyanacétophénone:

$$C^6H^4COCH\begin{cases}CA^2\\CO^2C^2H^5\end{cases} + H^2O = CO^2 + C^2H^6O + C^6H^4COCH^2CAz.$$

Ce dernier corps se présente sous la forme d'aiguilles ou de paillettes nacrées très solubles dans l'éther et dans l'alcool. Il a une réaction franchement acide, et paraît se combiner aux bases pour former des combinaisons métalliques.

M. Haller s'occupe de préparer ces combinaisons et d'établir ainsi la fonction acide de cette kétone cyanée.

II. Zoologie. — M. Kœhler présente à la Société des échantillons d'une nouvelle espèce de *Balanoglossus* qu'il a découverte à l'île de Herm, située près de Guernesey. Cette espèce possède les caractères suivants: Le corps a une longueur de 40 centimètres environ; la couleur est jaune-orange dans la région antérieure, verte foncée dans la région moyenne ou hépatique; l'extrémité inférieure est incolore. Le sillon dorsal est peu profond et les lobes latéraux qui le limitent peu développés. Les cœcums hépatiques, indépendants l'un de l'autre, sont de simples diverticulums de la paroi de l'intestin. Par ses caractères anatomiques, cette espèce se rapproche plus des *B. minutus* et *Claviger*, que des *B. Kowalevskii* et *Kuppferi*. M. Kœhler propose pour cette espèce nouvelle le nom de *B. Jarniensis* pour rappeler la localité où il l'a rencontrée.

Une particularité curieuse offerte par le *B. Jarniensis* est l'odeur très marquée et très tenace d'iodoforme que possède le mucus qu'il sécrète.

Passant ensuite à l'étude anatomique de ce *Balanoglossus*, M. Kœhler signale à la base de la trompe l'existence d'une glande particulière qu'il considère comme un organe d'excrétion, et d'un véritable cœur duquel partent les vaisseaux principaux du corps. Il décrit la structure du système nerveux dont la partie centrale forme un cordon situé sur la ligne médiane dorsale du collier, et qui présente dans sa dernière portion un canal central qui s'ouvre librement à l'extérieur au milieu des cellules de l'épithélium. Ce cordon se continue directement en arrière avec le nerf dorsal qui s'étend sur toute la longueur du corps; il donne aussi deux branches latérales qui se réunissent sur la ligne médiane ventrale pour former le nerf ventral.

M. Kœhler insiste sur les analogies remarquables qui existent entre le *Balanoglossus* et les vertébrés; analogies qui indiquent un lien de parenté. Le *Balanoglossus* présente en effet une véritable chorde dorsale formée par un diverticulum de la paroi du pharynx, et constituée

Digitized by Google

par des éléments absolument semblables à ceux de la notochorde. Le cordon nerveux du collier est aussi comparable à l'axe cérébro-spinal des vertébrés. D'autres caractères importants viennent encore montrer que le *Balanoglossus* est très proche parent des représentants de ce groupe d'animaux.

Renouvellement du bureau pour l'année 1886.

M. Schlagdenhauffen, vice-président pendant l'année 1885, est nommé, d'après les statuts, président pour l'année 1886.

La Société procède à un vote pour la nomination d'un vice-président, d'un secrétaire annuel et d'un membre du conseil d'administration.

Nombre des votants : 17.

Sont élus : *Vice-président,* M. Volmerange; *Secrétaire annuel,* M. Thouvenin; *Membre du Conseil d'administration,* M. Beaunis.

Par suite de ces votes, la *Composition du bureau pour l'année 1886* est la suivante :

Président : M. Schlagdenhauffen.

Vice-président : M. Volmerange.

Secrétaire général : M. Hecht.

Secrétaire annuel : M. Thouvenin.

Trésorier : M. Friant.

Membres du Conseil d'administration : MM. Fliche, Charpentier, Beaunis.

M. Friant, trésorier, rend compte de la *situation financière de la Société.*

Le rapport de M. le trésorier est approuvé à l'unanimité.

Le Secrétaire annuel,
M. F. Thouvenin.

Séance du 1er février 1886.

Présidence de M. Schlagdenhauffen.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Bertin, Blondlot, Brunotte, Charpentier, Chevalier, Dumont, Fliche, Floquet, Godfrin, Hecht, Held, Klobb, Kœhler, Saint-Remy, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Viller, Volmerange, Vuillemin, Wohlgemuth.

Présentation. — MM. Bleicher et Blondlot présentent comme membre titulaire M. Henry Simonin, de Nancy.

COMMUNICATIONS.

I. Zoologie. — M. Kœhler fait une communication sur un hémiptère marin, l'*Æpophilus Bonnairei.*

De même que l'*Æpus,* coléoptère qui lui est parfois associé, ce petit

Digitized by Google

hémiptère se trouve submergé pendant plusieurs heures à chaque marée. L'*Æpophilus* était considéré jusqu'à maintenant comme un animal extrêmement rare, car on n'en avait trouvé que quelques échantillons à l'île de Noirmoutiers.

M. Kœhler l'a rencontré en assez grande abondance à l'île de Jersey et dans les grottes de l'île de Sark, et il a pu découvrir sa larve qui n'était pas encore connue. La larve diffère de l'insecte parfait, d'abord par l'absence des organes génitaux, puis par certaines particularités dans la forme du rostre et des pattes. Ce curieux animal sera étudié complètement dans un travail plus étendu qui paraîtra dans le *Bulletin de la Société.*

M. VUILLEMIN fait à la Société la communication suivante : *Sur un procédé pour étudier le système vasculaire de la sangsue.*

On sait que le fin calibre des vaisseaux des Annélides rend leur injection des plus laborieuses. En ce qui concerne la sangsue médicinale, les maîtres de la science reconnaissent la délicatesse de ce procédé. Les uns (Gratiolet) pensent que la matière ne pénètre pas parfaitement avant que la sangsue ait subi un commencement de putréfaction et dans ce cas on doit craindre les trajets artificiels; d'autres (C. Vogt) avouent qu'on obtient rarement une injection totale de l'animal. On peut ajouter que, même dans les injections partielles, certains vaisseaux de la région privilégiée restent imperméables, si bien que tout récemment, on a pu en décrire d'importants, qui avaient jusqu'alors passé inaperçus. Telle est la branche qui, d'après M. Jacquet, relie les troncs latéro-dorsaux au vaisseau dorsal.

En présence de ces difficultés, je crois être utile aux personnes qui, sans avoir le temps de s'exercer aux manipulations les plus délicates de la technique zoologique, désirent acquérir en anatomie quelques connaissances pratiques, en indiquant un procédé que j'ai imaginé pour mettre cette étude à la portée des étudiants en médecine.

Considérant la faible contractilité des vaisseaux de la sangsue, qui ne se vident pas après la mort comme un système artériel, j'eus l'idée de lui appliquer la méthode préconisée par M. Vogt, pour la dissection du tube digestif et qui consiste tout simplement à coaguler le sang par la chaleur. Ce procédé m'a donné des résultats satisfaisants. Il suffit de plonger le ver dans l'eau bouillante et de le transporter dans l'eau froide au bout de deux ou trois minutes. Les vaisseaux sont gorgés d'un coagulum rouge, qui se détache bien sur le fond verdâtre des téguments ou sur le tube digestif beaucoup plus clair par suite de l'interposition de parois blanchâtres entre les vaisseaux et le sang absorbé par la sangsue. On obtient ainsi des préparations d'ensemble qui se conservent inaltérées dans la glycérine au tiers.

Les plus fins capillaires sont aussi bien injectés que les gros vaisseaux et les parois stomacales ou autres portions membraneuses

Digitized by Google

présentent un si riche réseau sanguin que l'examen microscopique est nécessaire pour en pénétrer les détails.

Ce procédé est également applicable aux vers de terre, aux Néréides et en général aux Annélides à sang rouge, sans donner peut-être dans tous les cas un résultat aussi complet que pour la sangsue. Il n'en est pas moins utile pour vérifier le trajet des injections et distinguer les vaisseaux sanguins des fausses routes ou des canaux de nature différente. C'est ainsi que notre confrère M. Kœhler avait mis à profit la coloration orangée du sang des Échinides pour contrôler les résultats de ses belles injections. Rappelons que M. Edmond Perrier a proposé de chloroformer le ver de terre et de le plonger dans l'acide chromique dilué, pour que la contraction des vaisseaux tégumentaires refoule le sang vers les parois de l'intestin et le coagule peu à peu. Ce procédé de coagulation ne nous paraît pas préférable au nôtre.

En tous cas, à défaut d'autres qualités, notre méthode se recommande du moins par sa simplicité et c'est à cela sans doute qu'elle doit d'être nouvelle.

II. **Physique.** — M. Blondlot fait une communication *sur le transport du cuivre à travers une couche gazeuse, et sur la combinaison directe du cuivre et de l'azote.*

M. Blondlot a eu l'occasion de faire l'observation suivante :

Un disque de platine et un disque de cuivre étant maintenus en regard l'un de l'autre à la distance de 3 ou 4 millimètres dans l'intérieur d'une cloche de porcelaine vernissée, et le tout ayant été porté à la température du rouge vif pendant trois heures environ, on constata que la face du disque de platine tournée du côté du cuivre avait totalement changé d'aspect : il s'était formé une couche d'environ 1/10 de millimètre d'épaisseur ayant la couleur de la plombagine. Un essai chimique montra que cette couche contenait du cuivre en quantité notable : *ainsi le cuivre avait franchi l'intervalle de deux disques.*

L'expérience répétée dans une atmosphère d'azote pur donna le même résultat ; par conséquent, l'oxygène de l'air ne joue aucun rôle dans le phénomène.

Au contraire, le transport n'a pas lieu dans l'hydrogène ; par conséquent, l'azote joue un rôle dans le phénomène du transport du cuivre. Selon toute vraisemblance, il se forme un composé direct d'azote et de cuivre, lequel vient, soit s'incorporer en totalité dans le platine, soit se décomposer en présence de celui-ci en lui cédant son cuivre.

Le composé cuivrique déposé sur le platine est dissociable sous l'influence d'une température très élevée ; il se transporte des parties les plus chaudes de l'appareil sur les plus froides.

Le Secrétaire annuel,
Thouvenin.

Digitized by Google

Séance du 15 *février* 1886.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Bertin, Bichat, Bleicher, Charpentier, Chevalier, Fliche, Gross, Hecht, Humbert, Millot, Riston, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Viller, Volmerange, Vuillemin.

Rapport et *élection.* — M. Fliche fait un rapport verbal sur la candidature de M. Henry Simonin, à Nancy.

M. Simonin est élu membre titulaire de la Société.

Présentation. — MM. Bleicher et Blondlot présentent M. Gouy de Bellocq, de Nancy, comme membre associé.

COMMUNICATIONS.

I. **Physique.** — M. Auguste CHARPENTIER fait une communication sur les *limites de l'aberration de sphéricité* de l'œil humain.

L'auteur montre l'impossibilité de déterminer actuellement par le calcul l'aberration de sphéricité que possède l'œil humain, attendu que les éléments du système dioptrique de cet organe sont insuffisamment connus. Mais on peut arriver par l'expérience à évaluer la grandeur de cette aberration, en isolant, par une méthode dérivée de celle que Scheiner a employée pour démontrer l'accommodation, un certain nombre de pinceaux minces de rayons lumineux choisis dans le faisceau incident provenant d'un point lumineux très intense. On peut ainsi : 1° reconnaître s'il existe ou non une aberration sphérique dans l'œil ; 2° étudier cette aberration dans les différentes parties du champ pupillaire ; 3° évaluer la limite supérieure de cette aberration.

L'auteur, à l'aide de cette méthode, a reconnu tout d'abord qu'il y avait lieu de distinguer dans le champ pupillaire des zones très distinctes sous le rapport de leurs qualités optiques ; il y a une zone centrale, répondant au centre de la cornée dans un diamètre de 3 à 5 millimètres, pour laquelle l'aberration est faible ; en dehors de cette zone il y a une partie périphérique qui présente une aberration énorme ; cette dernière zone correspond à la partie de la cornée qui, tendant à se raccorder avec la sclérotique, présente une courbure variable et fort différente de celle du centre. Aubert a, par des mensurations ophthalmométriques, confirmé la séparation très nette de ces deux zones cornéennes.

Il y a donc de l'aberration sphérique dans l'œil, et à un degré très notable ; seulement il faut remarquer que la zone où ce défaut optique est le plus marqué ne sert guère à l'exercice ordinaire de la vision. Dans le jour en effet, la pupille ne dépasse guère 5 millimètres de diamètre, et elle est ordinairement beaucoup plus étroite. C'est le soir seulement que la pupille se dilate à son maximum et peut laisser

Digitized by Google

mettre en évidence le défaut optique énorme de la zone périphérique; c'est dans ces conditions que nous voyons les étoiles *rayonnées*, apparence qui disparaît lorsqu'on place devant l'œil un trou sténopéique assez grand pour ne pas produire de phénomènes de diffraction sensibles (j'ai calculé que la diffraction ne devait pas troubler notablement la vision quand la pupille dépassait 1 millimètre de diamètre) et en même temps assez petit pour ne pas empiéter sur la périphérie de la cornée (c'est-à-dire inférieur à 3 millimètres de diamètre).

Maintenant, dans la zone centrale ou zone optique, y a-t-il de l'aberration ? Sans aucun doute, mais d'après les expériences de l'auteur, cette aberration ne dépasse certainement pas les limites suivantes : l'image d'un point lumineux sur la rétine n'est certainement pas plus grande (pour une pupille de 4 millimètres de diamètre) que 15 millièmes de millimètre, et elle est très probablement encore plus petite.

D'ailleurs il est prouvé que nous ne pouvons distinguer l'un de l'autre deux objets extérieurs donnant des images rétiniennes séparées par un intervalle de moins de 3 à 4 millièmes de millimètre, et que, d'autre part, certains phénomènes entoptiques nous permettent de distinguer des détails beaucoup plus fins (Nuel) ; par conséquent, la netteté de la vision n'est pas bornée par une insuffisance de la perception rétinienne, mais plutôt par un phénomène physique qui est probablement celui de l'aberration de sphéricité, et il faut voir dans cette limite de 3 à 4 millièmes de millimètre la mesure approchée de ce défaut optique de l'œil humain.

II. **Botanique.** — M. Vuillemin présente quelques remarques sur la *coiffe des mousses* et la valeur taxinomique de cet organe.

On observe de fréquentes anomalies dans le développement de la coiffe, telles que : la forme cucullée chez des espèces à type mitriforme, l'issue de l'urne à travers une perforation latérale, etc. On ne saurait s'en étonner, si l'on tient compte de la nature essentiellement passive de cet organe, dont la naissance d'une part, l'aspect définitif d'autre part, sont déterminés par l'accroissement du sporogone suivant les directions longitudinale et diamétrale. Aussi la coiffe varie-t-elle normalement d'une espèce à l'autre, parfois dans une seule espèce, tandis qu'elle se présentera identique à elle-même dans des mousses fort éloignées. Elle constitue donc un caractère empirique, fidèle pour la distinction spécifique, si l'on s'adresse à des exemplaires développés dans les conditions normales, mais sans valeur pour la classification et l'établissement des affinités.

Le Secrétaire annuel,
Thouvenin.

Digitized by Google

Séance du 1er mars 1886.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN.

Membres présents : MM. Arth, Bertin, Bichat, Barthélemy, Bleicher, Blondlot, Charpentier, Chevalier, Flicher, Floquet, Guntz, Hecht, Henry, Kœhler, Schlagdenhauffen, Simonin, Stoeber, Thomas, Thouvenin, Viller, Volmerange.

Élection. — La Société procède au vote pour l'admission de M. Gouy de Bellocq comme membre associé.

A l'unanimité, M. Gouy de Bellocq, de Nancy, est élu membre associé de la Société.

COMMUNICATIONS.

I. **Astronomie.** — M. FLOQUET : sur les *Progrès de la photographie céleste.*

M. Floquet entretient la Société des *progrès* réalisés tout récemment, en *photographie céleste,* par MM. Paul et Prosper Henry.

L'astronomie vient d'entrer ainsi dans une voie fertile en découvertes nombreuses et variées. On connaissait un ou deux astres trouvés sans la moindre intervention de l'œil. On en connaît dès aujourd'hui un grand nombre. Mais tandis que l'instrument qui a révélé Neptune était l'analyse mathématique, celui qui, depuis quelques jours, moissonne si abondamment dans le ciel, est un simple appareil photographique.

M. Floquet explique les avantages de la nouvelle méthode, qui conserve la trace des actions lumineuses, qui permet leur accumulation presque indéfinie, et qui embrasse les phénomènes lumineux imperceptibles ou les plus difficilement perceptibles à l'œil, comme les plus intenses. Il montre l'importance du procédé au point de vue de la carte du ciel, de la recherche des planètes, satellites, de l'étude des mouvements propres.

Une gravure, représentant la nébuleuse de Maïa, découverte par ce moyen et aperçue récemment à Poulkowa, est mise sous les yeux des membres de la Société.

M. Floquet termine en rappelant les beaux travaux de M. Janssen et en citant ce mot, prononcé par lui, dès 1882, à savoir que « la plaque photographique sera bientôt la véritable rétine du savant ».

II. **Géologie.** — M. FLICHE : sur une *excursion géologique* faite au Camp d'Afrique. (Forêt de Haye, près Nancy.)

M. BLEICHER : sur l'*âge relatif de quelques roches massives et feuilletées primaires des Vosges.* (Ces deux derniers travaux seront publiés *in extenso* dans le *Bulletin.*)

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Digitized by Google

Présidence de M. VOLMERANGE, vice-président.

Membres présents : MM. Arth, Bagnéris, Bertin, Bleicher, Blondlot, Brunotte, Chenut, Chevalier, Dumont, Fliche, Guntz, Hass, Hecht, Held, Klobb, Riston, Stoeber, Viller, Volmerange, Wohlgemuth.

COMMUNICATIONS.

I. Physique. — M. BLONDLOT : sur la *loi de passage de l'électricité à travers l'air incandescent.*

M. Blondlot expose ses *Recherches sur la loi de la transmission du courant électrique par un courant d'air chaud.* On sait que la transmission de ce courant par les solides et les liquides est régie par le principe suivant, dû à Ohm : le débit ou flux d'électricité pendant l'unité de temps, à travers une tranche d'un conducteur cylindrique, est proportionnel à la différence entre les valeurs du potentiel sur les deux bases de la tranche. Peut-on appliquer le même principe dans le cas de l'air chaud ? L'auteur est parvenu à résoudre cette question à l'aide d'une méthode de compensation, qui permet d'éliminer l'influence des variations inévitables de la température pendant les expériences. Le résultat a été que le principe d'Ohm n'est pas applicable aux gaz chauds, mais que, au contraire, *le débit croît plus vite que la différence de potentiels.* On a même pu déterminer plusieurs points d'une courbe ayant pour bscisses les différences du potentiel et pour ordonnées les débits : cette courbe est concave vers le haut.

L'auteur pense que la transmission de l'électricité par l'air chaud se fait, partiellement au moins, par *connection,* c'est-à-dire que l'air vient se charger au contact de chaque armature pour aller se décharger sur l'autre. Le rôle de l'élévation de température serait de diminuer l'adhérence entre l'électrode et la couche d'air qui la recouvre.

M. DUMONT demande si les expériences ont été faites dans d'autres gaz que l'air, par exemple dans l'hydrogène.

M. BLONDLOT répond que, pratiquement, l'expérience est difficile à faire à cause de l'adhérence des gaz à la surface des solides.

M. BAGNÉRIS : sur *la perception des différences de clarté.*

M. Bagnéris expose le résultat de ses *Recherches sur la variation de la fraction différentielle avec l'éclairage.* — A l'aide d'une nouvelle méthode permettant de déterminer la plus petite quantité dont on puisse abaisser un éclairage donné pour faire naître une sensation nouvelle, il confirme la loi proposée par M. Charpentier : la fraction différentielle varie en raison inverse de la racine carrée de l'éclairage. Cette loi peut s'appliquer encore avec une exactitude suffisante aux cas d'éclairages de moyenne intensité.

Digitized by Google

II. **Chimie.** — M. GUNTZ : sur l'*analyse volumétrique de l'émétique tartre stibié.*

M. Guntz a étudié l'*action de solutions étendues d'acide chlorhydrique et de potasse* (1 équivalent dans 2 litres d'eau) *sur la solution de l'émétique.* Il a trouvé que lorsqu'on ajoute des quantités croissantes d'acide chlorhydrique, la quantité d'oxyde d'antimoine précipité varie de 10 p. 100 équivalents égaux d'HCl et d'émétique, à 50 p. 100 équivalents d'HCl pour 1 d'émétique.

Le précipité qui se forme dans le cas des équivalents égaux est sensiblement le tartrate neutre d'antimoine (1 molécule d'acide tartrique, 2 molécules de SbO^3), qui se décompose quand on le lave avec de l'eau. Avec la potasse, on obtient SbO^3 pur.

Il a reconnu également que les acides tartrique et oxalique peuvent se titrer en présence de l'oxyde d'antimoine, en se servant de la baryte comme alcali et de la phénolphtaléine comme matière colorante.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 1er avril 1886.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Bleicher, Brunotte, Charpentier, Chevalier, Dumont, Godfrin, Guntz, Hecht, Held, Humbert, Millot, Riston, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Vuillemin.

COMMUNICATIONS.

I. **Géologie.** — M. BLEICHER présente à la Société son *Guide du géologue et du lithologiste en Lorraine.*

II. **Physique médicale.** — M. CHARPENTIER communique à la Société le résultat de ses *Recherches sur les éléments physiologiques de l'idée de poids.*

Nous n'avons pas de sens spécial pour apprécier le poids des corps, pas plus que pour apprécier certains autres modes d'énergie, tels que l'électricité. Lorsque nous voulons juger directement du poids d'un objet, sans recourir aux méthodes physiques, nous nous adressons soit au toucher, soit au sens musculaire, le plus souvent aux deux.

Dans quelles limites ces sens nous donnent-ils des notions précises, c'est ce qu'ont déterminé Weber, Fechner, Volkmann, etc. Par exemple, la main posée à plat sur une table ne distinguera deux poids l'un de l'autre que s'ils diffèrent de 1/3, tandis que ces deux poids soulevés par la main n'exigeront plus qu'une différence de 6/100 pour être distingués.

Digitized by Google

On jugerait d'après cela qu'en combinant ces deux sortes de données, on peut avoir sur le poids relatif de deux corps des notions assez précises. Les expériences suivantes vont nous montrer quelles erreurs on peut commettre dans cette détermination, et à quoi tiennent ces erreurs :

1° Voici deux boules de cuivre, l'une a 4 centimètres, l'autre 10 centimètres de diamètre ; elles sont donc de grosseur très différente. Soulevons-les l'une après l'autre, soit sur le plat de la main, soit en les prenant avec les doigts. La plus petite nous paraîtra de beaucoup la plus lourde; et pourtant elles sont de même poids; ce sont les deux boules d'un baroscope, la grosse est creuse et la petite est pleine, elles pèsent 266 grammes chacune. Or, en les soupesant en même temps chacune avec une main, il faut ajouter 200 grammes à la plus grosse pour la faire paraître aussi lourde que l'autre ;

2° Voici un poids de cuivre et une lampe à alcool, vide, du même métal. Le poids semble un peu plus lourd que la lampe; cependant, celle-ci pèse en réalité 87 grammes et le poids 50 grammes seulement.

D'où proviennent ces erreurs ? Les expériences suivantes vont nous le dire :

3° Reprenons les deux boules, et, au lieu de les soupeser sur la main, appuyons sur un doigt l'extrémité du crochet qui les termine et enlevons-les l'une après l'autre ou simultanément : elles vont nous paraître du même poids;

4° Nous pouvons aussi leur adapter un galon de mêmes dimensions pour l'une et pour l'autre et les soupeser avec le doigt ou la main passés dans l'anse du galon : elles nous paraîtront encore du même poids ;

5° Plaçons les boules alternativement sur le même support et soupesons le support avec sa boule, nous trouverons le même poids dans les deux cas.

Qu'y a-t-il de changé ? C'est que la surface de contact avec la peau, qui différait tout d'abord, est maintenant la même; la pression élémentaire (c'est-à-dire le poids par unité de la surface de contact) était différente quand les objets étaient à nu, et à une pression élémentaire moindre (dans le cas de l'objet le plus gros) correspondait une sensation de poids moins élevée ;

6° Veut-on s'assurer que le poids apparent d'un corps varie avec la surface sur laquelle il touche la peau, on prendra deux ou trois disques de liège de surfaces différentes, et, un corps pesant et assez petit étant donné, on le soupèsera d'abord seul, puis placé successivement sur les disques de plus en plus étendus, son poids paraîtra plus fort à nu que sur les disques, et plus faible pour les disques de plus grande surface ;

7° On peut encore soulever un objet avec les doigts rapprochés; il

Digitized by Google

pèse moins quand on le soulève avec deux doigts qu'avec quatre ou cinq doigts;

8° Les expériences 3, 4 et 5 doivent être faites les yeux fermés, car si une fois le sujet a ressenti l'inégalité apparente du poids des deux corps, il percevra toujours cette inégalité même avec les surfaces de contact égales, s'il peut savoir de quel côté est l'objet le plus petit qu'il juge le plus pesant. — Cette illusion montre l'intervention de l'idée dans l'appréciation du poids.

Il est même probable qu'une partie de l'inégalité apparente du poids de deux corps de grandeur différente tient à ce que nous nous attendons, d'après cette grandeur, à ce que le plus gros pèse davantage et le plus petit moins que nous ne trouvons en réalité, et nous interprétons alors dans le sens d'une différence réelle la différence purement subjective que nous remarquons entre le poids réel et le poids attendu.

Il n'en est pas moins vrai que la sensation de pression élémentaire intervient puissamment, comme l'ont montré les précédentes expériences, dans l'appréciation directe du poids des corps; on pourrait presque dire que nous jugeons mieux de la densité de ces derniers que de leur poids absolu. L'acception vulgaire des mots *lourd* et *léger* n'a pas d'autre sens.

Il ressort de ces faits une indication importante pour la clinique; c'est que, lorsqu'on veut étudier l'état de la sensibilité musculaire troublée dans certaines maladies nerveuses comme le tabes, il est indispensable de ne faire soupeser les poids présentés aux malades que par l'intermédiaire d'une surface de contact invariable avec la peau (sac, disque, plateau, etc.).

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 15 *avril* 1886.

Présidence de M. VOLMERANGE, vice-président.

Membres présents : MM. Barthélemy, Bleicher, Charpentier, Dumont, Hecht, Klobb, Le Monnier, de Metz-Noblat, Millot, Stoeber, Thouvenin, Volmerange, Vuillemin.

COMMUNICATIONS.

I. **Physique médicale.** — M. CHARPENTIER : sur certains *phénomènes d'acoustique physiologique.*

Si l'on vient à produire simultanément plusieurs sons simples de même intensité et que l'on éteigne subitement l'un d'eux, il se produit le phénomène suivant : au lieu d'entendre également les sons restants, on constate une certaine résonnance des sons les plus voisins de celui qui a disparu. L'expérience se fait facilement avec une série de diapa-

Digitized by Google

sons harmoniques, et si, après les avoir excités tous à peu près également, on étouffe successivement leurs vibrations avec la main en suivant l'ordre ascendant ou descendant, on entend, au moment même où chacun d'eux est éteint, résonner d'une façon prédominante le diapason qui vient à la suite dans la série.

Je me suis demandé si ce phénomène est d'ordre physique ou physiologique, et voici le résultat de mes recherches :

1° Deux sons de tonalité différente s'affaiblissent réciproquement, non pas à leur origine, mais dans l'air et sur les corps qui les reçoivent, notamment sur le tympan. On sait en effet que deux ondes sonores se composent dans l'air, de façon à former une onde unique de forme plus complexe. Or, dans l'onde résultante les amplitudes des ondes composantes ne se retrouvent pas avec leur valeur respective, telles qu'elles se seraient ajoutées dans le cas de deux sons d'égale tonalité et de même phase.

Lorsque deux sons différents s'ajoutent, l'onde résultante subit des variations périodiques d'amplitude; celle-ci passe par des minima et des maxima réguliers, et ce sont les maxima qui, seuls, représentent la somme des deux intensités des ondes composantes; à tout autre moment, l'amplitude de l'onde résultante est plus faible que la somme des deux amplitudes composantes. Ces variations périodiques de l'amplitude se fusionnant pour l'oreille lorsqu'elles dépassent 32 par seconde, il en résulte que dans ce cas l'intensité du son résultant est toujours moindre que la somme des intensités des deux sons primitifs.

On peut constater expérimentalement cet affaiblissement de deux sons l'un par l'autre en portant à son oreille un résonnateur qui vibre à l'unisson de l'un d'eux et qui l'isole pour ainsi dire dans la perception, et en observant l'intensité du son transmis par le résonnateur quand le diapason correspondant vibre seul et quand avec lui vibrent un ou plusieurs autres diapasons. Toujours, dans ce dernier cas, le son du résonnateur est plus faible.

2° Non seulement deux sons différents s'affaiblissent l'un par l'autre, mais ils s'affaiblissent d'autant plus qu'ils sont plus voisins. En effet, plus ils sont rapprochés l'un de l'autre, moins les maxima d'intensité de l'onde résultante sont nombreux. Ainsi deux sons de 700 et de 800 vibrations par seconde donneront sur le tympan une onde résultante ne comprenant que 100 maxima par seconde, tandis que deux sons de 600 et de 800 vibrations donneront naissance à 200 maxima, deux sons de 500 et de 800 donneront 300 maxima. Or, ces maxima représentent chacun la même intensité dans les trois cas, et comme ils se fusionnent et s'ajoutent dans la sensation, le son résultant sera plus intense dans le troisième cas que dans le second, dans le second que dans le premier.

Par suite, lorsque dans une série de sons l'on vient à éteindre l'un d'eux, on renforce par cela même tous les autres dans une certaine

Digitized by Google

mesure, mais on renforce moins les sons plus éloignés du son éteint ; le son le plus voisin, étant le plus renforcé, paraît donc prédominer.

On voit que le phénomène en question est général, et qu'il tient à des causes à la fois physiques et physiologiques. La formation sur le tympan d'une vibration résultante avec des maxima et des minima d'amplitude et non variable est d'ordre physique. La fusion de ces maxima et de ces minima et leur retentissement sur l'intensité de la sensation sonore est d'ordre physiologique.

II. **Botanique.** — M. VUILLEMIN donne le résultat de ses recherches sur la *Sexualité des champignons de la famille des Mucorinées.*

M. Vuillemin rappelle en quelques mots l'état de nos connaissances sur la sexualité chez les champignons en général. Abordant ensuite la famille des Mucorinées, il décrit en détail les diverses phases de la formation de la zygospore chez le *Mucor heterogamus,* espèce dont il a récemment donné la diagnose[1]. Les gamètes de cette plante sont d'une extrême inégalité; les branches copulatrices diffèrent beaucoup entre elles : l'une d'elles est droite, l'autre courbée en mors de pince, deux formes que l'on avait considérées jusqu'ici comme caractéristiques de genres distincts. La grande branche émet normalement un gros rameau sympodique, qui peut porter de nouvelles zygospores. La petite branche naît d'un rameau grêle à protoplasma peu dense, et muni fréquemment de rhizoïdes, ayant en un mot une tendance manifeste à reprendre les propriétés d'un filament végétatif. Malgré leur dissemblance, aucun des gamètes ne tend à fonctionner comme mâle; nous n'avons pas affaire à un acheminement vers une différenciation sexuelle. En présence de cette observation, il n'est plus possible d'admettre une telle différenciation chez les *Phycomyces, Rhyzopus, Syncephalis,* où les gamètes sont beaucoup moins inégaux que dans le *Mucor heterogamus.*

M. Vuillemin va plus loin : non seulement aucun cas de différenciation sexuelle n'est établi chez les Mucorinées, mais la nature sexuelle de l'acte qui préside à la naissance de la zygospore ne lui paraît nullement démontrée. Cette union de cellules non rénovées, qu'aucun intermédiaire ne relie à des phénomènes nettement sexuels, n'a rien de comparable à la formation des zygospores des *Conjuguées;* cet acte n'est pas une conjugaison, mais une anastomose; le corps qui en résulte n'est pas un œuf, mais un symplaste. Peut-être attache-t-on une importance excessive à l'analogie de structure de la membrane noire des *Mucor* et de celle de l'œuf de certaines Péronosporées; ces membranes ne sont pas réellement homologues. La prétendue zygospore ne serait qu'une chronispore spéciale à rapprocher des diverses formes de chla-

1. *Bulletin de la Société botanique de France,* séance du 26 mars 1886.

Digitized by Google

mydospores des Mucorinées. Elle se distinguerait par l'anastomose qui prélude généralement à sa formation comme à celle d'autres organes de vie latente chez des champignons appartenant à des groupes différents.

Discussion. — M. Le Monnier fait observer qu'au point de vue théorique c'est une nouveauté hardie, que cette distraction des Mucorinées du nombre des champignons pourvus d'œufs, cette assimilation de la zygospore à la chlamydospore; la zygospore des Mucorinées ressemble en effet beaucoup à l'œuf des Péronosporées, pour lequel il n'y a pas de doutes à concevoir.

Il lui paraît prudent, jusqu'à nouvel ordre, de conserver à la zygospore son interprétation comme œuf, et de considérer le *Mucor heterogamus* comme un type de passage entre les Mucorinées sexuées et les espèces apogames.

M. Thouvenin fait, sur la *Localisation du tannin dans la tige des Philadelphées,* la communication suivante :

La tribu des Philadelphées comprend, pour M. Baillon, les genres *Philadelphus, Decumaria* et *Deutzia ;* ces trois genres, auxquels il joint les *Hydraugea,* composent pour M. Van Tieghem la tribu des Hydraugées. Ce sont principalement les genres *Philadelphus* et *Decumaria* qui montrent, tant dans la période primaire que dans la période secondaire, un appareil tannifère bien nettement localisé et qui n'a pas encore été signalé.

Le tannin, dans la tige du *Philadelphus coronarius,* du *P. latifolius* et du *Decumaria barbara,* occupe toutes les cellules de l'assise la plus enterne de l'écorce. Cette localisation est très nette dans le *Decumaria barbara ;* dans les *Philadelphus,* elle l'est un peu moins, quelques cellules de l'épiderme et de la seconde assise de l'écorce pouvant également contenir du tannin. En outre, dans le *Philadelphus latifolius,* un certain nombre des cellules de l'endoderme sont tannifères.

De très bonne heure, le tannin apparaît dans la jeune tige du *Decumaria barbara;* chez les *Philadelphus,* au contraire, ce n'est qu'à un âge plus avancé que sa présence peut être constatée.

Dans la tige des *Deutzia* et des *Hydraugea,* le tannin est moins bien localisé et n'occupe pas la même place. Sur des coupes transversales traitées par du bichromate de potassium, on voit le contenu des cellules épidermiques se colorer fortement en rouge brun; les cellules des deux ou trois premières assises de l'écorce subissent, mais bien plus faiblement, la même réaction; ce qui indique que l'épiderme contient du tannin en plus grande quantité que les assises sous-jacentes.

Dans les tiges âgées, le liège étant issu de l'activité du pénégile, l'écorce s'est exfoliée. Le tannin occupe alors toutes les cellules subéreuses chez les *Deutzia* et les *Hydraugea,* où le liège est mou. Le liège des *Philadelphus* et du *Decumaria barbara* est composé; au milieu de

Digitized by Google

cellules à parois minces, on trouve des cellules dont les parois se sont épaissies; ici, le tannin est encore localisé dans les cellules subéreuses à l'exception de celles dont les parois sont devenues épaisses.

La présence d'un appareil tannifère localise dans l'assise la plus enterne de l'écorce et de cellules à parois épaissies dans le liège, rapproche les genres *Philadelphus* et *Decumaria* l'un de l'autre et les éloigne des genres *Deutzia* et *Hydraugea*.

III. **Géologie.** — M. KLOBB présente, au nom de M. Thomas et au sien, une note sur la *Découverte de phosphorites au Kef-el-Hammam, près Fériana* (Tunisie occidentale), avec une *analyse de ces phosphorites*. (Cette note sera publiée *in extenso* dans le *Bulletin de la Société.*)

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 15 *mai* 1886.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Bertin, Bleicher, Blondlot, Chevalier, Dumont, Fliche, Floquet, Hecht, Humbert, de Metz-Noblat, Millot, Le Monnier, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Volmerange, Vuillemin.

COMMUNICATIONS.

I. **Météorologie.** — De M. MILLOT, sur le *Tracé d'une courbe donnant la température moyenne de tous les points situés sur un même méridien.*

Pour représenter plus complètement la répartition des températures moyennes à la surface du globe, M. Millot a imaginé de joindre aux cartes d'isothermes des diagrammes donnant la température moyenne de tous les points situés sur un même méridien, en choisissant, à cet effet, des méridiens le long desquels la distribution des températures offre des particularités remarquables.

Voici comment on obtient ces figures.

Tracez un cercle de rayon quelconque, qui représentera un méridien terrestre, celui de Paris, par exemple. Marquez sur la circonférence de ce cercle, chacun à sa latitude, les points où les différentes lignes isothermes coupent ce méridien. Adoptez une échelle quelconque, celle de 1 millimètre pour 1° centigrade, par exemple, et, de chaque point, menez dans la direction du rayon une ligne d'une longueur correspondante à la température. Les températures supérieures à zéro seront portées extérieurement à la circonférence, celles au-dessous de zéro le seront en dedans. En joignant par un trait continu les extrémités de toutes ces lignes, on obtiendra une courbe fermée qui représentera l'*allure* de la température moyenne tout le long du méridien de Paris

Digitized by Google

et pourra fournir la température moyenne des points intermédiaires à ceux qui ont servi à tracer ce diagramme. Une telle courbe donne ce que l'on pourrait appeler la *pente thermométrique* sur le méridien considéré.

On peut ainsi tracer, non seulement la courbe de température moyenne sur tel ou tel méridien, mais aussi celle que fournit l'intersection du méridien avec les lignes *isothères*, ou moyennes de juillet, et avec les lignes *isochimènes*, ou moyennes de janvier.

II. **Géologie.** — De M. FLICHE, sur la *Flore du rhétien des environs de Nancy.*

M. Fliche rend compte des résultats auxquels l'a conduit l'examen de fossiles végétaux trouvés dans le rhétien de Meurthe-et-Moselle par MM. Levallois et Bleicher, et aussi un peu par lui-même. Ces fossiles sont parfois assez nombreux, mais généralement en très mauvais état. Cependant il a été possible d'y reconnaître une équisétacée, l'*Equisetum Munsteri Brong.*; une fougère, le *Clathropteris platyphyllus Brong.*; des fragments de feuilles d'une cycadée, probablement un *Pterophyllum*; des grains de *Baiera Munsteriana* (*Presl*) *Sap.*; enfin des bois et des écorces de conifères, parmi lesquels un *Cedroxylon* assez largement représenté, c'est-à-dire un type de bois différent de celui des salisburinées; indiquant par conséquent la présence d'un conifère autre que les *Baiera*. Le nombre des espèces est, on le voit, restreint : elles ont cependant cet intérêt d'avoir été trouvées dans un pays où, jusqu'à présent, nulle flore rhétienne n'avait été indiquée. Le *Baiera* est nouveau pour la France, et l'*Equisetum*, non encore trouvé dans la riche flore d'Hettange, relie les stations allemandes à celles des environs d'Autun. Enfin il est remarquable de rencontrer des représentants des deux grandes classes de cryptogames vasculaires, des deux grandes classes aussi de gymnospermes qui constituent l'ensemble de la flore rhétienne. Cette communication sera l'objet d'une note détaillée insérée au *Bulletin de la Société.*

III. **Botanique.** — De M. VUILLEMIN, sur la *Structure des zygospores de* Mucor. (Paraîtra *in extenso* dans le *Bulletin de la Société.*)

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 1er juin 1886.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN.

La Société tient cette séance dans l'amphithéâtre de physique de la Société des sciences.

Membres présents : MM. Arth, Bagnéris, Barthélemy, Beaunis, Bertin, Blondlot, Charpentier, Dumont, Fliche, Godfrin, Guntz, Haller, Hecht, Held, Henry, Klobb, Pérot, Millot, Schlagdenhauffen, Thouvenin, Volmerange.

Digitized by Google

Présentation. — MM. Bichat et Blondlot présentent M. Pérot, ancien élève de l'École polytechnique, licencié ès sciences physiques, au titre de membre titulaire de la Société des sciences.

Rapport et élection. — Après un rapport verbal de M. Blondlot, M. Pérot est élu membre titulaire de la Société des sciences.

COMMUNICATIONS.

I. **Météorologie.** — M. MILLOT présente un *Tracé de l'équateur anallothermique, ou ligne de moindre variation annuelle de la température.*

Après avoir tracé, par la méthode qu'il a exposée précédemment (séance du 15 mai), sur un même diagramme, les deux courbes donnant la température moyenne de janvier et de juillet sur le méridien de Paris, M. Millot fait remarquer que leurs points d'intersection indiquent des localités où la variation annuelle de la température est la moins grande possible, puisqu'il n'existe pas sur le globe de points où la température soit absolument constante.

En opérant de la même façon sur un nombre suffisant de méridiens, on obtient une série de points analogues que l'on porte sur un planisphère et que l'on joint par un trait continu. La ligne ainsi tracée passe par toutes les localités où la variation annuelle de la température est minimum, c'est l'équateur *anallothermique.* Il est situé presque en entier au nord de l'équateur; il s'en rapproche sur l'océan Pacifique et s'en écarte sur les mers chaudes, telles que la mer des Indes et l'océan Atlantique, mais jamais à plus de dix degrés.

II. **Physique.** — M. BLONDLOT présente à la Société un *Électromètre absolu à indications continues,* qu'il a construit en collaboration avec M. Bichat. Cet électromètre est fondé sur l'attraction des cylindres concentriques, dont la théorie générale a été donnée par Maxevell.

MM. Bichat et Blondlot ont construit successivement deux modèles de leur instrument : dans le second, la stabilité du cylindre intérieur attiré est assurée par une disposition mécanique spéciale, de telle sorte qu'on peut mesurer des potentiels correspondant à des distances explosives de plus de 2 centimètres; l'instrument a été construit avec une grande perfection par M. D. Gaiffe, de Nancy, qui a su concilier la légèreté et la solidité. MM. Bichat et Blondlot ont appliqué leur électromètre à la détermination des potentiels correspondant à des distances explosives entre 1 et 22 millimètres. Les nombres obtenus donnent une courbe des plus régulières, ayant une étendue plus que double de celles de M. Baille et concordant, du reste, avec celles-ci dans la portion commune.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Digitized by Google

Séance du 16 juin 1886.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN.

Membres présents : MM. Barthélemy, Bertin, Bleicher, Blondlot, Chevalier, Dumont, Fliche, Friant, Haller, Hecht, Herrgott, Heydenreich, Humbert, Jacquinet, Klobb, Millot, Schlagdenhauffen, Villers, Vuillemin.

COMMUNICATIONS.

1° M. BLEICHER : sur les *Progrès récents de l'anthropologie préhistorique en Lorraine.*

Les environs de Nancy n'avaient, jusque dans ces dernières années, fourni aux anthropologistes que les débris de squelettes humains des brèches osseuses de Pierre-la-Treiche, parmi lesquels M. le Dr Collignon a pu reconnaître, non sans peine, un frontal, un humérus à cavité olécranienne perforée, indices d'une race de petite taille, à tête sensiblement arrondie.

Le puits sépulcral de Cumières, aux environs de Verdun, grâce à sept crânes entiers qu'on a pu en tirer, a donné des renseignements plus certains. Il s'agit ici, suivant M. Collignon, d'une race voisine de celle de Furfooz, de Quatrefages, du type plus ou moins franchement brachycéphale.

Des fouilles faites à la Table-du-Diable, dolmen des environs de Saint-Mihiel, ont révélé, il y a quelques années, dans nos contrées l'existence d'une race dolichocéphale, des types d'Engis et de Cro-Magnon, avec saillies sus-orbitaires considérables et front relativement étroit. Tels étaient les renseignements que nous possédions sur les races primitives de la Lorraine dans les époques antérieures à l'âge dit du bronze, lorsque, vers le commencement de l'année présente, une série de découvertes nous ont permis de les compléter, grâce aux fouilles pratiquées dans diverses stations funéraires. En première ligne, nous devons citer celle de Villey-Saint-Étienne, la plus ancienne en date, celle où les traces de fer existent à peine, au milieu de nombreux objets de bronze plus ou moins artistement ouvragés.

Les données anthropologiques qu'elle nous a permis de recueillir, grâce à l'obligeance de M. l'ingénieur Mallien, de la maison Solvay, se résument en peu de mots. Deux fragments de crâne permettent de juger que ces Lorrains de la fin de l'âge du bronze avaient le front un peu fuyant, la glabelle prononcée, et les saillies sus-orbitaires assez fortes, qu'ils étaient dolichocéphales et de taille moyenne.

Une station funéraire non encore décrite, celle de Domèvre-en-Haye, ne nous a pas livré de débris de squelettes utilisables au point de vue anthropologique, mais, avec un mobilier funéraire assez complet, où les objets de bronze étaient accompagnés de traces évidentes

Digitized by Google

de fer, elle nous a donné une statuette de 48 millimètres de hauteur, qui est certainement la représentation humaine en bronze la plus ancienne qui soit connue dans nos régions, et peut-être en France. Cette statuette phallique appartenant au Musée Lorrain, et devant faire l'objet, avec l'ensemble des objets qui l'accompagnaient, d'une note qui sera prochainement publiée dans le *Bulletin de la Société d'archéologie lorraine*, nous ne croyons pas devoir insister sur sa description. Il s'agit du reste ici, selon toute probabilité, plutôt d'un enfant que d'un adulte, ce qui, avec la petite taille de la statuette, son imperfection, pour ne pas dire sa grossièreté, en rend l'interprétation anthropologique très difficile.

Les fouilles récentes de notre confrère de la Société des sciences, M. Barthélemy, dans les tumulus par amoncellements de pierrailles de la forêt de Haye, ont amené la découverte de squelettes entiers, dont les pièces principales ont pu être reconstituées.

Deux crânes parfaitement restaurés par lui, ont pu être présentés à la Société, avec de nombreux os longs qui permettent de juger de la taille et de l'ossature de ces habitants primitifs du plateau de Haye.

Les crânes sont fortement dolichocéphales, mais ne présentent ni le front un peu fuyant, ni les saillies sus-orbitaires du crâne de Villey-Saint-Étienne. L'un d'eux a appartenu à l'unique squelette qui, dans cette sépulture de clan, portait au bras un bracelet de bronze avec débris d'objets de fer rongés par la rouille. Il a dû appartenir à un homme d'assez haute taille à en juger par ses os longs. L'autre est, selon toute probabilité, un crâne de femme. Les autres os longs et courts recueillis par M. Barthélemy ne présentent rien de particulier à signaler, et témoignent plutôt en faveur d'une race de taille et de force moyennes qu'en faveur d'une race de haute stature.

Ces documents anthropologiques nouveaux se classent, par ordre d'ancienneté, après ceux de Villey-Saint-Étienne, peut-être sur le même rang que ceux qui nous sont fournis par la station funéraire de Domèvre-en-Haye. Ils appartiennent, selon toute probabilité, à ces temps plus ou moins rapprochés de la conquête romaine, que l'on appelle aujourd'hui à juste titre *préromains* et qui ont été précédés des temps où le fer était assez rare pour ne jouer qu'un rôle très effacé dans le mobilier funéraire, comme nous l'avons pu constater à Villey-Saint-Étienne.

2° M. HALLER : sur l'*Action de la potasse alcoolique sur les éthylurées.*

Continuant ses recherches sur l'urée, M. Haller a étudié l'action de la potasse alcoolique sur la sulfo-urée et les monoéthyl et diéthylurée non symétriques. La sulfo-urée, dans les conditions indiquées, se dédouble en partie, comme le fait l'urée, en fournissant du sulfocyanate de potasse et de l'ammoniaque. Toutefois, cette réaction est accompa-

Digitized by Google

gnée d'une autre, qui donne lieu à la formation de sulfure d'ammonium. Quant aux urées mono et diéthylées, elles se scindent, sous l'influence de la potasse alcoolique, en cyanate de potasse et amine :

$$CO\begin{cases} AzHC^2H^5 \\ AzH^2 \end{cases} + KHO = COAzK + H^2O + C^2H^5AzH^2.$$

Monoéthylurée. Cyanate de potasse. Éthylamine.

$$CO\begin{cases} Az(C^2H^5)^2 \\ AzH^2 \end{cases} + KHO = COAzK + H^2O + (C^2H^5)^2AzH.$$

Diétylurée. Diétylurée.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 1er juillet 1886.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN.

Membres présents : MM. Arth, Bertin, Dumont, Guntz, Haller, Hecht, Humbert, Le Monnier, de Metz-Noblat, Prenant, Schlagdenhauffen, Stoeber, Thouvenin, Viller, Vuillemin.

COMMUNICATIONS.

I. **Botanique.** — M. VUILLEMIN : *Sur un appareil conidiophore du type* Aspergillus *chez une Pézize.* M. Vuillemin fait connaître une petite moisissure jaune, répandue dans la nature sur les bouses de vache et le crottin de cheval, fréquente aussi dans les cultures de Mucorinées. Les filaments conidiophores, hauts d'un quart de millimètre à peine, munis de plusieurs cloisons renflées au centre, se terminent par une tête analogue à celle des *Aspergillus,* mais chargée de spores qui s'insèrent directement sans l'intermédiaire de stérigmates et isolément, sans se disposer en chaînettes. Cette moisissure fait partie du cycle évolutif d'une Pézize. Dans les grandes cultures, les ascopores la reproduisent avec son mycélium abondant et son aspect habituel. Mais si la Pézize est abandonnée sous cloche dans une atmosphère très humide, les mêmes spores germent sur place, donnent parfois un rudiment de mycélium et plus souvent un tube conidiophore qui se dresse à peine et se renfle aussitôt en une tête petite, portant seulement quelques conidies. On obtient dans ce cas toutes les formes figurées par Tulasne chez le *Peziza vesiculosa,* dont le champignon étudié par M. Vuillemin diffère spécifiquement d'ailleurs.

La spore peut donc, suivant les conditions de milieu, se transformer directement en un appareil conidiophore (c'est le cas décrit par Tulasne) ou bien donner un mycélium qui, après une végétation plus ou moins longue, se chargera de conidiophores plus vigoureux, plus indépendants, constituant alors un type spécial de moisissure.

Digitized by Google

II. **Zoologie.** — M. PRENANT : *Sur la morphologie des épithéliums.* (Espaces et ponts intercellulaires. Membrane épithéliale de Descemet.) Les faits, récemment acquis à l'histologie animale, d'espaces et de ponts intercellulaires dans les tissus épithéliaux, dont la continuité parfaite avait longtemps passé pour un caractère de première importance, n'ont pas été sans modifier beaucoup nos idées sur la morphologie générale des épithéliums d'une part, d'autre part et par suite sur leur fonctionnement général et leur mode de nutrition. L'étude des espaces intercellulaires et aussi des ponts de protoplasma qui à travers ces espaces unissent les cellules épithétiales, offre donc un intérêt général considérable. De plus, il y a, pour le fonctionnement de certains tissus épithéliaux en particulier, un intérêt local.

L'auteur étudie à cet égard deux épithéliums : l'*épithélium de Descemet* d'un côté, et en outre les épithéliums qui revêtent, dans les limaçons du mammifère et de l'oiseau, les régions respectivement nommées *strie vasculaire* et *tegmentum vasculosum.*

L'épithéliun de Descemet, qui, comme on le sait, forme une bonne partie de la paroi de la chambre antérieure, doit être étudié sous le point de vue des ponts et espaces intercellulaires. Si ceux-ci existent, s'il y a des trous dans la membrane épithéliale de Descemet, la résorption et l'exhalation de l'humeur aqueuse qui se font avec la facilité et la rapidité que l'on sait, trouvent l'explication de leur mécanisme dans l'existence de ces perforations. En outre, si ces lacunes existent, le tissu cornéen même, baigné par l'humeur aqueuse, se trouvera dans des conditions de milieu tout autres que si la membrane épithéliale était impénétrable aux liquides; sa nutrition en sera tout à fait influencée.

L'auteur a donc jugé bon de faire quelques recherches, à propos de l'épithélium de Descemet, sur les espaces et ponts intercellulaires. Ces recherches seront résumées dans une communication ultérieure.

Quant à ces épithéliums qui revêtent la strie vasculaire et le *tegmentum vasculosum*, des études suivies n'ayant pas encore été faites sur eux, il n'en sera ici question que pour dire qu'ils offrent un intérêt analogue à celui que l'épithélium de Descemet présente. C'est au niveau de ces deux régions : le *tegmentum vasculosum* dans le limaçon de l'oiseau, la strie vasculaire dans celui du mammifère, régions riches toutes deux en vaisseaux très superficiels, et pourvues toutes deux d'un épithélium pigmenté spécial, que l'on a placé le siège de l'exhalation de l'endolymphe. Or, à l'endroit de ces épithéliums, où l'on parle encore d'exhalation, l'épithélium présente encore des ponts et espaces iutercellulaires; il est, tout comme l'épithélium de Descemet, une membrane trouée.

Tel a été le but de l'auteur : chercher à s'assurer, sur deux sortes d'épithéliums, dont le fonctionnement est du plus grand intérêt, si les

Digitized by Google

ponts et espaces intercellulaires s'y observent, et si l'observation de cette disposition n'est pas due à une erreur de technique.

III. Chimie. — M. Haller : *Sur de nouvelles propriétés du camphre cyané.* M. Haller a établi par des expériences directes que le camphre cyané peut être considéré comme le nitrile de l'acide camphocarbonique. Dans ce but, il a abandonné, pendant quelques mois, un mélange de camphre cyané et d'alcool absolu saturé de gaz chlorhydrique. Il a ensuite évaporé le liquide dans le vide et lavé le résidu avec une solution de carbonate de soude. L'huile restante, soumise à la distillation, a passé entre 270 et 290. Elle était constituée par du comphocarbonate d'éthyle formé en vertu de l'équation :

$$C^{10}H^{15}CAzO + 2C^2H^5OH + 2HCl = C^{10}H^{15}O - CO^2C^2H^5 + AzH^4Cl + C^2H^5Cl.$$

Dans cette réaction, le camphre cyané se comporte donc comme un nitrile.

M. Haller a encore étudié des composés métalliques du dérivé cyané ci-dessus, et en particulier ceux de potasse et de soude.

Ces composés s'obtiennent en dissolvant à chaud le camphre cyané dans des solutions concentrées de potasse et de soude. Par le refroidissement, les liqueurs se prennent en une masse de petites paillettes dans le cas de la potasse, et de fines aiguilles dans le cas de la soude.

Ces deux sels ont pour formules : $C^{10}H^{15}KCAzO$ et $C^{10}H^{15}NaCAzO$; l'eau les décompose en camphre cyané et potasse et soude.

Le Secrétaire annuel,
Thouvenin.

Séance du 16 *juillet* 1886.

Présidence de M. Schlagdenhauffen.

Membres présents : MM. Bertin, Bleicher, Brunotte, Dumont, Fliche, Godfrin, Guntz, Hecht, Henry, Humbert, Le Monnier, Schlagdenhauffen, Saint-Remy, Stoeber, Thouvenin, Viller.

M. Guntz dépose, au nom de M. Arth, un travail *sur la préparation du tartrate et du racémate de soude et d'ammoniaque anhydres.*

On sait que le tartrate droit de soude et d'ammoniaque cristallise avec 4 molécules d'eau, et que le racémate correspondant en contient une. Ces quantités ont été déterminées par plusieurs observateurs, et il est probable qu'elles ont été établies par la combustion des sels cristallisés dont il s'agit, plutôt que par dessiccation et pesée directe de l'eau dégagée; en effet, il n'est fait mention nulle part de pareilles expériences et personne ne parle du résidu déshydraté qu'elles auraient fourni. Or, dans les quelques essais que j'ai faits, ce n'était pas la quantité d'eau de cristallisation, mais bien la production des sels doubles neutres et anhydres qui m'intéressait.

Digitized by Google

Si l'on essaye de dessécher le tartrate de soude et d'ammoniaque à 100° dans un bain d'air, le sel perd son eau de cristallisation, mais, comme cela était fort probable, il perd aussi une partie de son ammoniaque, lorsque l'on chauffe jusqu'à ce que le poids soit constant. J'ai trouvé dans une expérience les nombres suivants :

Le sel cristallisé contenant. . . .	27.58 p. 100 d'eau,
La perte de poids a été.	28.44 p. 100.
Différence en trop.	0.86

Or, 100 grammes du sel primitif cristallisé contiennent 6,513 d'ammoniaque. Ces 100 grammes, desséchés au bain d'air, ne contiennent plus que 5,5 d'ammoniaque. Le sel avait donc perdu son eau de cristallisation et en outre 15.5 p. 100 de l'ammoniaque qu'il contenait primitivement.

Pour empêcher cette décomposition, il était tout indiqué d'opérer la dessiccation dans une atmosphère de gaz ammoniac sec, en élevant en même temps la température de manière à favoriser le départ de l'eau, et en maintenant la substance desséchée en présence d'ammoniaque jusqu'après refroidissement. Mais il n'était pas certain *à priori* que l'on obtiendrait de cette manière un résidu représentant exactement le sel neutre et anhydre.

Deux choses demandaient particulièrement à être vérifiées :

D'abord, la molécule de l'acide tartrique, acide-alcool, n'offre pas toujours beaucoup de résistance à l'action des réactifs, et l'on pouvait craindre que la dessiccation à 100° dans un courant de gaz ammoniac ne donnât lieu à des réactions secondaires ayant pour résultat une altération quelconque de la molécule primitive avec dégagement d'une plus grande quantité d'eau que l'eau de cristallisation.

En second lieu, il est bien connu que plusieurs sels ammoniacaux anhydres maintenus pendant quelque temps en présence de gaz ammoniac sec, en absorbent une certaine quantité pour former des composés souvent définis; il était impossible de prévoir si le produit cherché serait dans ce cas ou non.

J'ai donc déterminé : 1° la quantité d'eau éliminée par la dessiccation du sel cristallisé dans un courant d'ammoniaque à 100°;

2° La teneur en ammoniaque du résidu de la dessiccation maintenu dans le courant gazeux jusqu'à la température ordinaire.

En faisant usage d'un appareil facile à imaginer, j'ai constaté en pesant directement l'eau dégagée que son poids est de 27.30 p. 100.

Pour $C^4H^4O^6\,Na\,AzH^4 + 4H^2O$, le calcul donne 27.58 p. 100.

On peut donc conclure de cette expérience que le gaz ammoniac sec à 100° ne réagit pas sur la molécule tartrique avec production d'eau. L'analyse du résidu parfaitement blanc, maintenu dans le gaz jusqu'à

Digitized by Google

la température ordinaire, puis exposé un instant dans le vide, a fourni les nombres suivants :

1re préparation, AzH^3 p. 100.	8.99
2e — —	8.98
Calculé pour $C^4H^4O^6Na.AzH^4.AzH^3$ p. 100.	8.99

Il n'y a donc pas eu fixation d'ammoniaque.

Conservé en flacon bouché, ce sel anhydre n'éprouve pas d'altération sensible au bout d'un temps relativement court. Après deux jours, j'ai trouvé AzH^3 p. 100 = 8.96.

Exposé au contact de l'air, il augmente de poids en reprenant une partie de son eau.

Le racémate de soude et d'ammoniaque cristallisé $C^4H^4O^6NaAzH^4 + H^2O$ (Scacchi, Wirouboff) donne les mêmes résultats :

1re préparation, AzH^3 p. 100.	8.81
2e — —	8.99

En résumé, la préparation des tartrate et racémate de soude et d'ammoniaque anhydres et parfaitement neutres, se fait très facilement en desséchant ces sels cristallisés, à 100°, dans un courant de gaz ammoniac parfaitement sec et en laissant refroidir la substance dans le courant gazeux.

COMMUNICATIONS.

I. **Zoologie.** — M. Saint-Remy expose comme il suit le résultat de ses recherches sur la *structure des centres nerveux chez le scorpion :*

Le *cerveau* du scorpion est formé par une masse de substance médullaire, nue en arrière, recouverte en haut, en avant et sur les côtés par des couches cellulaires. Les commissures œsophagiennes sont formées par les ganglions des chélicères, donnant naissance aux nerfs des chélicères pairs et à un nerf impair médian, qui montent au-devant de la région supérieure du cerveau (région optique) avant de se détacher des centres nerveux.

La *masse nerveuse sous-œsophagienne* et les *ganglions* abdominaux ne présentent de cellules que sur leurs faces inférieure et latérales.

Il existe un névrilemme externe général, et un névrilemme interne séparant la substance médullaire de l'écorce cellulaire.

