

# BULLETIN DES SÉANCES

DE LA

# SOCIÉTÉ DES SCIENCES

DE NANCY

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

---

Série III. — Tome VIII. — Fascicules I à III

8<sup>e</sup> ANNÉE. — JANVIER-DÉCEMBRE 1907



BERGER-LEVRAULT ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS

PARIS

NANCY

5, RUE DES BEAUX-ARTS, 5

18, RUE DES GLACIS, 18

1907

# SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

---

## BUREAU ET CONSEIL D'ADMINISTRATION

Pendant l'année 1907

---

		MM.
BUREAU	<i>Président,</i>	IMBEAUX.
	<i>Vice-Président,</i>	LOPPINET.
	<i>Secrétaire général,</i>	MILLOT.
	<i>Secrétaire général adjoint,</i>	GRÉLOT.
	<i>Secrétaire annuel,</i>	PETITMENGIN.
	<i>Trésorier,</i>	BRUNOTTE.
	<i>Administrateurs . . . . .</i>	{ FLICHE.
		{ N...
		{ CHARPENTIER.

---

## LISTE DES MEMBRES

COMPOSANT LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Arrêtée au 31 décembre 1907

---

### I. MEMBRES TITULAIRES

INSCRITS PAR RANG D'ANCIENNETÉ

1. D<sup>r</sup> GROSS O \*, doyen de la Faculté de médecine. 16 décembre 1868.
2. D<sup>r</sup> BERNHEIM \*, professeur à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
3. D<sup>r</sup> FRIANT, professeur honoraire de la Faculté des sciences. 19 janvier 1874.

4. FLICHE \*, correspondant de l'Institut, professeur honoraire de l'École forestière. 20 avril 1874.
5. LE MONNIER \*, professeur à la Faculté des sciences. 18 juin 1877.
6. D<sup>r</sup> CHARPENTIER \*, profess. à la Faculté de médecine. 2 mars 1879.
7. GODFRIN, directeur de l'École supérieure de pharmacie. 24 novembre 1879.
8. FLOQUET \*, doyen de la Faculté des sciences. 19 janvier 1880.
9. ARTH \*, professeur à la Faculté des sciences, directeur de l'Institut chimique. 19 janvier 1880.
10. DUMONT, docteur en droit, bibliothécaire en chef de la Bibliothèque universitaire. 16 janvier 1881.
11. ANDRÉ, architecte. 1<sup>er</sup> mars 1882.
12. BLONDLOT O \*, correspondant de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences. 2 juin 1882.
13. HENRY, professeur à l'École forestière. 1<sup>er</sup> décembre 1882.
14. D<sup>r</sup> VUILLEMIN, professeur à la Faculté de médecine. 1<sup>er</sup> décembre 1882.
15. HASSE, professeur honoraire de l'École normale d'instituteurs. 1<sup>er</sup> mars 1883.
16. MILLOT, ancien lieutenant de vaisseau, chargé d'un cours à la Faculté des sciences. 17 mai 1883.
17. A. DE METZ-NOBLAT \*, homme de lettres. 3 juillet 1883.
18. KLOBB, profess. à l'École supér. de pharmacie. 15 février 1884.
19. BRUNOTTE, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 15 février 1884.
20. Abbé CHEVALIER, licencié es sciences, ancien professeur à l'École Saint-Sigisbert. 1<sup>er</sup> décembre 1884.
21. RISTON, docteur en droit. 16 janvier 1885.
22. BERTIN, rentier. 16 janvier 1885.
23. GUNTZ \*, professeur à la Faculté des sciences. 16 janvier 1885.
24. MONAL, pharmacien, ancien chef des travaux chimiques à la Faculté des sciences. 1<sup>er</sup> mars 1887.
25. MER, ancien inspecteur des forêts. 16 mai 1887.
26. D<sup>r</sup> KNOEFLER, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine. 20 février 1888.
27. Abbé HARMAND, ancien professeur au Collège de la Malgrange. 16 juin 1888.
28. WÆFLIN, ancien capitaine du génie. 14 janvier 1889.
29. DE SCHAUBENBOURG, avocat à la Cour d'appel. 14 janvier 1889.
30. MULLER, professeur à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
31. GUYOT, maître de conférences à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
32. MINGUIN, professeur à la Faculté des sciences. 3 février 1890.

33. DOREZ, pharmacien de 1<sup>re</sup> classe. 3 février 1890.
34. IMBEAUX \*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, docteur en médecine. 1<sup>er</sup> mai 1892.
35. NICKLÈS, professeur à la Faculté des sciences. 20 juillet 1893.
36. JOLYET, professeur à l'École forestière. 15 mars 1894.
37. GRÉLOT, professeur à l'École supér. de pharmacie. 1<sup>er</sup> mars 1895.
38. NOËL, industriel à Liverdun. 16 mars 1896.
39. BEAUPRÉ (le comte J.), archéologue. 16 mars 1896.
40. MICHAUT \*, ingénieur des ponts et chaussées. 1<sup>er</sup> février 1897.
41. GUYOT \*, dir. de l'École nat. des Eaux et Forêts. 16 janvier 1899.
42. MAIRE, docteur ès sciences, chef des travaux de botanique à la Faculté des sciences. 2 février 1899.
43. DE BOUVILLE, inspecteur adjoint, attaché à la Station d'expériences de l'École nationale des Eaux et Forêts. 1<sup>er</sup> décembre 1899.
44. GRAND'EURY \*, membre correspondant de l'Institut, professeur honoraire de l'École des mines de Saint-Étienne. 1<sup>er</sup> février 1900.
45. Abbé BOULANGER, licencié ès lettres et en théologie, curé de Varangéville. 1<sup>er</sup> mars 1900.
46. MÉCHIN, licencié ès sciences physiques et naturelles, professeur au Lycée de Laval. 1<sup>er</sup> mars 1900.
47. D<sup>r</sup> MEYER, professeur à la Faculté de médecine. 1<sup>er</sup> mars 1900.
48. CHEVALLIER, licencié ès sciences, chef des travaux de minéralogie à la Faculté des sciences. 1<sup>er</sup> mars 1900.
49. Abbé URMÈS, licencié ès lettres et en histoire, directeur du Pensionnat Saint-Léopold. 1<sup>er</sup> mars 1900.
50. FAVREL, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 1<sup>er</sup> mai 1900.
51. GOURY, avocat, docteur en droit. 1<sup>er</sup> juin 1900.
52. MATHIEU-MIEG, de Mulhouse. 2 février 1901.
53. GIRARDET, professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie. 1<sup>er</sup> mars 1901.
54. LOPPINET, ancien conservateur des Eaux et Forêts. 15 juin 1901.
55. MOLK, professeur à la Faculté des sciences. 2 décembre 1901.
56. JOLY, licencié ès sciences, chef des travaux de géologie à la Faculté des sciences. 15 mai 1902.
57. D<sup>r</sup> GUÉRIN, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 15 janvier 1903.
58. BRUNTZ, docteur ès sciences, chargé d'un cours à l'École supérieure de pharmacie. 15 janvier 1903.
59. PAGEL, docteur de l'Université de Nancy. 15 janvier 1903.
60. RABISCHONG, docteur de l'Université de Nancy. 15 janvier 1903.
61. GEORGE, inspecteur adjoint des Eaux et Forêts, à Lunéville. 2 février 1903.

62. SCHMIDT, pharmacien à Saint-Dié. 16 février 1903.  
 63. CUIF, inspecteur adjoint, attaché à la station de recherches de l'École nationale des Eaux et Forêts. 1<sup>er</sup> décembre 1903.  
 64. D<sup>r</sup> PAQUY \*, médecin-major de 1<sup>re</sup> classe. M. A. 15 décembre 1899 ; M. T. 31 décembre 1904.  
 65. PETITMENGIN, licencié ès sciences naturelles, préparateur à l'École supérieure de pharmacie. 15 mars 1905.  
 66. NOËL, ancien élève de l'École normale supérieure. 15 juin 1905.  
 67. GUTTON, professeur à la Faculté des sciences. 1<sup>er</sup> mars 1906.  
 68. VOGT, professeur à la Faculté des sciences<sup>(1)</sup>. 1<sup>er</sup> mars 1906.  
 69. CARTAN, professeur à la Faculté des sciences. 1<sup>er</sup> mars 1906.  
 70. ENGEL, préparateur à l'École supérieure de pharmacie. 1<sup>er</sup> mars 1906.  
 71. NIEGER, géologue. 1<sup>er</sup> décembre 1906.  
 72. HÜFFEL, professeur à l'École forestière. 15 mai 1907.  
 73. COPPEY, professeur au Lycée. 15 juin 1907.

## II. MEMBRES ASSOCIÉS

### INSCRITS PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

- DE GONNEVILLE \*, chef d'escadrons de cavalerie. 15 juin 1905.  
 GOUY DE BELLOGG, ancien officier d'état-major. 1<sup>er</sup> mars 1886.  
 GRANDVAL, professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Reims. 1<sup>er</sup> mars 1904.  
 LANG (B.), manufacturier à Nancy. 16 mars 1880.  
 MARINGER O \*, ancien maire de Nancy. 1<sup>er</sup> mars 1887.  
 DE MONTJOIE, propriétaire à Villers-lès-Nancy. 2 mars 1888.  
 REEB, pharmacien à Strasbourg. 1<sup>er</sup> mars 1887.  
 VIARD (le baron P.), archéologue, à Nancy. 2 juin 1899.

## III. MEMBRES CORRESPONDANTS

- D<sup>r</sup> BAGNÉRIS, ancien professeur agrégé à la Faculté de médecine de Nancy, à Reims. M. T. 15 janvier 1884 ; M. C. 14 janvier 1890.  
 BARDY, pharmacien de 1<sup>re</sup> classe, à Saint-Dié. 15 novembre 1880.  
 BÂRTET, conservateur des forêts, à Alençon. M. T. 2 mars 1888 ; M. C. février 1892.  
 BARTHÉLEMY, archéologue, à Paris. M. T. 16 janvier 1888 ; M. C. 1<sup>er</sup> janvier 1894.

(1) Conformément à l'article 20 des statuts, M. Vogt, ayant versé une somme de 300 francs, est membre à vie.

- BELLEVILLE, colonel en retraite, à Toulouse. 18 mai 1874.  
 BRILLOUIN, maître de conférences à l'École normale supérieure.  
 M. T. 16 janvier 1881; M. C. 15 novembre 1882.
- D<sup>r</sup> CHRISTIAN ✱, médecin en chef de la Maison nationale de Charenton.  
 M. T. 22 janvier 1877.
- D<sup>r</sup> COLLIGNON, médecin-major de 1<sup>re</sup> classe. M. T. 9 juin 1879;  
 M. C. 15 novembre 1881.
- D<sup>r</sup> ENGEL, professeur au Conservatoire des arts et métiers, à Paris.  
 M. T. 5 mai 1875.
- FIESSINGER, docteur en médecine à Oyonnax (Ain). 1<sup>er</sup> décembre 1881.
- D<sup>r</sup> GUILLEMIN O ✱, ancien directeur du service de santé du 20<sup>e</sup> corps,  
 à Nancy. M. T. 1<sup>er</sup> juillet 1887; M. C. 14 janvier 1889.
- GUIMARÃES (Rodolpho), officier du génie, à Lisbonne. 1<sup>er</sup> février 1900.
- D<sup>r</sup> HARO ✱, médecin principal en retraite, à Montpellier.  
 M. T. 16 avril 1877; M. C. 3 janvier 1881.
- HIRSCH, ingénieur des ponts et chaussées, à Paris. M. T. 5 mai 1873.
- JOURDAIN, ancien professeur à la Faculté des sciences de Nancy, à Port-  
 bail (Manche). M. T. en 1877; M. C. 8 décembre 1879.
- KELLER, ingénieur des mines, à Paris. 19 juillet 1871.
- D<sup>r</sup> KOEHLER, professeur à la Faculté des sciences de Lyon.  
 M. T. 2 février 1880; M. C. 2 décembre 1889.
- MAILLARD, chef du laboratoire de chimie biologique à la Faculté de mé-  
 decine de Paris. M. T. 15 décembre 1899; M. C. 16 novembre 1903.
- MANGIN ✱, professeur au Lycée Louis-le-Grand, à Paris. M. T. 24 no-  
 vembre 1879; M. C. 15 novembre 1881.
- MUNTZ, ingénieur des chemins de fer de l'Est, à Paris. M. T. 5 mai 1873.
- D<sup>r</sup> NICOLAS, professeur à la Faculté de médecine de Paris.  
 M. T. 16 février 1887; M. C. 15 novembre 1907.
- PÉROT ✱, directeur du laboratoire d'essai au Conservatoire des arts et  
 métiers, à Paris. M. T. 1<sup>er</sup> juin 1886; M. C. 15 mai 1889.
- POINCARÉ C ✱, membre de l'Institut, inspecteur général de l'Instruction  
 publique. 1<sup>er</sup> juin 1891.
- REBER, pharmacien honoraire, à Genève. 1<sup>er</sup> décembre 1899.
- RÖDERER, ingénieur des ponts et chaussées. M. T. 5 mars 1877.
- THOUVENIN, professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Be-  
 sançon. M. T. 1<sup>er</sup> mars 1883; M. C. 15 décembre 1890.



# PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

ANNÉE 1907

*Séance du 15 janvier*

Présidence de M. GUNTZ, président sortant.

*Correspondance.* — La Société des sciences est invitée à envoyer des délégués au septième Congrès zoologique international, qui se réunira du 19 au 23 août prochain à Boston (États-Unis). — Remerciements.

La Société a reçu avis du maintien, pour l'année 1907, de la subvention de 300 francs allouée par le conseil municipal. — Remerciements.

M. le Président présente les félicitations de la Société à M. le Dr Meyer, professeur de physiologie à la Faculté de médecine, pour le prix Montyon que lui a décerné l'Institut.

*Renouvellement partiel du bureau.* — Sont élus, pour 1907 : vice-président, M. Loppinet; secrétaire annuel, M. Petitmengin; membre du conseil d'administration, M. le Dr Schlagdenhauffen.

*Compte rendu financier.* — M. Brunotte, trésorier, expose l'état des finances de la Société, qui se résume dans les chiffres suivants :

Recettes de 1906. . . . .	7 463 <sup>f</sup> 05
Dépenses de 1906 . . . . .	5 351 85
En caisse le 15 janvier 1907. . . . .	<u>2 111<sup>f</sup>20</u>

Les comptes sont approuvés et le Président remercie M. Brunotte de son dévouement aux intérêts de la Société.

M. Guntz invite M. Imbeaux, président pour l'année 1907, à prendre possession du fauteuil. M. Imbeaux remercie la Société de l'honneur qu'elle lui a fait en l'appelant à la présidence de ses travaux et donne la parole à M. Fliche.

COMMUNICATIONS

M. FLICHE : *Réponse de M. Mathieu-Mieg* (voir le procès-verbal de la séance du 1<sup>er</sup> décembre 1906). La Société décide que cette réponse sera insérée dans le Bulletin de 1906.

*La flore fossile du Trias en Lorraine et en Franche-Comté*, 3<sup>e</sup> partie. — Paraîtra au Bulletin.

*Le Secrétaire annuel,*  
PETITMENGIN.

---

*Séance du 1<sup>er</sup> février*

Présidence de M. LOPPINET, vice-président.

M. Loppinet remercie la Société de l'avoir nommé vice-président. Il exprime les félicitations de la Société au président, M. Imbeaux, nommé ingénieur en chef à Nancy.

*Demande d'échange.* — M. Méchin, professeur au lycée de Laval et notre collègue, demande à la Société de vouloir bien échanger son Bulletin avec celui de Mayenne-Sciences, à Laval. — Accordé.

COMMUNICATIONS

M. PETITMENGIN : *Sur deux primevères de Chine.* — Paraîtra dans le Bulletin.

M. HENRY : *Conservation des bois en œuvre, valeur comparée de divers antiseptiques* (1<sup>re</sup> partie). — Paraîtra au Bulletin.

Cette communication donne lieu à un échange de vues entre MM. Godfrin, Maire, Paquy, Woelflin et l'auteur.

*Le Secrétaire annuel,*  
PETITMENGIN.

---

*Séance du 15 février*

Présidence de M. LOPPINET, vice-président.

*Correspondance.* — Circulaire ministérielle informant la Société de la réunion du 45<sup>e</sup> congrès des Sociétés savantes, à Montpellier, du 2 au 5 avril prochain.

COMMUNICATIONS

M. MAIRE : *Matériaux pour la flore et la géographie botanique de*



*l'Orient. Étude des plantes vasculaires recueillies en Grèce, en 1904, par MM. E. de Halácsy, Maire et Petitmengin.* — Paraîtra au Bulletin.

M. HENRY : *Conservation des bois en œuvre, valeur comparée de divers antiseptiques* (2<sup>e</sup> partie). — Paraîtra au Bulletin.

MM. André, Godfrin, Klobb, Mer et Vuillemin échangent quelques observations avec M. Henry.

*Le Secrétaire annuel,*  
PETITMENGIN.

---

### *Séance du 1<sup>er</sup> mars*

Présidence de M. LOPPINET, vice-président.

*Correspondance.* — La Société a reçu avis du décès de M. le Dr Nicolas Sokolov, géologue en chef du comité géologique de Russie. — Des condoléances ont été adressées.

La Société a reçu une invitation à envoyer des délégués à Bologne pour assister à la cérémonie du tricentenaire de la mort du célèbre naturaliste Ulysse Aldrovandi. Cette solennité aura lieu le 12 juin prochain, sous le haut patronage de S. M. le roi d'Italie. — La Société s'associe de tout cœur à la célébration de la mémoire du grand savant bolonais, mais ne peut déléguer aucun de ses membres, ceux-ci, appartenant pour la plupart à l'enseignement, étant retenus à cette date par leurs occupations professionnelles. M. le secrétaire général répondra dans ce sens.

### COMMUNICATION

M. HENRY : *Préservation des bois en œuvre contre l'attaque des insectes.*

Cette communication donne lieu à un échange de vues entre MM. Boppe, Cuif, Mer et l'auteur.

*Le Secrétaire annuel,*  
PETITMENGIN.

---

### *Séance du 15 mars*

Présidence de M. IMBEAUX.

*Nécrologie.* — Le Président fait part à la Société du décès de M. le Dr HERRGOTT, professeur honoraire de la Faculté de médecine de Nancy, membre associé de l'Académie de médecine, correspondant de l'Insti-

tut, chevalier de la Légion d'honneur, mort à Nancy, à l'âge de quatre-vingt-treize ans. Il avait été nommé membre associé de la Société des sciences le 18 novembre 1878, puis membre correspondant le 3 décembre 1900. M. le D<sup>r</sup> Herrgott avait débuté à Belfort, puis fut nommé à Strasbourg où il se signala pendant le siège; en 1872, il vint se fixer à Nancy. La plupart de ses travaux ont traité à la médecine opératoire et à la science obstétricale; les uns et les autres sont d'une grande conscience et d'une rigueur scientifique impeccable. M. le D<sup>r</sup> Herrgott est cité généralement, avec le professeur Burggrave, de Gand, comme un des promoteurs — s'il n'a pas été l'initiateur seul — de l'emploi des appareils plâtrés pour les fractures.

*Correspondance.* — M. le Directeur de l'École de pharmacie invite la Société à assister à la soutenance de thèse, pour le doctorat, de M. Barthelemy, ayant pour objet : *Contributions à l'étude du lait consommé à Nancy.*

*Démission.* — M. l'abbé Manquat adresse sa démission de membre titulaire.

*Candidature.* — MM. Henry et Cuif présentent, comme membre titulaire, M. Huffel, professeur à l'École nationale des eaux et forêts. Le rapport verbal et l'élection sont, conformément aux statuts, remis à la prochaine séance ordinaire.

#### COMMUNICATIONS

M. BRUNOTTE : *Présentation d'une curieuse greffe sur un coq.*

M. NOËL : *Esquisse de la structure du géanticlinal vosgien et du géosynclinal lorrain.*

*Le Secrétaire annuel,*

PETITMENGIN.

*N. B.* — A cause du congé de Pâques, il n'y a pas eu de séance en avril.

#### *Séance publique du 6 mai*

Présidence de M. LOPPINET, vice-président.

La Société s'est réunie dans l'amphithéâtre de physique de la Faculté des sciences; de nombreux invités assistaient à cette séance.

COMMUNICATION

M. FLOQUET : *La planète Mercure, ses passages sur le disque du Soleil, le passage du 14 novembre prochain.*

Une salve d'applaudissements remercie M. Floquet.

*Le Secrétaire annuel,*

PETITMENGIN.

---

*Séance du 15 mai*

Présidence de M. LOPPINET, vice-président.

*Correspondance.* — Les membres de la Société des sciences sont invités à assister à la séance publique annuelle de l'Académie de Stanislas, qui aura lieu le jeudi 23 mai à 4 heures, dans le grand salon de l'Hôtel de Ville. — Remerciements.

Sur l'initiative des membres du Muséum d'histoire naturelle de Paris, un comité a été nommé pour s'occuper de l'érection d'un monument au grand naturaliste français Lamarck. La Société des sciences, invitée à souscrire, a pour principe de ne jamais prendre part collectivement à une souscription, mais une liste est déposée sur le bureau à la disposition de ses membres qui désireraient s'inscrire personnellement.

La Société des sciences est invitée à la cérémonie de l'inauguration d'un pont, appelé « pont Linné », que l'Académie des sciences de New-York a fait construire pour relier le jardin botanique au parc zoologique. Cette cérémonie aura lieu le 23 mai, date de la célébration du bicentenaire de la naissance du grand naturaliste suédois. — Remerciements.

*Hommage d'auteurs.* — M. Joly fait hommage à la Société, au nom de M. Nicklès et au sien, d'une note communiquée récemment à l'Académie des sciences : « Sur la tectonique du nord de Meurthe-et-Moselle. » M. Joly indique que cette note résume la méthode suivie par les auteurs dans les récentes recherches de houille.

*Élection.* — Après un rapport verbal de M. Loppinet, M. Huffel, présenté dans la séance du 15 mars par MM. Henry et Cuif, est élu membre titulaire.

COMMUNICATIONS

M. MATHIEU-MIEG : *Dessins représentatifs sur os, de la station néolithique du canton Wallis, aux environs de Kleinhems (Bade).* En

l'absence de l'auteur, cette note a été lue par M. Millot, qui a fait circuler parmi l'auditoire les très belles photographies envoyées par M. Mathieu-Mieg. Après un examen attentif, MM. Goury et Beaupré sont d'accord pour reconnaître une truite ou un saumon dans le poisson figuré parmi les dessins.

M. GRÉLOT : *La loi du 1<sup>er</sup> août 1905 et la conservation du lait aux fins d'analyse*. M. Grélot, ne pouvant insérer son intéressant travail dans le Bulletin, est prié d'en résumer au moins la substance dans une courte note.

*Pour le Secrétaire annuel,*  
JOLY.

---

*Séance du 1<sup>er</sup> juin*

Présidence de M. IMBEAUX.

*Nécrologie.* — M. le Président fait part à la Société du décès de l'un de ses membres titulaires, M. BOPPE, directeur honoraire de l'École forestière de Nancy, officier de la Légion d'honneur ; rappelant la vie scientifique de notre regretté collègue, il prononce quelques paroles émues qui seront reproduites dans le Bulletin.

*Candidature.* — MM. Le Monnier et Maire présentent comme membre titulaire M. Coppey, professeur d'histoire naturelle au lycée de Nancy. Le rapport et l'élection sont renvoyés à la prochaine séance.

COMMUNICATION

M. FAVREL : *Recherche de l'acide citrique*. Plusieurs membres demandent quelques renseignements qui leur sont obligeamment donnés par l'auteur.

*Le Secrétaire annuel,*  
PETITMENGIN.

---

*Séance du 15 juin*

Présidence de M. IMBEAUX.

*Correspondance.* — La Société est invitée à prendre part au congrès préhistorique de France, qui se réunira à Autun, du 12 au 18 août prochain.

*Élection.* — Après un rapport verbal de M. Le Monnier, on procède au vote. M. Coppey, professeur au lycée, est élu membre titulaire.

COMMUNICATIONS

M. JOLY : *Usage du baromètre pour l'étude des régions faiblement accidentées.* Cette communication est suivie d'un échange de vues entre MM. Wœelflin, de Metz-Noblat et l'auteur.

M. PETITMENGIN : *Deux hybrides nouveaux de la flore locale.*

*Le Secrétaire annuel,*

PETITMENGIN.

---

*Séance du 15 novembre*

Présidence de M. IMBEAUX.

*Correspondance.* — Une lettre de la préfecture informe la Société du maintien, pour l'année 1908, de la subvention de 500 francs, votée par le conseil général. — Remercîments.

Circulaire du ministre de l'instruction publique relative au prochain congrès des Sociétés savantes, qui s'ouvrira à Paris le 21 avril 1908.

Programme des questions mises au concours par la Société industrielle de Mulhouse, pour les prix à décerner en 1908.

*Demandes d'échange.* — La Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, ainsi que la Société d'histoire naturelle du Wisconsin, à Milwaukee, demandent l'échange de leurs publications avec le Bulletin de notre Société. — Accordé.

*Nécrologie.* — Pendant les vacances, dit M. le Président, nous avons eu le très grand chagrin de perdre deux collègues éminents qui étaient nos doyens à des titres différents : d'abord celui qui faisait partie de la Société depuis le plus grand nombre d'années, ensuite le plus âgé d'entre nous.

Le premier, M. le Dr Frédéric SCHLAGDENHAUFFEN, directeur honoraire de l'École supérieure de pharmacie, membre associé de l'Académie de médecine, vice-président du conseil d'hygiène, membre de l'Académie de Stanislas, chevalier de la Légion d'honneur, a succombé le 16 juillet dernier à l'âge de soixante-dix-sept ans. Avec lui disparaît le plus ancien (1859) des survivants de la Société des sciences naturelles de Strasbourg, reconstituée à Nancy après la guerre de 1870, sous le nom de Société des sciences. Savant universellement connu et travailleur infatigable, dont la retraite officielle n'avait aucunement interrompu les recherches de laboratoire, il avait été à plusieurs reprises notre président et figurait encore parmi les membres du conseil d'administration de notre Société.

Le D<sup>r</sup> Schlagdenhauffen, né à Strasbourg en 1830, avait fait ses études dans cette ville et appartenait, depuis 1855, comme agrégé, à l'École supérieure de pharmacie. Il se fit recevoir docteur, puis en 1869 agrégé de la Faculté de médecine. Nous le retrouvons en 1872 professeur de physique et de toxicologie à l'École supérieure de pharmacie et agrégé à la Faculté de médecine de Nancy. Nommé directeur de l'École en 1889, il garda ses hautes fonctions jusqu'à sa retraite en 1900. L'activité scientifique de M. Schlagdenhauffen a été grande et féconde : le nombre des mémoires qu'il a publiés dans les revues compétentes est immense; ils se rapportent à la physique et à la chimie biologique, animale ou végétale, notamment aux ptomaines et aux alcaloïdes. Une découverte sensationnelle fut celle qu'il fit avec Heckel des propriétés si bienfaisantes de la noix de kola. On sait quel succès a eu ce médicament.

En second lieu, M. Jean-Charles VOLMERANGE, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, chevalier de la Légion d'honneur, décédé le 11 août dernier, dans sa quatre-vingt-douzième année. Membre de notre Société depuis 1881, il a occupé le fauteuil de la présidence en 1887 et, pendant de longues années, fidèle à nos réunions, il prit une part active aux discussions scientifiques, jusqu'à ce que son grand âge le retint à la maison.

Né à Metz le 27 décembre 1815, il entra à l'École polytechnique en 1833 et fut nommé, en 1837, ingénieur ordinaire. Ce fut au service du canal de Bourgogne qu'il débuta, bonne école pour un ingénieur qui allait avoir à construire, deux ans après, le canal de la Marne au Rhin et le chemin de fer de Paris à Strasbourg dans le département de la Meurthe, 1839 à 1860. Ingénieur en chef, il est envoyé à Nantes pour y mettre au tirant d'eau normal les canaux de Nantes à Brest et du Blavet, puis chargé du service ordinaire du département de la Corrèze. Le 1<sup>er</sup> décembre 1867, il revient à Nancy pour ne plus quitter cette ville et y retrouve ses premières amours, c'est-à-dire le canal de la Marne au Rhin, dont il relève le mouillage à 2 mètres et dont il ne quitte le service que le 7 janvier 1878, pour prendre sa retraite, à l'âge de soixante-trois ans. Il a eu la satisfaction de voir quel essor a pris le trafic des deux grandes voies de communication auxquelles il avait consacré presque toute sa carrière : le canal de la Marne au Rhin et la ligne de Paris à Strasbourg. Comme successeur de cet ingénieur de mérite, j'ai pu constater combien ces deux voies ont été admirablement construites.

*Distinctions.* — M. le Président exprime les félicitations de la Société à M. le doyen D<sup>r</sup> Gross, nommé officier de la Légion d'honneur, et à M. le D<sup>r</sup> Nicolas, nommé professeur d'anatomie à la Faculté de médecine de Paris, mais il exprime aussi les regrets que cause son départ

BULLETIN DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY XIX  
et propose de le nommer membre correspondant. — Adopté par acclamation.