II. **Botanique.** — M. Thouvenin fait une communication sur la *localisation du tannin dans les Myristicacées, et sur une combinaison du tannin avec le protoplasma dans les végétaux.* (Ce travail sera publié *in extenso* dans le *Bulletin de la Société.*)

III. **Physique.** — M. Dumont fait la communication suivante sur *certains mouvements provoqués des corps légers.* Au centre d'un ballon de verre mince de 10 centimètres de diamètre, on suspend à un fil de

Digitized by Google

cocon de ver à soie, un petit équipage formé d'un axe horizontal en fil mince de laiton, à l'une des extrémités duquel est fixé un disque de papier d'environ 2 centimètres de diamètre, disposé verticalement et dans le plan du fil suspenseur; à l'autre extrémité, un petit grain de plomb fait contrepoids au disque. Le point d'attache du fil de laiton qui a 5 centimètres de longueur se trouve à peu près aux 4/5 de cette longueur, de sorte que le disque présente sa hanche dans le voisinage de la paroi du ballon. Celui-ci est fermé par un bouchon qui supporte le fil de cocon. L'appareil ainsi construit est abandonné à lui-même, et dès que l'équipage s'est arrêté dans une position déterminée, on peut constater que toute modification dans les conditions initiales de température ou de lumière est presque immédiatement suivie d'un mouvement qui a pour effet d'approcher ou d'éloigner le disque de la source calorifique ou lumineuse.

Disons de suite que les mêmes phénomènes se manifestent, quoique avec une moindre intensité, si on substitue à l'équipage décrit une simple aiguille de laiton de 8 centimètres environ, semblable, quant à la forme et au mode de suspension, à l'aiguille du galvanomètre à fil de cocon. C'est alors la branche de l'aiguille la plus voisine de la source thermique ou lumineuse dont les mouvements prennent la même direction que ceux du disque de papier.

Employant le premier dispositif, et avec un disque de papier noir sur ses deux faces, j'ai obtenu, dans le ballon contenant de l'air à la pression atmosphérique, les résultats suivants :

Si on approche, à quelques centimètres du ballon, une source de *chaleur obscure,* telle que la main, une masse métallique échauffée, etc., ou si je projette en un point de la paroi l'haleine, ou quelques gouttes d'eau chaude, l'équipage est bientôt animé d'un mouvement de rotation tendant à rapprocher le disque de la source de chaleur. Le phénomène se manifeste à plusieurs mètres de distance, si la masse échauffée est assez considérable; c'est ainsi que le corps humain, se déplaçant avec un rayon de deux à trois mètres autour de l'appareil, provoque, au bout de quelques minutes, un déplacement du disque dans la même direction.

Les mêmes phénomènes se produisent si on remplace la source de chaleur obscure par une *source de lumière* telle qu'une bougie, une lampe, un foyer électrique de faible intensité, ou encore la lumière solaire diffuse, éclairant latéralement le ballon. Au contraire, une *lumière très vive,* notamment dans le cas de la projection directe des rayons solaires sur le disque, provoque de la part de celui-ci un mouvement accentué de répulsion. Ce mouvement est encore plus marqué, si on substitue un disque poli (clinquant d'argent) au disque de papier noir.

Si, à l'inverse, c'est un *abaissement de température* que l'on produit,

Digitized by Google

soit dans le voisinage du ballon, par l'approche d'un morceau de glace, par exemple, soit par une réfrigération directe d'un point de sa paroi (projection d'éther vaporisé, souffle d'air froid, etc.), les mêmes effets se manifestent que pour l'élévation de température.

Des résultats identiques sont obtenus quand on remplace l'air du ballon par de l'hydrogène ou de l'acide carbonique.

Mais si on opère sur un ballon ne contenant plus que de l'air raréfié, les directions des mouvements du disque se trouvent changées sous l'influence de la *chaleur obscure* et de la *lumière*, qui provoquent dès lors une répulsion, tandis que la *réfrigération* continue, comme dans le cas du ballon plein d'air à la pression atmosphérique, à déterminer un mouvement du disque vers la partie refroidie.

La même chose a lieu, d'ailleurs, dans le radiomètre, où j'ai pu, à volonté, déterminer la rotation dans un sens ou dans l'autre, en projetant, sur la paroi de l'instrument, à l'aide d'un vaporisateur, un mince jet d'éther dans le voisinage de l'ailette (face noire ou face brillante, indifféremment) que je voulais attirer.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 2 *août* 1886.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN.

Membres présents : MM. Blondlot, Dumont, Hecht, Schlagdenhauffen, Simonin, Thouvenin.

Démission. — M. le Président lit une lettre de M. Gaudchaux-Picard qui, ayant quitté Nancy, donne sa démission de membre associé.

COMMUNICATIONS.

I. **Physique.** — M. BLONDLOT : *Sur une expérience de Grotthuss.* Dans un verre on place un tube fendu; le verre et le tube sont remplis d'une même dissolution d'azotate d'argent; une lame d'argent reliée au pôle positif d'une pile plonge dans le tube, une autre lame, reliée au pôle négatif, plonge dans le verre. On constate que l'argent se dépose non seulement sur l'électrode négative, mais encore sur la fente du tube, à l'extérieur de celui-ci. En étudiant l'expérience, M. Blondlot a reconnu que le dépôt à la fente se produit plusieurs heures seulement après que l'électrolyse a commencé; à ce moment, le contenu du tube est devenu très acide, tandis que le liquide extérieur a conservé sa neutralité : il y a donc à la fente contact de deux liquides différents, et dès lors le dépôt d'argent n'a plus rien de surprenant. Plusieurs contre-épreuves ont confirmé l'exactitude de cette analyse expérimentale d'un phénomène qui avait semblé à tort, à quelques physiciens, faire exception aux lois de l'électrolyse.

Digitized by Google

II. **Chimie.** — M. Guntz : ***Sur les fluorures et les fluorhydrates métalliques.*** Dans mes études thermochimiques sur les fluorures métalliques, je suis arrivé à déterminer la chaleur de formation d'un certain nombre d'entre eux, non pas à partir des éléments (ce qui a été impossible jusqu'ici, le fluor n'ayant pas été isolé), mais à partir de l'oxyde et de l'acide fluorhydrique. J'ai pu calculer également la différence entre la chaleur de formation du chlorure et du fluorure correspondant toujours en fonction de la chaleur de formation de l'acide fluorhydrique. Par suite de considérations théoriques, je suis arrivé à fixer aux environs de $37^{cal},5$ la chaleur de formation de l'acide fluorhydrique. Les nombres ainsi obtenus montrent, pour le fluorure de plomb, et surtout pour le fluorure d'argent, que cette différence est très faible. Entre PbFl et PbCl il y a une différence de 10 calories au maximum, elle est presque nulle entre le fluorure et le chlorure d'argent.

Si donc, partant de ces données théoriques, nous faisons agir un chlorure de métalloïde sur le fluorure de plomb ou d'argent, nous devrons obtenir du chlorure de plomb ou d'argent, et le fluorure correspondant du métalloïde chaque fois que la chaleur de formation du fluorure de métalloïde l'emporte sur celle du chlorure correspondant, ce qui doit avoir lieu pour tous les chlorures de métalloïdes, d'après ce qu'on sait jusqu'ici sur les chaleurs de formation de ces composés.

J'ai fait réagir sur le fluorure de plomb, du chlorure de carbone dans un tube de platine ou de charbon, j'ai obtenu du chlorure de plomb et un gaz fumant à l'air, les chlorures étant entraînés par un courant d'azote sec.

J'ai ensuite chauffé le chlorure dans un tube scellé avec PbFl ; la réaction ne commence que vers 300°, mais alors le verre est fortement attaqué et l'on n'obtient guère que les produits de décomposition du fluorure de carbone par SiO^2. (Le gaz obtenu avait sensiblement la composition $2CO^2 + SiF^2$.)

J'ai essayé ensuite l'action des chlorures de phosphore. On obtient ainsi très facilement les fluorures de phosphore $PhFl^3$ en employant $PhCl^3 + PbFl$ et PhF^3O^2 en employant $PhCl^3O^2 + PbF$. Dans ce dernier cas, lorsqu'on ajoute $PhCl^3O^2$ à PbF, il faut refroidir, tant l'action est énergique, l'oxychlorure est absorbé, l'oxyfluorure se dégage lorsqu'on chauffe légèrement, c'est un mode très commode de préparation de ce gaz.

Je compte essayer cette réaction sur une série d'autres composés contenant du chlore, le sulfochlorure de phosphore $PhCl^3S^2$, le chlorure de soufre S^2Cl, le chlorure de carbonyle COCl, le chlorure de cyanogène, le chloroforme, etc.

Il est bien évident que le fluorure d'argent donnerait les mêmes résultats que le fluorure de plomb. Nous avons préféré jusqu'ici ce-

Digitized by Google

pendant ce dernier corps à cause de la facilité avec laquelle on l'obtient pur et sec.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 17 novembre 1886.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN.

Membres présents : MM. Arth, Barthélemy, Bertin, Bichat, Bleicher, Blondlot, Bagneris, Brunotte, Charpentier, Chevalier, Fliche, Floquet, Godfrin, Guntz, Haller, Hecht, Held, Le Monnier, Macé, Millot, Pérot, Pérot fils, Schlagdenhauffen, Thomas, Thouvenin, Vuillemin.

COMMUNICATIONS.

I. **Chimie** — M. HALLER : sur des faits nouveaux relatifs à *l'isomérie des camphols et des camphres.*

M. Haller a cherché à élucider la nature de l'isomérie des camphols. Dans ce but, il a étudié ces corps eux-mêmes, et un certain nombre de leurs dérivés, parmi lesquels il a choisi le camphre, l'acide camphorique et le camphre monobromé correspondants.

De l'ensemble de ses recherches, il croit devoir conclure que tous les camphols étudiés par lui sont identiques au point de vue chimique, et qu'ils ne diffèrent entre eux que par leur action sur la lumière polarisée. Les camphols de *N'goi*, de *Bangphiên*, de *garance* et de *valériane* sont identiques entre eux, au point de vue de leur action sur la lumière polarisée. Ils sont lévogyres et leur pouvoir rotatoire moléculaire $(\alpha)_D = -37°$ environ.

Le camphol du *Dryobalanops aromatica* est identique avec celui obtenu par hydrogénation du camphre. Ces deux camphols sont dextrogyres $(\alpha)_D = +37°$ environ.

Enfin, le camphol de succin paraît être un mélange en proportions variables de camphol dextrogyre et de camphol lévogyre. Son pouvoir rotatoire moléculaire $(\alpha)_D = +4°$ environ.

II. **Physique.** — M. CHARPENTIER : *Sur un nouveau mode de perception entoptique des vaisseaux rétiniens.*

Tout le monde connaît le phénomène entoptique si frappant que l'on désigne sous le nom d'*arbre vasculaire de Purkinje.* Dans certaines conditions, l'œil voit apparaître devant lui dans le champ visuel les vaisseaux de sa propre rétine sous forme d'une arborescence très nette correspondant exactement à la disposition et à la situation trouvées à ces vaisseaux par les anatomistes. On sait que, par une analyse attentive de ce phénomène, H. Müller a démontré que la couche per-

Digitized by Google

ceptrice de la rétine devait être celle des cônes et des bâtonnets, située à 2 ou 3 dixièmes de millimètre derrière les vaisseaux.

Voici quelle paraît être la théorie de cette expérience, théorie qui nous permettra de la réaliser d'une manière nouvelle :

Pourquoi à l'état normal ne voyons-nous pas les vaisseaux de notre rétine, puisque, étant opaques, ils devraient faire ombre sur la couche perceptrice situés derrière eux ?

En réalité, ils ne forment pas d'ombre à proprement parler, au moins pour les plus fines ramifications, lorsque la lumière extérieure forme exactement son foyer sur la rétine. Dans le cas contraire, il y a de l'ombre projetée par les vaisseaux, mais elle est diffuse et peu distincte lorsque l'œil regarde, comme c'est le cas ordinaire, une surface lumineuse un peu étendue.

L'ombre devient nette lorsque la rétine est éclairée par une petite source lumineuse située en avant (ou en arrière) de la distance pour laquelle l'œil est adapté, par exemple très près de cet organe. Seulement, comme cette ombre tombe toujours sur les mêmes points de la rétine, elle passe inaperçue, à cause de l'induction lumineuse qui se produit des parties éclairées sur les parties voisines; elle finit même par être complètement négligée par la rétine, de même que la peau ne perçoit plus un contact habituel.

Pour percevoir l'ombre vasculaire, il faut donc d'abord la produire sur une partie de la rétine où elle ne se produit pas d'habitude. Par exemple, on place une forte lumière assez petite très en dehors de la ligne visuelle, et l'arbre vasculaire se produit très nettement. H. Müller a prouvé que c'était l'image rétinienne très excentrique de la lumière qui devenait source lumineuse pour le reste de la rétine et déplaçait l'ombre des vaisseaux.

On peut aussi concentrer avec une loupe sur un point excentrique de la sclérotique une forte lumière qui joue le même rôle que l'image rétinienne ci-dessus.

Seulement il est nécessaire de déplacer la source pour avoir une sensation continue, car la première sensation s'émousse rapidement. C'est ce qui rend bien compte de la non-perception de l'arbre dans la lumière directe.

Voici un nouveau moyen de faire apparaître cet arbre vasculaire.

Il consiste à regarder, à l'aide d'un verre cylindrique assez fort, un grillage composé alternativement de lignes sombres et de lignes lumineuses parallèles. Lorsqu'on place l'axe du cylindre perpendiculairement à celui des lignes, on ne voit pas de dessin entoptique, quoique l'ombre vasculaire se produise, mais elle tombe à sa place habituelle et n'est pas perçue. Seulement, dès qu'on incline le verre à droite ou à gauche, on voit des ombres transversales ou à peu près couper les

Digitized by Google

lignes claires et dessiner dans leur ensemble l'apparence de l'arbre de Purkinje.

Cela tient à ce fait physique, que, sous l'influence du verre cylindrique, l'image rétinienne de chaque point est une ligne dont l'orientation varie avec celle du verre ; la projection de l'ombre vasculaire change donc de place avec cette orientation, et tombant sur des parties neuves de la rétine, produit la sensation cherchée.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance du 1er décembre 1886.

Présidence de M. SCHLAGDENHAUFFEN.

La Société tient cette séance dans la salle de physique de la Faculté de médecine.

Membres présents : MM. Bagnéris, Bertin, Bichat, Bleicher, Charpentier, Chenu, Chevalier, Dumont, Fliche, Floquet, Friant, Garnier, Hecht, Henry, Herrgott, Jaquiné, Macé, Le Monnier, de Metz-Noblat, Pérot, Prenant, Schlagdenhauffen, Thomas, Thouvenin, Viller, Volmerange, Vuillemin.

COMMUNICATION.

Physique. — De M. CHARPENTIER : *Sur l'influence de la durée d'action d'une lumière sur l'intensité de la sensation correspondante.*

M. Charpentier rappelle les expériences de Ch. Richet et Bréguet et celles plus récentes de Bloch, desquelles il résulte que, pour être perçue par la rétine, une lumière quelconque doit avoir une certaine durée, et qu'une lumière trop brève peut, si elle n'est pas suffisamment intense, frapper l'œil sans y exciter de sensation. Bloch a même émis une loi exprimant la relation qui existe entre la durée d'action d'une lumière et l'intensité limite de celle-ci, intensité au-dessous de laquelle la lumière n'est plus perçue : la limite inférieure de l'intensité lumineuse perceptible varie en raison inverse de la durée de la lumière.

M. Charpentier a voulu vérifier cette loi très importante et il a imaginé dans ce but une nouvelle méthode expérimentale plus précise qu'il expose à la Société en même temps qu'il montre la disposition des instruments qui lui ont servi.

Un moteur électrique Deprez à vitesse variable est animé par des accumulateurs ; il transmet son mouvement à un axe horizontal sur lequel est fixé un disque vertical de carton opaque tournant avec ce dernier d'une vitesse régulière. Dans ce disque est découpé un secteur d'étendue variable, 5, 10 ou 20 degrés. Une lumière aussi constante que

Digitized by Google

possible est placée derrière le disque à une certaine distance ; lorsque le disque tourne, il arrête la lumière pendant la plus grande partie de sa rotation, sauf quand le secteur vide passe devant cette lumière. Si le secteur vide a 10 degrés d'étendue, la lumière passera dans une certaine direction pendant les 10/360 de la durée d'une rotation du disque et sera arrêtée pendant 350/360 de cette durée. Plaçons au-devant du disque rotatif un écran opaque percé dans le sens d'un rayon de ce disque d'une fente de 2 à 3 millimètres de largeur ; supposons que le disque fasse un tour entier en une seconde la fente sera éclairée pendant 1/36 ou 29 millièmes de seconde. On peut, en faisant varier la largeur du secteur vide ou la vitesse du moteur, produire des éclairements de la fente de durée variable et très courte, des sortes d'éclairs lumineux qui, ne se répétant que toutes les secondes ou toutes les demi-secondes, n'empiètent pas les uns sur les autres et produisent des sensations isolées. En outre, cette fente alternativement éclairée et obscurcie peut être examinée à l'aide du photoptomètre de l'auteur, instrument qui permet de régler la valeur absolue de l'éclairement de la fente et de la diminuer jusqu'au minimum perceptible. Cet instrument a été présenté antérieurement à la Société.

M. Charpentier a retrouvé d'abord les faits énoncés plus haut :

1° Une lumière n'est pas perçue si elle ne dure pas un temps suffisant.

2° La durée minimum nécessaire pour la perception varie avec l'intensité absolue de la lumière ; plus la lumière est intense, plus elle peut être brève.

3° Il y a une relation définie entre la durée et l'intensité limite d'une lumière ; l'intensité limite varie en raison inverse de la durée de l'action lumineuse.

Une conséquence de cette loi, c'est que l'intensité *apparente* d'une lumière est proportionnelle au temps pendant lequel elle agit sur l'œil (au moins dans les limites de mes expériences).

On peut juger d'après cela quelle est l'énorme intensité absolue de l'éclair, qui, tout en présentant une grande clarté apparente, dure cependant moins d'un millionième de seconde.

Les faits précédents donnent l'explication non encore fournie du phénomène bien connu du mélange des impressions lumineuses ou colorées sur les disques rotatifs (Plateau, Helmholtz, etc.), mélange toujours identique quelle que soit la vitesse de rotation de ces disques. Les impressions qui se mélangent sont d'autant moins intenses que les disques tournent plus vite, mais, d'autre part, elles reviennent d'autant plus souvent et s'ajoutent dans la sensation. Les deux influences se compensent exactement.

M. Charpentier a trouvé, en outre, que le séjour dans l'obscurité

Digitized by Google

abrège très notablement la durée que doit avoir une excitation lumineuse donnée pour être perçue.

Il a vu enfin que, contrairement à l'opinion de MM. Ch. Richet et Bréguet, la première impression que donne une couleur à sa limite de durée perceptible est une impression incolore.

Le Secrétaire annuel,
THOUVENIN.

Séance générale annuelle du 15 décembre 1886.

Présidence de M. VOLMERANGE, vice-président.

La Société tient sa *séance générale annuelle* dans la salle de physique de la Faculté des sciences.

Membres présents : MM. Bagnéris, Barthélemy, Bertin, Bleicher, Blondlot, Brunotte, Charpentier, Chenu, Chevalier, Dumont, Fliche, Guntz, Hecht, Herrgott, Jaquiné, Klobb, Macé, Pérot, Pérot fils, Prenant, Riston, Schlagdenhauffen, Simonin, Thouvenin, Volmerange, Vuillemin, Wohlgemuth. — Un grand nombre de personnes étrangères à la Société assistent à cette séance.

COMMUNICATIONS.

I. M. A. PÉROT présente une *Méthode nouvelle pour la détermination de la densité de vapeurs saturées de différents liquides, à différentes températures.* Les résultats obtenus en opérant sur l'eau et l'éther, introduits dans la relation :

$$\lambda = \frac{1}{E} T(u' - u)\frac{dp}{dt}$$

où λ représente la chaleur latente de vaporisation du liquide, T la température absolue $(273 + t)$, u' le volume spécifique de la vapeur, c'est-à-dire l'inverse du poids en grammes du litre de vapeur saturée, u le volume spécifique du liquide, $\frac{dp}{dt}$ la première dérivée de la pression relativement à la température, E l'équivalent mécanique de la chaleur, donnent pour le nombre E des nombres très voisins de 424.

Les valeurs prises pour λ, u et $\frac{dp}{dt}$ sont celles données par Regnault.

Après cette communication, M. le Président remercie M. Pérot en ces termes : « Je crois être l'interprète de la Société en félicitant M. Pérot du résultat de ses premières recherches scientifiques et le remerciant de l'intéressante communication qu'il a bien voulu nous en faire.

Digitized by Google

« Nous ne pouvons qu'exprimer le vif désir et l'espoir que des voix plus autorisées que la nôtre reconnaîtront un jour le mérite de ses études et lui en assureront la récompense en lui ouvrant une carrière qu'il est si digne de parcourir avec honneur. »

II. M. Bleicher : *Sur l'anthropologie alsacienne.*

Il n'existe, dit M. Bleicher, aucun travail d'ensemble soit sur l'anthropologie ancienne, soit sur l'anthropologie moderne de l'Alsace; mais les travaux détachés que notre ancien confrère de la Société, M. le Dr Collignon, a publiés, soit dans le *Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris,* soit dans le *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar,* peuvent au moins servir de base à ces études si intéressantes. Une centaine de squelettes, ou pour mieux dire de crânes de provenance sûre, étudiés par cet auteur, tel est le bilan actuel, très modeste, de l'anthropologie alsacienne, depuis les temps préhistoriques les plus reculés jusqu'à nos jours. C'est tout au plus si M. Bleicher a pu ajouter à ce nombre déjà si peu considérable, eu égard au long espace de temps que comprennent les périodes préhistoriques et historiques, une demi-douzaine de crânes de provenance sûre qu'il a trouvés dans les collections du musée d'histoire naturelle de la ville de Colmar.

Pour être précis, il divise l'étude de ces documents en deux séries : l'une *préhistorique* ou mieux *préromaine,* l'autre *historique* ou *postromaine.* A la période préhistorique ou préromaine appartiennent 36 crânes attribuables aux époques dites de la pierre éclatée, *paléolithique,* de la pierre polie, *néolithique,* du bronze et du premier âge du fer. Le crâne d'Eguisheim, découvert en 1867 par M. le Dr Faudel, ouvre la série. M. Bleicher en présente un moulage qui lui a été offert par l'auteur de la découverte, et fait remarquer sur ce crâne les caractères néanderthaloïdes de cette race qui est une des plus anciennes que nous connaissions.

Ce n'est pas dans le bassin moyen du Rhin la seule preuve de l'existence de l'homme dans les temps reculés. En 1823, Amé Boué trouva à Lahr (grand-duché de Bade) des ossements humains dans ce même *lehm* ou limon rhénan qui donna plus tard le crâne d'Eguisheim. En 1875, le Dr Ecker publia la découverte dans ce même dépôt, et dans les environs de Vieux-Brisach, sur les flancs du Kayserstuhl, d'instruments en silex du type dit de la Madelaine, correspondant à la fin de la période de la pierre éclatée, avec des ossements de renne.

L'époque de la pierre polie ou *néolithique* est plus riche en documents de ce genre pour l'Alsace. La grotte de Cravanche, dans le territoire de Belfort, a livré en 1876 15 crânes ou portions de squelettes avec un mobilier funéraire des plus primitifs. Les crânes, peu étudiés jusqu'ici, paraissent être plutôt mésaticéphales que dolichocéphales.

Digitized by Google

Le gisement de Bollwiller, découvert et étudié par notre regretté maître et ami Delbos, en a donné cinq accompagnés de poteries d'un caractère analogue à celles de Cravanche. Ici la dolichoplatycéphalie paraît dominer, suivant M. Collignon. La mésaticéphalie se rencontre également dans les crânes de quelques autres localités des environs de Colmar. A l'âge dit du bronze, c'est-à-dire à cet âge où, le fer étant connu, le bronze restait la parure de prédilection, et peut-être la parure funéraire traditionnelle, les débris de squelette susceptibles d'être étudiés sont extrêmement rares. Sur trois crânes de cette époque qui sont en notre possession, la tendance à la brachycéphalie paraît assez évidente.

C'est à peine si pour la période postérieure à l'arrivée des Romains nos renseignements anthropologiques sont plus nombreux. La race gallo-romaine pourrait cependant être étudiée dans nos pays; les fouilles récentes d'Horbourg, près de Colmar, ont mis au jour de nombreux crânes et squelettes entiers, dont l'étude pourrait être fort intéressante. Ils nous ont paru plus proches de la brachycéphalie que de la dolichocéphalie.

Par contre, les caractères anthropologiques des conquérants mérovingiens ressortent parfaitement des travaux entrepris par le Dr Collignon sur 13 crânes de provenance sûre, tirés de stations des environs de Colmar. Les Mérovingiens d'Alsace sont nettement dolichocéphales, comme ceux de Chelles qui ont été si bien étudiés par Broca, comme ceux de Liverdun dont M. Collignon a également donné la description. Quant aux documents anthropologiques du moyen âge, ils sont bien incomplets, malgré l'abondance des charniers, malgré les exhumations à la suite d'appropriations nouvelles des terrains des églises, des cimetières.

M. Bleicher n'a d'autres données sur ce sujet que celles qu'il tire de l'étude de quelques crânes qu'il a trouvés dans les vitrines du musée d'histoire naturelle de Colmar. Sauf deux exceptions sur six, les crânes qu'il a observés étaient brachycéphales, ce qui concorde avec les résultats obtenus par M. Collignon sur 50 crânes d'Alsaciens modernes dont il a trouvé les indices céphaliques, pour le Haut-Rhin à 83.23 et pour le Bas-Rhin à 82.95.

M. Bleicher, en terminant sa communication, cherche à résumer, non sans faire remarquer la difficulté du sujet et l'insuffisance des documents, la succession des races humaines sur le sol de l'Alsace. Il lui paraît évident que les races primitives étaient plutôt dolichocéphales que brachycéphales, que le caractère de la dolichocéphalie n'est pas le même dans les temps de la pierre éclatée et de la pierre polie. La brachycéphalie s'est-elle complètement ou incomplètement substituée à la dolichocéphalie avec l'introduction des métaux ? On ne peut encore l'affirmer, comme il est possible de le faire pour le retour à la brachy-

Digitized by Google

céphalie plus ou moins franche, au moyen âge et pendant les temps modernes, après l'invasion des races germaniques, du crâne partout nettement dolichocépale.

III. M. Fliche : *Sur la flore pliocène des environs de Rome et spécialement du Monte-Mario.*

Après avoir rappelé les travaux de Gaudin sur la flore fossile contenue dans plusieurs dépôts pliocènes de la Toscane, M. Fliche dit que pendant le séjour assez long fait par M. Bleicher à Rome, lorsqu'il était chirurgien du corps d'occupation, notre confrère a trouvé au Monte-Mario des plantes fossiles du même âge ; elles sont malheureusement peu nombreuses, mais l'état de conservation des empreintes est très bon. Elles confirment les faits observés en Toscane et elles ajoutent à ce que nous connaissions de la flore fossile italienne. C'est ainsi qu'elles présentent trois champignons épiphytes non signalés jusqu'ici et dont un vit encore sur les feuilles des chênes en Europe ; c'est ainsi encore qu'elles permettent d'attribuer d'une façon positive aux *Cyperus* une forme que Gaudin en avait rapprochée avec doute. Quant aux dicotylédones, elles sont représentées par deux chênes, un à feuilles caduques, le *Q. Tozza,* espèce sous laquelle Schimper a réuni avec raison plusieurs formes distinguées par Gaudin, et un à feuilles pérsistantes, le *Q. Ilex,* ce dernier par une forme rare aujourd'hui ; par un peuplier qu'il est impossible de séparer du *P. alba ;* par un frêne, le *F. ornus ;* un laurier, le *L. Canariensis,* enfin un orme indéterminable comme espèce, bien que ce soit vraisemblablement l'*U. campestris.* En résumé, comme toutes les flores du pliocène supérieur, celle du Monte-Mario se rapproche beaucoup de celle que nous avons sous les yeux à l'époque actuelle ; elle en diffère par des espèces éteintes et par une distribution un peu différente des espèces actuelles. Quant au climat qu'elle révèle, il devait être assez semblable à celui de l'Italie actuelle ; il était cependant un peu plus chaud, plus égal et surtout plus humide.

Le Secrétaire annuel,
Thouvenin.

Digitized by Google

NOTE

SUR LA

STRUCTURE DES MYRISTICACÉES

Par M. THOUVENIN

CHARGÉ DE COURS A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

La famille des Myristicacées, formée par le seul genre *Myristica,* comprend des arbres qui n'ont pas encore été étudiés au point de vue anatomique ; les seuls renseignements que l'on ait à cet égard, c'est qu'ils « ont les organes de végétation parsemés de points pellucides ou réservoirs d'huile essentielle »[1] et que la tige est recouverte par une écorce riche en suc jaunâtre[2].

Étudiant à l'état sec la tige et la feuille de plusieurs *Myristica* (*M. fragrans, M. fatua,* Houtt.), j'y ai constaté, en outre de cellules à huile essentielle disséminées çà et là dans les divers tissus, et dont la présence était déjà signalée, des files de cellules à tannin fusionnées entre elles, par suite de la résorption des cloisons transverses et formant ainsi un symplaste sécréteur, analogue au réseau dans lequel se trouve renfermé le latex chez les Chicoracées, avec cette différence que les anastomoses transversales que l'on peut observer entre deux files de cellules fusionnées sont assez rares.

1. Baillon, *Histoire des plantes,* t. II, p. 70.

2. De Lanessan, Note dans l'*Histoire des drogues d'origine végétale* de MM. Fluckiger et Hanbury, t. II, p. 221.

Digitized by Google

Tige. — Dans la tige, l'écorce, qui forme son liège (liège dur) dans les cellules de l'assise sous-épidermique, est pourvue de cellules scléreuses, isolées ou rapprochées par petits groupes, de cellules à huile essentielle et de tannifères disséminés çà et là dans le parenchyme.

Le péricycle est formé de petits groupes fibreux, séparés par du parenchyme. Dans le liber, les tannifères sont disposés suivant des lignes concentriques assez régulières ; ils n'existent pas dans le bois, mais on les retrouve à la périphérie de la moelle ; la moelle présente en outre des îlots de cellules scléreuses et un peu partout des cellules à huile essentielle, surtout dans le *M. falua.*

Quoique séparés par le bois, les deux systèmes formés, l'un par les tannifères de la moelle, l'autre par ceux de l'écorce, n'en sont pas moins en communication l'un avec l'autre. Fréquemment, en effet, on voit un tannifère de la moelle, par exemple, vis-à-vis d'un rayon médullaire se courber presque à angle droit et traverser ce rayon dans toute sa longueur pour venir s'aboucher avec l'un de ses congénères de l'écorce.

Feuille. — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux libéro-ligneux qui, à la base du pétiole, sont disposés suivant un arc très ouvert ; un peu plus haut, les deux faisceaux formant les extrémités de cet arc se recourbent en dedans, puis se divisent chacun en deux, de telle sorte que le pétiole comprend cinq faisceaux libéro-ligneux, dont trois sont disposés sur la courbe externe d'un croissant et deux sur la courbe interne. Les petits groupes fibreux, qui s'observaient dans le péricycle de la tige, sont collenchymateux dans le pétiole ; mais ils redeviennent fibreux dans les nervures du limbe.

Le système tannifère occupe dans le pétiole et les nervures les mêmes positions que dans la tige ; il ne se rencontre pas dans le parenchyme du limbe, qui est parsemé seulement de cellules oléifères.

Le genre *Myristica* était rangé autrefois dans les Lauracées ; il en a été retiré et forme actuellement, à lui tout seul, la petite famille des Myristicacées. Le nombre d'espèces, malheureusement très restreint, que j'avais à ma disposition ne m'a pas permis de

Digitized by Google

rechercher si tous les *Myristica* possédaient un appareil sécréteur tannifère analogue à celui qui vient d'être décrit. En effet, si cet appareil, formé de cellules fusionnées entre elles, qui n'existe pas chez les Lauracées, se retrouvait chez tous les *Myristica,* comme les indications fournies par l'appareil sécréteur sont d'une certaine importance dans la classification, l'anatomie serait donc, ici, d'accord avec la morphologie pour enlever aux Lauracées le genre *Myristica.*

NOTE SUR UNE COMBINAISON DU TANNIN AVEC LE PROTOPLASMA

Le tannin, dans beaucoup de plantes sèches, et en particulier dans les *Myristica,* se trouve sous la forme d'une masse homogène, d'une couleur jaune rougeâtre, insoluble dans l'eau, le sulfure de carbone, le chloroforme et l'éther ; soluble, quoique assez difficilement, dans la potasse. Cette substance, qui possède les réactions du tannin vis-à-vis des persels de fer et du chloromolybdate d'ammonium, ne peut être considérée comme du tannin proprement dit, puisqu'elle est insoluble dans l'eau et dans l'alcool ; ce n'est pas non plus un mélange de résine et de tannin ou de latex et de tannin ; son insolubilité absolue dans le sulfure de carbone, le chloroforme, etc., le prouve.

Tout bien considéré, il m'a paru probable que, dans ces plantes qui, mises en herbier, avaient subi une dessiccation lente, le tannin s'était combiné avec la matière albuminoïde du protoplasma mort, pour former cette substance dont il vient d'être question.

Plusieurs observations faites dans les végétaux, d'abord frais, puis desséchés, de différentes familles, sont venues confirmer cette manière de voir. Ainsi, dans la tige fraîche de la *Coronilla Emerus,* le tannin est en dissolution dans le suc cellulaire de très longues cellules disposées suivant des files longitudinales à la périphérie de la moelle. Cette même plante desséchée, et dans laquelle par conséquent le protoplasma a été tué, a montré ces mêmes cellules remplies d'une substance analogue à celle qui a été observée ci-dessus, et se comportant de même vis-à-vis des réactifs.

Digitized by Google

Les longues cellules tannifères situées à la périphérie de la moelle dans la tige du Sureau (*Sambucus nigra*) sont remplies, dit M. Van Tieghem, d'une substance riche en tannin, d'abord incolore, trouble et finement granuleuse, qui, plus tard, c'est-à-dire quand les cellules sont mortes, devient homogène, gélatineuse et se colore en rouge-brun[1]; cette substance, en cet état, n'est plus dissoute que par la potasse, comme dans l'exemple précédent.

Enfin, du blanc d'œuf dissous dans l'eau a été traité par une solution aqueuse de tannin ; le précipité obtenu, desséché lentement, a pris l'apparence d'une masse homogène, d'une couleur jaune rougeâtre, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, etc., soluble dans la potasse et possédant les réactions du tannin.

Un fragment très mince de cette substance, examiné au microscope, offre exactement l'aspect du contenu, trouvé dans les cellules à tannin et étudié plus haut.

Des exemples qui précèdent, et qui ont été choisis parmi beaucoup d'autres, je crois pouvoir conclure que si, comme on l'admet actuellement, le tannin n'exerce aucune action coagulante sur les substances albuminoïdes du protoplasma, il faut n'entendre que le protoplasma vivant, et que l'on doit admettre que, quand il est mort, le protoplasma peut être précipité par le tannin pour former cette substance brunâtre et insoluble sur la nature de laquelle on était jusqu'alors incertain, et que l'on considérait comme un produit de destruction du protoplasma.

Si le protoplasma est tué par l'alcool, la combinaison étudiée ci-dessus ne se produit pas. L'alcool, en effet, coagule le protoplasma en même temps qu'il le tue, et le tannin, comme plusieurs expériences sur le blanc d'œuf l'ont démontré, ne se combine plus avec la matière albuminoïde coagulée.

1. Van Tieghem, *Traité de Botanique*, p. 649.

Digitized by Google

NOTE

SUR

LA FLORE PLIOCÈNE

DU MONTE-MARIO

PAR MM.

BLEICHER, professeur à l'École supérieure de pharmacie de Nancy

et FLICHE, professeur à l'École forestière.

Pendant un séjour assez long à Rome, M. Bleicher eut l'occasion de recueillir, au Monte-Mario, quelques fossiles végétaux appartenant à la période pliocène. Donnés par lui au musée de Colmar, ils ne furent l'objet d'aucun travail ni d'aucune détermination. Bien qu'ils soient fort peu nombreux, il nous a semblé que la publication d'une note sur cette petite florule ne serait pas sans intérêt. La flore pliocène est encore peu connue ; elle offre cependant une grande importance, à cause des relations étroites qu'elle présente avec la végétation actuelle. Il est donc toujours utile d'en recueillir et d'en faire connaître les éléments. C'est ce qui nous a décidé à publier les pages suivantes qui seront divisées en deux chapitres. Le premier, consacré à une notice géologique sur le Monte-Mario, et spécialement sur la couche à empreintes végétales, a été rédigé par M. Bleicher ; le second, où sont exposés les résultats obtenus par l'étude de ces mêmes empreintes, est l'œuvre de M. Fliche.

I. — Géologie.

Sur la rive droite du Tibre, au nord de Rome, s'élève un massif de collines dont la plus importante atteint 156 mètres au-dessus de la vallée du fleuve, qui, en ce point, a environ 29 mètres

Digitized by Google

d'altitude. C'est le *Monte-Mario,* au profil sévère, accentué par les cyprès de la villa Madama. Cette colline, qui fait partie intégrante du superbe panorama qu'on découvre de la terrasse de la promenade du Monte-Pincio, n'est pas moins appréciée des artistes et des touristes que des hommes de science. Elle recèle des richesses paléontologiques qui ont depuis longtemps attiré l'attention des géologues. Dès 1854, un catalogue des coquilles bivalves et univalves des formations subapennines du Monte-Mario parut à Rome, publié en collaboration par MM. de Rayneval, Vanden Hecke, professeur Ponzi. Il comprenait 264 espèces. Plus tard, en 1864, un amateur de paléontologie, le sculpteur ferrarais Angelo Conti, fit paraître une monographie géologique de cette colline, intitulée : *Il Monte Mario ed i suoi fossili subapennini.* Il donne une coupe géologique du Monte-Mario pris dans son ensemble, et joint à quelques considérations sur la répartition des espèces dans les couches fossilifères et leur analogie avec celles qui composent la faune actuelle de la Méditerranée un catalogue plus complet que le précédent, et augmenté d'une liste de foraminifères.

A notre connaissance, aucun travail nouveau n'a paru, depuis cette date, sur ce sujet. Conti déclare que les fossiles de son catalogue appartiennent tous à une seule couche de marne sableuse, qui, sur une épaisseur de 3 à 4 mètres, s'étend sur le Monte-Mario, du flanc du val d'Inferno qui le sépare des collines vaticanes, à la plaine de la Farnésine, où elle plonge vers le nord. C'est également à cette couche de marne sableuse abordable au-dessus de la Farnésine, que nous nous sommes adressés dans nos propres recherches pour former la collection dont nous avons fait hommage en 1866 au musée d'histoire naturelle de Colmar.

D'après ces auteurs, et d'après nos propres recherches, le Monte-Mario se compose, de bas en haut, de deux étages bien faciles à distinguer l'un de l'autre : l'étage des *marnes bleues,* dites marnes vaticanes, appartenant à la partie supérieure du *Plaisancien* ou pliocène inférieur ; l'étage des marnes sableuses, sables, grès, souvent avec cailloux roulés vers la partie supérieure, forme un ensemble qui tranche par sa couleur souvent

Digitized by Google

jaunâtre sur les marnes bleues inférieures. On le rapporte à l'*Astien* ou pliocène vrai.

Le banc qui a fourni presque tous les fossiles du Monte-Mario se trouve à la base de ce deuxième étage, à partir de la villa Madama jusqu'à sa disparition par plongement sous les graviers quaternaires de la Farnésine. Il peut donc servir à les séparer l'un de l'autre.

Les marnes vaticanes sont pauvres en fossiles et jusqu'ici, à notre connaissance, leur faune n'a pas été étudiée à fond. On y rencontre un banc très remarquable de Ptéropodes du genre *Cleodora* souvent très bien conservés, une pholadomye indéterminée et des débris végétaux.

Le banc de marne sableuse fossilifère, limite de l'étage supérieur, est au contraire très riche en fossiles lamellibranches et gastropodes admirablement conservés, souvent avec leurs ligaments, leurs couleurs et ordinairement avec leurs deux valves en contact. Ce sont, pour la plupart, les espèces de l'astien d'Italie, de France, d'Espagne, d'Algérie, avec prédominance évidente des formes méditerranéennes. Conti admet, et nous sommes pleinement de son avis, que c'est un dépôt de mer calme, d'une certaine profondeur. Rien n'y indique le voisinage d'une terre, tandis que dans la série des marnes sableuses, sables, grès, qui la surmontent, il y a des traces évidentes d'agitation, de diminution de profondeur. On y trouve en effet peu de fossiles entiers, et dans certains bancs les coquilles bivalves sont empâtées dans une roche sableuse, dure, à ciment calcaire, et fortement spathisées.

C'est vers la partie supérieure de cette série de l'étage supérieur, sur le versant du Monte-Mario qui regarde la Farnésine, à droite de la villa Madama, mais à un niveau bien plus élevé, que dans l'hiver 1865-1866 nous découvrîmes, dans un banc de marne jaunâtre, à peine sableuse, les impressions végétales dont il est question dans cette note. La couche qui les contenait était intercalée au milieu des grès et des couches à coquilles spathisées et n'avait guère plus de $0^{m},60$ à 1 mètre d'épaisseur. Elle n'a malheureusement pas été découverte assez longtemps dans les travaux de terrassement qui l'ont mise à jour pour que nous puissions ici donner une idée de ses allures et de son étendue.

Digitized by Google

Nos échantillons, peu nombreux, proviennent d'une seule visite faite à ce gisement. Il nous a été impossible d'en retrouver d'autres, malgré nos recherches ultérieures. Cette collection, bien que très réduite, suffit cependant pour démontrer que le Monte-Mario n'est pas tout entier d'origine marine, et que vers la fin des temps pliocènes il s'y est formé des couches à plantes indiquant le voisinage très rapproché d'une terre.

II. — Paléontologie.

Le terrain pliocène a déjà fourni, en Italie, de nombreuses empreintes végétales. Extraites de couches situées en diverses localités de la Toscane, elles ont été l'objet de travaux importants de Gaudin et Strozzi, insérés dans les *Nouveaux Mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles*[1]. La flore fossile du Monte-Mario, telle qu'elle nous est révélée par les quelques échantillons que nous avons étudiés, présente la plus étroite analogie avec celle des dépôts toscans, placés, d'ailleurs, au même niveau géologique, comme cela a été indiqué plus haut. Les six dicotylédones qu'elle renferme sont identiques ; l'unique monocotylédone certaine que nous ayons rencontrée, nous paraît être tout au plus une simple variété de l'espèce, également unique, pour cet embranchement, trouvée en Toscane. Quant aux acotylédones, elles sont représentées au Monte-Mario par trois champignons, végétaux qui n'ont point été trouvés ou au moins étudiés en Toscane.

Cette analogie entre la flore des environs de Rome et celle de la Toscane n'a d'ailleurs rien de surprenant ; elle est d'accord avec ce que nous constatons aujourd'hui, quand nous étudions les végétaux spontanés ou introduits près de Rome et de Florence ou de Pise. Au reste, la composition même de la flore du Monte-Mario prouve combien les conditions de végétation sont restées les mêmes en Italie, depuis la dernière période pliocène jusqu'à nos jours, malgré des changements géographiques qui n'ont pas été sans quelque importance, puisque Rome et ses

1. *Nouveaux Mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles*. t. XVI, 1858, et t. XVII, 1859. Zurich.

Digitized by Google

célèbres collines étaient encore sous les eaux à l'époque où se formaient les strates du Monte-Mario. Il est donc très probable que, même aux temps quaternaires, la flore a gardé une physionomie identique; les seuls changements qui se seraient produits, pour passer du facies ancien à celui que nous voyons et qui en est si voisin, auraient consisté dans l'élimination de quelques espèces et l'apparition de quelques autres qui, en ce qui concerne la région dont nous nous occupons, paraissent toutes ou presque toutes être venues du dehors.

Quant aux espèces qui ont cessé de se rencontrer aux environs de Rome, les unes, une cypéracée et deux champignons parmi celles que nous avons déterminées, semblent avoir disparu de la surface de la terre ; les autres ont émigré. Le *Laurus canariensis,* qui est dans ce cas, se rencontre aujourd'hui à Madère et aux Canaries, après avoir persisté en Italie, au moins dans les îles Lipari, où on l'a trouvé dans des tufs volcaniques, jusqu'en pleine période quaternaire. Les caractères climatériques de son habitation actuelle semblent indiquer que, depuis qu'il a disparu des environs de Rome, l'hiver y est devenu un peu plus rude, et l'humidité atmosphérique moins abondante. Mais ces différences sont assez légères, puisque, alors comme aujourd'hui, on voyait les thyrses de fleurs blanches de l'orne se détacher sur le riche feuillage de lauriers, d'ormes, de peupliers, de chênes à feuilles caduques, auxquels venaient se mêler, en moindre quantité, des chênes à feuilles persistantes. Parmi ces derniers, l'yeuse (*Quercus Ilex*) présentait une forme remarquable par ses feuilles peu coriaces et largement développées, qui, aujourd'hui encore, fait l'ornement de localités à la fois chaudes et humides. Tel est le ravin profond où le Ponal se précipite dans le lac de Garde, au milieu d'une végétation variée que favorise une atmosphère rendue constamment fraîche par de la vapeur et de l'eau pulvérisée. On voit que la présence de cette variété de l'yeuse confirme les conclusions que nous avions déjà formulées, quant au climat de la période pliocène, aux environs de Rome comme en Toscane.

Non seulement il y avait une très grande ressemblance entre les facies de la végétation pliocène et de celle qui orne aujour-

Digitized by Google

d'hui encore les plaines et les collines de l'Italie centrale, mais, nous l'avons déjà suffisamment indiqué, beaucoup d'espèces nous semblent complètement identiques avec des espèces actuelles. La flore du Monte-Mario prouve donc, de même que plusieurs autres qui en sont contemporaines ou à peu près, qu'il faut faire remonter au pliocène l'origine de beaucoup, si ce n'est de la plupart, de nos espèces actuelles ; les différences, quand elles existent, entre les formes des deux époques, ne dépassent pas, bien souvent, les limites de ce que nous qualifions aujourd'hui de variétés. Des paléontologistes de grande autorité, tels que M. de Saporta, pensent que la plupart des ces espèces n'ont même pas quitté les plaines de la France pendant la période quaternaire. Cette opinion, qui s'appuie sur de très forts arguments fournis par l'étude des tufs, non seulement en Provence, mais encore aux environs de Paris, à La Celle et à Resson par exemple, n'est pas sans soulever quelques objections tirées de la flore que nous ont révélée des lignites quaternaires de Lorraine et les tourbes du commencement de l'époque actuelle dans le bassin de la Seine. En Italie, au contraire, si nous faisons abstraction de ce qui a pu se passer au pied des Alpes, elle semble à l'abri de toute critique, et il est fort probable que, depuis le moment où se formaient les dépôts du Monte-Mario et ceux de la Toscane, la flore n'a subi ni émigration ni immigration d'ensemble. Les modifications qu'elle a éprouvées, peu importantes, se sont opérées graduellement, quelques espèces disparaissant complètement ou persistant dans une autre patrie, alors que leur place était prise par de nouveaux arrivants.

Si nous cherchons à résumer en quoi les fossiles du Monte-Mario ont pu servir l'étude de la flore pliocène, il nous semble qu'ils fournissent une localité nouvelle confirmant, d'une façon remarquable, ce que les flores contemporaines et plus importantes de la Toscane avaient déjà révélé. Nous avons pu ajouter quelque chose à ce que nos prédécesseurs avaient fait connaître du genre chêne ; compléter aussi leur étude de l'unique monocotylidone trouvée par eux comme par nous ; enfin, nous avons trouvé trois champignons épiphytes, aucun végétal de cette classe n'ayant encore été signalé dans les dépôts pliocènes.

Digitized by Google

Après ce coup d'œil d'ensemble jeté sur la flore du Monte-Mario, nous allons passer en revue les différentes espèces que nous avons déterminées. Nous avons accompagné notre texte de quelques figures pour aider à l'intelligence de ce qui nous paraissait nouveau ou peu connu. Pour le reste, il suffira de se reporter à des plantes vivantes qu'il est très facile de se procurer, ainsi qu'aux figures accompagnant les mémoires de Gaudin et Strozzi, que nous avons cités au commencement de ce travail.

Acotylédones.

Champignons. — *Phacidium coronatum Fr.* — La feuille de chêne, fig. 9, porte un champignon épiphyte qui appartient certainement au genre *Phacidium,* comme on peut très bien s'en rendre compte sur la figure 9 A′ qui représente le même champignon grossi ; on voit que le périthèce se divise par des fentes allant du centre à la circonférence, comme cela est carastéristique pour ce genre. La ressemblance est, en outre, complète avec le *Ph. coronatum,* au moins avec les échantillons âgés de cette espèce, autour desquels le parenchyme foliaire présente une auréole déprimée. Le *Ph. coronatum* se rencontre fréquemment aujourd'hui, en Europe et dans l'Amérique du Nord, sur les feuilles des chênes et des hêtres.

Phacidium populi n. sp. — Périthèce arrondi, à contours un peu irréguliers ; disque foncé. Le champignon représenté fig. 1 se trouve sur un fragment de feuille dont la nervation est identique à celle d'un bel échantillon de *Populus alba* qui se trouve à côté de lui. La portion centrale en a été enlevée presque totalement lorsqu'on a fendu le rocher pour en faire sortir l'empreinte ; la contre-empreinte manque, en sorte qu'il est difficile de se prononcer certainement sur l'attribution générique. Cependant, on peut affirmer, croyons-nous, que ce champignon n'est semblable à aucun de ceux qui ont été décrits jusqu'à présent, en Europe, sur les feuilles des peupliers ; en outre, la forme, l'aspect extérieur, rappellent entièrement les *Phacidium,* soit vivants, soit à l'état d'empreintes sur des feuilles fossiles.

Les peupliers actuels paraissent nourrir fort peu de *Phacidium.* On en a décrit un, sur les rameaux de ce genre, sous le

Digitized by Google

nom de *Ph. populi Lasch.* Schmidt a nommé *Ph. fimbriatum* une espèce qui vit sur les feuilles du tremble et qui paraît être rare. L'espèce du Monte-Mario ne lui est certainement pas identique ; elle est de taille beaucoup plus forte, le contour moins régulier, le disque probablement plus foncé. Parmi les espèces fossiles, il en est une, ayant également vécu sur un peuplier, qui lui ressemble beaucoup ; c'est le *Ph. populi ovalis Al. Braun*, du miocène d'Œningen. Il est impossible de n'être pas frappé de l'extrême ressemblance qui existe entre notre plante et les échantillons de la figure 26, pl. II, du tome I du *Flora tertiaria* de Heer. La taille, variable chez l'espèce miocène, est ici la même ; les contours sont arrondis et un peu irréguliers de part et d'autre, le disque est semblable, seulement chez le *Ph. populi ovalis* il est pâle, tandis qu'autant qu'on peut le voir d'après ce qui en reste chez le champignon pliocène, il aurait été foncé. Ce caractère, joint à des contours plus irréguliers chez ce dernier, au gisement dans des terrains d'âge différent, nous a conduit à séparer spécifiquement notre plante de celle d'Œningen ; mais il n'est pas impossible que, mieux connue, elle ne s'y rattache, et cela d'autant plus que, d'après les figures de Heer et d'après ce qu'il dit dans le texte (tome I, page 17), la tache claire du centre de l'empreinte fait parfois défaut. Dans tous les cas, elles sont voisines, différentes des *Phacidium* vivant actuellement sur les peupliers, et présentant quelque analogie avec le *Ph. dentatum Fr.* qui habite les feuilles des chênes.

Dothidea cypericola n. sp. — Ascophores petits, arrondis, punctiformes, disséminés ; diamètre un peu inférieur à un demi-millimètre.

Un fragment de feuille du *Cyperus*, qui sera décrit plus loin, porte un champignon du groupe des sphériacées, qui, parmi les espèces fossiles, présente beaucoup d'analogie avec le *Sphæria Trogii Heer*, du miocène d'Œningen, et par suite, comme le fait remarquer Heer pour ce dernier, avec le *Sph. graminis Pers.*, aujourd'hui placé dans le genre *Dothidea*. Cependant, il y a des différences certaines entre le champignon miocène et celui du Monte-Mario. Le premier, un peu plus gros, est toujours placé entre deux nervures de la feuille, et semble, d'après la figure 56,

Digitized by Google

pl. I, du *Flora tertiaria Helvetiæ*, présenter invariablement un ostiole central, ce qui l'éloignerait du genre *Dothidea ;* enfin, il se trouvait sur une graminée, le *Phragmites Œningensis*. Le champignon pliocène paraît, au contraire, avoir habité les feuilles d'un *Cyperus ;* le fragment de feuille sur lequel il se trouve est très petit et en assez médiocre état, mais il appartient certainement aux monocotylédones et ressemble aux feuilles du *Cyperus* abondantes dans la roche, la seule plante de l'embranchement qui s'y rencontre certainement. Il chevauche sur les nervures, comme on le voit fig. 2 ; sur l'individu supérieur, on aperçoit très nettement la portion des tissus de la feuille qui recouvrait le champignon. Tous ces caractères, joints à l'absence complète d'un ostiole central, rapprochent très nettement cette plante de la *Dothidea graminis ;* mais elle s'en éloigne par une taille qui paraît avoir été plus faible, par la forme du stroma assez régulièrement circulaire et qui, lorsqu'il s'écarte de cette forme, paraît s'allonger transversalement, tandis que l'espèce vivante le fait dans le sens longitudinal de la feuille. Enfin, la *Dothidea graminis* habite les graminées ; une seule espèce vivante, la *Dothidea caricis Fr.*, est signalée sur les *Carex* de la famille des cypéracées. D'après la description assez succincte qui en a été donnée, elle parait différente de l'espèce fossile qui serait nouvelle. Un autre champignon, placé parmi les *Dothidea* par Berkeley (*N. Am. Fungi*), le *Sphæria canaliculata Schw.* qui, dans l'Amérique du Nord, habite les feuilles des *Cyperus,* particulièrement celles qui sont à la base de l'inflorescence, est aussi différent, quoique avec des analogies, si l'on peut en juger d'après une brève diagnose. Il est d'ailleurs imparfaitement connu [1].

Monocotylédones.

Cyperus anconianus Gaud. — On trouve assez abondamment, au Monte-Mario, une monocotylédone dont les feuilles sont très fragmentées, mais ont conservé, de la façon la plus nette, leur nervation. Nous en avons représenté une des plus grandes empreintes (fig. 3) et la même grossie (fig. 3′). L'identité est com-

1. Voir Saccardo, *Syllog. Fungorum,* II, p. 400, n° 4,271, et p. 632, n° 5,234.

Digitized by Google

plète avec le *Cyperacites anconianus Gaud.*, du pliocène de Massa maritima, en ce qui concerne le nombre des nervures qu'il présente de chaque côté d'une nervure médiane, très légèrement plus forte que les autres. Mais la largeur est fort différente ; elle est un peu variable sur nos échantillons ; sur celui qui offre la plus forte, elle ne dépasse pas la moitié de celle qui a été donnée par Gaudin (15 mill.). Malgré cela, nous sommes persuadés que les échantillons des environs de Rome appartiennent à la même espèce que ceux de la Toscane. Les feuilles normales des *Cyperus* actuels sont loin de présenter une largeur constante pour la même espèce ; en outre, on trouve, à la base des inflorescences, des feuilles de structure analogue à celle-ci, mais très réduites. Nous sommes donc ou en présence d'une variété à feuilles étroites du *C. anconianus,* ou bien nous avons les feuilles d'inflorescence. Cette dernière manière de voir nous semble la plus plausible ; à côté des organes foliaires, nous trouvons d'abondants débris d'épillets ayant évidemment appartenu à la même plante. Ceux-ci présentent un grand intérêt en ce qu'ils légitiment l'attribution que Gaudin avait faite avec quelque doute, et prouvent que nous sommes en présence d'un véritable *Cyperus*. Les axes des épillets, très bien conservés et dépouillés en partie des écailles et des akènes, montrent des cicatrices complètement semblables à celles qu'on observe sur les mêmes organes chez les plantes vivantes. Quant aux organes floraux, ils étaient évidemment disposés d'une façon distique, comme on peut le voir sur les figures **4** et 5. Nous n'avons pas rencontré de fleurs, mais bien seulement des akènes et les écailles florales. Tantôt ce sont les akènes qui paraissent s'être conservés presque seuls, comme sur l'échantillon représenté fig. 4 ; tantôt ce sont plutôt les écailles, comme sur celui de la figure 5. Ce fait n'a rien d'étonnant, nous l'avons observé sur des échantillons d'herbier de *Cyperus fuscus*.

Les écailles sont médiocrement conservées ; elles semblent cependant avoir été ovales, obtuses et faiblement nerviées, car les traces de nervures sont difficiles à voir, sauf en ce qui concerne la nervure médiane, à laquelle paraît avoir correspondu, à la face supérieure, une petite dépression. Les akènes, autant qu'on en peut juger sur l'échantillon encore assez imparfait que

Digitized by Google

nous avons figuré, étaient petits, trigones, obovés, avec un petit mucron à la partie supérieure ; ils paraissent aussi avoir présenté quelques très légers plis longitudinaux.

Nous avons trouvé d'autres débris qui nous semblent appartenir à la même plante, et permettre une connaissance plus approfondie de sa structure ; tel est un fragment de rhizome avec un fragment de feuille réduite comme on en trouve à la base des tiges chez beaucoup de cypéracées. On observe les cicatrices laissées par deux autres écailles semblables. La surface du rhizome est striée un peu plus fortement que d'habitude chez les *Cyperus*, probablement par suite de la macération (fig. 6). Le rhizome, à en juger par le fragment qui nous a été conservé, devait être assez fort, de la grosseur de ceux des grandes espèces de l'Europe méridionale, comme le *C. longus*, par exemple. Enfin, nous avons trouvé une empreinte très nette d'un fragment de racine (fig. 7) présentant plusieurs ramifications vers son extrémité, et offrant une grande ressemblance avec celles de plusieurs *Cyperus*, du *C. fuscus* notamment ; celles-ci sont cependant plus grêles. Il nous semble fort probable qu'elle appartient aussi au *C. anconianus*.

On voit que le Monte-Mario nous permet de nous rendre mieux compte de ce qu'était cette espèce. L'attribution au genre *Cyperus* nous semble incontestable. Il est certain aussi que la taille rappelait celle des grandes espèces qui vivent aujourd'hui dans l'Italie continentale. Parmi celles-ci, la taille des feuilles et celle des épillets, la forme de ceux-ci et celle des écailles, ne sont pas sans rappeler le *C. Monti L. fils*, avec quelques différences cependant, autant qu'on en peut juger sur des empreintes imparfaites. Mais la différence principale paraît être dans la nervation. Il est vrai que nous n'avons eu, pour nous fixer, que des échantillons desséchés de l'espèce vivante. En résumé, les nouveaux documents que nous apportons pour la connaissance de la plante pliocène nous paraissent trancher la question d'attribution au genre *Cyperus* proposée avec doute par Gaudin, et la création d'un nouveau type spécifique, admise par lui, nous semble légitime.

Le *C. anconianus* est la seule monocotylédone dont nous ayons

Digitized by Google

constaté certainement la présence au Monte-Mario, mais nous avons trouvé des empreintes qui nous semblent appartenir au genre *Lemna*. Comme ce serait la première fois qu'il aurait été rencontré dans des dépôts antérieurs à ceux de l'époque actuelle, il faudrait, pour en établir l'existence dans le pliocène italien, des échantillons qui ne permissent aucun doute ; tel n'est pas le cas pour ce que nous avons observé (empreinte d'une fronde qui rappellerait le *L. minor*, et racines isolées, lesquelles se détachent très facilement chez cette espèce). Malgré cela, l'attribution nous semble probable, et nous jugeons utile d'appeler sur ce genre l'attention des botanistes qui auront l'occasion d'étudier de nouveau le pliocène toscan ou romain.

Dicotylédones.