#### COMMUNICATIONS

M. HENRY : *Sur la « soi-disant » maladie du rouge dans les sapinières du Jura.*

M. VUILLEMIN : *La flore du vallon de Saint-Fiacre.*

A la suite de cette communication, M. Fliche fait quelques observations au sujet de la dispersion sur les limites de la Lorraine des *Aconitum napellus* et *Gentiana lutea*. M. Petitmengin rappelle que le *Phyteuma orbiculare* fut récemment découvert à Foug (Meurthe-et-Moselle) en 1833-1894, par MM. Breton, Briard et Desnos, et que lui-même l'a rencontré cette année dans le bois au-dessus de Ludres.

M. COPPEY : *Les Muscinées de la Grèce*, étude des mousses rapportées par MM. Maire et Petitmengin.

*Le Secrétaire annuel,*  
PETITMENGIN.

---

#### Séance du 2 décembre

Présidence de M. LOPPINET, vice-président.

*Correspondance.* — M. le D<sup>r</sup> Nicolas remercie la Société de l'avoir nommé membre correspondant.

*Don d'ouvrage.* — MM. Nicklès et Joly font hommage à la Société de leur travail « Sur la tectonique des terrains secondaires du nord de Meurthe-et-Moselle » extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*. — Remercîments.

*Proposition d'échange.* — M. le Président fait part d'une proposition de M. Petitmengin d'échanger notre Bulletin avec celui de la Société linnéenne de Paris (63, rue de Buffon), et avec celui de la Société fribourgeoise des sciences naturelles, à Fribourg (Suisse). — Approuvé.

#### COMMUNICATIONS

M. VUILLEMIN : *Le nombre des pétales du **Phlox subulata**.*

M. Henry et l'auteur échangent quelques observations.

M. HENRY : *Observations nouvelles faites dans les landes de Gascogne et aux Indes sur le niveau de l'eau souterraine sous bois et hors bois.*

M. Maire demande à M. Henry quelques explications complémentaires qui lui sont obligeamment données par l'auteur.

Une communication de M. PETITMENGIN sur *Quelques nouveautés botaniques du Queyras*, portée à l'ordre du jour, est remise à la prochaine séance, à cause de l'heure avancée.

*Le Secrétaire annuel,*  
PETITMENGIN.

---

*Séance du 16 décembre*

Présidence de M. IMBEAUX.

*Correspondance.* — La Société fribourgeoise des sciences naturelles accepte l'échange des publications.

M. Petitmengin, indisposé, s'excuse de ne pouvoir assister à la séance et demande d'ajourner encore sa communication sur *Quelques nouveautés botaniques du Queyras*.

#### COMMUNICATION

M. R. DE BOUVILLE : *La maladie du barbeau.*

M. le Dr Paquy et M. Imbeaux échangent quelques observations avec l'auteur.

*Pour le Secrétaire annuel,*  
MILLOT.

---



# LA VÉRITABLE NATURE

DES

## FRONTALDRÜSEN DES CAPRELLIDES

Par M. L. BRUNTZ

---

En 1878, Gamroth a signalé, chez les Caprellides (*Caprella æquilibra*), des organes frontaux, qu'il a considérés comme des organes des sens. D'après cet auteur, ces organes sont pairs et disposés dans la tête, derrière le lieu d'origine des antennes supérieures. Ils affectent la forme de coupes et sont constitués par un groupe de cellules cylindriques. Des ganglions sus-œsophagiens, s'échappent de petites fibres nerveuses qui se divisent et contractent des relations avec les cellules des organes frontaux ; c'est ce fait qui permet à Gamroth d'émettre l'idée que les organes frontaux étaient des organes des sens.

Mais, en 1880, Haller rapporte n'avoir pas retrouvé, ni chez les Caprellides, ni chez les Gammarides, les organes frontaux décrits par Gamroth. Il a cependant aperçu, non loin de l'endroit où cet auteur place ces organes, des amas composés de quelques grosses cellules. Quant aux fibres nerveuses décrites par Gamroth, ce sont des ligaments conjonctifs accompagnés de cellules pigmentaires.

De nouveau, en 1882, Mayer, dans une belle étude monographique des Caprellides, retrouve chez tous les Amphipodes (sauf les Hypérines), et à la même place, les organes décrits par Gamroth ; il les nomme glandes frontales.

Mayer fait remarquer qu'il existe quelques variations d'emplacement de ces glandes suivant les espèces considérées. Sa description est courte : on remarque, à chaque organe, un conduit revêtu de chitine et dont la lumière présente successivement des étranglements et des élargissements. Il débouche sur les téguments et l'ouverture arrondie est généralement dentelée. La glande affecte une forme allongée, elle est plus développée chez les jeunes que chez les adultes et l'on peut généralement mettre les cellules en évidence à l'aide de l'acide acétique. Dans sa partie antérieure la glande est recouverte par des cellules arrondies qui ne contractent pas avec elle de relations plus étroites. L'auteur se convainc encore de la nature glandulaire de ces organes par ce fait : après fixation, il remarque un contenu coagulé qui paraît représenter le produit d'activité glandulaire. Quant aux fibres décrites par les deux auteurs précédents, Mayer les retrouve, mais il ne peut décider si elles sont de nature conjonctive ou nerveuse.

Récemment, à la station maritime de Roscoff, j'ai pu me procurer un certain nombre d'exemplaires de *Protella phasma* Sp. Bate, dont l'étude m'a permis de reconnaître la véritable nature des organes en question. Sur des coupes transversales sériées, j'ai constaté qu'il existe normalement, et disposées symétriquement de chaque côté de la partie antérieure de la tête, deux invaginations des téguments. Elles sont placées en avant et au-dessus des yeux, en arrière du point d'origine des antennes de la première paire. Ces invaginations se dirigent obliquement en arrière vers la face ventrale et vers le plan médian de la tête. Elles sont courtes et plus ou moins renflées en forme de poires, elles se rapprochent l'une de l'autre et sont réunies par des fibres conjonctives.

Les invaginations sont formées par la chitine et l'épiderme tégumentaire. Mais la chitine apparaît sous forme de couches chiffonnées se colorant plus intensivement dans la partie centrale, comme le fait se présente souvent pour les couches chitineuses les plus externes.

J'ai pu constater, sur plusieurs coupes, que l'épithélium des téguments se continuait autour des invaginations de chitine et, du moins dans la partie la plus externe, les noyaux cellulaires présentent les mêmes caractères que ceux des cellules épithéliales des téguments. Plus intérieurement, on rencontre des noyaux

de forme sphérique, de taille plus grande et moins colorables : ce sont ces éléments que Mayer a pu considérer comme des noyaux de cellules glandulaires qui n'existent pas. Et, chez les Isopodes, j'ai retrouvé des variations analogues des noyaux des cellules épithéliales, à l'extrémité d'invaginations tégumentaires servant de bases à des insertions musculaires.

Les invaginations que je viens de décrire soutiennent, par l'intermédiaire de fibres conjonctives, l'aorte et les ganglions nerveux sus-cœsophagiens.

Autour de ces invaginations, et supportées également par des fibres de soutien, on trouve des formations lymphoïdes, lieu d'origine des globules sanguins des adultes. Ces organes globuligènes, plus ou moins développés suivant les individus, sont formés par de petites cellules ovoïdes plus ou moins allongées, quelquefois serrées les unes contre les autres, quelquefois laissant entre elles des lacunes dans lesquelles circule le sang. Le cytoplasme est dense et se colore très intensivement ; les noyaux, de forme sphérique, sont relativement gros et présentent également une grande aptitude à se colorer. On rencontre souvent de ces jeunes cellules en voie de division indirecte : ce fait et la facilité avec laquelle on trouve de jeunes globules sanguins qui s'échappent de ces formations lymphoïdes, pour tomber dans la cavité générale, affirment la nature globuligène des organes considérés.

---

SUR L'EXISTENCE  
DE  
FORMATIONS LYMPHOÏDES GLOBULIGÈNES  
CHEZ LES GAMMARIDES

Par M. L. BRUNTZ

---

Dans une note publiée dans le cours de la dernière année scolaire (*Comptes rendus des séances de la Société de biologie*, t. LX, p. 134), j'avais rapporté que les globules sanguins des Gammarides (Crevettines) se régénéraient, chez les adultes, par division directe de globules en voie d'évolution et par division indirecte de jeunes globules circulants.

J'avais déjà été frappé par le petit nombre de mitoses trouvées sur des préparations de sang ; ce fait s'explique par la présence, chez les Gammarides, de formations globuligènes que je viens de découvrir récemment. La division des globules circulants n'apparaît donc plus que comme un procédé accessoire de régénération.

J'ai trouvé des formations globuligènes semblables et semblablement disposées chez une forme d'eau douce abondante dans les environs de Nancy : *Gammarus pulex* L., et une forme marine facile à se procurer à Roscoff : *Talitrus locusta* Latr.

Dans ces deux espèces, l'organe globuligène est disposé dans l'angle dièdre formant le bord antérieur de la tête ; il s'étend dans la partie médiane de cette région du corps, entre les deux yeux, au-dessus du point d'origine des antennes de la première

paire. Par sa face antérieure, l'organe globuligène est en rapport avec l'épiderme des téguments, par sa face postérieure, avec une masse importante de tissu conjonctif adipeux et glandulaire.

Au point de vue histologique, l'organe globuligène est formé par deux petits amas de tissu lymphoïde qui se fusionnent dans la partie médiane de cette région du corps. Ce tissu lymphoïde est formé par des cellules ovoïdes plus ou moins allongées et plus ou moins déformées par pression réciproque dans les régions les plus denses de l'organe. Entre les cellules, dans les régions moins denses, il existe des lacunes dans lesquelles le sang peut circuler. Ces éléments constitutifs présentent tous les caractères de cellules jeunes, ils possèdent un cytoplasme dense et fortement colorable. Les noyaux cellulaires sont relativement gros, de forme sphérique ou ovoïde et se colorent également d'une manière intensive. De nombreuses cellules se laissent souvent reconnaître en voie de division indirecte.

Les cellules lymphoïdes sont maintenues en place par des fibres formées par des cellules épithéliales allongées et par d'autres fibres qui se montrent en continuité avec le tissu adipeux. A travers les mailles de ce réseau s'échappent de jeunes cellules qui présentent tous les caractères des globules sanguins au premier stade de leur évolution.

Les formations lymphoïdes des Gammarides sont donc complètement homologues aux formations lymphoïdes que j'ai découvertes chez les Caprellides (*Comptes rendus des séances de la Société de biologie de Nancy*, 22 novembre 1906).

---

SUR L'EXISTENCE  
D'ORGANES GLOBULIGÈNES  
CHEZ LES ISOPODES

Par M. L. BRUNTZ

---

A la suite d'études entreprises l'an dernier, j'avais pensé que, chez les Crustacés Arthrostacés adultes, les globules sanguins se multipliaient par division directe de globules en voie d'évolution et par division indirecte de jeunes globules circulants. Mais, ayant récemment découvert des formations lymphoïdes, lieu d'origine des globules sanguins, chez les Caprellides et chez les Gamma-rides, j'ai été conduit à rechercher s'il n'existait pas également, chez les Isopodes, des organes globuligènes analogues à ceux des Amphipodes.

Mes recherches ont porté sur des formes terrestres, les Cloportes (*Oniscus murarius* Brandt), des formes d'eau douce, les Aselles (*Asellus vulgaris* Latreille), des formes marines, les Ligies (*Ligia oceanica* Fabr.) et les Ancées (*Anceus Halidaii* Sp. Bate et Westwood).

Chez les Ligies et chez les Cloportes, il existe trois paires d'organes globuligènes disposés symétriquement dans les deux derniers anneaux thoraciques (6<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup>) et le premier anneau abdominal. Bien que ces organes présentent un développement variable suivant les individus, il semble que la dernière paire soit toujours plus réduite que les deux autres.

Chez les Ancées, la première paire thoracique d'organes globuligènes manque, tandis que chez les Aselles, c'est la dernière

paire d'organes globuligènes abdominaux qui est absente. Ces faits sont probablement la conséquence des grandes variations morphologiques présentées par ces espèces et il semble bien que, normalement, les Isopodes possèdent, comme les Cloportes et les Ligies, trois paires d'organes globuligènes.

Ces organes globuligènes sont formés par un petit nombre d'îlots cellulaires assez difficiles à décomposer les uns des autres. Ces îlots sont supportés et maintenus en place par des fibres conjonctives en continuité avec le tissu adipeux ou s'attachant au septum péricardique.

Chez les Cloportides, les organes globuligènes sont en rapport, par leur face supérieure, avec cette membrane ; par leur face inférieure, ils sont en rapport avec les glandes génitales, pour les amas thoraciques, avec les tubes hépatiques, pour les amas abdominaux.

Chez les Aselles, les organes globuligènes présentent les mêmes rapports, mais ils sont très souvent comprimés entre les cellules à concrétions dites glandes de Zenker.

Chez les Ancées, les organes globuligènes sont en rapport, par leur face supérieure, avec les néphrocytes à carminate qui remplissent latéralement le sinus péricardique, par leur face inférieure, avec les sacs hépatiques ou le tissu conjonctif.

Quant à la structure histologique de ces organes, elle est analogue à celle décrite pour les mêmes organes des Amphipodes. Les nodules sont formés de petites cellules de forme sphérique ; ces dernières sont plus ou moins serrées ou plus ou moins séparées les unes des autres suivant l'endroit de l'organe examiné. Ces cellules présentent un cytoplasme dense finement granuleux et possédant beaucoup d'affinité pour les colorants ; les noyaux sont gros et très chromatiques. De nombreuses cellules, tant au centre qu'à la périphérie des organes, se montrent souvent en voie de division indirecte. Il n'est pas rare non plus de trouver des cellules, présentant tous les caractères de jeunes globules sanguins, qui s'échappent des organes globuligènes pour être entraînés par le sang veineux du sinus ventral.

SUR QUELQUES

# PRIMEVÈRES ET ANDROSACES CHINOISES

Par M. PETITMENGIN

---

Dans la si substantielle monographie des Primulacées parue dans le *Pflanzenreich* du professeur Engler, l'auteur, le D<sup>r</sup> Pax, *op. cit.*, p. 118, n° 165, considère comme synonymes les *Primula argutidens* Franchet et *Primula amethystina* Franchet. Or, ayant eu en communication, grâce à l'aimable bienveillance de M. le professeur Lecomte et de M. Gagnepain, les *Primula* du Muséum, entre autres beaucoup des types de Franchet, je fus surpris de remarquer la différence si nette, à toute première vue, qui existe entre ces deux espèces si distinctes et que Pax considère, à tort ce me semble, comme n'en formant qu'une.

Leur étude minutieuse m'a prouvé que Franchet avait eu grandement raison de les séparer. Je reproduis ici, à titre documentaire, les diagnoses princeps de nos deux Primevères :

**Primula argutidens** Franchet  
in *Journal de botanique de Morot*,  
1895, p. 451.

« *Folia crassiuscula, subcoriacea, linea alba cartilaginea marginata, limbo ovato vel ovato-oblongo, e medio remote dentato, dentibus parvis, argutis, inæqualibus, inferne integerrimo in petiolum latum attenuato; scapus foliis 1-3 plo. longior, floribus paucis (circiter 4), cernuis; brac-*

**Primula amethystina** Franchet, in *Bull. Soc. Bot. de France*, 1885, p. 268 (groupe des *Aleuritia* Duby).

« *Rhizoma breve, haud crassum. Planta glaberrima, efarinosa. Folia firmiter papyracea, ovato-oblonga, in petiolum attenuatum brevem attenuata, e medio ad apicem subtilissime denticulata, dentibus callosis; pedunculus foliis 2-3 plo. longior; bractæe*



*teæ lanceolatæ, acutæ, basi non calcatæ, pedicellis longiores; pedicelli brevissimi (1-3 mm.); calyx crassus, breviter campanulatus, 4 mm. longus, glaber, lobis ovatis vel ovato-lanceolatis, obtusis vel vix acutis 1. Corolla violacea, tubo calycem æquante, exinde sensim ampliato in limbum infundibuliformem, vix 1 cent. diam., lobis bilobulatis cum dente interjecto.*

« Folia 2-4 cm, longa; scapus 6-10 cm. »

« C'est une espèce bien caractérisée, parmi celles qui appartiennent à la flore de Chine, par ses feuilles coriaces bordées d'une ligne blanche cartilagineuse et de petites dents très aiguës; les fleurs sont presque sessiles, penchées comme celles du *P. sapphirina*, mais plus grandes, le calice et les feuilles rappellent aussi cette dernière espèce. »

*parvæ ovato-lanceolatæ, acutæ, basi liberæ, nec gibbæ, nec productæ. Flores 3-6 umbellati, vix ultra 15 mm. longi; pedicelli bracteis 2-4 plo. longiores; calyx aperto-campanulatus, ad medium quinquelobus, lobis ovatis vel ovato-lanceolatis; corolla amethystea, tubo calycem non excedente; limbo subinfundibuliformi, lobis integris vel vix emarginatis, capsula ovata, calycem subæquans.*

« Folia pollicaria vel paulo ultra; calyx 4 mm., corollæ apertæ diam. 12 mm. » (Dalavay, n° 108.)

« Feuilles assez semblables à celles du *Bellis perennis*; fleur du *Pr. Kingii*, à côté duquel le *Pr. amethystina* doit être placé. Il en diffère par ses feuilles plus courtes, à pétioles peu ou pas dilatés, parfois presque nuls; par ses pédicelles glabres, ainsi que la corolle. »

Il ressort, de la comparaison du texte de ces deux diagnoses, des différences notables, suffisantes pour isoler nos deux espèces confondues par le savant monographe allemand qui, peut-être, n'a pas eu en mains ces deux types spécifiques eux-mêmes. Mais, ayant pu étudier ces deux *Primula*, je vais donner, dans les lignes qui suivent, le résultat de mes recherches qui confirment l'opinion émise par Franchet à leur sujet.

#### *Primula amethystina* Franchet.

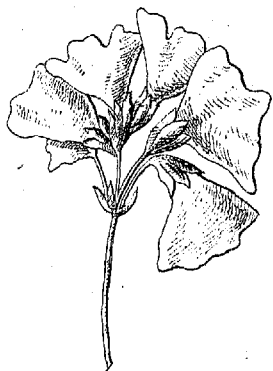
Fleurs grandes, pourpres-violacées, 3 à 9, en ombelle terminale pourvue à sa base de 6-9 bractées libres jusqu'à la base, étroitement linéaires-lancéolées.

Pédicelles longs, 1,5-2 centimètres.

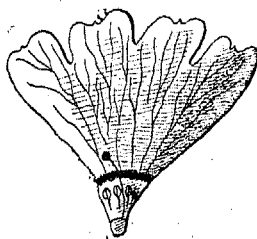
Corolle de 1<sup>cm</sup> à 1<sup>cm</sup>,5 de large sur 1<sup>cm</sup>,5 de haut. Pétales arrondis au sommet ou incisés-mucronés. Calice de 8 millimètres à sépales *crénelés*, arrondis, pourvus de dents à leur sommet,

d'autres fois entiers, ovales-lancéolés, libres jusqu'au tiers de leur longueur.

Feuilles ovales, régulièrement dentées, à limbe un peu replié sur les bords, concolores, à limbe décurrent jusqu'à la base; feuilles toutes radicales, en rosettes denses.



Inflorescence  
(Grandeur naturelle)



Coupe longitudinale de la corolle  
(Grossie 2 fois et étalée)



Cycle staminal  
(Grossi 2 fois)



Extrémité libre des pétales



Calice, grossi 8 fois

### *Primula argutidens* Franchet.

Fleurs petites, d'un violet livide (sur les échantillons), 2 à 4, en ombelle dense, étriquée, 4 bractées libres jusqu'à la base, lancéolées, plus larges que dans l'espèce précédente.

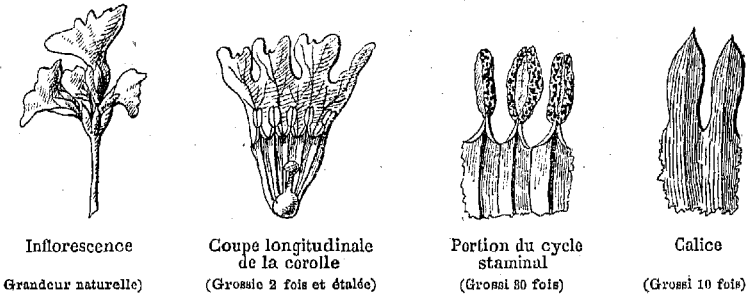
Pédicelles courts ne dépassant pas les bractées.

Corolle de 8 millimètres à 1 centimètre de large au maximum, sur 1 centimètre de haut; pétales émarginés, échancrés au sommet, mucronés.

Calice de 5 millimètres, à sépales entiers, ovales-lancéolés dans leur partie libre, qui équivaut à la moitié du calice, lavé de pourpre.

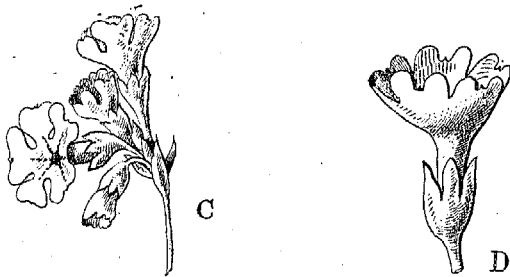
Feuilles ovales-lancéolées, beaucoup plus étroites que précé-

demment, à dents inégales, surtout vers l'extrémité de la feuille. Limbe très fortement décurrent en un pétiole largement ailé.



L'examen des figures aussi bien que des différents textes, émanant de personnes diverses, montre suffisamment la diversité de ces deux espèces.

Je reproduis ici la figure donnée par Pax dans sa Monographie (*Pflanzenreich* du professeur Engler, p. 119, fig. 33 C et D). Je ne donne que l'inflorescence et le dessin d'une fleur.



Ces figures correspondent bien au *Primula argutidens* Franchet, mais ne donnent en aucune façon l'image du *Primula amethystina* Franchet.

Il demeure donc établi que les deux espèces distinguées et décrites par le regretté M. Franchet subsistent dans leur intégrité et qu'elles ne sont nullement synonymes comme l'indique Pax.

*Primula begoniiformis* Petitmengin.

*Species Primulæ obconicæ Hance et Pr. Listeri King, affinis et media; ab illis differt :*

*Umbellis paucifloris (3-6) [2-3 Pr. Listeri] (9-13 Pr. obconica).*

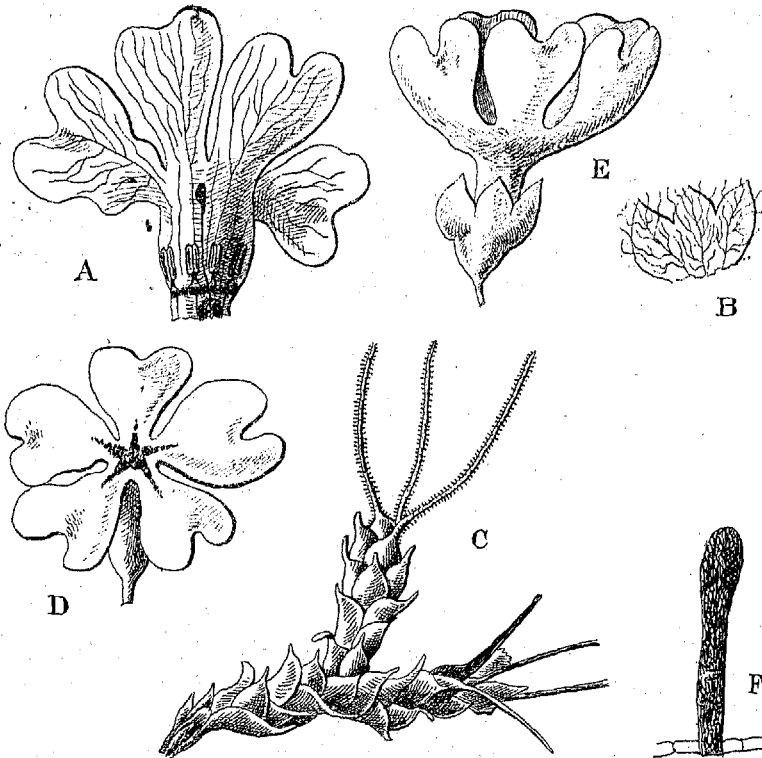
*Pedicellis gracilioribus, floribus majoribus. Corolla magna, tubo brevioris, limbo valde longiore (2 cm. lato, 1-1 cm. 5 longo) staminibus in fauce constricta insertis.*

*Calycis dentibus multo brevioribus.*

*Foliis rhomboidalibus, inciso-serratis, lobis acutis, basi cordatis.*

*Petiolo longo basi in vaginam amplexicaulem, purpuream folio exoleta persistentem, dilatato. Rhizomate ramoso, fragili, vaginis coriaceis, persistentibus squamoso.*

I *Primula hegoniiformis* Petitmengin



A Coupe longitudinale de la fleur ;  
 B Calice ;  
 C Souche montrant les restes squamiformes des anciens pétioles imbriqués ;  
 D Corolle vue d'en haut ;  
 E Corolle vue de côté.  
 F

Espèce voisine du *Primula obconica* Hance et du *Pr. Listeri* King dont elle diffère :

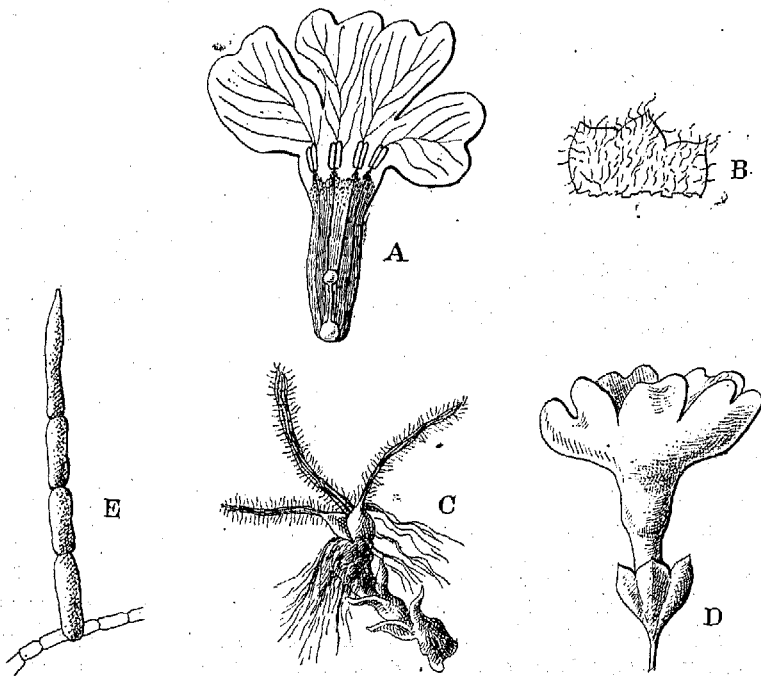
Par ses ombelles pauciflores, 3-6 fleurs (9-13 dans *P. obconica*), pédicelles plus grêles, fleurs plus grandes ;

Par sa corolle surbaissée, à tube court, à limbe beaucoup plus grand (2 centimètres de large sur 1 centimètre à 1<sup>cm</sup>,5 de haut) [fig. 1 E, fig. 2 D];

Par un bourrelet inférieur sur lequel sont insérées les étamines (fig. 1 A, fig. 2 A);

Par son calice à lobes beaucoup moins profondément échancrés (fig. 1 B et fig. 2 B);

II *Primula obconica* Hance



A Coupe longitudinale de la fleur;  
 B Calice;  
 C Souche ne portant que des fibres, restes des pétioles, mais n'ayant pas trace de squames;  
 D Corolle vue de côté;  
 E Pét. articulé de la tige et des pétioles.

Par ses feuilles rhomboïdales, incisées-dentées, à lobes aigus, en cœur à la base et munie d'un long pétiole;

Par la base de ses pétioles *très fortement dilatés en gaines persistantes* après la chute des feuilles, *rouges-orcanette*, coriaces, formant, par leur étroite imbrication, un revêtement spécial à la souche qui disparaît sous leurs squames. Souche bifurquée, fragile (fig. 1 C).

Plante d'aspect *glabre*, à feuilles luisantes. — Tout l'appareil végétatif est couvert de poils *très courts*, dont la *membrane présente des ornements réticulés spéciaux*, alors que le *Primula obconica* Hance est fortement velu, que les poils y sont très longs, à *plusieurs articles allongés, sans aucune sculpture de la paroi* (voir les fig. 1 F et 2 E).

Fleurs roses ou violacées.

Rochers du Tsang-Chon, au-dessus de Tali. Province du Yunnan, 31 mars 1883 (abbé Delavay, herbier du Muséum de Paris, n° 307).

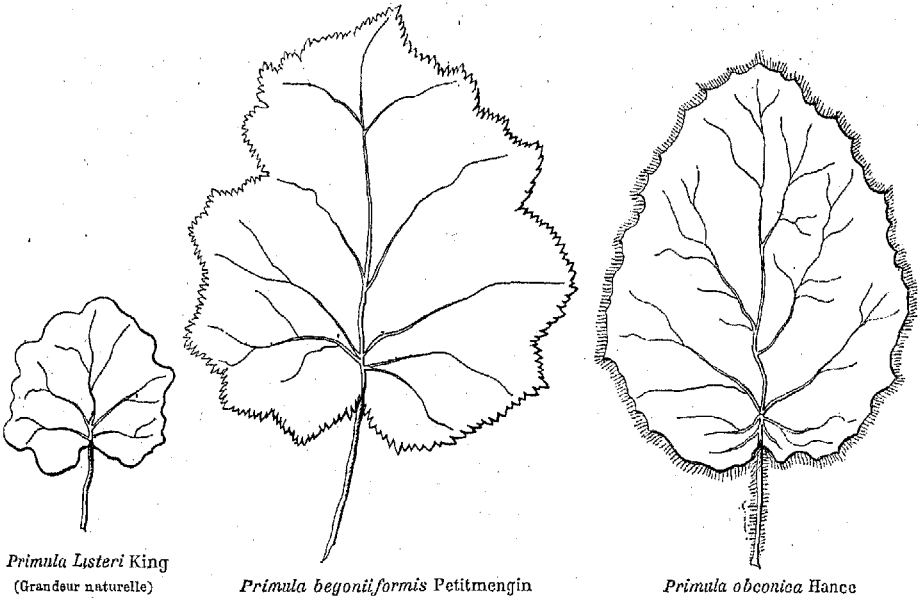
Sa souche écailleuse, imbriquée, d'un rouge foncé, ses feuilles rhomboïdales et la glabrescence de toutes ses parties, jointes à la structure spéciale des poils très courts qui la recouvrent, la distinguent facilement des *Primula obconica* Hance et *P. Listeri* King, dont elle est voisine. Cette espèce, bien que très voisine du *Pr. Listeri* King, et qui a été confondue avec lui jusqu'ici (cf. Pax, in *Pflanzenreich*, 1905, p. 25) [1] est intermédiaire entre celui-ci et le *Primula obconica* Hance. J'ai pu confronter des échantillons authentiques, de King lui-même, avec le *Pr. begoniiformis*, et ils en diffèrent au premier coup d'œil. Un examen minutieux confirme cette observation. Les fleurs sont portées par des pédicelles plus robustes, le calice est moins développé, le tube de la corolle est plus étroit, les pétales sont du double plus grands (corolle de 1 centimètre dans *Pr. Listeri*). Les scapes dépassent les feuilles, les ombelles sont plus fournies (4-6 fleurs dans *Pr. begoniiformis*, 1-3 dans *Pr. Listeri*). Les feuilles sont totalement différentes, celles du *Pr. Listeri* sont *petites, arrondies, sinuées, dentées, succulentes*; celles du *Pr. begoniiformis* sont *rhomboïdales, beaucoup plus allongées longitudinalement, beaucoup plus finement dentées, à sinus beaucoup plus aigus et non arrondis; feuilles beaucoup plus profondément échanquées à la base; pétioles plus raides, dressés, non mollement étalés comme dans Pr. Listeri; rhizome toujours couvert de squames persistantes, très fortement amplexicaules, alors que dans le Pr. Listeri les squames (bases des pétioles) sont plus molles, presque planes, et se détruisent très facilement, ne laissant que des portions cicatricielles qui donnent à ce rhizome*

1. FRANCHET, *Bull. Soc. Bot. France.* 1888, p. 428.

un aspect différent de celui du *Pr. begoniformis*, qui est très caractéristique.

Les poils du *Pr. Listeri* King sont allongés comme dans le *Pr. obconica*, présentent les mêmes étranglements et sont pourvus de sculptures lâches, distantes, parallèles, rappelant celles des poils du *Pr. begoniformis*.

En résumé, nous pouvons dire que le *Primula obconica* Hance est une espèce très polymorphe, dont peut-être les *Primula begoniformis* et *Listeri* ne représenteraient que des races fixées. De plus, la distribution géographique de ces trois espèces semblerait indiquer : que l'Himalaya (Sikkim, Manipur, etc.) a pour caractéristique le *Pr. Listeri* King typique, et que le Yunnan serait caractérisé par le *Pr. begoniformis*; le *Pr. obconica* existant concurremment avec le *Pr. begoniformis* dans le Yunnan, mais étant disparu au moins actuellement de l'Himalaya.



Section des *Bullatae* Pax, in *Pflanzenreich*. 1905, p. 18.

#### *Primula Esquirolii* Petitmengin.

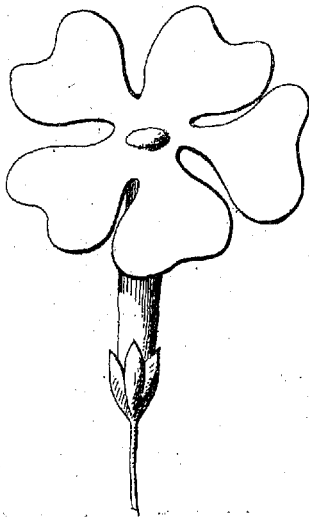
Espèce très typique! — Fleurs toutes solitaires, portées par des pédoncules uniflores de 1-2 centimètres, naissant de la souche.

Calice à sépales lancéolés aigus, égalant le tiers ou le quart de la longueur du tube corollin. Celui-ci très long, cylindrique, 18 millimètres. Corolle grande, à limbe étalé de 2<sup>cm</sup>,5; portion libre des pétales en cœur renversé. Feuilles développées avant les fleurs, d'un vert très foncé en dessus, plus pâle en dessous. Limbe de 9-12 centimètres de long sur 2 à 4<sup>cm</sup>,5 de large, oblong-ovale, sinué-denté sur ses bords, à nervures très saillantes, formant un réticulum très marqué surtout à la face inférieure. Feuilles insensiblement atténuées en un pétiole ailé; munies à la face inférieure de poils courts et raides. Plante glabrescente à habitus de *Primula acaulis*, à fleurs nombreuses, égalant ou plus courtes que les feuilles, d'un bleu clair (Martin).

Chine : Gan-p'in. Parois humides d'une grotte dans les calcaires, à 1350 mètres d'altitude (RR. PP. Esquirol et Martin, n° 4) [1906].

#### *Primula Esquirolii* Petitmengin.

*Scapis unifloris, radicalibus 1-2 cm. altis. Calycis dentibus lanceolato-acutis, 1/3 vel 1/4 longitudinis tubi corollini æquantibus. Corolla magna (2 cm. 5 diam.) limbo plano, tubo longissimo. Petalis obcordatis.*



*Foliis synanthiis, reticulato nerviis, nervis præcipue subtus valde prominentibus, limbo sinuato-dentatis, oblongo-obovato, 9-12 cm. longo, 2-4 cm. 5 lato, in petiolum alatum sensim attenuato, folia æquantibus vel eis brevioribus.*

*Species valde singularis, habitu Primulæ acauli Lam. simillima, floribus numerosis, dilute cæruleis, foliis longitudine æquis vel inferis.*

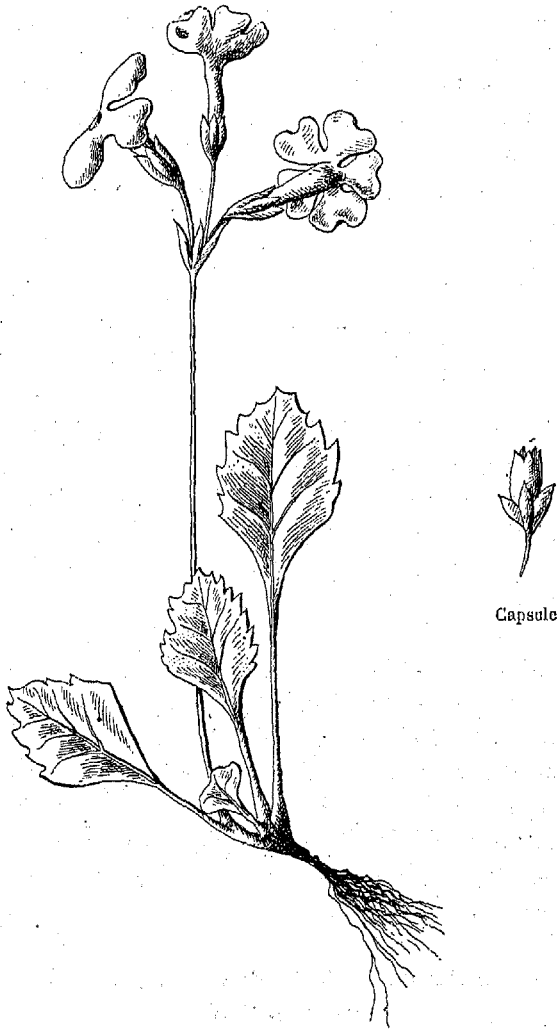
Cette espèce est voisine du *Primula Davidi* Franchet, dont elle se distingue par ses fleurs grandes, bleu pâle, solitaires, jamais en ombelles; par le tube de sa corolle beaucoup plus long; par son calice cylindrique.



Section des Farinosæ Pax, *Pflanzenreich*, 1905, p. 70.

*Primula Hemsleyi* Petitmengin.

*Efarinosa, glaberrima. Folia membranacea, 1 cm. 5 ad 2 cm.*



*Primula Hemsleyi* Petitmengin  
(Grandeur naturelle)

*longa, 1 cm. ad 1 cm. 4 lata, oblongo-obovata, in petiolum alatum, laminam superantem, attenuata. Lamina serrato-dentata, basi*

*cuneata*. Scapus folia superans 6-15 cm. altus, umbellam laxam, 2-4 florem gerens. Bracteæ ± longæ, basi gibbosæ. Pedicelli graciles, longissimi, ± flexuosi, 2-5 cm. longi. Calycis 5-6 mm. longi, tubulosi, ad medium fissi, lobi lanceolato-acuti; subtus farinosi. Corollæ roseo-violaceæ 1 cm. 5 diam., tubus 1-1 cm. 4, calycem superans, lobi obcordati. Capsula cylindrica, calycem valde superans (3-5 mm.).

Espèce non farineuse, si ce n'est la face inférieure des sépales, glabre. Feuilles membraneuses, 1<sup>cm</sup>,5 à 2 centimètres de long sur 1 à 1<sup>cm</sup>,4 de large, oblongues-ovoïdes, atténuées brusquement en un long pétiole ailé de 1,5-2 centimètres.

Limbe régulièrement denté, à dents profondes, entières, parfois denticulées.

Scape 6-15 centimètres. Fleurs 2-4 en ombelle lâche, longuement pédonculée, pédoncule de 1<sup>cm</sup>,5 à 5 centimètres. Bractées plus ou moins longues, un peu renflées à la base, 4-6 millimètres de long.

Calice 5-6 millimètres de long, tubuleux, à lobes profonds, lancéolés-aigus, farineux à l'intérieur.

Corolle d'un rose violacé foncé, 1<sup>cm</sup>,5 de diamètre, à pétales obcordés. Tube corollin 1 à 1<sup>cm</sup>,4, dépassant longuement le calice.

Capsule presque cylindrique dépassant longuement (3-5 millimètres au moins) le calice.

Chine; localité illisible. (Wilson, n° 4301.)

Cette espèce est voisine des *Pr. efarinosa* Pax (*Pflanzenreich*, 1905, p. 79, n° 90) et *Pr. Knuthiana* Pax (*loc. cit.*, n° 91), mais surtout du *Pr. Knuthiana* Pax; elle s'en distingue par l'absence de revêtement farineux, si ce n'est à la face interne du calice seulement; par ses feuilles dont le limbe est brusquement atténué en coin; par son pétiole ailé, très long et très distinct, enfin par sa capsule presque cylindrique, longuement exserte au-dessus du calice persistant.

Section Chamæjasme Koch, in Pax et Knuth, *Pflanzenreich*, 1905, p. 180.

*Androsace aurata* Petitmengin.

*Elégans; estolonosa; foliis rosulatis, linearibus acuminatis, 5-6 mm. long. 1 mm. lat., glaucescentibus, ad marginem ciliis*

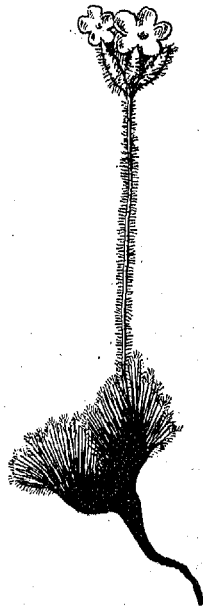
*albidis, strictis, latitudinem folii superantibus, præditis, uniner-  
viis, subtus bisulcatis. Scapo 1 cm. 5, 2 cm. 5 longo, patule villosa,  
tomentoso, floribus 2-3, umbellatis, bracteis villosis, lanceolatis,  
1/3 umbellæ æquantibus. Pedicellis brevissimis, 1-2 mm. long.,  
calycis lobis villosis, oblongis, apice rotundatis, pedicellum æ-  
quantibus, corollæ aureæ tubo vix exserto, limbi 5-7 mm. diam.,  
lobis rotundatis integerrimis.*

Plante gracieuse, sans stolons. Feuilles toutes en rosette dense ;  
linéaires acuminées, 5-6 millimètres de long  
sur 1 millimètre de large, grisâtres, ciliées  
surtout sur les bords. Cils blancs, longs et  
raides. Nervures saillantes, surtout la nervure  
principale, proéminente à la face supérieure  
du limbe et accompagnée de sillons parallèles  
et longitudinaux.

Scape de 1<sup>cm</sup>,5 à 2<sup>cm</sup>,5 longuement hérissé,  
nu. Fleurs 2-3 serrées en ombelle pau-  
ciflore ; bractées lancéolées, velues-ciliées,  
4-5 millimètres de long, égalant les deux tiers  
de la hauteur de l'ombelle. Fleurs courtement  
pédicellées, pédicelles de 1 à 2 millimètres,  
velus-ciliés ainsi que les lobes du calice, qui  
sont ovales, atténués à leur extrémité supé-  
rieure égalant presque la longueur du pédi-  
celle (2 millimètres). Tube corollin dépassant  
à peine le calice. Corolle d'un jaune d'or (*gol-  
den yellow* ; teste Wilson) à lobes arrondis,  
entiers. Fleurs larges de 5-7 millimètres.

Heothe (?) 13 500 ft. Western-China, Wilson, n° 4008.

Voisine de l'*A. tibetica* Knuth. surtout de sa variété *β. Mariæ*  
Knuth (Pax, *op. cit.*, p. 187) ; s'en distingue aisément par l'absence  
des stolons, par ses feuilles étroites, très fortement ciliées, glau-  
ques, à nervure principale saillante, par ses fleurs peu nombreuses  
2-3, en ombelle serrée, d'un jaune d'or.



ESQUISSE  
DE LA  
STRUCTURE DU GÉANTICLINAL VOSGIEN  
ET DU  
GÉOSYNCLINAL LORRAIN

Par E. NOËL

---

La transgression triasique a consisté, comme on l'admet maintenant, en un envahissement relativement brusque de la mer sur un pays préalablement plissé, aux reliefs déjà fortement rabotés et usés, mais n'en existant pas moins encore en certains points, par exemple sur l'anticlinal vosgien. Les plissements qui avaient donné naissance à ces montagnes, depuis l'époque du cûlm jusqu'à celle du permien inférieur, ont dû continuer encore à se produire au moins pendant cette première phase transgressive du trias, sous forme de tassements qui ont continué, prolongé dans le temps, suivant des lois encore mal dégagées, les déformations antérieures, tout en les atténuant. Il s'ensuit donc une grande variabilité dans l'épaisseur des dépôts triasiques, au moins du trias inférieur, variabilité qui a été bien mise en évidence dans les Vosges par les études sur le terrain, et en Lorraine par les sondages pour la recherche de la houille. Je me réserve de revenir sur l'étude de ces variations d'épaisseur; pour le moment, il me suffit de les signaler. J'ajouterai de plus qu'à certaines époques postérieures, comme au muschelkalk (surtout inférieur) et au keuper, cette structure du sous-sol a été jusqu'à produire même des variations importantes dans le facies des dépôts : c'est ainsi que le sel ne se trouve guère qu'au fond des synclinaux et que

les dolomies semblent atteindre leur plus grand développement surtout sur les anticlinaux.

Cette transgression triasique a d'ailleurs déjà été précédée du dépôt de sédiments à facies détritique, surtout dans certaines fosses, notamment les dépôts houillers du synclinal lorrain qui vont du westphalien supérieur (c. de Sarrebruck) au stéphanien (c. d'Ottweiler), et ensuite, en transgression sur eux, les dépôts permien, dont certains accompagnés de dolomie et de sel sont les premiers témoins d'une invasion marine depuis l'époque du carbonifère inférieur.

Il résulte de là qu'une étude préliminaire qui s'impose est celle d'abord de la structure du géosynclinal lorrain et du géanticlinal vosgien, faite surtout au point de vue tectonique, puis celle des différentes petites transgressions qui l'ont précédée et des dépôts détritiques locaux, dont la plupart ont eu quelques-unes de leurs parties arasées et ont pu, par leur remaniement, fournir des éléments au grès vosgien.

Je vais examiner d'abord la structure du socle paléozoïque (antéhouiller), puis je passerai aux conglomérats du houiller et du permien.

1° *Le socle paléozoïque.* — On remarque d'abord la différence d'allure des terrains superposés à l'anticlinal vosgien et au synclinal lorrain. Les premiers n'ont guère que des ondulations à très grand rayon qui dégénèrent facilement en simples cassures, comme cela doit avoir lieu avec un sous-sol rigide; les seconds présentent au contraire une série de dômes et de cuvettes s'alignant souvent en rides alternativement anticlinales et synclinales, assez rapprochées, distantes d'environ 3 à 8 kilomètres. C'est d'ailleurs uniquement par l'étude de ces rides des terrains secondaires que nous pouvons aujourd'hui tenter de déchiffrer la structure interne de la région.

On sait que la chaîne hercynienne s'est formée en deux soubresauts principaux: le premier principalement à l'époque du dinantien-culm, le deuxième commençant au stéphanien pour se continuer jusqu'au permien moyen. Il y a d'ailleurs dans le sous-sol des terrains triasiques des ondulations transversales à très grand rayon dont des études postérieures préciseront peut-être l'âge. On remarque encore dans les Vosges des traces de plissements certainement antérieurs aux plis hercyniens, décelés

par l'orientation des bandes de gneiss et de granits anciens de la chaîne, et faisant un angle notable avec les plissements hercy-niens. J'examinerai successivement toutes ces dislocations, mais avant j'étudierai ce qu'on appelle, depuis les travaux de M. Suess, les « lignes directrices de la région ».

Les principales de ces lignes ont d'ailleurs déjà été indiquées par M. Suess<sup>(1)</sup>. L'auteur part du raccordement par rebroussement des plis armoricains avec les plis varisques. Il remarque que la principale difficulté d'une telle étude résulte de l'arasement profond des montagnes, par suite duquel les roches archéennes forment la plus grande partie de la surface : il ne peut donc être resté « de la couverture de terrains sédimentaires qui les surmontait à l'origine que les extrémités en forme de coin des principaux synclinaux. De là, les longues bandes sédimentaires rencontrées çà et là pincées dans les schistes cristallins des régions archéennes représentent de véritables *lignes directrices* permettant de reconstituer le parcours des hautes montagnes d'autrefois.

« La présence des lignes directrices varisques est très nette dans le Plateau Central. Le terrain primitif affleure en de nombreux points à l'O. des Vosges sous la couverture des terrains secondaires. Le granit affleure dans plusieurs localités à l'E. du Morvan et à l'O. de Dijon; ces affleurements indiquent une jonction souterraine qui des Vosges s'avance vers le S.-O. dans la direction du Plateau Central, à travers la Côte-d'Or.

« Depuis longtemps déjà les géologues français pensaient qu'il existe un rapport intime entre les terrains anciens des Vosges et ceux du Plateau Central. En 1856, Coquand fit observer que le petit massif granitique de la Serre près de Dôle était un trait d'union entre les deux massifs<sup>(2)</sup>. »

Fournet, à la suite de remarques analogues, parle d'une chaîne cébenno-vosgienne<sup>(3)</sup>.

La direction de cette ligne est N.-E. S.-O. L'auteur alors indique dans les Vosges le synclinal de Ronchamp et sa correspon-

1. *Das Antlitz der Erde*, trad. française par de Margerie. T. II, p. 175 et sq.

2. H. COQUAND, « Mémoire géologique sur l'existence du terrain permien et du représentant du grès vosgien dans le département de Saône-et-Loire et dans les montagnes de la Serre, Jura. » (*Bull. Soc. géol. France*, XIV, 1856-1857, p. 13-47, pl. I.)

3. J. FOURNET, « De l'extension des terrains houillers sous les formations secondaires et tertiaires de diverses parties de la France. » (*Mém. Acad. Lyon*, V, 1855, p. 239 et suivantes.)

dance avec les bassins de Blanzky et du Creusot. La longueur de cette dislocation (affaissement entre cassures), entre Bert et l'extrémité méridionale des Vosges, est d'environ 280 kilomètres. Cet accident, facile à suivre sur les cartes, forme dans les Vosges l'extrémité méridionale du massif, à la Serre l'extrémité marginale d'un petit horst et s'engage dans l'épaisseur du Plateau Central. « D'après les renseignements assez sommaires qu'on possède à son sujet, cet accident est du moins en grande partie d'âge post-permien, et même au N.-E. d'âge post-jurassique; mais ses rapports avec les traînées houillères plissées de Saône-et-Loire indiquent que la faille actuelle coïncide avec la direction originelle de la chaîne. C'est donc une dislocation longitudinale comme la grande cassure de Saint-Avold dans le bassin de la Sarre. »

L'auteur indique alors dans les pages suivantes la manière dont on peut suivre au moyen des plis posthumes une ligne principale de dislocation sous des terrains plus récents. C'est de ce principe, aujourd'hui fort discuté, que je serai réduit à faire application sous toutes réserves pour toute la partie des terrains secondaires de Lorraine. On voit en outre, par cette citation, comment une flexure ou même un pli peuvent dégénérer en faille dans les terrains horizontaux de la couverture. Il peut résulter de là que plusieurs des failles longitudinales du trias des bords vosgien ou subvosgien sont superposées à des têtes d'anticlinaux ou à des surfaces de charriage en profondeur.

Mais avant d'entrer dans le détail, il importe de donner la liste des principales lignes directrices de la région du géanticlinal vosgien et du géosynclinal lorrain. Je commencerai par le S.

### I — Lignes directrices

1° On rencontre d'abord le synclinal de Ronchamp compris entre le dévonien du Salbert et le massif granitique des Ballons. Il renferme, comme on sait, du carbonifère marin [dinantien — étage viséen; voir Bleicher et Tornequist<sup>(1)</sup>] puis du culm. Ensuite

1. BLEICHER et MIEG, « Note sur la paléontologie du carbonifère de la Haute-Alsace ». (*Bull. Soc. géol. France*, [3] XII, 1884, p. 107 et *ibid.* [3] XIII, 1885, p. 413). — G. MEYER, « Beitrag zur Kenntniss des Kulm in den südlichen Vogesen ». (*Abh. z. geol. Spezk. v. Els.-Loth.*, 3<sup>e</sup> vol., fasc. I, 1884.) — A. TORNEQUIST, « Das fossilführende Untercarbon am östlichen Rossbergmassiv in den Südvogesen ». (*Ibid.*, vol. V, p. 377-793.)

après le dépôt de ces étages s'est produit le premier soubresaut hercynien, et enfin, dans des fosses, le stéphanien de Ronchamp puis le permien se sont déposés. Ce synclinal envoie d'importantes apophyses vers le N., ce sont les schistes de Bussang et les « grauwackes » souvent métamorphiques du massif du Ballon de Guebwiller.

Dans la Forêt-Noire, le pli de Schœnau lui fait suite, n'offrant d'ailleurs qu'une étroite bande de carbonifère supérieur comprise entre le gneiss du Feldberg et le granit et les roches éruptives de la bande du Blauen au Habsberg.

On peut remarquer l'allure irrégulière de ce pli, car la bande de Schœnau ne correspond qu'à celle de Ronchamp et Belfort en direction hercynienne, tandis que la région de grauwacke du ballon de Guebwiller aurait pour homologue le massif de gneiss de l'E. de Fribourg. Y aurait-il là une surélévation locale de la région qui aurait fait disparaître toutes les assises sédimentaires ? Cependant la région de Fribourg est bien un anticlinal, ainsi que l'indiquent les affleurements du grès bigarré à l'O. de Villingen.

Cet anticlinal est suivi d'un synclinal passant par Waldkirch et Triberg : ce pourrait être la suite du synclinal de Guebwiller. Le géosynclinal du S. se diviserait en deux, la branche S. passant par Schœnau, la branche N. par Waldkirch et Triberg, les deux séparées par le massif de gneiss de Fribourg (1).

2° Puis vient le grand anticlinal vosgien qui forme en France le sous-sol du S. des monts Faucilles (région tabulaire du N. de Plombières), puis passe par Remiremont, Gérardmer, Sainte-Marie-aux-Mines, rencontre le bord de la Forêt-Noire aux environs de Lahr et gagne Freudenstadt après avoir porté les dépôts du grès vosgien à près de 1 000 mètres.

2' Au N. s'étend une bande occupée par des plis pincés de schistes métamorphiques (Villé) et de granits récents à laquelle correspond dans la Forêt-Noire la région de roches éruptives au N.-E. d'Offenburg et à l'E. d'Achern.

3° Le synclinal de Schirmeck, renfermant, dans les Vosges, du dévonien, du culm et des roches éruptives d'âges carbonifère et permien. Pour le retrouver dans la Forêt-Noire, il faut aller jus-

1. D'ailleurs la découverte toute récente de gisements de potasse dans le permien (?) des environs de Thaan et de Guebwiller confirme encore le caractère synclinal de cette bande (*Revue industrielle de l'Est*, numéro du 10 mars 1907).



qu'à Baden-Baden, car c'est là seulement qu'on retrouve du permien avec ses roches éruptives (Fremersberg, Gernsbach, etc.). Le prolongement semble passer au S. de Neuenburg et de Pforzheim, à en juger par les affleurements du grès bigarré. Ce pli se prolonge vers le S.-O. en rejoignant à Saint-Dié le pli de Villé, puis se continue au S.-O. par Bruyères où se voit une apophyse vers le S.-O. des dépôts permien. Puis il franchit la Moselle à la région affaissée d'Arches et Archettes, et enfin semble renfermer les schistes métamorphiques du N. de Bains-les-Bains et les quelques pointements de tels schistes et de grauwackes qui apparaissent sur la feuille de Langres. On admet qu'il se relie au pli de Blanzzy sur les bords du Massif Central. D'ailleurs ce pli, ainsi que le précédent et le suivant (de Celles), se soudent et même se relayent souvent entre eux (\*).

4° Le pli de la vallée de Celles, dont une récurrence sous le grès permien donnerait la flexure brusque de cette vallée. Le sommet (racine) est par endroits injecté de granulite considérée comme récente (granulite de Raon-l'Étape). On sait cependant que les granulites de la chaîne hercynienne (Bretagne, Vosges, etc.) sont ordinairement dévoniennes, c'est-à-dire antérieures au premier soubresaut du plissement; par suite la surélévation locale qui a lieu à Raon-l'Étape résulte peut-être non d'une injection contemporaine du plissement, mais de la présence d'un culot éruptif ancien resté simplement en saillie (cf. le mont Blanc dans les Alpes). Ce pli est d'ailleurs un anticlinal qui peut parfois être couché. Il se prolonge au S.-O. par Épinal (granulite de la Vierge, d'aspect parfois cristallophyllien), puis par les pointements de granit de la région Châtillon-sur-Saône, Passavant, etc. (feuille de Langres). Vers le N.-E., ce pli doit être fort difficile à suivre sous les dépôts du grès des Vosges. Il semble atteindre la vallée du Rhin à l'éperon de Wasselonne et là se perd sous les sédiments récents.

5° Le pli déterminé sur la Meurthe par la flexure d'Azerailles passe à 1 ou 2 kilomètres au N. de Cirey et semble gagner au N.-E. Wissembourg en longeant les bords des affleurements du

---

1. M. VÉLAIN, *Bull. C. G. France*, VI, 1894-1895, feuille de Strasbourg, p. 158, aligne le granit de Grandrupt avec celui du Rossberg. Il existe cependant l'extrémité du synclinal de Schirmeck entre les deux. Je considérerais plutôt le granit de Grandrupt comme injectant la racine du pli de Celles.

grès vosgien : schistes métamorphiques de Weiler près de Wissembourg; granit du Jægerthal au N. et près Niederbronn<sup>(1)</sup>. En particulier, d'après le travail de M. Linck, on a dans le Palatinat des pointements de gneiss et de schistes métamorphiques (*gneiss-artige z. T. grauwackeähnliche Gesteine*) à Selz, Albertsweiler et Neustadt. Plus au S., à Weiler près Wissembourg, des « schistes passant à la grauwacke »; d'où un âge dévonien, d'ailleurs hypothétique en l'absence de fossiles, traversé par des filons de porphyrites, minettes, kersantites (cf. dévonien de Schirmeck). Les couches sont très redressées et ont un plongement plutôt S. sur les profils de la planche I. On est donc en présence du flanc N. d'un synclinal, ou d'un pli isoclinal couché vers le N. ou le N.-N.-O. D'ailleurs, il existe un pointement de granit au S.-O., au Jægerthal près de Niederbronn. Ce granit semble donc jouer le même rôle par rapport à la grauwacke de Weiler que le granit carbonifère d'Andlau par rapport au dévonien de Schirmeck. Donc il semble que le dévonien occupe les extrémités N.-E. des plis d'Azerailles et de Mont (Edenkoben, Landau).