Populus alba L. — Parmi quelques fragments appartenant au genre peuplier, se trouve une belle empreinte d'une feuille presque entière qui se rapporte à l'espèce décrite par Gaudin sous le nom de *P. leucophylla Ung.*; la ressemblance est surtout frappante avec la figure 1, pl. 10, du premier mémoire. Il nous est impossible de saisir aucune différence entre l'espèce fossile et le *P. alba* vivant, connu en France sous les noms vulgaires d'Ypréau et de Blanc de Hollande. Au premier abord, les deux premières nervures secondaires se détachant très sensiblement au-dessus de la base du limbe, plus redressées vers la nervure médiane que chez les formes du nord de la France, nous avaient paru un caractère qui aurait pu militer en faveur de l'établissement d'un type spécifique distinct de celui qui vit encore. Mais nous avons retrouvé ces caractères sur des échantillons d'Algérie, des environs de Bône, que M. Mathieu, ancien sous-directeur de l'École forestière, a bien voulu nous communiquer. Il est assez remarquable de constater que ceux-ci ont des feuilles généralement très peu lobées, le plus souvent sinuées ou presque entières, comme les feuilles du pliocène italien. M. de Saporta, qui aussi a trouvé le *P. alba* dans les dépôts pliocènes de Meximieux, pense également que l'espèce de Gaudin ne constitue pas une espèce distincte des formes vivantes ; mais il la rapporte au *P. canescens Sm.* avec laquelle Gaudin avait déjà fait remar-

Digitized by Google

quer ses analogies. Malgré la grande autorité du paléontologiste que nous venons de nommer, notre attribution nous semble plus légitime. La forme générale de la feuille, la nervation même, présentent de si grandes différences chez les divers individus des *P. alba* et *canescens*, et, sous ce rapport, les deux formes sont parfois si semblables entre elles, qu'il nous semble à peu près impossible de décider par des empreintes de feuilles seules. C'est aussi l'avis de M. Mathieu, qui a étudié ces deux peupliers avec soin et sur de nombreux échantillons de provenances très diverses. Ce qui nous décide surtout en faveur de l'*alba*, c'est la distribution géographique actuelle des deux formes. Quelle que soit l'idée qu'on se fasse du *P. canescens*, qu'on le considère comme une espèce ou comme un hybride, il est certain que c'est plutôt une forme du Nord. Il manque en Algérie, tandis que le *P. alba* y est commun; en Italie même, il habite plutôt le nord que le centre ou le midi. D'après ce que nous avons dit des caractères généraux de la flore pliocène italienne, sa présence y est donc beaucoup moins probable que celle de son congénère.

Le *P. alba* paraît avoir été fort répandu à l'époque pliocène; avec M. de Saporta, nous sommes portés à considérer le véritable *P. leucophylla Ung.* comme se rapportant aussi à cette espèce qui, par suite, remonterait au miocène supérieur.

Un fragment, malheureusement très petit, d'axe d'inflorescence femelle, présentant une cicatrice laissée par la chute d'un fruit, se rapporte aussi à cette espèce.

Quercus Tozza Bosc. — Une espèce de chêne à feuilles caduques, du groupe des *Robur*, paraît avoir été assez commune, à l'époque pliocène, aux environs du Monte-Mario. Deux belles empreintes, notamment, permettent de se rendre très bien compte de la forme et de la nervation de la feuille, et de voir qu'elle est identique à celles qui ont été décrites par Gaudin sous le nom de *Q. pyrenaica lobulata.* Schimper y a réuni, avec beaucoup de raison, les *Q. Thomasii Ten., Cupaniana Guss.* et *Æsculus DC.*, signalés aussi par Gaudin dans le pliocène toscan, et il a fait remarquer, en outre, que la ressemblance de toutes ces formes avec le chêne tauzin (*Q. Tozza Bosc.*) est telle, qu'on peut conclure à l'idendité entre cette espèce vivante et le fossile;

Digitized by Google

nous avons par suite préféré le nom imposé par Bosc, parce qu'il est généralement admis.

Le *Q. Tozza* est voisin des *Q. sessiliflora* et *pedunculata*, dont il se distingue surtout par des caractères physiologiques. Cependant, les feuilles présentent des nervures secondaires moins régulières que chez le premier, dont il a le pétiole allongé, en même temps qu'il présente les oreillettes du second. Il diffère de tous les deux par les lobes généralement plus larges et très obtus; par la base de la feuille, plus large; par deux petites nervures basilaires réfléchies, dont la présence est beaucoup plus constante; par les nervures secondaires suivantes, d'abord très étalées. On voit que la base de la feuille, par les caractères qu'elle emprunte aux deux espèces voisines, et par ceux qui lui appartiennent en propre, est particulièrement intéressante; c'est ce qui nous a décidé à reproduire un de nos échantillons (fig. 8) où cette région est très bien conservée. La feuille a été brisée et, au-dessus de la fracture, on voit un des lobes qui sont également assez caractéristiques de l'espèce. Ce lobe est lobulé, caractère observé fréquemment par Gaudin chez les échantillons qu'il avait étudiés, et qui lui avait fait donner à l'espèce le nom sous lequel il l'a désignée. De toutes les feuilles reproduites dans les mémoires de Gaudin, c'est un *Q. Thomasii* (fig. 2, pl. II, 3e métion) qui ressemble le plus à celles du Monte-Mario; mais l'échantillon que nous avons représenté a un pétiole allongé: il a 10 millim. C'est une ressemblance de plus avec le *Q. Tozza* actuel, chez lequel nous trouvons, pour la même région de la feuille, 9 millim. chez un échantillon des environs d'Angers, 14 millim. chez un des environs de Rochefort.

Le chêne tauzin existe aujourd'hui encore en Italie, si on lui identifie le *Q. Farnetto Ten.* C'est ce que font, avec raison, croyons-nous, les botanistes actuels de ce pays [1], malgré la grande autorité de M. Alphonse de Candolle qui, dans le *Prodrome*, le maintient comme espèce distincte. On le rencontre dans la région basse de la péninsule, au sud de Rome.

Quercus Ilex L. var. *græca Gaud.* — Un beau fragment de

1. Voir Arcangeli, *Compendio della Flora italiana*, p. 634.

Digitized by Google

feuille de chêne appartient à une espèce toute différente de la précédente ; elle était évidemment semi-coriace, profondément dentée plutôt que lobée, à nervures secondaires assez régulièrement disposées et rapprochées un peu plus à la base et au sommet de la feuille. C'est certainement la forme nommée par Gaudin, d'après la détermination de Kotschy, *Q. Ilex* var. *græca.* Nous avions d'abord été tenté de rapporter le tout au *Q. Fontanesii,* cette espèce curieuse qu'on rencontre à l'état sporadique sur les deux bords de la Méditerranée, en Europe et en Algérie, et qui n'est pas sans analogie, pour les feuilles, avec la variété de l'yeuse à laquelle s'était arrêté Gaudin ; mais un examen approfondi nous a conduit à reconnaître comme légitime l'opinion de l'auteur des travaux sur la flore pliocène de Toscane. Les nervures secondaires sont plus régulières, mieux marquées que chez le *Q. Fontanesii ;* les nervures tertiaires aboutissent plus fréquemment aux sinus, comme on le voit à la partie supérieure de la figure 9, où nous avons reproduit quelques-unes de ces nervures ; les dernières nervilles forment un réseau plus régulier, mieux marqué ; enfin, les dents sont moins arrondies, les sinus un peu moins obtus, que chez cette dernière espèce. Pour permettre de juger de la ressemblance de la feuille fossile avec la forme du *Q. Ilex* auquel nous la rapportons, nous en avons dessiné, fig. 10, une feuille d'après des échantillons de la chute du Ponal, aux environs de Riva, sur le lac de Garde. Elle est de dimensions moyennes, comme celle du Monte-Mario. Nous avons relevé, sur les échantillons recueillis par nous, des longueurs minima et maxima de limbe de $3^c,8$, et de $7^c,5$. On peut voir que la nervation, la forme générale de la feuille, sont les mêmes de part et d'autre ; on peut en dire autant de la forme des dents et du petit mucron que la nervure forme à l'extrémité de chacune d'elles. S'il y a parfois une légère différence dans la forme de l'extrémité des dents, dans celle des sinus, cela tient à ce que, dans la fossilisation, l'extrémité des dents s'est trouvée un peu rabattue comme en *a,* ou les dents rapprochées comme en *b.*

Parmi les formes si nombreuses que présente le *Q. Ilex,* celle qui nous occupe est une des plus remarquables ; elle correspond

Digitized by Google

à peu près à la variété γ de De Candolle dans la *Flore de France*, et de Bertoloni dans la *Flora italica ;* elle s'en distingue par les feuilles jamais entières, ce qui est le cas habituel pour celle-ci, et par des dents fortes et séparées par des sinus assez profonds. Comme elle, d'ailleurs, elle a des feuilles de grande taille, à peine velues, enfin elles sont à peine coriaces ; tous caractères qui rapprochent ces organes de ceux du *Q. Fontanesii.*

Elle paraît être rare ; Gaudin l'avait observée dans un jardin des environs de Lausanne, et il la considérait à tort, croyons-nous, comme un hybride des *Q. Ilex* et *sessiliflora ;* nous l'avons vue dans le jardin de la villa Thuret à Antibes, où elle avait été plantée, et enfin sur les bords du lac de Garde dans la localité citée plus haut. Celle-ci est intéressante parce que la variété en question y est à l'état spontané, et que nous pouvons, par suite, reconnaître dans quelles conditions elle se forme. Il nous paraît que c'est avec une température suffisamment élevée sans rien d'excessif, une atmosphère constamment humide comme celle que le Ponal entretient dans la fente où il coule au moment où il se précipite dans le lac de Garde.

Comme nous l'avons fait observer dans les considérations générales par lesquelles commence notre travail, il y a là une indication précieuse en ce qui concerne le climat de l'époque où se déposaient les strates du Monte-Mario, et elle est pleinement d'accord avec tout ce que nous révèlent les autres plantes que nous y avons trouvées, comme celles rencontrées par Gaudin en Toscane.

Ulmus Cocchii Gaud. — L'échantillon sur lequel se trouve le chêne que nous venons d'étudier, nous présente l'empreinte d'un fragment de feuille dont la nervation, très bien conservée, permet l'attribution à un orme. Il nous semble, en outre, très probable que c'est l'*Ulmus Cocchii* du pliocène toscan. Gaudin, qui l'a découvert, le rapproche de l'*Ulmus fulva* de l'Amérique du Nord.

Le type général de la nervation, dans le genre orme, est tellement analogue, et les variations secondaires dans chaque espèce sont si nombreuses, qu'il ne nous semble pas possible, le plus souvent, de distinguer avec certitude les espèces d'après les

Digitized by Google

feuilles seules, à fortiori, d'après les empreintes plus ou moins imparfaites de celle-ci. En ce qui concerne spécialement l'*U. fulva,* l'étude d'échantillons assez nombreux provenant soit d'Amérique, soit de pieds cultivés en Europe, nous a amené à la conviction qu'il est impossible de le distinguer, par les feuilles seules, de l'*U. montana* et même de l'*U. campestris* dont une variété a des feuilles semblables à celles de son congénère européen. Quelques légères différences, d'ailleurs instables, dans la dentelure, sont insuffisantes pour prononcer sûrement. Le rapprochement opéré par Gaudin nous semble donc fort hasardé, et nous croyons même que, tant qu'on n'aura pas les samares de l'*U. Cocchii,* il est très difficile d'affirmer que ce soit une espèce distincte. Il nous semble probable que c'est plutôt un des deux ormes européens cités plus haut, lesquels vivent tous les deux en Italie.

Laurus canariensis Webb., pliocenia Sap. et Mar. — Un beau fragment de feuille de laurinée paraît appartenir à cette espèce et à la variété signalée par MM. de Saporta et Marion, à Meximieux[1]; la feuille est malheureusement incomplète, mais, telle qu'elle est, elle suffit pour légitimer la détermination que nous en avons faite. L'espèce se trouve aujourd'hui aux Canaries, où elle est commune; elle n'a quitté l'Italie qu'à une date récente.

Fraxinus Ornus L. — Un beau fragment de feuille appartient certainement à cette espèce, déjà rencontrée dans le pliocène de Toscane et, aujourd'hui encore, une des plus communes parmi les végétaux ligneux des stations inférieures de toute l'Italie.

1. De Saporta et Marion, *Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux,* p. 116, pl. XXVII, fig. 6-7; pl. XXVIII, fig. 1-8.

Digitized by Google

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. — *Phacidium populi n. sp.*

Fig. 2. — *Dothidea cypericola n. sp.* — 2′, la même grossie 3 fois.

Fig. 3. — *Cyperus anconianus Gaud.*, fragment de feuille; — 3′, le même grossi 2 fois.

Fig. 4 et 5. — Fragments d'épillets de la même espèce; — 4′ et 5′, les mêmes grossis; en 4′*a* un akène et en 5′*a* une écaille florale à peu près entière.

Fig. 6. — Fragment de rhizome de la même espèce; — 6′, l'empreinte vue de profil.

Fig. 7. — Fragment de racine appartenant probablement à ce *Cyperus*.

Fig. 8. — *Quercus Tozza Bosc.*

Fig. 9. — *Quercus Ilex L. græca.* En A, *Phacidium coronatum Fr.*; — en A′, le même grossi 3 fois.

Fig. 10. — *Quercus Ilex L. græca.* Feuille recueillie à la chute du Ponal, environs de Riva (lac de Garde).

Digitized by Google

Fig. 1

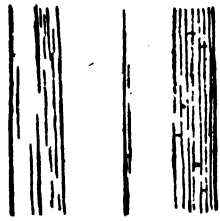


Fig. 3 3'

Fig. 4

Fig. 4'

Fig 2

2'

Fig. 6

Fig. 5.

Fig. 5'

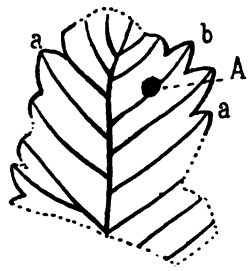


Fig 9

6'

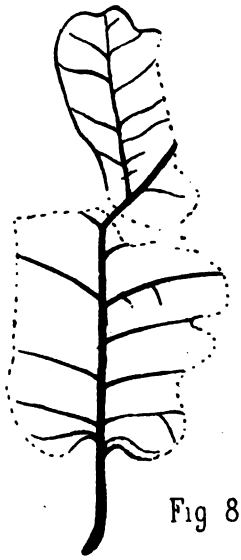


Fig 8.

Fig 7

9. A'

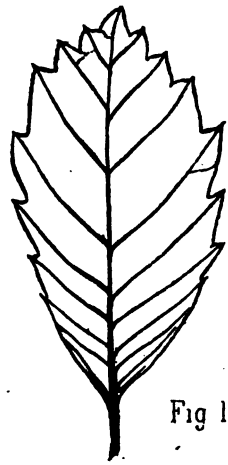


Fig 10

Digitized by Google

Digitized by Google

SUR

UN ÉLECTROMÈTRE ABSOLU

A INDICATIONS CONTINUES

PAR MM.

E. BICHAT, professeur

et R. BLONDLOT, professeur adjoint à la Faculté des sciences de Nancy.

Nous avons construit un électromètre fondé sur l'attraction de deux cylindres concentriques, et permettant de mesurer les potentiels en valeur absolue. Cet électromètre a le double avantage de pouvoir être construit très facilement et de donner des indications continues.

Un cylindre AA (fig. 1) isolé est relié à la source dont on veut mesurer le potentiel. Un cylindre B, dont l'axe coïncide avec celui du premier, est suspendu au moyen d'une tige T au plateau P d'une balance et, par l'intermédiaire du fléau de cette balance, communique avec le sol. Ce cylindre BB plonge en partie dans un vase cylindrique C, d'un diamètre un peu plus grand, qui communique également avec le sol. Un écran EEE, relié au sol, laisse passer la tige T par une ouverture; il sert à protéger la balance contre les attractions du cylindre AA.

Le cylindre A exerce sur le cylindre B une force dirigée de bas en haut, que l'on peut évaluer en suivant une marche analogue à celle qui a été employée par Maxwell pour établir la théorie de l'électromètre à quadrants de Sir W. Thomson. L'ensemble des cylindres B et A constitue un condensateur; la longueur de ces cylindres étant suffisamment grande par rapport à leurs dia-

Digitized by Google

mètres, la distribution est la même sur la portion moyenne du cylindre B et sur la portion correspondante du cylindre A, que si ces cylindres étaient infiniment longs, c'est-à-dire que, dans cette région, les surfaces équipotentielles sont des cylindres concentriques et les lignes de force, des rayons ; au-dessus et au-dessous, la distribution est différente. Si l'on suppose que le cylindre B vienne à sortir du cylindre C d'une quantité qui ne soit pas trop grande, on peut considérer le changement de la

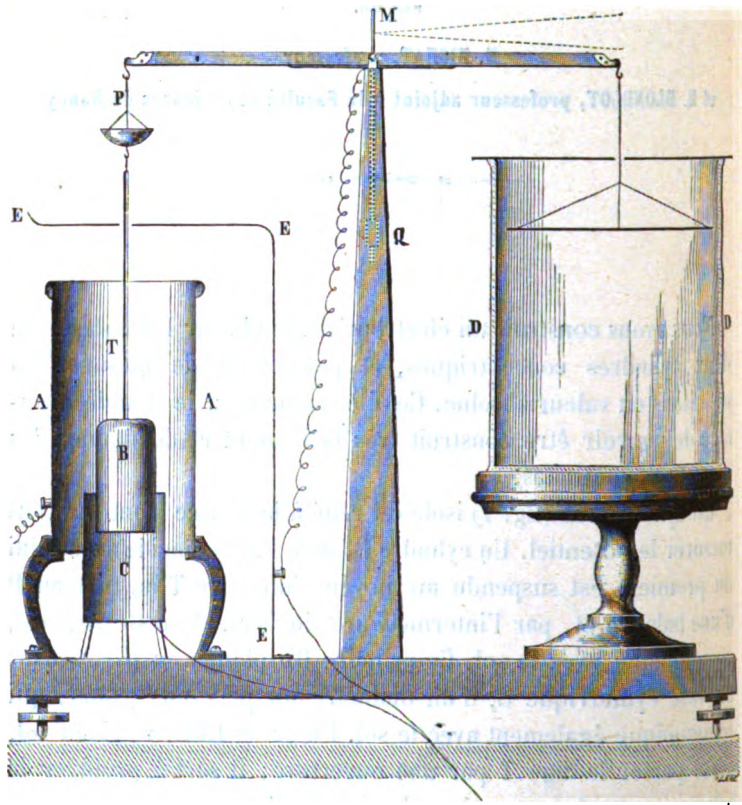


Fig. 1.

distribution comme ayant consisté dans un simple allongement de la portion où la distribution est la même que si les cylindres étaient indéfinis, la portion située au-dessus, où la distribution est irrégulière, s'étant simplement déplacée. Soit F la force qui sollicite le cylindre B de bas en haut. Imaginons que l'on isole

Digitized by Google

momentanément le cylindre A, puis qu'on laisse le cylindre B se soulever d'une quantité dz, le travail des forces électriques a pour valeur $F dz$. D'après le principe de la conservation de l'énergie, ce travail doit être égal à la diminution d'énergie du système. Si l'on désigne par K la capacité du condensateur formé par le cylindre A et le reste de l'appareil, et par Q sa charge, l'énergie est $\frac{1}{2}\frac{Q^2}{K}$ et son accroissement est $-\frac{1}{2}Q^2\frac{dK}{K^2}$, puisque Q est constant. Or l'accroissement dK de la capacité est évidemment, d'après ce qui a été dit plus haut, la capacité d'une portion, de hauteur dz, d'un condensateur cylindrique indéfini, laquelle a pour valeurs en désignant par R et r les rayons des cylindres A et B, $\frac{1}{2}\frac{dz}{L\frac{R}{r}}$.

On a donc :

$$F dz = \frac{1}{4}\frac{Q^2}{K^2}\frac{dz}{L\frac{R}{r}},$$

ou

$$F = \frac{1}{4}\frac{V^2}{L\frac{R}{r}},$$

d'où l'on tire :

$$V^2 = 4F \cdot L\frac{R}{r}.$$

Si l'on mesure R et r en centimètres et F en dynes, on aura V^2 en unités absolues du système C.G.S.

Pour mesurer F, on met des poids marqués sur le plateau P de la balance, jusqu'au moment où l'équilibre est rétabli. La valeur de ces poids, exprimée en grammes, multipliée par le nombre g, donne la force exprimée en dynes.

Afin d'amortir les oscillations du fléau, on suspend à la place du second plateau de la balance un large disque en carton qui peut monter et descendre dans un vase cylindrique DD en verre, d'un diamètre un peu plus grand. Le frottement de l'air rend l'appareil presque apériodique.

La force F étant, dans des limites étendues, indépendante de la position du cylindre B, il en résulte que l'on peut aussi se servir

Digitized by Google

de l'instrument sans employer des poids, et en observant simplement l'inclinaison du fléau. Un miroir M, fixé au-dessus du couteau, permet de mesurer cette inclinaison par la méthode de la réflexion. Lorsque l'équilibre est établi, F est égale à une constante multipliée par la tangente de l'angle d'inclinaison. Cette constante se détermine, une fois pour toutes, en plaçant dans le plateau P un poids connu, l'électromètre étant déchargé, et en observant la déviation correspondante.

Pour les petites déviations, la force F est proportionnelle au nombre de divisions qui ont passé devant le réticule de la lunette. Un contrepoids Q, mobile le long d'une aiguille perpendiculaire au fléau, permet de modifier à volonté la sensibilité de la balance.

Un calcul basé sur la formule donnée par M. Blavier pour la capacité d'un condensateur formé de deux cylindres dont les axes ne coïncident pas, mais sont parallèles, montre qu'un déplacement latéral du cylindre B, même de 2 ou 3 millimètres, n'a qu'une influence extrêmement petite sur la valeur de la force F. Cette circonstance est due à ce que F est minimum quand les deux cylindres sont concentriques. Dans notre appareil, où $R = 5\text{‰}, 875$ et $r = 2\text{‰}, 5$, F ne varie que de 0,003 de sa valeur pour un écart des axes de 3 millimètres.

Dans le calcul fait plus haut pour déterminer F, on n'a pas tenu compte de la tige T qui supporte le cylindre B. On obtiendra l'expression complète de F en retranchant de l'action sur ce cylindre celle qui s'exerce sur la tige. Si l'on désigne par ρ le rayon de cette dernière, le facteur par lequel il faut multiplier la force pour obtenir le carré du potentiel est

$$4\left(\mathrm{L}\frac{R}{r} - \mathrm{L}\frac{R}{\rho}\right).$$

L'instrument, tel qu'il vient d'être décrit, peut être construit facilement; il permet de mesurer avec exactitude des potentiels allant jusqu'à 56 unités électrostatiques C. G. S., ce qui correspond à une distance explosive d'environ 5 millimètres. Si l'on dépasse ce potentiel, il se produit, dans le fonctionnement de l'appareil, des perturbations provenant de ce que le cylindre mobile, suspendu à l'extrémité d'une longue tige, éprouve des attractions latérales

Digitized by Google

par suite desquelles les axes des deux cylindres n'ont plus le parallélisme supposé dans la théorie de l'instrument.

Dans le but de mesurer des potentiels plus élevés, nous avons établi un autre modèle dans lequel le cylindre B (fig. 2), au lieu

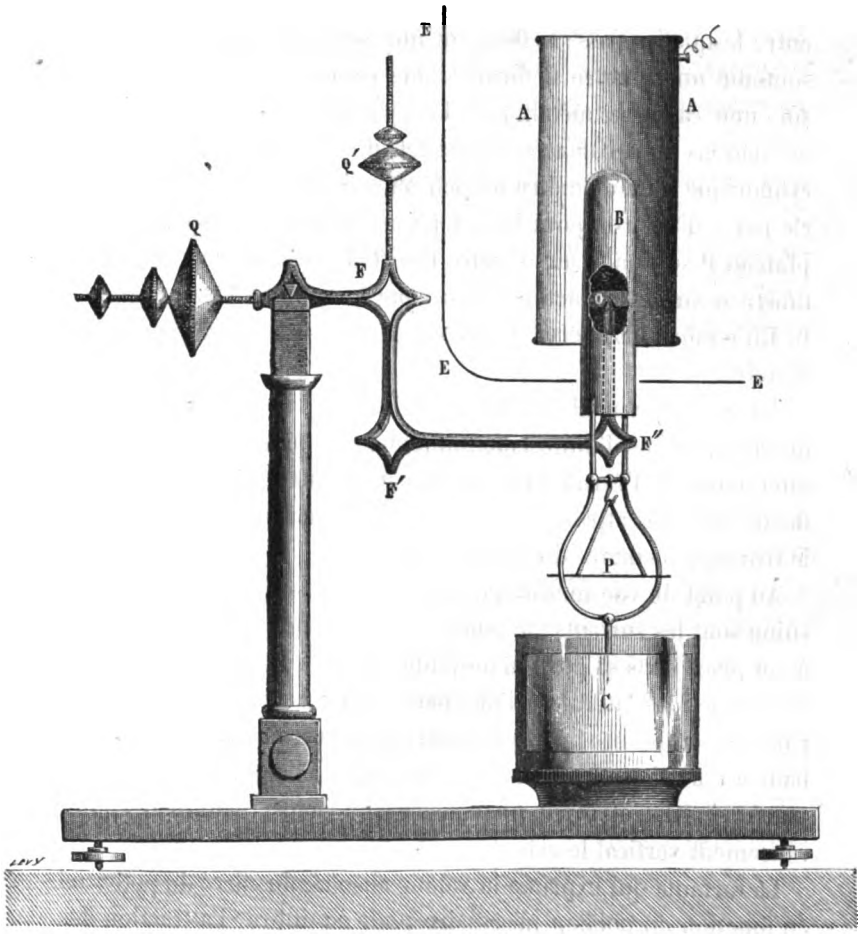


Fig. 2.

d'être suspendu à l'extrémité d'une longue tige, est soutenu vers le milieu de sa longueur. A cet effet, il porte dans son intérieur un couteau présentant une échancrure arrondie, lequel repose sur un autre couteau également échancré disposé en croix avec le premier et fixé à l'extrémité du fléau de la balance. Ce fléau

Digitized by Google

est coudé aux points F, F′, F″, de façon que les arêtes des couteaux de suspension du cylindre mobile et du fléau soient dans un même plan horizontal. Deux contrepoids Q et Q′ permettent d'équilibrer le fléau et de modifier la hauteur de son centre de gravité. A sa partie inférieure, le cylindre B porte deux tiges entre lesquelles passe le fléau, et qui se réunissent ensuite pour soutenir un cylindre C formé d'une enveloppe de papier tendue sur une carcasse métallique. Le cylindre C sert à amortir les oscillations de la balance; à cet effet, il est contenu dans un vase cylindrique d'un diamètre un peu plus grand, muni d'un couvercle percé d'un trou pour laisser passer la tige de suspension. Un plateau P suspendu au cylindre B sert à recevoir des poids destinés à mesurer l'attraction exercée par le cylindre A sur le cylindre B. Un écran EEE, percé d'une ouverture, laisse passer le cylindre mobile.

Au point de vue électrique, la théorie de l'instrument que nous décrivons aujourd'hui est identiquement la même que celle du premier modèle, l'écran EEE servant non seulement à protéger le fléau contre les attractions du cylindre A, mais remplaçant encore le troisième cylindre du modèle primitif.

Au point de vue mécanique, les avantages de la nouvelle disposition sont les suivants: le point de suspension du cylindre mobile étant placé dans sa portion moyenne, il en résulte que les moments des attractions latérales, d'une part, sont très faibles, et, d'autre part, se compensent partiellement; la perturbation signalée plus haut est ainsi presque annulée. En outre, l'amortisseur C étant placé très bas, et ayant un assez grand poids, maintient rigoureusement vertical le cylindre mobile.

La formule qui exprime la valeur absolue du carré du potentiel en fonction du poids p nécessaire pour équilibrer l'attraction des cylindres est, comme pour le premier modèle,

$$V^2 = 4pg\,L\frac{R}{r}$$

R et r désignant les rayons des deux cylindres, et g l'accélération de la pesanteur.

Un modèle de cet instrument a été construit par M. D. Gaiffe, de Nancy, qui a su concilier la légèreté avec une grande solidité;

Digitized by Google

le rapport des rayons a été déterminé de façon que le facteur par lequel il faut multiplier le poids p exprimé en grammes pour avoir le carré du potentiel est exactement 4,000. Le support du cylindre A, qui n'est pas représenté sur la figure, permet de centrer ce cylindre et de le rendre vertical.

Avec ce nouvel électromètre on peut mesurer avec la plus grande facilité les potentiels correspondant à des distances explosives qui peuvent varier de 1 millimètre jusqu'à une distance un peu inférieure à la différence des rayons des deux cylindres. Grâce à la forme arrondie de toutes les pièces de l'appareil, il ne se produit pas d'aigrettes.

Nous avons appliqué notre instrument à la mesure de potentiels correspondant à des distances explosives variant de 1 à 22 millimètres entre deux boules de 1 $^{c}/_{m}$ de diamètre. Les résultats de ces mesures sont consignés dans le tableau suivant. En regard de nos nombres, nous avons donné les nombres correspondants que M. Baille a obtenus[1] au moyen d'un électromètre à anneau de garde de Thomson pour des distances explosives comprises entre 1 et 10 millimètres.

DISTANCES EXPLOSIVES.	POTENTIELS EN UNITÉS ÉLECTROSTATIQUES.	
	Bichat et Blondlot.	Baille.
—	—	—
0cm,1	16,1	15,25
0 ,2	27,5	26,82
0 ,3	38,2	37,32
0 ,4	47,7	47,62
0 ,5	56,3	54,66
0 ,6	64,9	65,23
0 ,7	71,6	72,28
0 ,8	77,0	77,61
0 ,9	81,6	80,13
1 ,0	84,7	83,05
1 ,1	88,7	»
1 ,2	91,3	»
1 ,3	93,8	»
1 ,4	95,8	»
1 ,5	97,8	»
1 ,6	99,2	»
1 ,7	100,8	»
1 ,8	101,8	»
1 ,9	103,2	»
2 ,0	104,5	»
2 ,1	105,4	»
2 ,2	106,4	»

1. *Annales de chimie et de physique*, 5e série, t. XXV, p. 531.

Digitized by Google

Pour la partie commune aux expériences de M. Baille et aux nôtres, les nombres présentent toute la concordance que l'on peut attendre de mesures de cette nature, eu égard à l'altération de la surface des boules de l'excitateur duc à l'étincelle elle-même. Si l'on porte en abscisses les distances explosives et en ordonnées les potentiels correspondants que nous avons obtenus, on obtient une courbe d'une régularité parfaite.

Si, au lieu d'avoir pour but la mesure de potentiels très élevés, on voulait au contraire mesurer des potentiels relativement petits, on pourrait le faire en construisant un électromètre analogue au premier modèle avec des cylindres de rayons plus grands et très peu différents l'un de l'autre. Rien n'empêche, du reste, de faire fonctionner l'appareil hétérostatiquement en chargeant à un potentiel connu le cylindre A et en portant le reste de l'appareil préalablement isolé au potentiel que l'on veut mesurer.

Digitized by Google

ÉTUDES BIOLOGIQUES

SUR

LES CHAMPIGNONS

Par le Dr Paul VUILLEMIN

CHEF DES TRAVAUX D'HISTOIRE NATURELLE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

Les Champignons constituent dans le monde organisé un groupe entièrement aberrant, détaché de la base du règne végétal. Formés le plus souvent de tissus délicats, on les croirait mal armés dans la lutte pour l'existence ; mais le plus simple examen révèle une merveilleuse plasticité, qui adapte leur organisme aux conditions les plus diverses. A peine un ensemble de circonstances fâcheuses met-il sa vie en péril, que déjà, véritable Protée, le Champignon s'est revêtu d'une armure nouvelle et brave ces menaces, prêt à subir une nouvelle métamorphose, dès que les actions extérieures l'exigeront. Variabilité dans la station, dans la forme, dans la couleur, dans la nature même des tissus : voilà la propriété dominante qui fait à la fois l'attrait et la difficulté de l'étude des Champignons. On peut dire que, de tous les caractères considérés ailleurs comme les plus fixes, pas un n'échappe chez les Champignons à cette mutabilité et à cette capacité d'adaptation. La structure des représentants de cette classe montre avec quelle prudence on doit se prononcer sur la fixité des caractères dont la constance semble établie par l'examen de quelques Phanérogames. Les liens qui enchaînent les différents êtres vivants résistent à toutes les coupures rêvées par notre esprit systéma-

Digitized by Google

tique ; et la nature, comme pour se jouer de nos efforts, étale côte à côte, dans un même genre, dans une même espèce, dans deux portions d'un même individu, dans un même organe à quelques jours d'intervalle, des caractères auxquels nous venions de décerner le premier rang dans la hiérarchie et auxquels nous nous empressions de subordonner tous les autres.

Au polymorphisme, qui domine la biologie des Champignons, se rattachent de nombreuses substitutions physiologiques. La fonction reproductrice, la sexualité même, affectent des parties dont les homologues, chez les espèces voisines, ont un rôle purement végétatif.

L'organisation de la membrane cellulaire a particulièrement fixé notre attention. Cependant les matériaux rassemblés ne nous permettent pas encore d'en faire une étude générale. Les faits qui s'y rapportent seront décrits pour chaque espèce avec les autres particularités.

Nous n'avons d'autre prétention que d'exposer dans ce Mémoire une série d'observations. L'ordre le plus naturel dans ces conditions consiste à décrire successivement les diverses espèces qui nous ont offert quelques faits nouveaux concernant la biologie des Champignons.

Notre Mémoire comprend dix-sept articles correspondant à l'étude d'une Entomophthorée, de dix Mucorinées, de deux Pyrénomycètes, de trois Discomycètes et de deux Hyménomycètes réunis en un seul article.

Entomophthora glæospora, sp. nov. (Pl. I, fig. 1-16.)

Dans le courant de juin, une épidémie fit périr en grand nombre les moucherons qui vivaient dans nos cultures de Champignons inférieurs. L'agent de la maladie était un parasite végétal, nouvelle espèce d'Entomophthorée que nous appellerons *Entomophthora glæospora*. Cette espèce se développe à la façon de ses congénères. Un mycélium formé de filaments allongés et ramifiés, entremêlés par places de boules bourgeonnantes, supporte des touffes très denses, plusieurs fois bifurquées au sommet. La base des hyphes dressés est obtuse et présente une cloison terminale à peine bombée sans élargissement sensible (fig. 5) ; ou bien

Digitized by Google

on observe à son voisinage des dilatations variqueuses du tube. Les ramifications ultimes, légèrement renflées en basides, se chargent de conidies. La spore ovoïde est primitivement séparée de la baside par un stérigmate, qui se perd ensuite dans le renflement de la baside et dans le col de la conidie. La conidie, entourée d'un sac gélatineux, sauf à la base atténuée en papille, se détache sans rupture de la baside et n'entraîne pas de collerette. Elle donne, tantôt des sporidies, tantôt un mycélium. Le corps de l'insecte est distendu, de manière à former un sac blanchâtre volumineux, elliptique, déprimé par les cercles chitineux de chaque métamère, ainsi que M. Nowakowski l'a déjà fait remarquer à propos d'autres *Entomophthora* [1]. Il adhère aux parois des cristallisoirs et surtout aux disques de verre qui les couvrent par des filaments fixateurs simples, raides, légèrement atténués à l'extrémité (fig. 3, 4). Nous n'avons pas observé les zygospores de cette espèce. Cet organe, comme le fait remarquer M. Eidam [2], n'a qu'une faible importance taxinomique dans les Entomophthorées. Malgré cette lacune dans nos connaissances sur cette espèce, nous avons cru devoir la faire connaître, en raison des particularités que nous ont offertes la structure des filaments et la formation des conidies.

Noyaux. — On ne doute guère aujourd'hui que toutes les espèces de Champignons ne possèdent des noyaux cellulaires; mais une extrême petitesse de ces éléments caractérise presque toute la classe. Les formations nucléaires sont en effet le plus souvent des particules d'une finesse extrême, répandues en grand nombre dans chaque cellule. Elles descendent parfois à un tel degré de ténuité, que les plus puissants objectifs permettent à peine d'en soupçonner la présence. La famille des Entomophthorées semblait soumise à cette loi; bien qu'on n'eût de données positives à cet égard que pour le genre *Conidiobolus* étudié par M. Brefeld [3], on ne doutait guère que ses autres représentants ne se comportassent aussi à cet égard comme l'ensemble des Phycomy-

1. *Die Copulation bei einigen Entomophthoreen.* (*Bot. Ztg.*, t. XXXV, 1877.)

2. *Basidiobolus, eine neue Gattung der Entomophthoraceen.* (*Cohn's Beitrage f. Biol.*, t. IV, 2. 1886.)

3. *Untersuch. aus dem Gesammtgebiete der Mycologie.* Leipzig, 1884.

Digitized by Google

cètes examinés jusqu'alors. Aussi n'est-ce pas sans étonnement que l'on apprit, par un mémoire paru récemment et riche en faits nouveaux et inattendus, que chez *Basidiobolus Ranarum,* Eidam, « chaque cellule du mycélium contient avec une parfaite régularité un seul et unique noyau, et j'ajouterai : un noyau qui se distingue par sa grandeur insolite [1] ». M. Eidam nous montre dans cette espèce des noyaux elliptiques de $4^{\mu},5 \times 3^{\mu},3$, formés d'un hyaloplasme clair, peu sensible à la safranine, renfermant au centre un gros nucléole nucléinien de $2 \times 1^{\mu},5$. Dans ce nucléole on peut distinguer des granulations.

Chez *Entomophthora glæospora,* les filaments ne sont pas cloisonnés ou ne le sont qu'à titre d'exception ; et néanmoins les noyaux, plus volumineux encore que chez *Basidiobolus,* sont régulièrement espacés (fig. 1, 3, 4, 6), comme dans les laticifères à noyaux multiples produits, chez diverses Phanérogames, par résorption des membranes, sans mélange des corps cellulaires. Notre espèce montre donc le premier degré du processus qui, ayant son point de départ dans la cellule typique encore réalisée par *Basidiobolus,* aboutit à la structure habituelle des Champignons. Puisque *Conidiobolus* ne contient que de petits noyaux disséminés dans tout le protoplasme, sans qu'il soit possible de délimiter les domaines cellulaires, on peut dire que la petite famille des Entomophthorées présente à elle seule tous les stades de cette aberration.

Les conidies redeviennent des cellules normales. Ce phénomène n'est d'ailleurs pas rare, même dans les Champignons caractérisés par des cellules mycéliennes à noyaux petits et abondants. Ce n'est pas en effet aux éléments sexuels qu'est limitée la concentration des parcelles nucléaires disséminées [2] ; elle se présente de la même façon dans la formation des spores asexuées, telles que les ascospores des Discomycètes (voyez plus loin l'étude du *Peziza aurantia*). Nous avons aussi constaté que les æcidiospores de *Puccinia Anemones,* Pers., renferment chacune un noyau ovoïde de $5 \times 3^{\mu},4$. Des noyaux de mêmes dimensions existent dans les

1. *Loc. cit.,* p. 207.

2. Fisch, *Ueber das Verhalten der Zellkerne in fusionirenden Pilzzellen.* (58. *Versamml. deutscher Naturforscher und Aerzte.* 1885.)

Digitized by Google

cellules du sore ou membrane élastique qui enveloppe les spores. Ce caractère n'est pas moins important que le mode d'insertion des rangées de la membrane et la présence de pigments identiques dans les cellules reproductrices et enveloppantes de différents æcidiums, pour établir l'homologie des spores et des cellules de revêtement. Les différences que ces deux ordres d'éléments présentent dans la structure de leurs membranes sont le résultat d'une adaptation secondaire.

Ce retour à l'état de cellule s. str., qui se manifeste dans l'organe reproducteur, point de départ d'un nouveau cycle évolutif de la plante, montre assez que l'élément vivant dérive du même type dans tous les êtres ; que LA STRUCTURE CELLULAIRE EST L'ÉTAT PRIMITIF, L'ARCHÉTYPE DES CHAMPIGNONS EUX-MÊMES. La fragmentation du noyau dans les hyphes, qui se présente comme une dégradation liée au genre de vie des Champignons, ne saurait être considérée comme une régression ; elle constitue une dégénérescence physiologique d'autant plus accusée que l'on s'éloigne davantage du point de départ de la classe et que l'on en considère des représentants plus élevés. *Basidiobolus Ranarum* est un type primitif par excellence, puisque le noyau de la cellule végétative et le noyau de la cellule reproductrice, sexuée ou asexuée, sont identiques. *Entomophthora glæospora* présente dans sa conidie un noyau équivalent à celui du mycélium. Cette concordance est une preuve *a posteriori* que chaque noyau d'un hyphe et le domaine cytoplasmique placé sous sa dépendance constituent bien une cellule homologue de celle de *Basidiobolus,* bien que des cloisons séparatrices ne se forment pas aux confins de cette cellule.

La préparation des noyaux d'*Entomophthora* n'exige pas une technique spéciale. Les procédés courants de coloration réussissent fort bien. Nous nous sommes particulièrement loué de l'emploi de l'hématoxyline alunée, selon la méthode de Strasburger. Les exemplaires soumis à ce réactif avaient été fixés au préalable par une solution étendue d'acide osmique ou par l'action successive de l'acide picrique concentré et de l'alcool absolu. Les noyaux sont très sensibles au carmin de Grenacher et au vert de méthyle. Ces réactifs sont bien inférieurs à l'hématoxyline pour les

Digitized by Google

détails de structure; ils donnent au noyau un aspect plus homogène.

Les noyaux du mycélium mesurent $9 \times 4^{\mu},5$. Ceux des conidies mûres sont un peu plus petits, surtout moins allongés (5×4). Cette différence tient à la contraction qui frappe dans ces organes les diverses portions du protoplasme. Elle porte sur l'hyaloplasme et non sur le caryoplasme lui-même. La preuve qu'il s'agit d'une condensation et non d'une diminution du noyau, c'est d'abord son affinité plus grande pour l'hématoxyline; c'est aussi son origine et sa destinée. Simple noyau végétatif attiré dans la conidie comme dans un piège (nous verrons plus loin par quel mécanisme), le noyau de la conidie reprend ses dimensions en passant dans le filament-germe avec un cytoplasme plus clair et vacuolaire (fig. 16).

Dans les noyaux que nous venons de décrire, les granulations chromatiques sont disséminées uniformément et le noyau se colore en masse. Il n'en est pas de même dans les tubes fixateurs, dont le fort calibre, joint à la présence d'un cytoplasme plus fortement spumeux, permet sans doute à l'hyaloplasme de dissocier davantage les portions chromatiques. Les noyaux de cette région atteignent communément la taille colossale de $10\text{-}12 \times 8^{\mu}$. Les granulations chromatiques, plus apparentes que dans les noyaux des autres parties de la plante, sont encore également réparties dans toute la masse. Nous n'observons nulle part la condensation de la nucléine en un gros nucléole central semblable à ce que M. Eidam a figuré chez son *Basidiobolus*. Tant que le filament est jeune et rempli de protoplasme, les noyaux sont souvent rapprochés par paires, ce qui indique une division récente, à la base aussi bien qu'au sommet. Sur les vieux filaments les vacuoles confluent le long de l'axe et refoulent le protoplasme contre les parois, si ce n'est au sommet; les noyaux s'aplatissent alors et font de légères saillies régulièrement alternes à l'intérieur du tube (fig. 4).

Les tubes fixateurs renferment encore des noyaux sphériques, dont le diamètre égale le grand axe des précédents (12^{μ}). L'hématoxyline n'en colore pas la substance fondamentale, mais se fixe fortement sur 6-8 gros bâtonnets chromatiques. Les nucléo-

Digitized by Google

les manquent comme dans les autres noyaux. Ces noyaux sphériques se trouvent parmi les noyaux ordinaires, ce qui ne permet pas d'attribuer leur aspect à une influence de milieu. Si nous ajoutons qu'ils étaient toujours rapprochés par paires (fig. 2), dans des portions du tube riches en cytoplasme, il semblera peu douteux qu'il ne s'agisse du stade ultime de la caryokinèse. Les autres phases se succéderaient rapidement, car nous ne les avons pas rencontrées, tandis que cet aspect s'est trouvé plusieurs fois dans nos préparations.

Enfin, nous avons rencontré çà et là des sphères claires, limitées par un contour net, sorte de membrane achromatique très délicate, qui ne permettait pas de les confondre avec des vacuoles (fig. 1). De rares granulations violettes appliquées à la membranule, aussi bien que les dimensions de ces éléments, en indiquaient clairement la nature nucléaire. L'origine de ces noyaux imparfaits nous paraît expliquée par la figure 1, où l'on voit, au milieu, une formation de cette nature accolée à un noyau normal. A la suite d'une caryokinèse, l'un des noyaux aura absorbé tout le faisceau chromatique, de façon à réduire le second à une sorte de squelette. Le noyau achromatique serait donc le résidu d'une véritable RÉNOVATION du noyau, rénovation effectuée par le procédé qui, d'habitude, aboutit à la division, mais qui se trouverait adapté à un autre but. L'adaptation, pour être plus tardive, n'en arrive pas moins à un résultat analogue dans la division qui fournit au grain de pollen un noyau végétatif et un noyau reproducteur [1]. On retrouvera probablement aussi la caryokinèse dans un phénomène remarquable que présente l'œuf de divers animaux. Tandis que la tache de Wagner disparaît de la vésicule germinative et prive ainsi le noyau primitif de sa masse chromatique, on aperçoit un nouveau noyau réduit à la partie nucléinienne, qui vient d'apparaître en un autre point de la cellule. Au lieu de voir, dans ce phénomène et dans les phénomènes semblables qui s'observent dans les spermatoblastes, une genèse de noyau (Sabatier) ou une migration du boyau nucléinien du noyau

1. Ed. STRASBURGER, *Neue Unters. über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen.* 1884. — L. GUIGNARD, *Sur la pollinisation et ses effets chez les Orchidées.* (*Annales des Sc. nat.*, 7e série, t. IV, p. 202. 1886.)

Digitized by Google

primitif (Hertwig, etc.), n'y trouvera-t-on pas une rénovation du noyau par caryokinèse ?

Globules adipeux. — M. Nowakowski a déjà insisté [1] sur la grande quantité de gouttelettes oléagineuses, qui donnent au protoplasme des *Entomophthora* un aspect grossièrement granulé. *E. glœospora* en offre de semblables dans son mycélium et dans ses hyphes conidiophores, tandis que les filaments fixateurs en sont dépourvus et présentent un contenu finement granuleux. Ces corpuscules ont les réactions de la graisse et non celles du protoplasme. Et pourtant ils se distinguent des simples gouttes oléagineuses. Au lieu de former des taches plus ou moins confluentes, variant de dimensions suivant l'état du protoplasme, ces corpuscules ont une disposition régulière et une taille assez fixe. Dans les tubes en voie de croissance, ils se divisent par étranglement comme des leucites, de manière à conserver leur taille et leur agencement. Les globules adipeux se comportent d'une façon remarquable dans la formation des conidies. Ils se rassemblent en un petit tas de 4 ou 6 globules dans chaque rameau destiné à devenir une baside. Dès que le stérigmate commence à se former, ils s'avancent vers le haut en s'étirant en bâtonnets (fig. 8). De plus, ils s'étranglent par le milieu où se forme une zone sombre, comme s'ils devaient se partager entre la cellule nouvelle et l'ancienne. Ce phénomène fait songer à une remarquable découverte de M. Rosenvinge [2]. Chez plusieurs Hyménomycètes, les noyaux formés dans la baside, en nombre égal à celui des spores, se divisent encore une fois, comme s'ils voulaient se partager entre la cellule mère et les spores ; mais les deux moitiés passent successivement dans la spore. Dans les globules adipeux, la segmentation ne s'achève même pas. Les bâtonnets traversent le stérigmate, et, dès qu'ils sont au large dans la spore, toute trace de division s'efface. La forme allongée est remplacée par l'aspect primitif de sphère. Le passage des corpuscules détermine dans le protoplasme du stérigmate une disposition filamenteuse d'une grande délicatesse, rappelant les stries le long

1. *Loc. cit.*

2. *Sur les noyaux des Hyménomycètes.* (*Annales des Sc. nat.*, 7e série, t. III, 1886.)

Digitized by Google

desquelles glissent les bâtonnets chromatiques dans la caryokinèse. Le noyau s'engage dans la spore à la suite des globules adipeux et les refoule au sommet (fig. 11). Mais bientôt il vient lui-même occuper cette situation, et les globules glissent de chaque côté pour se rassembler sous le noyau. Après l'apparition de la cloison, ils semblent se fusionner et se présentent comme une tache claire sous la cloison formée par le noyau (fig. 12). Cette fusion n'est peut-être qu'apparente. A la germination, les globules pénètrent dans le filament-germe à la suite du noyau ; à ce stade précoce, ils sont déjà multiples et présentent la taille qu'ils ont au milieu de la période végétative.

M. Eidam représente dans son *Basidiobolus Ranarum* des granulations sphériques régulières dans leur taille et leur répartition. Ces granulations semblent correspondre à nos globules adipeux. Leur nombre bien plus considérable s'explique par la taille respective des deux espèces. L'encombrement qui en résulte ne permettait pas de les suivre une à une de l'hyphe dans la spore et de la spore dans le filament-germe. Pourtant leur pénétration dans la spore détermine un aspect assez saisissant pour avoir motivé la description suivante : « Le plasma qui commence à être entraîné vers la conidie a pris une structure spéciale que j'ai souvent observée. Il occupe le milieu de la baside et la moitié inférieure de la spore, sous forme d'amas régulièrement cannelés, formés par une quantité de filaments allongés et épaissis en massue [1]. » La figure 14 de la planche X, qui représente cette structure, rappelle parfaitement, à la complication près, les préparations sur lesquelles s'appuie notre description. D'après les dessins minutieusement exécutés par M. Eidam, on voit que le plasma de la spore ne renferme les grosses granulations caractéristiques qu'après le stade de pénétration représenté par la figure 14. Il est finement granuleux dans l'hémisphère supérieur de la conidie de cette figure.

Après cette description, on serait surpris que les globules adipeux soient de simples gouttelettes de graisse. Nous en poursuivrons à l'occasion l'étude micro-chimique.

1. *Loc. cit.*, p. 215.

Digitized by Google

Formation des conidies. — La naissance des conidies se trouve liée à une différenciation de la membrane, bien vulgaire chez les Champignons et revêtue ici d'une singulière adaptation. Elle a d'ailleurs beaucoup d'analogie avec celle des conidies de *Basidiobolus*. Les phénomènes sont identiques au début. Seulement, la baside ne subit pas cette distension extrême qui en amène la rupture et la projection avec les spores. La déhiscence se réduit tout au plus à la seconde partie de ce phénomène tel qu'il a été décrit par M. Eidam.

Le sommet du rameau s'élargit insensiblement en massue allongée dont l'extrémité est faiblement convexe. La membrane de la plate-forme s'épaissit et devient assez ferme, sauf dans la région centrale. Celle-ci constitue le point de moindre résistance et s'étire en doigt de gant sous la poussée du protoplasme (fig. 8), tandis que la portion moins plastique se soulève légèrement en tronc de cône. La croissance de la membrane continue à se localiser au sommet et les parois de la papille se transforment à leur tour en un anneau rigide légèrement convexe en dehors. L'anneau rigide est bientôt coiffé d'un petit tronc de cône semblable à celui qu'il surmonte et rigide comme lui; en sorte que la membrane reste extensible au sommet dans une étendue très restreinte.

L'ensemble des portions rigides (fig. 9, 10) constitue une sorte de FILIÈRE à travers laquelle le protoplasme s'étire, tant que la membrane s'accroît et se dilate au sommet. Le protoplasme pénètre en grande masse dans le renflement terminal et entraîne le noyau tout entier. Cette migration rappelle celle que M. Rosenvinge a décrite dans la baside des Hyménomycètes. La forme de la filière se reconnaît sur les jeunes basides en voie de croissance (fig. 9); mais la densité du protoplasme ne permet pas de bien apprécier l'épaisseur relative des membranes. Aussi la structure de ces dernières apparaît-elle plus nettement sur des exemplaires accidentellement vidés (fig. 10). On dirait un tube de verre, dont le fond soufflé dans la flamme s'est dilaté en une boule à parois minces, tandis que la portion soustraite à la chaleur, cause déterminante de l'extensibilité, a conservé sa forme et l'épaisseur de ses parois. La différence des propriétés de la membrane dans les

Digitized by Google

deux régions explique pourquoi l'accroissement terminal du tube a produit nécessairement un renflement arrondi.

Nous observerons que la filière d'*Entomophthora glæospora* a le même aspect que l'étui, qui se détache avec la conidie de *Basidiobolus* pour la projeter une seconde fois.

Bientôt la spore épaissit sa membrane, dont l'expansibilité descend au même degré que dans la filière, puis à un degré bien inférieur. Cette dernière région se dilate alors aussi bien que la spore, puis à l'exclusion de la spore. L'accumulation de substance, qui donnait à la paroi une certaine épaisseur et un double contour, est consacrée à une extension superficielle. Chez *Basidiobolus,* cette expansion est poussée loin, puisqu'il en résulte un renflement rappelant, par sa forme et ses fonctions, le sommet du support d'un sporange de *Pilobolus*. Elle reste néanmoins entièrement passive, puisqu'une diminution de la tension du protoplasme suffit pour contracter l'étui et le ramener à son diamètre primitif avec ses parois épaisses, que cette diminution soit provoquée artificiellement par les réactifs contractants, ou naturellement par le cours normal du développement.

La distension purement mécanique qui soustrait le tube de *Basidiobolus* aux phénomènes de croissance, pour que l'élasticité de ce tube soit mise à profit plus tard, ne se produit pas chez *Entomophthora glæospora*. La paroi épaissie du tube cesse d'être distincte dès qu'elle a joué son rôle dans la production du renflement terminal de la conidie. Sa base seule, c'est-à-dire le tronc de cône inférieur, restera dans la baside, tandis que le cylindre intermédiaire contribuera à former la paroi de la spore atténuée en papille à la base, et que le tronc de cône supérieur s'évasera pour se continuer avec le corps de la spore.

La mince membrane qui, au début, revêtait le renflement terminal, constitue l'épispore. Les couches internes apposées plus tard continuent également la membrane épaissie de la filière. Il résulte de l'origine des diverses parties que l'épispore n'est pas distincte sur la papille, non plus que sur la cloison séparatrice de la conidie. Cette structure devient surtout apparente par la distension précoce de l'épispore, sous l'influence d'une substance transparente qui la sépare de l'endospore, avant même que la

Digitized by Google

cloison transversale soit constituée (fig. 11). Cette substance enveloppe la spore mûre, et même après la déhiscence (fig. 7), d'une AURÉOLE GÉLATINEUSE très caractéristique. Il ne s'agit pas là d'une gélification uniforme de l'épispore, devenant surtout diffluente dans la zone externe. Au contraire, la couche superficielle est une enveloppe plus résistante, qui revient sur elle-même et prend un aspect chiffonné, quand la substance claire est raréfiée accidentellement ou sous l'influence des déshydratants. Nous nous sommes demandé si cette matière interposée aux deux enveloppes ne pouvait pas, quand la spore est tombée dans un milieu humide, se gonfler au point de dépasser les limites de l'extensibilité de l'épispore, et par là provoquer une brusque déchirure de cette dernière autour de la papille, et lancer la spore déjà détachée de son support. Ce mécanisme ne s'est pas effectué sous nos yeux ; mais plusieurs considérations nous le font regarder comme probable : d'une part, le gonflement même de cette substance sur les spores fraîchement tombées et sa disparition rapide ; d'autre part, un argument physiologique qui n'est pas sans valeur : le conidiophore ne forme pas à son sommet un appareil de projection comme dans les autres espèces de la famille. Il n'y a pas de tension de liquides au sommet du filament, qui semble plutôt s'amincir et devenir moins turgescent à la maturité. La membrane du support ne pénètre pas dans la spore comme une columelle ; mais la spore atténuée en papille possède, au niveau de l'insertion, une membrane qui s'épaissit, s'arrondit à la base. A la suite d'un clivage de la cloison transversale débutant par la rupture de l'anneau rigide qui en constitue la partie périphérique et s'accentuant par la tendance des deux lamelles à se bomber vers la face de séparation, la spore tombe naturellement comme une feuille morte. La spore n'entraîne jamais de collerette ni aucune trace de son contact avec le support dont elle s'est détachée. Elle se présente comme un corps ovoïde, muni d'une forte papille, dont la paroi épaissie fait seule saillie en dehors du sac délicat qui entoure le reste de la cellule reproductrice. Celle-ci mesure, sans compter la zone gélatineuse d'épaisseur variable, $20 \times 14^{\mu}$.

Non seulement l'appareil de projection fait défaut, mais la spore est si peu sollicitée à se détacher, que parfois la zone géla-

Digitized by Google

tineuse ne se distend pas et la spore, fixée à l'extrémité du tube vide, émet sur place un filament-germe.

La spore d'*Entomophthora glæospora,* qui est en partie renfermée dans une membrane (épispore) séparée de sa propre paroi (endospore) par une substance gélatineuse, semble à certains égards FORMER UNE TRANSITION ENTRE LES CONIDIES NETTEMENT EXOGÈNES DES ENTOMOPHTHORÉES ET LES SPORANGES DES MUCORINÉES. Les deux familles présentent d'ailleurs entre elles d'étroites affinités. A un point de vue plus général, cet exemple s'ajoute à bien d'autres, pour montrer qu'il n'y a pas de limite tranchée entre une spore dont la membrane est différenciée en une série continue de couches concentriques et douées de propriétés variées, et une autre, où le corps cellulaire, revêtu de l'endospore, qui seule lui est directement appliquée, est devenu distinct de l'enveloppe primitive, soit par distension de cette dernière, soit par contraction du protoplasme lui-même. La première est pourtant considérée comme une simple spore exogène, la seconde comme un sporange monosporé, si le contenu n'a fait que se rétracter, polysporé, si le corps protoplasmique rétracté s'est divisé avant le dépôt des couches internes de la membrane.

Divers auteurs ont déjà remarqué que la limite entre les spores endogènes et les spores exogènes est toute conventionnelle. M. de Seynes en particulier s'efforce de montrer que les spores acrogènes sont réellement des spores endogènes, dont la membrane a contracté une soudure précoce avec la gaîne enveloppante. Dernièrement, il a rencontré, sur des fruits d'ananas, une espèce qu'il nomme *Sporochisma paradoxum,* dont le mycélium donne naissance à des branches dressées, brusquement élargies à la base et atténuées insensiblement vers leur sommet. Les spores inférieures sont nettement endogènes, tandis que les supérieures « simulent » des conidies. M. de Seynes en conclut que c'est « un exemple de formation endogène de conidies, qui présentent à la maturité toutes les apparences de corps reproducteurs à développement dit acrogène [1]. Il est à peine besoin de dire qu'un botaniste convaincu de la nature exogène des spores démontre-

1. *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* t. CIII, p. 933. 1886.

Digitized by Google

rait aussi clairement, en s'appuyant sur le même exemple, que des spores exogènes peuvent, par suite d'un simple élargissement du tube, prendre tous les caractères des spores endogènes. Si l'on envisage ces questions de plus haut, on reconnaîtra que la différence entre les corps reproducteurs exogènes et endogènes n'a qu'une valeur secondaire, subordonnée qu'elle est au mode d'évolution du protoplasme. C'est le protoplasme qui, suivant les cas : ou bien forme une série ininterrompue de couches de revêtement, ou bien change de volume ou se divise entre les divers stades d'épaississement de la membrane, et par suite laisse une gaîne extérieure ou sporange.

La distinction entre les spores exogènes et endogènes, sans avoir une haute portée théorique, offre de bons caractères à la taxinomie; mais par cela même qu'elle est artificielle, elle présente dans son application bien des incertitudes. Mais il est un moyen pratique de se tirer d'affaire quand les caractères morphologiques sont douteux ; il consiste à rattacher la forme aberrante au type qui est habituel dans le groupe auquel appartient l'espèce considérée. M. Van Tieghem nous a donné un exemple de cette méthode en envisageant comme des sporanges rudimentaires les corps reproducteurs des *Chætocladium,* homologues des sporanges des autres Mucorinées. Pour *Entomophthora glæospora,* nous dirons que son corps reproducteur est une conidie simulant un sporange dans ses cinq sixièmes supérieurs. Cette manière pratique d'envisager les choses ne nous empêchera pas de reconnaître que les spores de *Chætocladium, Entomophthora, Sporochisma* et les exemples divers mentionnés par M. de Seynes démontrent L'ABSENCE DE DIFFÉRENCES FONDAMENTALES ENTRE LA SPORE ENDOGÈNE ET LA SPORE EXOGÈNE, et le passage de l'une à l'autre dans les groupes les plus divers. Malgré ces transitions, qui se retrouvent partout dans la nature, la prédominance bien marquée de certaines formes de corps reproducteurs asexués permet d'en faire une application avantageuse à la taxinomie.

Pilobolus œdipus, Montagne. (Pl. I, fig, 19-24.)

Les *Pilobolus* sont parfaitement connus dans leurs caractères extérieurs et dans leurs propriétés morphologiques et physiolo-

Digitized by Google

giques. Nous ajouterons seulement à leur histoire quelques observations histologiques.

Segmentation du protoplasme. — Nos recherches ont porté principalement sur *Pilobolus œdipus,* Montagne. Après la formation de la cloison qui isole l'apophyse mycélienne, le protoplasme du renflement terminal est normalement très condensé, puisqu'il doit fournir à l'accroissement rapide de ce renflement en un filament fructifère. Parfois pourtant le renflement est frappé d'un arrêt de développement; le contenu est moins dense et prend sur place un agencement rappelant l'individualisation cellulaire qui, dans le sporange, prélude à la formation des spores. Nous avons observé (fig. 19, 20) un de ces filaments dont le renflement un peu allongé mesurait 100 × 40μ. Le protoplasma était devenu pariétal. A la base seulement, il formait un bouchon atteignant 8μ d'épaisseur. Les noyaux étaient nichés dans des portions un peu saillantes. Irrégulièrement espacés dans les trois quarts inférieurs, ils se rapprochaient au sommet; et le cytoplasme condensé entre eux décrivait des mailles granuleuses sensiblement égales aux spores et dont chacune renfermait un noyau.

Une structure analogue se retrouve dans les tubes sporangiophores normaux. Contrairement à l'opinion courante, la cloison columellaire n'emprisonne pas tout le protoplasme dans le sporange. Le tube reste tapissé d'une couche pariétale. Celle-ci renferme, dans toute la portion supérieure, des noyaux mesurant environ 2μ,5 de diamètre, séparés par un espace variable (15-20μ par exemple), mais de plus en plus serrés au voisinage du sporange, où ils sont en voie de prolifération active (fig. 21).

Sur la face inférieure de la columelle, principalement à la base, les noyaux deviennent aussi rapprochés que dans le sporange lui-même, le protoplasme est renflé à leur niveau et aminci dans l'intervalle qui les sépare. Parfois, il se condense au niveau de ces dépressions de manière à y constituer des lignes sombres malgré leur faible épaisseur. Ainsi se constitue un réseau de plaques granuleuses, que nous avons observé avec la plus parfaite netteté à la face interne de la columelle chez *Pilobolus Kleinii,* Van Tieg. (fig. 17, 18). Les cellules ainsi délimitées mesuraient en diagonale 5-6μ. LE PROTOPLASME CONTINUE donc A TAPISSER LA FACE VÉGÉ-

Digitized by Google

TATIVE DE LA COLUMELLE qu'il a sécrétée, et s'y organise de manière à RAPPELER L'ASPECT DE CERTAINS ÉPITHÉLIUMS REPOSANT SUR UNE MEMBRANE AMORPHE.

La propriété de former des plaques granuleuses découpant le protoplasme en cellules pourvues d'un seul noyau est donc plus générale chez les Phycomycètes qu'on ne l'admettait jusqu'à présent. Elle se présente dans des tissus nettement distincts des sporanges. Elle n'est donc pas constamment, comme on aurait pu le conclure des recherches de MM. Strasburger, Büsgen, etc., le prélude de la formation des spores. C'est un nouvel appoint à la théorie qui voit dans la genèse des spores un cas particulier de la division normale des cellules et non un processus absolument distinct de ce qui se passe dans le reste du corps végétatif de la plante considérée. Nous reviendrons sur ce sujet à propos de la formation des spores des Ascomycètes.

Structure des spores. — Les spores de *Pilobolus œdipus,* contrairement à celles de *P. Kleinii* par exemple, ont une membrane mince, une forme arrondie et une dimension variable. L'épispore de *P. œdipus,* quoique mince, est distincte et mesure 0^{m},6-0^{m},8. Le diamètre moyen de la spore est 11^{m} et varie de 9 à 14^{m}. Certaines spores atteignent des dimensions bien plus élevées, mais dans une seule direction. En réalité, elles ont subi un commencement de germination. Le protoplasme des spores est rempli de gouttelettes qui ont une teinte orangée intense. L'acide sulfurique concentré les colore en beau bleu. Ce pigment se comporte en cela comme la chlororufine de certaines algues et de divers fruits rouges. La couleur orangée des tubes sporangiaux de *Pilobolus,* de même que celle de quelques *Mucor,* des paraphyses de *Peziza aurantia,* Fr., etc., réagit de la même façon avec l'acide sulfurique. Les Amanites rouges se comportent différemment.

Une portion de la membrane de même épaisseur que le reste, est différenciée en une sorte de CALOTTE OPERCULAIRE, analogue au bouton brillant des cloisons transversales de nombreux Champignons. Cet opercule est directement visible sur les spores prêtes à germer et examinées dans l'eau : il se distingue par ses contours nets et sa réfringence ; on le prendrait volontiers pour un noyau. L'acide sulfurique étendu le rend plus apparent en le

Digitized by Google

soulevant. Le protoplasme gonflé détermine une turgescence de la membrane et refoule cette région moins résistante que le reste (fig. 23). A la germination, l'opercule ne tombe pas, mais s'allonge en doigt de gant de manière à devenir le sommet du filament-germe.

Chaque spore contient souvent plus d'un noyau : deux, parfois trois ou quatre. L'acide acétique les met en évidence. Quand il y a 3-4 noyaux, ils sont généralement rapprochés au centre. Si la spore s'allonge, les noyaux s'écartent davantage.

La membrane des spores se gonfle et devient transparente sous l'influence de l'acide sulfurique concentré. Si les spores sont réunies en masse, comme lorsqu'elles adhèrent à la membrane cutinisée, on obtient une mosaïque dans laquelle les membranes forment un fond de mailles polyédriques renfermant chacune un corps protoplasmique coloré en bleu et conservant sensiblement les dimensions normales. Si les spores sont isolées, l'opercule se dissout ou se déchire et livre passage au contenu énucléé par le fond de la membrane qui se gonfle au point de prendre les dimensions et la forme sphérique primitives.

Membrane du sporange. — Sur des sporanges presque mûrs traités par l'acide acétique et l'alcool, j'ai pu obtenir une préparation nette de la portion diffluente de la membrane, détachée de la calotte noire et encore appliquée à la portion gélifiable que M. Van Tieghem considère comme de l'épiplasma. Ailleurs, j'ai obtenu un sporange dépouillé à la fois de la calotte et de la portion diffluente. Dans ces deux cas, on voyait avec une netteté parfaite que l'épiplasma proprement dit ne dépassait pas en dehors le niveau du bord externe des spores et se comportait dans la région latérale comme dans celle qui correspondait à la calotte. Seulement, en dehors de la ligne courbe régulière qui marque la limite de l'épiplasma, se présente comme une membrane une zone également transparente atténuée en pointe vers le sommet, au niveau même de l'insertion de la calotte. La couche externe de l'épiplasma est limitée à l'égard de l'épiplasma intersporaire, contrairement à l'opinion émise par M. Van Tieghem[1], par une ligne

1. *Troisième mémoire sur les Mucorinées.* (*Annales des sc. nat.*, 6e série, t. IV, p. 328. 1876.)

Digitized by Google

aussi nette que la cuticule peut l'être à l'égard de l'épiderme des plantes supérieures. Néanmoins, elle est liée, au point de vue génétique, à l'épiplasma intersporaire d'une façon aussi intime que la cuticule l'est à la membrane cellulosique des cellules épidermiques. On peut donc admettre, avec M. Van Tieghem, que LA COUCHE GONFLÉE DE LA PÉRIPHÉRIE APPARTIENT PAR SON ORIGINE A L'ÉPIPLASMA ; MAIS ELLE DEVIENT DISTINCTE DU RESTE DE CETTE SUBSTANCE POUR S'APPOSER, COMME UNE ZONE D'ÉPAISSISSEMENT, A LA MEMBRANE DU SPORANGE.

Mucor heterogamus, sp. nov. (Pl. II, fig. 27-48.)

Nous nommons *Mucor heterogamus* une espèce bien singulière par la constitution et par l'origine de ses zygospores. Certains détails de structure, tels que la forme des branches copulatrices, l'éloignent de la définition du genre *Mucor*. De plus, on trouve associés sur un même rameau des caractères considérés jusqu'ici comme propres à des genres distincts. Aussi avons-nous dû discuter avec soin la valeur taxinomique de ces diverses propriétés ; et de cet examen que nous reproduisons après la description de l'espèce, nous avons conclu que notre plante doit être maintenue dans le genre *Mucor,* où elle restera comme témoin de l'extrême variabilité de plusieurs caractères que l'on croyait absolument génériques, variabilité compatible avec la fixité d'autres caractères en apparence plus indifférents, et comme trait d'union entre un certain nombre de formes dont on a fait des genres distincts. L'étroite affinité que *Mucor heterogamus* nous révèle, par les caractères mixtes qu'il présente normalement dans ces zygospores, entre les divers représentants de la tribu des Mucorées, sera confirmée par les variations exceptionnelles que *Mucor Mucedo* et autres espèces vulgaires nous montreront dans leur appareil végétatif ou sporangial. Nous tenons cependant à dire que nous ne contestons pas l'utilité des coupes établies dans la tribu des Mucorées. Nous pensons seulement que les genres, comme les familles, n'ont pas tous une égale valeur : il y a des genres en groupes et des genres par enchaînement. Les genres que l'on a pu fonder dans la tribu des Mucorées appartiennent à cette dernière catégorie, et de nombreuses transitions existent entre eux.

Digitized by Google

Mucor heterogamus apparut pour la première fois parmi nos cultures dans les premiers jours de mars 1886. De la mie de pain mouillée avait été étendue en couche mince au fond d'un cristallisoir clos et abandonnée depuis dix jours à la température du laboratoire. D'habitude, nous nous procurions presque à coup sûr par ce procédé le vulgaire *Rhizopus nigricans*. Cette fois, la moisissure ordinaire faisait défaut. Par contre, au milieu d'un parterre multicolore de *Saccharomyces glutinis* roses, de *Penicillium* et d'*Aspergillus* glauques, de *Botrytis* bruns et de pycnides rouille, que nous avons pu rattacher à *Hypocrea rufa* et sur lesquels nous reviendrons plus tard, un espace de trois à quatre centimètres carrés était couvert d'innombrables points noirs entremêlés d'un duvet blanchâtre. Ce coin noir était un champ de *Mucor heterogamus* représenté surtout par des zygospores et moins copieusement par des sporanges. L'aspect de la culture, l'abondance des zygospores et la façon dont elles étaient superposées sur un même filament faisaient penser à *Mucor racemosus* ou mieux à la forme décrite par M. Bainier sous le nom de *Mucor tenuis*. Dans cette dernière plante, les zygospores font place à des azygospores disposées en épis : « Les épis se produisent avec une très grande abondance et noircissent littéralement la culture[1]. » Mais l'analogie ne s'étend pas au delà de cet aspect général.

Mucor heterogamus put être reproduit en grande quantité sur de la mie de pain mouillée et prospéra aussi sur des liquides sucrés, tels que jus d'orange ou décoction de pruneaux, en culture libre ou en cellule.

Nous avons déjà indiqué les caractères de l'espèce à la Société des sciences de Nancy, dans la séance du 15 avril 1886 et la diagnose sommaire en a paru dans le *Bulletin de la Société botanique de France*[2]. Le mycélium consiste en filaments étroits, abondamment ramifiés, dépourvus d'anastomoses.

Sporanges. — Les tubes sporangiaux dressés atteignent 2 millimètres de haut, sur 12-15$^{\mu}$ de diamètre. Ils sont terminés par

1. *Sur les zygospores des Mucorinées.* (*Annales des sc. nat.*, 6^{e} série, t. XV, p. 354. 1883.)

2. *Sur un cas particulier de la conjugaison des Mucorinées.* (*Bulletin de la Soc. bot. de France*, t. XXXIII, p. 236. 1886.)

Digitized by Google

un sporange sphérique, de 50-60$^{\mu}$ (fig. 41). Le filament fructifère est souvent simple. Parfois, à quelque distance au-dessous du sporange terminal naît un filament rectiligne, qui dépasse le premier et peut aussi donner de nouvelles ramifications ; ou bien deux et même trois rameaux naissent simultanément sous la première cloison transversale. Mais nous avons trouvé rarement des systèmes sporangiaux exempts de zygospores. Cet autre type de fructification vient s'entremêler aux sporanges et déterminer ainsi des appareils plus complexes que nous décrirons avec les zygospores. — Columelle lisse, plus ou moins sphérique, insérée au sommet du filament. Pas d'apophyse. Spores sphériques de 2,3-2$^{\mu}$,7 (fig. 39). Membrane généralement diffluente dans les cultures ordinaires, surtout dans celles où les sporanges sont nombreux. La membrane, en se détruisant, laisse une collerette (fig. 42, 44). Dans les semis cellulaires, les premières membranes se dissolvent rapidement en un ou deux jours. Dans les vieilles cultures où les zygospores deviennent très nombreuses, le sporange terminal est frappé d'un arrêt dans son évolution. Immédiatement au-dessous de lui se détache une branche à zygospores. Le sporange lui-même est bientôt refoulé latéralement comme une verrue par la branche à zygospores, qui se dresse et continue la direction du filament sporangial (fig. 48). La membrane de ce sporange avorté conserve sans se modifier les propriétés de la membrane du support, et son contenu ne se segmente pas en spores. Il arrive dans ces mêmes cultures que les zygospores ne se constituent pas et que les branches copulatrices, après un début de différenciation, reprennent les caractères des rameaux végétatifs. Alors le sporange se dresse sur un support plus long et prend la structure habituelle. Il serait téméraire d'affirmer que c'est le développement des sporanges qui fait avorter les zygospores, ou réciproquement. Mais il est clair que ces deux formations, réunies sur un même filament, ont un développement corrélatif, et jusqu'à un certain point inversement proportionnel. Nous avons toute une série d'observations qui montrent la diffluence de la membrane se ralentissant, et même disparaissant, à mesure que les conditions de la culture exigent plus impérieusement que les spores à germination immédiate soient remplacées par des organes de vie latente. La diffluence

Digitized by Google

de la membrane est donc sensible aux influences extérieures et susceptible de s'y adapter.

Nous n'avons pas observé la germination des sporanges avortés, que l'on voit fréquemment chez *Mucor circinelloides*, par exemple. Ce fait n'a pas lieu de nous surprendre, puisque ces kystes ne se revêtent pas d'une membrane solide et qu'ils semblent se former simplement, parce que la plante ne peut leur fournir les matériaux nécessaires pour poursuivre leur évolution.

Chlamydospores. — *Mucor heterogamus* possède de vraies chlamydospores. Nous ne les avons pas rencontrées dans les grandes cultures, où elles ont pu nous échapper à cause de la petite taille du Champignon; mais les semis cellulaires en ont offert deux variétés, parfois sur des pieds porteurs de zygospores. Les chlamydospores se développent, chez des plantes en souffrance, sur des rameaux grêles, dont le protoplasme se condense et s'enkyste pour attendre des conditions plus favorables. Les unes sont terminales et plus ou moins arrondies (fig. 36): les autres sont subterminales ou franchement intercalaires et alors elliptiques (fig. 37). Les plus grandes atteignent $25 \times 20^{\mu}$. Parfois, plusieurs chlamydospores se suivent (fig. 38). La structure de ces organes ne présente rien de particulier dans cette espèce.

Zygospores. — Les zygospores sont aériennes. Jusqu'à ces derniers temps, on a considéré ce caractère comme générique et propre aux *Sporodinia* et *Absidia*, tandis que les zygospores naissaient à la surface du support chez *Phycomyces*, dans son intérieur chez *Mucor, Rhizopus*. Cette appréciation se basait sur le nombre très restreint d'espèces de Mucorées où l'on avait rencontré les zygospores. Elle a perdu sa valeur depuis que M. Bainier a découvert plusieurs *Mucor* incontestables, où les zygospores sont formées sur des filaments aériens. Mais ce que l'on n'a pas remarqué jusqu'ici, c'est un lien réciproque entre la disposition des sporanges et des zygospores, de telle sorte que sur un même système de ramifications où ils coexistent, ces deux ordres de fructifications présentent entre eux une substitution analogue à celle que nous offrent parfois les sporanges et certaines variétés de chlamydospores dérivées des sporanges (*Mucor heterogamus, circinelloides, Mucedo; Sporodinia grandis*).

Digitized by Google

Les deux branches copulatrices sont toujours produites par un seul filament dressé de la nature des tubes sporangiaux. Les branches copulatrices sont deux rameaux de même ordre nés successivement en direction basifuge, le premier immédiatement au-dessous, le second à quelque distance au-dessus d'une cloison transversale, par un phénomène qui trouve son homologue direct dans la formation des boucles ou boutonnières si communes sur le mycélium et sur les fruits des Basidiomycètes. Le puissant développement du rameau inférieur dû à une adaptation au rôle propagateur, imprime à la portion du filament qui surmonte la cloison une allure toute spéciale. A peine la cloison transversale s'est-elle formée au voisinage du sommet, que la plus grande partie des matériaux nutritifs est arrêtée au passage et absorbée par la branche latérale, qui reste en continuité avec le tube principal (fig. 43).

Filament grêle. — Le segment supérieur, séparé sous forme d'une calotte, s'accroît ; mais, tandis que le tube latéral accentue les propriétés d'un filament reproducteur, le tube terminal possède un protoplasme de plus en plus clair et pauvre. Cet aspect chétif justifie le terme de filament grêle dont nous le désignerons dans la suite. Le filament grêle reprend certaines propriétés du mycélium, comme on peut en juger par l'émission habituelle (fig. 45) de rhizoïdes plus ou moins ramifiés, souvent avortés, il est vrai, et réduits à un mince appendice. Ce fait mérite de fixer l'attention. Il nous montre, en effet, qu'un filament détaché du mycélium rampant, dressé verticalement en un tube raide et dépourvu sur son trajet de tout appendice nourricier, en un mot concordant avec un tube à sporange par son origine comme par son aspect, est susceptible de reprendre, sous de simples influence trophiques, les caractères habituels des portions purement végétatives du thalle. Cette circonstance indique que LA DIFFÉRENCIATION QUI SÉPARE LES FILAMENTS SPORANGIAUX DES FILAMENTS VÉGÉTATIFS, EST ESSENTIELLEMENT LIÉE A UNE ADAPTATION et capable de céder à l'influence d'une nouvelle adaptation. Nous avons établi récemment qu'une semblable homologie existe entre les filaments sporangiaux de *Piptocephalis corymbifer*, P. Vuill., et les crampons sur lesquels semblent se dresser ces fila-

Digitized by Google

ments; que tubes fertiles et crampons sont des ramifications de même ordre, souvent substituées l'une à l'autre[1].

Branches copulatrices. — Nous avons vu que les deux branches copulatrices naissent sur un même filament dressé, homologue des supports des sporanges. Ce sont donc des rameaux de même ordre. La divergence se manifeste déjà entre eux à ce stade; les portions du tube destinées à porter chacun d'eux sont devenues, dès l'apparition de la cloison transversale, aussi dissemblables que possible, puisque la portion terminale est un filament grêle plus ou moins chargé de rhizoïdes, à protoplasme pâle, à noyaux rares, tandis que l'autre portion est bourrée d'un contenu très dense, fortement granuleux. On peut donc prévoir que les deux branches copulatrices seront elles-mêmes très dissemblables. Et en effet elles diffèrent autant entre elles que ne le font les branches copulatrices des types les plus opposés, qui se rencontrent dans les divers genres de la famille.

La branche inférieure, née sous la cloison et continue avec la partie inférieure du tube est puissante, se dresse, se renfle à son extrémité et se recourbe en mors de tenaille, comme chacune des branches copulatrices des *Phycomyces, Piptocephalis, Syncephalis, Pilaira,* etc. La branche supérieure, continue avec la cavité du filament grêle, reste courte et droite, comme chez les *Mucor, Rhizopus, Chœtocladium, Thamnidium, Absidia.* Déjà un simple coup d'œil sur la liste de genres qui précède pouvait faire douter de l'importance taxinomique de la forme de la branche copulatrice; et depuis longtemps M. Van Tieghem avait fait, contre la valeur des caractères tirés de la forme et des annexes de la zygospore, un réquisitoire qui nous paraît sans réplique. Aussi ne pouvons-nous mieux faire que de le transcrire textuellement: « De même que la courbure en tenaille des branches génératrices de la zygospore se trouve çà et là dans chacune des quatre tribus de la famille des Mucorinées....., de même les rameaux protecteurs existent çà et là dans les genres les plus différents..... On voit par là que l'appareil zygosporé mûr, ce qu'on pourrait appeler à juste titre le fruit des Mucorinées, pouvant présenter une structure analogue

1. *Bulletin de la Société mycologique de France.* 1887.

Digitized by Google

dans des genres très différents...., et une structure très différente dans des genres très voisins..., toute classification fondée sur la structure de ce fruit, comme on pourrait être tenté d'en établir une, serait aussi contraire aux affinités naturelles qu'une classification du même genre chez les Phanérogames[1]. » Ajoutons que c'est pourtant un caractère de distinction spécifique de grande valeur, puisque la forme des deux branches copulatrices dans la plupart des espèces, le contraste même qu'elles présentent dans *Mucor heterogamus,* offrent toute la fixité et toute la constance qu'on peut souhaiter d'un tel ordre de caractères; ce qui ne veut pas dire que la même constance doive se retrouver dans toutes les espèces possibles de Mucorinées et encore bien moins dans tous les genres.

Mucor heterogamus est bien fait pour nous montrer pourquoi le caractère tiré de la forme des branches copulatrices n'a qu'une médiocre importance et peut varier d'une espèce à l'autre. Chez lui, en effet, la différence de forme, aussi bien que la différence de dimension des supports de la zygospore, est déterminée par les conditions qui président à leur nutrition. La direction comme la taille de la branche droite est l'expression d'une atrophie liée à des influences directement saisissables : le rameau inférieur coupe les vivres au rameau formé après lui; la taille et la direction de la branche arquée s'expliquent de même par son lieu d'origine, qui lui donne le pouvoir de faire tous les frais pour aller à la rencontre de l'autre. LA DIFFÉRENCE DES DEUX BRANCHES EST donc le résultat d'une différence d'alimentation et par suite UN SIMPLE PHÉNOMÈNE VÉGÉTATIF ET NON PAS UNE DIFFÉRENCE SEXUELLE.

Chez d'autres espèces également, la forme arquée semble l'indice d'une nutrition copieuse; et c'est pour cela que, dans les plantes douées de cette structure, les suspenseurs peuvent souvent, grâce à la surabondance de leurs réserves non absorbées par la zygospore, émettre des appendices adaptés à un but de protection. Les *Absidia* montrent toutefois que ce phénomène n'est pas incompatible avec les branches copulatrices droites.

1. *Troisième mémoire sur les Mucorinées.* (*Annales des sciences natur.*, 6e série, t. IV, p. 379-380. 1876.)

Digitized by Google

Dans un certain nombre d'exemplaires, le filament grêle est tellement appauvri qu'il s'épuise en donnant naissance à la branche copulatrice et ne croît pas au delà. Comme un rameau né sous un bourgeon décapité prend la place de ce dernier et continue la direction de la tige, de même la branche copulatrice, ne rencontrant plus d'obstacle, se redresse alors et paraît terminale. Parfois le filament grêle, frappé d'un épuisement prématuré, ne peut atteindre, avec son diamètre primitif, le niveau de l'extrémité renflée de la grosse branche copulatrice. Il s'étire alors en un rhizoïde dont le diamètre descend jusqu'à 3μ. La branche copulatrice droite semble alors montée sur des échasses, si l'on me passe cette expression qui exprime l'aspect insolite des exemplaires de ce genre : tantôt elle fait un angle droit avec le filament qui la dépasse, tantôt elle le termine, mais par un phénomène secondaire comme dans le cas précédent.

Corrélation génétique des deux branches copulatrices. — On se demandera peut-être si la naissance de la petite branche copulatrice n'est pas provoquée par une sorte d'attraction exercée par l'extrémité de sa congénère, puisqu'elle a lieu du côté de cette dernière et à son niveau ; ou bien si la courbure de la grosse branche n'est pas matériellement influencée par la petite. Ce ne serait pas la première fois qu'on invoquerait une sorte d'action à distance se faisant sentir sur la croissance des Mucorinées. M. Van Tieghem assure que les spores de *Piptocephalis arrhiza,* Van Tieg. et Le Monn., ne germent bien qu'en présence d'un semis de Pilobolées ou de Mucorées, lors même que ces commensaux seraient à l'autre extrémité de la culture. « La présence du jeune mycélium hospitalier, dit-il, se fait sentir *à distance* sur le parasite dès les premiers débuts de son développement. Il m'est même arrivé parfois, ajoute M. Van Tieghem, de deviner, au seul aspect de ces tubes germinatifs, la présence dans la goutte nutritive d'une spore de *Mucor* introduite par mégarde dans une culture cellulaire marquée comme simple[1]. »

Bien qu'une explication rationnelle de ce phénomène ne puisse guère être assise sur une base expérimentale, on admettra plus

1. *Nouvelles Recherches sur les Mucorinées.* (*Annales des sciences nat.,* 6e série, t. I, p. 138. 1875.)

Digitized by Google

aisément la transmission de l'influence d'une plante à sa commensale par l'intermédiaire du milieu nutritif, transformé par elle, qu'une transmission semblable opérée par l'air qui sépare les deux organes de *Mucor heterogamus*. D'autre part, ce mode de ramification est en complet désaccord avec les lois générales d'insertion des appendices, lois bien connues dans un de leurs cas particuliers, la phyllotaxie. On est par suite forcé d'admettre une influence réciproque, une corrélation génétique entre les deux branches copulatrices. Cette influence est probablement indirecte et liée à un phénomène d'adaptation, à un état acquis et fixé dans l'espèce. Nous avons la preuve de la nature indirecte de cette influence dans une série d'anomalies. Ici, la branche copulatrice droite se forme et prend ses caractères normaux, tandis que la branche insérée sous la cloison continue sa marche ascendante pour constituer plus haut un nouveau filament grêle et une nouvelle branche copulatrice, qui elle-même pourra avorter. Là, c'est la grosse branche qui se courbe en mors de tenaille, cherchant vainement la branche droite, que le filament grêle a oublié d'émettre. Ce dernier cas est fort rare et semble entraîner un avortement de la zygospore aussi bien que le précédent, car nous n'avons pas observé d'azygospores. Il arrive souvent que la petite branche fait défaut, quand la plus grosse s'allonge pour former à un niveau plus élevé une cloison transversale et une nouvelle zygospore (fig. 47).

La formation des boucles des *Cantharellus, Nyctalis,* etc., à laquelle nous avons fait allusion plus haut, présente les mêmes variations dans la genèse et la destinée des filaments qui la composent. La boucle est constituée par deux rameaux. Le premier naît immédiatement sous une cloison, se courbe, prend une direction ascendante et vient appliquer son extrémité à un second rameau très court, émis du même côté que le premier, mais au delà de la cloison. Ces deux rameaux sont donc par leur insertion, comme par leur direction, par leur taille, par leur abouchement, dans les mêmes relations réciproques que les branches copulatrices de *Mucor heterogamus*. Mais, contrairement à ces dernières, ils soudent ensemble leurs extrémités libres, sans avoir au préalable isolé des gamètes par des cloisons transversales, et la cloi-

Digitized by Google

son de contact ne se résorbe pas toujours. Cette cloison oblique permet de saisir la forme de chaque branche composante (fig. 115). L'analogie se confirme par ce fait que la branche supérieure, dont la naissance est d'ordinaire sollicitée par les mêmes causes que la naissance de la branche inférieure, peut aussi ne pas se produire, ce qui paraît tenir, dans quelques cas au moins, à la vitalité insuffisante du filament principal au delà de la cloison. Le rameau ascendant s'arrête alors dans son développement comme la branche copulatrice stérile ; plus fréquemment encore il s'allonge et devient un filament latéral.

L'homologie évidente que présentent, dans leur insertion et dans leurs rapports réciproques, les rameaux superposés qui donneront d'une part une zygospore, de l'autre une simple boucle, semble indiquer que les relations d'origine des deux branches copulatrices ne sont pas directement liées à la fonction reproductrice ni déterminées par elle, à moins qu'on ne veuille considérer les boucles des Basidiomycètes comme des organes sexuels apogames. Nous examinerons plus loin la valeur d'une telle hypothèse.

Si l'origine et la signification morphologique de ces deux branches superposées sont difficiles à élucider chez *Mucor heterogamus*, on peut dire pourtant que cette espèce est une de celles qui pourront le mieux nous mettre sur la voie de la solution du problème ; car dans bien des espèces les branches copulatrices, au lieu d'avoir des insertions rapprochées sur un même filament, se détachent, soit de ramifications éloignées, soit de deux plantes différentes. On ne peut guère rejeter l'idée d'une action à distance par laquelle les deux filaments sont déterminés simultanément à émettre chacun une branche copulatrice. Le lieu d'insertion et l'activité d'évolution de ces branches copulatrices les amènent à se souder par leurs extrémités au moment où leurs sommets isolés ont atteint une taille rigoureusement fixée pour chaque espèce et généralement égale dans les deux gamètes, sauf dans les cas d'anomalie.

L'influence réciproque des filaments d'où émanent les branches copulatrices se manifeste avec une netteté spéciale chez les Spirogyres. Dans plusieurs espèces de ce genre d'Algues, toutes les

Digitized by Google

cellules d'un même filament ont le même sexe ; en d'autres termes, toutes les cellules d'un filament sont également capables de transformer leur contenu en zygospore après avoir reçu le contenu d'une cellule appartenant à un filament voisin : on les considère comme femelles. Ou bien toutes les cellules d'un filament sont aptes à déverser leur contenu dans les cellules d'un autre filament, c'est-à-dire à fonctionner comme mâles. Si deux filaments de sexes différents sont placés l'un près de l'autre à une époque et dans un milieu convenables, toutes les cellules émettent des branches copulatrices dans l'espace qui les sépare. On pourrait supposer qu'un seul côté du filament est capable d'émettre des appendices et que, grâce à la mobilité des plantes flottantes, les faces douées de cette propriété se sont placées en regard l'une de l'autre. Ce simple fait indiquerait déjà une action réciproque. Mais, de plus, les cellules des deux filaments ont une longueur variable et ne peuvent pas se correspondre réciproquement. Il en résulte que des branches copulatrices nées en des points équivalents des diverses cellules ne se correspondraient pas. Or, les branches qui doivent s'aboucher sont directement situées en face l'une de l'autre ; et pour cela elles s'insèrent soit au milieu de la cellule, soit au voisinage de la cloison, soit en tout autre point. Cette situation est liée uniquement à celle de la cellule correspondante du filament conjugué. L'action réciproque est encore plus étendue si le filament mâle, par exemple, se trouve sollicité par deux filaments femelles disposés de part et d'autre. En général, il manifeste une préférence marquée pour l'un de ces filaments, le premier occupant sans doute, et il envoie d'abord les branches copulatrices à toutes les cellules de ce dernier. Mais il reste des cellules inoccupées, soit que le filament femelle ait ses segments plus allongés, soit que, par suite de l'inégalité des cellules, on rencontre çà et là une cellule mâle intercalée à deux cellules qui se sont conjuguées avec deux cellules consécutives du filament femelle. Chaque cellule sans emploi enverra dans bien des cas une branche copulatrice vers le second filament femelle, c'est-à-dire qu'il émet une branche sur la face qui, dans le premier cas, était dépourvue de tout appendice. Si le filament mâle et le second filament femelle dépassent le premier en lon-

Digitized by Google

gueur, le filament mâle, à partir de l'extrémité de ce dernier, n'émet plus de rameaux que du côté opposé à celui où il en détachait dans le reste de son étendue. Ce sont donc bien les cellules capables de se conjuguer qui déterminent, par leur action réciproque et à distance, la naissance et le lieu d'origine des branches copulatrices. Elles en déterminent aussi la longueur. Les branches copulatrices ont une dimension normalement fixe; mais si les deux tubes se trouvent écartés à une extrémité par un troisième filament ou par tout autre corps, leur parallélisme cesse, et néanmoins des branches copulatrices allongées unissent leurs cellules divergentes, tant que le corps étranger n'est pas interposé entre leurs surfaces.

L'action réciproque et à distance des éléments destinés à se conjuguer est incontestable dans ces divers exemples : c'est une question de fait. De quelle nature sont les agents physiques susceptibles de nous rendre compte de ces sympathies manifestées par deux cellules végétales ? C'est là un intéressant problème que nous proposons aux physiologistes, sans avoir de solution satisfaisante à lui donner pour le moment. Les documents fournis par la simple morphologie sont absolument insuffisants.

Ramification de la grosse branche copulatrice. — Les branches copulatrices donnent naissance aux gamètes, conformément à ce qui se passe chez toutes les Mucorinées. La branche droite s'épuise dans cette formation, comme c'est le cas ordinaire. Il n'en est pas toujours de même de la grosse branche. On sait que, dans plusieurs genres, les branches copulatrices émettent des rameaux plus ou moins nombreux, tantôt simples, tantôt ramifiés, qui s'enchevêtrent et jouent un rôle protecteur à l'égard de la zygospore. Ces appendices caractérisent nettement, par leur forme et leur disposition, un certain nombre d'espèces. Outre ces appendices dont l'importance physiologique assure la constance, MM. Van Tieghem et Le Monnier ont signalé et figuré à titre d'anomalie la présence de rameaux mycéliens ordinaires se substituant, chez les *Phycomyces,* à une ou plusieurs épines déjà formées, quand la pince se trouve arrêtée dans son développement. De là ces observateurs concluent avec raison que les pointes dichotomes des branches copulatrices de *Phycomyces* ne sont pas autre

Digitized by Google

chose que des rameaux produits par la cellule arquée [1]. M. Bainier, de son côté, a observé un tube terminé par un sporange et détaché du support de la zygospore chez *Mucor racemosus* [2]. D'autre part, une des branches qui supportent la zygospore de *Syncephalis nodosa*, V. Tieg., émet normalement plusieurs appendices sphériques, qui se comportent comme des réservoirs. On voit par ces exemples que la présence d'appendices nés d'une branche copulatrice s'est déjà rencontrée dans des conditions variées. Elle devient très générale pour la branche arquée de *Mucor heterogamus*, et elle s'offre dans cette espèce avec des caractères spéciaux.

En un point situé quelque part sur la courbure, parfois assez loin du gamète, et alors sous une cloison préalablement formée, parfois en un point plus rapproché du sommet ou sous la cloison même qui sépare la cellule mère de la zygospore, et dans ce dernier cas il ne se produit pas de nouvelle cloison transversale, un rameau aussi robuste que la branche copulatrice s'en détache et en continue la direction, formant avec elle, et par son intermédiaire avec le filament principal, une sorte de sympode, qui semblera rejeter la zygospore elle-même dans une situation latérale. Ce volumineux sympode se comporte généralement comme le support principal lui-même, c'est-à-dire qu'il se termine par un filament grêle destiné à concourir à la formation d'une nouvelle zygospore (fig. 46). Celle-ci mûrit parfois plus vite que la première. La branche arquée de la zygospore supérieure pourra émettre un semblable sympode et ainsi de suite. On rencontre, par suite de ce processus, des filaments dressés chargés de zygospores superposées. CES ZYGOSPORES SONT LATÉRALES EN APPARENCE SEULEMENT, CHACUNE D'ELLES TERMINANT LES RAMEAUX d'ordre de plus en plus élevé qui entrent successivement dans la constitution D'UN SYMPODE.

Systèmes complexes de zygospores. — Il arrive fréquemment que deux branches en mors de tenaille naissent simultanément de chaque côté, sous la cloison qui isole le filament grêle (fig. 45);

1. *Recherches sur les Mucorinées.* (*Annales des sciences nat., Bot.*, 5e série, t. XVII, 1873.)

2. *Loc. cit.*, p. 352. 1883.

Digitized by Google

plus rarement une des branches s'insère un peu plus bas que l'autre, et dans ce cas ne lui est pas diamétralement opposée. On pourrait croire que les cellules terminales de ces mors vont s'unir comme chez les *Phycomyces*. Il n'en est rien ; un tel phénomène ne s'est jamais présenté sur les innombrables exemplaires où nous avons observé cette particularité. Le filament grêle émet lui-même deux branches droites parfois opposées (fig. 45), parfois situées à des niveaux différents et alors, ou bien distiques (fig. 47, à gauche), ou bien rapprochées l'une de l'autre.

Nous avons rencontré aussi trois filaments arqués naissant sous la même cloison et trois filaments horizontaux émis par le filament grêle intermédiaire pour former autant de zygospores (fig. 48). En un mot, les grosses branches copulatrices se comportent, à l'égard du filament grêle, comme les tubes sporangiaux le font à l'égard du tube principal terminé par un sporange. Au-dessous de la cloison qui isole ce dernier naissent, suivant les cas, un, deux, trois supports de sporanges. Il arrive aussi qu'à la branche copulatrice arquée soit opposée, non plus une branche de même fonction, mais un gros filament stérile, ou bien un tube terminé par un filament grêle et émettant les branches copulatrices d'une nouvelle zygospore indépendante du tube qui porte la première.

Les grosses branches copulatrices de ces systèmes ont les mêmes propriétés que celles des zygospores isolées. Chacune d'elles émet parfois un tube sympodique en un point quelconque de son trajet. Cette particularité nous a paru moins habituelle que dans les zygospores indépendantes. Cela s'explique aisément. La ramification du système, comparable à une inflorescence et soumise à des influences analogues, puisqu'elle est réglée par la formation d'organes reproducteurs déterminant l'axe ou ses appendices, tout comme le fait une fleur, ressemble à une grappe dans le cas ordinaire, à une ombelle dans le second. La multiplicité des rayons détachés d'un même nœud entraîne un appauvrissement relatif de chacun d'eux. On pourrait même ici voir dans l'ombelle le résultat d'une contraction, comme c'est le cas pour l'ombelle du Sureau ou de la Viorne. Nous avons vu que les rameaux de la grosse branche copulatrice sont parfois très rappro-

Digitized by Google

chés de la base. On imaginera aisément qu'ils puissent franchir la distance qui les en sépare. Ils prendront place alors parmi les appendices nés directement de la tige et modifieront en conséquence leur divergence. La même loi s'applique à chaque pas à l'étude de l'inflorescence des Phanérogames. Ces grosses branches, d'ailleurs, ne se comportent pas toutes de même, et l'une d'entre elles, au lieu de s'anastomoser avec un appendice du filament grêle, qui donne des branches copulatrices aux autres rayons, se prolonge parfois comme le rameau de la grosse branche copulatrice pour donner plus haut, j'allais dire au nœud suivant, une nouvelle zygospore.

Systèmes combinés de zygospores et de sporanges. — Voici un autre ordre de faits qui démontre encore mieux l'homologie des branches copulatrices et des sporanges latéraux et par suite du filament porteur des zygospores et du filament sporangial : je veux parler des relations qu'affectent les sporanges et les zygospores sur un même système ramifié. Dans tous les cas de coexistence de cette sorte, le filament principal était terminé par un sporange. Cela revient à dire que la zygospore est morphologiquement postérieure au sporange, ce qui est absolument conforme à sa signification physiologique : c'est l'organe qui clôt la série des phénomènes de vie active et dont l'apparition est avantageuse pour une plante, que les conditions extérieures vont condamner à la vie latente. Nous avons dit plus haut que le sporange ébauché dans ces circonstances n'achevait pas toujours de se développer, et que son apparition, conforme aux règles morphologiques, n'entraînait pas une violation des lois physiologiques auxquelles sont soumis les organes sans fonction. Le sporange est mort-né, parce que le milieu est bien plus favorable à la formation des zygospores. A côté de ce cas extrême, qui était présenté, dans certaines circonstances, par la majorité des exemplaires, à côté de l'extrême opposé, où toutes les zygospores avortaient au profit du sporange, nous avons eu des tubes fructifères où les sporanges et les zygospores étaient également bien conformés. C'est en présence de ces derniers que nous pouvons fructueusement poser la question des homologies.

L'existence de sporanges atrophiés, rejetés latéralement et

Digitized by Google

laissant la branche née sous leur cloison continuer la direction verticale, d'autre part la fréquence des exemplaires dans lesquels le premier filament dressé est stérile et terminé par une pointe ou par un rhizoïde, tandis que les zygospores naissent seulement sur ses rameaux, pourraient faire supposer que le filament qui porte les branches copulatrices de la zygospore est normalement latéral, et ne semblerait terminal qu'à un examen trop superficiel pour déceler les vestiges du filament principal ou du sporange avorté. Nous rejetons cette hypothèse ; car dans des cultures cellulaires nous avons obtenu des filaments dressés absolument simples et terminés par une zygospore unique, au-dessus de laquelle le filament grêle s'allongeait à peine. La naissance des branches copulatrices sur le filament principal détaché verticalement du mycélium rampant est donc réelle ; UN SPORANGE TERMINAL effectif ou réduit à un vestige quelconque N'EST PAS NÉCESSAIRE.

Quand le sporange terminal existe, un filament naît sous la cloison qui en isole le support à protoplasme appauvri, comme le mors copulateur naît sous le filament grêle quand il s'agit d'une zygospore. Plusieurs rameaux peuvent se détacher au même point ou à diverses distances de la cloison transversale. Si nous considérons l'un d'eux, nous voyons qu'il est susceptible d'avoir plusieurs destinées. Dans le cas le plus simple, il se termine par un nouveau sporange. Au lieu d'un sporange terminal, le rameau porte plus souvent les branches copulatrices d'une zygospore. Mais un fait plus curieux et qui montre plus clairement les relations des deux organes reproducteurs et leur substitution réciproque, c'est l'existence d'exemplaires dans lesquels deux branches opposées, nées sous le sporange terminal, portent l'une un sporange, l'autre une zygospore, tous deux bien conformés (fig. 42). Les exemples de ce genre ne sont pas moins instructifs au point de vue physiologique qu'au point de vue morphologique. Ils montrent que, malgré l'influence des conditions de milieu si manifestes dans certains cas, les causes matérielles capables de déterminer deux branches homologues à évoluer, l'une en sporange, l'autre en support d'une zygospore, sont délicates; puisque deux ramifications de même ordre, de même âge, de même

Digitized by Google

taille, nées sur un même filament et au même niveau, soumises à des actions extérieures que nos moyens d'analyse les plus perfectionnés nous feraient considérer comme identiques, donnent naissance aux deux types opposés de corps reproducteurs.

Il nous paraît bien établi, par ces diverses considérations, que LE FILAMENT QUI PORTE LES BRANCHES COPULATRICES DE LA ZYGOSPORE EST L'HOMOLOGUE DU SUPPORT D'UN SPORANGE, et comme corollaire, que LES BRANCHES COPULATRICES, HOMOLOGUES ENTRE ELLES, LE SONT AUSSI DU SUPPORT D'UN SPORANGE PRODUIT PAR UNE RAMIFICATION D'ORDRE PLUS ÉLEVÉ.

Formation des gamètes. — Une cloison transversale isole, dans chaque branche copulatrice, la partie terminale destinée à former la zygospore. Nous appellerons gamète cette cellule terminale, pour éviter toute périphrase, mais sans rien préjuger de la nature sexuelle de l'acte dont la zygospore est le résultat. Contrairement à la cloison qui isole le filament grêle, celle-ci sépare à l'extrémité du tube un protoplasme très abondant. En ce qui concerne la branche droite, la plus grande masse de son contenu est enfermée dans le gamète; la cloison apparaît presque à la base de la branche, en sorte que la zygospore semblera parfois insérée directement sur le filament grêle. Dans la branche courbée en tenaille, et remplie d'un protoplasme condensé dans toute son étendue, une grande quantité de cette substance restera au-dessous de la cloison.

L'homologie établie précédemment entre le support du sporange et la branche copulatrice se poursuit entre le sporange *lui*-même et le gamète. Dans les deux organes, la cloison enferme à l'extrémité un copieux protoplasme de choix destiné à la reproduction. Dans les deux cas, et la même loi s'applique aux organes reproducteurs en général, la quantité de cette substance est assez fixe; ou du moins si, par la force des choses, elle est parfois réduite à un bien faible minimum comme dans le petit gamète, elle ne dépasse pas un certain maximum, quelle que soit la richesse du filament fructifère. Il en résulte que le gamète, aussi bien que le sporange, détermine l'axe, tout comme une fleur délicate à l'extrémité d'une tige volumineuse, et que l'excès de matériaux nutritifs forme des branches latérales. Les ramifications des bran-

Digitized by Google

ches copulatrices, qui se forment exclusivement dans le tube arqué, parce qu'il a seul du superflu, se trouvent ainsi ramenées au même type que les supports des sporanges latéraux. Il en est de même des filaments protecteurs des zygospores de *Phycomyces, Absidia, Mortierella.* Seulement une adaptation importante a imprimé à leur insertion une allure qui masque leurs réelles homologies, telles qu'elles sont trahies par *Mucor heterogamus.*

LA CLOISON QUI ISOLE LES GAMÈTES EST DONC HOMOLOGUE DE LA COLUMELLE ; les gamètes eux-mêmes ont la même origine et la même valeur morphologique que les sporanges. Les gamètes, par conséquent, ne sont pas des formations nouvelles, ayant une valeur spéciale et indéterminée, à laquelle on puisse, par hypothèse ou par définition, décerner d'emblée la qualité d'organe sexuel.

Caractères des gamètes. — L'inégalité entre les deux éléments formateurs de la zygospore se poursuit nécessairement dans les deux gamètes. Mais, bien loin que la différence sexuelle s'accentue entre eux, la nature semble faire tout ce qui est possible pour l'atténuer. La petite branche copulatrice donne en conséquence au gamète correspondant tout ce qu'elle possède et s'isole tout entière par une cloison située au voisinage de son insertion sur le filament grêle. Néanmoins, le plasma séparé par ce phénomène n'est pas égal à la moitié de la quantité consacrée à former la zygospore ; aussi la grosse branche donnera-t-elle un gamète plus volumineux. Cette inégalité est trophique dans son origine, comme celle des branches copulatrices elles-mêmes ; par suite, elle est de nature végétative et non reproductrice. Pas plus que les branches copulatrices elles-mêmes, LES GAMÈTES, quoique inégaux, NE PRÉSENTENT DONC PAS DE DIFFÉRENCE SEXUELLE.

Le gamète né à l'extrémité de la branche courbe par une cloison, dont la direction approche de la verticale, entrera tout entier dans la zygospore. Il se comporte donc comme celui des autres Mucorées à branches arquées, et non comme celui des Syncéphalidées. On pouvait le prévoir *a priori.* Les deux types opposés que présentent les gamètes des branches courbes sont déterminés par une même influence. La production de la zygospore exige l'accumulation d'une quantité donnée de matière formative. Les

Digitized by Google

mors puissants des Mucorées y suffisent aisément ; ceux des Syncéphalidées, bien plus grêles, doivent s'y reprendre à deux fois. La quantité de plasma nécessaire comme première mise de fonds de la zygospore ne peut être isolée que par des cloisons séparant une certaine longueur des deux tubes. La cellule en U qui en résulte a une forme bizarre, comme le remarque M. Van Tieghem, et de plus défavorable pour un organe conservateur, auquel la forme sphérique donne le moins de prise possible de la part des agents extérieurs, et par suite réalise déjà en partie la protection nécessaire aux spores durables. Le protoplasme s'accumule au sommet qui se renfle en boule et s'isole des deux branches de l'U par de nouvelles cloisons. La zygospore des Syncéphalidées se comporte ici comme les chlamydospores mycéliennes, dans les cas où la cellule devient trop grande pour son contenu ; le protoplasme se concentre et se barricade derrière de nouvelles membranes. Nous décrivons plus loin ce phénomène dans les chlamydospores de *Mucor circinelloides*. Le recloisonnement et la contraction du protoplasme qui en est le point de départ sont donc des phénomènes indépendants de la reproduction sexuelle et liés à de simples influences trophiques. Ils sont incompatibles avec la vigueur de la grosse branche copulatrice de *Mucor heterogamus*.

Formation de la zygospore. — Les gamètes ne tardent pas à se souder par leur extrémité (fig. 44) aplatie en un large disque d'adhérence. La cloison mitoyenne se résorbe rapidement sans laisser de trace ; et l'on a une jeune zygospore dont la paroi est aussi mince et aussi lisse que celle des suspenseurs. Le protoplasme a conservé le même aspect que précédemment. Il est compacte, dépourvu de vacuoles ; il ne subit aucune contraction susceptible de rappeler la rénovation, qui est considérée comme un caractère essentiel de la conjugaison [1]. En se basant sur cette définition, et sur ce fait que les protoplasmes ne paraissent pas se repétrir en une masse unique, on appellera plutôt la formation de la zygospore par simple résorption de la membrane mitoyenne une anastomose qu'une conjugaison. Il nous a semblé que les

1. VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*, p. 582.

Digitized by Google

noyaux restaient multiples comme dans les supports ; mais la densité du protoplasme ne nous a pas permis d'en constater la présence aussi sûrement que dans le filament grêle et nous donnons cette observation sous toute réserve.

La jeune zygospore a la forme d'une cornue, dont le col aurait été brisé à la base. Le col est représenté par la portion provenant du petit gamète. Cette dernière fait partie de la zygospore au même titre que la portion renflée. L'UNE DES CELLULES N'ABSORBE PAS L'AUTRE ; mais toutes deux s'accroissent simultanément. Si donc on voulait comparer la zygospore à l'œuf résultant d'une véritable fécondation, on serait forcé de reconnaître aux deux conjoints le sexe femelle. Mieux vaut admettre l'absence de sexes.

La zygospore ne garde pas longtemps sa forme irrégulière ; elle grandit rapidement et s'arrondit, en sorte que, sur l'élément mûr, le bec a complètement disparu. Cette circonstance prouve que les deux cellules sont également vivaces et combinent leur activité pour former la zygospore, qui remplira tout l'espace situé entre les deux cloisons qui isolent les suspenseurs.

M. Bainier a rencontré chez *Mucor racemosus* des zygospores présentant à la maturité l'aspect de la zygospore très jeune de *Mucor heterogamus* [1]. Mais cette apparence est due à une cause différente : « Quelquefois », dit l'auteur, « la zygospore est formée simplement aux dépens de l'une des cellules conjuguées, qui a absorbé le contenu de l'autre cellule ; la zygospore se forme plus près d'une des cloisons, de sorte qu'il n'y a qu'un anneau du côté opposé [2]. » Ce cas révèle une tendance à la suppression d'un gamète et à la formation d'azygospores. On sait que les azygospores existent seules chez *Mucor tenuis*, forme très voisine de *Mucor racemosus*. En un mot, il s'agit d'une tendance à l'apogamie ; et, tandis qu'un gamète fait tous les frais pour produire la zygospore, l'autre, resté sans fonction, s'atrophie ; son contenu passe dans le premier et sa membrane devient dès le début inextensible. Il se passe alors ce qui se passe à la base des branches copulatrices des Syncéphalidées ; la portion renflée de la zygospore se sépare de la portion tubulaire qui la supporte.

1. *Loc. cit.*, pl. XVIII, fig. 6.
2. *Loc. cit.*, p. 352.

Digitized by Google

Chez *Mucor heterogamus,* au contraire, IL N'Y A AUCUNE TENDANCE A L'APOGAMIE, bien que tout semble disposé pour la provoquer. L'inégalité des gamètes, liée à des conditions trophiques, n'entraîne nullement l'incapacité fonctionnelle du plus petit, et n'en rend pas l'intervention active moins nécessaire dans la formation de la zygospore. Il n'était petit que par défaut d'aliment; et il n'en avait pas moins le pouvoir d'absorber tous les matériaux placés à sa portée, comme on en juge par l'épuisement total du filament grêle. Dès que son abouchement avec le gamète volumineux lui permet de bénéficier des apports considérables puisés dans le suspenseur de son conjoint, il offre dans son développement une telle concordance avec ce dernier que dans la zygospore mûre et même à un stade relativement précoce, on ne saurait discerner ce qui provient de chaque cellule anastomosée.

Accroissement de la membrane de la zygospore. — A la suite de la résorption de la membrane mitoyenne, les protoplasmes communiquent largement sans se contracter. Bientôt la membrane du symplaste se plisse, de manière à émettre de nombreuses protubérances creuses, en forme de verre de montre, encore incolores et d'épaisseur uniforme (fig. 27-30).

Un épaississement annulaire apparaît à la base de chaque saillie et se colore en brun (fig. 31). Le sommet de l'éminence continue seul à croître ; étranglé par l'anneau basilaire rigide, il s'étire en pointe ou se renfle en bouton (fig. 32, 33), comme la conidie d'*Entomophthora glæospora* au delà de la portion rigide du tube ; puis il noircit complètement.

Le réseau cellulosique qui entoure les protubérances primitives conserve plus longtemps son activité et continue seul à réaliser l'augmentation superficielle de la membrane, à l'exclusion des pointes noires désormais inextensibles. Ce réseau s'incruste à son tour de matière brune, mais inégalement dans les divers points de son étendue. Par son accroissement exagéré dans certaines aires, il soulève par groupes les denticules primaires et forme les dents définitives à base étoilée et à pointements multiples.

De nouvelles quantités de cellulose apposées à la surface interne épaississent la membrane en comblant les creux des denti-

Digitized by Google

cules, en sorte qu'à ce moment la membrane est beaucoup moins accidentée en dedans qu'en dehors. Les portions différenciées en dernier lieu noircissent encore, ainsi que les restes de la membrane interposés aux verrucosités. On peut ainsi distinguer deux zones fortement colorées, mais parfois d'une façon différente. Dans *Mucor Mucedo*, en particulier, les éminences brun jaunâtre contrastent nettement avec la couche d'un noir violacé qui les supporte et dont on parvient parfois à les séparer.

Les tympans d'insertion des cellules anastomosées s'épaississent peu, mais deviennent néanmoins très résistants. Ils se colorent beaucoup moins que le reste, si ce n'est à leur centre, qui prend généralement une teinte foncée.

Quand le réseau cellulosique interposé aux verrucosités s'est coloré en brun, la croissance superficielle est terminée. Ce résultat est acquis chez *Mucor heterogamus* moins de vingt-quatre heures après l'anastomose (cultures cellulaires); les diverses phases que nous venons d'indiquer se succèdent donc rapidement. Le développement de la substance noire et inextensible est parfois accéléré, et la zygospore, frappée d'un arrêt de croissance, se trouve fixée définitivement dans des formes et des dimensions variables. On rencontre des zygospores entièrement noires au stade des saillies en verre de montre (fig. 34), d'autres au stade des denticules simples, d'autres au stade où les denticules groupés dans un soulèvement commun sont encore distincts. Ces différences dans la forme définitive des zygospores de *Mucor heterogamus* correspondent peut-être à des états constants dans d'autres Mucorinées. Et, de fait, ces divers aspects ont été décrits comme spécifiques, principalement par M. Bainier [1]. Les dimensions définitives de la zygospore de *Mucor heterogamus* oscillent entre 45$^{\mu}$ et 150$^{\mu}$ de diamètre ; leur volume varie donc dans l'énorme proportion de 1 à 37. Des différences analogues s'observent dans la plupart des Mucorinées, ainsi que M. Bainier l'a également constaté.

A la fin de ce premier stade du développement, le protoplasme

1. Bainier, *Sur les zygospores des Mucorinées.* (*Ann. sc. nat.; bot.*, 6^{e} série, t. XV, 1883.) — *Nouvelles observations sur les zygospores des Mucorinées.* (*Ann. sc. nat.; bot.*, 6^{e} série, t. XIX, 1884.)

Digitized by Google

est exactement appliqué à la membrane et se moule sur les anfractuosités aiguës qui correspondent à chaque groupe de denticules. En brisant la membrane dans l'acide osmique, on parvient parfois à isoler le corps protoplasmique. On voit qu'à part sa couche membraneuse périphérique, il ne possède pas à ce moment d'autre membrane que sa coque noircie et cassante, et que cette dernière est encore la vraie et unique membrane propre de la zygospore.

Le protoplasme modifie ensuite lentement sa constitution, comme dans tous les organes de vie latente. Parmi les produits de cette élaboration, les composés ternaires occupent une place importante ; ils s'accumulent au centre sous forme de graisse, et à la périphérie ils épaississent notablement la membrane, de même que, dans diverses cellules des plantes supérieures, des strates d'une nouvelle nature s'apposent à la membrane *primitive* au fur et à mesure que le protoplasma se différencie. La membrane n'acquiert sa structure définitive qu'au bout d'un mois à six semaines chez *Mucor heterogamus ;* à partir de cette époque, les couches internes élastiques sont faciles à isoler de la portion primordiale cassante : cette dernière ne s'est pas sensiblement modifiée.

La membrane dont on a séparé la zone extérieure noire se montre composée de couches aussi nettement différenciées entre elles qu'elles peuvent l'être dans leur ensemble à l'égard de la coque rigide. En négligeant les renseignements fournis par la genèse de la zygospore, ce n'est pas deux membranes qu'on devrait y reconnaître, mais un nombre bien plus élevé.

Cet ensemble de couches que l'on appelait membrane propre ou membrane cartilagineuse est lisse intérieurement, hérissé extérieurement de verrues simples, peu accusées à la maturité chez *Mucor heterogamus*. Généralement incolore, jaune chez *Thamnidium elegans*, d'après M. Bainier, cette portion de la membrane est teintée de noir violacé dans notre *Mucor*.

Au contact de la zone rigide, il se différencie une mince cuticule facilement isolable par l'acide sulfurique. La cuticule se moule sur les verrues et en conserve l'empreinte après séparation. Son épaisseur uniforme atteint à peine 1$^{\mu}$. Lisse dans beaucoup d'es-

Digitized by Google

pèces, la cuticule est ornée, chez *Mucor heterogamus*, de stries sinueuses, colorées en brun, très rapprochées, donnant à la surface un aspect moiré d'une grande élégance. Ces ondulations sont sans rapport avec les protubérances ; c'est à elles que la spore décortiquée doit sa coloration (fig. 35).

La face interne de la membrane est tapissée par une mince couche cellulosique, d'aspect granuleux, qui seule se colore en brun rougeâtre par l'acide sulfurique et l'iode, et en violet, comme les membranes des mors anastomotiques, sous l'influence de l'hématoxyline.

La masse principale, interposée à la cuticule et à la zone cellulosique, est incolore, stratifiée, mesurant 7-8$^{\mu}$ d'épaisseur dans *Mucor Mucedo*, 3-3$^{\mu}$,5 dans une zygospore de taille moyenne de *Mucor heterogamus*. Elle comprend deux zones principales, dont l'extérieure est la plus épaisse. Toutes deux se gonflent énormément par l'acide sulfurique. Si l'action est brusque et l'acide concentré, la membrane, débarrassée préalablement de la coque rigide, est comprimée par la cuticule et se dilate vers l'intérieur. La tension du protoplasme s'opposant à cette progression, la cuticule crève en un point situé comme pour la germination entre les deux tympans d'insertion ; et la portion gonflée fait hernie au dehors, tout en expulsant le contenu jusqu'à oblitération totale de la cavité (fig. 53). Finalement, les zones gélifiées se dissolvent elles-mêmes. Une action ménagée de l'acide sulfurique convenablement dilué montre que les couches internes de la portion gonflée, séparées nettement des couches externes, sont plus lentement solubles (fig. 54).

Par la potasse, la zone interne se gonfle plus que l'externe. En même temps, elle s'en distingue par une coloration jaunâtre. Elle en diffère aussi par son élasticité moindre. En exerçant sur une zygospore de *Mucor Mucedo* une faible pression par l'intermédiaire de la lamelle couvre-objet, nous avons pu fragmenter cette zone interne en nombreux éclats à cassure vitreuse, tandis que l'externe, restée intacte, agissait concurremment avec la tension du protoplasma, pour maintenir les débris en place (fig. 55, 56). De plus, il était aisé de reconnaître, dans la couche interne, deux régions dont les brisures se contrariaient. La couche externe ren-

Digitized by Google

ferme une strate plus accusée que les autres et que l'on peut suivre dans tout le pourtour.

Comme la cuticule perd sa netteté sur les préparations traitées par la potasse, on pourrait supposer qu'elle s'est gonflée pour constituer la zone externe plus élastique, ou tout au moins la portion de cette zone limitée par le premier cercle qui se distingue à peu de distance de la périphérie. Mais nous observons que sur les exemplaires non gonflés les deux bords de la cuticule sont parallèles, de façon que cette enveloppe se moule sur toutes les saillies des couches plus profondes (fig. 52). D'ailleurs, la réaction suivante démontre d'une façon préremptoire que la cuticule ne s'est pas gonflée. A la suite de l'action de la potasse, on lave la zygospore dans la glycérine ; puis on la porte dans une goutte d'acide sulfurique. La cuticule éclate aussitôt en divers points et les portions internes, fortement dilatées, viennent faire hernie par ces boutonnières. La cuticule qui les maintient dans le reste du pourtour se relève et devient très apparente au niveau de ces déchirures. On fixe la préparation à cet état en la portant aussitôt dans la glycérine (fig. 57).

On voit par la description qui précède, que la ZYGOSPORE POSSÈDE UNE MEMBRANE UNIQUE, à croissance centripète, à différenciation profonde. Les cinq zones principales qu'on y distingue, formées par un seul et même corps protoplasmique, constituent un tout aussi indivisible que la membrane compliquée d'une téleutospore d'Urédinée ou d'un grain de pollen à développement discontinu. Nous avons pu étendre ces conclusions à diverses Mucorinées[1].

Nous n'avons pas observé la germination de la zygospore de *Mucor heterogamus* ; mais comme la spore adulte présente les mêmes caractères que dans les autres Mucorinées, nous ne doutons pas qu'elle ne se comporte à cet égard comme ces dernières.

La sexualité chez les Mucorinées. — Nous terminerons l'étude de ce type aberrant de Mucorinées en examinant la question de la sexualité dans la famille. Si l'on définit la sexualité uniquement par son rôle physiologique, à savoir : l'union de deux éléments en un élément spécial destiné à reproduire l'espèce, on ne peut

1. *Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXXII, p. 330. 1886.