Le pli d'Azerailles passerait par le granit du Jægerthal, qui injecterait alors la racine d'un anticlinal — ou peut-être même le pli de Mont-sur-Meurthe, en vertu de la virgation E. de l'extrémité N.-E. des plis (S. de la *Mulde von Saargemünd* de la carte de van Werwecke).

Au S.-O., se bifurquant peut-être<sup>(2)</sup>, il passe aux environs de Charmes et de Mirecourt.

D'ailleurs, à partir de ce moment, nous sommes dans le géosynclinal lorrain, ce qui se traduit, comme dans tous les cas analogues (bassin carbonifère de Bretagne, etc.), par une multiplication et une complication des plis secondaires.

C'est ainsi, par exemple, qu'un ridement secondaire apparaît déjà à Gerbéviller et Moyen.

6° L'anticlinal de Blainville, Mont-sur-Meurthe. Passe dans la direction N.-E., un peu au N. de Lunéville, et atteint la Sarre près de Saar-Union, où les affleurements du grès bigarré envoient un éperon vers l'E., puis se perd sous les sédiments du grès vosgien

1. G. LINCK, *Geognostisch-petrographische Beschreibung des Grauwacken-Gebietes von Weiler bei Weissenburg* (*Abhandl. z. geol. Spez. von E. Loth*, III, 1891, p. 1 à 73).

2. Communication inédite de M. Nicklès.

et doit atteindre la vallée du Rhin, probablement aux environs de Landau [pointements de granit et de schistes métamorphiques du Palatinat : Weiler près Edenkoben<sup>(1)</sup>]. Au S.-O. ce pli se prolonge dans la région d'Haroué<sup>(2)</sup>.

7° Le grand synclinal de Sarreguemines, dont l'allure est si nette et si régulière aux environs de cette ville. Son prolongement vers le S.-O., probablement bifurqué, présente des changements de direction irréguliers et assez compliqués. Les fosses de Brin et de Drouville, si remarquables par le développement du gîte salifère lorrain, en sont probablement des dépendances. Au N.-E. il semble présenter une virgation O.-E. Passerait-il dans la région basse entre la Forêt-Noire et le massif cristallin de l'Odenwald ? Cependant, cette dépression résulte de la rencontre des failles de l'Odenwald avec celles du Rhin<sup>(3)</sup> et n'a pas les allures d'un synclinal. Ce synclinal est fort large sur le territoire allemand. Il a paru marquer pour bien des auteurs allemands (Leppla, etc.) le fond du géosynclinal entre les Vosges et le massif rhénan.

8° Deux ridements secondaires dont les prolongements sur le territoire français ainsi que vers le Rhin sont encore assez hypothétiques : l'anticlinal de Morhange (*Sattel von Mörchingen*) et le synclinal de Landroff (*Mulde von Landorf*). Ils n'ont peut-être que la valeur de ridements secondaires du géosynclinal.

9° Enfin le grand anticlinal lorrain (*lothringischer Hauptsattel des Allemands*). Il présente dans la région de Sarrebruck où il a été reconnu pour la première fois un anticlinal du houiller affectant les nappes de charriage<sup>(4)</sup>. Cet anticlinal stéphanien est probablement juxtaposé de très près, sinon superposé à un pli d'âge dinantien, peut-être même déjà dessiné lors du ridement calédonien. Il se prolonge ensuite en Lorraine sous forme d'un puits de deux anticlinaux des terrains secondaires. La carte de M. van Werwecke indique en effet d'abord un anticlinal de terrains secondaires décalé vers l'O. par rapport à l'anticlinal du houiller au N. de la faille de la Sarre. Au S.-O. de cette faille, un autre

1. LEPLLA, *Ueber das Grundgebirge der Pfälzischen Nordvogesen* (*Zeitsch. der deutschen geolog. Ges.*, XLIV, 1892, p. 400 à 433).

2. Communication inédite de M. Nicklès.

3. G. DEFFNER u. O. FRAAS, *Die Juraversenkung bei Langenbrücken* (*N. Jahrb. f. Min.*, 1859, p. 1-38, cart. pl. IV).

4. BERGERON et WEISS, *C. R. Ac. Sc.*, 15 juin 1906.

anticlinal, puis au S.-O. de la faille de Felsberg (*Verwerfung von Felsberg* de van Werwecke), l'anticlinal lorrain (*lothringischer Hauptsattel*). Ce dernier semble, d'après la même carte, dégénérer en deux anticlinaux : 1° celui du S. (charbons flambants de Spittel [L'Hôpital]), qui, interrompu par une faille à Bambietersdorf, semble atteindre, à défaut d'études de surface plus complètes, la région d'Abaucourt sur le territoire français; 2° celui du N. qui, de Kohlwald, coupé par plusieurs failles, gagne Bingen (Bange), puis, relayé par un autre plus au N.-O., gagne par une ligne sinueuse, qu'il serait intéressant de voir préciser par des études de surface, la région d'Éply et de Pont-à-Mousson sur le territoire français. Entre les deux, sur le territoire français, se trouve la faille de Nomeny relevée par MM. Nicklès et Joly, qu'il serait aussi très intéressant de suivre vers le N.-E. Entre les deux plis aussi, la même carte indique une région affaissée près de Bange. C'est d'ailleurs à l'O. de cette cuvette que les sondages de Lemud, de Berlize, etc., ont rencontré le houiller rouge. On doit remarquer les nombreuses sinuosités et la complication des trajets de ces anticlinaux, qui peuvent se décomposer en suite de dômes fortement arqués et réniformes. La carte de M. van Werwecke s'arrête malheureusement à trop grande distance de la frontière pour qu'il n'y ait pas dans ces raccordements une certaine part d'hypothèse que réduiraient beaucoup des études sur le terrain (\*).

10° Au N. du grand anticlinal lorrain se rencontrent quelques accidents secondaires : le synclinal de Boulay (Bolchen), l'anticlinal de Metz (*Sattel von Metz*) sur le bord S. du golfe de Luxembourg et coupé par la grande faille du même nom.

11° L'anticlinal de Sierck (*Sattel von Sierck*) à environ 3 kilomètres au S. de la ville, qui fait affleurer les quartzites dévoniens sur le bord de la Moselle, et au S. duquel on a relevé un réseau de nombreuses failles parallèles de direction S.-O., N.-E.

12° Le géosynclinal : golfe de Luxembourg.

On peut remarquer dans toute cette région le parallélisme des failles aux plis hercyniens de l'Ardenne ainsi que leur virgation vers le N.-N.-E. aux environs de Trèves. La région entre Birken-

1. Communications inédites de M. G. Sépulchre (1906).

feld et Bitburg semble être une aire de moindre largeur, par suite peut-être de maximum de compression entre le massif de la Sarre et de la Nahe (*Saar-Nahe Gebirge*) et l'Ardenne.

13° Enfin, le bord dévonien S. de l'Ardenne présentant une virgation des plis, d'abord O.-E., puis S.-O., N.-E. vers leur extrémité N.-E.

L'Ardenne étant une nappe charriée hercynienne, on peut remarquer la communauté d'allure de son bord S. (failles bordières relevées vers le N. aux extrémités) avec les accidents qui limitent au S. les « différentes écailles » (?) de la région de Sarrebruck, et aussi les failles de Nomeny et de Mazerulles de la région française.

## II — Ondulations transversales

Si l'on suit les variations de l'arasion le long d'un même pli, et que l'on ait de plus égard à ce fait que le granit se trouve de préférence dans les parties hautes, où il injecte des racines profondes d'anticlinaux, on remarque dans la région plusieurs ondulations transversales à très grand rayon de courbure et d'allure d'ailleurs fort irrégulière.

1° Les monts Faucilles et les Vosges jusqu'à Gérardmer forment une région surélevée et consolidée par le granit. En effet, les terrains secondaires sus-jacents sont, dans les monts Faucilles, soumis au régime tabulaire au S. de la direction hercynienne d'Azerailles — Mirecourt. D'ailleurs, ce dôme se prolonge au N.-O. dans les terrains secondaires, par une bande surélevée bordée au N.-E. par la faille ou flexure brusque de la Meurthe (Ménil-Flin, Lunéville, Le Moulnot, etc.), au S.-O. d'abord par la faille de Blainville — Saint-Phlin, puis peut-être par des failles en gradins (à Bayon, dans la Moselle?).

Cette limite O. est d'ailleurs difficile à saisir à cause de l'affaissement du bassin de Paris qui semble commencer à se faire sentir et donne à tous les pendages une composante O.

2° A l'E. et au N.-E., une bande affaissée de direction générale sinueuse et voisine de N.-S. C'est cette ondulation qui a conservé le culm et le dinantien des hautes vallées du S. des Vosges (pli de Thann — Schœnau) au-dessus et à l'O. des failles du Rhin, ainsi

que sur l'anticlinal vosgien les schistes du Collet, près de la Schlucht, les schistes de Steige, puis le dévonien et le culm de la vallée de la Bruche, dans le pli de Schirmeck. On connaît d'ailleurs le plongement N.-E. qu'a parfois le dévonien dans ce pli (1). Par contre, les extrémités N.-E. de ces plis dans la Forêt-Noire sont en général dépourvues de tout terrain sédimentaire antérieur au permien.

C'est à cette fosse que correspond le développement parfois considérable du permien dans le N. des Vosges et dans le S. du géosynclinal lorrain. Elle doit produire dans le géosynclinal le fond de la dépression de Sarreguemines et peut-être correspondre aux dépôts les plus profonds du westphalien inférieur (*Fettkohlen von Saarbrücken* — couches inférieures de Sarrebruck). Elle passe aux environs de Sarralbe et Sarreguemines et paraît atteindre l'anticlinal houiller au S.-O. de Sarrebruck, dans la région du maximum de dislocation des terrains des nappes. Quelle est son action sur ces lambeaux charriés? Franchit-elle l'anticlinal? L'anticlinal de Sierck en est-il affecté? Le fait pourrait être assez facilement vérifié.

3° A l'E. se manifeste un relèvement dont l'axe d'ailleurs mal déterminé passe à l'E. de Schœnau; de sorte que le synclinal de Thann ne renferme plus dans la Forêt-Noire qu'une mince bande de paléozoïque; puis il occupe sensiblement l'axe des affleurements cristallins de la Forêt-Noire, passe le Rhin vers Baden-Baden et Rastatt, et gagne la région de Wissembourg, Edenkoben et Landau. Ce bombement étant très large, l'axe peut en être reporté peut-être plus à l'E., de manière à lui faire encore englober le massif cristallin de l'Odenwald.

C'est grâce à ce relèvement en particulier que des plis comme ceux d'Azerailles et de Mont peuvent présenter dans ces régions des racines profondes injectées de granit (Jägerthal), ou des grauwackes dévoniennes et des schistes métamorphiques (2), [*gneissartige Gesteine*; cf. schistes de Villé].

On peut tirer des faits précédents la conclusion suivante: les deux masses cristallines des Vosges, d'une part, et du soubasse-

1. Il ne faudrait cependant pas attribuer à ce fait une valeur trop absolue, l'effondrement du Rhin pouvant simplement dégénérer en flexure au-dessus des failles principales, dont elle serait l'amorce. Ce pendage E. a donc pu être exagéré à l'oligocène.

2. G. LINCK, *loc. cit.*, et LEFFLA, *loc. cit.*

ment de la Hardt et de l'Odenwald, de l'autre, ont dû jouer par rapport aux terrains plastiques (houiller, culm) du géosynclinal lorrain et au horst ardennais dévonien et cambrien le rôle de butoirs, relativement rigides, d'où, comme l'étude d'autres cas semblables l'a montré (Ardennes, Appalaches, etc., massifs granitiques des Alpes), se manifeste une tendance bien nette au recouvrement.

D'ailleurs, les massifs consolidés par du granit et de la granulite antérieurement au plissement hercynien ont dû produire le déjettement des plis sur leurs bords, comme des vagues contre des îles. C'est le fait qui a été signalé par M. Haug, notamment pour les plis du Briançonnais venant buter contre les granits du Pelvoux et du Mercantour. Il est d'ailleurs fréquent, dans les Alpes et aussi en Bretagne, ce qui a de l'intérêt en l'espèce, le degré d'araselement de la Bretagne étant voisin de celui des Vosges. Il résulte de là que des plis tels que celui de Mont-sur-Meurthe doivent avoir leur prolongement S.-O. relevé vers le N. par le voisinage du massif de gneiss granulitique qui affleure par endroits sous le grès bigarré tabulaire et faillé, à environ 15 kilomètres au S. de Vittel. La vérification de ce fait serait très intéressante. Réciproquement, la déviation vers le N. des plis des terrains secondaires peut indiquer la présence vers le S. d'un éperon cristallin en avant de l'anticlinal vosgien : si toutefois les récurrences ne sont pas trop fortement faussées par des plis couchés ou des nappes de charriage des terrains paléozoïques, ou même et principalement par les érosions des époques permienne et triasique.

Or, ce phénomène des plis couchés et des charriages tend précisément à se produire toutes les fois qu'une zone abaissée de terrains d'une plasticité relative se trouve comprimée, par suite rétrécie entre deux massifs rigides formant mâchoires. Ici, les deux massifs sont, au S., l'anticlinal vosgien et ses apophyses et, au N., le horst ardennais et rhéan. Je n'insisterai pas sur le fait général, ce qui m'entraînerait trop loin. Il résulte de l'étude de toutes les régions de plissements intenses. Les cartes des Appalaches notamment, ces portions de la chaîne hercynienne où les plissements offrent une ampleur et parfois une simplicité de schémas, montrent que des recouvrements se produisent toujours et de préférence contre le bord du massif qui par son avancée donne lieu aux dislocations : telles des vagues repoussées par la proue d'un ba-

teau <sup>(1)</sup>. On sait d'ailleurs à l'appui de ce fait <sup>(2)</sup> que le massif houiller de Sarrebruck se composerait d'une ou de plusieurs nappes charriées, et que certains plis vosgiens, tel le synclinal de Schirmeck, ont une tendance marquée au déversement vers le N.-O.

### III — Sur la présence possible d'ondulations antéhercyniennes dans les Vosges

Cette étude assez difficile semble ne pouvoir guère être abordée qu'en procédant par continuité avec les régions hercyniennes voisines. On sait que des ondulations de la chaîne calédonienne ont été relevées d'abord en Bretagne : 1° plissements postthuro-niens, au précambrien : différents facies de cet étage, phénomènes détritiques consécutifs pendant le cambrien ; 2° plissements calédoniens, entre le gollandien (schistes à graptolithes) et le dévonien. En Bretagne, ces ondulations étaient presque superposées aux plis hercyniens. (Voir M. BARROIS, *passim*.)

Une région plus rapprochée des Vosges, et qui en est le prolongement hercynien au S.-O., le bord N. du Massif Central porte, d'après M. de Launay, les traces des époques principales de dislocation <sup>(3)</sup> dont deux antécarbonifères. La première a déterminé la montée du granit dans les anticlinaux et sa pénétration en filons dans les schistes qu'il a modifiés. Puis une deuxième dislocation a fait naître une longue bande de granulite entre Bonnat (Creuse) et Cérilly (Allier). Cet accident d'âge difficile à préciser aurait eu pour conséquence la formation des filons d'étain du Limousin. On sait que le Massif Central est arasé jusqu'aux racines les plus profondes des plis et même par endroits jusqu'au delà de ces racines. Les phénomènes de plissements anciens ne peuvent donc plus y apparaître que par les intrusions granitiques. Qu'il existe des gneiss siluriens dans le Massif Central, c'est possible : cela pourrait expliquer, aussi bien que l'émergence, l'absence de ces dépôts sédimentaires entre la Montagne-Noire et l'Ardenne.

1. Voir BAILY WILLIS, *Congrès géol. internat. de Vienne*, t. II, p. 529, 1903, et *Geological Atlas of the United States*, feuilles relatives aux États de Virginie, Tennessee, Pensylvanie, et *passim*.

2. BERGERON et WEISS, *C. R. Ac. Sc.*, 15 juin 1906.

3. *Bull. Soc. géol. France*, (3) XVI, 1887-1888, p. 1058.



Cependant, la présence de phyllades (Allassac, Donzenac, etc.) montre que, s'il existe, comme cela semble admis pour les Alpes, un métamorphisme régional antédévonien, ce métamorphisme n'a pas affecté également tous les sédiments du Massif Central, pas plus d'ailleurs que ceux des Vosges et de la Forêt-Noire. Quant à la direction même de ces dislocations antécarbonifères du Massif Central, elles semblent esquisser déjà d'assez près celles de la chaîne hercynienne, à en juger par la carte de M. de Launay.

Si maintenant on passe à l'Ardenne, la région voisine du N.-O., on sait, d'après les travaux de M. Gosselet, que, à la fin du silurien, une ondulation (calédonienne) avait créé côte à côte deux synclinaux : celui de Dinant et celui de Namur, réunis seulement à partir du dévonien moyen en un seul bassin de sédimentation.

L'Ardenne a été d'abord plissée pendant le silurien, ce qui fait dire à M. Gosselet (1) : « Pendant que le silurien se déposait en Angleterre, l'Ardenne éprouva des dislocations considérables dont l'ensemble peut porter le nom de ridement de l'Ardenne. Par suite de ces mouvements, les couches acquièrent la disposition inclinée et la structure plissée que nous leur voyons aujourd'hui. »

Les directions qu'elles prirent varient avec leur position géographique primitive. Dans la partie N. du massif de Stavelot : O. 45° S., dans la partie S.-O. 25° S. A l'extrémité E. du massif de Rocroy elle est à l'O. 15° S., à l'extrémité O., O. 10° N. Dans le Condros et le Brabant elle est : O. avec tendance vers le N. On voit que ces directions coïncident presque avec les directions hercyniennes, mais les dislocations qui ont produit postérieurement le chevauchement de l'Ardenne vers le N. ont eu une telle influence sur le redressement de ces couches que leurs pendages primitifs doivent s'en trouver masqués. Ce qui peut donner des renseignements plus précis, c'est l'étude de la discordance du dévonien sur le cambrien.

C'est ainsi qu'à la Roche, à Fépin, on observe le poudingue dévonien presque horizontal sur le cambrien avec plongement de 25° vers le S. à S.-E. Le volume des éléments indique bien des falaises cambriennes.

La discordance sur le massif de Stavelot est moins manifeste.

1. *L'Ardenne*. Paris, Baudry, 1888, p. 152.



mais ne peut cependant pas être mise en doute. Le poudingue gédinnien ne s'y montre qu'en couches presque horizontales et toujours sur les plateaux, « tandis que dans les vallées un peu profondes, on trouve les roches siluriennes avec une direction indépendante et une inclinaison plus ou moins forte » (1).

Le long de la bande du Condros, de même, variations des angles de plongement vers le S. A Ombret, entre Liège et Huy, les schistes siluriens plissés avant l'époque dévonienne plongent en partie vers le N. 10° E. On voit alors le poudingue dévonien reposer sur la tranche des schistes avec l'inclinaison S. 35° E.

Dans le Brabant, plongement S. du dévonien de 5 à 20°, et du silurien voisin, de 75° dans la même direction; donc, discordance moyenne entre les deux de 70 à 55° (2).

Cette discordance a été signalée d'abord par Sauvage et Buvi-gnier, puis par Dumont, puis par MM. Gosselet et Malaise, von Dechen en 1874 et 1883. M. von Lasaulx a émis l'opinion contraire en 1884; il suppose un glissement du poudingue dévonien sur le massif cambrien de Rocroy, d'où résulterait pour l'Ardenne une structure écaillée. Or, d'après M. Gosselet, les minéraux du poudingue sont toujours empruntés au terrain sous-jacent, ce qui rend peu admissible l'hypothèse de M. von Lasaulx.

D'après le même savant, la pente du massif était, au commencement du dévonien, vers l'E. De ce côté était la mer et de l'autre côté le continent. Le mouvement de bascule en sens inverse ne s'est produit qu'au jurassique.

Cependant, de l'examen local de ces discordances, il serait fort difficile de faire des déductions touchant le plissement calédonien de l'Ardenne et l'allure des différentes crêtes. La carte de la région au début de l'époque dévonienne nous donne heureusement de précieuses indications à ce sujet (3).

Une chaîne de montagnes constituait la presqu'île de Rocroy, où les discordances sont maximum avec le poudingue, reliée par un banc sous-marin à l'îlot de Serpont. Cette arête avait une direction O.-E. 10° à 25° N. Au S., un synclinal, le golfe de Charleville, puis une arête locale à Givonne, et enfin la région alors émergée de la France (qui se liait peut-être au massif monta-

1. DUMONT, *Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan*, p. 242.

2. *L'Ardenne*, p. 173.

3. *L'Ardenne*, pl. VII.

gneux du Massif Central). Au N. de cette chaîne de Rocroy, un synclinal, le bassin de Dinant au N.-E. duquel s'étendait l'île de Stavelot, où les plissements du silurien étaient peut-être plus faibles, à en juger par la moindre discordance avec le dévonien. Au nord enfin, la crête montagneuse du Condros, séparée de l'île de Stavelot par le détroit d'Aix-la-Chapelle, et bordant au S. le massif montagneux du Brabant où les terrains siluriens semblent avoir déjà été déjetés vers le N. légèrement O.

Doit-on conclure, comme on serait tenté de le faire *a priori*, que les plissements hercyniens (dinantiens) ont été purement et simplement superposés à ces plissements calédoniens? Non, il n'en est même rien, en bien des points. Ainsi, dans le puits de Caffiers (Boulonnais), on a un plongement du dévonien vers le S.-S.-O., par contre un plongement du silurien de 35 à 45° N.-N.-E. Par contre, si on passe à la région plus méridionale de Douai, on constate au moyen des fossiles un passage presque insensible du silurien au dévonien par stratification concordante (1).

La crête du Condros semble cependant avoir été déjà un anticlinal et les deux bassins de Dinant et de Namur deux synclinaux. Le ridement du Hainaut consécutif au westphalien fit rejouer le pli du Condros enfui sous les sédiments dévoniens et dinantiens. C'est alors qu'eut lieu le charriage de l'Ardenne par suite duquel les superpositions de plis en position et en direction ont dû être détruites.

Si maintenant on examine le prolongement S.-E. de la mer dévonienne sur la carte de M. Gosselet, on constate que le rivage S. du bras de mer qu'il appelle « bassin de Neufchâteau » passe entre Virton et Longwy, laissant Thionville au S., et que Luxembourg est immergé un peu au S. de l'axe du bassin.

On peut donc dire que les bassins de Dinant et de Namur étaient des branches du géosynclinal calédonien, ainsi que le bassin de Neufchâteau, superposé en partie au golfe de Luxembourg. Quant à la région plus au S., elle constituait une aire anticlinale émergée.

La carte que donne M. de Lapparent (2) diffère un peu de celle

1. Voir GOSSELET, *Les Assises crétaciques et tertiaires dans les fossés et les sondages du nord de la France*. Fasc. I : Région de Douai (*Étude des gîtes minéraux de la France*). Paris, 1904, p. 3.

2. *Traité de géologie*, 1906, p. 843.

de M. Gosselet. Il fait passer sur les Vosges la mer éodévonienne, par suite de la présence de galets à spirifer dans le grès vosgien. Mais ces galets peuvent fort bien venir de la Province Rhénane ainsi que la plupart des quartzites de ces éléments. De plus, il ne semble guère y avoir de terrains autres que les schistes de Steige et de Longemer entre les granits et gneiss anciens et le dévonien (eifélien) des plis de Schirmeck et de Thann.

Un fait pourtant qui ressort de cette rapide étude d'ensemble : c'est que la région bretonne, le N. du Massif Central peut-être et sûrement la région ardennaise, probablement jusqu'au golfe de Luxembourg, étaient englobés dans le géosynclinal calédonien. C'en était peut-être la partie S. Toutes ces régions présentaient de nombreuses rides montagneuses, peut-être moins importantes que celles de la période suivante, à plus grands rayons et sans recouvrements, mais n'en existant pas moins et dont les directions faisaient, en Bretagne et dans l'Ardenne du moins, des angles assez faibles avec celles des plissements hercyniens.

C'est pour la partie S. : géosynclinal lorrain et anticlinal vosgien que les documents nous manquent un peu, surtout en l'absence de dépôts siluriens.

Des études récentes ont montré une certaine analogie de structure entre le bassin de Sarrebruck et l'Ardenne ; à savoir : les terrains du flanc S. d'un anticlinal renversés vers le N. pendant le deuxième soubresaut hercynien, puis charriés par-dessus. L'anticlinal de Sarrebruck (*lothringischer Hauptsattel* de van Werwecke) pourrait donc peut-être jouer par rapport au bassin de Sarrebruck un rôle analogue à la crête du Condros par rapport à l'Ardenne. Il y a d'ailleurs tout lieu de croire que, comme l'arête du Condros, l'anticlinal de Sarrebruck résulterait d'un premier plissement d'âge calédonien. En effet, le bord N. du bassin de Sarrebruck est formé de dévonien et le bord S., de roches cristallophylliennes ou de granit. Cependant, les conglomérats de base du westphalien (*Fettkohlengruppe*) renferment un grand nombre de galets de quartzites verdâtres sériciteux, de phyllades, et même de kieselschiefer (\*) [gotlandien, par analogie avec ceux du

1. LEPPLA, *Das Saarbrücker Steinkohlengebirge in der Steinkohlenbergbau des preussischen Staates in der Umgebung von Saarbrücken*. Berlin, 1904, p. 10.

J'ai moi-même retrouvé toutes ces roches dans les conglomérats houillers qui m'ont été communiqués des sondages de Meurthe-ét-Moselle.

grès vosgien] qui indiquent nettement la présence d'arêtes paléozoïques probablement cambriennes et siluriennes arasées par le westphalien, par suite peut-être émergées pendant le dévonien. L'anticlinal calédonien était-il superposé ou juxtaposé à l'anticlinal hercynien ? C'est un problème qui a de grandes chances de demeurer à jamais insoluble. Toujours est-il que son existence paraît fort probable. On peut objecter que, s'il avait existé une telle arête pendant l'éodévonien, cet étage aurait pris à son voisinage un facies détritique analogue à celui de Fépin. Or, je ferai remarquer que les courants marins de l'époque pouvaient emporter les matériaux vers la mer plus ouverte de l'E. et du N.-E., et que les plus durs peuvent exister à l'état d'éléments dans les grès et conglomérats du coblentzien des provinces rhénanes. De plus, s'il y avait eu destruction sur place pendant le dévonien, cette destruction aurait donné lieu surtout à des grès et conglomérats encore mal cimentés, par suite facilement remaniés par les torrents de l'époque westphalienne.

La question se pose alors de savoir si le premier soubresaut hercynien (de l'époque du culm ou dinantien) a affecté le géosynclinal. Les Vosges ont subi le plissement sans aucun doute, j'ai insisté plus haut sur ce fait. Mais, dans le géosynclinal, la présence de dépôts westphaliens supérieurs indique un calme relatif à partir de cette époque, tout au moins sur le flanc S. de l'anticlinal de Sarrebruck. Les plissements dinantiens du géosynclinal seraient de ce fait peut-être antérieurs à ceux des Vosges.

Si maintenant on passe aux Vosges, on constate que les dépôts les plus anciens du dévonien sont ceux de l'eifélien de Schirmeck qui présentent un facies plutôt argilo-calcaire (grauwacke). Cependant, des fossiles eiféliens ont été trouvés dans une arkose à galets de quartz rappelant les couches de Burnot ; de même sur le revers méridional des Vosges. Il en résulte que ce dévonien moyen prend par endroits un facies détritique, ce qui est encore une preuve en faveur de l'absence du dévonien inférieur. Les assises sous-jacentes se composant plutôt de granits anciens et de gneiss, en mettant à part toutefois les schistes métamorphiques de Longemer et de Villé, il est vraisemblable d'admettre que ce territoire cristallin, s'il s'est plissé à l'époque calédonienne, n'a pu guère acquérir que des ondulations à assez grand rayon de courbure, moins accentuées que celles de la région ardennaise

et luxembourgeoise. Une observation qui serait très intéressante à faire serait celle du contact, ou tout au moins d'une différence d'allure entre les schistes de Villé et le dévonien de Schirmeck. Elle n'a pas été faite et semble presque impossible par suite des intercalations de granit. D'ailleurs, le pli de Villé se composant d'isoclinaux redressés, il semble que le plissement y ait acquis son maximum d'intensité, et que toute trace de dislocation antérieure au premier plissement hercynien ait été effacée.

Quoi qu'il en soit, si l'on se reporte aux contours probables des mers dans la région, on remarque au dévonien inférieur une côte sensiblement N.-O. — S.-E. aux environs de Luxembourg; au dévonien moyen, il semble que la Forêt-Noire et l'Allemagne centrale aient été émergées. On aurait donc eu une côte de direction plutôt N.-S. dans les environs des Vosges (1). Cette direction du rivage serait-elle déterminée par d'anciens plissements soit cambriens, soit ayant joué lors de la chaîne calédonienne ?