Digitized by Google

refuser cette valeur à la zygospore. Mais les sclérotes, dans la formation desquels intervient l'anastomose d'un grand nombre de filaments, ont le même rôle ; et leur origine ne présente avec la zygospore que la différence du composé au simple.

Nous avons vu que l'origine des branches copulatrices de *Mucor heterogamus* est absolument la même que celle des boucles de *Cantharellus*. Or, la formation, des boucles n'a aucun lien actuel avec la fécondation ; et l'on ne peut en soupçonner un quelconque, qu'à la condition de voir dans la sexualité une propriété générale de toutes les cellules, plus générale même que celle que M. Ed. Van Beneden admet au sujet des feuillets germinatifs des animaux, puisque chez les Champignons chaque cellule serait pour ainsi dire hermaphrodite ; et de fait, ce qui se passe, selon M. Eidam, chez les *Basidiobolus* donne quelque appui à cette hypothèse. « C'est un caractère propre du genre *Basidiobolus,* dit cet éminent mycologue, que des rangées entières de cellules mycéliennes se transforment simultanément en gamètes, tandis que, chez les autres Entomophthoracées, la copulation est d'abord localisée en des points déterminés des hyphes [1]. » Ce fait, signalé dans un Champignon qui est peut-être le plus inférieur de ceux qui peuplent la nature actuelle, est d'une importance capitale. Cette importance s'accroît encore par l'interprétation que l'on peut donner à la formation de crochets qui précède la naissance des zygospores. Par son origine comme par sa situation le crochet est un rudiment de conidiophore ; mais la formation de la zygospore ne laisse pas cet appareil de dissémination se parachever. Une faible partie du cytoplasme et du noyau lui est seule abandonnée. Si les rudiments de conidiophores se développaient plus vite, tout le protoplasme y passerait ; et la zygospore, nécessaire à l'espèce comme organe conservateur, puisque la conidie joue un rôle purement disséminateur, ne pourrait résulter que de l'anastomose des deux filaments conidiophores. C'est précisément le cas de *Mucor heterogamus,* où la zygospore provient de l'union de deux rameaux qui, par leur homologie avec les supports des sporanges, correspondent aux conidiophores des Entomophthorées, et par suite à leurs

1. *Loc. cit.,* p. 241.

Digitized by Google

crochets. Les Algues conjuguées offrent des phénomènes parallèles aux précédents : la zygospore de *Mesocarpus pleurocarpus* naît au point de jonction de deux appendices apparus comme les crochets de *Basidiobolus,* tandis que celle de *Spirogyra quadrata* se forme aux dépens d'une cellule, qui a reçu par l'intermédiaire d'un canal ayant une semblable origine, le contenu d'une cellule voisine appartenant au même filament.

Dans les ordres supérieurs de Champignons, la centralisation de l'organisme est plus grande, et la fonction reproductrice se localise dans l'hyménium ou dans les conidies. Les cellules du reste de la plante ont perdu la faculté reproductrice, abstraction faite de l'acte sexuel, dont plusieurs observateurs autorisés admettent un vestige au début de la formation du fruit. Les organes végétatifs émettent dans bien des cas des boucles, appareils énigmatiques qui sont pour nous un organe survivant à sa fonction.

Pour résumer notre opinion sur ce point d'anatomie comparée, nous dirons que LA ZYGOSPORE DE *Mucor heterogamus* EST FORMÉE DE PARTIES HOMOLOGUES AUX CROCHETS DE *Basidiobolus Ranarum* ET AUX BOUCLES DES CHAMPIGNONS SUPÉRIEURS. Mais ces portions équivalentes sont adaptées à la production des zygospores dans notre espèce, ne le sont pas encore dans le *Basidiobolus,* ne le sont plus chez les grands Champignons. Il en résulte que L'ADAPTATION A LA FONCTION SEXUELLE PEUT FRAPPER DES ORGANES HÉTÉROLOGUES. Bien que les liens qui unissent la zygospore de *Mucor heterogamus* à celle de *Basidiobolus* soient apparents, il n'en est pas moins vrai que ces organes ne sont pas rigoureusement homologues. Nous regarderions comme plus comparables à notre espèce *Lamia Culicis,* dont les chronispores sont, d'après M. Nowakowski, des azygospores asexuées, résultant d'un simple renflement du sommet des hyphes, tout comme les conidies.

Parmi les Mucorinées il est d'autres espèces dont les zygospores offrent avec les sporanges une homologie presque aussi certaine que *Mucor heterogamus.* Tel est *Sporodinia grandis,* où les deux sortes d'organes reproducteurs naissent sur des filaments dressés et dichotomes. Telles sont probablement la plupart des Mucorinées à zygospores aériennes. Mais ailleurs les zygospores sont produites

Digitized by Google

directement sur un filament rampant et semblent tout d'abord dépourvues d'homologie avec celles de notre plante.

Cette profonde divergence entre l'origine des zygospores des différentes espèces de Mucorinées résulte en réalité d'une adaptation dont quelques exemples révèlent le point de départ. C'est certainement la fonction qui fait l'organe ; mais ce n'est pas elle qui en assure toujours la persistance. En d'autres termes, un nouveau caractère de structure n'a été acquis que par une réaction spéciale de l'organisme, par une adaptation à des influences de milieu ; il peut se maintenir par hérédité en vertu d'une sorte d'habitude contractée par l'organisme et de son indifférence même, alors que les conditions qui ont présidé à son apparition ont disparu sans retour. Dans les niveaux supérieurs de l'échelle des êtres, on trouve, à côté des caractères directement liés aux conditions biologiques de la plante et actuellement soumis à des variations dites épharmoniques, d'autres caractères bien moins modifiables et que l'on taxe de phylétiques. Ces expressions devenues courantes sont dues à M. Vesque. Plusieurs fois déjà nous avons fait remarquer que les caractères phylétiques et épharmoniques diffèrent de degré, non de nature, puisque TOUT CARACTÈRE PHYLÉTIQUE A ÉTÉ D'ABORD ÉPHARMONIQUE, et qu'il n'y a pas entre eux de limite absolue. Chez les Champignons la fixité des caractères phylétiques est à son moindre degré ; et l'anatomie comparée montre, dans un domaine relativement restreint, l'adaptation modifiant les caractères de cette nature et indiquant à quel ordre d'influences ils ont dû leur apparition.

Si la zygospore formée à la surface et même à l'intérieur du substratum peut aussi bien remplir son rôle que celle qui s'est produite en l'air, le sporange, au contraire, organe disséminateur, se forme constamment sur des filaments dressés. LES TUBES SPORANGIAUX DIFFÈRENT DU MYCÉLIUM PAR UNE ADAPTATION ANALOGUE A CELLE QUI MODIFIE UNE HAMPE FLORALE A L'ÉGARD D'UN RHIZOME. Le filament grêle de *Mucor heterogamus* est une portion de tube sporangial reprenant les propriétés du mycélium sous une influence trophique. Réciproquement, les tubes sporangiaux de divers *Piptocephalis*, etc., se présentent comme de simples filaments mycéliens redressés à leur extrémité. A cette transformation normale des

Digitized by Google

tubes mycéliens et sporangiaux l'un dans l'autre nous pouvons ajouter que, dans les cultures serrées de *Mucor* vulgaires, les tubes sporangiaux abattus redeviennent mycéliens et émettent des rameaux végétatifs en différents points, parfois à la base même de la columelle. L'étroite affinité des tubes sporangiaux et des tubes mycéliens est donc démontrée. Il en résulte que l'hétérologie entre les zygospores qui naissent à la surface ou à l'intérieur du substratum, et que nous appellerons pour abréger zygospores mycéliennes, et les zygospores qui naissent sur des filaments dressés et que nous nommerons zygospores sporangiales, est relativement moins étendue qu'on ne serait tenté de le croire.

Nous allons même trouver dans le genre *Pilobolus* une relation constante entre les azygospores mycéliennes et les sporanges. On ne s'est pas expliqué jusqu'ici la signification de l'apophyse mycélienne, qui existe seulement chez les *Pilobolus* et manque dans le genre voisin *Pilaira,* où les zygospores sont répandues. L'apophyse est homologue du suspenseur des azygospores signalées chez *Pilobolus crystallinus* (?) par MM. Coemans, de Bary, Roze et Cornu, mieux étudiées par M. Van Tieghem chez *Pilobolus nanus*. Remarquons en passant que ces formations ont été longtemps considérées comme des chlamydospores et que cette opinion est reproduite par M. Bainier[1] dans un travail récent, ce qui montre les rapports étroits qui relient les conidies aux zygospores. Une cloison sépare l'apophyse mycélienne de l'extrémité renflée et arquée du tube, qui se revêt directement d'une coque rigide si elle doit former une azygospore. Dans le cas contraire, le renflement, moins incurvé que précédemment, peut s'épuiser dans la formation immédiate d'un nouveau mycélium, comme s'il s'agissait d'une germination anticipée de l'azygospore. Plus fréquemment, il émet bientôt des rhizoïdes et un tube vertical terminé par un sporange. Le sporange de *Pilobolus* est revêtu d'une calotte rigide, noire ou jaune brun, analogue à la coque des zygospores et capable de servir aux spores de bouclier après leur projection. ON TROUVE DONC RÉUNIS EN UN MÊME APPAREIL LE SPORANGE, LES DEUX RÔLES, CONSERVATION ET DISSÉMINATION, QUI,

1. *Loc. cit.*, p. 77.

Digitized by Google

CHEZ LA PLUPART DES MUCORINÉES, SONT DISSOCIÉS DANS LE TEMPS ET DANS L'ESPACE PAR LA PRODUCTION DES ZYGOSPORES DISTINCTES DES SPORANGIOSPORES ; c'est là sans doute ce qui entraîne la régression des zygospores chez ces plantes.

La concordance entre le tube sporangial qui naît chez *Pilobolus* du renflement isolé par la cloison de l'apophyse mycélienne et celui qui se forme à la germination des zygospores ordinaires des *Mucor*, se poursuit dans une anomalie qui, pour être rare, n'en est pas moins instructive. Chez *Mucor Mucedo*, MM. Van Tieghem et Le Monnier ont « vu plusieurs fois une cloison se faire vers le tiers de la longueur du filament principal à partir de sa base, et sous cette cloison partir une branche puissante qui se termine aussi par un gros sporange[1] ». Nous avons fait la même observation sur un *Pilobolus Kleinii*, V. Tieg., recueilli dans un pâturage. Entre la cloison de l'apophyse et la columelle, le tube présentait une cloison transversale, sous laquelle était né un tube latéral terminé par un sporange. Ce tube latéral ne présentait à son origine ni cloison ni apophyse ; et ce fait suffirait à prouver que L'APOPHYSE ET LE RENFLEMENT INFÉRIEUR SONT ÉTRANGERS AU FILAMENT SPORANGIAL dans les cas ordinaires. C'est probablement à un cas analogue que fait allusion M. Bainier, quand il dit du support de *Pilobolus roridus* : « Quelquefois il présente la curieuse propriété de se bifurquer et dans ce cas deux sporanges distincts naissent l'un après l'autre[2]. » Bien qu'il soit question d'une « bifurcation » et que la cloison transversale ne soit pas signalée, le fait que les sporanges « naissent l'un après l'autre » semble indiquer que, comme dans notre observation, l'un d'eux était latéral.

La fructification de *Pilobolus*, où un sporange se substitue à la zygospore ébauchée, affecte donc à l'égard de celle des autres Mucorinées les mêmes rapports que les basides à l'égard des asques[3]. Dans diverses Ascomycètes les ascospores principalement conservatrices donnent en germant des conidies essentiellement

1. *Loc. cit.*, p. 40 du tirage à part.

2. *Loc. cit.*, p. 80.

3. Voyez notre Mémoire : *Sur le polymorphisme des Pézizes.* (*Association française pour l'avancement des sciences.* Congrès de Nancy, 1886.)

Digitized by Google

disséminatrices. Dans les Basidiomycètes, les spores, dont l'ébauche par la division répétée du noyau de la baside concorde avec celle des ascospores dans l'asque, émigrent immédiatement dans les basidiospores, qui joignent au rôle disséminateur des conidies un appareil protecteur aussi efficace que celui des ascospores.

L'appareil reproducteur de *Pilobolus* montre clairement un appareil sporangial prenant directement la place d'une zygospore. Mais comme le support de celle-ci est mycélien, le renflement terminal ne peut pas fonctionner comme sporange. Il émet alors un tube sporangial, à l'extrémité duquel apparaîtra une nouvelle cloison jouant le rôle de columelle, tout comme le gamète allongé des Syncéphalidées forme, par un phénomène d'adaptation, une nouvelle cloison isolant la zygospore. La columelle des *Pilobolus* correspondrait donc plus directement au tympan d'insertion des zygospores de Syncéphalidées, qu'à celui des autres Mucorinées, *si* le tube sporangial termine le filament mycélien. Mais, dans bien des cas, ce tube est nettement latéral par rapport à la cellule qui suit l'apophyse mycélienne; et alors LE TUBE FRUCTIFÈRE SUBSTITUÉ A LA ZYGOSPORE EST UN RAMEAU D'ORDRE IMMÉDIATEMENT SUPÉRIEUR A L'ÉGARD DU SUSPENSEUR DE CETTE DERNIÈRE. Il était d'ordre immédiatement inférieur chez *Mucor heterogamus*. Voilà à quoi se réduit la différence entre les zygospores mycéliennes et les zygospores sporangiales de ces deux espèces.

Ainsi chez *Mucor heterogamus* LA FONCTION LIÉE A LA SEXUALITÉ EST LOCALISÉE DANS DES ORGANES DONT LES HOMOLOGUES, CHEZ PLUSIEURS MUCORINÉES, SONT DES SPORANGES, ET DANS DES GROUPES VOISINS (Entomophthorées, Basidiomycètes) SONT DES ORGANES PUREMENT VÉGÉTATIFS.

D'autre part, le phénomène de RÉNOVATION, par lequel on distingue l'anastomose de la conjugaison et dont on a voulu faire un criterium de la sexualité, manque chez toutes les Mucorinées étudiées. Nous observerons toutefois que ce criterium est plus théorique que pratique. Ne voyons-nous pas dans la plupart des sporanges, chez les Ascomycètes aussi bien que chez les Mucorinées, le protoplasme se condenser pour la formation des spores et se revêtir de membranes nouvelles? Aucune conjugaison ne préside à cette rénovation cellulaire. Il y a plus: on trouve des

Digitized by Google

phénomènes analogues chez les Phanérogames. En automne, les petites branches de la vigne-vierge sont caduques. Aux articulations, on voit des cellules blanches, vésiculeuses, d'aspect farineux. Dans plusieurs d'entre elles, le protoplasme s'est retiré vers le centre sous forme d'une boule munie d'une enveloppe spéciale, tandis que le reste de la cavité, rempli d'air, donne la couleur blanche à la poussière constituée par les cellules.

La rénovation n'existe pas au moment de l'union des gamètes; elle fait également défaut à la germination. M. Van Tieghem s'est déjà prononcé sur ce point en ces termes: « Quand ils ont traversé une période de vie latente, les œufs et les spores subissent parfois, au moment de germer, une véritable rénovation totale. La membrane primitive est rejetée tout entière et le corps protoplasmique modifié s'entoure d'une membrane nouvelle, soit..., soit à l'intérieur de la membrane ancienne avant de se développer au dehors (germination des œufs de Spirogyre, de *Mucor,* etc.)[1]. » Tout en remarquant que cette structure ne prouverait rien en faveur de la sexualité de la zygospore, puisque les spores asexuées sont mises, dans ce passage, sur la même ligne que les œufs, nous ajouterons qu'une zone étroite, sensible à l'iode, préexiste de longtemps à la germination; et c'est cette « mince couche interne qui s'allonge en tube au dehors », comme l'avaient reconnu depuis longtemps MM. Van Tieghem et Le Monnier, et non pas une membrane nouvelle. L'absence de rénovation éloigne la zygospore des Mucorinées de celle des Algues conjuguées.

De plus, M. Van Tieghem observe que la zygospore déjà formée continue à croître aux dépens de ses suspenseurs; et il en conclut que la zygospore n'est pas un œuf, mais un embryon. Il vaut peut-être mieux conclure que CETTE ANASTOMOSE, qui n'arrête pas la croissance du symplaste, EST ENTIÈREMENT DISTINCTE DE TOUS LES ACTES SEXUELS PRÉSENTÉS PAR LES AUTRES PLANTES, bien qu'elle atteigne le même but. La limite qui sépare ici les deux générations ne ressemble pas à celle des cas ordinaires.

L'autonomie morphologique de la zygospore des Mucorinées

1. *Traité de Botanique,* p. 581.

Digitized by Google

ressort plus nettement encore d'une dernière considération que la connaissance de *Mucor heterogamus* peut seule mettre en lumière : c'est que LES MUCORINÉES N'ONT AUCUNE TENDANCE A LA DIFFÉRENCIATION SEXUELLE. Le champ restait ouvert aux hypothèses, tant que les inégalités connues entre les gamètes étaient peu sensibles et leur origine difficile à éclairer par les faits. Pourtant, on entrevoyait déjà une profonde divergence entre ces organes sexuels et ceux des Oosporées. Le passage suivant, conclusion du Mémoire plusieurs fois cité, exprime les idées de M. Eidam sur ce point : « La formation des zygospores de Mucorinées.... se relie bien plus directement à la disposition des chronispores d'Entomophthorées qu'à la formation des oospores de Péronosporées. Les inégalités de taille, qui se présentent çà et là comme l'expression d'une différence sexuelle du degré le plus inférieur, existent sous des aspects correspondants dans les deux familles : chez *Conidiobolus* et *Basidiobolus* par l'inégalité des gamètes eux-mêmes, chez diverses Mucorinées par celle des suspenseurs. Je considère avec de Bary [1] les chronispores des Entomophthorées comme de vraies zygospores dont l'origine ne concorde pas avec les processus complexes de fécondation des oospores [2]. » L'étude que nous venons de faire établit clairement que l'inégalité des gamètes signalée chez *Syncephalis,* ou la simple hétérochronie qui s'observe chez *Rhizopus* et *Phycomyces,* pas plus que chez l'espèce où le contraste est poussé à l'extrême, ne tend en rien à donner à l'un d'eux le rôle fécondateur en conservant à l'autre seul le sexe femelle. Les arguments développés ci-dessus montrent assez qu'IL S'AGIT DE DIFFÉRENCES PUREMENT TROPHIQUES.

Si, d'autre part, nous observons que les *Mucor* les plus vigoureux sont absolument isogames, tandis que le délicat *Mucor heterogamus* porte à l'extrême la propriété inverse, il nous semblera difficile d'admettre l'hypothèse émise sous toutes réserves par M. Van Tieghem à propos de *Piptocephalis,* et suivant laquelle l'isogamie exprimerait une dégradation en rapport avec la vie parasite [3]. Rien ne justifie l'opinion qui considère l'isogamie

1. *Vergl. Morphol. und Biol. der Pilze,* p. 170. 1884.
2. *Loc. cit,* p. 241.
3. *Nouvelles Recherches,* p. 143.

Digitized by Google

comme une imperfection relative, tant qu'il n'est pas démontré que l'inégalité des cellules qui s'unissent est bien une différence sexuelle. Or cette preuve n'est rien moins qu'établie. Nous CONSIDÉRONS DONC L'ÉGALITÉ ET LA CONCORDANCE DE RÔLE DES GAMÈTES COMME L'ÉTAT TYPIQUE, LE CARACTÈRE PRIMORDIAL DE L'APPAREIL SEXUEL DES MUCORINÉES. L'hétérogamie est un phénomène accidentel, qui n'a rien à voir avec la fonction de l'organe, et qui résulte des conditions nutritives des branches formant les gamètes.

Il n'est pas à dire que la nature n'utilisera pas chez certaines plantes cette différence morphologique absolument fortuite dans son origine, pour adapter chaque partie à un rôle spécial. Tout ce que nous pouvons affirmer, c'est que tel n'est pas le cas des Mucorinées connues, pas même de *Mucor heterogamus*.

D'une façon plus générale, si nous envisageons toutes les propriétés auxquelles se distingue la sexualité dans les divers groupes de plantes, à savoir: origine aux dépens de parties distinctes de l'appareil végétatif, incapacité pour les gamètes ou pour l'un d'eux seulement de donner isolément une plante nouvelle, inégalité des gamètes, différence dans leur fonctionnement, déplacement ou immobilité d'un ou des deux gamètes, rénovation préalable, mélange intime des plasmas, rénovation à la germination, isolement trophique de l'œuf aussitôt après la conjugaison ; et si nous sommes forcés de reconnaître que de tous ces caractères, pas un seul n'est constant dans tous les cas, et qu'IL N'Y A D'INVARIABLE QUE L'UNION DE DEUX ÉLÉMENTS EN VUE DE LA REPRODUCTION DE L'ESPÈCE, notre conclusion sera: que LA SEXUALITÉ EST UN PHÉNOMÈNE GÉNÉRAL DES CORPS VIVANTS, AUQUEL SONT ADAPTÉES, comme à la fonction respiratoire par exemple, DES PORTIONS D'ORIGINE DIVERSE, qui peuvent ne présenter aucune homologie d'un groupe à l'autre.

Mucor neglectus, sp. nov. (Pl. IV, fig. 66-70.)

Nous avons rencontré un certain nombre de *Mucor* qui, d'après leur appareil sporangial, semblaient être des espèces nouvelles; mais nous ne jugeons pas utile d'encombrer la science de types mal connus et n'offrant aucun intérêt spécial. Nous ferons une

Digitized by Google

exception en faveur de *Mucor neglectus*, bien que nous en ayons observé un petit nombre d'exemplaires seulement et que nous ne l'ayons pas cultivé.

Mucor neglectus est une petite espèce, qui présente une uniformité remarquable dans la ramification des filaments stériles, des filaments à sporanges et des filaments à zygospores. Ces trois ordres de tubes forment des sympodes. Sous une cloison se montre une grosse branche latérale, qui bientôt se cloisonne à son tour et émet un nouveau rameau aussi volumineux qu'elle. Cette structure se montre dans des filaments purement végétatifs (fig. 66). Si le tube principal se termine par un sporange, une cloison apparaît encore à quelque distance et une branche née sous cette cloison continue comme un sympode le premier tube et se comporte comme lui (fig. 67). Nous avons remarqué ici, comme chez plusieurs espèces et notamment chez *Mucor circinelloides*, que le sporange d'une ramification plus élevée pouvait arriver à maturité avant un sporange d'ordre inférieur, peut-être même en déterminer l'avortement. Les spores, très petites, sphériques, mesurent 3$^{\mu}$ de diamètre (fig. 68).

On trouve des azygospores. Ces organes naissent à l'extrémité d'un filament recourbé et la branche sympodique insérée sous la cloison qui isole le suspenseur rejette ce dernier latéralement. Le filament sympodique se comporte comme les rameaux végétatifs ordinaires (fig. 69). Nous voyons donc que le support de l'azygospore est absolument homologue du support d'un sporange. Le suspenseur présente à son extrémité un renflement excentrique qui lui donne un aspect voisin de celui des branches en mors de tenaille (fig. 70). L'azygospore elle-même est sensiblement sphérique et mesure environ 54$^{\mu}$. Sa membrane est d'un jaune brun assez pâle, avec des plaques d'épaississement un peu plus sombres. Les excroissances rendent la surface ondulée, mais ne forment pas de denticules pointus. Le stade ultime de la formation de la membrane représente donc un état qui, chez *Mucor heterogamus*, correspond à un âge peu avancé.

Nous envisagerions volontiers l'azygospore de *Mucor neglectus* comme un type primordial aussi bien que celle de *Pilobolus nanus*, tandis-que celle de *Mucor tenuis* serait plutôt un dérivé par apo-

Digitized by Google

gamie. Cette azygospore, comme celle de certaines Entomophthorées, telles que *Lamia Culicis,* se substitue directement à l'appareil disséminateur, sporange dans un cas, conidie dans l'autre. Les zygospores auraient eu pour origine une division du travail adaptant le protoplasme accumulé dans des rameaux spéciaux, tantôt à la fonction disséminatrice, tantôt au rôle conservateur, sous forme de chlamydospores à coque épaissie. Plus tard, l'anastomose de deux semblables éléments aura assuré une concentration plus grande de matériaux dans le magasin de réserve et sera devenue le caractère distinctif entre cette sorte de chronispores et les autres appareils reproducteurs.

S'il en est ainsi, on s'explique la fréquence de l'apogamie chez les Mucorinées, puisque l'anastomose n'est qu'un perfectionnement et non pas l'essence de l'acte d'où résulte la chronispore. On s'explique aussi comment, dans les Mucorinées les mieux organisées et les plus vigoureuses, les gamètes sont identiques, sans que l'idée d'une différenciation même virtuelle entre eux soit en rien justifiée. On s'explique enfin que certains types présentent, comme *Mucor heterogamus,* des gamètes très inégaux par suite de simples influences trophiques. Cette espèce confirme nos conclusions suivant lesquelles LE PROCESSUS QUI, DANS LES PÉRONOSPORÉES, A DIFFÉRENCIÉ LES GAMÈTES EN MALE ET FEMELLE, NE SE PRÉSENTE A AUCUN DEGRÉ CHEZ LES MUCORINÉES CONNUES.

Mucor Mucedo, L. (Pl. III, fig. 49-57.)

On sait que *Mucor Mucedo* présente généralement des filaments sporangiaux simples ; mais que pourtant, dans certains cas, principalement quand les cultures sont envahies par des parasites ou qu'elles sont en souffrance pour d'autres motifs, les tubes se cloisonnent et émettent au-dessous de la membrane transversale un nouveau filament fertile.

Sur du jus d'orange placé dans un verre de montre et enfermé dans une boîte de zinc faisant l'office de chambre humide, nous avons obtenu, en semant les spores de *Mucor Mucedo,* une grande quantité de tubes ramifiés. Bien que la disposition des branches fût assez variable, elle répondait, dans un grand nombre d'exem-

Digitized by Google

plaires, au type bien connu de *Mucor circinelloides*. A quelque distance au-dessous du sporange terminal s'échappait, sous une cloison, un tube incurvé et terminé par un sporange. Dans les cas les plus simples, c'est tout ce qu'on observait ; parfois aussi le filament secondaire portait une cloison sous laquelle s'échappait le support fortement circiné d'un troisième sporange (fig. 49). L'incurvation semblait d'autant plus accusée que l'on observait un filament d'ordre plus élevé.

Malgré l'analogie du mode de ramification, ces plantes s'éloignaient beaucoup de *Mucor circinelloides* par leur grande taille, sans compter la consistance des parois sporangiales, qui constitue, même dans cette espèce, un caractère très variable. Les membranes des sporanges étaient fermes, non diffluentes, souvent hérissées d'aiguilles cristallines et se déchiraient sous la pression du couvre-objet. La forme elliptique des spores, leurs dimensions, les fossettes nombreuses dont leurs surfaces étaient criblées, aussi bien que l'ensemble de l'appareil végétatif et le mode de germination des spores ont montré, qu'à ces divers points de vue, ces plantes étaient identiques à *Mucor Mucedo*. Les cultures cellulaires pures ont reproduit exclusivement l'espèce commune avec ses caractères ordinaires et ses tubes sporangiaux simples. Il arrivait aussi, dans les exemplaires que nous venons de décrire, qu'un rameau latéral s'allongeait au delà des bords du verre de montre et, devenant rectiligne, reprenait les caractères du type. Ces filaments, incurvés seulement à la base, étaient surmontés d'un sporange tout à fait caractéristique de *Mucor Mucedo*. La columelle, souvent petite et conique dans le sporange terminal, prenait dans cet autre la forme allongée un peu renflée en massue. C'était le filament de second ordre qui se comportait ainsi ; car, sauf de bien rares exceptions, le filament de troisième ordre, quand il existait, était court et fortement circiné (fig. 49).

Nous avons rencontré aussi des exemplaires dont le premier filament sporangial lui-même était incurvé comme dans le genre *Circinella* (fig. 51).

Mucor Mucedo est susceptible d'imprimer encore d'autres variations à ses rameaux circinés. Ici la troisième branche naît à la base même de la deuxième ; là le raccourcissement est poussé à

Digitized by Google

l'extrême et deux branches s'échappent au même niveau du filament principal. Cette dernière disposition s'est trouvée compliquée d'une modification dans la texture du sporange. Dans plusieurs cas, en effet, les filaments latéraux naissaient à la base même du sporange. Ce dernier, épuisé sans doute par la formation des rameaux à son voisinage, était frappé d'un arrêt de développement; ou réciproquement, la naissance des rameaux résultait de la malformation des sporanges. La membrane conservant la couleur des filaments stériles ne possédait pas cette fragilité habituelle de l'enveloppe du sporange ; le contenu, au lieu de se diviser en spores, était simplement réticulé, grâce à la fixation du stade de condensation du plasma, qui est le prélude ordinaire de la naissance des spores.

Enfin, dans de rares exemplaires, le renflement terminal, très analogue d'aspect avec celui du cas précédent, au lieu de s'organiser en sporange, émettait à son sommet un bouquet de filaments fertiles, comme si le plasma destiné à former les spores avait germé avant de s'organiser en corps reproducteurs. Dans une de ces plantes (fig. 50), cinq tubes fertiles et deux rudiments s'échappaient du renflement sporangomorphe. Tous les filaments étaient fortement incurvés au sommet, de façon que la tête venait s'appliquer contre le support. Dans les autres types, la courbure généralement moins accusée atteignait son maximum dans les branches d'ordre élevé, relativement grêles et peu vigoureuses. Ici les branches circinées ont crû aussi dans des conditions évidemment défavorables. Quoi qu'il en soit de son origine, la houppe de filaments circinés qui s'échappe d'un même point au sommet d'un filament de *Mucor Mucedo,* possède un caractère propre au genre *Helicostylum*. En effet, tous les individus de ce genre n'ont pas leurs tubes hétérosporangiés ; mais ils portent souvent une protubérance terminale, moins arrondie que dans l'anomalie que nous décrivons et qui donne insertion à un nombre plus ou moins considérable de tubes courbés en crosse, tandis que le sporange terminal du type *Mucor* peut faire complètement défaut ou naître sur des filaments distincts. Nous n'avons pas vu les spores s'organiser dans ces petits appendices circinés. La membrane du renflement s'épaississait, comme s'il s'agissait d'un enkystement

Digitized by Google

du sporange rudimentaire. Ce phénomène, dont nous retrouverons l'équivalent chez *Mucor circinelloides,* semble être, au point de vue physiologique, une substitution de corps conservateurs aux organes disséminateurs.

Puisque le seul *Mucor Mucedo* peut offrir dans ses variétés et à titre d'exception les caractères qui deviennent, chez d'autres espèces de *Mucor* et même dans d'autres genres de Mucorées, assez constants pour y être envisagés comme spécifiques et génériques, on doit en conclure que CES GENRES ONT ENTRE EUX UNE ÉTROITE AFFINITÉ ET SE RELIENT PAR DES TRANSITIONS INSENSIBLES.

Mucor circinelloides, V. Tieg. (Pl. IV, fig. 78-83.)

Nous avons fait quelques observations nouvelles sur une petite espèce qui a fait plusieurs fois parler d'elle. *Mucor circinelloides* a fixé l'attention non seulement des morphologistes, mais aussi des physiologistes et des chimistes, grâce à la propriété qu'elle possède de végéter sous forme de cellules arrondies, bourgeonnantes, et de se comporter alors comme un agent actif de la fermentation alcoolique, ce qui lui a valu le nom de ferment sphérique.

C'est une espèce commune, qui a souvent envahi nos cultures. Mais nous avons éprouvé quelque embarras pour établir son identité, par suite des descriptions un peu discordantes qui en ont été données.

En ce qui concerne la forme des spores, M. Van Tieghem, qui a créé l'espèce, mais qui l'a décrite d'une façon incidente *et* en quelques lignes seulement, indique « les spores très petites, mais de forme ovale et mesurant 4 à 5$^{\mu}$ de longueur sur 3$^{\mu}$ de largeur [1] ». M. Gayon, qui étudie à la même époque cette moisissure, surtout au point de vue de l'action zymotique, reproduit à peu près les mensurations de M. Van Tieghem. Pourtant il accentue encore la différence des deux dimensions en donnant « 4 à 5$^{\mu}$ de longueur sur 2 à 3 de largeur [2] ». La figure 6 de la planche IV

1. *Nouvelles Recherches,* p. 94.

2. *De la Fermentation alcoolique avec le* Mucor circinelloides. (*Annales de physique et de chimie,* 5^{e} série, t. XIV, p. 258. 1878.)

Digitized by Google

exprime ces rapports : les spores y sont à peu près deux fois plus longues que larges. Sans rappeler les indications antérieures, M. Bainier, qui a fait faire un grand pas à la connaissance de cette espèce en en signalant le premier les zygospores, assigne aux spores une forme différente : « Les spores sont rondes et presque incolores [1]. » La figure 9 de sa planche VII les représente comme un cercle à contour lisse. Les dimensions ne sont pas indiquées.

C'est avec la description de M. Van Tieghem que nos observations concordent le mieux. Les spores encore enfermées dans le sporange peuvent paraître sphériques ; à maturité, elles sont elliptiques, mais moins allongées que ne les figure M. Gayon. Quoique pâles, elles ne sont pas absolument lisses et, à un grossissement de six à sept cents diamètres, on distingue aisément des ponctuations sur toute leur surface.

Le mode de ramification a été trop bien décrit par M. Van Tieghem pour qu'il soit utile d'y insister. Pourtant il est un point omis dans cette courte diagnose et qui semble avoir échappé aux autres observateurs, si nous en jugeons par les figures 3-5 de M. Gayon et par les figures 11 et 12 de la planche VII de M. Bainier : je veux parler de la cloison transversale, qui se forme constamment à une petite distance du sporange terminal et isole l'extrémité du tube. C'est après l'apparition de cette cloison et immédiatement au-dessous d'elle que naît une branche latérale. Il en résulte un sympode isolé par une cloison de chaque pédicelle sporangial. Ces pédicelles, bien que morphologiquement terminaux, sont physiologiquement des appendices de l'axe formé par le sympode. Celui-ci se présente comme un tube simple sans cloisons et sans diverticules latéraux.

Membrane sporangiale. — Comme pour tant d'autres espèces, on a introduit dans la diagnose les propriétés de la membrane du sporange : « La déhiscence, dit M. Gayon (*loc. cit.*), se fait par déchirure de la membrane et laisse un sac vide au fond duquel on aperçoit une columelle à peu près sphérique. » M. Van Tieghem avait été moins absolu dans la façon dont il exprimait l'opinion

1. *Nouvelles Observations sur les zygospores des Mucorinées.* (*Annales des sciences naturelles*, 6e série, t. XIX, p. 206. 1884.)

Digitized by Google

inverse : « La membrane du sporange est diffluente ; mais elle l'est de moins en moins à mesure qu'on s'élève sur le sympode, et les derniers sporanges de la guirlande sont indéhiscents. » Tout en vérifiant cette remarque qui établissait la variabilité de la membrane sporangiale, nous avons observé en outre, dans nos cultures cellulaires, que des sporanges de même ordre, appartenant à différents sympodes, perdaient leur diffluence au fur et à mesure que la cellule s'appauvrissait en aliment et en oxygène. Les spores, mieux protégés par une membrane résistante, perdent leur aptitude à germer, tandis que le substratum devient moins propice à leur développement. Le contraste entre les membranes diffluentes et celles qui ne le sont pas est d'autant plus frappant qu'on l'observe sur une seule branche fertile. Cependant il ne se présente pas toujours et l'on peut dire qu'en cellule la plante est exposée à des influences anomales.

Si la culture est faite à l'air sur un liquide ou sur du pain fortement humecté, les membranes restent indéfiniment diffluentes. Au sec et à l'abri de l'air, la plante justifie l'opinion de M. Gayon et n'a que des membranes indéfiniment résistantes. La membrane étant généralement diffluente, les sporanges indéhiscents indiquent un véritable arrêt de développement.

Cet arrêt est quelquefois bien plus prononcé : dans certains sporanges, les spores ne se forment plus ; la paroi s'épaissit et LE SPORANGE FAIT PLACE A UNE VÉRITABLE CHLAMYDOSPORE. C'est bien une spore, car nous l'avons vue plusieurs fois germer sur place (fig. 82) en un tube sporangial divergent à l'égard du support ; c'est bien l'homologue d'un sporange, car la chlamydospore occupe, dans la ramification si régulière de cette espèce, la place réservée à un sporange à l'extrémité d'un rameau inséré sur le sympode. Voici un exemple de cette substitution. Un filament se renfle à son extrémité et prend les caractères d'un sporange jeune. Sous une cloison apparue un peu plus bas naît la première ramification. Au début, il est impossible de distinguer d'un sporange ordinaire le renflement terminal ; mais la membrane, au lieu de devenir rapidement déliquescente, s'épaissit, prend un double contour, et des gouttelettes de graisse apparaissent dans le protoplasma non segmenté. Souvent le filament latéral s'allonge indé-

Digitized by Google

finiment et reprend les caractères d'un rameau végétatif. Ailleurs le filament principal s'est terminé par un sporange; la branche suivante circinée se termine par une chlamydospore organisée suivant le procédé que nous venons d'indiquer; la troisième donne un nouveau sporange, la quatrième une chlamydospore ou un sporange (fig. 83). Ces chlamydospores restent un peu plus petites que les sporanges inférieurs; elles ont sensiblement la taille d'une spore gonflée et germante. Les filaments fructifères qui présentent cette particularité ont généralement leurs rameaux plus allongés et moins sinueux que ceux qui développent normalement leur série de sporanges.

Chlamydospores. — La même espèce possède en outre des chlamydospores ordinaires. De ces kystes, les uns sont intercalaires et répondent au type bien connu de tonnelet que chacun a observé sur *Mucor Mucedo*. Ces spores intercalaires sont parfois trop pauvres en plasma pour occuper tout l'espace compris entre les deux cloisons qui les ont limitées tout d'abord. Elles se retranchent alors : soit au milieu de cet espace, et deux nouvelles cloisons en détachent deux cellules vides rappelant les suspenseurs d'une zygospore (fig. 81); soit à une extrémité, par l'apparition d'une seule cloison transversale (fig. 80); soit d'un côté, et une cloison longitudinale sépare la cellule primitivement délimitée en une moitié vide et une spore (fig. 79); soit enfin dans un coin par la naissance d'une cloison oblique, qui occupe la diagonale ou s'étend d'une cloison transversale à la paroi du tube (fig. 78).

Les autres chlamydospores sont terminales. Cette variété est abondante dans les semis cellulaires sur jus d'orange. Tandis que les spores placées au centre de la goutte donnent du ferment sphérique, celles qui germent sur les bords avec un aliment peu copieux, mais au contact de l'air, s'allongent en grêles filaments, qui se terminent par des chlamydospores. Sur le trajet des filaments, d'autres chlamydospores consomment ensuite le reste du protoplasme. Suivons un de ces jeunes mycéliums. 40 heures après l'ensemencement, deux filaments sont renflés en fuseaux à leur extrémité; les portions qui avoisinent la spore s'appauvrissent de plus en plus; elles ne contiennent bientôt plus, comme la spore elle-même, que de rares gouttelettes réfringentes. Les tubes

Digitized by Google

se vident rapidement au profit des chlamydospores terminales qui, 60 heures après le début de la culture, ont acquis leur forme sphérique et leur complet développement. 24 heures plus tard, un renflement fusiforme apparaît sur le trajet d'un autre filament de la même plante resté plus actif; et le lendemain cette nouvelle chlamydospore, intercalaire et de forme ovoïde, a absorbé le reste des matériaux disponibles. En quatre jours et demi, nous avons assisté à la transformation d'une spore sporangiale en trois grosses chlamydospores par l'intermédiaire d'un appareil végétatif fugace qui, au bout de ce temps, a épuisé toutes les ressources du milieu soumis à son action.

L'accroissement des sporanges est plus rapide, mais exige un substratum plus riche. Dans de bonnes conditions, nous avons vu un sporange d'un diamètre égal à celui du tube arriver en sept quarts d'heure à sa taille définitive.

Quant à la croissance des filaments, il est bien difficile de faire à son égard des expériences comparatives. Nous avons observé un allongement notable à toute heure du jour et de la nuit; mais un filament longtemps stationnaire s'allonge tout à coup, sans qu'il soit aisé de comprendre pourquoi. Ainsi, pour fixer les idées par un exemple, nous avions sous les yeux un filament terminé par un kyste sporangial, et au-dessous de la cloison qui isolait cet organe se détachait un rameau recourbé. L'accroissement de celui-ci, d'abord lent tant que la chlamydospore attirait les réserves, n'est pas appréciable de 11 heures du matin à 3 heures. Il est de 18$^{\mu}$ de 3 à 6 heures et de 126$^{\mu}$ de 6 heures du soir au lendemain matin à 9 heures; puis il se ralentit.

Mucor ambiguus, sp. nov. (Pl. IV, fig. 71-77.)

Mucor circinelloides, qui vient de nous occuper, doit son nom à la présence habituelle d'un caractère rappelant le genre *Circinella :* je veux parler de l'incurvation des filaments sporangiaux. Le premier filament était pourtant dressé, en sorte que l'aspect d'une Circinelle se montre assez tard. Nous appelons ***Mucor ambiguus*** une espèce qui fait un pas de plus dans la direction des *Circinella;* car le premier tube sporangial présente déjà l'incur-

Digitized by Google

fondes affinités avec *Mucor circinelloides* et par son intermédiaire avec les *Mucor* les plus légitimes, que nous n'avons pas cru pouvoir la distraire de ce genre. Son nom spécifique exprime l'hésitation qu'elle a fait naître en notre esprit, et ses caractères vont nous montrer une fois de plus que les genres de Mucorées s'enchaînent étroitement.

Nous avons récolté, à la fin de mars, *Mucor ambiguus* dans les creux d'un morceau de pain desséché et conservé depuis plusieurs semaines dans un flacon bouché. Le mycélium était difficilement isolable dans ces conditions ; mais il y avait plusieurs filaments sporangiaux, dont les plus grands dépassaient peu un millimètre. Les sporanges sphériques, d'un gris noirâtre, atteignaient 100$^{\mu}$. Leur membrane, faiblement incrustée d'oxalate de chaux, parfaitement indéhiscente, se déchirait sous une pression sans diffluer dans l'eau. Ils étaient disposés, au nombre de 4-5, en série spiralée autour d'un axe sympodique. Chacun d'eux avait un support très court isolé par une cloison, en sorte que les sporanges semblaient sessiles sur le sympode. L'ensemble de ces appareils rappelait *Circinella simplex,* V. Tieg. ; cependant les pédicelles étaient assez peu courbés, ce qui ne s'expliquait pas pour le sporange supérieur, comme pour les premiers-nés, par l'excessive brièveté du support. La columelle détermine une légère apophyse par son insertion sur le renflement sphérique lui-même. Les spores ont sensiblement la même forme que celles de *Mucor circinelloides ;* mais elles sont plus volumineuses : elles ont 7$^{\mu} \times$ 4$^{\mu}$,5 ; elles sont aussi finement ponctuées. Depuis que *Circinella glomerata,* V. Tieg. et Le Monn., a été rattaché par M. Van Tieghem au genre *Helicostylum,* les spores sphériques sont un des caractères les plus importants du genre *Circinella.* Sans attribuer une très grande valeur à cette forme, nous devons y voir une raison de plus pour rattacher notre espèce aux *Mucor* plutôt qu'aux *Circinella.*

Un semis en cellules nous a permis de faire de cette espèce une étude plus approfondie et de constater que L'INDÉHISCENCE DE LA MEMBRANE, comme dans plusieurs autres Mucorinées, EST LIÉE A DES INFLUENCES DE MILIEU.

Digitized by Google

Semées sur du jus d'orange, les spores s'arrondissent au bout de quelques heures, se gonflent jusqu'au diamètre de 20$^{\mu}$ et émettent un ou plusieurs tubes germinatifs. Ces tubes sont d'abord rectilignes et envoient alternativement à droite et à gauche, à des distances assez fixes, des rameaux horizontaux perpendiculaires à leur direction. Ces rameaux présentent le même diamètre que le filament principal (fig. 71). Bientôt les ramifications se compliquent et les nouvelles branches sont émises sous des angles plus ou moins aigus et entremêlées de rhizoïdes ramifiés, dépourvus d'anastomoses. Les tubes sporangiaux ne tardent pas à se dresser; le premier se courbe en crosse à son extrémité ; parfois il s'incurve dans toute son étendue ou même décrit environ deux tours de spire. Le premier sporange mûrit vite ; et la membrane, fortement hérissée d'aiguilles d'oxalate de chaux, est déjà détruite 50 heures après l'ensemencement et ses cristaux dispersés. La germination des spores est immédiate et la plante s'entoure rapidement d'une jeune famille, capable d'utiliser les ressources d'un milieu encore inaltéré. La concordance avec *Mucor circinelloides* se poursuit dans les destinées des sporanges. La diffluence des membranes est retardée à mesure que le substratum s'appauvrit et que l'atmosphère se dessèche ; en sorte que les derniers sporanges des premiers tubes et tous les sporanges des tubes apparus tardivement deviennent indéhiscents et moins riches en aiguilles cristallines. Les exemplaires formés sur du pain sec appartenaient tous à cette dernière variété.

Dans les cultures cellulaires, le premier tube sporangial est toujours plus ou moins courbé en crosse; mais le second l'est beaucoup moins ; il est même le plus souvent d'une extrême rectitude et s'élance d'un bond à une grande distance (fig. 75). Notre plante se comporte donc ici à l'inverse de *Mucor circinelloides* et perd de bonne heure l'aspect de *Circinella* que cette espèce acquiert tardivement. Le support du second sporange naît d'ordinaire sous une cloison placée immédiatement sous le sporange terminal. Ainsi commence un sympode, dont les extrémités successives sont transformées en sporanges presque sessiles. Le sporange de la seconde branche pourra être refoulé par une nouvelle branche qui continuera l'axe ; mais cette troisième branche apparaît seu-

Digitized by Google

déré. Les branches de divers ordres sont rectilignes ou peu courbées, au moins tant qu'elles n'ont pas été refoulées par un phénomène secondaire. Ainsi, dans sa ramification, *Mucor ambiguus* combine la rectitude et l'incurvation tout autrement que *Mucor circinelloides*.

On ne doit pas s'étonner, après tout, de rencontrer le premier tube sporangial circiné dans des *Mucor* francs. N'a-t-on pas indiqué la même particularité dans les genres les plus divers de Mucorinées, où elle existe, en dehors des *Circinella,* chez plusieurs *Absidia, Rhizopus, Pirella, Syncephalis?* Quant à l'incurvation des sporanges d'ordre élevé, elle se retrouve, non seulement chez les *Helicostylum,* qu'elle caractérise, et où elle atteint dans certains systèmes tous les sporanges, mais accidentellement chez diverses espèces, telles que *Mucor Mucedo, racemosus, spinosus*. Pour *Mucor racemosus,* nous avons remarqué à diverses reprises, chez les exemplaires cultivés sur de la mie de pain mouillée, la fréquence des pédicelles fortement circinés sur les tubes développés entre le pain et le support. L'héliotropisme ne peut être mis en jeu, puisque les cavités qui abritent ces pousses sont entièrement obscures. Le géotropisme ne semble pas influencer ordinairement les Mucorinées. Nous en avons chaque jour une preuve dans les cultures cellulaires, qui croissent admirablement la tête en bas.

Cette indifférence à l'action de la pesanteur ne se manifeste pas d'ailleurs chez tous les Champignons, et nous avons pu constater chez des Agaricinées un géotropisme négatif bien net. Virey cite déjà en ces termes un fait de ce genre : « Le retournement des feuilles (pour que leur page supérieure regarde toujours en haut) n'est pas seulement particulier aux arbres et herbes ordinaires, il se manifeste également dans les Champignons à stipe, tels que les Agarics; ainsi j'ai cueilli un Agaric qui, né à une poutre de bois pourri, la tête en bas, s'est retourné en sorte que son *pileus,* ou le chapeau, regardait vers le ciel, et cependant, gêné par la poutre, il s'est seulement rapproché de celle-ci en cette façon d'un U [1]. » Nous nous sommes assuré par l'expérience suivante qu'une

1. *Philosophie de l'Histoire naturelle,* p. 221, note. 1835.

Digitized by Google

telle incurvation n'est pas due, comme semble l'admettre Virey, au phototactisme du chapeau.

J'abandonne à l'obscurité, sous un amas de feuilles de papier froissées, un jeune stipe d'*Amanita muscaria,* dont j'ai détaché le chapeau non encore étalé. Cinq jours plus tard, je le découvre pour la première fois. Le pied a beaucoup grandi dans le plan horizontal ; l'extrémité s'est coudée brusquement sous la collerette et la portion contre laquelle étaient appliquées les lames hyménophores est devenue verticale, mais sans s'allonger. Je place alors le stipe de telle façon que les deux branches soient dans le plan horizontal et je le couvre de nouveau. Au bout de huit jours, une nouvelle portion du stipe, située immédiatement sous le premier coude, s'est incurvée de même ; en sorte que la portion supérieure à la collerette est redevenue verticale. Ainsi donc, la partie terminale du pédicelle est douée d'un puissant géotropisme négatif, qui s'exerce même en l'absence du chapeau, et qui est assez énergique pour déterminer une disposition circinée du stipe et même une disposition spiralée, si l'on complique un peu l'expérience.

On voit par là que l'incurvation peut être due chez les Champignons à des causes diverses. Tantôt elle est directement déterminée par des actions extérieures que l'on provoque à volonté ; tantôt elle représente une disposition acquise douée d'une grande fixité spécifique.

Mucor ambiguus achève de démontrer que, de tous les caractères propres au genre *Circinella,* il n'en est pas un qu'on ne retrouve dans les groupes voisins. CIRCINELLA, n'ayant pas un seul caractère que l'on puisse dire absolument générique, DOIT ÊTRE CONSIDÉRÉ COMME UN TYPE DE GENRE PAR ENCHAÎNEMENT, bien moins nettement circonscrit que ne le sont, par exemple, les *Rhizopus* à l'égard des *Mucor.*

Dans le liquide de culture se montre parfois du ferment sphérique (fig. 77 bas), comme chez *Mucor circinelloides.* Les tubes mycéliens forment aussi des chlamydospores intercalaires ou terminales d'assez petite dimension (fig. 77 haut). On trouve de plus, sur des filaments dressés (fig. 76), de gros kystes de la taille des sporanges. Ces kystes sont surmontés d'un court appendice. Leur

Digitized by Google

homologie avec les sporanges est beaucoup plus douteuse que chez *Mucor circinelloides*, puisqu'ils se montrent sur des rameaux dressés et non pas, du moins dans les cas observés par nous, au milieu d'un système complexe de tubes sporangiaux.

Mucor spinosus, V. Tieg.

Mucor spinosus se distingue à sa columelle hérissée d'appendices digitiformes, que l'on a comparés à des épines. Sans avoir dans leur forme ou leur dimension aucune fixité, ces prolongements ne sont pleins que dans le cas où ils sont fort étroits. Dès qu'ils dépassent en diamètre la double épaisseur de la membrane, ils sont creux ; ce sont donc des diverticules de la paroi du sporange et non pas des épaississements. Leur sommet est tantôt aigu, tantôt dilaté en bouton. Ces formes sont suffisamment connues par les descriptions de M. Van Tieghem et de M. Bainier pour ne pas nous arrêter. M. Bainier fait observer que ces prolongements n'existent pas sur les jeunes columelles [1]. Ce caractère d'imperfection persiste sur un certain nombre de sporanges qui, à l'état adulte, conservent une taille réduite.

Ramification. — Le filament fructifère porte en effet d'ordinaire plusieurs sortes de sporanges : « Le *Mucor spinosus*, dit M. Bainier, est ramifié ; mais son mode de ramification est peu varié. La branche principale peut être la plus courte, et alors indéfiniment, à une petite distance au-dessous du sporange, naît à angle aigu et d'un seul côté une nouvelle branche, qui dépasse la première et se comporte comme elle ; ou bien la branche principale est de beaucoup la plus longue, et de sa partie inférieure naît d'un seul côté une branche qui se ramifie d'après le mode indiqué plus haut. » Et il ajoute : « Les tubes sporangifères sont cloisonnés. La cloison se produit un peu au-dessus du point où une nouvelle branche prend naissance [1]. »

En réalité, le cloisonnement des tubes n'est pas ici d'un autre ordre que chez *Mucor Mucedo*. Les filaments fructifères dressés

1. *Nouvelles Observations sur les Mucorinées.* (*Annales des sc. nat.; Bot.*, 6e série, t. XIX. 1884.)

2. *Loc. cit.*, p. 204.

Digitized by Google

en sont dépourvus. C'est seulement dans les portions rampantes et à la base des portions dressées, où les tubes plus ou moins enchevêtrés sont entravés dans leur développement, que les cloisons transversales se multiplient. Au-dessous d'elles, le protoplasme accumulé donne naissance aux ramifications. Sous chaque branche, plusieurs cloisons rapprochées se montrent dans le filament principal, puis vient un long espace sans cloisons jusqu'à la branche suivante. Le plasma enfermé entre deux cloisons voisines se condense souvent en une chlamydospore. Ailleurs il donne naissance à une branche qui apparaît en un point quelconque de la périphérie et à quelque distance des deux cloisons. La branche est alors adventive et ne fait pas partie d'un système régulier de ramifications ; elle semble résulter de la germination anticipée d'une chlamydospore devançant la constitution de la coque résistante.

L'insertion des branches sous les cloisons n'est pas plus soumise à des règles fixes que la situation même des cloisons. Souvent, les branches naissent d'un seul côté, comme M. Bainier semble l'indiquer dans le passage cité, ce qui tient à ce que le filament est rampant ou moins libre du côté opposé. Mais souvent les branches successives alternent irrégulièrement.

La branche simple est tantôt volumineuse et pourvue d'un sporange semblable au sporange terminal, tantôt très réduite, aussi bien que le sporange qu'elle supporte. Les branches ramifiées le sont suivant plusieurs types. Ici une première ramification naît à la base même de la branche et se comporte à son égard comme un bourgeon placé à l'aisselle d'une feuille. Mais il faut *bien* se garder de généraliser, car on trouvera tout aussi bien des exemplaires où c'est la branche de premier ordre qui se trouve entre le filament principal et la branche de deuxième ordre, ce que l'on reconnaît non seulement aux ramifications de cette dernière, mais aussi à la cloison sous laquelle elle prend naissance. Dans d'autres, la branche rameuse est à côté de la branche simple dont elle est un appendice précoce. Il s'en faut de beaucoup que deux branches naissent constamment au même niveau, et nous pouvons ajouter que ce fait ne comporte pas moins d'exceptions chez ***Mucor circinelloides*** où, comme on le sait depuis les travaux de

Digitized by Google

M. Van Tieghem, on voit souvent se détacher à la base même d'un rameau qui se termine en rhizoïde ramifié et sous une première cloison, un filament mycélien, qui semble axillaire du premier[1]. Chez *Mucor spinosus*, un unique et étroit filament se détache, dans bien des cas, sous la cloison pour se terminer par un sporange. Sous une cloison formée à quelque distance du sommet s'échappe un nouveau filament ou une paire de filaments. LES NOUVELLES BRANCHES, quels qu'en soient le nombre et le degré, SE DÉVELOPPENT TOUJOURS VERS LE PLUS GRAND ESPACE LIBRE, de manière à donner un ou plusieurs sympodes ayant leurs diverses ramifications situées, soit d'un seul côté, soit alternativement dans plusieurs directions. CETTE DISPOSITION EST DONC POUR AINSI DIRE LIVRÉE AU HASARD DES CONDITIONS DE MILIEU et des rapports contractés par le point où naissent les rameaux, avec les plantes voisines ou le support. Ajoutons que, dès que les branches sont nombreuses, plusieurs d'entre elles, principalement les plus tardives et les plus grêles, s'incurvent plus ou moins, parfois aussi fortement qu'un *Circinella*. Elles parviennent ainsi à mieux s'étaler dans les points où elles rencontrent le plus large espace. Cette COURBURE DES BRANCHES LES PLUS GRÊLES est remarquable dans une espèce où les filaments ordinaires sont d'une extrême rectitude.

Columelle. — Au lieu d'être hérissée de protubérances multiples comme dans les grands sporanges, la columelle, dans les fines ramifications, est simplement étirée en pointe à son extrémité ; en sorte que, dans certains buissons latéraux, chaque filament, après la déhiscence du sporange, est surmonté d'un appendice rappelant un as de pique. Dans les plus petits sporanges, la columelle est plus réduite encore et se présente comme un petit bouton parfaitement lisse, le sporange correspondant contenant seulement 2-3 spores. Un tel sporange diffère plus du sporange terminal que ne peuvent le faire entre eux le sporangiole et le sporange principal d'un *Thamnidium*. Nous verrons dans un instant que, si ce contraste n'est pas constant chez *Mucor spinosus*, il ne l'est pas davantage chez *Thamnidium elegans*. *Mucor spi-*

1. *Troisième Mémoire*, fig. 3.

Digitized by Google

nosus ÉTABLIT AINSI UNE TRANSITION ENTRE LES MUCORINÉES ORDINAIRES (homosporangiées) ET LES MUCORÉES (hétérosporangiées), et pourtant rien n'autorise à le distraire du genre *Mucor*.

Membrane sporangiale. — On a souvent insisté sur la consistance rigide ou diffluente de la paroi du sporange des Mucorinées. Certains auteurs attachent à ce caractère une certaine valeur spécifique. En ce qui concerne le sporange de *Mucor spinosus*, M. Bainier n'hésite pas à dire : « A la maturité, cette membrane se désagrège et les aiguilles sont mises en liberté [1]. » Cette propriété est facile à reconnaître sur les *Mucor* cultivés sur de la mie de pain mouillée, où ils sont très prospères. Elle n'est pourtant pas générale. Dans les sporangioles développés en touffes abondantes, la diffluence est souvent retardée. De plus, nous avons constaté que des exemplaires enfermés entre deux plaques de verre écartées par du carton et enveloppées de papier exactement collé, c'est-à-dire à l'abri de l'humidité, de l'air et de la lumière, avaient encore au bout de deux ans leurs membranes intactes et desséchées. Néanmoins, les spores étaient restées vivantes et, semées sur de la mie de pain, elles germèrent rapidement. Ces spores germent immédiatement dans les conditions ordinaires; et pourtant elles peuvent conserver très longtemps leurs propriétés. Cette observation confirme par la réciproque les remarques que nous avons faites au sujet de *Mucor ambiguus*.

Thamnidium elegans, Link. (Pl. IV, fig. 84-87.)

Thamnidium elegans est une des Mucorinées les plus répandues, et cependant les variations profondes que lui impriment les influences de milieu sont incomplètement connues. Les cultures cellulaires ont procuré à MM. Van Tieghem et Le Monnier une série de formes spéciales ; les mêmes observateurs ont trouvé sur du bois moisi des exemplaires dont les sporangioles étaient en grande partie monospermes, tout comme ceux des *Chætocladium* [2]. Depuis cette époque, M. Van Tieghem, ayant rencontré la

1. *Loc. cit.*, p. 203.
2. *Loc. cit.*, p. 68, note.

Digitized by Google

même plante sur les excréments du chien, avait été frappé du port particulier qu'elle présentait [1]. Cependant on considère *Thamnidium elegans* comme répondant à un type relativement fixe, caractérisé par un grand sporange terminal et solitaire et par des branches latérales ramifiées en dichotomie et aboutissant à des sporangioles toujours petits, pourvus d'habitude de 4 spores et sans columelle.

Non seulement ce type est loin d'être constant, mais *Thamnidium* présente des formes aberrantes au point qu'on serait tenté de les ranger dans un ou plusieurs genres distincts, si leur filiation avec le type normal n'était rigoureusement établie par les formes intermédiaires et surtout par les semis.

Culture sur jus d'orange, en cellule. — Nous insisterons peu sur les cultures cellulaires. Les recherches antérieures nous ont appris que, dans ces conditions, l'irrégularité la plus grande est la règle. En cultivant *Thamnidium* sur une goutte de jus d'orange, nous avons obtenu des plantes toujours réduites. Les unes ne possédaient qu'un sporange ayant les caractères du sporange terminal ordinaire, mais avec des dimensions moindres : son diamètre ne dépassait pas 20-30$^{\mu}$, et celui de la columelle 12-15$^{\mu}$. Parfois ce sporange unique, au lieu d'être terminal, était latéral, le filament principal étant stérile et cloisonné. Ou bien le filament fructifère, bifurqué à son extrémité, portait deux sporanges. Dans ce cas, d'ailleurs, les dimensions des sporanges étaient variables et réduites jusqu'à la taille des sporangioles ordinaires avec une petite columelle en forme de bouton. D'autres filaments se terminaient par un bouquet unique de sporangioles. Les sporangioles coexistaient aussi avec un sporange terminal; mais les transitions les plus insensibles étaient ménagées entre eux, la taille du dernier étant toujours faible, le nombre des premiers plus ou moins réduit. Toutes ces fructifications étaient développées au bout de 46 heures; les sporanges les plus grands laissaient échapper leur contenu le troisième jour après l'ensemencement.

Sur de la mie de pain humide. — Au lieu des caractères classiques de *Thamnidium elegans,* nous observons comme type ha-

1. *Troisième Mémoire,* p. 377, note.

Digitized by Google

bituel les particularités suivantes : Filament fructifère dressé, grêle, ne dépassant guère 4-5 millim., portant à sa base de grosses branches radiciformes ramifiées et terminé par un grand sporange qui peut atteindre 100μ. Columelle de 50μ, fortement granuleuse, noircissant à la maturité. Membrane sporangiale non diffluente, incrustée d'oxalate de chaux ou parfaitement lisse, passant au noir bleuâtre à la maturité. De la partie inférieure du filament fructifère se détachent 1-3 verticilles, dont chacun comprend le plus souvent 3 rameaux (quelquefois 2-5). Ces branches se ramifient en dichotomies ; mais il arrive fréquemment qu'aux dichotomies de divers ordres, une des branches de bifurcation se développe moins que l'autre ou même avorte totalement, en sorte que la régularité que l'on tenait pour caractéristique de *Thamnidium elegans* fait le plus souvent défaut. Les dernières ramifications dépourvues des rugosités saillantes qui hérissent les parties correspondantes de plantes développées dans d'autres conditions, portent des spores identiques dans le sporange terminal et les sporangioles.

Sur de grands Champignons. — Dans le courant d'avril, nous recueillons, sous un groupe de jeunes sapins, des Russules desséchées et noircies, développées l'automne précédent et couvertes d'un lacis de moisissures. Ce lacis était constitué par des buissons dichotomes de *Thamnidium* chargés de sporangioles innombrables à membrane rigide, noirâtre, à contenu réduit à 3-4 spores, répondant en un mot au type bien connu. La Russule est placée dans l'eau et bientôt les *Thamnidium* s'élancent et forment des sporangioles plus volumineux.

Je sème les spores sur des *Mitrula paludosa* presque submergés dans une cuvette de photographe. L'excès d'humidité détermine un aspect tout nouveau de la moisissure : les filaments s'élancent peu ; sous le sporange terminal naissent des branches courtes, trapues, parfois dépourvues de toute dichotomie et terminées par des sporanges volumineux, moins remarquables par leur taille que par leur structure. La membrane ne noircit pas. Elle prend dès le début une teinte jaune, ne possède pas d'aiguilles cristallines. Les spores se gonflent, deviennent sphériques, germent en partie dans le sporange, dont la paroi est si dif-

Digitized by Google

Sur des Coprins, j'ai rencontré des états intermédiaires : les dichotomies sont encore nombreuses ; les sporanges sont en partie déliquescents.

Dans les cellules et sur la mie de pain, j'ai aussi reconnu l'existence de cette structure de la membrane et des spores, principalement lorsqu'il y avait excès d'humidité. Les formes observées sur les *Mitrula* et les conditions dans lesquelles elles se produisent méritent un examen attentif, car les exemplaires où elles existent seules ont perdu les attributs distinctifs du genre *Thamnidium*.

Qu'il nous soit permis auparavant de faire une remarque au sujet des deux structures extrêmes du sporange chez les exemplaires développés sur les Champignons. Les Mucorinées fungicoles, telles que *Sporodinia grandis*, développent avec une égale exubérance deux sortes de corps reproducteurs : des zygospores à germination différée, des sporangiospores à germination immédiate. Il est à noter que ces dernières sont « généralement sphériques, mais de diamètre assez inégal dans le même sporange et qu'elles germent sans changer de volume [1] ». En un mot, elles revêtent d'emblée et normalement les caractères d'une spore germante. Cette particularité est liée à leur mode d'existence : le support capable de favoriser leur germination et de nourrir la plante nouvelle est éphémère, et les spores seraient stériles par le fait même qu'elles ne germeraient pas immédiatement. Une accélération du développement normal place dans de semblables conditions les spores de *Thamnidium* lorsqu'elles croissent sur un Champignon capable de nourrir une jeune famille. Le Champignon support se dessèche-t-il ? *Thamnidium*, comme *Sporodinia*, donnera des spores à germination différée ; mais il atteint le même but par un autre procédé. Au lieu que, chez *Sporodinia*, les zygospores sont d'une abondance excessive, *Thamnidium* en forme rarement, et au cas particulier il trouve un organe de vie latente dans ses spores à membrane résistante, rigide, renforcée par la paroi non moins solide du sporangiole, qui s'applique sur

1. *Nouvelles Recherches*, p. 88.

Digitized by Google

un petit groupe de spores, parfois même sur une seule. La spore est alors cuirassée par une seconde enveloppe, sporange par son origine, exospore par sa fonction et ses rapports définitifs.

Les spores de *Thamnidium elegans* nous montrent l'origine d'un caractère de la membrane, qui s'est fixé dans d'autres espèces. La faible résistance, unie à la forme sphérique, qui se montre accidentellement dans cette moisissure sous des influences extérieures déterminées, devient dans les *Pilobolus* une propriété spécifique. Le gonflement qui arrondit la spore de *Pilobolus Kleinii* au moment de la germination se produit d'emblée chez *Pilobolus Œdipus*. C'est un phénomène qui apparaît dans la première espèce après, dans la seconde avant la période de repos. Cette différence résulte d'une accélération évolutive purement « épharmonique » chez *Thamnidium*, « phylétique » chez *Pilobolus* : ce qui prouve une fois de plus combien un seul et même caractère peut changer de valeur d'un groupe à l'autre, et combien il serait téméraire de dresser une liste hiérarchique de caractères au moyen desquels on toiserait, comme avec une mesure garantie, la distance qui sépare les espèces, les genres, etc. TELLE PROPRIÉTÉ, QUI CARACTÉRISE CERTAINES FAMILLES AVEC UNE PARFAITE CONSTANCE, N'EST PAS MÊME GÉNÉRIQUE DANS D'AUTRES.

Sporanges jaunes. — Nous savons que des *Thamnidium elegans* formés dans l'eau sur *Mitrula* ne possédaient que des sporanges à paroi molle, privée de cristaux d'oxalate, et que la même structure s'observe çà et là sur les exemplaires obtenus dans d'autres conditions. Nous nous adresserons de préférence aux grandes cultures sur mie de pain, où la constitution normale des membranes coexiste avec celle que nous étudions ; nous saisirons mieux les conditions qui influent sur ces deux modes d'organisation.

Quand le filament principal est longuement dressé au-dessus des branches latérales, le sporange est noirâtre et les membranes jaunes sont localisées aux sporangioles. Cette structure est rare tant que les sporangioles restent petits et nombreux. Nous l'avons pourtant rencontrée sur des sporangioles aussi réduits que possible, puisque plusieurs ne renfermaient qu'une spore. Dans ce cas, le type de ramification s'éloignait de l'aspect habituel par

Digitized by Google

suite de l'avortement d'un grand nombre de dichotomies ; en sorte que les branches sporangiolaires étaient irrégulièrement rameuses. Nous l'avons vue aussi sur des sporangioles de taille ordinaire, mais réduits à un très petit nombre (5-6, par exemple, sur un rameau latéral unique). Toutefois, il est plus habituel de rencontrer un verticille de deux ou trois branches portant chacune un petit nombre de sporanges jaunes assez gros ou même un seul de ces organes (fig. 84). Dans ce dernier cas, *Thamnidium elegans* répond bien mieux encore que *Thamnidium verticillatum,* V. Tieg., à la diagnose de *Thelactis* donnée par de Martius.

Il peut se faire aussi que les sporangioles soient de plus en plus volumineux et de plus en plus semblables au sporange terminal, sans que la variété jaune apparaisse. C'est ce qui arrive, autant que nous avons pu en juger, quand la culture est suffisamment aérée et bien vigoureuse, comme on peut le penser, d'après l'examen de certains exemplaires possédant un riche verticille de sporangioles typiques et plus bas un second verticille de deux ou trois sporanges semblables au terminal.

Dans une autre série d'observations, c'est le sporange terminal qui est jaune, les sporanges latéraux conservant le type classique ; mais toujours son pédicelle est fort réduit ; il peut même être sessile (fig. 85). Nous avons observé des cas intermédiaires, où le sporange terminal, quoique assez longuement pédicellé, était de beaucoup dépassé par les sporangioles noirâtres nés sur des branches irrégulièrement rameuses. Dans ce cas, sa membrane restait jaune, mais sans présenter la diffluence précoce qui caractérise d'autres exemples de cette catégorie. Chez ces derniers, le filament principal dépasse rarement $0^{mm},5$ de haut, y compris le sporange terminal. Immédiatement sous celui-ci ou à une petite distance, naît parfois un rameau unique plus ou moins circiné portant un seul sporange noirâtre et plus souvent deux rameaux opposés ou un verticille de 3-5 branches terminées chacune de la même manière ; ou bien encore ces rameaux naissent à des niveaux différents. Une culture assez étendue sur de la mie de pain bouillie et fortement humectée nous a offert exclusivement ces formes qui nous semblaient d'abord, malgré l'identité des spores et la concordance des sporanges latéraux de l'un avec le sporange

Digitized by Google

terminal de l'autre, assez éloignées de *Thamnidium elegans*. En tous cas, un esprit non prévenu n'aurait pas manqué de ranger ces échantillons dans le genre *Mucor*. Nous avons cependant rencontré quelques exemplaires (fig. 87) où une branche latérale, bifurquée à son extrémité, levait la difficulté et démontrait clairement la nature thamnidienne de cette forme aberrante.

Dans les sporanges jaunâtres, le ramollissement de la membrane s'étend au contenu du sporange et les spores elles-mêmes, au lieu de prendre des contours nets et une forme déterminée comme celle des sporanges ordinaires, ont à peine acquis leur dimension définitive qu'elles revêtent les caractères d'une spore prête à germer; en sorte que les sporanges à peu près mûrs sont remplis de spores plus ou moins sphériques, volumineuses et très différentes de celles des sporanges noirâtres.

La columelle des gros sporanges jaunes persiste après la dissémination des spores sans prendre une teinte sombre et sans garder aucune trace de l'insertion de la membrane.

La germination des spores ordinaires est elle-même rapide; et dès qu'elles sont tombées sur un support humide, elles se déforment et se gonflent sans délai. Il en résulte une réelle difficulté pour la mensuration, les spores répandues au dehors étant déjà modifiées, celles qui sont dans les sporanges laissant quelque incertitude sur leur degré de maturité.

Thamnidium elegans se multiplie avec une étonnante rapidité sur divers substratums et couvre en peu de temps de vastes étendues de mie de pain humide, de jus ou de pulpe d'oranges, de décoction de pruneaux, etc. On s'explique aisément cette puissance de propagation si l'on tient compte du court espace de temps qui suffit à la succession de plusieurs générations. De plus, si l'aliment est abondant et la culture aérée, les individus se développent en hauteur et donnent des buissons richement ramifiés. Si le milieu est moins favorable à l'accroissement individuel, si l'humidité est excessive, tout concourt à favoriser l'extension de la culture en superficie. Les filaments se sont à peine élevés au-dessus du substratum qu'ils ont déjà dépensé toutes leurs réserves à former des spores; et ces spores encore enfermées dans le sac où elles sont nées sont prêtes à produire immédiatement un

Digitized by Google

nouvel individu. Bien plus, dans certaines conditions, la germination se fait déjà dans le sporange même.

La gélification des sporanges et la germination anticipée des spores, qui lui est liée au cas particulier, semblent déterminées par l'excès d'humidité, ennemi de la sclérose dans toute l'étendue du règne végétal.

Sporodinia grandis, Link. (Pl. III, fig. 58-65.)

Sporodinia grandis a donné lieu à des recherches très approfondies. Sans insister sur ces divers travaux qui sont mentionnés et complétés dans les deux derniers Mémoires de M. Van Tieghem, nous exposerons seulement quelques faits concernant la structure de la membrane des filaments et des sporanges ; cette question a été jusqu'ici laissée de côté. Voici tout ce que nous apprend à cet égard M. Van Tieghem : « Le filament tout entier se cuticularise et se colore de la base au sommet en brun de plus en plus foncé ; mais cette coloration laisse sur la membrane des bandes ou stries plus claires ; d'où une certaine ressemblance avec le filament également dichotome, brunâtre, strié et comme cannelé des *Piptocephalis* [1]... » L'aspect strié dont il est question dans ce passage est facile à observer sur la plupart des préparations de tubes sporangiaux ; mais il est bien différent des profondes cannelures des *Piptocephalis*. Il est produit par des plissements superficiels que nous croyons même déterminés artificiellement. Une étude plus approfondie de la membrane est nécessaire pour élucider cette question.

Dans le support aussi bien que dans le sporange, la membrane se compose de deux zones, dont l'intérieure plus épaisse prend une teinte d'un beau violet dans l'hématoxyline alunée, tandis que l'externe reste incolore. Généralement ces deux couches sont intimement soudées ; mais au niveau des cloisons transversales la zone interne se rétracte souvent ; et l'on distingue (fig. 63) un espace annulaire à coupe triangulaire qui la sépare de l'externe. Il arrive parfois que, sur le trajet d'un filament, une cellule entière, située entre deux cellules gonflées, s'est rétractée par un

1. *Nouvelles Recherches*, p. 88.

Digitized by Google

phénomène analogue à la rénovation, qu'on est plus habitué à voir sur les organes reproducteurs. La membrane interne, moulée sur le corps cellulaire, laisse la zone extérieure flasque et fortement striée en long. Parfois une telle contraction s'observe à l'extrémité d'un tube brisé et alors la gaîne externe n'étant plus tendue se ride irrégulièrement en tous sens (fig. 61).

Dans les préparations fixées par l'acide osmique ou par l'alcool absolu et dont le protoplasme s'est coagulé sans déformation, la plupart des cellules turgescentes ne présentent aucune strie si ce n'est au voisinage des cloisons où la couche interne s'est légèrement rétractée. Cependant on observe sur des exemplaires préparés avec le plus grand soin quelques cellules moins turgescentes où les lignes longitudinales se montrent. IL NE S'AGIT DONC PAS DE VRAIES CANNELURES ; LA STRIATION RÉSULTE DES PROPRIÉTÉS DIFFÉRENTES DES DEUX ZONES DE LA MEMBRANE. L'interne élastique tend à se resserrer dès que la turgescence du protoplasme ne s'oppose plus à son retrait ; l'externe, au contraire, ne possède aucune rétractilité et se plisse dès qu'elle doit tapisser une moindre surface.

Contrairement d'ailleurs à ce qui se passe chez les *Piptocephalis,* la striation ne se montre pas dans les membranes fortement épaissies des filaments rampants et surtout de ceux qui portent les zygospores. Dans ces régions, les deux zones ne sont plus distinctes ; et l'ensemble de la membrane est uniformément coloré en brun. Quand l'épaississement est très considérable, on peut y reconnaître une structure stratifiée. L'épaississement progresse d'ailleurs de dehors en dedans et réduit parfois à un mince canal la lumière du tube. Sur certains filaments rampants, on aperçoit des séries de renflements séparés par des portions cylindriques du tube. Dans les renflements fonctionnant comme chlamydospores, la paroi est déjà très épaissie ; mais dans les portions intermédiaires l'épaississement s'avance jusqu'à l'axe, ou respecte seulement un étroit espace fusiforme, où l'on voit un reste de protoplasme inclus dans la masse brune qui obstrue le tube, tandis que le surplus a émigré dans les renflements ou s'est détruit en fournissant les matériaux de l'augmentation de la paroi (fig. 64-65).

Digitized by Google

Nous voyons que les cannelures font absolument défaut dans les parois fortement épaissies et qu'on trouve seulement des rides superficielles dans la membrane délicate des tubes sporangiaux. La zone interne de la membrane présente aussi des épaississements localisés formant des PAPILLES SAILLANTES A L'INTÉRIEUR des sporanges ou de leurs supports. Ces papilles, hémisphériques ou lenticulaires, fixent l'hématoxyline comme le reste de la zone interne ; mais en raison de leur épaisseur, elles forment des taches bien plus foncées. Cette dernière particularité peut devenir une cause d'erreur. Quand les espaces gonflés sont vus de face et se dessinent sur le protoplasme sombre, on les prendrait pour des noyaux. La confusion n'est plus possible, quand on les voit de profil ou en coupe optique ; car ils ont une base élargie qui se fond dans le reste de la membrane (fig. 58). Le protoplasme contracté par les réactifs laisse en place les zones dilatées, auxquelles il adhère pourtant plus longtemps qu'au reste de la paroi. L'existence et le nombre des hémisphères saillants ne paraissent pas constants ni soumis à des règles bien fixes. Quant à leur rôle, il n'est pas sans importance pour le développement des sporanges et la dissémination des spores. Avant d'entrer dans les détails que comporte cette question, nous ferons observer qu'une structure analogue a été signalée dans d'autres Phycomycètes.

Chez *Rozella septigena,* étudié avec soin par M. Alfr. Fischer, « les points où le sporange doit s'ouvrir sont marqués par la structure de la membrane. Il s'y forme un dépôt lenticulaire de substance très réfringente en continuité avec la membrane sporangiale. Cette substance gonfle beaucoup ensuite, détermine une excroissance papillaire de la membrane du *Saprolegnia* » (dans lequel est enfermé le parasite). « .... La papille résulte donc d'une voussure en dehors de la membrane de *Saprolegnia,* et la substance expansible, d'une gélification de la membrane du sporange de *Rozella*[1]. » En somme, l'épaississement de la membrane du *Rozella* s'étire en une papille, dont le sommet finit par se détruire et par livrer passage aux spores. Nous ajouterons que, d'après le

1. *Unters. über die Parasiten der Saprolegnieen.* (*Pringsheim's Jahrb.,* t. XIII, p. 286. 1882.)

Digitized by Google

même auteur et « contrairement à l'opinion de Pringsheim, le sporange terminal ne porte pas toujours la papille d'évacuation à son sommet. Dans ce cas comme dans les autres sporanges, il n'y a pas de lieu déterminé pour la formation des papilles, bien qu'elles se montrent souvent au sommet. »

Les épaississements de la paroi sporangiale de *Sporodinia* concordent avec ceux de *Rozella* par leur aspect et par leur situation indéterminée. Généralement ils marquent le point de départ de la gélification, qui entraîne bien vite la destruction de toute la membrane. On rencontre des sporanges à peu près mûrs, dans lesquels des papilles extérieures résultent du refoulement de la membrane au niveau de ces saillies.

Dans certaines conditions d'humidité excessive, la membrane du sporange disparaît si vite, que les spores à peine formées sont mises à nu. Leur membrane reste mince et LA GERMINATION SE FAIT SUR PLACE, sans qu'elles se soient détachées de la columelle. Les sporanges rappellent alors ceux dont nous avons parlé à propos de *Thamnidium elegans*. Seulement, les filaments-germes de *Sporodinia* sont noueux et ramifiés dès la base.

On rencontre aussi des sujets soumis à des influences inverses. A l'accélération évolutive représentée par le cas précédent on peut opposer un retard de développement par suite duquel les spores ne s'organisent pas dans le sporange. La membrane reste ferme dans les régions non gonflées; ces dernières se comportent alors comme celles de *Rozella;* elles font une saillie papilliforme vers l'extérieur. Mais tout ne se borne pas là: les excroissances s'allongent, raffermissent leur substance au lieu de la gélifier, et forment des tubes une ou deux fois dichotomes, terminés par de petits sporanges.

Ce phénomène nous rappelle ce qui se passe chez diverses Phanérogames. La membrane du grain de pollen y possède des papilles formées de portions gonflées saillantes à l'intérieur, dont l'aspect concorde singulièrement avec celui des sporanges de *Sporodinia,* et dont le rôle est fort analogue, puisque les portions gonflées vont s'étirer en dehors et constituer la première membrane du filament-germe ou boyau pollinique naissant. Toute la différence repose sur ce que, dans le pollen de Courge par exemple,

Digitized by Google

la portion externe de la membrane, qui revêt l'épaississement, doit être détachée comme un couvercle pour livrer passage au tube qui, chez *Sporodinia,* ne rencontre pas un pareil obstacle, la zone externe étant intimement unie à la zone gonflée.

Les épaississements formés sur le support du sporange ont pris naissance sans doute sous l'influence des actions qui ont déterminé une semblable structure dans le sporange lui-même ; mais ils ne paraissent pas adaptés à un but spécial. A ce niveau, ce sont de simples accidents de développement ; peut-être sont-ils résorbés plus tard. Les saillies que l'on voit sur les cloisons transversales, qui en occupent soit le centre, soit un point quelconque, soit toute l'étendue et qui constituent çà et là des masses considérables vivement teintes en violet, paraissent bien être des réserves nutritives (fig. 60). La columelle n'échappe pas à cette organisation. Sur de tout jeunes sporanges nous avons vu la columelle représentée par une membrane peu saillante, mais colorée par l'hématoxyline et possédant plusieurs verrucosités du côté du sporange (fig. 59). D'après des exemplaires plus âgés, il est permis de supposer que ces épaississements transformés en boursouflures sont le point de départ des mamelons, qui donnent à la columelle du sporange mûr une physionomie toute spéciale dans cette espèce.

A ces remarques histologiques nous ajouterons un mot sur la ramification du *Sporodinia.* Nous avons rencontré des exemplaires pourvus de filaments simples, renflés en cône vers le sommet et surmontés d'un sporange unique (ils rappelaient une hampe florale d'*Arnoseris minima*) ; et d'autres qui, avant de donner des branches terminales régulièrement dichotomes, commençaient par émettre de chaque côté d'un tronc vigoureux plusieurs paires de rameaux à insertions opposées.

Syncephalis nodosa, V. Tieg. (Pl. I, fig. 25-26.)

Syncephalis nodosa est bien connu dans son appareil végétatif et dans ses curieuses zygospores par les travaux de MM. Van Tieghem et Bainier. Nous dirons quelques mots seulement sur la formation des épaississements cannelés, qui se disposent comme

Digitized by Google

des anneaux rigides le long du tube sporangial. A la maturité, le tube, rétracté dans les portions qui les séparent, reste plus large au niveau de ces anneaux ; il n'en est pas de même sur les exemplaires jeunes. A l'aide de bons fixatifs on se rend compte de l'état primitif. Les épaississements annulaires se montrent comme des renflements de la membrane saillants à l'intérieur du tube, tandis que la paroi extérieure reste uniformément cylindrique. De plus, le protoplasme condensé à ces niveaux forme des diaphragmes granuleux qui découpent la cavité du tube en segments interannulaires (fig. 25, anneau inférieur). Mais l'organisation est souvent poussée plus loin, surtout à la base du renflement terminal. Une véritable cloison s'organise au sein du disque granuleux encadré par l'anneau. Cette cloison est parfois interrompue, ou se résorbe ensuite, en sorte que le cadre rigide persiste seul sur l'élément adulte, comme vestige d'une cloison transversale détruite ou comme rudiment d'une cloison qui n'a guère dépassé le degré de plaque granuleuse de protoplasme.

Il arrive aussi (fig. 26) que la cloison, qui isole le renflement sphérique, s'organise complètement et présente même au centre cette dilatation en perle brillante si habituelle dans les cloisons transversales des Champignons et en particulier sur la cloison columellaire des *Mortierella*.

Le renflement terminal, sur lequel naissent les sporanges et qui, chez *Syncephalis nodosa,* s'isole par l'apparition précoce d'une cloison généralement transitoire, nous a montré, notamment chez *Syncephalis intermedia,* V. Tieg. et L. Monn., un contenu divisé par des plaques granuleuses en portions de la taille des spores, tout comme dans le support du sporange de *Pilobolus*. Cette double observation paraît indiquer l'homologie de la tête sporangophore des *Syncephalis* et des sporanges mêmes des *Mortierella*.

Nous avons vu, chez *Mucor Mucedo, Sporodinia grandis,* etc., les sporanges normaux, au lieu d'achever d'organiser leurs spores, émettre des diverticules terminés par de plus petits sporanges. N'est-ce pas le même processus qui se régularise chez les Syncéphalidées, en vue d'assurer aux spores une dissémination analogue à celle des conidies ? Les expansions du sporange primitif,

Digitized by Google

au lieu de se transformer directement en spores, comme c'est le cas pour les basidiospores, se comportent elles-mêmes comme des sporanges ; mais leur membrane directement appliquée sur celle des spores endogènes se rompt pour leur servir d'épispore après la dissémination. Les bâtonnets bifurqués qui surmontent le renflement du tube des *Syncephalis* sont des sporanges ayant d'étroites relations morphologiques et surtout physiologiques avec les conidies.

Si l'absence de sporanges secondaires sépare nettement les Mortierellées des Syncéphalidées, nous croyons pourtant que les mycéliums et à un moindre degré les zygospores relient bien plus étroitement le premier groupe au second qu'aux Mucorées. La division des Mucorinées en quatre tribus, telle que l'admet M. Van Tieghem, est peut-être la meilleure. En tous cas, NOUS AURIONS PLUS DE TENDANCE A RÉUNIR LES MORTIERELLÉES AUX SYNCÉPHALIDÉES QU'AUX MUCORÉES et nous ne partageons pas sur ce point la manière de voir de M. F. Cohn, qui, dans une publication toute récente[1], place les Mortierellées, à titre de sous-famille, dans la famille des Mucorinées, conservant aux Chætocladiées et aux Piptocéphalidées la dignité de familles distinctes. La connaissance approfondie, que nous avons aujourd'hui des Mucorinées ne permet plus d'accepter cette division, calquée sur celle qu'a proposée depuis longtemps M. Brefeld.

Hypocrea rufa (Pers.), Fries. (Pl. V, fig. 88-101.)

Les frères Tulasne ont rendu cette espèce fort intéressante en montrant qu'elle possède comme appareil conidien une moisissure, dont l'aspect et surtout la couleur verte ne laissaient guère soupçonner la parenté avec une Sphériacée rougeâtre[2]. Cette moisissure, déjà connue de Bulliard, fut décrite par lui sous le nom de *Mucor lignifragus*[3] ; elle devint ensuite le *Trichoderma viride,* Pers.

Nous avons trouvé la moisissure sur de la mie de pain, et nous l'avons reproduite en grande quantité sur la même substance

1. *Kryptogamen-Flora von Schlesien,* t. III, 1886.
2. *Selecta Fungorum Carpologia,* t. III, 1865.
3. *Fungi gallici,* t. I, p. 103 ; pl. DIV, fig. 6.

Digitized by Google

et sur des jus sucrés. Dans ces diverses occasions, elle ne justifiait nullement la qualification de « perce-bois » que lui donne Bulliard, ni l'habitat sur le bois ou les Champignons qui lui est toujours attribué dans les flores. La description qu'en donne Tulasne demande à être rectifiée sur quelques points. L'éminent mycologue n'a pas vu en effet que cet appareil conidien se rattache au type dont Corda faisait le genre *Acrostalagmus*.

Nous n'avons pas rencontré sur les mêmes substratums la forme ascosporée qui, au dire de Tulasne, est beaucoup plus rare ; mais en revanche nous avons trouvé, sur le pain et dans le jus d'orange, des pycnides nées sur le même mycélium, et dont les stylospores ont reproduit un mycélium chargé de conidies. Les pycnides ont une enveloppe d'un jaune brun, tandis que leurs stylospores sont rosées. Ce caractère, rapproché du contraste offert par les deux sortes d'organes reproducteurs déjà connus, fait bien de cette espèce à la fois polymorphe et polychrome le Protée le plus décevant du groupe des Champignons.

Appareil conidien. — Dans les vieilles cultures sur mie de pain, où les *Mucor* sont en souffrance et où le substratum est relativement sec, des flocons d'un blanc de neige apparaissent sur le pain et sur les *Mucor* eux-mêmes. Ces flocons, parfois lâches sont souvent serrés, et ils le deviennent de plus en plus. Le mycélium enserre étroitement les tubes de *Mucor* (fig. 88), principalement les vieux tubes sporangiaux à peu près vides. Il n'y a pas de parasitisme à proprement parler, comme le prouve la facilité des cultures cellulaires pures. Les exigences de la plante sont même remarquablement bornées. Dans mes cellules, elles germaient dans la goutte d'eau placée au fond de la chambre humide sur le porte-objet, y développaient des filaments mycéliens et même quelques appareils conidiophores.

Germant dans un liquide, la spore conidienne donne des filaments grêles, cloisonnés, rampants, qui s'anastomosent un grand nombre de fois. Lorsque, à force de s'étendre, les filaments ont atteint les limites du liquide, ils dressent en l'air des rameaux conidiophores. Il en résulte que les cellules de verre, où les spores ont été semées au centre et dans la profondeur de la goutte, offrent une région centrale occupée par les spores germantes,

Digitized by Google

une zone moyenne constituée par des filaments lâchement unis en réseau et une couronne périphérique de buissons chargés de conidies.

Au bout de quelques jours, la culture devient d'un jaune de soufre ; mais cette teinte est passagère, et une couleur spéciale très vive assez voisine du vert-de-gris envahit tout le champ. En cellule la teinte verte est bien appréciable le sixième jour ; elle devient plus apparente si l'on retourne la cellule. Au microscope, les spores sont bien vertes. Cette couleur, déjà appréciable sur les exemplaires vivants de la cellule, devient plus accusée sur une préparation montée dans l'alcool phéniqué ou autre liquide approprié et se montre nettement prédominante sur les spores ; elle diffère complètement de celle des *Penicillium* et *Aspergillus*, dont cette moisissure se distingue d'ailleurs parfaitement par son aspect floconneux et par l'épaisseur des couches qu'elle constitue, grâce à ses innombrables ramifications, tout en gardant une teinte fraîche et éclatante. Des amas de *Penicillium glaucum*, développés dans les mêmes cultures que cette moisissure paraissaient bleu de ciel par contraste. Tulasne a bien décrit la succession de teintes de l'*Acrostalagmus* (*Trichoderma*) *viridis* : « *... Initio candidi sunt, denique Hypocreæ instar perfectioris aliquando flavescunt, ac Sepedonia in eo imitantur quod ab intimis suis partibus oriatur seminum seu conidiorum generatio et maturitas, intusque ideo jam saturato sordideque virescant, quum externum candorem qui e sola byssi sterilitate pendet, nondum deposuerint*[1]. »

Les cultures dégagent une odeur *sui generis*, pénétrante, légèrement camphrée.

L'appareil conidiophore est très rameux (fig. 89). Les tiges dressées donnent des branches de divers ordres généralement opposées et insérées à angles passablement ouverts sur les branches d'ordre moins élevé. Les derniers ramuscules, qui portent directement les spores, sont courts, renflés à leur base, atténués à leur extrémité périphérique ; ils ont une forme de bouteille.

Quant aux spores elles-mêmes, à leur nature et leur développement, on ne peut, en raison de leur caducité et de leur délicatesse,

1. *Loc cit.*, p. 31.

Digitized by Google

les bien étudier qu'en cellule. Nous avons pu d'ailleurs vérifier sur les grandes cultures les résultats obtenus par ce procédé un peu artificiel, mais que nous n'aurions pas démontrés d'une façon aussi complète et aussi rigoureuse, si nous nous étions adressé directement au procédé ordinaire de préparation microscopique. Sur des semis pratiqués sur une décoction de pruneaux dans un verre de montre, on peut distinguer au microscope avec un moyen grossissement (Bezu : ocul. 5 ; obj. 4), les filaments vivants terminés par des boules vertes brillantes, relativement grosses, qui correspondent aux masses gélatineuses de spores des cultures en cellule. L'extrémité du col conidiophore se renfle en bouton et constitue ainsi directement une spore qui peut se détacher à cet état. D'habitude le phénomène se complique et cette spore bourgeonne. Rarement il se produit une chaînette de conidies (jusqu'à quatre) ; plus souvent la deuxième spore formée par bourgeonnement latéral est séparée de la première par un étranglement à peine sensible (fig. 93, 95) ; une troisième cellule naît à son tour par un cloisonnement précédé de l'émission incomplète d'un bourgeon. Il se forme ainsi 3, 4, jusqu'à 6 spores. En même temps, la zone externe de la membrane des spores se gélifiant, les enveloppe dans une sphère très réfringente, qui simule assez bien un sporange et qui peut atteindre tout près de 10ᵘ (fig. 90). A la maturité, cette substance diffflue et les spores s'éparpillent (fig. 94). Le même résultat est produit artificiellement si l'on place les filaments dans l'eau : tous les amas de spores déjà divisés et plongés dans la gelée sont dispersés, en sorte qu'on ne voit plus en place que les spores jeunes encore indivises sur leur conidiophore. Tulasne n'ayant pas aperçu la matière diffluente n'a pu comprendre cet aspect qu'il a eu pourtant sous les yeux, comme le prouve le passage suivant : « *Filamenta conidiophora... aqua affusa, præter conidium unicum et centrale reliqua omnia dimittunt, quapropter monospora incautis oculis haberentur*[1]. » Il n'existe pas, comme on pourrait le conclure de ce passage, une spore centrale continuant directement le support et constituant une sorte de columelle.

1. *Loc. cit.*, p. 32.

Digitized by Google

Les spores sont très petites, sphériques et mesurent 2$^{\mu}$,8. « Le *Mucor* perce-bois, disait déjà Bulliard, est de toutes les espèces qui ont leurs graines nues et isolées, celle dont les graines sont les plus petites. » Tulasne reconnaît aussi leur grande ténuité, bien qu'il donne des mensurations un peu supérieures aux nôtres, ce qui peut tenir à la couche gélatineuse qui, en se dilatant, exagère les dimensions. « *Conidia sphærica vel late ovata, levia et æruginei coloris, diametro majori* 0^{mm},0035 *vix excedunt, solitariaque, brevissime moniliformi-catenata, imo fasciculata nascuntur summis in ramis...* »

La matière colorante des spores est entièrement insoluble dans l'alcool même absolu et dans l'eau. Semées sur le porte-objet, elles germent au bout de 24 heures.

Cet appareil conidien rappelle parfaitement celui d'*Acrostalagmus cinnabarinus,* Corda. La sphère brillante qui renferme les spores de ce dernier a longtemps été considérée comme un sporange. M. Cornu est le premier qui en ait bien compris la véritable nature. « Il est à remarquer, dit-il, que, comme chez les *Hypomyces,* les spores peuvent demeurer à l'extrémité des stérigmates, soit qu'elles ne naissent pas toujours au même point de l'extrémité du filament, soit qu'elles restent engluées par un liquide qui les agglutine.... C'est ainsi qu'à l'extrémité des rameaux de l'*Acrostalagmus* (comme de l'*Hypomyces rosellus*), par exemple, se forment des globules ou capitules de spores. Il n'y a pas de sporange autour de ces amas de spores, ainsi que cela est, d'après Corda, représenté dans les *British Fungi* de M. Cooke[1], qui le considère comme une Mucorinée[2]. » C'est pour de tout autres motifs que Bulliard faisait de cette moisissure un *Mucor.* A son époque, les caractères sur lesquels on a basé la famille des Mucorinées étaient totalement inconnus ; il croyait d'ailleurs et il le dit en propres termes que le *Mucor* perce-bois a les « graines nues et isolées ». Notre description prouve clairement que la masse des spores terminales a la même origine dans notre espèce que dans *Acrostalagmus cinnabarinus.* D'autre part, la structure

1. *British Fungi,* p. 635.

2. *Reproduction des Ascomycètes. Stylospores et spermaties.* (*Annales des sciences nat.*; *Bot.*, 6^{e} série, t. III, p. 88-89. 1876.)

Digitized by Google

et la disposition du mycélium, ses nombreuses cloisons, ses anastomoses, tout l'appareil végétatif en un mot l'éloigne des Mucorinées ; cependant la substance mucilagineuse dérivée des spores et transformée en une sorte de sac, qui les entoure avant de les dissocier, peut être envisagée comme un rudiment de sporange, au même titre que la membrane gélifiée des *Mucor* en est considérée comme un vestige. Ces spores n'en sont pas moins assimilables aux conidies en général. Ne trouvons-nous pas dans tous les groupes de Champignons des transformations de spores en sporanges et de sporanges en spores ?

Quant à la véritable place des *Acrostalagmus,* M. Cornu en a eu un juste pressentiment. « On peut remarquer, dit-il, l'analogie extrême de certaines formes de Mucédinées avec les *Hypomyces....;* c'est ainsi que les *Verticillium, Acrostalagmus, Acrocylindrium, Cylindrophora, Acremonium...* constituent probablement les représentants des arbuscules spermatiophores d'espèces d'Ascomycètes plus ou moins voisines des *Hypomyces.* »

Pycnides. — Développées d'abord sur du pain dans un cristallisoir clos, elles en couvraient toute la surface dix jours après le début de la culture. Elles ont prospéré sur la décoction de pruneaux et sur le jus d'orange. Du papier buvard imprégné de spores et placé sur du pain humide disparaît rapidement sous les pycnides. J'en ai suivi le développement en cellules. Trois jours à peine après l'ensemencement des stylospores, les pycnides sont mûres (fig. 100). Les pycnides naissent sur le mycélium par des renflements indépendants, mais en des points si rapprochés qu'elles deviennent souvent confluentes ; elles sont alors distinctes seulement par leurs orifices (fig. 101). Si les pycnides sont isolées et en forme d'outre, elles atteignent $0^{mm},2$ de diamètre et davantage ; leurs dimensions individuelles sont réduites dans le cas de concrescence.

Les pycnides sont parfois allongées par suite d'un renflement étendu du mycélium. Les tubes mycéliens peuvent d'ailleurs se souder par des anastomoses en cordons ramifiés, qui brunissent et simulent des rhizomorphes microscopiques sans se creuser ni se transformer en pycnides.

Les stylospores sont allongées, cylindriques, elliptiques ou

Digitized by Google

lettes brillantes ; une dépression sur un des bords les rend souvent un peu réniformes. Leur taille est assez variable : 6-7 × 2,5-3$^{\mu}$ (fig. 96). Vues isolément au microscope, elles semblent incolores ; elles sont en réalité teintes en rose et forment des amas vivement colorés, lorsque dans un lieu humide, elles ont été expulsées en grande quantité de la pycnide. Pour germer, la stylospore s'arrondit en grandissant jusqu'au diamètre de 9-10$^{\mu}$; elle donne par bourgeonnement 2-3 cellules sphériques ; puis les étranglements disparaissent et des filaments s'étendent dans diverses directions. Les cloisons, d'abord très rapprochées, deviennent moins serrées sur les filaments plus anciens.

Dans certaines cellules, particulièrement dans celles qui étaient envahies par des *Mucor* et surtout dans les cultures de *Mucor* où les stylospores arrivaient accidentellement, il s'est reproduit exclusivement des pycnides. Dans d'autres il s'est formé un appareil conidien. Ce dernier s'est aussi formé en abondance dans les grandes cultures où les pycnides s'étaient montrées au début.

Développement des pycnides. — Sur le trajet d'un filament mycélien grêle et cloisonné, 3-4 cellules se renflent et se colorent en jaune-brun, puis se divisent activement pour constituer un noyau de vrai parenchyme. En même temps, des branches grêles se dressent au voisinage et naissent jusque sur les cellules différenciées. Ces branches grêles s'anastomosent et forment une série d'anses, qui enveloppent d'un feutrage épais le tubercule de vrai parenchyme ; les rameaux mycéliens des branches voisines qui se trouvent à proximité s'anastomosent aussi avec ces filaments couvrants (fig. 98-99). Ainsi se forme un pseudo-parenchyme lâche autour du tissu compacte qui deviendra sporogène. Aucune fusion de cellules n'intervient dans la formation de ce dernier, tandis que ce phénomène est remarquablement développé dans la portion accessoire extérieure. Notons au reste que le mycélium végétatif présente d'innombrables anastomoses, celui qui porte l'appareil conidien, comme celui qui donne les pycnides.

Les parois des pycnides prennent rapidement une teinte brune ; les spores qu'elles contiennent, une coloration d'un rose vif rappelant les apothécies de *Bœomyces*.

Digitized by Google

Si l'on place des pycnides dans une goutte d'eau, on assiste à l'expulsion rapide de leur contenu ; les stylospores sortent comme un long ruban à travers l'orifice étroit et bientôt elles s'agglomèrent en tas. Le même phénomène se passe dans les cultures ; les amas de spores y deviennent confluents, et forment un enduit rose, qui submerge les pycnides, et par le mélange des deux teintes donne à la culture un nouvel aspect.

Spores composées. — Certains milieux sont défavorables à la végétation de l'*Hypocrea rufa ;* les pycnides et les conidies du type *Acrostalagmus,* organes de dissémination, n'y ont plus leur raison d'être ; la quantité des matières nutritives n'est pas suffisante pour l'élaboration des périthèces. Il se produit alors un enkystement général du mycélium, compliqué de la formation de chronispores spéciales. C'est ce que nous avons observé en opérant des semis sur une décoction de pruneaux filtrée, placée en chambre humide dans un verre de montre ou en cellule. Après une courte période de végétation, les filaments subissaient un cloisonnement actif, qui les fragmentait en articles courts et arrondis. Quelques divisions longitudinales rappelaient çà et là les premiers débuts d'une pycnide ; mais ce processus s'arrêtait sans que les filaments couvrants anastomosés eussent apparu ; et la sclérose frappait ces portions épaissies, aussi bien que celles où les hyphes étaient restés simples. En beaucoup de points, une cellule émettait un appendice très délié qui parfois dès son origine, parfois après un long parcours, se renflait à son extrémité, qui se segmentait. Certains exemplaires à pédicelle court et à cloisons exclusivement transversales rappellent les *Phragmidium ;* d'autres se renflent en boule et subissent des divisions en tous sens ; ils constituent à l'extrémité d'un support filiforme de petits tubercules comme ceux des *Papulaspora.* Très souvent l'appendice possède plusieurs renflements fusiformes superposés ou des renflements fusiformes intercalaires et une boule terminale. Enfin les fuseaux peuvent être digités ou être disposés sur les ramifications irrégulières du filament latéral. Dans tous ces cas, les cloisons sont ou bien seulement transversales, ou bien orientées dans plusieurs sens. Les variations dépendent uniquement de la forme et des dimensions des renflements, car les cellules conservent

Digitized by Google

une taille relativement fixe. Toutes les membranes de ces tubercules polymorphes s'épaississent et prennent une teinte d'abord jaune, puis d'un brun noir, à la fin très foncé.

Reliés directement aux cellules mycéliennes enkystées, tous ces appareils sont morphologiquement des spores composées à structure primitive, à forme encore mal fixée. Leurs relations morphologiques avec les pycnides d'*Hypocrea* sont bien nettes, puisque certains rudiments de ces conceptacles ne se distinguent pas des jeunes tubercules sclérosés. Ils se rattachent aussi aux bulbilles décrites par M. Eidam, et qui sont, comme nous l'exposerons à l'article suivant, intermédiaires aux spores et aux sclérotes.

A une époque où la critique n'était pas éveillée sur le polymorphisme des Champignons, ces différents organes, observés isolément, auraient été considérés comme autant de types spécifiques appartenant à des familles bien distinctes des *Hypocrea,* des *Acrostalagmus* et des pycnides. Mais aujourd'hui que la voie de l'unification est largement ouverte, surtout grâce aux magnifiques travaux des frères Tulasne, les types en apparence dégradés du groupe des Champignons, au lieu de ménager simplement à la patience des collectionneurs le stérile plaisir de s'engouffrer dans un dédale de formes incohérentes, offrent au botaniste les exemples les plus saisissants des merveilleuses harmonies de la nature.

Nos observations sur cette plante étaient depuis longtemps terminées et rédigées, quand parut un mémoire de M. Franz von Tavel[1], renfermant la description d'une espèce bien analogue à *Hypocrea rufa* par ses conidies et par ses pycnides. L'auteur a eu la bonne fortune de rencontrer également les conceptacles. L'affinité que notre observation combinée avec celle de Tulasne établissait entre les *Acrostalagmus* et les Pyrénomycètes se trouve confirmée par ce nouvel exemple. L'appareil ascosporé a permis à M. von Tavel de ranger le type en question dans le genre *Fenestella* sous le nom de *Fenestella Platani.* Les figures qu'il donne du développement de la pycnide (*loc. cit.*, pl. VII) concordent

1. *Beiträge zur Entwickelungsgesch. der Pyrenomyceten.* (*Bot. Ztg.*, t. XLIV, p. 825. 1886)

Digitized by Google

crea rufa. Comme dans notre espèce, les stylospores, d'un jaune de cire ou blanchâtres et cylindriques, diffèrent notablement des conidies qui ont une couleur vive. Pourtant l'appareil conidien offre à l'égard d'*Acrostalagmus viridis* d'importantes divergences. Les filaments qui supportent les spores sont simples ; ils forment des gazons rougeâtres comme dans *Acrostalagmus cinnabarinus*, au lieu d'être jaune-soufre puis verts comme dans l'*Hypocrea*. De plus, les spores sont fusiformes et juxtaposées en faisceaux au lieu d'être accumulées en une masse de petites boules.

Cette observation vient donc, aussi bien que la nôtre, montrer que LES FORMES LES PLUS DIFFÉRENTES D'*Acrostalagmus* APPARTIENNENT BIEN A DES PYRÉNOMYCÈTES et confirmer pleinement l'opinion de M. Cornu, que nous avons rapportée ci-dessus.

Melanospora Fayodi, P. Vuillemin. Syn. : *Hypomyces Leotiarum*, Fayod. (Pl. V, fig. 102-107.)

Sous le nom d'*Hypomyces Leotiarum*, M. Fayod [1] a décrit récemment un Champignon vivant sur *Leotia lubrica* et déterminant une coloration spéciale accompagnée d'une certaine déformation. Ces caractères avaient fait considérer les *Leotia* fortement attaqués par ce parasite comme une espèce distincte, *Leotia atrovirens*, Persoon. M. Fayod n'avait observé que les filaments mycéliens et deux sortes de conidies qui les couvrent ; c'est assez dire que l'espèce était indéterminable dans ces conditions, bien que la forme des conidies, tout comme l'habitat, rappelât ce qui s'observe chez les *Hypomyces*. On ne doit pas, en effet, s'exagérer la valeur taxinomique des chlamydospores, puisque celles des *Nyctalis* présentent une telle ressemblance avec celles des *Hypomyces*, que Tulasne lui-même s'en est laissé imposer par ce mimétisme. (Voyez plus loin une étude de ce genre.) Et quant aux microconidies, elles se retrouvent dans tous les groupes de Champignons avec un aspect analogue à celui du Champignon de M. Fayod. Ainsi, dans un travail tout récent, que je connais seu-

1. *Sur quelques Champignons parasites nouveaux ou peu connus.* (*Annales des sciences nat.; Bot.*, 7e série, t. II. 1885.)

Digitized by Google

lement par l'analyse qu'en a donnée la *Botanische Zeitung*, M. Mattirolo [1] a démontré que *Stysanus Stemonitis* est l'appareil conidien d'un *Melanospora* qu'il nomme pour ce motif *Melanospora stysanophora*.

Le parasitisme se retrouve chez d'autres Pyrénomycètes et en particulier chez *Melanospora Zobelii*, Corda, et *M. parasitica*, Tul. On sait, d'après les travaux de Tulasne, que cette dernière espèce se développe sur les *Isaria* à peu près comme le Champignon vert sur les *Leotia*. De plus, M. Kihlman a découvert qu'elle possède des branches ramifiées, dont les extrémités se segmentent en bâtonnets allongés analogues aux microconidies d'*Hypomyces asterophorus*, Tul.

L'espèce de M. Fayod ne pouvait donc être classée en l'absence des périthèces. La découverte de ces organes reproducteurs nous permet de résoudre ce problème et de compléter l'histoire de cette plante que nous avons dû ranger parmi les *Melanospora* au voisinage de *Melanospora Zobelii*. Nous la dédions à M. Fayod, qui a eu l'incontestable mérite d'attirer sur elle l'attention des botanistes. La nôtre devait être plus spécialement éveillée, puisque nous étions à portée des forêts des Vosges, qui sont la patrie du prétendu *Leotia atro-virens*. Comme le rappelle M. Fayod (*loc. cit.*, page 50), c'est d'après des exemplaires recueillis par Mougeot dans ce pays que Persoon avait créé l'espèce.

Outre les deux sortes de conidies que nous connaissons si bien par la description détaillée de M. Fayod, *Melanospora Fayodi* possède des périthèces et des sclérotes. L'existence des sclérotes est nouvelle pour le genre ; mais la multiplicité des organes de conservation est en rapport avec les risques auxquels est exposée une plante parasite dont l'hôte n'a qu'une vie éphémère. Par cette même adaptation s'explique la ressemblance des macroconidies des *Nyctalis*, des *Hypomyces* et de l'espèce en question. Le sclérote ne saurait justifier la création d'un genre distinct, pas plus que pour *Peziza mycetophila*, où il se développe dans de semblables conditions. Les sclérotes apparaissent sur le disque des *Leotia* en

1. *Ueber die Entwickelung zwei neuer Hypocreaceen und über die Bulbillen (Spore-bulbill) der Ascomyceten.* (*Nuovo Giorn. bot. Ital.*, vol. XVIII, avril 1886, et *Bot. Zig.*, p. 632. 1886.)

Digitized by Google

même temps que les périthèces, et nous avons trouvé ces deux organes également développés à la fin de septembre et dans la première moitié d'octobre. Quand la saison avance, les sclérotes seuls continuent à se former ; ils envahissent alors non seulement le Champignon, mais la terre environnante ou un support quelconque, par exemple une soucoupe, dans laquelle on laisse s'étaler les débris du *Leotia* tombés en déliquescence. Ici encore l'analogie se poursuit avec les sclérotes de *Peziza mycetophila*, Fayod. Depuis longtemps, d'ailleurs, Tulasne a pu poser comme une règle générale que diverses Mucorinées mycophiles « tirent bien, à la vérité, leur origine d'un Champignon charnu plus ou moins altéré, mais peuvent aussi se propager hors de lui sur le sol et les corps environnants, comme si elles n'avaient plus besoin que de supports [1] ».

Périthèces. — Périthèces disséminés, superficiels, à peu près sphériques (fig. 102), atteignant 240μ. Enveloppe d'un jaune pâle, transparente, à cellules assez larges et irrégulières, entremêlées de quelques cellules plus petites, formant en dehors une saillie hémisphérique comme un poil rudimentaire. L'orifice est dépourvu de l'appendice pointu comme un bec d'oiseau dont parle Corda ou même de toute papille en tenant lieu ; il est seulement garni d'un pinceau de poils. Ces poils se développent tardivement à mesure que l'orifice se dilate ; ils convergent au début, puis se dressent ; entièrement développés, ils ont la forme de filaments un peu dilatés à la base et obtusément pointus au sommet. Ils atteignent 35μ. La forme du périthèce rapprocherait donc notre espèce des *Sphæroderma* de Fuckel. Mais M. Winter n'hésite pas à rattacher les deux espèces qui formaient ce genre aux vrais *Melanospora*, bien qu'elles présentent avec ces derniers une différence de plus que *Melanospora Fayodi*, en ce que leurs asques contiennent seulement 4 spores. Nous ne pouvons mieux faire que de citer son opinion, à laquelle nous nous rallions en ce qui concerne notre espèce : « Le genre *Sphæroderma*, Fuckel, fondé sur cette espèce (*Melanospora theleboloides*), ne doit pas être, à mon sens, distrait des *Melanospora* typiques. *M. Zobelii* manque entière-

1. *Note sur les* Isaria *et* Sphæria *entomogènes.* (*Annales des sc. nat.*; *Bot.*, 4e série, t. VIII, p. 40. 1857.)

Digitized by Google

ment de col ; il a seulement une papille un peu plus grosse que *M. fimicola* et *M. theleboloides ;* il forme transition entre ces deux espèces et la forme à col [1]. » Notre plante vient encore raccourcir la distance qui les sépare, puisqu'à l'absence de papille des *Sphæroderma* elle joint les asques octosporés des *Melanospora* typiques et du *M. Zobelii* en particulier. Elle partage en outre, avec cette dernière espèce, les allures mycophages.

Les asques sont claviformes, à membrane incolore mince, très fugace (fig. 104). Les spores sont groupées au sommet en une masse ovoïde de 38 × 18$^{\mu}$ et conservent quelque temps cet agencement, quand on a vidé artificiellement le jeune périthèce, bien que la membrane sporangiale ne les maintienne plus.

Les spores ont la forme d'une navette tronquée carrément aux deux bouts (fig. 105). Tulasne a déjà signalé une troncature analogue et même plus accusée chez *Melanospora parasitica :* « *Sporis in thecis conglobatis, breviter cylindricis, utrinque quasi recte truncatis* [2]... » Elles ont à la maturité 17$^{\mu}$ de long. Le milieu a un diamètre de 8$^{\mu}$ et les plateaux des extrémités 2$^{\mu}$,5. A vrai dire, les faces terminales ne sont pas absolument planes. Si l'on examine des spores jeunes, chaque plateau semble formé de deux perles très brillantes accolées et débordant l'extrémité de la spore (fig. 106). Un peu plus tard, cet éclat s'atténue et l'on voit que l'extrémité de la membrane forme une sorte de collerette qui, par sa réfringence spéciale, donnait l'illusion de deux sphères juxtaposées ; la spore occasionnait également cette illusion, quand elle se présentait sous ses diverses faces.

La spore jeune prend une teinte verte, qui atteint rapidement son maximum et qui est alors comparable à celle des conidies de M. Fayod. La membrane commence à brunir ; et sa couleur, se combinant avec le contenu vert, donne à l'ensemble un ton olivâtre, qui se conserve assez longtemps au niveau d'une sphère centrale très réfringente. Cette sphère se voit encore dans la spore mûre ; mais la teinte olive est tout à fait perdue sous l'intense coloration brune de la membrane.

La forme des spores, aussi bien que leur couleur et leur struc-

1. In *Rabenhorst's Kryptog.-Flora,* 2^{e} partie, p. 95.
2. *Loc. cit.,* p. 40.

Digitized by Google

ture, distingue clairement notre plante des *Hypomyces,* dont les spores sont cloisonnées. Les spores septées de plusieurs *Hypomyces* présentent une particularité qui semble les rapprocher des spores unicellulaires. Très jeunes, elles sont cloisonnées, chez *Hypomyces chrysospermus* par exemple, en deux segments à contenu également granuleux ; mais bientôt une cellule s'atrophie au profit de l'autre et simule à la maturité un simple appendice analogue à celui des spores des *Sordaria.*

Sclérotes. — M. Eidam [1] a voulu établir une distinction entre les sclérotes et les bulbilles et rattacher à ces derniers organes certains corps qui ont toute l'apparence de vrais sclérotes. Il se basait sur les considérations suivantes : une nouvelle espèce, qu'il nomme *Papulaspora aspergilliformis,* possède des tubercules dont les plus gros rappellent les sclérotes, tandis que les plus petits conduisent aux conidies cortiquées d'*Helicosporangium parasiticum,* Karsten, que M. Karsten prenait à tort pour un sporange entouré d'un revêtement cellulaire. Suivant M. Eidam, les bulbilles, véritables conidies composées, diffèrent des sclérotes en ce que les cellules profondes et les cellules superficielles se ressemblent par leur contenu aussi bien que par leurs membranes colorées et peu épaissies, que toutes sont capables de germer isolément et de bonne heure, tandis que le sclérote a la propriété de produire, après une période de repos, des fruits ascosporés ou autres organes spéciaux [2].

D'autre part, la bulbille débute souvent, comme le fruit de divers Ascomycètes (l'auteur aurait pu ajouter : comme aussi leurs pycnides), par l'enroulement en tire-bouchon de certains filaments. Quoique ce phénomène ne soit pas constant et qu'il soit visiblement en rapport avec la vigueur de la portion où naît l'organe, M. Eidam insiste sur ce fait, que les ébauches de bulbilles ont avec les carpogones « une pleine concordance morphologique, qui ne va pas toutefois jusqu'à la formation d'asques ». Il laisse clairement entendre que, pour lui, les bulbilles se substituent à l'appareil ascosporé morphologiquement et physiologiquement à

1. *Zur Kentniss der Entwickelung bei den Ascomyceten.* (*Cohn's Beitrage zur Biol. der Pflanzen,* t. III, fasc. 3, p. 377. 1883.)

2. *Loc. cit.,* p. 416.

Digitized by Google

la fois. Voici, d'ailleurs, comment il résume son opinion : « *Papulaspora* offre peut-être un terme de transition entre les fruits à vraies ascospores et les Champignons pourvus de simples conidies. En fait, les bulbilles paucicellulaires de *Papulaspora* sont presque identiques aux petits amas de spores d'*Helicosporangium ;* et l'on renouerait aisément la chaîne qui relie les amas les plus simples, à peine cortiqués, de ce dernier, à divers types moins complexes et même aux Hypomycètes pourvus seulement de conidies [1]. »

Sans vouloir faire de cette théorie une critique générale, nous observerons que les sclérotes de *Peziza mycetophila* partagent, avec les grosses bulbilles de *Papulaspora,* toutes les propriétés morphologiques qui, d'après M. Eidam, distinguent ces organes des sclérotes, y compris la capacité d'émettre d'innombrables filaments. Mais ces sclérotes n'excluent pas les fruits ascosporés, qui naissent d'ordinaire, il est vrai, à une certaine distance du tubercule, parfois pourtant, comme M. Fayod l'a observé, sur des filaments directement appliqués à sa surface. (Voyez plus loin l'article consacré à cette espèce.) De plus, dans le Mémoire cité précédemment, M. Mattirolo a décrit une nouvelle espèce, *Melanospora Ghibelliana,* qui possède, outre des chlamydospores douteuses et des fruits ascosporés caractéristiques du genre, des bulbilles semblables aux organes décrits par M. Eidam chez *Helicosporangium* et *Papulaspora.* Il est donc probable que, dans ces espèces aussi, les bulbilles sont des formations distinctes des fruits ascosporés et que, si ces derniers faisaient réellement défaut, il s'agirait d'une simple substitution physiologique. Au point de vue morphologique, on tirera de cette observation l'enseignement suivant : que LE FRUIT ASCOSPORÉ EST CARACTÉRISÉ PAR L'ASQUE SEUL ET NON PAR LE SCOLÉCITE qui, adapté peut-être dans certains cas au rôle sexuel (question que nous ne prétendons pas trancher), apparaît sous de simples influences végétatives au début de la formation d'organes quelconques constitués par des tubercules de tissu compacte.

Melanospora Fayodi nous offre des tubercules que nous qua-

1. *Loc. cit.*, p. 423.

Digitized by Google

lilions sans hésiter de sclérotes, bien qu'ils se relient aux bulbilles de *Papulaspora* et par leur intermédiaire aux spores cortiquées ou conidies composées. Ces tubercules ont toutes leurs cellules semblables ; mais ils se distinguent des bulbilles de M. Eidam et des sclérotes sans zone corticale de M. Fayod par un énorme épaississement avec différenciation des parois cellulaires. Ils réalisent donc, à l'égard des vrais sclérotes de M. Eidam, l'extrême opposé à celui que représentent ses bulbilles. De plus, ils passent par la vie latente, et nous allons voir qu'ils produisent directement un périthèce (fig. 103). Mais d'autres périthèces semblables se forment sans leur participation aux dépens du mycélium. Cela prouve que les tubercules de diverses natures, aussi bien que les conidies, les bulbilles, etc., sont du mycélium ordinaire adapté au rôle conservateur.

Les filaments chargés de macroconidies se présentent en grande masse dans les tissus du disque de *Leotia* et leur donnent une coloration intense que M. Fayod compare, avec raison, au vert de méthyle. En certains points les hyphes se condensent encore davantage et forment un noyau de pseudo-parenchyme. C'est sous cette forme que l'on distingue d'habitude les plus jeunes sclérotes ; il est par suite difficile de dire en quoi consistent les *primordia* de ces tubercules. Nous mentionnerons, à simple titre de renseignement, que nous avons trouvé, dans une préparation renfermant des sclérotes très jeunes, un filament isolé coloré en vert et présentant le diamètre du mycélium ordinaire, si ce n'est au sommet qui était un peu plus large et formait trois tours de spire très serrés, également verts : c'est peut-être le premier début du sclérote. On sait que les scolécites ont été signalés par M. Eidam à l'origine des « bulbilles » de *Papulaspora aspergilliformis*, homologues des sclérotes de *Melanospora Fayodi*.

Le petit peloton, d'abord d'un vert intense, passe au jaune-brun dans la portion centrale, tandis que la région corticale reste encore fortement teintée de vert et chargée de macroconidies. Le noyau central grandit de plus en plus, toujours plongé dans un stroma filamenteux. Ses membranes s'épaississent et il prend une couleur brune, qui semble ensuite tout à fait noire. L'enveloppe verte se détruit entièrement et le sclérote survit à toute végéta-

Digitized by Google

sur le disque du *Leotia* ou sur les objets environnants.