On peut admettre à la suite de M. Suess, pour ces très anciens plissements, que les bandes de gneiss et de micaschistes en dessinent les flancs et que les granits et granulites injectent les parties les plus profondes des racines. Or, si on examine les gneiss et les granits anciens des Vosges, on trouve d'abord à l'O. le massif des granulites d'Épinal en grande partie caché sous le trias, puis à l'E. la bande de gneiss qui va de Remiremont (4 kilomètres à l'O.) à Bruyères, limitée au N.-O. par la vallée de la Vologne, et au S.-E. par la bande de granulite qui va de Vecoux aux environs de Granges. Cette bande de gneiss a une direction N. 30° E. faisant un angle très marqué vers le N. avec la direction hercynienne. La bande suivante de granulite a sensiblement même direction : elle est d'ailleurs plus récente que le gneiss qu'elle injecte. Puis à l'E. vient un massif assez complexe, le massif cristallin des hautes Vosges contenant au N.-O. l'importante bande de gneiss qui part de l'Envergoutte au S. par Clefcy, La Croix-aux-Mines et va rejoindre les schistes de Villé aux environs de Lubine, avec la même direction N. 30 à 35° E. que les premiers gneiss, avec une très légère virgation vers l'E. à l'extrémité N.-E. A l'E. ensuite, le grand massif de granit envoie une longue apophyse de granit à amphibole sur le flanc E. de cette

1. DE LAPPARENT, *Géologie*, 1906, p. 355 (carte).

bande et parallèlement à elle, suivant le bord gauche de la vallée de Sainte-Marie-aux-Mines. On peut encore remarquer que le massif de granulite, ainsi que les schistes plus ou moins injectés de Longemer et les schistes du Collet, d'aspect plus sédimentaire, ont encore même direction, sinon encore plus S.-N. ; de même aussi la bande de gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines. Cette orientation a d'ailleurs déjà été observée et citée par M. Velain (1). Si maintenant on passe à la Forêt-Noire, on remarque que telle est aussi la direction des gneiss de la région du Feldberg et des granits anciens de la chaîne.

Si donc on admet que le gneiss soit d'âge cambrien ou antécambrien (2), on aura un premier plissement (huronien) [3] affectant dans les Vosges une direction moyenne N. 30 à 35° E. accompagné d'un métamorphisme régional antérieur ou postérieur. Lors de la formation de la chaîne calédonienne, ce massif dut rejouer, mais plutôt par ondulations à grand rayon, comme il convient à une masse ayant déjà perdu en grande partie sa plasticité. Ces ondulations s'accompagnèrent de fractures filoniennes avec intrusion de microgranulites, etc. Les granulites, qui injectent les gneiss et les granites, pourraient peut-être être rapportées à cette époque, par analogie avec d'autres parties voisines, dans la chaîne hercynienne. Leur intrusion dans les schistes de Longemer et du Collet de facies cambrien semble être une présomption en faveur de cette opinion. La forme massive et irrégulière de leurs affleurements, avec cependant une tendance à un alignement parallèle aux gneiss anciens, indique que ces culots devaient injecter des racines de dômes larges et irréguliers superposés à des points de moindre résistance de la masse cristalline et démantelés ensuite par les érosions des époques du culm, du permien et du trias.

Ce seraient ces plissement calédoniens qui auraient déterminé l'allure du rivage de la mer dévonienne dans la région des Vosges. C'est peut-être à ces plissements que l'on doit la forme

1. VELAIN, *loc. cit.*

2. Il y aurait dans la vallée de la Lièpvre, d'après M. Groth, des gneiss anciens et des gneiss plus récents, injectés eux-mêmes encore par les granulites. Les gneiss cités plus haut appartiendraient à cette dernière variété.

3. Il semble résulter du travail de M. Cohen (*loc. cit.*) que les gneiss de Lubiac sont discordants sur les schistes de Villé, ou qu'il existe entre les deux formations une roche éruptive d'intrusion : granite ou granulite.

irrégulière du synclinal dévonien et dinantien de Thann et, en particulier, l'apophyse qu'il envoie au N. dans le granit, au N. et au N.-E. de Wildenstein.

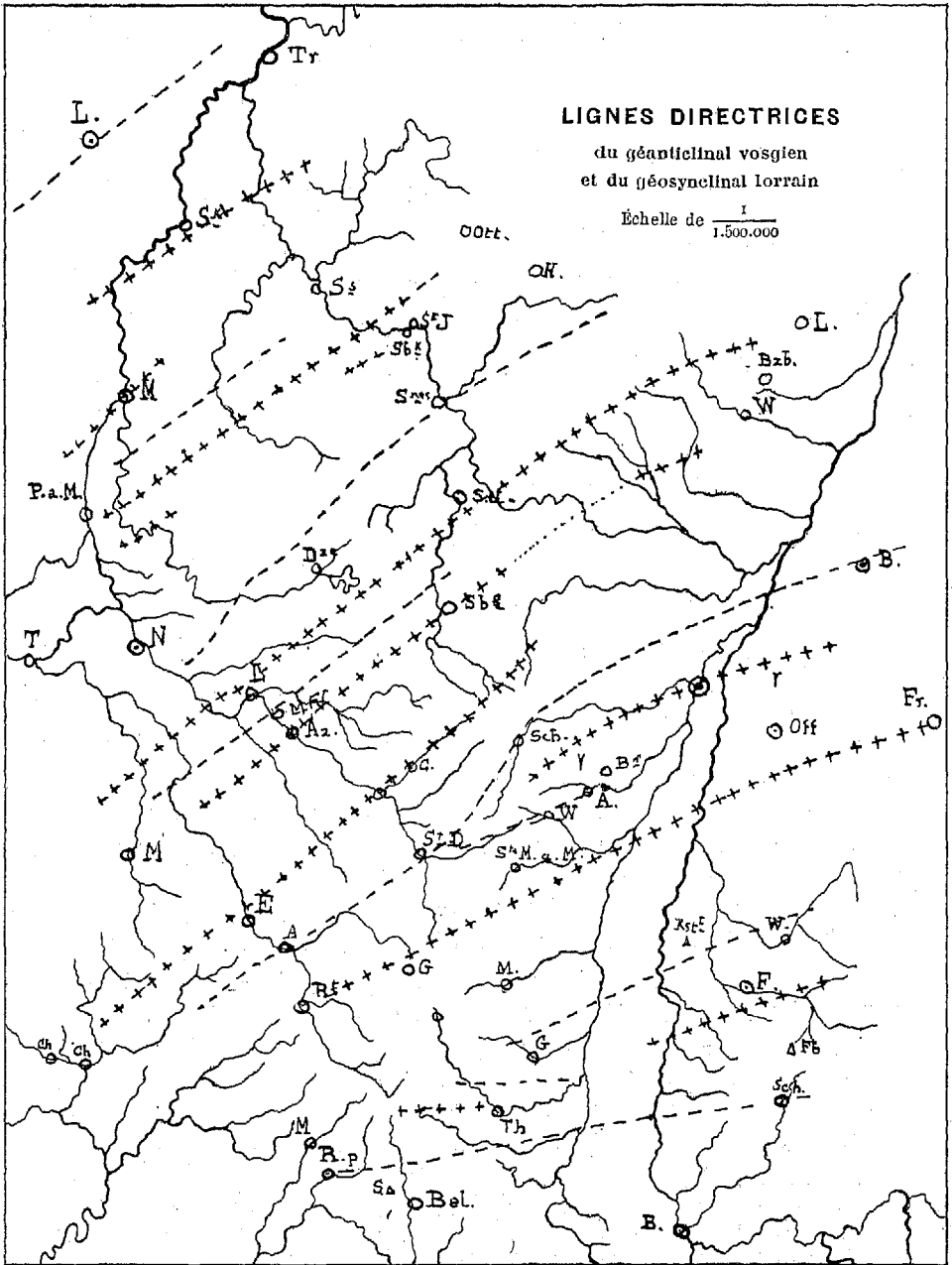
Quelque hypothétiques que soient encore ces considérations, il n'en est pas moins vrai que deux directions de plissements apparaissent dans les Vosges : la plus ancienne — huronienne-calédonienne : N. 20 à 30° E., — la plus récente, celle des deux soubresauts hercyniens, plutôt N. 70 à 80° E. pour le S. (plis de Schœnau), et N. 45 à 50° E. pour les plis du N. des Vosges. Les deux directions : huronienne-calédonienne et hercynienne font dans le centre et le N. des Vosges un angle de près d'une vingtaine de degrés.

Resterait à expliquer pourquoi cet écart, alors que dans d'autres régions, l'Ardenne par exemple, les plissements calédoniens et hercyniens semblent presque superposés. Cette différence, encore qu'assez obscure, me semble tenir à la moindre plasticité des roches. Dans l'Ardenne, les sédiments cambriens et siluriens ne se composent que de schistes susceptibles de former des plis assez aigus dont les charnières ont pu rejouer jusqu'à renversement et chevauchement. Dans les Vosges, au contraire, les plis hercyniens ont affecté un massif relativement rigide, où les plis calédoniens se présentaient sous forme de dômes à rayon de courbure assez grands et consolidés encore par la granulite; la direction de ces nouveaux plis a donc été déterminée par autre chose que celle des plissements anciens : par exemple par la position relative des granits et des terrains plastiques, ou encore orientée par la réaction des plis plus intenses et préexistants de l'Ardenne et d'autres régions voisines.

Quoi qu'il en soit, l'existence d'ondulations antéhercyniennes dans les Vosges, peut-être d'âge huronien, peut-être d'âge calédonien, ne me semble guère contestable.

---





Lignes anticlinales + + + +  
Lignes synclinales - - - -

# RECHERCHES

SUR LA

## VALEUR COMPARATIVE DE DIVERS PRODUITS

DESTINÉS A ASSURER LA

## CONSERVATION DES BOIS

Par M. E. HENRY

---

### But de ces recherches

En présence de l'extension toujours croissante des dégâts causés aux bois en œuvre, soit par les champignons (*Merulius*, *Physisporus*, *Coniophora*, *Lenzites*, *Trametes*, *Stereum*, *Dædalea*, etc.), soit par les insectes (*Hylotrupes bajulus*, *Vrillettes*, *Termites*, etc.), il y a une utilité évidente à rechercher les moyens les plus efficaces et les moins coûteux que la science met à notre disposition pour prolonger le plus longtemps possible la durée des bois employés dans les constructions, à installer des expériences comparatives et à montrer qu'en ayant soin d'enduire les bois exposés à l'humidité et à l'air confiné avec des antiseptiques reconnus efficaces, on peut faire durer les bois pour ainsi dire indéfiniment, sans s'exposer à de grandes dépenses.

Dans un travail publié en 1902<sup>(1)</sup> nous disions pour conclure : « En résumé, il semble que si la solution de la première question

---

1. Voir : « La lutte contre le champignon des maisons. — Expériences récentes » (*Bulletin de la Société des sciences de Nancy*, 1902, p. 89-103, et *Revue des Eaux et Forêts*, 1902, p. 513-521) ainsi qu'un article précédent : « *Le Merulius lacrymans* en Lorraine » (*Bulletin de la Société des sciences de Nancy et Revue des Eaux et Forêts*, 1901).

posée par la *commission internationale* (1) n'est guère avancée (2), il n'en est pas de même de la seconde, beaucoup plus importante à vrai dire.

« Qu'importe en effet que les bois employés renferment ou non des spores ou du mycélium, soit de *Merulius*, soit de tout autre champignon lignivore (*Physisporus vaporarius*, *Lenzites*, *Corticium*, *Stereum*, *Dædalea*, etc.), s'il est reconnu, démontré que l'imprégnation par des antiseptiques éprouvés empêche à la fois l'invasion des champignons par le dehors et leur évolution au dedans (3)?

« De ce côté on touche au but; il n'y a que peu de chose à faire pour convaincre les techniciens et pour restituer au bois la confiance qu'il mérite et qui avait été ébranlée par les nombreux et coûteux accidents dus au *Merulius*.

« Cette question est d'un intérêt pratique incontestable.

« Nous installons en ce moment à l'École forestière des expériences relatives à l'efficacité de divers antiseptiques sur les différentes essences employées dans les constructions, à l'influence de l'état de dessiccation du bois, de la durée et du mode d'imprégnation, relatives aussi à leur action sur la constitution du bois et sa résistance à la rupture, de manière à fournir aux

1. Il s'agit de la *commission* nommée, au sein de l'*Association internationale pour l'essai des matériaux*, en décembre 1898 et chargée de résoudre les deux problèmes suivants d'une importance indéniable pour les propriétaires de maisons, les entrepreneurs, les marchands de bois, les architectes :

1<sup>o</sup> Comment peut-on reconnaître, au moment de la réception des bois, s'ils renferment ou non des germes d'infection (spores ou mycélium), en d'autres termes, si l'on a le droit de les refuser comme étant de mauvaise qualité ou si l'on est tenu de les accepter?

2<sup>o</sup> Quels sont les moyens à prendre pour se préserver des attaques du *Merulius lacrymans* ou pour l'empêcher de se développer si les bois le contiennent en germe?

Cette commission, dont je faisais partie, avait pour président M. FRIEDRICH, conseiller impérial et royal, directeur de la station des recherches forestières de Mariabrunn, près de Vienne (Autriche) et pour vice-président M. TRUSCHKERT, colonel du génie autrichien, directeur des travaux militaires à Vienne.

2. A la question : *Peut-on reconnaître, à sa livraison, qu'un bois est atteint par le Merulius?* M. BEAUVÉRIE répond oui (*Le Bois*, p. 398, Paris, Gauthier-Villars, 1905), M. MATHÉY répond non (*Traité d'exploitation commerciale des bois*, t. I, p. 195, Paris, Lucien Laveur, 1906). — En 1906, on le voit par ces réponses contradictoires, on n'est pas plus renseigné qu'en 1902. — Ces deux auteurs ont chacun raison. Il est facile de reconnaître qu'un bois est attaqué par le *Merulius* quand il est déjà fortement envahi. Il est impossible au contraire d'affirmer qu'il ne renferme pas dans ses fentes ou à sa surface quelques spores ou quelque début de mycélium de ce champignon, spores ou mycélium qui pourront se développer quand les circonstances deviendront favorables.

3. C'est ce que répète M. BEAUVÉRIE (*loc. cit.*, p. 405).

architectes, aux entrepreneurs, aux propriétaires des résultats nets, rigoureux qui, dégagés de toute attache mercantile, de tout soupçon de réclame, pourront inspirer pleine et entière confiance. »

Ce sont les premiers résultats de ces expériences comparatives que nous allons exposer.

Comme la biologie des champignons destructeurs du bois, leur mode d'altération des tissus ligneux, mode variable pour chacun d'eux, ont été fort étudiés dans ces derniers temps, on renverra pour tout ce qui concerne ces questions aux ouvrages spéciaux<sup>(1)</sup> et on se placera exclusivement, pour le moment du moins, au point de vue *pratique*, recherchant simplement quels sont, parmi les antiseptiques mis en essai, ceux qui sont les plus efficaces, les moins coûteux, ceux aussi qui offrent le moins d'inconvénients pour l'emploi à l'intérieur.

C'est, nous le répétons, uniquement le côté *technique*, le plus important pour les *praticiens*, qui va être envisagé.

Il s'agit de déterminer quel est, parmi les produits expérimentés pouvant être appliqués simplement par badigeonnage ou par immersion<sup>(2)</sup>, celui qui préservera le plus longtemps de toute

1. Dans son *Étude sur le champignon des maisons (Merulius lacrymans)*, Lyon, Rey, éd., 1903, M. BEAUVÉRIE donne la bibliographie qui se rattache à cette question et cite quarante-huit travaux, dus presque tous à des Allemands.

Deux ouvrages français récents résument bien l'état actuel de la science sur ce point : *Le Bois*, par J. BEAUVÉRIE (Paris, Gauthier-Villars, 1905), où les altérations des bois par les cryptogames (p. 320-442) et les procédés de conservation (p. 591-724) font l'objet de chapitres importants, comme dans le *Traité d'exploitation commerciale des bois*, par Alphonse MATHÉY (Paris, Lucien Laveur, 1906).

2. PAULET, dans son *Traité de la conservation des bois* (déjà très ancien. 1874), décrit cent soixante-treize méthodes dont la plupart ont été brevetées et qui peuvent se rattacher aux trois groupes suivants :

1° Par *infiltration naturelle* ou par *déplacement*, applicable aux bois sur pied ou récemment abattus ;

2° Par *pression à l'air libre*, applicable aux bois en grume, ou par *pression en vase clos* applicable aux bois secs (traverses de chemin de fer) ;

3° Par *application sans pression* d'agents antiseptiques (carbonisation, immersion, badigeonnage) pouvant être utilisée pour tous les bois en œuvre, secs ou non.

Il n'est question ici que d'un des modes de préservation dépendant du troisième groupe, le mode par *immersion*. Les autres procédés de ce groupe (carbonisation superficielle, vulcanisation, goudronnage, peinture à l'huile, enduits divers) ne sont pas examinés, bien qu'ils donnent souvent aussi d'excellents résultats.

Dans le mode par immersion il y a à distinguer : 1° l'immersion simple à froid ; 2° l'immersion à chaud (vers 60-70° par exemple) ; 3° l'immersion dans un bain porté à l'ébullition.

C'est l'immersion à chaud qui a été adoptée parce qu'elle peut être réalisée commodément.

altération les principaux bois usités dans les constructions et placés dans les conditions les plus défavorables.

Ces premières expériences ont duré trois ans.

C'est un laps de temps suffisant pour montrer le peu de valeur antiseptique de certains produits ; nous verrons que trois ou quatre d'entre eux n'ont pu préserver les bois de la décomposition, même pendant cette courte durée ; ils doivent donc être rejetés.

Mais il reste à déterminer quels sont, parmi les autres, ceux dont l'efficacité se maintiendra le plus longtemps.

Aussi nous proposons-nous de continuer ces expériences le plus longtemps possible, en plaçant les bois dans des *pourrissoirs* perfectionnés, pour constater et pour faire connaître celui de ces produits qui sortira victorieux de l'épreuve.

Tout le monde est d'accord pour reconnaître que les bois en œuvre sont de plus en plus exposés aux attaques des champignons et nous avons déjà signalé quelques-unes des causes de cette recrudescence. Est-ce une raison pour renoncer dans les constructions à l'emploi du bois, comme le crient les métallurgistes qui, à chaque accident causé par le *Merulius*, préconisent l'usage du fer, lequel, pour le dire en passant, a déjà donné lieu à beaucoup de mécomptes ? Nous ne le pensons pas.

Le bois a sur le métal une telle supériorité, dans la plupart des cas, qu'on l'emploiera toujours. On doit rester convaincu que le bois est la meilleure matière pour les charpentes et qu'il a une durée pour ainsi dire indéfinie, à condition qu'on prenne à son endroit les précautions nécessaires. Ne le fait-on pas pour son rival, le fer, qui ne serait bientôt qu'un amas de rouille si on ne le défendait contre l'humidité ?

Qu'on imprègne le bois d'une substance qui s'oppose au développement des champignons et des insectes, comme on recouvre le fer d'une couche de minium qui s'oppose à l'arrivée de l'oxygène, et le bois durera autant que le fer.

Dans tous les exemples de destruction de bois par le *Merulius* (1), il est notoire que le bois a failli uniquement par défaut de

---

ment, sans crainte d'accidents et que, si l'on opère sur des bois secs, elle donne, dans les conditions où l'on s'est placé, une imbibition complète et des résultats très voisins de ceux qu'on obtient avec l'injection sous pression en vase clos.

1. Voir : « Le Champignon des maisons en Lorraine » (*Revue des Eaux et Forêts*, 1901, p. 65-77).

précaution. Si on l'avait imprégné d'une substance fongicide, l'accident ne se serait pas produit<sup>(1)</sup>.

Les grandes usines, les compagnies de chemins de fer, tous les riches propriétaires emploient à cet effet des installations compliquées et des appareils coûteux dans lesquels l'injection se fait en vase clos par le vide et la pression mécanique et qui donnent d'excellents résultats. Mais le simple particulier ne peut supporter des frais aussi considérables ; il lui faut des procédés simples, tels que l'immersion ou le badigeonnage, à la portée des plus petites bourses.

C'est le cas que nous allons envisager.

Parmi les nombreux antiseptiques tant vantés dans les prospectus-réclames, en est-il qui, appliqués sur les bois pris tels qu'on les emploie d'ordinaire, les préservent, sinon pour toujours, au moins pour très longtemps, de toutes les altérations autres que l'usure par les agents atmosphériques qu'on ne saurait éviter ?

Celui qui montrerait par des expériences scientifiques l'efficacité de tel ou tel ingrédient, qui vulgariserait son emploi, qui arriverait à convaincre les architectes et les entrepreneurs de charpente et de menuiserie qu'il y a des moyens simples d'empêcher l'altération des bois, même placés dans de mauvaises conditions, et qu'il est de leur intérêt évident de les employer, celui-là, disons-nous, rendrait un grand service non seulement aux architectes, responsables pendant dix ans, mais à tous ceux qui emploient des bois de service, c'est-à-dire à tout le monde.

Le but de ces recherches est de donner déjà quelques indications dans ce sens.

Les personnes qui veulent prolonger la durée des bois qu'elles emploient se trouvent en présence d'une foule de produits plus vantés les uns que les autres et n'ont souvent pour se guider dans leur choix que des prospectus, naturellement élogieux, ou des attestations plus ou moins authentiques. C'est insuffisant.

Le seul moyen d'arriver à faire un choix judicieux, raisonné, parmi cette légion de mixtures diverses, est l'emploi de la méthode expérimentale.

---

1. Les cultures sont aussi plus éprouvées qu'autrefois, la vigne notamment. Renonce-t-on pour cela à cultiver la vigne ? Nullement. On lutte courageusement contre les redoublements d'attaques du mildiou par des sulfatages répétés et l'on arrive à dompter le champignon. Faisons de même pour le bois.

En ne faisant varier qu'une des conditions de l'expérience, *la nature de l'antiseptique appliqué sous la forme et la dose les plus recommandées par les fabricants* et laissant toutes les autres identiques, nature, provenance, âge des bois, qui devront être pris dans la même tronce, circonstances extérieures favorisant l'altération, durée de l'expérience, en suivant, en un mot, les règles bien connues de l'expérimentation, les différences constatées ne pourront être attribuées qu'à l'élément variable, la nature de l'antiseptique. Seulement alors, on aura des résultats positifs.

Il est vraiment étonnant qu'on n'ait pas encore fait d'essais comparatifs complets sur un point aussi important pour les praticiens ; car on ne peut qualifier de tels les quelques résultats ci-dessous indiqués, les seuls qui, à ma connaissance, aient été publiés jusqu'ici.

Je ne veux pas dire par là que les miens soient complets ; tant s'en faut. Il ne faut y voir qu'une ébauche, une indication d'expériences qu'il serait très utile de faire en grand et que les ingénieurs, architectes ou constructeurs entreprendront sans doute prochainement. On peut y signaler déjà deux gros défauts.

D'abord les essais n'ont pas porté sur un assez grand nombre d'antiseptiques ; beaucoup de produits intéressants ont été laissés de côté (\*). En second lieu les essais n'ont pas duré assez longtemps. Il est vrai que nous avons l'intention de les continuer.

### Recherches antérieures

Les seules recherches qui aient été faites dans le même esprit que les nôtres, c'est-à-dire dans le but d'apprécier la valeur antiseptique de divers produits en opérant par des procédés simples et peu coûteux (immersion ou badigeonnage) et en comparant, au bout d'une assez longue durée, les bois traités placés dans des conditions identiques, sont les suivantes :

a) Le colonel du génie autrichien TILSCHKERT, vice-président

---

1. J'ai voulu me limiter aux produits non dangereux, non toxiques, facilement maniables et peu coûteux puisqu'il s'agissait d'opérations simples (badigeonnage ou immersion) devant pouvoir être faites par n'importe qui et à peu de frais. En se bornant à ceux-là et ne choisissant que les antiseptiques ayant déjà fait l'objet de recherches prouvant leur valeur, on arrive au chiffre déjà considérable de cent soixante échantillons ; dessécher, peser, imprégner, installer et examiner tous ces spécimens, c'était tout ce qu'il était possible de faire dans le temps laissé disponible.

de la commission du *Merulius*, a fait en 1896 des essais avec un produit nommé *antinonnine*. Les bois badigeonnés avec une solution à 2 % étaient mélangés à d'autres non traités et tous étaient mis en contact avec des bois champignonnés. La conclusion du rapport du colonel TILSCHKERT est celle-ci : « L'*antinonnine*, employée simplement en badigeonnage superficiel, empêche à la fois la pénétration du champignon par le dehors et le développement des spores ou filaments qui peuvent exister dans l'intérieur de la poutre badigeonnée<sup>(1)</sup>. »

b) M. FROMONT, chef de section à la Compagnie des chemins de fer de l'Est, a fait en 1895 l'expérience comparative suivante :

Un bout de planche de sapin a été coupé en quatre morceaux de 40 centimètres de longueur qui ont été enfoncés jusqu'à mi-hauteur dans un terrain clos de l'administration, le 25 mars 1895, après avoir été imprégnés, l'un de *Carbolineum Avenarius*, le second d'une contrefaçon achetée à Nancy et dite *Carbolineum supra*, le troisième d'un mélange de *goudron* et de *pétrole* ; le quatrième morceau fut laissé tel quel.

Ils sont restés exposés aux intempéries jusqu'au 18 juillet 1901, soit pendant plus de six ans. En les extrayant du sol, on a constaté que les deux derniers morceaux dont il vient d'être question étaient complètement pourris, que le second, imprégné avec du *Carbolineum supra*, présentait de grosses taches de pourriture le mettant hors de service, tandis que l'*échantillon traité par le Carbolineum Avenarius* était complètement sain, sans trace d'altération.

c) Expériences de M. DE KNIERIEM<sup>(2)</sup>, professeur à la ferme-école de Peterhof, près de Riga.

L'auteur, qui habite un pays où presque toutes les constructions rurales sont en bois, constate l'augmentation toujours croissante du prix des bois de construction et montre qu'une bonne partie des recettes de l'agriculture est absorbée par la réparation de ces constructions. Il y aurait grand intérêt à réduire le

1. Voir, pour plus de détails sur les expériences du colonel TILSCHKERT, l'article : « La lutte contre le champignon des maisons. Expériences récentes. » (*Revue des Eaux et Forêts*, 1902, p. 513-521.)

2. Rapport sur des expériences de conservation des bois faites par le Dr W. VON KNIERIEM, professeur à la ferme-école de Peterhof, près de Riga, publié par le Dr KREUSLER, professeur à l'académie agricole de Bonn-Poppelsdorf, dans la *Revue centrale de BREDERMANN pour la chimie agricole et l'exploitation rationnelle de l'agriculture*, juillet 1901, p. 486-488.



plus possible ces frais de réparation et à trouver des substances peu coûteuses, inoffensives, faciles à employer et telles que le bois, par simple badigeonnage ou par immersion, pût garder ses qualités premières, sinon indéfiniment, du moins très longtemps.

Guidé par ces considérations, l'auteur, écartant les produits dangereux, tels que le sublimé, ou ceux qui nécessitent des appareils compliqués et coûteux, s'est borné à essayer des substances pouvant s'appliquer au pinceau sous forme d'enduits et pénétrant dans les tissus ligneux par simple imprégnation progressive, sans aucune pression. Il prit dans un bloc d'épicéa six morceaux de 46 centimètres de longueur sur 14 centimètres d'équarrissage.

L'un (n° 1) fut badigeonné avec 70 grammes d'huile de carbolin très liquide de la maison Frisck et C<sup>ie</sup>, de Riga.

Un autre (n° 2) avec 90 grammes d'huile de créosote, de la même maison.

Un autre (n° 3) avec 130 grammes de goudron de créosote, liquide épais, de la même maison.

Un autre (n° 4) avec 100 grammes de *Carbolineum Avenarius*.

Un autre (n° 5) fut percé d'un trou dans lequel on versa une dissolution contenant 40 grammes de sulfate de cuivre et qu'on reboucha aussitôt.

Enfin le dernier (n° 6) ne reçut aucune peinture et servit de témoin.

Les morceaux de bois furent enterrés dans un sol sableux de façon que la partie supérieure affleurât. Après cinq ans, ils furent extraits du sol et on constata que le n° 4, traité au *Carbolineum Avenarius*, était le seul qui fût resté complètement sain. Il était même plus dur qu'au début. Après lui venait le morceau n° 2 ; les n° 1 et 3 étaient moins bien conservés. Le morceau n° 5, traité au sulfate de cuivre, était déjà très fortement attaqué. Quant au n° 6, qui avait été enfoui tel quel, il était, quand on le déterra, presque complètement pourri.

d) En 1902, M. G. WESENBERG (1) fit des essais comparatifs sur l'action microbicide des produits suivants :

1. Voir le *Centralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten*, VIII<sup>e</sup> volume, 1902, n° 20, traduit en français dans les *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, 1904, t. II. Imprimerie Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>, Paris et Nancy.