Le sclérote mesure $0^{mm},10$ à $0^{mm},35$. La taille ordinaire est d'environ $0^{mm},18$. Comme pour les bulbilles de *Papulaspora*, nous pouvons dire avec M. Eidam que ces dimensions sont directement liées à la richesse de l'alimentation. Comme ces organes aussi, les sclérotes sont souvent géminés par concrescence. A la maturité, le sclérote est excessivement dur et ne s'écrase que sous une forte pression ; alors il se brise en fragments irréguliers : il est donc peu élastique. Il est entièrement opaque ; la potasse n'éclaircit nullement les petits sclérotes eux-mêmes ; l'acide sulfurique concentré nous a seul donné un résultat à cet égard et l'examen de la membrane va nous en fournir la raison.

Sur une coupe mince (fig. 107) ou même sur un petit fragment produit par écrasement, on reconnaît que la membrane comprend une lamelle moyenne très étroite, colorée en jaune et une zone incolore d'aspect cartilagineux constituant une énorme couche d'épaississement centripète traversée par quelques canalicules non ramifiés. Le contenu de la cellule est brun. Sur le noyau des très jeunes sclérotes, la lamelle moyenne est seule formée. Si l'on traite un petit fragment ou une coupe par l'acide sulfurique concentré, les lamelles propres d'aspect cartilagineux se gonflent énormément, font éclater les lamelles moyennes et se dissolvent, tandis que la lamelle moyenne conserve son épaisseur et sa teinte jaunâtre. L'acide sulfurique agit lentement sur les sclérotes entiers : les lamelles cartilagineuses se dissolvent et se mélangent au contenu ; les lamelles moyennes restées en place s'opposent au gonflement et à l'issue de la masse qu'elles renferment ; mais celle-ci devient transparente. L'action est progressive et centripète ; quand elle est déjà avancée, on distingue dans le sclérote plusieurs couches concentriques, qui simulent une couche corticale et une masse interne fortement colorée, possédant elle-même une zone limitante. A un certain moment, quand le réactif commence à influencer les portions voisines du centre, on reconnaît aisément que la coloration brune et l'opacité sont dues au contenu des cellules, tandis que les membranes restent d'un brun jaunâtre clair. Ces contenus sombres pourraient en imposer pour

Digitized by Google

des spores occupant le centre du tubercule ; mais les masses brunes se décolorent à leur tour quand l'acide a gélifié les lamelles propres qui les revêtaient.

Germination des sclérotes. — La plupart des sclérotes ainsi formés sont restés inaltérés pendant tout l'hiver. Quelques-uns ont germé après une période de repos de quelques mois seulement (fig. 103) ; dans un godet où ils étaient maintenus humides sur leur support naturel, chacun d'eux a formé un périthèce présentant la même taille et les mêmes particularités que les périthèces qui en automne s'étaient développés au milieu des sclérotes aux dépens des mêmes filaments mycéliens. Les périthèces sortent du sein même du sclérote et restent largement fixés à ce tubercule comme dans les *Sclerotinia,* etc.

Malgré leurs relations d'origine probables avec les bulbilles décrites par M. Mattirolo chez *Melanospora Ghibelliana* et par M. Eidam chez *Papulaspora,* LES TUBERCULES DE *Melanospora Fayodi* FONCTIONNENT DONC COMME DE VRAIS SCLÉROTES. *Peziza mycetophila,* dont les tubercules ont plus nettement l'aspect de vrais sclérotes, va nous démontrer la réciproque en germant à la manière des bulbilles.

Peziza mycetophila, Fayod. (Pl. VI, fig. 139-143.)

Sous le nom de *Peziza mycetophila,* M. Fayod décrit [1] une espèce qu'il avait observée sur le *Lactarius vellereus* dans les bois des collines qui environnent Esslingen (Wurtemberg). Il en a suivi avec grand soin le développement et les métamorphoses ; pourtant ces recherches délicates ont laissé quelques lacunes dans l'histoire de ce Champignon remarquable.

Nous avons fait, l'automne dernier, autour d'Épinal une ample moisson de la même plante, qui croissait en compagnie du même *Lactarius vellereus*. Nous avons retrouvé les trois formes que lui rapporte M. Fayod : la forme conidiophore ou *Monilia albo-lutea,* Sécrétan ; le sclérote, *Sclerotium Fungorum,* Sécrétan non Tode, et le fruit ascosporé. Tout en reconnaissant l'exactitude des faits annoncés par ce botaniste, nous avons pu les compléter sur quel-

1. *Loc. cit.*

Digitized by Google

qui n'avait pas été observé à maturité, et son origine, qui éloigne ce Champignon de toutes les autres espèces à sclérotes. Il n'est pas utile de retracer ici l'histoire complète de cette plante ; nous nous contenterons de faire à propos de chaque appareil quelques additions à l'important Mémoire de M. Fayod.

Mycélium. — Il présente de fréquentes anastomoses non signalées ni figurées. On rencontre souvent des branches unissantes en échelons entre filaments parallèles ou bien des anastomoses diversement disposées. La cloison se résorbe sans laisser de traces.

Sur les filaments vivants on ne distingue que rarement des perles brillantes sur le milieu des cloisons ; on les reconnaît parfois, malgré la densité du protoplasme ; mais la présence de portions plastiques de la membrane se révèle surtout parce que la portion centrale d'une cloison se bombe et s'étire en doigt de gant à l'intérieur d'une cellule dont le contenu s'est raréfié ; il se forme ainsi des sortes de THYLLES. Le filament étroit (fig. 139) traverse la cellule voisine dans toute sa longueur et se cloisonne ; la première cloison est à peu de distance de l'ancienne. Le filament étroit, heurtant contre la cloison suivante, se courbe, se mamelonne, puis se greffe à la portion non différenciée, la soulève et reprend sa marche suivant le même procédé.

Conidiophore. — La ramification est très probablement dichotome avec croissance inégale des deux branches. Il n'y a généralement que deux spores sur la même ramification ultime ; sur la « fig. 17 de la Pl. II » de M. Fayod, l'une d'elles semble être un renflement du conidiophore ; en réalité, elle ressemble à une spore, épaissit de bonne heure sa membrane et s'isole parfois par une cloison avant la spore terminale ; néanmoins, la terminale regagne du temps et mûrit la première. Parfois on trouve plus de deux spores à la file. Comme M. Fayod, nous avons trouvé les *Monilia* sur la terre au voisinage des *Lactarius* et aussi sur les feuilles.

Sclérote. — « Un des points caractéristiques de la formation du sclérote, dit M. Fayod [1], ce sont les gonidiophores qui se ren-

1. *Loc. cit.*, p. 45.

Digitized by Google

flent à leur base et se gorgent de plasma en cet endroit. Ils cessent alors de croître en longueur et ne produisent pas de capitules sporifères (fig. 2, *a*). » Il nous semble plus exact d'admettre l'interprétation inverse ; le mycélium entre-croise ses filaments pour former un sclérote ; ces filaments s'anastomosent et modifient leur aspect ; l'apparition du sclérote est déterminée par un ralentissement dans l'activité végétative, par exemple une dessiccation. Changez les conditions extérieures ; placez, je suppose, la feuille chargée de débuts de sclérotes sous cloche dans un air humide : dès le lendemain chaque lacis de filaments aura émis une touffe de conidiophores. L'expérience, toutefois, ne réussit pas toujours dans ces conditions ; il y a des facteurs à déterminer. Les ampoules figurées dans la « fig. 2, *a* » n'ont aucun titre à être considérées comme des conidiophores avortés ; ce sont aussi bien des renflements tuberculeux ou une modification mycélienne *d'un* tout autre ordre. De semblables éléments sont habituels au début des organes massifs.

Les sclérotes se trouvent parfois au fond de la coupe du *Lactarius*, mais uniquement quand le Champignon est couvert de feuilles. On les observe entre les feuillets et dans le pseudo-parenchyme ; mais ils abondent surtout au niveau où le pied pénètre en terre ; ils sont en partie incrustés dans le pied, en partie nichés dans les anfractuosités de la portion enracinée, en partie enfoncés dans la terre remuée par l'éruption du *Lactarius* ou entre les feuilles voisines. Ceux qui sont à fleur de terre sont couverts de feuilles sèches. La structure du sclérote est homogène. Pour les détails nous renvoyons au Mémoire de M. Fayod.

Pézize. — La pézize est facile à trouver dans la nature au voisinage des *Lactarius* chargés de *Monilia* et de sclérotes, et l'on est surpris que M. Fayod ne l'ait pas rencontrée. Cet insuccès s'explique peut-être par cette circonstance que l'auteur n'aura cherché la pézize que sur les sclérotes, convaincu qu'elle se formait directement à leurs dépens, comme cela se passe chez les *Sclerotinia* ou dans d'autres genres pourvus de sclérotes, *Claviceps purpurea* par exemple. L'expérience elle-même ne lui a pas fait abandonner entièrement cette idée préconçue : « ... notre Ascomycète se développe entièrement, dit-il, sur une couche de fila-

Digitized by Google

ments *épicorticale*. Cette couche n'est en vérité que le produit de la prolification de l'enveloppe périphérique du sclérote[1] ... » En fait, les pézizes se développent parfois sur les sclérotes : j'ai pu le constater sur le premier plant où j'ai rencontré des sclérotes ; plus souvent on les trouve aux alentours sur les feuilles de hêtre et aussi sur les cupules de cet arbre et même sur les cailloux. L'APPARITION DES FRUITS ASCOSPORÉS N'A en somme AUCUN RAPPORT FIXE AVEC L'ÉVOLUTION DU SCLÉROTE ; ils se trouvent accidentellement sur ce tubercule comme sur les corps les plus divers. Peut-être y sont-ils plus fréquents qu'ailleurs dans certaines conditions, parce que les filaments qui puisent directement dans les réserves du sclérote sont plus vigoureux et plus capables de fournir au fruit les matériaux nécessaires à son développement ; toutefois, nos observations ne sont pas de nature à accréditer beaucoup cette supposition. Ajoutons qu'un sclérote voisin de celui du *Peziza mycetophila*, le *Sclerotium Muscorum*, mis en expérience par M. Fayod, « poussait, à l'état frais, des filaments mycéliens jaune orangé, qui n'ont jamais montré aucune fructification[2] ».

La pézize a d'abord la couleur rouge orangé du sclérote et constitue un petit cylindre qui se renfle supérieurement et devient piriforme. La partie supérieure est plus pâle. Ensuite l'hyménium s'étale et paraît bosselé. Le centre est légèrement excavé. L'hyménium est d'un orangé rose très pâle. Le disque mesure environ 3 millimètres de diamètre, rarement 4.

L'examen de l'hyménium devait attirer spécialement l'attention, d'abord parce que ses caractères ont un intérêt capital au point de vue de la classification, ensuite parce que les recherches antérieures avaient été peu fructueuses sur ce point. Dans son intéressant travail, M. Fayod a bien reconnu l'existence de deux sortes de filaments stériles : « Les uns, dit-il, sont septés et filiformes, hyalins ; ils pénètrent inarticulés jusqu'à une profondeur relativement grande dans le tissu subhyménial. Ils sont peu nombreux[3]. » Les paraphyses plus larges sont irrégulièrement ren-

1. *Loc. cit.*, p. 48.
2. *Loc. cit.*, p. 47.
3. *Loc. cit.*, p. 49.

Digitized by Google

flées soit au sommet, soit sur leur trajet ; sur les exemplaires adultes, leur protoplasme est spumeux. Toutefois, on rencontre quelques paraphyses bien développées, qui sont restées cylindriques (fig. 143) et remplies d'un protoplasma compacte ; elles sont pourvues d'une cloison à la base.

La proportion des paraphyses et des asques ne peut être appréciée que sur des exemplaires avancés. Les asques se développent en effet tardivement ; et c'est seulement sur les fruits jeunes, comme ceux que M. Fayod a observés, que les asques sont très peu nombreux.

Le protoplasme reste sensiblement homogène jusqu'à la division des noyaux. Les spores se forment vers l'extrémité libre de l'asque (fig. 140) ; elles apparaissent sous forme de sphères occupant les mailles d'un réseau et deviennent peu à peu elliptiques. Il est donc improbable que l'aspect assez insolite que M. Fayod a représenté « fig. 8 » sur un asque où « l'on croit reconnaître une fragmentation du protoplasme en parties allongées fusiformes » ait été déterminé par l'apparition des jeunes spores. Les asques mûrs sont variqueux et contournés à la base, fixés sur de grosses cellules irrégulières du pseudo-parenchyme ; ils semblent indépendants des paraphyses cylindriques et des cellules renflées à l'extrémité. Le sporange, operculé, octosporé, ne se colore pas en bleu à l'extrémité par l'iode.

Les spores mûres sont groupées sans adhérence en une file longitudinale au sommet du sporange (fig. 141). Leur membrane est dépourvue d'ornements. Elles sont elliptiques, mesurent $13 \times 8^{\mu}$ (fig. 142). Elles contiennent des sporidioles granuleuses souvent au nombre de deux et placées aux foyers, et alors régulières, parfois disséminées ou composées et, dans ce cas, plus ou moins inégales.

Les pézizes se développent en grand nombre et sont même assez souvent confluentes sur les feuilles, les cupules de hêtre, etc.

La matière colorante de la pézize comme du sclérote est très soluble dans l'alcool ; elle teint rapidement ce liquide sur le rasoir à l'aide duquel on pratique des coupes ; elle diffère entièrement de celle de *Pilobolus, Peziza aurantia,* etc.

Habitat et Métamorphoses. — L'habitat de cette espèce doit

Digitized by Google

fixer un peu notre attention. Sans être franchement parasite à aucun âge, elle recherche les Champignons et même plus spécialement une espèce déterminée de Lactaire quand elle se développe comme moisissure. A cet état seulement, elle justifie son nom « *mycetophila* ». Toutefois, même sous cette forme, elle peut être soustraite à cette association. M. Fayod l'a cultivée avec succès sur la mie de pain; mais dans ce cas elle paraissait rechercher le voisinage des Mucorinées et devenait plus vigoureuse à leur contact ; sans être parasite, elle a des tendances nettement mycophages. Il n'en est plus de même de ses autres formes. Le sclérote, qui est un organe de vie latente, riche de ses réserves, se contente de la terre humide ou des feuilles sèches : cela est naturel. Le fruit ascosporé et le mycélium qui lui donne naissance sont généralement affranchis des liens qui enchaînaient l'existence de la moisissure à celle d'un Agaric.

L'indépendance relative du fruit à l'égard du sclérote est aussi un phénomène remarquable, capable de jeter de la lumière sur la véritable nature biologique de ces organes de vie latente. Jusqu'ici on avait toujours constaté qu'un sclérote ne repassait à la vie active qu'en formant un fruit aux dépens de ses réserves. On pouvait se croire autorisé à admettre que, dans les espèces à sclérotes, l'évolution du fruit est scindée en deux stades, de manière à localiser, dans le temps et dans l'espace, sur des organes distincts, les deux fonctions principales qui se confondent généralement dans le fruit: à savoir la CONSERVATION et la DISSÉMINATION. Le sclérote était dans cette hypothèse un fruit arrêté au premier stade de son développement pour jouer le rôle d'organe conservateur pendant une période défavorable. Quand les conditions extérieures devenaient plus propices, le fruit achevait rapidement de s'organiser et donnait naissance à de nombreuses spores, qui disséminaient aussitôt l'espèce.

Cette manière d'envisager le sclérote a fait imaginer à M. Eidam la distinction entre les sclérotes vrais et les bulbilles à forme de sclérote. Nous avons examiné cette opinion à propos de *Melanospora Fayodi;* on voit qu'elle n'est pas plus conciliable avec les propriétés de *Peziza mycetophila* qu'avec celles de cette espèce.

Digitized by Google

La même idée de la dualité morphologique du fruit correspondant à sa DUALITÉ PHYSIOLOGIQUE, sans avoir jamais été formulée explicitement, fit tout d'abord admettre une telle alternance entre la spore conservatrice (zygospore) des Mucorinées et leurs spores disséminatrices. On sait aujourd'hui que, chez ces moisissures, une telle alternance, fréquente comme l'alternance même des influences qui favorisent le développement de chaque appareil reproducteur, n'a pourtant rien de nécessaire. Une modification artificielle des conditions extérieures suffit pour forcer une zygospore de Mucorinée à donner un mycélium au lieu d'un sporange.

Nous avons montré que chez *Aleuria Asterigma,* P. Vuill., la nature du support nutritif déterminait les ascospores à germer directement en un tube conidiophore ou en un mycélium [1].

Pourquoi les sclérotes feraient-ils exception ? Dans la *plupart* des espèces, ils forment directement des sporanges : c'est vrai ; mais on n'a pas cherché jusqu'ici, comme pour les Mucorinées, à soumettre les sclérotes à des influences capables de faire avorter les appareils disséminateurs et de faire naître un simple mycélium à leurs dépens. La nature s'est chargée de l'expérience ; elle nous offre une espèce où LE SCLÉROTE NE DONNE NORMALEMENT QUE DU MYCÉLIUM. Les filaments nourris de ses réserves s'étendront plus ou moins et iront produire des appareils disséminateurs bien loin du réservoir qui a permis à la végétation de reprendre son cours, et qui peut être, pour ce motif, envisagé comme le point de départ indirect de ces appareils. Parfois, la chaîne se raccourcit et le mycélium rudimentaire se charge immédiatement de pézizes qui semblent formées à la surface même du sclérote. C'est à ce cas exceptionnel que M. Fayod avait affaire. De là aux sclérotes ordinaires, où le mycélium ne se forme plus du tout et où la substance du tubercule passe directement dans la substance du fruit ascosporé, il n'y a évidemment qu'un pas. Mais si ce pas peut être franchi par *Peziza mycetophila,* ce retour à l'état considéré jusqu'ici comme normal constituera pour l'espèce en question une anomalie dont on ne connaît encore que le pre-

1. *Sur le Polymorphisme des Pezizes.* — Assoc. fr. pour l'avanc. d. sc. — Congrès de Nancy, 1886.

Digitized by Google

mier degré et qui serait aussi remarquable que la germination d'un *Sclerotinia* ou d'un *Claviceps* en un simple appareil mycélien.

Peziza aurantia, Fr. (Pl. VI, fig. 118-138.)

Dans cette espèce très vulgaire, nous étudions seulement le développement de la membrane des ascospores. Chez *Peziza aurantia*, le début de la formation des spores est marqué par l'apparition d'un noyau relativement volumineux, atteignant près de 3$^{\mu}$ de diamètre et situé vers le tiers supérieur de l'asque (fig. 119). Jusque-là, l'hématoxyline se fixait sur des granulations chromatiques d'abord disséminées dans le cytoplasme, puis accumulées en haut du tube, déjà à l'époque où ce dernier mesure seulement 30$^{\mu}$ (fig. 118). Le noyau une fois individualisé ou, si l'on veut, concentré ne tarde pas à se diviser; mais cette division n'entraîne pas une production immédiate de plaques cellulaires déterminée par la caryokinèse. L'absence de plaques cellulaires semble générale chez les Champignons. Dans les organes où il y a parallélisme entre le cloisonnement du cytoplasme et la division du noyau, ces deux phénomènes sont distincts; ils le sont même d'habitude de la façon la plus évidente.

Aussitôt que la période du cloisonnement est commencée, le noyau semble se comporter comme un centre d'attraction qui groupe autour de lui les parties actives du cytoplasme ambiant. Dès la première division, on voit les nouveaux noyaux entourés d'une aire transparente (fig. 120). Le protoplasme redevient granuleux au delà de cette auréole; parfois même il se condense aux confins de la zone claire. Si la condensation est surtout marquée entre les noyaux, elle pourrait en imposer pour une plaque cellulaire; mais généralement elle se poursuit dans tout le pourtour. Trois bipartitions successives amènent les noyaux au nombre de 8. Par suite de ce mode d'origine, ils sont d'abord groupés par paires (fig. 122); cet aspect est bien connu : on le trouve en particulier dans la figure reproduite d'après M. Dippel dans le *Traité de Botanique* de M. Van Tieghem [1]. Les zones claires qui entou-

1. *Traité de Botanique*, fig. 390 *b*.

Digitized by Google

rent deux noyaux jumeaux sont quelque temps confluentes, tandis que chaque paire est séparée de sa voisine par une zone granuleuse. Puis la substance granuleuse pénètre dans chaque paire sous forme d'une feuille mince comme une plaque cellulaire, tandis qu'elle est déjà épaissie dans les régions où elle s'était primitivement montrée.

La partie centrale entourée par la zone claire n'est bientôt plus réduite au noyau, car elle atteint promptement une taille considérable; elle continue pourtant à fixer uniformément l'hématoxyline; mais cette portion, que l'on peut dès à présent nommer la jeune spore, est en réalité le protoplasme de choix destiné à concentrer sous le moindre volume possible la substance active de la cellule, celle qui doit condenser en elle les propriétés essentielles de l'espèce. C'est là qu'on pourrait retrouver l'idioplasme de M. Nägeli, se composant au cas actuel des parties essentielles du cytoplasme et du caryoplasme.

Le reste du protoplasme, distrait en grande masse de la portion essentielle condensée autour du noyau, ne justifie pas entièrement le nom d'épiplasma. Ce n'est pas, en effet, un simple protoplasme de rebut, un superflu qui est rejeté par les cellules et leur reste annexé sans profit; c'est un protoplasme de revêtement, destiné à s'organiser ultérieurement en vue du rôle protecteur; c'est un dermatoplasme au sens le plus large du terme. Nous le verrons, en effet, s'épuiser dans la formation de la membrane. Seulement, dans les cellules ordinaires, des couches successivement distraites du protoplasme s'apposent en progression centripète à la membrane primitive représentée par une mince zone périphérique, et l'épaisseur du dermatoplasme arrive progressivement à son maximum; l'accroissement de l'enveloppe membranipare est corrélatif des transformations lentes qui s'effectuent au cours de l'évolution de la cellule. Dans l'asque de la Pézize, le protoplasme se divise d'emblée en deux lots, et un premier triage sépare de la portion essentielle réduite à sa plus simple expression autour du noyau en vue de la conservation de l'espèce, tout ce qui, dans d'autres circonstances, n'en serait distrait que graduellement pour former les couches protectrices. L'épiplasma est donc un dermatoplasme qui, par suite de la rapide concentration

Digitized by Google

de la substance propre des spores, se trouve subitement constitué avec une épaisseur énorme, avant d'avoir pu donner à aucune de ses parties la structure définitive en formant une membrane cellulosique.

Comme le fait remarquer M. Wiesner [1], chez les hyphes de Champignons dont la croissance se localise au sommet à membrane épaissie, la cellule introduit dans l'intérieur de la membrane la plus grande partie de son protoplasme. La nature dermatique de l'épiplasma n'est donc pas un fait isolé et limité aux Champignons à spores endogènes, puisque des filaments mycéliens ont aussi la cellulose de leurs membranes unie à une grande quantité de dermatoplasme.

Chez *Peziza aurantia,* la portion granuleuse et la portion transparente font également partie du dermatoplasme ; on en voit bientôt une preuve dans la formation d'une couche cellulosique aux confins de l'idioplasme. La naissance du dermatoplasme est passive, toute l'activité se concentrant dans l'organisation de la spore. Mais une fois que celle-ci est formée, elle passe à l'état latent et le dermatoplasme entre en jeu à son tour. L'organisation de la spore comprend donc deux périodes correspondant à l'activité successive de l'idioplasme et du dermatoplasme.

Jetons un coup d'œil sur les phénomènes qui se sont passés entre la division des noyaux et l'apparition de la membrane cellulosique. A peine les noyaux sont-ils individualisés, qu'ils condensent autour d'eux tout le protoplasme actif. Par suite de leur accroissement rapide et de la résorption précoce du cytoplasme qui les avoisine, les zones granuleuses précédemment formées disparaissent et les zones claires deviennent confluentes. Ce stade peut être très précoce ; assez souvent même une accélération de développement le rend primitif ; les masses idioplasmiques sont alors dès le début entassées vers le sommet de l'asque, sous forme de tétraèdres dont les intervalles sont occupés par l'épiplasma de la même région encore très riche et sensible à l'hématoxyline. Des bandes claires, dont l'ensemble forme une ligne sinueuse ininterrompue, séparent ces groupes tétraédriques correspondant les

1. *Unters. über die Organisation der vegetabilischen Zellhaut.* — Académie des sc. de Vienne. 1886.

Digitized by Google

uns aux spores, les autres aux amas d'épiplasma (fig. 121). L'aspect que présente alors le sommet de l'asque rappelle entièrement celui que M. Büsgen a observé chez *Leptomitus lacteus* après la résorption des plaques granuleuses provisoires [1].

D'habitude, la fusion des espaces clairs se produit plus tard, parce que le protoplasme s'est interposé en couches granuleuses d'inégale épaisseur entre les noyaux au fur et à mesure de leur division. Elle progresse de telle sorte que les noyaux se trouvent de nouveau appairés dans un même espace clair. Assez habituellement, la résorption frappe d'abord les plaques interposées entre les couples primitives (fig. 123, 124). De cette façon, les spores extrêmes restent isolées, tandis que les six spores intermédiaires sont appairées autrement qu'au début. Le noyau inférieur en particulier, trouvant une plus abondante nourriture vers la base de l'asque, s'étend dans cette direction, et la couche granuleuse qui le sépare des autres spores conserve son épaisseur; elle persiste souvent alors que toutes les autres sont résorbées (fig. 125). A ce moment, les spores se sont allongées et ont pris à peu près leur forme définitive. Jusqu'ici elles avaient dominé l'évolution; l'épiplasme, entièrement passif, s'est plié aux exigences capricieuses des spores, toute l'activité de l'asque étant absorbée dans la fonction si importante de produire l'idioplasme. Celui-ci est constitué; la partie essentielle des spores entre dans la période de vie latente. L'épiplasma à son tour révélera son activité et commencera par prendre la disposition régulière que l'organisation tumultueuse des spores avait masquée presque entièrement.

Les spores cessent d'être entassées ou juxtaposées dans la région supérieure de l'asque; elles s'écartent, se placent en file oblique (fig. 126), sont séparées par des cloisons granuleuses de même direction. La condensation du protoplasme en couches granuleuses sur les confins des deux cellules s'accentue (fig. 127) et les cloisons deviennent transversales (fig. 128). La moitié ou les deux tiers supérieurs de l'asque semblent divisés par des cloisons qui deviennent bientôt également minces et isolent huit compartiments clairs dont le milieu est occupé par les spores.

1. *Die Entwicklung der Phycomycetensporangien. Pringsheim's Jahrb.*, t. XIII. 1882.

Digitized by Google

L'espace qui sépare la spore supérieure du sommet, ainsi que la racine de l'asque, est rempli d'un épiplasma encore homogène.

A ce moment, l'idioplasme s'entoure d'une membrane formée aux dépens de sa couche périphérique : c'est la première coque cellulosique des spores ou endospore (fig. 129). Le contenu de l'asque a désormais la valeur morphologique d'une file de huit cellules, dont chacune est une spore. Le protoplasme de la spore en est le corps cellulaire ; l'endospore et la zone transparente en représentent la membrane propre, tandis que la couche granuleuse qui limite ces espaces en constitue la lamelle moyenne. Ces cellules ont dès lors une situation fixe. L'épiplasma situé au-dessous de la file de spores sera bientôt résorbé par les cellules et remplacé par des vacuoles, qui, peu à peu, vont remplir le pied.

L'épiplasma accentue son rôle de couche protectrice à l'égard des corps reproducteurs ; et c'est à ce titre que son organisation constitue dans les phases suivantes le phénomène capital. A mesure que l'épiplasma inférieur est résorbé, le dermatoplasme annexé directement aux spores se condense ; la couche granuleuse progresse et finit par s'étendre jusqu'à l'endospore. L'endospore est donc entourée d'un dermatoplasme granuleux. Ce dernier se clive au niveau qu'occupait la mince plaque granuleuse primitive ; de cette façon, le dermatoplasme de chaque cellule devient indépendant et constitue l'épispore. Tout d'abord les épispores sont confluentes en un cylindre granuleux, où sont plongés les corps cellulaires revêtus des endospores. Une simple compression du couvre-objet suffit alors pour isoler les spores (fig. 130). Cet isolement se produit bientôt naturellement (fig. 131) ; les épispores se contractent et prennent un contour irrégulier. Ensuite la substance granuleuse se condense aux pôles de la spore (fig. 132), puis s'accumule suivant certaines lignes confluentes qui délimitent les mailles d'un réseau (fig. 134). Jusqu'alors l'épispore a conservé les réactions du protoplasme et une certaine affinité pour l'hématoxyline alcaline, que ne présente jamais l'endospore. La constitution chimique de l'épispore ne tarde pas à se transformer, en même temps que les contours du réseau, d'abord obtus, deviennent nets et pourvus de vives arêtes

Digitized by Google

(fig. 135). Les réactions du protoplasme font place à celles de la cuticule, et la spore présente ses caractères définitifs. L'endospore est cellulosique ; l'épispore réticulée fixe fortement les solutions aqueuses de vert d'iode et autres couleurs d'aniline. La teinture d'iode, qui la colorait en brun, lui donne une teinte jaune.

A la suite de la rupture d'asques incomplètement mûrs, les spores répandues dans le liquide d'une préparation au stade indiqué par la figure 132 perdent fréquemment la couche granuleuse qui les revêt d'une enveloppe délicate, et l'on observe (fig. 133) des spores entièrement lisses, quoique parvenues, ou peu s'en faut, à leur taille définitive. Cela s'explique par la différenciation tardive de l'épispore en membrane cutinisée.

Quand les spores prennent leur aspect définitif, elles sont de nouveau refoulées par la vacuole inférieure, toujours croissante, vers le sommet de l'asque.

Valeur morphologique de l'épispore et de l'épiplasma. — A un moment donné, les cellules contenues dans l'asque sont séparées par des plaques granuleuses de protoplasme condensé rappelant les plaques cellulaires nées par caryokinèse ; mais cette disposition n'est certainement pas primitive. Au début, les noyaux s'écartent plus ou moins l'un de l'autre, et le protoplasme qui les sépare forme une couche d'épaisseur très variable. Cette couche a une puissance bien moins fixe que celle de la zone claire qui entoure les noyaux et occupe la place laissée par cette dernière. Au cours du développement, les plaques granuleuses se forment et disparaissent à plusieurs reprises, selon que les noyaux s'accroîtront plus ou moins dans une direction ou dans une autre. Les membranes cellulaires n'étant pas liées à la caryokinèse, la division des noyaux a pour conséquence morphologique la production si habituelle dans le groupe des Champignons d'une cellule multinucléée. Par suite de la concentration du protoplasme le plus riche autour des noyaux, le contenu cellulaire se trouve réparti en deux substances : un idioplasme comprenant le cytoplasme et le caryoplasme, et groupé en huit masses égales, et un épiplasma au sein duquel sont plongés les amas idioplasmiques.

Dès que la croissance de l'idioplasme est terminée, ses îlots

Digitized by Google

l'épiplasma se condense en plaques granuleuses à égale distance de ces îlots. Ces nouvelles plaques n'ont rien de commun avec celles qui se sont formées et détruites auparavant. Leur stabilité correspond alors à la stabilité des îlots, comme la mutabilité des uns avait entraîné la mutabilité des autres. En même temps, le protoplasme de choix forme une coque résistante pour s'isoler de l'épiplasma. Ce dernier, séparé de la partie essentielle des cellules, n'est plus qu'un dermatoplasme, c'est-à-dire un protoplasme de revêtement.

Remarquons que les assises externes du dermatoplasme préexistaient comme couches distinctes du protoplasme avant la différenciation de l'endospore. La plaque granuleuse en particulier, analogue en cela aux plaques cellulaires et aux lamelles moyennes des plantes supérieures, avait tout d'abord marqué les limites des cellules.

Par suite de la différenciation précoce de la couche interne de la membrane propre de chaque cellule, le reste du dermatoplasme devient, suivant le point de vue auquel on l'envisage, soit une membrane non différenciée, soit un protoplasme remplissant les espaces intercellulaires. A partir du stade représenté par la figure 131, le protoplasme dérivé de la membrane primitive ne forme plus qu'une couche interposée aux cellules. Telle est aussi l'origine du protoplasme qui, d'une façon générale, d'après M. Russow [1], tapisse les espaces intercellulaires chez les plantes supérieures. M. Schenk [2] a contesté les résultats énoncés par M. Russow, en se basant sur ce fait que la couche en question présente les réactions de la cutine et non celles du protoplasme. Le sort ultérieur de l'épispore de *Peziza aurantia* semble de nature à concilier ces deux opinions contradictoires, puisqu'ici LE PROTOPLASME INTERCELLULAIRE SE TRANSFORME AU POINT DE PRÉSENTER EN DÉFINITIVE LES CARACTÈRES DE LA CUTINE.

Il nous paraît d'ailleurs plus conforme à la théorie cellulaire

1. *Ueber die Auskleidung der Intercellularen. — Sitz.-Ber. der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft VII.* 1884.

2. *Ueber die Auskleidung der Intercellulargänge. — Berichte der deutsch. bot. Gesellsch.*, t. III. 1885.

Digitized by Google

et à la véritable origine de ce tissu de considérer l'épiplasma et, d'une façon générale, les protoplasmes intercellulaires comme étant la couche externe du dermatoplasme. Si cette couche externe s'organise en dernier lieu comme chez *Peziza aurantia*, si même elle s'arrête au cours de son évolution comme chez *Ascophanus pilosus*, *Hypocopra*, etc., où elle reste à l'état de mucilage, elle n'en est pas moins la membrane primitive, la portion née la première.

Quoique l'organisation de la membrane cellulosique progresse parfois du centre à la périphérie, la naissance même de la couche protoplasmique qui doit l'engendrer est constamment centripète. Le dermatoplasme est la partie active, celle qui conduit l'évolution de la membrane. LA MEMBRANE CELLULOSIQUE S'ACCROÎT DANS LA DIRECTION OU ELLE TROUVE DU DERMATOPLASME ; dans les cas habituels, le dermatoplasme s'épaissit graduellement aux dépens du cytoplasme ; la membrane cellulosique s'accroît avec lui en direction centripète. Dans les asques, le dermatoplasme se sépare en masse du protoplasme, et la membrane qui naît au contact de ce dernier s'épaissit nécessairement en direction centrifuge, uniquement parce qu'elle rencontre du côté extérieur le dermatoplasme capable de contribuer à son accroissement. Par suite de l'état latent de la cellule, le dermatoplasme ne se régénère pas, et la contraction résultant de sa transformation en couches protectrices détermine le retrait des membranes des jeunes cellules à l'égard de la membrane de la cellule mère ou paroi sporangiale.

On voit donc que LA NAISSANCE DES CELLULES DITE PAR FORMATION LIBRE N'EST AUTRE CHOSE QU'UNE DIVISION CELLULAIRE, MAIS UNE DIVISION CELLULAIRE ANOMALE, PAR SUITE DE L'APPARITION IMMÉDIATE D'UN ÉPAIS DERMATOPLASME AU LIEU D'UNE PLAQUE CELLULAIRE.

Saccobolus depauperatus (B. et Br.). [Pl. VI, fig. 144-150]

En 1858, les frères Crouan décrivirent, sous le nom d'*Ascobolus Kerverni*, un petit Discomycète rencontré par eux sur des bouses de vache anciennes aux environs de Brest. La diagnose de cette espèce était suivie de l'observation suivante : « C'est le seul

Digitized by Google

Ascobole qui nous ait offert cette particularité, à savoir que les 8 spores sont renfermées dans une membrane hyaline particulière d'une grande ténuité, et qu'à leur maturité parfaite elles sortent de la thèque, réunies dans cette enveloppe protectrice sous la forme d'un corps oblong [1]. » Dans le Mémoire capital qu'il publia en 1869 sur les Ascobolées, M. Boudier [2] fit connaître trois nouvelles espèces présentant la même particularité et les réunit à l'*Ascobolus Kerverni* dans le nouveau genre *Saccobolus*. Deux de ces espèces : *Saccobolus violascens* et *Saccobolus neglectus*, sont unies par les liens d'une étroite affinité ; elles se distinguent principalement parce que la seconde est moindre dans ses diverses dimensions, et que les paraphyses, terminées en une petite massue piriforme dans *S. violascens*, ne sont pas renflées à l'extrémité dans *S. neglectus*.

Nous avons rencontré en hiver, sur du crottin de cheval conservé depuis plusieurs mois dans un cristallisoir couvert et épuisé par la végétation des Mucorinées, des Coprins et des Ascomycètes, une espèce qui forme le troisième terme de la même série. Elle ressemble beaucoup au *Saccobolus neglectus*, et les figures que M. Boudier donne de cette dernière espèce (Pl. IX, fig. 20) lui conviendraient presque de tous points ; la dimension des cupules est sensiblement la même ; mais les sporanges et les spores sont bien plus petits dans notre Champignon, du moins d'après les mensurations que nous avons prises sur les dessins de M. Boudier, à défaut d'indications dans le texte. En outre, les paraphyses, plus grêles encore que chez *Saccobolus neglectus*, sont parfois coudées à l'extrémité qui dépasse un peu les asques. Nous avons plutôt affaire à *Saccobolus depauperatus* (B. et Br.). Les dimensions de la cupule et des spores concordent sensiblement avec les indications de M. Cooke [3]. D'après cet auteur, la cupule ne dépasse pas $0^{mm},250$; les spores mesurent $10\text{-}12,7 \times 6^{\mu},5$. J'ai trouvé de mon côté, pour la première mensuration, $0^{mm},280\text{-}0,300$; pour la deuxième, $11\text{-}12 \times 6^{\mu}$. « Les asques sont courts, les spores

1. Note sur neuf *Ascobolus* nouveaux. — *Annales des sc. nat.; Bot.*, 4e série, t. X, p. 193. 1858.

2. *Mémoire sur les Ascobolées.* — *Annales des sc. nat.; Bot.*, 5e série, t. X, p. 191. 1869.

3. *Handbook of British Fungi*, p. 729.

Digitized by Google

lisses, obtusément fusiformes » ; j'ajouterai : à faces inégalement convexes. Ce caractère est indiqué par M. Boudier chez *Saccobolus violascens* et *Saccobolus neglectus*. L'habitat concorde. Je ferai pourtant observer que sur certains points l'identification de mon Champignon avec l'espèce décrite dans le manuel anglais paraît moins certaine. Les spores sont violet sombre, dit M. Cooke. D'abord incolores, je les ai vues à un certain moment d'un beau violet ; mais à la maturité elles prennent une teinte brune absolument sans mélange. Par suite, la cupule, d'abord pâle, peut bien être, à un moment donné, « vineuse » ; mais elle devient ensuite d'un gris passant au brun. Ce sont là, d'ailleurs, des caractères difficiles à apprécier toujours, mais surtout lorsqu'il s'agit d'espèces à peine distinctes à l'œil nu. En tous cas, la couleur de notre espèce est moins claire que celle de *Saccobolus Kerverni* et ne répond que pendant une période très courte à la qualification de « *roseo-lilacina* » donnée par M. Quélet aux divers représentants de ce groupe cités dans son *Enchiridion Fungorum*. Enfin M. Cooke ne parle pas de la courbure des paraphyses, qu'il donne comme légèrement épaissies.

En somme, l'espèce dont nous nous occupons ressemble beaucoup à *Ascobolus depauperatus*, B. et Br. Si elle ne se confond pas avec cette dernière, les détails qui précèdent suffiront pour établir son identité.

Dans cette espèce, la membrane de l'asque tout entière prend par l'eau iodée une coloration bleue d'une intensité remarquable, qui n'est pas moins accentuée à la base qu'au voisinage de l'opercule. Sur la cupule colorée en masse, l'hyménium se présente comme un tissu d'un beau bleu, sur lequel se dessinent les spores brunes. Coëmans [1] et, après lui, M. Boudier [2] ont observé que les membranes des asques d'*Ascobolus* prennent parfois, sous l'influence de la teinture d'iode, une couleur rose ou bleu violacé ; mais il s'agit ici d'un bleu pur, qui n'est pas habituel. Cette coloration est d'ailleurs fugace et disparaît en quelques heures, ce qui peut bien tenir à l'excessive délicatesse des membranes. Dans certains *Aleuria*, la teinte bleue se conserve beaucoup plus

1. *Spicilege mycolog.* n° 1 et *Bulletin de la Soc. bot. de Belgique*, 1862.
2. *Loc. cit.*, p. 201.

Digitized by Google

longtemps ; chez *Aleuria Asterigma*, par exemple, la coloration est surtout accusée sur l'opercule et plus encore sur le rebord qui encadre l'insertion de ce couvercle. De là elle s'étend sur le reste de la paroi de l'asque ; mais elle y reste toujours fort pâle. Au bout de dix jours, la coloration est encore inaltérée. Dans plusieurs Ascomycètes, la teinte bleue est localisée dans l'opercule ou du moins y est très prédominante ; c'est ce qui a fait dire à M. Van Tieghem « que le point amylacé est souvent rejeté en dehors de l'asque comme un bouchon [1] ».

La formation des spores de cette espèce est très intéressante au point de vue du rôle de l'épiplasma dans la genèse de l'épispore. La matière colorante qui caractérise la spore mûre est, en effet, d'abord fixée aux granulations répandues dans l'épiplasma. Un jeune asque mesurant seulement 45μ de long (il en atteint environ 60-65 à maturité) est claviforme ; le tiers inférieur est grêle ; nous voyons à la base de la partie renflée les 8 spores encore incolores mesurant 7 × 3μ déjà revêtues d'une membrane mince et formant un groupe allongé. Tout l'appendice inférieur, ainsi que l'espace assez considérable qui sépare les spores du sommet de l'asque et la bande mince qui les enveloppe latéralement, en un mot tout l'épiplasma est constitué par une substance hyaline contenant de petites sphères assez espacées (fig. 144), mesurant à peu près 0μ,33-0μ,50. Un peu plus tard, les granulations violettes s'accumulent au sommet (fig. 145). A ce stade, tout l'épiplasma est coloré ; mais la teinte s'atténue insensiblement du sommet à la base. Au stade suivant, la partie supérieure de l'épiplasma constitue une couche très sombre tapissant la face interne de l'opercule (fig. 146) ; mais bientôt tout ce contenu se décolore et se résorbe au fur et à mesure que la membrane de la spore s'épaissit et prend une coloration identique à celle qui auparavant s'observait sur les granulations épiplasmiques. A la maturité, la teinte des spores vire au brun. A cette époque, l'épisplasma ne contient plus aucune granulation ; il n'est plus représenté que par une membrane extrêmement délicate enfermant les 8 spores et par une substance hyaline possédant un rôle expulsif.

1. *Bulletin de la Soc. bot. de France*, t. XXXIII, p. 202. 1886.

Digitized by Google

Les spores sont disposées dans le sac d'une façon caractéristique. La paire supérieure et la paire inférieure chevauchent sur le groupe médian ; les quatre spores restantes s'enchevêtrent vers le centre, de manière à laisser le moins de vide possible. Si l'on regarde la thèque de face, c'est-à-dire quand les quatre spores des extrémités sont étalées (fig. 149), le groupe médian se présente comme une ellipse limitée par les bords libres des spores. Les limites internes des mêmes spores simulent une sorte de rosette dans l'intérieur de l'ellipse. Si l'on considère séparément les bords supérieurs qu'on voit à nu et les bords inférieurs qu'on aperçoit par transparence, on reconnaît que chaque groupe forme deux S croisés. La concavité des S du système supérieur correspond à la concavité des S du système inférieur, ce qui détermine l'aspect d'une rosette ou de deux 8 entre-croisés et dessinés dans une grande ellipse. Quand la thèque est vue de profil (fig. 150), les spores des extrémités se recouvrent deux à deux. Au contraire, les quatre spores moyennes se croisent de manière à déborder les précédentes par leurs extrémités périphériques. Pourtant, les deux paires extrêmes s'inclinent d'un même côté qui paraît plan, tandis que l'autre est convexe.

M. Boudier décrit différemment l'agencement des spores dans *Saccobolus violascens* et *S. neglectus* : « *Maturæ sic aggregatæ : sex in duabus seriebus juxtapositis et duæ in commissurâ sitæ.* » Néanmoins les figures 6 et 7 (Pl. IX, n° XX) rappellent bien certains aspects de notre espèce, qui en diffère surtout par la concentration plus grande du groupe médian et par l'obliquité légère des spores qui le composent. Aussi considérons-nous ce caractère comme rapprochant bien plus notre *Saccobolus* des deux espèces citées que de *Saccobolus Kerverni,* où les spores sont disposées par paires se présentant alternativement de face et de profil, bien que nous ayons, mais très rarement, rencontré cette dernière disposition chez notre espèce. Les paires extrêmes sont dans des plans rectangulaires chez *Saccobolus Kerverni,* tandis que, dans les trois autres espèces, elles sont ordinairement dans le même plan, les deux paires moyennes enchevêtrées n'y formant qu'un groupe et offrant les mêmes relations avec les deux extrêmes.

Les spores sont maintenues dans cette disposition par une adhé-

Digitized by Google

rence réciproque bien plus que par le sac léger qui les entoure. La soudure, en effet, ne cesse pas quand cette enveloppe se dissout ou quand elle est accidentellement distendue et flottante. Le sac est généralement bien plus visible du côté de la face plane que vers la face convexe des groupes de spores (fig. 148).

A la maturité, l'opercule se détache ou se soulève en restant adhérent par un bord (fig. 147) et les spores sont projetées à quelque distance sans perdre leurs rapports. Ce phénomène se passe fréquemment sous le microscope, non seulement à sec, mais quand la cupule est placée dans l'eau ou dans la solution iodée.

Nyctalis parasitica, Fr., et **Nyctalis Asterophora**, Fr.
(Pl. V, fig. 108-117.)

Sous les noms de *Nyctalis parasitica* et de *Nyctalis Asterophora*, on désigne deux Agaricinées parasites des Russules, dont la seconde se distingue principalement par un chapeau plus bombé, plus charnu et couvert d'une épaisse couche de poussière à couleur de cannelle. Contrairement à l'ancienne opinion de Bulliard, la plupart des mycologues regardaient les petits corps étoilés, auxquels cette dernière forme doit sa pulvérulence, comme un parasite du *Nyctalis*, et plusieurs considéraient les caractères distinctifs du *Nyctalis Asterophora* comme une simple déformation parasitaire. En 1859, parut un Mémoire étendu dans lequel M. de Bary [1] démontrait que les spores étoilées font partie du chapeau et ne sont pas dues à un parasite. Il montrait, de plus, que *Nyctalis parasitica* est porteur de conidies analogues, se développant de la même façon que les corps stelliformes, mais en différant par l'absence d'excroissances rayonnantes et par leur siège qui est principalement dans les lamelles, où elles se substituent à l'hyménium, et non sur la face supérieure. De cette façon, le genre *Nyctalis* de Fries se trouvait basé sur un caractère extrêmement spécial : sur la présence de conidies douées de formes distinctes, mais d'une évolution semblable dans les deux espèces.

Presque aussitôt Tulasne dirigea contre les conclusions formu-

1. *Zur Kentniss einiger Agaricinen. Bot. Ztg.*, p. 385 et suiv. 1859.

Digitized by Google

lées par M. de Bary des attaques auxquelles il donna une grande publicité [1]. L'*Asterophora agaricoides*, bien loin d'être une partie intégrante du *Nyctalis*, représentait aux yeux de Tulasne les macroconidies d'une nouvelle espèce, *Hypomyces asterophorus*, dont il avait découvert simultanément les périthèces et les microconidies. On le trouvait, d'ailleurs, indépendamment du *Nyctalis*, sur *Russula adusta*. Quant aux kystes de *Nyctalis parasitica*, c'était la seule forme connue d'une autre espèce d'*Hypomyces* qui devient *Hypomyces Baryanus*, Tul. Tous les caractères invoqués par M. de Bary « ne sont-ils pas aussi ceux de plusieurs parasites déclarés des Agarics, du *Sphæria lateritia*, Fr., par exemple, qui ne croît que dans l'hyménium de l'*Agaricus deliciosus*, L., où il détermine un avortement presque complet des lamelles [2] ? » Ces assertions, lancées avec tant de conviction par une plume si autorisée, portèrent un tel coup à la thèse soutenue par M. de Bary, qu'elles la firent presque oublier. La plupart des flores récentes, non seulement en France et en Angleterre, mais même en Allemagne [3], n'en font aucune mention.

Nous avouerons que l'opinion de M. de Bary nous était inconnue, quand, aux vacances dernières, nous fîmes l'étude des deux *Nyctalis*. N'ayant pas de bibliothèque sous la main, nous sommes arrivé de notre côté, sans aucune idée préconçue, à trouver les faits en contradiction avec les idées de Tulasne, et notre surprise nous a engagé à multiplier les observations. De cette façon, à notre retour à Nancy, nous avons pu trouver dans nos notes, non seulement la confirmation des assertions de M. de Bary, mais diverses remarques permettant de réfuter les objections élevées contre elles par l'illustre auteur du *Selecta*.

A vrai dire, un observateur de premier ordre ne laisse pas tromper son œil exercé par les illusions dont une prévention théorique peut obscurcir son jugement ; et la planche IX, qui représente *Hypomyces asterophorus*, est la meilleure réfutation du

1. *Comptes rendus*, t. L, p. 16-19. *L'Institut*, t. XXVIII, n° 1357, p. 1-2. — *Bot. Ztg.*, t. XVIII, p. 148. — *Annales des sc. nat.*, 4e série, t. XIII, p. 5. 1860. — *Selecta Fungorum Carpologia*, t. III, p. 55.

2. *Annales, loc. cit.*, p. 9.

3. Wunsche, *Flore générale des champignons*. — Trad. fr., 1883.

Digitized by Google

texte qui l'accompagne. Non seulement il n'y a aucune continuité entre les filaments chargés d'*Asterophora* d'une part et ceux qui portent les périthèces et les chaînettes de microconidies comparables à des antennes d'autre part ; mais, de plus, les premiers se distinguent par leur diamètre bien moindre, par leur aspect plus grêle et plus pâle, et surtout par les boucles, qui établissent au voisinage des cloisons une anastomose entre deux cellules consécutives. Les mêmes boucles ont été remarquées par M. de Bary à la base des conidies de *Nyctalis parasitica* [1]. C'est une particularité de structure qui caractérise les tissus des *Nyctalis* et de bien d'autres Hyménomycètes, et qui paraît faire défaut chez les *Hypomyces*. Le mycélium d'où naissent les chapeaux et qui rampe sur les Russules en est également pourvu. Les boucles sont formées par un rameau né sous la cloison, qui vient se souder à une légère excroissance de la cellule supérieure (fig. 115). Par suite, elles présentent, au moins originellement, une seule cloison au voisinage de la cellule supérieure et non pas deux, comme l'indique M. de Bary. Si cette dernière disposition se présente, elle est exceptionnelle ; les boucles représentées dans les dessins de Tulasne ne l'offrent pas davantage ; en tous cas, nous ne l'avons pas observée sur le mycélium des deux espèces, ni à la base des conidies de *Nyctalis parasitica*.

Nous avons pu nous assurer, par la présence des boucles, que les *Asterophora* disposés en petits nids à la face supérieure des fruits de *Russula adusta* sont bien des rudiments de chapeaux de *Nyctalis*. Les mêmes petits nids pénètrent parfois plus ou moins profondément dans les tissus de *Russula adusta*, ainsi que Tulasne l'avait déjà remarqué. C'est là, selon lui, un puissant argument contre la théorie de M. de Bary ; mais comme, d'autre part, il ajoute : « *Fungillus simul cum Nyctali matrice nascitur et crescit, ita ut pars ejus sincera facile diceretur* [2] », il est vraisemblable que les taches blanches ponctiformes composées d'*Asterophora* soient réellement de jeunes *Nyctalis*. Et de fait on trouve tous les stades intermédiaires entre ces premiers rudiments et les chapeaux bien caractérisés. Ils peuvent aussi être frappés d'un arrêt

1. *Loc. cit.*, fig. 17.
2. *Selecta ; loc. cit.*, p. 56.

Digitized by Google

de développement. Quand la végétation est active, tous les groupes d'*Asterophora* distincts des *Nyctalis* sont formés d'éléments jeunes et blancs. Si, au contraire, les conditions extérieures sont désavantageuses, les *Asterophora* épaississent leurs membranes et prennent leur couleur définitive sans augmenter en nombre. Que deviendraient les jeunes *Asterophora* de la culture vigoureuse et richement nourrie, sinon des *Nyctalis?* J'ai vu les amas d'*Asterophora* arriver à maturité sous forme de petits tubercules sur des Russules desséchées que j'avais placées sous cloche à l'humidité. La substitution de chronispores aux hyphes ordinaires, qui frappe, chez *Nyctalis parasitica,* le tissu des lamelles, c'est-à-dire la région même où se développe l'hyménium normal des Agaricinées, devient beaucoup plus précoce chez *Nyctalis Asterophora,* puisqu'elle se montre avec les premiers rudiments du chapeau et qu'elle envahit la région ordinairement stérile. Cette accélération ne trouble pas seulement l'évolution des lamelles, elle peut frapper la fructification tout entière d'un arrêt de développement. Voilà pourquoi on trouve de petits nodules formés simplement d'hyphes chargés d'*Asterophora* parfaitement mûrs, et pourquoi on peut provoquer, par certaines influences de milieu, le remplacement du fruit basidiosporé par un simple appareil conidien.

Il est un point particulièrement merveilleux dans l'histoire du *Nyctalis* considéré comme une espèce unique et des conidies envisagées comme des parasites. Tulasne ne le conteste pas et ne cherche pas même à l'expliquer: « *Neque præterea minus miramur nullum hactenus offendisse Agaricum parasiticum Bull. qui hospite vacaret; alterutrum enim fungilli de quo agitur (Hypomycetis Baryani) aut Hypomycetis asterophori Nob., infra descripti, semper, ut videtur, apud nos saltem, fovet et alit*[1]. » Aucun *Nyctalis* n'échappe à l'un des deux parasites. Ce n'est pas tout : les deux prétendus *Hypomyces* s'excluent réciproquement ; la présence de l'un confère à l'Agaric l'immunité à l'égard de l'autre. Jamais vaccine n'a eu pareille puissance. Les deux formes du *Nyctalis* coexistent parfois sur une seule Russule ; et jamais une macroconidie ne pénètre dans le territoire sur lequel sa rivale a planté son pavillon. Je n'invente rien:

1. *Annales ; loc. cit.*, p. 14.

Digitized by Google

Tulasne, que l'on ne saurait trouver en défaut dans ce qui touche à l'observation, a tout vu et tout mentionné : « *Agaricus parasiticus Bull. nunquam simul alere videtur Hypomycetes asterophorum et Baryanum, sed in eodem Ag. adusto Pers. recenti vel exsoleto nigroque (annotino) quandoque una reperiuntur cæspites plurimi ex Ag. parasitico Bull. alii Hypomycete asterophoro, alii Baryano laborantes*[1]. »

Tulasne oppose à M. de Bary un autre argument, à savoir l'existence de basides fertiles sur son *Nyctalis parasitica*. M. de Bary avait dit : « *Nach Basidien welche nach Art von* Agaricus *Sporen abschnüren, habe ich Hunderte von Exemplaren der* N. parasitica *durchsucht, ohne irgend eine Spur davon zu finden*[2]. » Tulasne est surpris que l'œil exercé du savant allemand ait laissé échapper ces formations, qu'il a vues fréquemment bien développées en compagnie de son *Hypomyces Baryanus*. Les spores présentaient les mêmes caractères que sur les exemplaires couverts d'*Asterophora*. Nous aussi nous avons rencontré des basides (fig. 108) ; mais leur extrême rareté et leur développement irrégulier [elles ont souvent moins de 4 stérigmates, parfois un seul passant alors au conidiophore (fig. 110)] expliquent suffisamment que dans certaines localités on puisse recueillir des centaines d'exemplaires et les soumettre à l'examen le plus minutieux sans en rencontrer une seule. Certains *Nyctalis* nous ont paru en être entièrement privés ; en tous cas, elles sont bien plus rares et moins bien conformées que chez *Nyctalis Asterophora*.

Mais quel argument peut-on prétendre tirer de la présence ou de l'absence des basides ? L'hypothèse de Tulasne n'exige pas la présence des basides, puisque, comme il le rappelle dans un passage cité ci-dessus, le parasitisme de *Sphæria lateritia*, Fr., détermine un avortement presque complet des lamelles d'*Agaricus deliciosus*. La taille même des spores n'a pas grande signification : si nous en jugeons d'après nos observations personnelles, les spores sont mal développées et les mensurations donnent des résultats assez discordants. L'hypothèse de M. de Bary n'exclut pas les basides. Dans les organes où une suppléance physiologique

1. *Selecta ; loc. cit.*
2. *Loc. cit.*, p. 395.

Digitized by Google

entraîne la régression de l'élément dont la fonction est remplie par l'élément substitué, des vestiges de l'organe atrophié survivent presque toujours à l'utilité de cet organe.

Puisque nous venons de pénétrer dans le domaine de la physiologie, nous y recueillerons les remarques suivantes : la propagation des parasites n'est assurée que par un excédent de corps reproducteurs ; la conservation de l'espèce des *Nyctalis* n'est donc pas garantie par les basidiospores. D'autre part, le substratum des Champignons mycophages est à la fois éphémère et peu étendu, puisqu'il limite à des surfaces de quelques centimètres carrés, disséminées par-ci par-là dans les bois, le sol capable de leur servir de support. Aussi ces plantes possèdent-elles constamment, outre les spores disséminatrices ordinaires, d'abondants organes à germination différée, qu'il s'agisse des zygospores, si rares chez la plupart des Mucorinées, si vulgaires chez *Sporodinia grandis*, des sclérotes de *Peziza mycetophila* ou de *Melanospora Fayodi*, ou des chronispores des *Hypomyces* et autres hôtes des Champignons. Au point de vue physiologique, il est donc très rationnel d'admettre qu'UNE ADAPTATION AU MÊME GENRE DE VIE AURA DÉTERMINÉ LA NAISSANCE DE CHRONISPORES SEMBLABLES DANS LES *Hypomyces* ET LES *Nyctalis*. Un tel organe, dont la rareté dans le groupe des Agarics suffirait, d'après Tulasne, pour faire refuser toute créance aux arguments de M. de Bary, n'est pas plus exceptionnel que le genre de vie des *Nyctalis* comparés aux autres Agaricinées, et se montre comme la conséquence même de cette anomalie de l'habitat.

Tulasne ne nous semble pas plus invulnérable sur le terrain de la morphologie. Si l'on ne connaît pas jusqu'ici, chez les Hyménomycètes, de conidies présentant exactement la structure en rapport avec le genre de vie des *Nyctalis*, nous en rencontrons qui leur sont analogues par l'origine et le mode de développement. M. Boudier remarque que la pellicule du chapeau de plusieurs Champignons est formée de filaments, dont les extrémités terminales peuvent « présenter des articles rapprochés simulant et formant même des conidies ». Et plus loin il ajoute que parfois ces extrémités, « plus renflées et même arrondies au sommet, donnent à la surface cette apparence pulvérulente ou pruineuse

Digitized by Google

qu'on remarque, par exemple, chez certains *Pluteus* et *Naucoria*, sur lesquels l'analyse les fera voir arrondies, piriformes et lisses; tandis que chez certains *Marasmius*, comme les *Hudsoni, epiphyllus, splachnoides*, etc., on les rencontre plus ou moins tuberculeuses ou verruqueuses [1] ». L'analogie que présentent ces formations avec les *Asterophora* est saisissante. D'autre part, divers auteurs ont décrit des conidies naissant sur différentes parties des Champignons. Parmi ces observations, nous relèverons en particulier que M. Eichelbaum a signalé récemment des conidies jusque sur l'hyménium des Hyménomycètes. Chez *Agaricus rigosus* entre autres, les basides, aussi bien que les cystides, se transforment directement en conidiophores [2]. Les renseignements purement négatifs que Tulasne tirait de l'anatomie comparée ont donc perdu par les observations ultérieures beaucoup de leur importance.

Structure des chlamydospores. — L'identité que Tulasne croit trouver entre les macroconidies des espèces légitimes d'*Hypomyces* et celles des *Nyctalis* est loin d'être parfaite. La conidie des vrais *Hypomyces* est terminale; celle des *Nyctalis* est substerminale (fig. 114, 116) ou nettement intercalaire. Dans les deux espèces, on voit ces organes naître sur le trajet des filaments situés dans la profondeur des tissus; et sur les filaments superficiels eux-mêmes il n'est pas rare que deux conidies se forment à la file (fig. 117). Plus souvent on voit une seule conidie vers l'extrémité d'un filament ou de ses rameaux; mais dans ce cas encore l'étude du développement montre clairement qu'elle ne termine pas le rameau. Chez *Nyctalis parasitica* le sommet de l'hyphe conidiophore subit une légère dilatation fusiforme dans laquelle s'accumule le protoplasme; la paroi s'épaissit dans la région du renflement, en laissant au sommet une calotte à membrane amincie (fig. 112). Une cloison transversale apparaît à la base du renflement et enferme un riche protoplasme (fig. 113). La croissance terminale peut se prolonger quelque temps, tandis qu'on voit s'étirer la portion mince de

1. *Considérations gén. et prat. sur l'étude microscopique des champignons. Bulletin de la Soc. mycol.*, III, p. 180. 1886.

2. *Ueber Conidienbildung bei Hymenomyceten. — Gesellsch. für Botanik zu Hamburg*, 1885.

Digitized by Google

membrane qui surmonte le tonnelet à enveloppe rigide. Il se passe ensuite quelque chose de comparable à ce que nous avons décrit dans les chlamydospores de *Mucor circinelloides* et au mode de formation bien connu des zygospores de Syncéphalidées. Un abondant protoplasme se concentre dans la portion dilatée et s'isole par deux cloisons transversales. La croissance est alors arrêtée dans la calotte terminale à paroi mince et aussi aux deux extrémités du tonnelet à paroi rigide. Entre les deux cloisons l'épaississement centripète des parois continue, en sorte que la membrane est plus épaisse à ce niveau que dans le reste du filament, et que l'on voit un changement brusque dans l'épaisseur de la paroi externe au niveau des deux cloisons transversales (fig. 114). Mais ni l'origine de cet accroissement ni l'aspect qui en résulte sur la spore mûre ne nous autorise à admettre avec M. de Bary que le contenu s'entoure d'une *nouvelle* membrane. Nous n'avons pu trouver l'aspect de sporange monosporé représenté par la figure 16 du Mémoire allemand. D'ailleurs, les diverses portions de la membrane continuent en commun leur évolution et M. de Bary lui-même ajoute : « *Die beiden Häute nehmen allmählig gelbbraun Farbe an.* »

A la maturité, la calotte mince se détruit ; la spore tombe et la cloison transversale inférieure peu épaissie disparaît souvent, en sorte que la spore est munie de deux collerettes rigides et ouvertes (fig. 111). Parfois aussi cette cloison persiste. Il peut même se faire que la calotte ne se soit pas allongée ; la paroi supérieure du tonnelet est alors restée intacte et la spore porte à ses deux extrémités une petite chambre close, mais vide.

Le développement de la macroconidie de *Nyctalis Asterophora* répond au même type. Seulement la paroi très jeune s'épaissit inégalement, et les points de moindre résistance envoient des excroissances, sortes de diverticules creux, qui marquent le début des rayons auxquels l'élément adulte doit le nom d'*Asterophora*. Les deux extrémités du tonnelet deviennent uniformément rigides ; et après s'être isolées par des cloisons, elles formeront des chambres à parois lisses annexées à la macroconidie et correspondant aux appendices que nous a montrés *Nyctalis parasitica*. Ces chambres accessoires sont presque toujours closes, tandis que

Digitized by Google

cette organisation était moins fréquente, facilement observable pourtant dans l'autre espèce. Avant de s'isoler, la chambre supérieure s'est souvent surmontée d'une calotte à paroi mince tout comme chez *Nyctalis parasitica* (fig. 116). Les débris peuvent en rester adhérents aux appendices de la chlamydospore détachée. Les courbes d'épaississement, différenciées en direction centripète, comblent peu à peu les denticules; et à la maturité la face externe de la membrane est hérissée d'excroissances pleines, formées par le même procédé que celles des zygospores de Mucorinées, tandis que la face interne est lisse et presque sphérique. Contrairement aux zygospores, la clironispore de *Nyctalis Asterophora* n'a pas son enveloppe différenciée en couches distinctes; et bien que beaucoup plus épaisse que celle des deux petites cellules annexes, elle ne provoque plus en rien, comme chez *Nyctalis parasitica*, l'illusion d'une double membrane. L'acide sulfurique concentré n'en gonfle pas les assises internes et n'en modifie pas les contours extérieurs.

Pour conclusion de cette étude, NOUS DEVONS CONFIRMER L'OPINION DE M. DE BARY. L'*Hypomyces Bartyanus* DOIT ÊTRE SUPPRIMÉ; l'*Hypomyces asterophorus*, connu seulement par ses périthèces et ses microconidies, devrait peut-être changer de nom, comme l'observe M. Winter[1]. Ce mycologue propose le nom même de Tulasne. Après tout, le nom actuel de cette espèce suffira pour en rappeler l'histoire, l'habitat, et surtout pour rappeler que « de tous les Champignons parasites, les plus difficiles à distinguer de leur hôte sont sans contredit ceux qui vivent aux dépens d'autres Champignons[2] ». Mais le principal enseignement qui ressortira de cette étude aussi bien que de celle de *Melanospora Fayodi*, c'est que la plus grande circonspection est de rigueur quand il s'agit de rapporter un type de macroconidie à un genre de Basidiomycètes ou d'Ascomycètes. La même prudence s'impose à plus forte raison dans l'appréciation des microconidies. Dernièrement encore, nous montrions qu'une moisissure vulgaire semblable aux *Aspergillus* était un stade du développement d'un *Aleuria*. Des deux *Acrosta-*

1. *In Rabenhorst's Kryptog. Flora*, t. I, 2e partie, p. 133. 1885.
2. TULASNE. — *Annales; loc. cit.*

Digitized by Google

tagmus dont le genre est connu, l'un est un *Fenestella*, l'autre un *Hypocrea*.

Nous sommes donc autorisé à conclure que LES APPAREILS CONIDIENS A SPORES SIMPLEMENT DISSÉMINATRICES OU A SPORES CONSERVATRICES PEUVENT FOURNIR DE BONS CARACTÈRES SPÉCIFIQUES POUR DISTINGUER LES TYPES DONT L'ÉVOLUTION EST CONNUE; MAIS QUE LEUR FORME, LIÉE ESSENTIELLEMENT A L'ADAPTATION, NOUS RENSEIGNE MIEUX SUR L'HABITAT ET LE GENRE DE VIE D'UN TYPE NOUVEAU QUE SUR SES AFFINITÉS.

Digitized by Google

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I.

Gr. 650 : fig. 1, 2, 5-23, 25, 26. — Gr. 160 : fig. 3, 4, 24.

Entomophthora glæospora.

1-4. Noyaux des filaments fixateurs. — 5. Base d'un hyphe conidiophore. — 6. Mycélium jeune. — 7. Spore mûre. — 8. Naissance du stérigmate. — 9. Naissance de la spore. — 10. Filière du stérigmate. Exemplaire vide. — 11. Apparition de l'auréole gélatineuse et de l'enveloppe imitant un sporange, avant l'isolement de la conidie. — 12. Spore dont l'enveloppe externe est en lambeaux. — 13-14. Spores germant en sporidies. — 15. Le noyau émigre dans la sporidie. — 16. Spore germant en mycélium.

Pilobolus Kleinii.

17-18. Structure cellulaire du protoplasme à la face interne de la columelle.

Pilobolus Œdipus.

19-10. Structure cellulaire d'un filament végétatif. — 21. Agencement des noyaux sur le renflement hyposporangial. — 22. Cristalloïdes de Mucorine du tube sporangial. — 23. Spores operculées. — 24. Agencement des noyaux sur la face interne du tube sporangial et de la columelle.

Syncephalis nodosa.

25. Cloisons incomplètes sur un très jeune tube sporangial. — 26. Cloison complète avec perle brillante à la base d'une jeune tête porte-sporanges.

Planche II.

Gr. 650 : fig. 27-35. — Gr. 550 : fig. 36-41. — Gr. 160 : fig. 42-45, 48. — Gr. 65 : fig. 46, 47.

Mucor heterogamus.

27-30. Plissement de la membrane de la zygospore en coupe optique. — 31-32. Marche de la coloration brune des denticules. — 33. Sommets incolores des denticules. — 34. Zygospore frappée d'un précoce arrêt de développement. — 35. Cuticule de la zygospore. — 36. Chlamydospore terminale. — 37-38. Chlamydospores subterminales. — 39. Spore sporangiale. — 40. La même gonflée et germante. — 41. Sporange. — 42. Filament portant une zygospore et un sporange sur deux branches jumelles. — 43. Première apparition de la grosse branche copulatrice. — 44. Exemplaire portant une columelle terminale et une zygospore au moment de l'anastomose. — 45. Deux zygospores sur un même filament. — 46. Sympode formé par ramification de la grosse branche copulatrice. — 47. Branches copulatrices stériles. — 48. Sporange terminal atrophié. Trois branches copulatrices naissent sous une même cloison.

Digitized by Google

Planche III.

Gr. 650 : fig. 52, 56, 61, 63. — Gr. 468 : fig. 65. — Gr. 160 : fig. 54, 55, 57-60, 62, 64. — Gr. 140 : fig. 49-51. — Gr. 80 : fig. 53.

Mucor Mucedo.

49. Ramification du type de *Mucor circinelloides.* — 50. Renflement homologue d'un sporange émettant des filaments sporangiaux circinés et simulant un *Helicosporangium.* — 51. Ramification du type des *Circinella.* — 52. Membrane de la zygospore décuirassée traitée par l'alcool absolu. — 53. Début d'une action brusque de l'acide sulfurique. — 54. Action ménagée de l'acide sulfurique. — 55. Action de la potasse. — 56. Fragment de la même figure. — 57. Action de l'acide sulfurique après la potasse.

Sporodinia grandis.

58. Sommet d'un tube sporangial avec les épaississements de la membrane teints par l'hématoxyline. — 59. Jeune sporange déchiré et devenu transparent par expulsion d'une partie du contenu. — 60. Mycélium avec épaississements de la membrane. — 61-62. Tube mycélien où la couche interne de la membrane est séparée de la couche externe par rétraction. — 63. Les deux couches distinctes à la base du sporange. — 64-65. Sclérose du mycélium.

Planche IV.

Gr. 650 : fig. 68, 70. — Gr. 500 : fig. 73, 78-81. — Gr. 225 : fig. 66, 67, 69. — Gr. 140 : fig. 71, 72, 74-77, 82, 83, 85-87. — Gr. 25 : fig. 84.

Mucor neglectus.

66. Rameau végétatif. — 67. Rameau sporangial. — 68. Spores. — 69. Rameau à zygospore. — 70. Zygospore.

Mucor ambiguus.

71. Germination. — 72. Appareil sporangial développé spontanément. — 73. Spores. — 74-75. Sporanges en cellule. — 76. Kyste sporangial. — 77. Chlamydospore et ferment sphérique.

Mucor circinelloides.

78-81. Cloisonnement secondaire des chlamydospores. — 82. Kyste sporangial germant en un tube sporangial. — 83. Jeune rameau portant alternativement des sporanges fertiles et des kystes sporangiaux.

Thamnidium elegans.

84. Culture sur du pain. Sporanges noirs et sporanges jaunes. — 85. Sporange jaune terminal avorté et branches à sporanges noirs non dichotomes. — 86. Sporange jaune prolifère et sporanges noirs à membrane non diffluente. — 87. Sporange terminal avorté et sporanges latéraux normaux.

Digitized by Google

Planche V.

Gr. 720 : fig. 90-99. — Gr. 650 : fig. 104-117. — Gr. 158 : fig. 88, 102, 103. — Gr. 140 : fig. 100, 101.

Hypocrea rufa.

88. Mycélium sur un tube de Mucor. — 89-95. Appareil conidien du type *Acrostalagmus*. — 96. Stylospores des pycnides. — 97. Spores composées. — 98-99. Développement des pycnides. — 100. Pycnide simple. — 101. Pycnides concrescentes.

Melanospora Fayodi.

102. Périthèce. — 103. Sclérote donnant un périthèce. — 104. Asque. — 105. Spores mûres. — 106. Spore jeune. — 107. Structure du sclérote.

Nyctalis parasitica.

108. Basides. — 109. Basidiospore. — 110. Conidiophore parmi les basides. — 111. Chlamydospore mûre. — 112-114. Développement de la chlamydospore. — 115. Boucle à la base d'un renflement de l'hyménium.

Nyctalis Asterophora.

116. Chlamydospore au même stade que dans la figure 114. — 117. Chlamydospore intercalaire.

Planche VI.

Gr. 675 : fig. 119-138, 140-150. — Gr. 280 : fig. 139.

Peziza aurantia.

118. Jeune asque. — 119-135. Formation des ascospores. — 136-138. Leur germination.

Peziza mycetophila.

139. Mycélium dont les cellules sont parcourues par des excroissances des cloisons. — 140. Jeune asque. — 141. Asque mûr. — 142. Spore mûre. — 143. Paraphyse.

Saccobolus depauperatus.

144. Jeune asque avec granulations violettes. — 145-146. Condensation des granulations violettes. — 147. Opercule. — 148. Masse de spores expulsée, pourvue de l'enveloppe caractéristique du genre. — 149-150. Disposition des spores dans l'asque mûr.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES.

AMIENS. — Société linnéenne du Nord de la France.
— Société industrielle d'Amiens.
AMSTERDAM. — Koninklijke Akademie der Wetenschappen (Académie royale des sciences).
ANGERS. — Société d'études scientifiques d'Angers.
— Société industrielle et agricole d'Angers et du département de Maine-et-Loire.
BALE. — Naturforschende Gesellschaft in Basel.
BATAVIA. — Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen (Société des arts et sciences de Batavia).
BERLIN. — Kœniglich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin.
— Deutsche Geologische Gesellschaft.
BERNE. — Naturforschende Gesellschaft in Bern.
— Schweizerische naturforschende Gesellschaft.
BESANÇON. — Société d'émulation du Doubs.
— Société de médecine de Besançon.
BÉZIERS. — Société d'études des sciences naturelles de Béziers.
BONN. — Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westfalens.
BORDEAUX. — Société linnéenne de Bordeaux.
— Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.
BOSTON. — American Academy of Arts and Sciences de Boston (Massachusetts).
BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.
BRUNN. — Naturforschender Verein in Brünn.
BRUXELLES. — Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.
CAEN. — Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres de Caen.
— Société linnéenne de Normandie.
CHEMNITZ (Saxe). — Naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Chemnitz.
CHERBOURG. — Société nationale des sciences naturelles de Cherbourg.
COIRE. — Naturforschende Gesellschaft Graubündens.
COLMAR. — Société d'histoire naturelle de Colmar.
COPENHAGUE. — Kongelige danske videnskaberne selskab Kjöbenhavn (Société royale danoise des sciences).
DANZIG. — Naturforschende Gesellschaft in Danzig.
DAVENPORT. — Academy of Natural Sciences of Davenport (Iova).
DUBLIN. — Royal geological Society of Ireland.
ÉPINAL. — Société d'émulation du département des Vosges.
FRIBOURG. — Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau (grand-duché de Bade).

Digitized by Google

GIESSEN. — Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
GŒRLITZ (Silésie). — Naturforschende Gesellschaft zu Gœrlitz.
GUÉRET. — Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.
HAMBOURG-ALTONA. — Wissenschaftlicher Verein von Hamburg-Altona.
HARLEM. — Hollandsche Maatschapij der Wetenschappen (Société hollandaise des sciences).
HAVRE (LE). — Société des arts agricoles et horticoles du Havre.
HELSINGFORS. — Vetenskaps-Societetens af Finska (Société des sciences de la Finlande).
— Sällskapets pro Faunâ et Florâ fennicâ (Société pour la faune et la flore de la Finlande).
INSPRUCK. — Ferdinandeum für Tyrol und Vorarlberg.
LAUSANNE. — Société vaudoise des sciences naturelles.
LEIPSICK. — Königlich Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig.
LIÈGE. — Société géologique de Belgique.
— Académie des sciences.
LISBONNE. — Academia real das sciencias de Lisboa.
LONDRES. — Royal geological Society.
LUXEMBOURG. — Institut royal grand-ducal de Luxembourg (Section des sciences naturelles et mathématiques).
LYON. — Société linnéenne de Lyon.
MANCHESTER. — Litterary and philosophical Society of Manchester.
MARSEILLE. — Société d'études des sciences naturelles de Marseille.
METZ. — Société d'histoire naturelle de Metz.
MONTBÉLIARD. — Société d'émulation de Montbéliard.
MONTPELLIER. — Académie des sciences et lettres de Montpellier (Section des sciences).
MONTRÉAL. — Society of natural history of Montreal (Canada).
MOSCOU. — Société impériale des naturalistes de Moscou.
MUNICH. — Königlich Baierische Akademie der Wissenschaften (mathem. u. physik. Abth.).
MUNSTER. — Westfälischer Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst.
NANCY. — Académie de Stanislas.
— Société de médecine.
— Société de géographie de l'Est.
— Commission météorologique du département de Meurthe-et-Moselle.
NEUCHATEL. — Société des sciences naturelles de Neuchâtel (Suisse).
NIMES. — Société d'études des sciences naturelles de Nîmes.
OFFENBACH. — Verein für Naturkunde in Offenbach a/Main.
PARIS. — Association française pour l'avancement des sciences.
PERPIGNAN. — Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales.
PHILADELPHIE. — Akademy of natural sciences of Philadelphia (Pensylvanie).
PISE. — Società toscana di scienze naturali in Pisa.
PRAGUE. — Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag.
PRESBOURG. — Verein für Natur- und Heilkunde zu Pressburg.
RIO-DE-JANEIRO. — Observatoire impérial astronomique et météorologique.
ROME. — Accademia reale dei Lincei.
ROUEN. — Société des Amis des sciences naturelles de Rouen.
SAINT-DIÉ. — Société philomathique vosgienne de Saint-Dié.
SAINT-GALL. — St Gallische naturwissenschaftliche Gesellschaft.

Digitized by Google

Saint-Jean-d'Angély. — Société linnéenne de la Charente-Inférieure.
Saint-Louis. — Academy of sciences of Saint-Louis (Missouri).
Saint-Pétersbourg. — Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg.
— Comité géologique. (Institut des Mines.)
Stockholm. — Kong. Svenska Vetenskaps Akademie (Académie royale suédoise des sciences).
Toulouse. — Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse.
— Société d'histoire naturelle de Toulouse.
— Société académique hispano-portugaise.
Tours. — Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire.
Turin. — Accademia Reale delle Scienze.
Upsal. — Regia societas scientiarum Upsaliensis.
— Université d'Upsal.
Verdun. — Société philomathique de Verdun.
Versailles. — Société des sciences naturelles et médicales de Seine-et-Oise.
Vienne. — Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien (mathemat. u. wissenschaftliche Abth.).
— Kaiserl. Königl. naturhistorisches Hofmuseum.
— Kaiserl. Königl. zoologische und botanische Gesellschaft in Wien.
Vitry-le-François. — Société des sciences et arts de Vitry-le-François.
Washington (D. C. U. S. A.). — Smithsonian Institution.
Wiesbaden. — Nassauischer Verein für Naturkunde.
Zurich. — Naturforschende Gesellschaft in Zürich.

Digitized by Google

OUVRAGES

REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ PENDANT L'ANNÉE 1886.

I. — PUBLICATIONS PÉRIODIQUES ET JOURNAUX.

AMIENS. — Bulletin de la Société industrielle, 1885, 6e fasc.; 1886, 1er, 2e, 3e et 4e fasc.

— Mémoires de la Société linnéenne du Nord de la France. T. VI, 1884-1885.

— Bulletin mensuel de la Société linnéenne du Nord de la France. T. VII, nos 139 à 162.

AMSTERDAM. — Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Deel I.

— Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Deel XXIV.

ANGERS. — Bulletin de la Société industrielle et agricole. 1885, 1er semestre.

BALE. — Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft. 8e T. 1tes H.

BATAVIA. — Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandisch-Indië. D. XLIII, XLIV, XLV.

— Catalogus der Bibliotheek van de Koninklijke natuurkundige vereeniging in Nederlandisch-Indië.

BERLIN. — Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 22 octobre 1885-29 juillet 1886.

BESANÇON. — Mémoires de la Société d'émulation du Doubs. 5e série, 9e vol. 1884; 10e vol. 1885.

BISTRITZ. — XII. Jahresbericht der gewerbeschule zu Bistritz in Siebenbürgen.

BONN. — Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande, Westfalens. 1885, 2tes H.; 1886, 1tes H.

BORDEAUX. — Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles. 3e série, t. I, 1884; t. II, 1er cahier, 1885.

BOSTON. — Proceedings of the American Academy of arts and sciences. Mai 1885 à mai 1886.

BRESLAU. — Dreiundsechzigster Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1885, avec supplément.

BRÜNN. — Verhandlungen des naturforschenden Vereines. XXII. B. 1, 2. H. 1883; XXIII. B. 1, 2. H. 1884.

— Bericht der meteorologischen Commission des naturforschenden Vereines. 1882, 1883.

BRUXELLES. — Bulletin mensuel de l'Académie d'archéologie de Belgique.

— Annales de l'Académie d'archéologie de Belgique. 3e série, t. XXXVIII, XXXIX, XL; 4e série, t. XLI.

Digitized by Google

— Mémoires de l'Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres. 1885, 1886.

Coire. — Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. 1884-1885.

Colmar. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle. 1883 à 1885, avec supplément oblong.

Danzig. — Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. 1886.

Davenport. — Proceedings of the Davenport Academy of natural Sciences. Vol. IV. 1882-1884.

Dublin. — Journal of the Royal Geological Society of Ireland. 1882-84, 1884-85.

Épinal. — Annales de la Société d'émulation du département des Vosges. 1886.

Giessen. — Vierundzwanzigster Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Mit 2 T.

Guéret. — Mémoires de la Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse. 2e série, t. I, 1882-1886.

Harlem. — Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles. T. XIX, 2e liv.; t. XX, 2e et 4e liv.; t. XXI, 1re liv.

— Liste alphabétique de la correspondance de Christiaan Huygens qui sera publiée par la Société Hollandaise des sciences, à Harlem.

Harrisbourg. — Annual Report of the geological Survey of Pensylvania. 3 volumes avec cartes.

Helsingfors. — Ofversigt af Finska Vetenskaps Societetens Förhandlingar. XXII. 1884-1885.

— Bidrag Till Kännedom af Finlands Natur och Folk. H. 43.

— Exploration internationale des régions polaires 1882-1883, 1883-1884. Expédition polaire Finlandaise.

Inspruck. — Zeitschrift des Ferdinandeums für Tyrol und Vorarlberg. III. F., 30 H.

Lausanne. — Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles. 2e série, 20, 21, 22.

Leipzig. — Berichte über die Verhandlungen der König Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. 1885 : III; 1886 : I, II, III, IV.

Liège. — Annales de la Société géologique de Belgique. 1884-1885.

Lisbonne. — Historia e Memorias da Academia Real das Sciencias de Lisboa. T. V, 2e partie; T. VI, 1re partie.

— Historia dos Estabelecimentos scientificos, Litterarios e Artisticos de Portugal. T. X, XI, XII, XIII, XIV.

— Jornal de Sciencias Mathematicas, physicas e naturaes, publicado sob. os auspicios da Academia Real das Sciencias de Lisboa. 1881, nos 30, 31; 1882, nos 32, 33, 34; 1883, nos 35, 36; 1884, nos 37, 38, 39; 1885, nos 40, 41; 1886, no 42.

Londres. — The quarterly Journal of the geological Society. V. XLII, no 168.

— List of the geological Society of London.

Lons-le-Saunier. — Mémoires de la Société d'émulation du Jura. 1885.

Luxembourg. — Publications de l'Institut royal grand-ducal de Luxembourg. T. XX.

Lyon. — Annales de la Société linnéenne de Lyon. 30e, 31e Vol. 1883, 1884.

Manchester. — Proceedings of the Manchester Litterary and philosophical Society. Session 1883-1884, 1884-1885.

Digitized by Google

Vol. VIII.

Montauban. — Recueil de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Tarn-et-Garonne. 1885.

Montbéliard. — Mémoires de la Société d'émulation. 16e et 17e vol. 1885, 1886.

Moscou. — Bulletin de la Société impériale des naturalistes. 1885, nos 1, 2, 3 et 4; 1886, nos 1 et 2.

Munich. — Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der K. B. Akademie der Wissenschaften zu München. 1885. H. IV.

Nancy. — Mémoires de l'Académie de Stanislas. 1885.

— Mémoires de la Société de médecine. 1884-1885.

— Observations météorologiques de la Commission de Meurthe-et-Moselle. 1885.

— Bulletin de la Société de géographie de l'Est. 1885, 4e trim.; 1886, 1er, 2e et 3e trim.

— *Revue médicale de l'Est*. 1886.

Nimes. — Bulletin de la Société d'étude des sciences naturelles. Juillet à septembre et octobre à décembre 1885.

Paris. — Revue des travaux scientifiques. T. III, nos 10 et 11; T. V, nos 8 à 12; T. VI, nos 1 à 9.

— Annuaire de la Société philotechnique. Année 1885.

— Association française pour l'avancement des sciences. 14e session. 1885.

Perpignan. — Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales. 27e vol.

Philadelphie. — Proceedings of the Academy of Natural Sciences. Aug. to december 1885, january to march, april to september 1886.

Pise. — Atti della Società Toscana di Scienze naturali. Memorie. Vol. VII et Processi-verbali.

Prague. — Sitzungsberichte der Königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften in Prag. 1882, 1883, 1884.

— F. J. Studnicka : Bericht über die Naturwissenschaftlichen Publikationen. I, II H.

— J. Kalousek. Geschichte der Kön. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1884-1885.

— Jahresbericht der Kön. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften ausgegeben 10 juni 1882, 9 juni 1883, 2 juli 1884, 20 juli 1885.

— Generalregister zu den Schriften der Königlichen bömischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1784-1884.

— Die Königl. Bömische Gesellschaft der Wissenschaften. 1784-1884. — Verzeichniss der Mitglieder.

Rio-de-Janeiro. — Archivos do Museu nacional de Rio-de-Janeiro. Volume VI, 1885.

Rome. — Atti della reale Accademia dei Lincei, 1884-1885. Vol. Ier, fasc. 28e. 1er semestre, 1885-1886. Vol. II, fasc. 1-14. 2e semestre, 1885-1886. Vol. II, fasc. 1-11.

Rouen. — Bulletin de la Société des amis des sciences naturelles de Rouen. 2e sem., 1885. 1er sem., 1886.

Saint-Dié. — Bulletin de la Société philomatbique vosgienne. 1885-1886.

Saint-Gall. — Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft, während des Vereinsjahres 1883-1884.

Digitized by Google

8-10; 1886, 1-8.

— Mémoires du Comité géologique de Saint-Pétersbourg. Vol. II, nos 2, 3; vol. II, nos 1, 2.

— Bibliothèque géologique de la Russie, rédigée par S. Nikitin. 1886.

San-Francisco. — Bulletin of the California Academy of Sciences, no 4, january 1886, september, no 5.

Stockholm. — Bihang till Kongl. Swenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. H. 1, 2.

Toulouse. — Mémoires de l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse. T. VII, 1er et 2e semestres.

— Bulletin de la Société académique franco-hispano-portugaise de Toulouse. T. VI, 1885, 2-4; t. VII, 1886, 1-6.

— Bulletin trimestriel de la Société d'histoire naturelle de Toulouse. 1885, 3e trim.; 1886, 1er et 2e trim.

Upsal. — Nova Acta Regiæ Societatis scientiarum Upsaliensis. Vol. XIII, fasc. I, 1886.

Vienne. — Verhandlungen der Kaiserlich-König. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. 1885. Taf. XVI-XVII; 1886, I-IX, X-XII.

— Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. 1884, Juni und December; 1885, Januar und März. (Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.) — 1884, März und December; 1885, Januar und Februar. (Physiologie, Anatomie.) — 1884, Juni und December; 1885, Januar bis April. (Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.)

— Register zu den Bänden 86 bis 90 der Sitzungsberichte der Kais. Akad. der Wissenschaften.

— Annalen des K. K. naturhistorischen Hofmuseums redigirt von Dr Franz Ritter von Hauer. Band 1. Nos 1-4, 1886.

— Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. XLVIII, XLIX. 1884, 1885.

Washington. — Smithsoniam Institution. 1883, 1884.

— Annual Report of the Comptroller of the Currency. Déc. I. 1885.

— Third annual Report of the Bureau of Ethnology to the Secretary of the Smithsoniam Institution. 1881-1882.

Wiesbaden. — Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrg. 38, 39.

Zurich. — Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zurich. 1889, 1886.

II. — Mémoires originaux.

Dr R. Collignon, L'Angle facial de Cuvier, sur le vivant, mesuré à l'aide du goniomètre facial médian de Topinard. (Extrait de la *Revue d'anthropologie.*)

Dr Bleicher et L. Wiéner, Notice sur la découverte d'une station funéraire de l'âge du bronze à Villers-Saint-Étienne. 1 broch. in-8°, 1886.

E. Strassburger, Manuel technique d'anatomie végétale, traduct. par M. Godfrin. Paris, 1886, 1 vol. in-8°.

Digitized by Google

quette in-18.

— L'Exoderme. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France.*) 1 plaquette in-8°.

E. Cosson, Note sur la flore de la Kroumirie centrale. Paris, 1885, 1 broch. in-8°.

M. Rayet, Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde de juin 1883 à mai 1884, de juin 1884 à mai 1885. Bordeaux, 1885, 1 broch. in-8°.

Abbé Fliren, Mélanges paléontologiques. Metz, 1886, 1 broch. in-8°.

Bleicher et Mieg, Note sur la paléontologie du terrain carbonifère de la Haute-Alsace. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

A. Prenant, Sur la Morphologie des épithéliums. (Extrait du *Journal de l'anatomie et de la physiologie.*)

J. C. L. T. d'Hamonville, Catalogue des oiseaux d'Europe.

J. Carpentier, Étude sur les saumons, 1 broch. in-8°, 1886.

E. Simon. Étude sur les crustacés terrestres et fluviatiles recueillis en Tunisie en 1883, 1884 et 1885. Paris, 1885. 1 broch. in-8°.

A. Puton, Énumération des Hémiptères recueillis en Tunisie en 1883 et 1884. Paris, 1886. 1 broch. in-8°.

A. de Metz-Noblat, Dix jours en Corse. Paris, 1886. 1 broch. in-8°.

Digitized by Google

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES FASCICULES XIX ET XX (TOME VIII, ANNÉE 1886).

Pages.

Liste des membres de la Société 1

I. — Procès-verbaux.

1° Anthropologie.

Anthropologie alsacienne, par M. Bleicher 37
Progrès récents de l'anthropologie préhistorique en Lorraine, par M. Bleicher. 23

2° Astronomie.

Progrès de la photographie céleste, par M. Floquet. 11

3° Botanique.

Appareil conidiophore du type *Aspergillus* chez une *Pezize*, par M. Vuillemin. 25
Coiffe des *mousses* et valeur taxinomique de cet organe, par M. Vuillemin. 10
Sexualité des champignons de la famille des *Mucorinées*, par M. Vuillemin. 18

4° Chimie.

Isomérie des *camphols* et des *camphres*, par M. Haller. 33
Propriétés nouvelles du *camphre cyané*, par M. Haller. 27
Analyse volumétrique de l'*émétique tartre stibié*, par M. Guntz 14
Recherches sur l'*éther benzoylcyanacétique* et le *cyanacétophénone*, par M. Haller 5
Fluorures et *fluorhydrates métalliques*, par M. Guntz. 32
Action de la potasse alcoolique sur les Éthylurées, par M. Haller 24
Localisation du *tannin* dans la tige des Philadelphées, par M. Thouvenin. 19
Préparation du *tartrate et raciénate de soude et d'ammoniaque anhydres*, par M. Guntz 28

5° Météorologie.

Tracé de l'*équateur anallothermique* ou ligne de moindre variation annuelle de température, par M. Millot 22
Tracé d'une courbe donnant la température moyenne de tous les points situés sur un même méridien, par M. Millot. 20

Digitized by Google

Pages.

6° Physiologie.

Phénomènes d'*acoustique* physiologique, par M. Charpentier. 16
Limites de l'*aberration de sphéricité* de l'œil humain, par M. Charpentier. 10
Influence de la *durée d'action d'une lumière* sur l'intensité de la sensation correspondante, par M. Charpentier. 35
Nouveau mode de *perception entoptique des vaisseaux rétiniens,* par M. Charpentier. 33
Perception des *différences de clarté,* par M. Bagnéris 13
Recherches sur les éléments physiologiques de l'idée de poids, par M. Charpentier 14

7° Paléontologie végétale.

Flore *pliocène* des environs de Rome et spécialement du Monte-Mario, par M. Fliche 37
Flore du *rhétien* des environs de Nancy, par M. Fliche 21

8° Physique.

Transport du *cuivre* à travers une couche gazeuse et combinaison directe du cuivre et de l'azote, par M. Blondlot 9
Loi de transmission du courant *électrique* par un courant d'air chaud, par M. Blondlot 13
Électromètre absolu à indications continues, par M. Blondlot. 22
Sur une expérience de Grotthuss, par M. Blondlot 31
Méthode pour la *détermination de la densité de vapeurs saturées de différents liquides, à différentes températures,* par M. A. Perot . . 37
Mouvements provoqués des corps légers, par M. Dumont 29

9° Zoologie.

Étude d'un hémiptère marin, l'*Aepophylus Bonnairei,* par M. Kœhler. . 7
Étude d'une espèce nouvelle de *Balanoglossus,* découverte à l'île de Herm, près de Guernesey, par M. Kœhler 6
Morphologie des épithéliums (espaces et ponts intercellulaires, épithélium de Descemet), par M. Prenant. 26
Procédé pour étudier le système vasculaire de la *sangsue,* par M. Vuillemin. 8
Structure des centres nerveux chez le *scorpion,* par M. Saint-Remy. . . 29

II. — Mémoires originaux.

1. *Fascicule XIX.*

Notes pour servir à l'étude de la nervation, par M. Fliche. 1
Note sur une substitution ancienne d'essences forestières aux environs de Nancy, par M. Fliche. 31
Sur les homologies des mousses, par M. Vuillemin. 41

Digitized by Google

Pages.

Tracé d'une courbe donnant la température moyenne de tous les points situés sur un même méridien ; équateur anallothermique, par M. Millot. 127
Note sur la découverte de phosphorites au Kef-el-Hammam, près Feriana (Tunisie occidentale), par M. Thomas, avec une analyse de ces phosphorites, par M. Klobb. 139
Note sur l'action de la potasse alcoolique sur l'urée et quelques urées substituées, réaction inverse de celle de Wœhler, par M. Haller. . . . 144
Note sur la flore de l'étage rhétien aux environs de Nancy, par M. Fliche. 150
Recherches anatomiques sur une nouvelle espèce de *Balanoglossus*, le *B. Sarniensis*, par M. Kœhler 154

2. *Fascicule XX.*

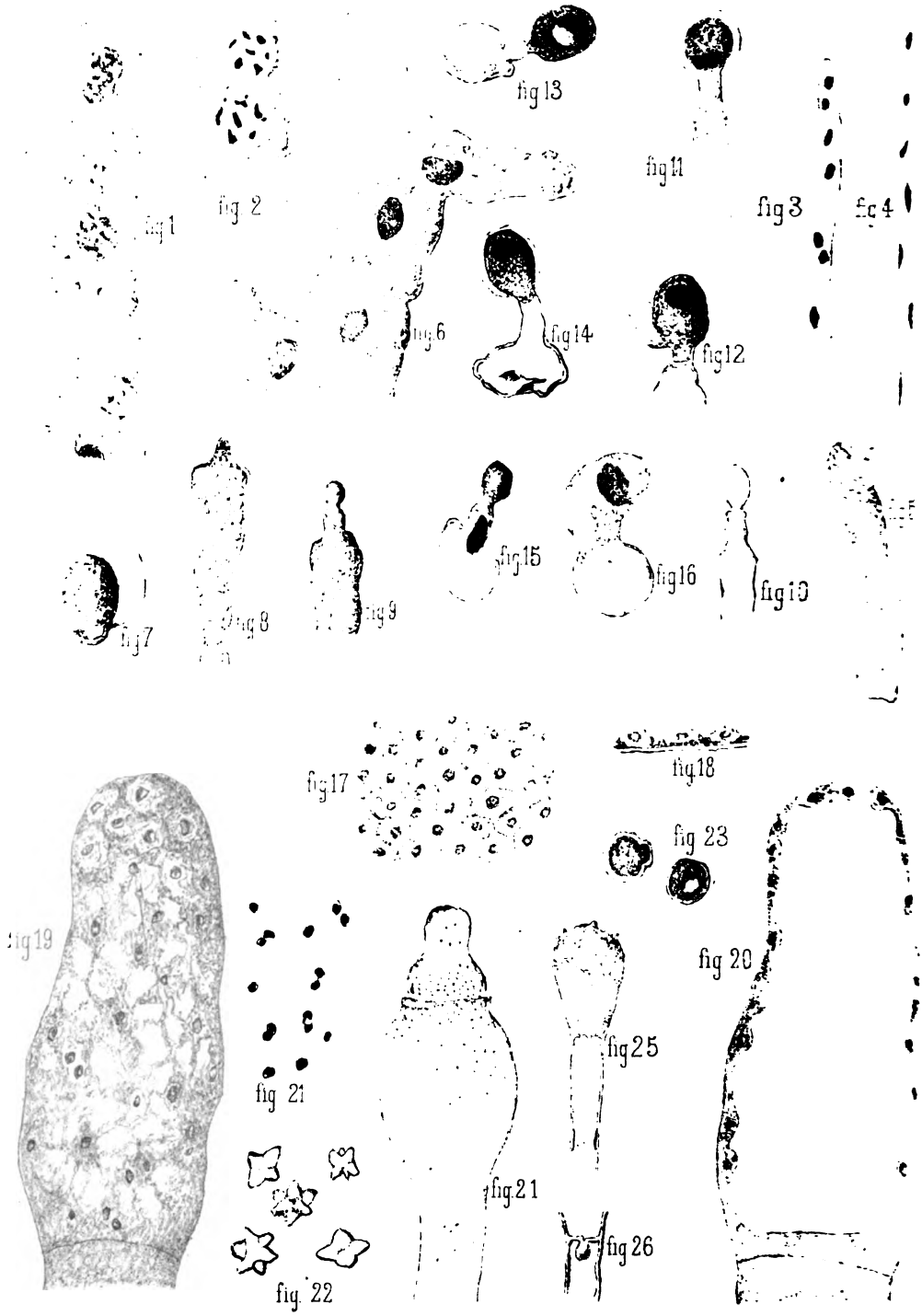
Localisation du tannin dans les Myristicacées, par M. Thouvenin 1
Note sur la flore pliocène de Monte-Mario, par MM. Bleicher et Fliche . . 9
Sur un électromètre à indications continues, par MM. Bichat et Blondlot . 9
Études biologiques sur les champignons, par M. Vuillemin. 33

Sociétés correspondantes 162
Liste des publications périodiques, mémoires et ouvrages reçus pendant l'année 1886. 165
Table des matières 170

Nancy, Imprimerie Berger-Levrault et Cie.

Digitized by Google

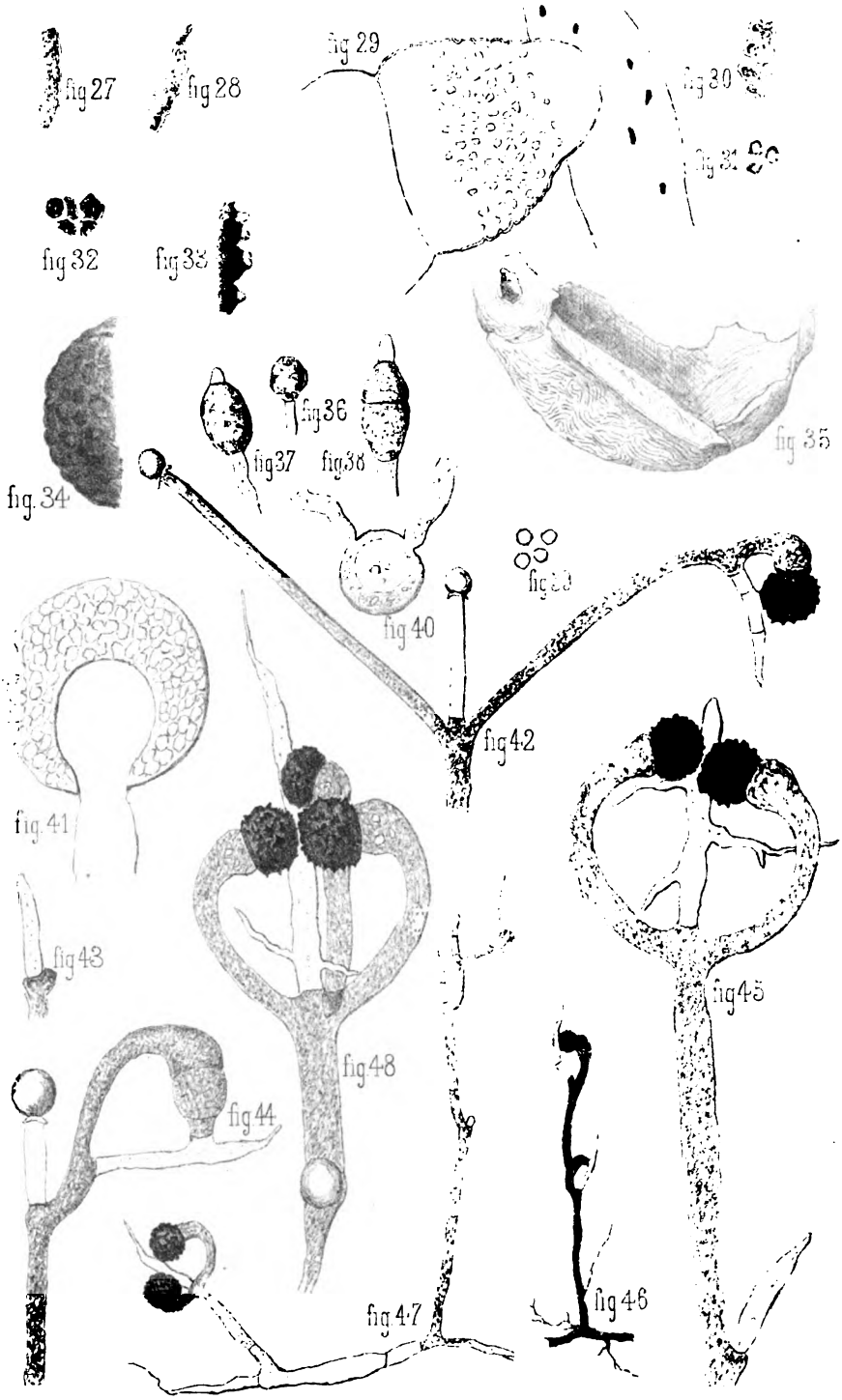
Digitized by Google



P. VUILLEMIN, ad nat. del.

Nancy, LIT H. CHRISTOPHE, A Boutemer, dir.

Digitized by Google



P. VUILLEMIN, ad. nat. del.

Nancy, Lith. CHRISTOPHE, A. Boutellier del.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

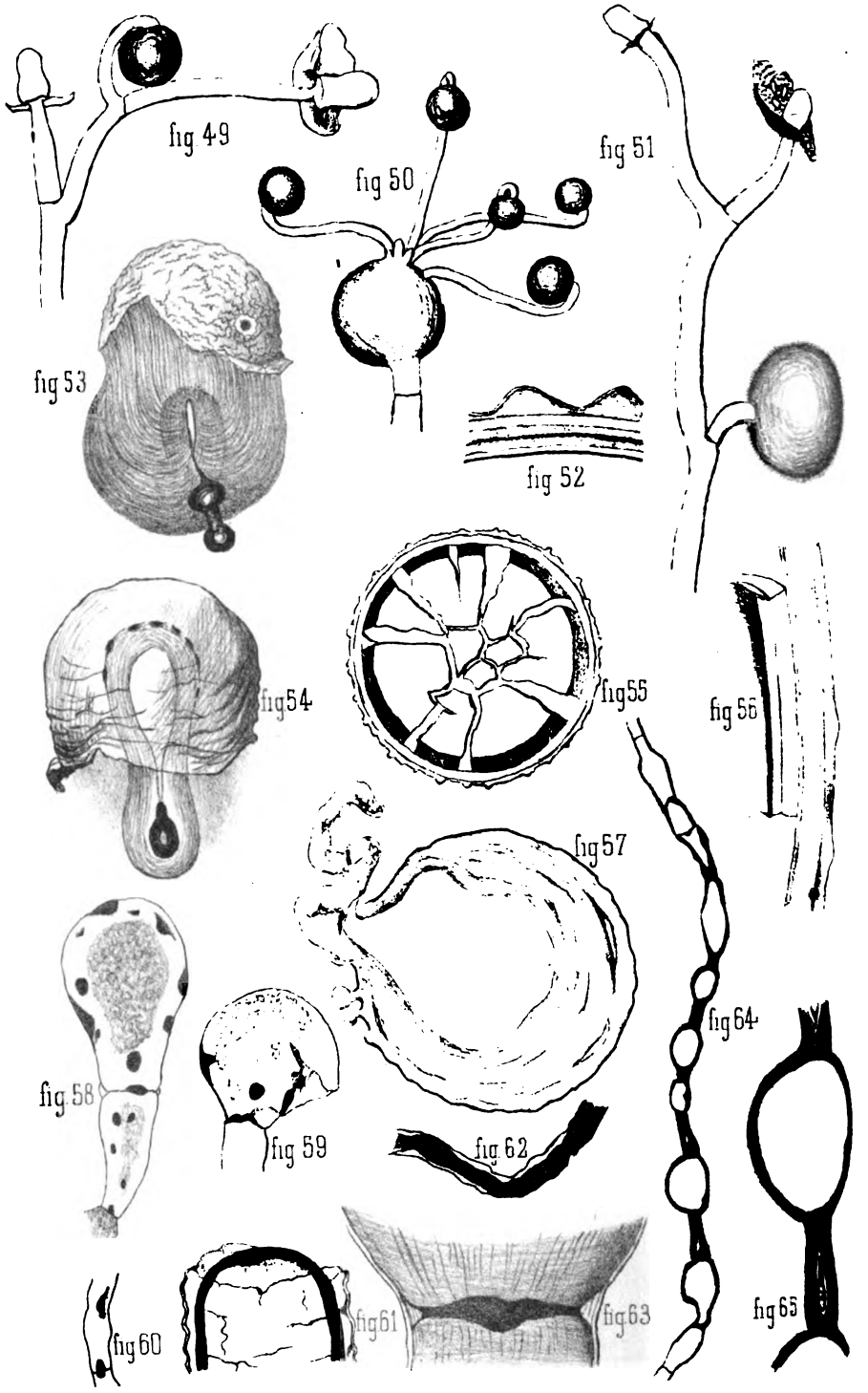
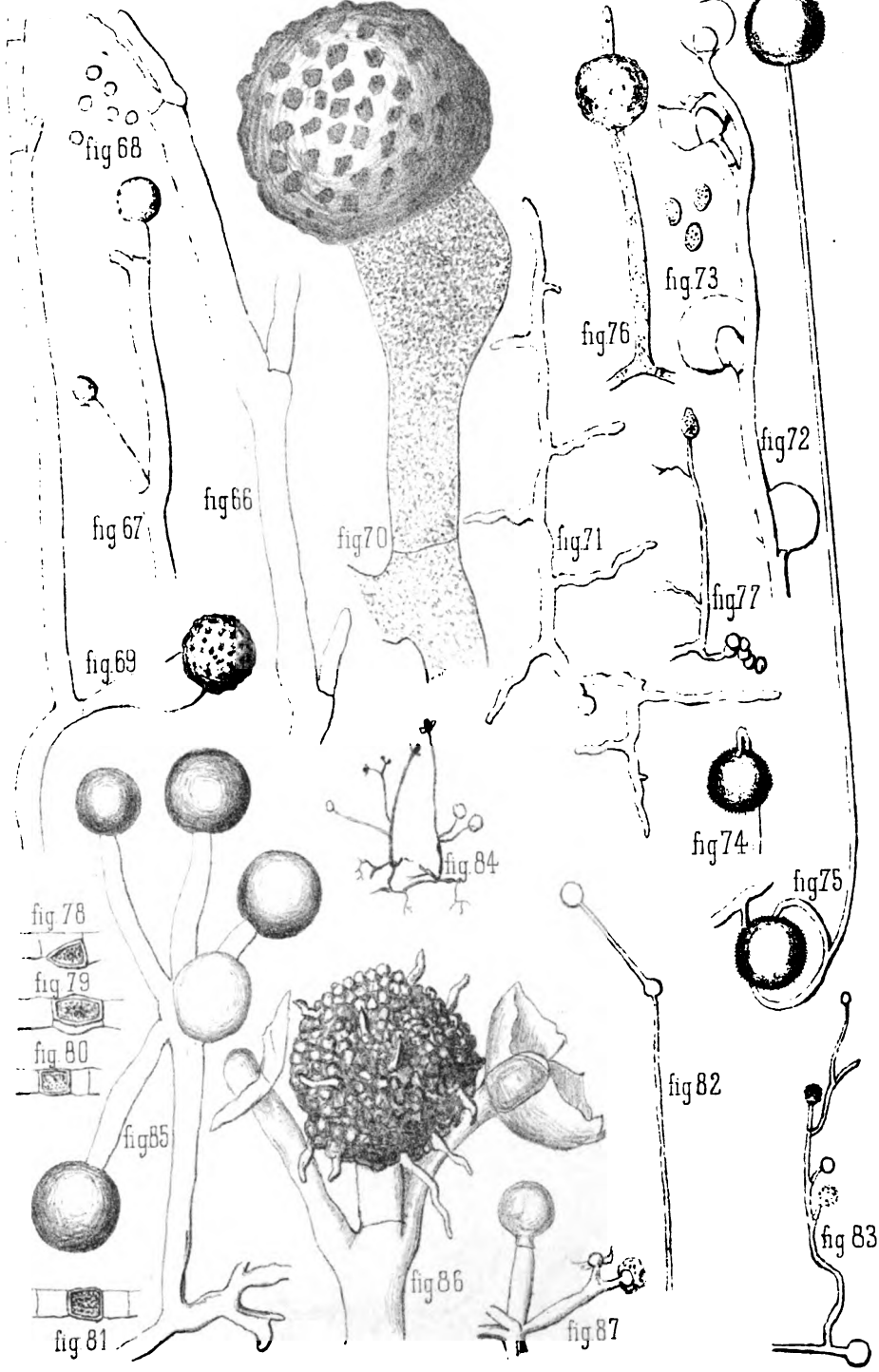


fig 49
fig 50
fig 51
fig 53
fig 52
fig 54
fig 55
fig 56
fig 57
fig 64
fig 58
fig 59
fig 62
fig 60
fig 61
fig 63
fig 65

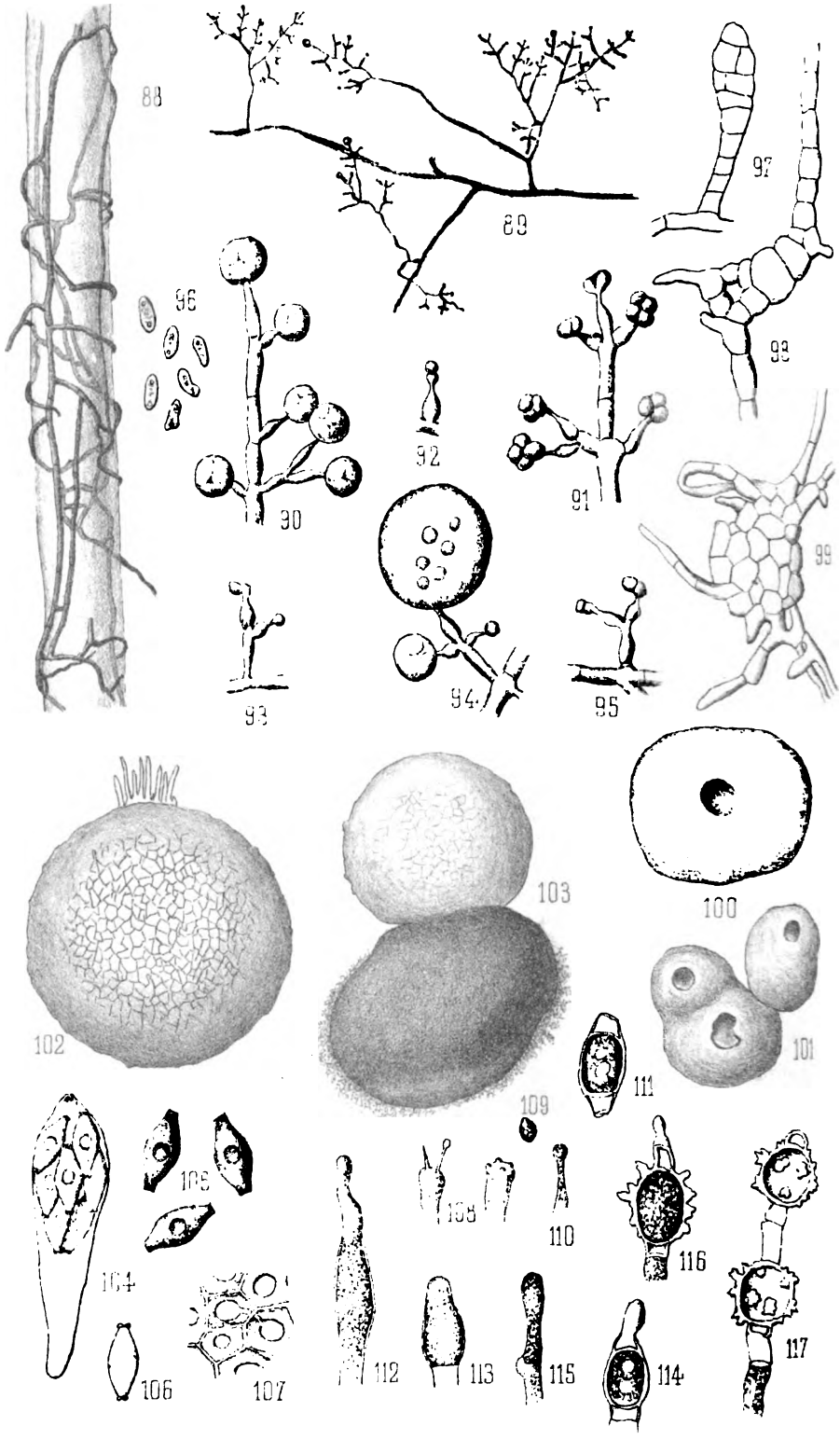


Nancy LIT H CHRISTOPHE A Boretellier del

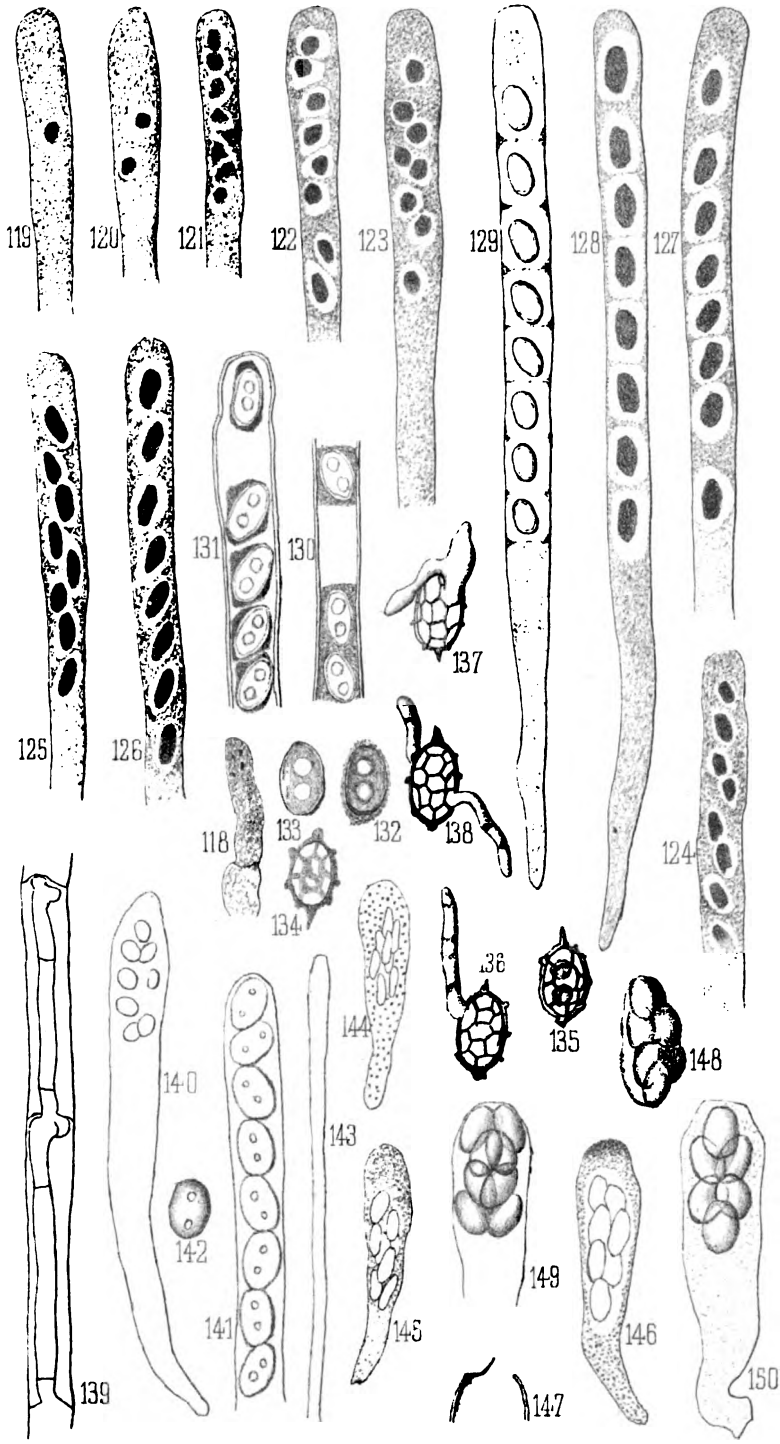
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

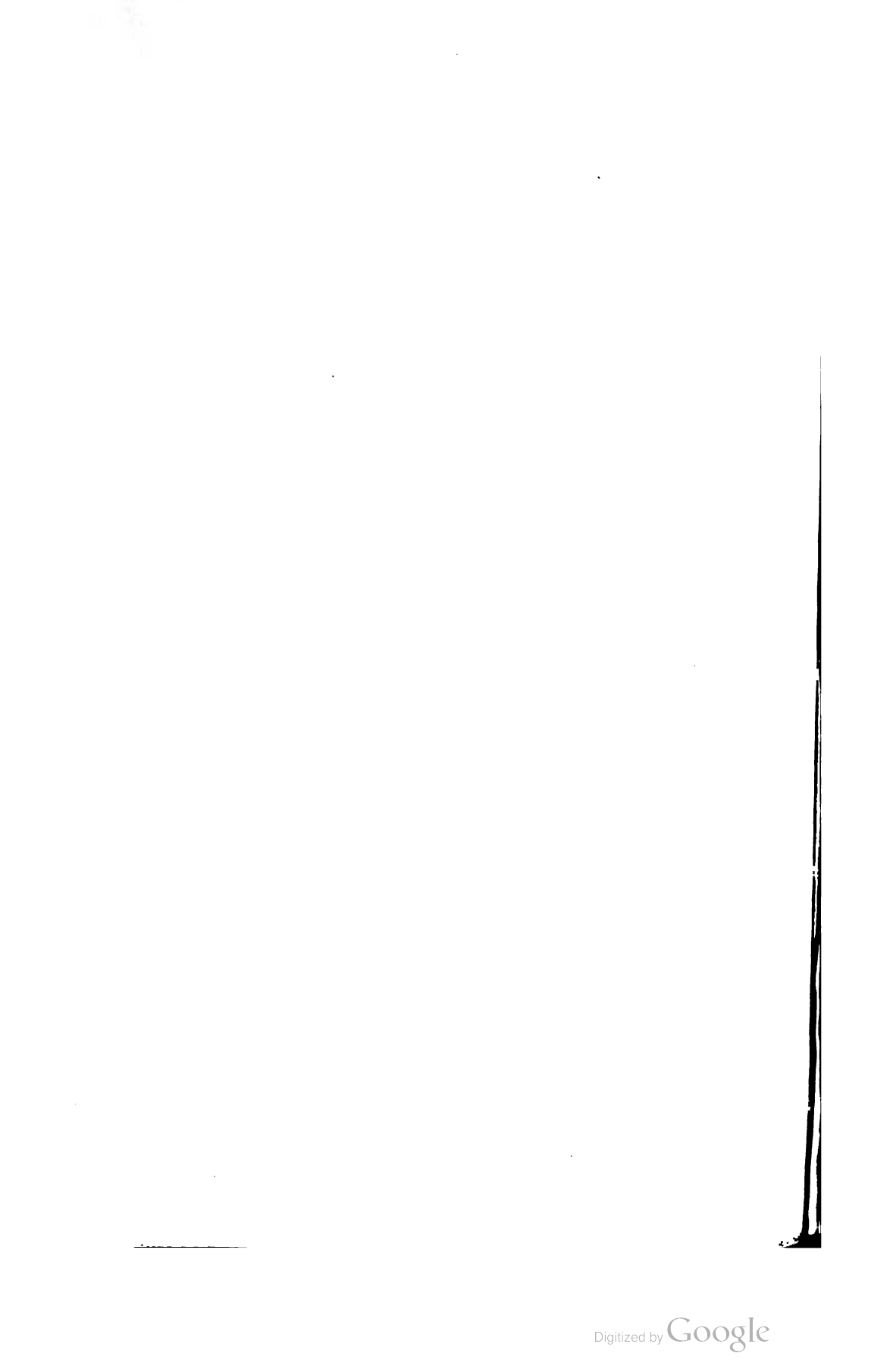
NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google