1° L'antigermine, de la fabrique de couleurs Fr. Bayer et C<sup>ie</sup>, à Elberfeld ;

2° Le microsol, de la fabrique de couleurs Rosenzweig et Baumann, de Cassel ;

3° L'afral, de la fabrique de produits chimiques de Heyden, près Dresde ;

4° Le mycélicide, de la fabrique de couleurs Fretzdorff et C<sup>ie</sup>, à Berlin ;

5° L'antiformine, d'Oscar Kühn, à Berlin.

L'afral et le mycélicide s'étant, dès le début, montrés fort peu actifs, l'auteur continua ses recherches seulement sur l'antigermine, le microsol et l'antiformine et conclut en faveur de l'antigermine.

« Une destruction rapide et complète des divers microorganismes, dit-il, n'est obtenue par l'antiformine que dans certaines circonstances (absence de matières organiques). Parmi les produits qui ont toujours une action sûre, l'antigermine occupe la première place, puis vient le microsol. Quant à l'afral et au mycélicide, on doit leur refuser absolument un pouvoir désinfectant utile.

« Contre le champignon des caves (*Merulius*), l'antigermine est le seul produit qui, à la dose de 1/2 ‰, empêche tout développement de champignon sur le bois, puis vient l'antinomine à 1 ‰ ; les autres composés, même avec cette concentration, n'ont produit aucun effet.

« En présence de l'air, l'antigermine et le microsol ne s'altèrent pas ; mais l'antiformine se détruit facilement et devient sans action.

« Un produit facilement soluble dans l'eau, comme le microsol et l'afral, est naturellement très vite enlevé des surfaces badigeonnées quand il pleut et n'a plus d'effet désinfectant, tandis qu'un composé difficilement soluble, tel que l'antigermine, qui doit être employée à la façon d'un lait de chaux en remuant souvent pour mélanger le dépôt, résistera bien plus longtemps et gardera son pouvoir désinfectant. »

Nous verrons plus loin que cette assertion est inexacte en ce qui concerne le microsol ; tous les échantillons de bois immergés pendant vingt-quatre heures dans une solution à 4 ‰ et laissés ensuite pendant trois ans exposés aux intempéries, étaient, après

ce long laps de temps, aussi sains que le premier jour, même le peuplier, si altérable pourtant.

e) En 1904, la station de recherches forestières de Mariabrunn expérimenta le microsol (H 1903) en solutions aqueuses de concentration diverse, 1/4 %, 1/2 %, 1 %, 1,5 % et 2 %, au point de vue de ses qualités fungicides.

Les conclusions des expériences faites par le docteur CIESLAR sur des épicéas de deux provenances (Wienerwald et Erzgebirge), et dans des conditions rigoureusement identiques, sont les suivantes :

« Le bois des épicéas des deux provenances (Wienerwald et Erzgebirge) est, dans les conditions où l'on s'est placé, complètement préservé de l'attaque du *Merulius* par un badigeonnage avec une solution de microsol à 1,5 %.

« Avec des badigeonnages de concentration moindre, les deux sortes d'épicéas se sont comportées différemment ; le bois du Wienerwald, plus léger, plus poreux, a absorbé le microsol en plus grande quantité et a été par suite mieux préservé que le bois plus dense de l'Erzgebirge. Pour le bois du Wienerwald, la dose de 1 % et même de 1/2 % a été suffisante.

« Les revêtements mycéliens étaient toujours très secs, peu vigoureux ; ils s'enlevaient facilement et complètement avec le couteau, ce qui montre que le badigeonnage est un très sérieux obstacle à la pénétration du mycélium du mэрule.

« *En tout cas, la préparation microsol H de 1903 de la firme Eduard Lutz et C<sup>e</sup> à Vienne se présente avec de très fortes qualités fungicides, et il semble établi qu'une solution aqueuse à 1,5 % suffit pour protéger le bois d'épicéa contre les attaques du mэрule.* »

Il est bien certain, comme l'attestent les nombreux certificats publiés dans les prospectus des divers fabricants, que beaucoup d'autres essais ont été faits par des praticiens expérimentant pour leur propre compte tel ou tel produit. Ceux-ci ont souvent informé le fabricant du résultat obtenu et de leur opinion sur la valeur du produit. Mais on comprend que nous ne puissions tenir compte ici de tous ces documents.

Des essais comparatifs faits avec méthode et dans un esprit scientifique, publiés dans des recueils n'ayant aucune attache mercantile, ont seuls de la valeur.

Nous ne saurions trop répéter qu'il ne s'agit nullement ici des expériences très nombreuses faites par les ingénieurs sur les procédés et les matières d'injection et publiées dans les recueils spéciaux (1).

### Qualités d'un bon antiseptique

1° Le produit doit, avant tout, être inaltérable et contenir des éléments qui non seulement détruisent les germes animaux ou végétaux préexistants, mais encore s'opposent — *indéfiniment s'il se peut* — au développement de ceux qui peuvent venir de l'extérieur (2);

2° Un bon antiseptique ne doit pas altérer la force de résistance ni les autres qualités physiques (élasticité, dureté, etc.) des tissus ligneux; il doit ou les laisser en l'état ou les améliorer;

3° Il faut que la substance pénètre facilement dans le bois, remplissant les lumens des vaisseaux, imprégnant les membranes des cellules, mais, en outre, qu'elle s'y fixe, en partie du moins; il faut qu'après des lixiviations prolongées les tissus restent garantis contre l'invasion des spores ou des insectes;

4° Il est absolument nécessaire que le produit ne soit ni toxique ni dangereux à manier, pour quelque raison que ce soit, surtout s'il doit être d'un emploi général;

5° Sa composition doit être constante et bien définie afin que l'on soit sûr des résultats de l'opération;

6° Il est bon, dans certains cas surtout (emploi à l'intérieur des habitations), qu'il n'ait pas d'odeur forte ou désagréable per-

1. Citons, par exemple, dans la *Revue générale des Chemins de fer*, un article de M. EUVERTE (1895) sur les procédés employés pour l'injection des traverses; la remarquable et si fouillée étude de M. DUFAUX (même recueil 1898), modestement intitulée « Note sur la préparation des traverses à la Compagnie des chemins de fer de l'Est »; un article de M. HEINZLERING : « Die Konservierung des Holzes », dans *Mitteilungen des Ung. Ingenieur- und Architekten-Vereins*, 1900 et 1901, etc., etc.

2. La décomposition ou la rupture des tissus ligneux sous l'action des bactéries, des champignons ou des insectes sont les causes uniques qui accélèrent la désorganisation des bois en œuvre; contre ces êtres l'homme peut se défendre par l'emploi des antiseptiques. Mais il y a une autre cause d'altération, excessivement lente il est vrai, contre laquelle nous ne pouvons rien, c'est l'usure atmosphérique, pour les bois exposés à l'air. Les zones plus tendres de bois de printemps de chaque anneau ligneux se corrodent, se creusent sous l'action purement physique de l'air, faisant de plus en plus saillir les zones plus dures de bois d'été. Ceci ne peut évidemment se présenter que dans les bois à structure hétérogène (chêne, pin, sapin) où le bois de printemps diffère sensiblement de celui qui se fabrique en été.

sistante et qu'il ne change pas — ou à peine — la coloration du bois ;

7° Enfin, il faut qu'il soit d'un prix assez faible pour qu'il y ait intérêt à l'employer plutôt qu'à remplacer les bois avariés.

### Produits expérimentés

Pour ces essais comparatifs, il était tout d'abord indiqué de se servir des produits déjà expérimentés précédemment, puisqu'ils étaient réputés les plus efficaces et que leur valeur réelle ou vantée les avait tout d'abord désignés à l'attention. On a donc opéré sur les produits suivants :

- 1° *Carbolineum Avenarius* ;
- 2° *Carbolineum* — marque du Lion ;
- 3° Goudron des usines à gaz ;
- 4° Microsol ;
- 5° Antinonnine ;
- 6° Antigermine ;
- 7° Lysol ;
- 8° Acide fluorhydrique.

Dans les essais de M. FROMONT, comme dans ceux de M. DE KNIERIEM, le *Carbolineum Avenarius* s'est montré le plus efficace ; on a voulu s'assurer encore une fois de sa supériorité en le comparant à un autre produit similaire, le *Carbolineum*, dit du *Lion*, qui est souvent employé à Nancy.

Le *goudron*, depuis si longtemps usité, devait évidemment être aussi mis à l'essai ; les *carbolineums*, *carbonyles*, *carburinols*, *carbonéines*, *créosotyles*, etc., sont essentiellement des huiles de goudron, plus ou moins analogues à la créosote brute.

Les résultats obtenus par la station de recherches forestières de Mariabrunn (Autriche) et par M. WESENBERG incitaient à expérimenter le *microsol*, qui avait accusé dans les deux expériences de grandes qualités antiseptiques, et l'*antigermine* que M. WESENBERG met au premier rang (1). Celui-ci a essayé aussi l'*antinonnine*, produit depuis longtemps éprouvé, dit-il. Comme, en solution à 1 %, il s'est montré un préservatif efficace contre l'infection par le

1. Trois autres produits, l'*afrol*, le *mycélicide*, l'*antiformine*, n'ont pas été mis en essai à cause des mauvais résultats qu'ils ont donnés entre les mains de M. WESENBERG.

*Merulius*, toujours d'après M. WESENBERG, il a été mis aussi en expérience.

Le *lysol*, très vanté pour ses propriétés antiseptiques, pour sa force microbicide, a été également compris dans la liste des produits à expérimenter.

Quant à l'*acide fluorhydrique*, dont le nom ne figure point parmi les substances employées pour la préservation des bois, c'est à la suite d'indications données par un membre de la commission du *Merulius* que nous l'avons expérimenté.

Beaucoup d'autres produits ont été utilisés ou fabriqués en vue de la conservation des bois en œuvre; on en invente chaque jour de nouveaux (1).

Nous avons dû nous borner à ceux qui étaient recommandés, à l'époque de nos essais, comme étant à la fois parmi les plus efficaces, les moins coûteux et les moins dangereux à employer (2).

*Carbolineum Avenarius*. Les produits désignés dans le commerce sous les noms de *carbolineum*, *carburinol*, *carbonyle*, *carboneine*, *lysol*, sont extraits du goudron de houille et contiennent de la créosote. La marque *Avenarius*, lancée dans le commerce en 1875 par M. Avenarius, son inventeur, se distingue par sa grande densité (1,128 à 17°), sa viscosité. Ce produit ne commence à distiller qu'à 230°; il pénètre profondément dans les tissus ligneux qu'il imprègne de telle façon que les pluies ou l'action de l'air ne peuvent plus l'en séparer. C'est la marque la plus estimée (3).

D'après une analyse du docteur Filsinger, chimiste à Dresde, le *Carbolineum Avenarius* aurait les propriétés suivantes :

Couleur : rouge brun ;

Densité à 17° = 1,128 ;

1. M. BEAUVERIE, dans son récent ouvrage *Le Bois*, déjà cité, énumère (p. 622-724) les très nombreux procédés utilisant des actions antiseptiques et donne (p. 672) un tableau résumé des substances employées pour la préservation des bois, dans lequel figurent quarante-six produits.

Il y en a beaucoup plus.

Consulter aussi le chapitre *Procédés artificiels de conservation* (p. 213-253) du *Traité d'exploitation commerciale des bois*, par A. MATHIEU.

2. C'est pourquoi le sublimé, microbicide des plus énergiques, n'a pas été essayé, son emploi étant trop dangereux. Le chlorure de zinc, préservatif reconnu très efficace au moins pour les bois à l'abri de la pluie, aurait dû être expérimenté, quoiqu'il ne soit guère en faveur en France.

3. Le concessionnaire de ce produit est pour la France M. Vallet, à Lorquin (Lorraine).

Viscosité à la même température, l'eau étant prise comme unité = 10 ;

Matières minérales (cendres) = 0,03 ;

Brûle d'une manière continue vers 190° ;

Ne commence à distiller qu'à 230° ;

De 230° à 270° il passe à la distillation 10,6 % en volume ;

De 270° à 300° il passe à la distillation 12,2 % en volume.

Le résidu de la distillation est un liquide épais, limpide, rouge brun.

Des bois immergés dans le *Carbolineum Avenarius* et laissés à l'abri pendant quatre ans présentent à leur surface de nombreuses petites lamelles brillantes, blanches. M. le professeur KLOBB, de l'École supérieure de pharmacie de Nancy, a bien voulu les analyser. Voici ce qu'il en dit :

« On a pu recueillir une faible quantité de ces paillettes et en prendre le point de fusion qui a été trouvé de 98°. On pouvait penser *a priori* que ces cristaux seraient de la naphthaline, hydrocarbure qui abonde dans les huiles de goudron de houille ; mais la naphthaline fond à 79°. En revanche il existe dans les huiles de goudron passant entre 250° et 400° un autre hydrocarbure, le phénanthrène,  $C^{14}H^{10}$ , qui a précisément ce point de fusion. En même temps que cet essai, nous en faisons un autre sur un dépôt formé dans un bidon de ce même carbolineum. Ce dépôt, formé de cristaux empâtés dans un produit huileux, a été essoré ; puis on l'a purifié par cristallisation dans l'alcool bouillant en présence de noir animal. Les nouveaux cristaux incolores obtenus fondent à 98° comme ceux qui avaient été récoltés à la surface des bois. Ils sont comme eux insolubles dans la soude caustique.

« Pour caractériser le phénanthrène on a formé son picrate, qui cristallise de l'alcool en longues aiguilles orangées, et on a pris le point de fusion de son picrate qui a été trouvé voisin de 140°. Le picrate de phénanthrène fond à 143°.

« Une préparation de picrate faite avec du phénanthrène pur a donné des cristaux absolument identiques et ayant le même point de fusion. Cette identification permet de conclure au phénanthrène, à l'exclusion des autres hydrocarbures des huiles lourdes (anthracène, etc.). »

Le *Carbolineum*, marque du Lion, est un produit similaire, moins dense et moins visqueux.

Le *goudron* a été pris à l'usine à gaz de Nancy.

Le *microsol* que nous avons employé provenait de la maison Rosenzweig et Baumann, de Cassel (1). C'est une masse pâteuse verte (2), soluble dans l'eau, essentiellement formée de sulfate de cuivre uni à quelque peu de matière organique (3).

L'*antinonine*, livrée par la Société anonyme des produits Fréd. Bayer et C<sup>ie</sup> (24, rue d'Enghien, à Paris), est un dinitrocrésylate de potasse dont l'efficacité est vantée par divers expérimentateurs, notamment par M. WESENBERG (voir plus haut). Les bois se colorent en jaune vif.

L'*antigermine*, vendue également par la maison Fréd. Bayer, est une mixture d'une belle teinte verte. Ce produit est, comme le précédent et comme le suivant, un dérivé de la créosote.

Le *lysol* est une solution de crésylol dans du savon. Il est complètement soluble dans l'eau (4). Il a été fourni par la Société française du lysol. La solution employée était absolument neutre.

L'*acide fluorhydrique* de nos essais est l'acide du commerce en usage dans les verreries.

#### Bois soumis aux essais

Les bois soumis à l'essai ont été choisis parmi ceux qui sont le

1. Il est fourni en France par la fabrique de peintures *Le Vitralin*, A. Freitag et C<sup>ie</sup>, 155, rue du Faubourg-Saint-Denis, à Paris.

2. Le produit qu'a envoyé en 1903 la maison Rosenzweig et Baumann, de Cassel, était une pâte d'une teinte vert-de-gris. Il est probable qu'elle fabrique diverses mixtures auxquelles elle applique ce nom; car dans les essais relatés plus haut, le docteur Cieslar décrit le *microsol* H de 1903 comme étant une masse brun rouge; c'était donc un produit différent, par la couleur tout au moins, de celui que j'ai expérimenté. La solution à 4 % est d'un beau vert, nettement acide; le sulfate de cuivre est bleu; mais l'addition de la créosote (ou produit voisin) a fait virer au vert; les bois blancs (sapin, peuplier) sortent de la solution sans être sensiblement colorés.

3. L'analyse de ce produit, faite par M. le professeur ARTH, directeur de l'Institut chimique de Nancy, a donné environ 70 % de sulfate de cuivre cristallisé et pulvérisé; du sulfate de soude, du sulfate de chaux, de la silice libre en quantité assez faible; un sel de cuivre d'un phénol sulfo-conjugué provenant probablement des produits de la distillation du bois.

4. « Le lysol, écrit M. H. DE PARVILLE, passe pour être le roi des antiseptiques, l'antiseptique général par excellence... On peut résumer les essais de MM. GERLACH et SCHOTTLIUS en disant qu'avec une dose de 3 grammes par litre de lysol, on assure la désinfection des matières septiques les plus résistantes. » « Le crésylol, dit le docteur TROUX, est un excellent microbicide et, à la dose de 0,30 %/o, il a le même pouvoir antiseptique qu'une solution de sublimé à 0,25 %/o, mais sans en avoir la toxicité et les inconvénients. On rend le crésylol soluble en l'incorporant à un savon alcalin. C'est ce produit qu'on appelle le lysol. » Il n'a jamais été préconisé pour l'antisepsie des bois en œuvre; mais il était bon d'essayer, vu la renommée de cet antiseptique.



plus communément employés dans les constructions ou pour les meubles. Ce sont :

Le sapin (*Abies pectinata*);

Le pin (*Pinus*);

Le chêne (*Quercus robur*);

Le hêtre (*Fagus sylvatica*);

Le peuplier (*Populus*).

Le sapin, le hêtre et le peuplier ont été débités en cubes de 0<sup>m</sup>,15 de côté rabotés sur toutes les faces. Le chêne et le pin ont été découpés en demi-rondelles de 0<sup>m</sup>,15 à 0<sup>m</sup>,18 de diamètre et 0<sup>m</sup>,15 de hauteur. Tous ces bois provenaient de Lorraine, sauf le pin, qui était du pin d'Alep d'origine algérienne.

Pris dans la même poutre, débités à l'état de bois vert, les échantillons ont été desséchés d'abord à l'air, puis à l'étuve, tous dans les mêmes conditions, pour qu'en les pesant aussi de la même façon, à la fin de l'expérience, on possède des données sur la grandeur relative des pertes en tissus ligneux. On a préparé trente échantillons de chaque essence. Le sapin et le peuplier, desséchés pendant six jours à l'étuve, ont subi des températures de plus en plus élevées qui n'ont pas dépassé 85°.

Les bois des autres essences ont été soumis à la dessiccation dans des chambres chauffées.

Après que tous les cubes d'essai eurent été desséchés de la même façon, ils furent immergés dans les diverses solutions antiseptiques de telle manière qu'elles pussent agir toutes *dans des conditions rigoureusement identiques* et que les résultats fussent susceptibles d'être facilement contrôlés.

Le chêne et le pin avaient donc tout leur aubier; les échantillons de sapin et de peuplier renfermaient le cœur de l'arbre, mais pas ceux de hêtre, qui ont été pris dans la poutre en dehors du centre.

#### Mode d'imprégnation

Le motif de ces recherches étant *d'aider à établir la valeur comparative* des principaux antiseptiques qu'on peut employer sans appareil coûteux, simplement par immersion ou badigeonnage, il fallait d'abord choisir l'un ou l'autre de ces procédés d'application. On s'est décidé à opérer d'abord par immersion

pour les deux motifs suivants : ce procédé est très fréquemment utilisé ; c'est le plus rapide. Rien n'est plus simple que de plonger les bois qui ne sont pas trop lourds à manier ni trop volumineux (échelas, pieux, lattes, planches, chevrons, même traverses de chemin de fer [1]) dans des récipients contenant la solution antiseptique. En second lieu, on est, par ce moyen, bien plus sûr qu'avec des badigeonnages de placer tous les bois en expérience dans des conditions identiques, faciles à retrouver si l'on veut contrôler les résultats.

Les bois, desséchés comme il vient d'être dit, furent plongés pendant un jour dans les solutions suivantes chauffées au bain-marie à 60° pendant quelques heures, puis qu'on laissa refroidir.

Le *Carbolineum Avenarius* et le carbolineum — marque du Lion — furent employés tels quels, ainsi que le goudron qui provenait de l'usine à gaz de Nancy.

Le microsol, sous forme d'une pâte vert tendre, fut dissous dans l'eau chaude et les échantillons séjournèrent vingt-quatre heures dans une solution à 4 %, la plus concentrée que l'on doive employer (2).

Quant à l'antinounine, elle a été aussi expérimentée à la dose la plus élevée que recommande le fabricant, soit à la dose de 2 %.

L'antinounine se présente sous la forme d'une pâte visqueuse rouge, tandis que l'antigermine, plus fluide encore, est verte. Celle-ci a été utilisée à la concentration d'un peu plus de 2 %, qui est la dose recommandée par la maison Fréd. Bayer. Le lysol s'emploie à la dose maxima de 5 % pour les badigeonnages des bois et des écorces ; afin d'avoir une solution aussi efficace que possible, les bois en expérience ont été plongés pendant deux jours dans de l'eau contenant 10 % de lysol en solution neutre.

Ils sont restés le même temps dans une solution d'acide fluorhydrique du commerce à 20 %.

1. Les 70 000 traverses du chemin de fer de Toul à Thiaucourt ont été en 1907 imprégnées de *Carbolineum Avenarius* par simple immersion à l'air libre. Ces traverses en cœur de chêne (avec la tolérance habituelle pour l'aubier) mesuraient 1<sup>m</sup>,70 de longueur, 18 centimètres de largeur de semelle et 12 centimètres de hauteur ; elles ont été plongées pendant une demi-heure dans le carbolineum chauffé.

2. « Pour des invasions très rapides de *Merulius*, disent les instructions, il est mieux d'employer moins d'eau afin d'augmenter l'action désinfectante de la solution ; on prend alors une solution à 3 ou 4 % et l'on n'ajoute pas de chaux. » C'est ce qu'on a fait.

Après l'immersion, les bois plongés dans les carbolineums avaient la teinte brune bien connue.

En sortant de la solution de microsol, les bois n'étaient pas sensiblement colorés, bien que la dissolution, très riche en sulfate de cuivre, fût franchement glauque. Mais avec l'ammoniaque ou le prussiate jaune de potasse il était facile de s'assurer que le cuivre avait pénétré jusqu'au cœur du sapin ou du peuplier. Dans l'antinonnine les bois avaient pris une belle coloration jaune.

Il est inutile de dire que les bois plongés dans le lysol ou l'acide fluorhydrique avaient gardé leur teinte primitive.

#### Vitesse d'imprégnation

Il est certain que cette longue durée d'immersion (vingt-quatre heures), adoptée dans le but de faire fonctionner les produits dans les meilleures conditions, pourrait être très notablement réduite sans inconvénient, comme le montrent les essais suivants :

a) *Carbolineums chauffés vers 60°.*

1° Du bois vert de hêtre et de charme a été desséché vingt-quatre heures à l'étuve à 60-90°. Plongé pendant cinq heures dans du carbolineum à 60°, ce bois (vert ou sec) est imprégné jusqu'au centre et la coloration se montre de suite sur ces fragments de planches ayant 27 millimètres d'épaisseur.

2° Du hêtre (bois bien desséché à l'air) a été mis pendant dix minutes dans du carbolineum à 60°; le bois est complètement injecté et la teinte apparaît aussitôt dans toute la masse.

3° Des fragments de planches de sapin immergés pendant cinq minutes et examinés quatre jours après sont imprégnés jusqu'au cœur, mais guère mieux que ceux dont l'immersion n'a duré qu'une minute.

b) *Carbolineums à la température ordinaire (vers 18°).*

Des planches en bois de hêtre bien sec de 27 millimètres d'épaisseur et de 9 × 9 centimètres de surface s'imprègnent entièrement après un très court séjour (de trois à dix minutes) dans le carbolineum à la température ordinaire, à condition qu'on n'examine l'intérieur de la planche qu'au bout d'un mois environ; car l'imprégnation se fait peu à peu de proche en proche

et la coloration brune caractéristique finit par envahir toute la masse (1).

Un autre fragment de planche semblable plongé dans le *Carbolineum Avenarius* pendant vingt-huit heures n'a été imprégné jusqu'au centre que huit jours après (2).

Il en est de même du sapin. Le cœur de chêne dans le carbolineum même chauffé ne s'imprègne pas sensiblement à la pression ordinaire, tandis que l'aubier absorbe très bien le carbolineum ou la créosote, même à froid. Voici du reste les résultats de quelques essais d'absorption de carbolineum par un certain nombre de bois pris tous à l'état de dessiccation maximum à l'air libre.

*Feuillus.* — On a foré dans vingt-huit échantillons de divers bois des trous de 34 millimètres de profondeur et 9 millimètres de diamètre qu'on a remplis en même temps de *Carbolineum Avenarius*, et l'on mesurait de temps en temps le nombre de millimètres absorbés dans ces trous pratiqués parallèlement au fil du bois sur une section transversale.

Les bois à gros vaisseaux n'absorbent pour ainsi dire rien dans leur duramen, à cause des amas de cellules (thylles) ou des petites masses de gomme de bois qui obstruent les lumens des vaisseaux. Ceux-ci ont cependant quelquefois près de 1 demi-millimètre de diamètre. Ainsi, chêne rouvre, chêne rouge, orme de montagne, robinier, frêne n'ont absorbé en sept jours de cette colonne liquide de 34 millimètres qu'une fraction variant de 3 à 5 millimètres; c'est vraiment insignifiant (3).

Les bois à vaisseaux fins sont bien plus aptes à l'imprégnation. Ainsi, quatre heures après le remplissage, le hêtre, qui n'a que des vaisseaux fins, avait absorbé ces 34 millimètres déjà depuis

1. Cet échantillon (9<sup>cm</sup> × 9<sup>cm</sup> × 2<sup>cm</sup>,7) n'a eu toute sa masse colorée qu'au bout d'un mois et, en marquant chaque semaine les limites de la partie colorée sur des fragments fraîchement fendus, on pouvait suivre jour par jour les progrès.

2. Il a absorbé dans ces conditions (bois desséché à l'air, immergé vingt-huit heures dans le carbolineum à température ordinaire) 19 grammes pour un poids de 144 grammes et un volume de 207 millimètres cubes, ce qui correspond à 92 kilogr. ou litres au mètre cube. Or si la compagnie des chemins de fer de l'Est injecte les traverses de hêtre à raison de 300 litres par mètre cube, la compagnie du Nord adoptait une dose moitié moindre. Le fragment a donc absorbé le tiers de ce que la compagnie de l'Est fait absorber après étuvage et sous la pression de 5 atmosphères. Il peut très bien se faire que cette dose soit suffisante.

3. Même fait a été constaté pour le févier, l'ailante, le châtaignier, le noyer, tandis que l'aubier de ce dernier s'imprègne facilement.

quelque temps, le peuplier tremble ne laissait plus que 1 millimètre au fond du godet; coudrier, platane, alisier torminal avaient fait disparaître respectivement 16, 13 et 10 millimètres; charme, alisier blanc, aubépine, bouleau 9 millimètres, sorbier domestique 7 millimètres.

Vingt-quatre heures après le remplissage, le liquide versé dans les bois de hêtre, tremble, coudrier, platane avait entièrement disparu; les alisiers, le charme, l'aubépine, le bouleau, le peuplier pyramidal avaient absorbé de 20 à 26 millimètres, les érables et le sorbier domestique de 10 à 16 millimètres, le houx 7 millimètres, le cerisier 4 millimètres et le saule marceau 2 millimètres seulement (\*).

Deux jours après, l'aubépine, le peuplier pyramidal, les alisiers, le charme, le bouleau avaient tout consommé.

Au bout de sept jours, les érables champêtre, plane et sycomore et le sorbier domestique avaient absorbé les 2<sup>cm3</sup>,5 de carbolineum représentant le volume du trou pratiqué, tandis que le houx n'en avait pris que 23 millimètres, le cerisier 12 millimètres et le saule marceau 4 millimètres.

« On peut (<sup>2</sup>), sous le rapport de la grosseur des vaisseaux, grouper les principaux bois comme il suit :

« 1° *Vaisseaux très gros*. — Chênes à feuilles caduques; châtaignier;

« 2° *Vaisseaux gros*. — Orme, frêne, robinier, mûrier, micoulier, noyer;

« 3° *Vaisseaux assez gros*. — Bouleau, peupliers;

« 4° *Vaisseaux fins*. — Érables, aunes, charme, coudrier, hêtre, platane, cerisiers, pruniers, tilleuls, marronnier, saules;

« 5° *Vaisseaux très fins*. — Pommiers, poiriers, alisiers, sorbiers. »

Tous les bois des deux premières catégories qui ont été essayés (chêne rouvre, chêne rouge, châtaignier, orme, frêne, robinier, noyer, auxquels on peut ajouter l'ailante et le févier à trois épines)

1. Cette grande différence de faculté d'imbibition entre deux bois de texture aussi semblable que ceux des saules et des peupliers a de quoi surprendre. Voulant m'assurer que la première constatation n'était pas un fait accidentel, j'ai recommencé sur les grands échantillons de la collection de l'École et j'ai encore trouvé une imbibition à peu près nulle pour le saule marceau, très forte pour le peuplier tremble et le peuplier pyramidal.

2. *Flore forestière*, par A. MATHIEU, 4<sup>e</sup> édition, 1897, p. 668.

se refusent à absorber dans leur duramen (1) le *Carbolineum Avenarius* à la pression et à la température ordinaires. Ceci est dû, en grande partie, à la présence des thyllés qui obstruent le lumen des vaisseaux.

Tous les bois des trois autres catégories, sauf le saule-marceau, se sont montrés, dans ces mêmes conditions, plus ou moins absorbants. Celui qui possède la plus grande faculté d'imbibition est, sans conteste, le hêtre. Après lui viennent les peupliers, le platane, le coudrier, puis le charme, le bouleau, les alisiers (blanc et torminal), l'aubépine (2). Un autre groupe serait formé par les érables et le sorbier domestique. Enfin, le cerisier, mais surtout le saule marceau se sont montrés les plus rebelles à l'imprégnation. Pas n'est besoin d'ajouter qu'il ne s'agit ici que de simples indications et qu'on ne doit pas considérer l'ordre ci-dessus comme rigoureux et immuable. C'est le résultat fourni par une seule série d'échantillons; avec d'autres différant par la densité, par la largeur des couches, par leur âge, par le contournement des fibres, on aurait probablement obtenu une liste quelque peu différente.

*Résineux.* — La vitesse d'imprégnation a été déterminée dans les mêmes conditions que ci-dessus chez le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre, le pin de montagne.

Quatre heures après le remplissage des trous à paroi lisse forés dans le bois jusqu'à 34 millimètres de profondeur, avec un diamètre de 9 millimètres, le sapin avait tout absorbé, le pin de montagne et le pin sylvestre de Norvège, tous deux à accroissements très minces, avaient absorbé 9 millimètres et le bois d'épicéa s'était montré le plus rebelle (3).

Vingt-quatre heures après le remplissage, l'absorption s'était élevée à 27 millimètres pour le pin sylvestre, à 19 millimètres pour le pin de montagne et à 4 millimètres seulement pour l'épicéa.

Cette différence si frappante dans la faculté d'imprégnation de

1. L'aubier des chênes pédonculé, yeuse, liège, du noyer noir, du noyer commun absorbent bien le carbolineum; il y a pourtant quelques anomalies: l'aubier d'un yeuse de l'Hérault (n° 102) n'a pas absorbé, tandis que même le cœur d'un yeuse de Corse (n° 113) a peu résorbé la liqueur.

2. On a constaté aussi que l'aune blanc, l'aune glutineux, le marronnier s'imprégnaient facilement: mais de tous les bois indigènes c'est celui du buis qui est le plus rebelle. Peu de bois exotiques ont été essayés; le *Quebraco colorado* se refuse à toute absorption.

3. A tel point qu'au bout de huit jours il restait encore 6 millimètres de liquide au fond du trou.

deux bois d'une texture si semblable (1) est-elle un fait accidentel ou, au contraire, est-elle constante et caractéristique de l'espèce ? Quatre autres essais faits sur quatre échantillons de sapin et autant d'épicéa de diverses provenances, appartenant aux collections de l'École forestière, ont confirmé la première constatation. *Il faut donc admettre que le sapin, dans toutes les régions de son bois, mais surtout dans l'aubier, s'imprègne bien plus vite que l'épicéa dans les conditions où on s'est placé (2).*

Le pin Weymouth s'imprègne aisément, surtout dans l'aubier. Quant au mélèze, on a comparé un bois de mélèze de cent quatre-vingts ans, de densité 0,655, crû en massif serré, à l'altitude de 1 100 mètres, dans la forêt de Chamonix (Haute-Savoie), avec un mélèze planté dans le Puy-de-Dôme, ayant une faible densité et une croissance extraordinairement rapide ; ses cernes du centre ont de 8 à 9 millimètres d'épaisseur comme ceux de la périphérie. Les cernes du mélèze de Chamonix n'ont que de 0<sup>mm</sup>,5 à

1. On ne signale guère d'autre différence que la présence dans le bois d'épicéa de rares canaux résinifères qui manquent dans le sapin.

2. 1° Comparons un épicéa de soixante-quinze ans, ayant 32 mètres de hauteur et 1<sup>m</sup>,55 de tour, à bois léger mou, de croissance très rapide, provenant de plantation faite dans la forêt domaniale de Gouaille (Doubs), à 740 mètres d'altitude, avec un sapin de cent trente-sept ans (bois de maturité) de la forêt de Comefroide (Aude), à 1 100 mètres d'altitude. Deux godets ont été creusés pour chaque échantillon, l'un dans l'aubier, l'autre près du centre. Une demi-heure après le remplissage, l'aubier du sapin a déjà absorbé 7 millimètres, les autres godets ne montrent qu'une imbibition insignifiante, égale d'ailleurs. Vingt-deux heures après le remplissage, le godet de l'aubier du sapin est vide, celui de l'aubier de l'épicéa n'a perdu que 9 millimètres et ceux des deux duramens 3 millimètres. Sept jours après le remplissage, l'aubier de l'épicéa a absorbé 26 millimètres, le cœur du sapin 10 millimètres, celui de l'épicéa 8 millimètres. Et cependant les cernes de l'épicéa sont plus larges que ceux du sapin.

2° Si l'on compare maintenant un bois de sapin de belle qualité, de densité 0,432 (cent quinze ans ; 1<sup>m</sup>,55 de tour ; forêt de la Franée [Jura]), avec un bois d'épicéa qui semble réunir toutes les conditions favorables à une imprégnation rapide [densité faible 0,337 ; bois très léger et très mou ; croissance très rapide ; âge peu avancé ; arbre planté dans la forêt domaniale de Grand-Côte (Doubs)], on voit que ce dernier, *au bout de quatre jours*, a absorbé : aubier, 33 millimètres ; cœur, 27 millimètres, tandis que le godet creusé dans le cœur du sapin est depuis deux jours vide et que, dans celui de l'aubier, le niveau a baissé de 42 millimètres. Si le cœur du sapin s'est imprégné plus vite que l'aubier, ce qui est anormal, cela tient sans doute à ce que les couches centrales ont 5 millimètres d'épaisseur et les couches périphériques 2 millimètres seulement, tandis que (ce qui prouve bien l'influence spécifique) les couches centrales de l'épicéa ont de 6 millimètres à 8 millimètres d'épaisseur, les couches périphériques de 4 millimètres à 5 millimètres, avec une densité moindre, et que néanmoins l'imprégnation y est moins active.

3° Enfin, deux sapins du Jura ont été comparés avec deux épicéas des Vosges. L'aubier des deux sapins, bien que formé de couches minces, a bien plus vite absorbé le carboléum que l'aubier des épicéas dont les cernes étaient cependant bien plus larges. Les quatre duramens se sont comportés à peu près de même.

2 millimètres d'épaisseur. Malgré cette énorme différence, les deux godets centraux restent pleins dans les deux mélèzes et les deux aubiers s'imprègnent à peu près également.

*Faculté d'imbibition.* — C'est la propriété qu'a un volume de bois déterminé d'absorber et de garder dans ses tissus une plus ou moins grande quantité d'une substance donnée.

Elle peut être différente de la vitesse d'imbibition ou d'imprégnation. Une substance (le goudron chaud, par exemple, ou un sel facilement cristallisable par évaporation) peut imbiber plus ou moins rapidement les tissus avoisinant les surfaces de contact (vitesse d'imprégnation); mais, si elle devient peu fluide ou se solidifie, ou si elle n'imprègne pas à fond les parois (micelles), y progressant peu à peu, elle ne pénétrera pas très loin et les tissus ligneux, obstrués dans les zones superficielles, ne pourront admettre de nouvelles doses de la substance. La faculté d'imbibition sera faible. Dans le cas contraire, si les éléments des parois cellulaires s'imprègnent rapidement, poussant en avant la matière incessamment reçue par l'arrière, l'absorption pourra se prolonger longtemps; la faculté d'imbibition sera très grande. C'est encore dans le hêtre qu'elle semble atteindre son maximum pour les produits dérivés de la créosote. Semblable à une éponge, le bois de hêtre non seulement absorbe de grandes quantités de la plupart des antiseptiques, mais il transsude, il rejette le surplus, même quand on opère sans pression. Aussi, dans les chantiers des compagnies de chemins de fer où l'on injecte sous pression (5 atmosphères au chantier de la compagnie de l'Est, à Amagne), on limite volontairement la quantité de créosote à injecter dans les traverses de hêtre<sup>(1)</sup>.

On peut se faire une idée grossière de cette faculté d'imbibition pour chaque bois et chaque substance en observant le temps que

1. « Une traverse en hêtre de 2<sup>m</sup>,65 × 0<sup>m</sup>,245 × 0<sup>m</sup>,150 absorbe 25 à 28 litres de créosote, soit environ 270 à 300 litres par mètre cube réel (environ dix traverses sans flaches par mètre cube).

« Dans ces conditions le chêne est injecté à refus et pénétré jusqu'au cœur où l'on constate des teintes plus ou moins prononcées.

« Le hêtre, au contraire, pourrait absorber beaucoup plus, mais on s'est limité au maximum de 300 litres, parce qu'une longue expérience a fait reconnaître que cette quantité de créosote était nécessaire, mais suffisante, pour bien imprégner les tissus et assurer la parfaite conservation de ce bois si éminemment putrescible à l'état vierge. » (Note sur la préparation des traverses à la Compagnie des chemins de fer de l'Est, par M. V. DUFaux, *Revue générale des chemins de fer*, 1898.)



mettent à se vider des cavités de même volume et de même surface creusées dans le bois et constamment remplies, dès qu'elles sont vides, avec la substance à essayer, et le nombre de fois que l'on a à faire cette opération pour un volume de bois déterminé.

*Feuillus.* — Parmi les dix essences feuillues qui ont été observées à ce point de vue et qui sont le hêtre, le coudrier, le charme, le platane, le peuplier tremble, le peuplier pyramidal, l'aubépine, le bouleau, l'alisier blanc et l'alisier torminal<sup>(1)</sup>, c'est le hêtre qui, avec le tremble, accuse la plus grande faculté d'imbibition. Les trous cylindriques d'une capacité de 2<sup>cm</sup>,5 creusés dans chacun de ces prismes de bois ont été remplis une troisième fois et, quinze heures après le remplissage, le trou du tremble était vide; dans ceux du hêtre et du coudrier le niveau avait baissé de 26 millimètres et, respectivement, de 21, 15 et 13 millimètres dans ceux du platane, du bouleau et du peuplier pyramidal. Viennent ensuite les deux alisiers (blanc et torminal) avec une baisse de 10 millimètres, l'aubépine et le charme avec une baisse de 7 et de 6 millimètres.

Tel est l'ordre dans lequel se rangent, au point de vue de la faculté d'imbibition, les bois examinés.

Si l'on fend suivant l'axe du trou cylindrique de 34 millimètres de profondeur les échantillons précédents qui ont reçu trois doses de carbolineum, on voit une traînée brune, très nettement limitée, allant du fond du trou à l'extrémité de l'échantillon en suivant le fil du bois. Cette traînée, de 1<sup>cm</sup>,5 de largeur, indique le chemin parcouru par le carbolineum qui, sans diffuser ni à droite ni à gauche, est venu transsuder à la face inférieure de l'échantillon en quantité d'autant plus forte que la vitesse d'imbibition était plus grande. La teinte ne va pas en se dégradant sur les côtés de cette bande brune dont la limite était des plus nettes chez le tremble, le hêtre, le charme, le coudrier, l'alisier torminal, l'alisier blanc<sup>(2)</sup>. Puisqu'une portion de la substance injectée transsude, même sans pression, on voit qu'avec les liquides tels que

1. Tous ces échantillons étaient parfaitement comparables; ils faisaient partie d'une collection de bois aussi desséchés à l'air que possible et mesurant 17<sup>cm</sup> × 9<sup>cm</sup> × 2<sup>cm</sup>,7.

2. Cette traînée brune ne s'observait pas chez le bouleau ni le platane; on n'a pu voir le chemin suivi par le carbolineum, absorbé pourtant en assez grande quantité. Sur le cerisier, cette traînée brune très nette se voyait aussi et allait jusqu'à la face inférieure de l'échantillon. Tous ces prismes avaient environ 20 centimètres de hauteur.

les carbolineums et avec les petits échantillons employés, la faculté d'imbibition ne peut se mesurer exactement. Pour un produit donné agissant de la même façon sur des bois feuillus également desséchés, l'imbibition varie suivant que les vaisseaux sont libres ou obstrués par des thylles, suivant que les fibres sont droites ou contournées<sup>(1)</sup>, que les couches sont jeunes ou vieilles, que le bois est dense ou léger, suivant d'autres conditions, encore inconnues, tenant à la forme et à la composition chimique des éléments ligneux.

*Résineux.* — Des quatre bois de résineux essayés, c'est le sapin qui accuse la plus grande faculté d'imbibition. Le godet rempli le soir était toujours vide le lendemain et, bien qu'on l'eût rempli six fois, la traînée brune, peu nettement limitée, n'atteignait que la moitié de la hauteur de l'échantillon. Il n'y avait eu aucune exsudation sur la face inférieure ; tout le liquide donné a été retenu par le bois. Dans l'épicéa, autour du trou cylindrique et même près du fond, le bois avait gardé sa belle couleur blanche ; il n'y a eu aucune pénétration<sup>(2)</sup>. Dans le pin de montagne (bois de cœur), l'imprégnation s'est faite aussi suivant la direction générale des fibres, mais, comme chez le sapin, la traînée brune finit en pointe avant d'atteindre la base de l'échantillon ; elle ne garde pas jusqu'au bout la même largeur comme chez les feuillus. Bref, *l'imbibition présente chez les résineux des différences notables avec ce que l'on voit chez les feuillus.*

*Structure anatomique du bois de hêtre.* — Comme le bois de hêtre, produit en si grande quantité en France et dans le monde, est un bois éminemment putrescible à l'état vierge, éminemment durable une fois injecté — les traverses de chemin de fer en hêtre injecté durent plus que celles en chêne injecté, — comme il absorbe facilement de très fortes doses d'antiseptiques, il doit être regardé comme le *type des bois aptes à l'injection* et, à ce titre, il est intéressant de connaître sa structure anatomique, de même qu'en sa qualité de bois promptement altérable, même à l'abri (dans les

1. L'échantillon de saule marceau avait ses fibres très contournées, ce qui a été une circonstance défavorable à l'imbibition.

2. Il est vrai que l'échantillon présentait une condition défavorable. En le sectionnant suivant l'axe du trou, on voit près du fond un petit nœud noir avec contournement de fibres qui a gêné la pénétration.

galeries de mines), il importe de décrire ses processus de décomposition et les champignons qui les provoquent.

Ce bois, très bien étudié par SANIO, HARTIG, STRASBURGER, se compose d'éléments fibreux (vaisseaux, trachéides et fibres libriformes ou fibres-trachéides) et d'éléments parenchymateux (cellules du parenchyme ligneux, cellules des rayons médullaires).

Les *vaisseaux* sont presque régulièrement distribués dans la couche annuelle, ne diminuant en nombre et en grosseur qu'à l'extrême limite de cette couche. Leur ponctuation varie suivant la sculpture des cellules avoisinantes; mais il n'y a pas dans les éléments du bois de hêtre d'épaississements spirales, réticulés ou annelés. La longueur des vaisseaux varie entre  $0^{\text{mm}},45$  et  $0^{\text{mm}},65$ ; celle des trachéides entre  $0^{\text{mm}},6$  et  $0^{\text{mm}},9$  et celle des fibres libriformes entre  $0^{\text{mm}},8$  et  $1^{\text{mm}},3$ .

Quant à leur nombre, il varie, toujours d'après HARTIG, entre 100 et 200 par millimètre carré; leur surface transversale médiane oscille entre 2 et 4 millièmes de millimètre carré. Dans le bois normal, même à l'âge le plus avancé, *jamais les vaisseaux ne sont obstrués par des thyilles* (1). Il y en a au contraire dans ceux du faux cœur (cœur rouge du hêtre); aussi celui-ci ne s'imprègne pas dans toutes ses parties, même sous pression. Les trachéides ont une paroi mince; elles sont plus courtes que les fibres libriformes, plus longues et bien plus étroites que les vaisseaux; la forme et le nombre de leurs ponctuations diffèrent autant que chez les vaisseaux. Ces trachéides sont normalement fermées aux deux extrémités; mais on en trouve aussi qui ont en ces points une perforation et doivent donc être considérées comme des vaisseaux, quoique, par leur forme et leur faible diamètre, elles soient une simple modification des trachéides proprement dites.

Les *fibres libriformes* ou *fibres-trachéides* constituent la masse solide du bois de hêtre. Elles sont fusiformes, à paroi épaisse et ne présentent que de rares ponctuations. Les quelques rangées de cellules qui limitent chaque anneau ligneux sont constituées par elles uniquement. Comme il n'y a pas de vaisseaux, la dispo-

1. On sait que les thyilles sont des amas arrondis de cellules à parois molles qui, par les ponctuations, font hernie à l'intérieur des vaisseaux; plus tard, ces cellules grossissent et se collent à la paroi des vaisseaux. Les thyilles renferment de la gomme de bois et sont colorés en brun. Leur production est due à plusieurs causes; ainsi on en trouve dans les bourrelets cicatriciels. M. TUZSON a pu en faire naître sous l'influence des filaments mycéliens sur des fragments de bois frais artificiellement infestés par des spores.

sition radiale régulière de ces fibres-trachéides n'est pas troublée ; tangentiellement aplaties, présentant des punctuations aréolées sur les parois tangentielles, elles ressemblent aux trachéides des dernières assises de l'anneau ligneux des bois résineux. Leur lumen est très réduit.

Le *parenchyme*, disséminé en petites lignes courtes, concentriques, entre les autres éléments, consiste en organes se terminant en pointe aux deux extrémités, à parois assez minces, et partagées par des cloisons transversales en trois ou quatre cellules. Leurs parois sont munies de petites punctuations simples, souvent groupées, et leur intérieur renferme des produits de formation et de sécrétion. C'est là et dans les rayons médullaires que s'emmagasinent les matériaux de réserve destinés à l'édification des cellules qui vont se former l'année suivante.

Les *rayons médullaires* sont inégaux, soit épais, soit minces ou très minces (1), assez hauts (5 millimètres), médiocrement serrés. Ils sont constitués par des cellules parenchymateuses de forme variée. Les couches internes de ces cellules montrent, quand on les déchire, une structure spiralee qui augmente leur résistance à l'écrasement tangentiel et leur maintient une certaine élasticité facile à constater sur les épais rayons médullaires qu'on voit souvent en saillie à la surface du bois pourri.

Grâce à l'absence de vaisseaux dans les dernières assises du bord externe de chaque couche, où il n'y a guère que des fibres-trachéides, les accroissements sont très distincts. On peut aisément déterminer l'âge de l'arbre en comptant le nombre des couches sur une section transversale rabotée, surtout si l'on avive leur limite par une matière colorante quelconque, ou même de l'humus. Ces couches sont crénelées, rentrantes au passage des larges rayons (2).

*Densité.* — La proportion de ces divers éléments est de grande importance pour les propriétés techniques du bois. Sa densité dépend en première ligne du nombre des fibres librifformes et,

1. Tantôt ils ne comprennent qu'une ou deux rangées de cellules; les larges rayons en ont de vingt à vingt-cinq.

2. Tous ces éléments sont très peu tannifères; je n'ai trouvé, soit dans le bois périphérique, soit dans le bois central d'un hêtre de cinquante ans, que 0,2 % de tannin, c'est-à-dire des traces.

par suite, du nombre et de la grosseur des vaisseaux. Comme la formation des fibres à parois épaisses est liée à l'alimentation de l'arbre, la qualité du bois dépend de l'abondance du courant de sève (qui est réglé par l'ampleur de la cime) et de ses qualités nutritives. Le nombre et la largeur des vaisseaux s'accroissent avec l'âge puisque, avec la croissance, augmentent les exigences en eau de transpiration, laquelle circule par les vaisseaux des couches extérieures. La densité doit évidemment diminuer à mesure qu'augmentent le nombre et le diamètre des vaisseaux, c'est-à-dire à mesure que l'arbre avance en âge, jusqu'à une certaine limite. C'est ce que prouvent les chiffres suivants dus à HARTIG, qui a déterminé la densité des diverses régions d'un arbre prises à 1<sup>m</sup>,30 au-dessus du sol.

Périodes d'accroissement	Densité
0- 30 ans	0,751
30- 60 —	0,715
60- 90 —	0,662
90-120 —	0,645

Si l'on considère du bois de hêtre de diverses provenances, on constate qu'à l'inverse de ce qui se passe pour les chênes, la densité n'est nullement en relation avec l'épaisseur des accroissements. D'après les échantillons des collections de l'École forestière, la densité du hêtre, arrivé à son maximum de dessiccation à l'air libre, varie de 0,68 à 0,90.

Le courant de sève passe par les couches extérieures de l'arbre. Au delà des quarante à soixante-dix derniers cernes qui servent de lit au courant d'eau de transpiration (ou plus exactement de chlorovaporisation), il y a une partie centrale sèche, habituellement rougeâtre, mais vivante et exempte de thyllés. Sa teinte rougeâtre tient à la gomme de bois des cellules parenchymateuses. Cette portion centrale ne sert pas au courant de sève et les parois des cellules n'ont que de l'eau d'imbibition; cependant, si l'on sectionne les couches extérieures, l'eau absorbée par les racines peut passer par les couches internes.

Normalement, on ne trouve, même dans les plus vieux arbres, que ces couches extérieures conductrices d'eau et cette portion centrale sèche. Mais souvent on voit au centre des tiges un cœur coloré en brun, soit uniformément, soit par zone; comme il

n'existe pas normalement, on l'appelle *faux duramen* ou simplement *bois rouge* (1).

**Bois rouge ou faux cœur du hêtre.** — Les propriétés de cette modification anormale, mais fréquente, du bois de hêtre sont très importantes au point de vue des emplois de ce bois, et l'on n'est pas encore complètement d'accord sur sa formation, sur sa résistance, sur sa durée, puisque, jusqu'à ces derniers temps, les compagnies de chemins de fer rebutaient les traverses ayant une certaine proportion de bois rouge (lequel ne s'injecte pas partout, même sous pression). Aussi n'est-il pas inutile de résumer ici ce que les travaux récents hongrois (2) et allemands (3) nous apprennent sur cette question d'un intérêt technique évident.

Le faux cœur provient habituellement de branches pourries, de blessures, dans le voisinage desquelles il est le plus développé; de là il se rétrécit vers le haut et vers le bas, mais il s'allonge davantage vers le bas. Une transformation semblable du bois normal se fait autour des blessures.

Ces deux modifications tiennent à ce que les cellules du parenchyme ligneux surtout, et, à un moindre degré, des autres éléments, se chargent d'une matière gommeuse spéciale d'un brun rouge (gomme de bois) qui imprègne les parois, et aussi à ce que les vaisseaux sont oblitérés par des thyilles. Cette gomme se forme sur place par transformation de l'amidon (4).

Mais tandis que le bois brun de protection qui se forme autour des blessures se limite à leur voisinage et ne s'étend pas, le faux duramen s'élargit toujours davantage; sous ce rapport il diffère du premier et se rapproche du cœur normal. Dans ce faux dura-

1. Les données précédentes sur la structure anatomique du bois de hêtre sont extraites en grande partie de la *Flore forestière*, par A. MATHIEU, et du récent travail du Dr JOHANN TUZSON (*Anatomische und mykologische Untersuchungen über die Zersetzung und Konservierung des Rotbuchenholzes*. Berlin, chez J. Springer, 1905. Prix : 5 mk).

2. Voir la brochure citée plus haut du Dr JOHANN TUZSON, privat-docent au Polytechnikum de Budapest.

3. Voir l'article de E. HERMAN, « Ueber die Kernbildung der Rotbuche » (*Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*, octobre 1902), et les publications antérieures de R. HARTIG.

4. Thyilles et gomme sont sans doute la cause de la plus grande densité du cœur rouge. Sur un hêtre de la forêt de Haye (Grande-Malpieyre est, parcelle B<sup>4</sup>) examiné en 1888, j'ai trouvé 0,647 pour la densité du bois sain périphérique et 0,712 pour celle du cœur rouge; les échantillons avaient été desséchés à 100° à l'étuve pendant deux jours.

men, on trouve toujours, surtout aux environs de la moelle, des filaments mycéliens ; ce sont eux qui en provoquent la formation. C'est un tissu de protection qui, par l'obstacle mécanique des thyllés et de la gomme, par l'augmentation de la densité, entrave le développement vers l'aubier des mycéliums internes. Les essais de culture et les observations à l'air libre ont montré que plusieurs champignons provoquaient la formation du faux duramen. M. TUZSON cite *Tremella faginea* Britz., *Stereum purpureum* Pers., *Hypoxyylon coccineum* Bull., *Bispora monilioides* Corda, *Schizophyllum commune* Fr., peut-être aussi *Stereum hirsutum* Willd. Cet auteur n'a pas observé que le *Polyporus fomentarius* L., qui provoque si souvent la décomposition des hêtres sur pied, ait occasionné un seul faux duramen ; il croit que ce parasite énergique décompose immédiatement la tige sans amener sa duraminisation.

Le bois rouge est plus dur et plus dense que le bois normal. Il ne s'imprègne qu'en partie ; même les portions les plus colorées ne s'injectent pas du tout. Les compagnies de chemins de fer rebutent pour ce fait les traverses qui présentent du bois rouge et il y a parfois de ce chef un déchet considérable dans ce mode de débit ; car dans certaines forêts beaucoup d'arbres ont du bois rouge.

Ont-elles tort ou raison ?

M. HERMANN dit qu'on ne doit pas rebuter le bois rouge, parce qu'il résiste mieux à la décomposition que le bois normal injecté de chlorure de zinc. M. TUZSON arrive à une conclusion un peu différente. On peut (p. 74) employer en toute assurance le faux duramen pour traverses de chemins de fer quand on utilise des procédés d'imprégnation peu coûteux garantissant une durée ne dépassant pas dix ans ; car les parties moins durables s'imprègnent et peuvent ainsi lutter contre les causes de décomposition ; les parties plus teintées ne s'imprègnent pas, mais sont par elles-mêmes résistantes.

Si l'on use de procédés coûteux d'imprégnation par lesquels on veuille faire durer le bois de hêtre vingt-cinq ans et plus, on ne doit pas, autant que possible, employer le bois rouge. En tout cas, il ne doit y en avoir que sur la semelle de la traverse et sur une hauteur de 4 à 5 centimètres. A la longue, les zones foncées de bois rouge tombent aussi en décomposition et, comme elles

ne se laissent pas imprégner, elles facilitent l'entrée dans l'intérieur de la traverse des champignons destructeurs.

### Décomposition et champignons du bois de hêtre

Bien que le bois de hêtre soit un de ceux qui attirent le plus l'attention par son abondance, son importance comme bois d'industrie, sa déplorable aptitude à la décomposition, il n'a guère été bien étudié à ce dernier point de vue que tout récemment dans le travail, déjà cité, de M. Tuzson auquel est empruntée une partie de ce chapitre.

On peut partager les phénomènes de décomposition du bois de hêtre abattu en deux groupes : ceux que l'on observe sur le bois fraîchement abattu, dont les cellules sont encore vivantes, et ceux que l'on constate sur le bois desséché, aux cellules mortes.

Occupons-nous d'abord du premier groupe.

On sait que le bois de hêtre exposé aux influences atmosphériques, surtout à l'humidité, subit très vite dans toute sa masse une transformation frappante; l'intérieur devient, d'abord par places, plus tard partout, d'un brun violet rougeâtre.

Le bois brun est traversé bientôt par des flammes blanches qui s'étendent peu à peu jusqu'à ce qu'il soit *pourri blanc* dans toute la masse; en même temps on y voit des lignes noires irrégulières, très nettes, séparant ces parties blanches des portions restées brunes.

Quand le bois a pris cette teinte brune, les praticiens disent qu'il est *échauffé*; c'est le premier degré d'altération.

Certains rapportaient cet *échauffement* à des causes internes devant être cherchées dans la substance même du bois et le considéraient comme une transformation chimique spontanée et progressive.

Si l'on examine au microscope du bois brun de hêtre ainsi échauffé, on voit que le brunissement est dû à une matière brune qui se sépare dans les cellules parenchymateuses du bois, apparaissant sous forme de *gouttes*, de *granules*, de *dépôts pariétaux*. Sur des coupes plus épaisses, on voit que cette matière colore aussi, mais plus faiblement, les parois de tous les organes. Par ses réactions, cette matière, semblable à celle du faux cœur, est



aussi de la *lignigomme* ou *gomme de bois*. Dans le bois échauffé, elle se forme aux dépens des matières nutritives contenues dans les cellules du parenchyme, lesquelles restent vivantes encore longtemps après l'abatage.

Les vaisseaux du bois *échauffé* renferment des thylls comme ceux du *faux cœur*, mais en bien moindre quantité, surtout dans le bois écorcé. La production de lignigomme et de thylls progresse bien plus énergiquement dans le bois sous écorce que dans le bois écorcé. Le microscope le montre, ainsi que les essais d'imprégnation.

Le bois *échauffé*, à l'état de *bois en œuvre*, s'imprègne très bien, ce qui n'arrive pas pour le *bois échauffé sous écorce*. La cause en est que, dans le bois sous écorce, le parenchyme est encore nourri après l'abatage par les éléments nutritifs des cernes extérieurs et du liber et fournit plus de matière pour la formation de la lignigomme et des thylls que le parenchyme du bois écorcé et travaillé; celui-ci ne peut transformer que ses propres éléments.

En outre, on trouve de-ci de-là, isolés ou parfois en amas, des filaments mycéliens qui apparaissent à la surface du bois en un jour ou deux dans les cultures sous verre.

Tant que, dans le bois échauffé, n'apparaissent point les taches blanches, c'est-à-dire tant que la lignigomme et avec elle la teinte brune n'ont pas disparu, le microscope ne montre pas sur les parois cellulaires d'indice net de décomposition.

Mais les raies blanches accusent une altération franche; les lamelles tertiaires et secondaires des parois cellulaires sont attaquées. On y voit des lignes festonnées, sinucuses, indiquant l'érosion de la paroi qui, finalement, disparaît par places.

Lors de l'apparition des parties blanches et même déjà avant, on voit dans le bois brun les lignes noires dont on a parlé.

Pour s'assurer des causes de l'*échauffement* du bois de hêtre et des propriétés des champignons qui y participent, M. Tuzson a fait de nombreux essais d'infection.

Dans des verres stérilisés, hermétiquement clos, il a mis des fragments de bois fraîchement débités ayant en eux l'humidité nécessaire au développement des champignons et il y semait les spores des espèces que l'on voit le plus habituellement sur le hêtre. D'autres fragments identiques, mais non ensemencés,

étaient traités de la même façon. Ceux-ci, après deux et trois ans de séjour dans les verres, sont encore inaltérés, tandis que les fragments infectés ont présenté, presque tous, plus ou moins vite les caractères du *bois échauffé*.

Donc il est prouvé que *ce sont exclusivement les champignons dont on trouve les filaments dans le bois échauffé qui provoquent cet échauffement et la décomposition qui en est la suite*.

Ce sont ces champignons dont nous rencontrons à chaque pas les fructifications sur le bois de hêtre, soit en forêt, soit dans les places de dépôt, partout où il est resté assez longtemps à l'air.

Les cellules vivantes du parenchyme du bois fraîchement abattu réagissent contre l'attaque de ces champignons en formant de la lignigomme et des thylles, ce qui provoque le premier et brusque changement de coloration, le brunissement. La pourriture blanche qui vient après est due exclusivement à l'action destructrice des hyphes.

Dans les fragments non infectés gardés sous verre pour la comparaison, il ne s'est pas formé de thylles. Il est certain que les cellules parenchymateuses sont incitées à la production des thylles uniquement par l'action des filaments mycéliens. Cette production progresse plus ou moins uniformément, provoquée par les ferments que sécrètent les hyphes et qui se répandent dans les cellules avoisinantes.

Dans les essais dont on va rendre compte, les cubes de hêtre témoins se sont comportés bien différemment, suivant qu'ils étaient à l'abri dans des galeries de mine de fer (à Ludres) ou qu'ils étaient exposés aux intempéries pendant le même laps de temps (trois ans).

Les deux cubes témoins, placés dans ces dernières conditions, ont leur surface rugueuse et sillonnée de fentes nombreuses dont la largeur augmente vers la surface et dont beaucoup n'atteignent pas la section médiane (qui est à 7 ou 8 centimètres de la base du cube). Ils sont très nettement décomposés et altérés sur toutes leurs faces, mais bien plus à la périphérie qu'à l'intérieur. Bien qu'ayant perdu 28 % de son poids, le bois offre encore de la résistance et n'est pas hors d'usage.

Les cubes restés dans les galeries à l'abri de la pluie, de la neige, des variations d'humidité et de température du sol et de l'atmosphère ont perdu jusqu'à 35 % de leur poids primitif. La

décomposition s'y est faite d'une tout autre façon. Les cubes sont en apparence sains ; leur surface est bien lisse, continue, sans fentes. Mais, si l'on fait une section médiane, on voit le centre sillonné de larges fentes qui, à l'inverse des précédentes, se ferment près de la surface. Ces fentes sont garnies de plaques d'un mycélium blanc (1). Ces cubes, intacts en apparence, sont très légers et *sonnent le creux*, tandis que le cube voisin microsolé rend le son normal. La densité du hêtre témoin de la série C n'est plus que de 0,396 après trois ans de séjour dans l'air humide et tempéré des galeries ; elle a diminué de près de moitié.

Ces hêtres des galeries montrent le type le plus net de bois échauffé, uniformément brun, devenu absolument inutilisable sous l'unique action du champignon. Ce bois n'a plus aucune résistance ; il est hors d'usage.

Voici les champignons qui, d'après les observations et les essais d'infection de M. J. Tuzson, ont la plus grande part dans les phénomènes de décomposition du hêtre.

*Stereum purpureum* Pers. — En première ligne il faut citer le *Stereum purpureum* (2), champignon hyménomycète de la famille des Téléphorées.

Ses fructifications forment des plaques coriacées, de 1 centimètre à 3 centimètres de largeur, souvent aussi plus grandes ou plus petites, qui se développent sur les sections d'abatage ou de tronçonnement du hêtre.

Elles commencent par la formation d'une croûte mycélienne petite, ronde, blanchâtre ou violette. « Quand elle a ainsi atteint un diamètre d'environ 1 centimètre, son bord supérieur qui est libre croît horizontalement en forme d'éventail ou de coquille à marge entière et courbée en dessus. La face supérieure de ce

1. La moitié du cube a été placée sous une cloche hermétique dans un milieu aseptique ; l'autre a été laissée à côté en plein air dans le sous-sol du laboratoire. On verra bientôt quels sont les champignons qui, en trois ans, ont fait disparaître la moitié de la matière ligneuse.

2. C'est un de nos mycologues forestiers les plus distingués, M. D'ARBOIS DE JUBAINVILLE, conservateur des forêts en retraite, qui a le premier en France signalé l'importance de l'action destructive du *Stereum purpureum* sur le bois de hêtre. Ce savant, qui a tant contribué à rectifier les idées erronées qui avaient cours en France sur les causes des altérations des bois et à prouver qu'elles étaient toutes dues à des champignons dont chacun produit une décomposition spéciale, a donné dans la *Revue des Eaux et Forêts* de 1890 (p. 277) une excellente description du *Stereum purpureum* et des altérations qu'il provoque.

chapeau est velue, grisâtre ou fauve, plus ou moins zonée. La face inférieure ou hyméniale est coriace, glabre, purpurine ou lilas. Le tissu intermédiaire est blanchâtre, fibreux.

« Ces chapeaux horizontaux et semi-circulaires sont rarement isolés ; ordinairement ils se groupent en grand nombre. En se développant ils se soudent à leurs voisins par leurs bords latéraux et forment chacun un lobe du chapeau composé résultant de leur jonction. De nombreuses rangées de ces chapeaux s'étagent aux extrémités des troncs de hêtres, se pressent les unes au-dessus des autres et leur ensemble prend ainsi un aspect imbriqué. » (D'ARBOIS DE JUBAINVILLE.)

Les spores sont unicellulaires, longuement cylindriques ou ovales, incolores, ayant 5-7  $\mu$ . de long sur 2,5-4  $\mu$ . de large.

Le mycélium est incolore et d'épaisseur variable. Dans le bois sous la fructification, les hyphes ont 2-4  $\mu$ . Ceux qui pénètrent plus loin dans le bois sont d'ordinaire plus fins ; on en mesure qui ont 0,4  $\mu$ . Ils pénètrent assez vite le bois dans toute sa longueur et provoquent au début d'abord l'échauffement, plus tard la pourriture blanche. D'ordinaire, le bois sous écorce gisant en forêt ou ailleurs est complètement échauffé en trois ou quatre mois<sup>(1)</sup>. « Des hêtres abattus en hiver, près Darney (Vosges), sont tronçonnés en billes de 4 mètres et conduits sur le chantier de l'usine. Dès le mois de juillet ou d'août suivant, les extrémités des billes commencent à s'altérer. Au mois d'avril de l'année suivante, soit environ un an après le tronçonnement, la décomposition atteint parfois toute la longueur des billes, en sorte qu'il ne reste plus de bois sain susceptible d'être utilisé par l'industrie. Très souvent nous avons vu le *Stereum purpureum* sur les hêtres exploités, et même sur leurs souches, d'où il atteignait et tuait les rejets provenant de bourgeons adventifs. » (D'ARBOIS DE JUBAINVILLE.)

*Hypoxyylon coccineum*(<sup>2</sup>) Bull., dont les fructifications se voient

1. M. TUZSON a trouvé l'intérieur de traverses de chemin de fer complètement brun cinq ou six mois après l'abatage en hiver ; les taches blanches de la pourriture se voyaient un mois ou deux après.

2. L'*Hypoxyylon coccineum* ou *Sphaeria fragiformis* Pers. ou *Sphaeria rubra* Willd. est une Sphériacée de la section des Phéosporées composées qui, d'après SACCARDO, habite les rameaux du hêtre et, plus rarement, des chênes, saules, charmes, bouleaux, etc.

très souvent sur le bois de hêtre pourri. C'est lui qui, avec le précédent, provoque le plus fréquemment l'échauffement et la décomposition du bois. Ses fructifications sont globuleuses, habituellement de la grosseur d'un pois, mais elles peuvent acquérir de plus fortes dimensions; elles sont souvent groupées. A l'état jeune elles sont verdâtres, violettes, grises ou jaunâtres et revêtues d'un hyménium conidiophore; plus tard les fructifications deviennent rouge-brique à la surface, noires à l'intérieur. On les voit d'ordinaire sur la section transversale, plus tard aussi sur l'écorce. Le mycélium brunâtre a 2-4  $\mu$ . d'épaisseur au voisinage des fructifications.

Le mycélium pénètre le bois vite et profondément comme celui du *Stereum purpureum*.

Sur les traversés de chemin de fer en bois de hêtre échauffé, M. Tuzson n'a jamais vu apparaître que les fructifications de ces deux espèces.

*Bispora monilioides* (1) Corda. — Les spores de cette espèce germent facilement sur le bois frais du hêtre et les chaînes de conidies y forment sur les sections transversales ou longitudinales des revêtements noirs. Les fragments infectés artificiellement ont été complètement recouverts de ces conidies en l'espace d'un mois. A l'air libre on observe les taches noires quatre ou cinq mois après l'abatage. Les filaments pénètrent à travers toute la masse, provoquant l'échauffement du bois; ils ont une épaisseur variable. Les filaments fins sont incolores et très difficiles à constater dans le bois, même à un fort grossissement, comme ceux des espèces précédentes. Dans les fragments infectés la plupart des hyphes, d'un brun jaunâtre clair, avaient 2-3  $\mu$ . d'épaisseur avec des parois assez épaisses et formaient souvent des zigzags et des dichotomies coralliformes. La forme apothécie n'est pas encore exactement connue.

*Tremella faginea* (2) Britz. — On trouve très fréquemment les fructifications de ce champignon sur le bois de hêtre en train de

1. Le *Bispora monilioides* Corda est une Dématiée de la section des Didymosporées, sous-section des Micronémées.

2. *Tremella faginea* Britz., hyménomycète de la famille des Tremellacées. « *Habitat in truncis fagineis* », dit Saccardo.

pourrir. Elles sont gélatineuses, d'une teinte olive ou noire. On le voit plus tardivement apparaître que les espèces précédentes sur le bois abattu, normalement après deux ou trois ans. Ses filaments traversent en tous sens le bois déjà partiellement décomposé par les espèces précédentes.

Les fragments d'aubier frais infectés par ce champignon s'échauffèrent et, huit mois après, apparut le mycélium, en forme d'ouate blanche qui se développa en bourrelets et en filaments enchevêtrés et qui s'étendit même sur la paroi du vase.

Le *Tremella faginea* ne semble pas être en cause lorsqu'il s'agit d'un échauffement rapide du bois de hêtre; il n'arrive qu'après, mais n'en est pas moins un destructeur dangereux; car c'est un des premiers saprophytes du bois desséché.

Par les temps humides on voit en grande quantité sur les branches, sur les bûches de chauffage ses fructifications de taille variable, ayant jusqu'à 10 centimètres de long et 4 à 5 centimètres de large. Les basidiospores manquent sur les fructifications fraîches, vigoureuses, brillantes; elles n'apparaissent que plus tard quand des jours secs succèdent à des temps humides et que les fructifications sont recroquevillées.

Les spores ont  $4-5 \times 11-18 \mu$ ; elles sont incolores, un peu courbées, à bouts arrondis; à l'intérieur on voit des granules et des gouttelettes de taille variable.

*Schizophyllum commune* Fr. — C'est encore un des destructeurs du bois de hêtre. Les essais d'infection montrent qu'il peut s'installer sur le bois frais et que ses filaments, en pénétrant dans les tissus ligneux, peuvent en provoquer le brunissement et l'échauffement. A l'air libre, cette espèce, comme la précédente, ne s'installe que tardivement sur le bois dont elle amène la pourriture blanche. Très souvent, décompose le bois sec mis en œuvre.

Les fructifications de cette agaricinée assez commune dans toute la France sont sessiles, en forme de coupe; les lames hyméniales épaisses et creusées, sur la tranche, d'une gouttière longitudinale, se bifurquent plusieurs fois. Le chapeau très poilu est blanc ou gris rosé; les lames sont blanchâtres, puis rosées.

Tels sont les champignons qui, d'après les essais d'infection et les observations à l'air libre de M. J. Tuzson, provoquent l'échauffement et la décomposition ultérieure du bois de hêtre. Les deux

espèces qui sont à la fois les plus répandues et les plus actives sont, sans conteste, le *Stereum purpureum* et l'*Hypoxylon cocci-neum*.

#### Durée des traverses de chêne et de hêtre

Pour montrer l'efficacité des antiseptiques tels que la créosote et ses dérivés, efficacité qui se manifeste évidemment aussi bien dans tous les emplois des bois en plein air que dans l'emploi comme traverses de chemins de fer, nous ne pouvons mieux faire que de rapporter un extrait de l'étude approfondie de M. Dufaux (*loc. cit.*, p. 152). « Le hêtre et le chêne créosotés sont exclusivement employés aujourd'hui sur tout le réseau de l'Est... Les proportions moyennes pour mille des traverses retirées de toutes nos voies pendant vingt-sept ans sont données par un graphique qui fait ressortir l'utilité du créosotage, mais qui est surtout intéressant par la comparaison qu'il permet d'établir entre la durée totale du chêne et celle du hêtre créosotés.

« On constate en effet que le chêne non préparé aura duré environ quinze ans, que le chêne créosoté durera environ vingt-cinq ans et que le hêtre créosoté ne sera remplacé qu'après trente ans environ.

« Au bout de quelques années, dans les voies très fatiguées, la traverse en chêne créosoté subit une désagrégation mécanique dans les entailles, par suite de l'écrasement sous les rails des couches annuelles du bois. Les fibres se séparent et se brisent du côté de l'entaille où la charge est la plus forte; la poussière et l'eau qui pénètrent entre ces fibres arrivent ensuite à les décomposer et il faudrait resaboter de plusieurs centimètres les emplacements des rails pour maintenir la traverse en service. Son épaisseur permet rarement de faire cette opération et la traverse ne peut plus être employée dans les voies principales.

« Il n'en est pas de même de la traverse en hêtre, qui se conserve intacte. Aussi préférons-nous le hêtre au chêne pour les lignes à grand trafic...

« En résumé, nous estimons que *les traverses en chêne créosoté ont une durée de quinze à vingt ans* dans les voies principales et ensuite de dix ans dans les voies de service; *celles en hêtre, bien*

*préparées* (1), de dimensions fortes, peuvent durer vingt à vingt-cinq ans dans les voies principales et servir aussi une dizaine d'années dans les voies de garage. Ces résultats font que la compagnie de l'Est n'a pas intérêt à employer des traverses métalliques...

« En l'état actuel il suffit d'acheter environ 250 000 traverses neuves pour l'entretien de tout le réseau.

« Dans ces conditions nous prenons tout le hêtre que nous trouvons sur le réseau et nous complétons par du chêne la quantité à approvisionner. »

Voilà des expériences faites en grand et dans les meilleures conditions de précision et d'impartialité. Le hêtre créosoté dure plus non seulement que le cœur de chêne tel quel, mais que le cœur de chêne créosoté. On ne voit pas pourquoi d'autres bois s'imprégnant à peu près aussi facilement que le hêtre, tels que le peuplier, le sapin, ne se comporteraient pas aussi vaillamment. Des clôtures, échelas, pieux, planches, etc., en bois tendre, de peu de valeur, bien imprégnés de créosote ou de carbolineum, ou de microsol ou de tel autre antiseptique ayant fait ses preuves, dureront probablement autant, sinon plus, qu'en cœur de chêne.

#### Dispositif des essais

Comme il s'agissait de rechercher, entre les antiseptiques les plus vantés, d'emploi facile, non dangereux, et en même temps peu coûteux, ceux qui préservaient le mieux le bois des altérations quelconques, aussi bien de celles dues aux intempéries, aux alternatives de sécheresse et d'humidité qu'à celles qui sont le résultat des attaques de divers champignons, on a placé les bois imprégnés dans deux milieux très différents. Les uns ont été exposés en plein air dans des jardins où ils étaient enfouis presque entièrement dans du terreau ou du fumier. La section transversale supérieure était en saillie de quelques centimètres. Ils recevaient librement la pluie, la neige, le soleil.

1. « Des morceaux de traverses en hêtre non créosoté ou en hêtre mal préparé (injecté à 12 kilogr. par exemple), placés dans le pourrissoir au moment de son installation en décembre 1901, ont été décomposés au bout de quelques mois; le hêtre bien préparé a résisté jusqu'à présent. » (Chantier de préparation des traverses de la compagnie de l'Ouest à Surdon [Orne], par J. MERKLEN, ingénieur. Extraits de la *Revue générale des chemins de fer*, mai 1905.)



Les autres ont été placés à l'abri de toutes ces influences atmosphériques dans des galeries servant à l'exploitation du minerai de fer oolithique de Lorraine. Dans ces galeries horizontales creusées à 10 mètres au-dessous de la surface, à sol simplement frais, suffisamment aérées, mais où l'air ne se renouvelle que lentement, règne une température constante de 10 à 12°. Ces conditions sont *a priori* favorables à la végétation des champignons, et l'observation le prouve; car les étais des galeries, ainsi que les vousoirs, sont couverts de mycéliums variés à stroma anormalement développé parmi lesquels beaucoup appartiennent à diverses Polyporées et notamment au *Merulius lacrymans*. On y voit aussi nombre d'agaricinées, et surtout des *coprins*.

On a disposé dans des galeries abandonnées<sup>(1)</sup> les bois en expérience, soit sur la terre même pour la série C, soit, pour la série D, sur des planches déjà infestées par les champignons. Ces bois sont restés exposés pendant trois ans aux spores et aux mycéliums sans qu'on y ait touché.

Tous ces échantillons pesés après dessiccation ont été placés l'un près de l'autre, mais sans contact, et dans des conditions identiques, de façon que, à la fin de l'expérience, les différences constatées dans l'état des tissus ligneux, dans leur résistance à l'écrasement, dans leur densité, etc., ne pussent être attribuées qu'à l'action de l'antiseptique.

Les bois à l'air libre et dans les galeries de mines, mis en place en septembre 1903, ne furent extraits qu'en octobre 1906, soit après un peu plus de trois ans.

*Bois en plein air.* — La série A fut placée au jardin de l'École forestière, dans un endroit bien découvert, et enfouie jusqu'à rez terre dans du fumier. Elle comprenait huit échantillons de chacune des cinq essences suivantes : chêne, pin d'Alep, hêtre, peuplier, sapin, soit en tout quarante spécimens. Les sept antiseptiques employés furent : *Carbolineum Avenarius*, carbolineum marque du Lion, microsols, antinonnine, goudron, acide fluorhy-

1. Nous remercions vivement M. FOULD, industriel, propriétaire de la mine de Ludres, près Nancy, qui nous a aimablement autorisé à nous servir de ses galeries, et M. ROMESTAN, le chef mincur, qui nous a prêté le concours le plus dévoué.

Les séries de bois en plein air furent disposées l'une dans le jardin de l'École forestière, l'autre dans un jardin d'une petite ville (Vézelize) située à 30 kilomètres de Nancy et jouissant à peu près du même climat.

drique, lysol. Le huitième échantillon de chaque espèce fut placé tel quel pour servir de témoin, de terme de comparaison.

La série B, installée dans le jardin de Vézelize, comprenait quarante fragments identiques aux précédents, imprégnés de la même façon avec les mêmes antiseptiques et placés dans du terreau de couche où ils étaient aux trois quarts enfouis.

*Bois à l'abri.* — La série D, placée sur des planches champignonnées dans la galerie 4 bis de la mine de fer de Ludres, renfermait quarante échantillons des mêmes essences; les antiseptiques employés furent les mêmes que les précédents, moins le lysol, reconnu inefficace; en outre, l'antigermine fut essayée sur des cubes de chêne, de hêtre, de sapin accompagnés, naturellement, de cubes témoins.

La série C fut disposée sur le sol même dans une galerie voisine (3 bis). Elle comprenait quarante échantillons des mêmes bois imprégnés des mêmes solutions fungicides: *Carbolineum Avenarius*, carbolineum, marque du Lion, goudron, microsol, lysol, acide fluorhydrique.

Pour varier les conditions, les cubes d'essai furent placés non plus sur des planches champignonnées, mais sur le sol au voisinage de bois infestés de mycélium. Ce sont ces galeries qui, après beaucoup de recherches, ont paru le milieu le plus favorable pour le développement des champignons. Les étais et les planches qui forment le boisement de la galerie maîtresse avoisinante sont couverts de mycéliums parmi lesquels se trouve fréquemment celui du *Merulius*; les champignons trouvent là des conditions très favorables (obscurité, air humide, stagnant, température constante); en outre, dans ces galeries abandonnées, les spécimens peuvent rester vingt ans sans être dérangés.

## RÉSULTATS

## I — BOIS EN PLEIN AIR

(En contact avec le sol, le terreau, le fumier)

## SÉRIE A — BOIS PLACÉS DANS DU FUMIER

(jardin de l'École forestière)

## État des bois

Les quarante échantillons exposés pendant trois années en plein air dans les conditions précédemment énoncées ont été examinés le 4 octobre 1906.

Voici les résultats de cet examen qui a été complété par des pesées.

1. *Carbolineum Avenarius*. — Les cinq cubes d'essai (chêne, pin d'Alep, hêtre, sapin, peuplier) semblent extérieurement en parfait état. La surface inférieure est encore onctueuse et tache les doigts.

Tous ces bois, plongés pendant vingt-quatre heures dans le *Carbolineum Avenarius*, se sont admirablement comportés.

Tous, même le peuplier, si altérable, étaient aussi sains qu'au moment de la mise en place (voir le n° 11 de la planche VI à comparer avec le n° 14 de la planche II).

Ces bois humides, laissés pendant quinze jours sur le plancher d'une chambre, se couvrent de moisissures superficielles, peu adhérentes, sauf sur le peuplier où elles ne disparaissent pas même sous d'énergiques coups de brosse<sup>(1)</sup>.

2. *Carbolineum*, marque du *Lion*. — Les cinq échantillons se montrent aussi, après ces trois ans d'exposition aux intempéries, absolument inaltérés<sup>(2)</sup>.

1. Les champignons peuvent donc très bien recouvrir du bois enduit de carbolineum; mais, même sur le peuplier, ces moisissures ne pénétraient pas dans le bois.

2. Les cubes de peuplier traités par les deux carbolineums ont été sciés par le milieu et les faces sciées ont été immédiatement appliquées sur du papier de soie. Le *Carbolineum Avenarius* y a laissé une empreinte bien plus nette et plus teintée que celle du carbolineum du *Lion*.

3. *Lysol*. — Le chêne est couvert de moisissures blanches sur toutes les faces et l'aubier est manifestement altéré, surtout à la face inférieure de la demi-rondelle.

Les zones de bois de printemps du pin d'Alep sont usées, corrodées sur tout le pourtour.

Le cube de hêtre porte des champignons sur toutes les faces et le bois est altéré (l'ongle s'y enfonce aisément) surtout à la face inférieure.

Le sapin a le bois de printemps usé sur la base du cube.

Quant au peuplier; il est complètement décomposé dans sa partie souterraine.

Donc, pour ces cinq essences, le lysol, bien qu'employé à dose très forte, s'est montré un fort mauvais préservatif contre les altérations dans la terre humide et dans le fumier.

4. *Microsol*. — Au contraire, tous les échantillons immergés dans une solution de microsol à 4 % se sont parfaitement maintenus. Même le peuplier, si putrescible, retiré de cette couche de terreau et de fumier où il est resté enfoui pendant trois ans, exposé à la pluie, à la neige, aux alternatives de température, de sécheresse et d'humidité, aux attaques des champignons, s'est tenu en parfait état de conservation, comme le montrent les planches I et II qui figurent les surfaces réduites aux 6/10.

*Planche I*. — Sur la planche I on a représenté la face inférieure de l'échantillon microsolé (n° 8), face correspondant à une section transversale de la tige. Elle ne montre aucune trace d'altération, non plus que les faces latérales (sections tangentielles de la tige). On y voit seulement une *roulure partielle* qui existait au début de l'expérience. Elle ne s'est pas agrandie et les tissus ligneux de bordure ne se sont point du tout altérés, pendant ces trois années de séjour dans le fumier.

Le cube témoin, au contraire, est arrivé *au dernier degré de décomposition*. Une des arêtes a même disparu par suite de sa transformation en humus (voir la figure, planche I).

*Planche II*. — Pour voir si la préservation des tissus n'avait eu lieu qu'à la surface dans le peuplier microsolé et jusqu'à quelle profondeur s'était manifestée la décomposition du bois dans le peuplier témoin, on a scié par le milieu les deux échantillons, normalement à l'axe de la tige. Ces sections médianes, représentées sur la planche II, montrent nettement que les tissus ligneux sont

aussi indemnes au centre qu'à la périphérie pour le peuplier microsolé, aussi altérés pour l'échantillon témoin. Du reste, le tableau ci-après, relatif à la perte en poids, c'est-à-dire à la disparition de la matière organique, dispense de longues explications.

5. *Antinonnine*. — Le chêne montre des moisissures; tout l'aubier enfoui est décomposé.

Le pin d'Alep est bien conservé, quoique les zones de bois de printemps soient un peu corrodées.

Sur le hêtre, moisissures nombreuses; bois enfoui, profondément altéré, surtout à la face inférieure.

Les zones de bois de printemps dans le cube de sapin sont en partie détruites.

Chez le peuplier, revêtu d'abondants mycéliums, l'altération est profonde de toutes parts; le bois est très spongieux; les racines le pénètrent facilement; des mycéliums de coprins s'y nourrissent et avaient développé un groupe de fructifications.

D'après cet essai, l'antinonnine serait un très mauvais préservatif contre les altérations que le bois est exposé à subir dans la terre et dans le fumier en plein air.

6. *Goudron*. — Les échantillons des cinq essences mises en expérience (chêne, pin d'Alep, hêtre, sapin, peuplier), immergés pendant vingt-quatre heures dans du goudron provenant des usines à gaz, ne montraient, après trois ans d'enfouissement dans le pourrissoir du jardin de l'École forestière, aucun indice d'altération.

7. *Acide fluorhydrique*. — L'aubier du chêne est entièrement détruit et le duramen de la face inférieure commence à s'altérer.

Le pin d'Alep est en bon état, sauf l'usure prononcée des zones de bois de printemps.

La partie enfouie du cube de hêtre est manifestement altérée ainsi que celle du sapin dont les zones de bois de printemps sont très usées sur la face inférieure.

Quant au cube de peuplier, il est arrivé, comme ceux qui ont été traités par le lysol et par l'antinonnine, au dernier degré de la décomposition; les deux tiers de la matière ligneuse ont disparu.

La face supérieure du sapin restée à l'air libre est indemne; mais la face inférieure en contact avec le terreau (fumier) est altérée, les zones de bois d'été s'y présentent en fortes saillies, ainsi que sur les faces latérales de la portion enfouie.

8. *Témoins.* — Des cinq sortes de bois mis en expérience tels quels, simplement après dessiccation, c'est le sapin et le pin d'Alep qui ont le mieux résisté; le bois n'est pas décomposé; on ne constate, comme sur les échantillons traités par l'acide fluorhydrique, l'antinonnine et le lysol, que l'usure plus ou moins accusée des zones tendres.

Les cubes de sapin et les demi-rondelles de pin d'Alep plongés dans les carbolineums, le goudron et le microsol sont intacts et ne présentent aucune trace d'usure, même sur la face inférieure la plus exposée.

Ainsi, pour ces deux essences, les quatre derniers antiseptiques se sont montrés efficaces; les trois premiers n'ont eu aucun effet.

L'aubier du chêne est absolument pourri et le cœur même s'est détérioré d'une façon marquée.

L'échantillon est dans un état encore un peu plus mauvais que ceux traités à l'acide fluorhydrique et à l'antinonnine.

Le hêtre est très notablement altéré, mais pas plus que les cubes traités à l'acide fluorhydrique, à l'antinonnine ou au lysol; les autres n'offrent aucun indice de décomposition.

Mêmes observations pour le peuplier, avec cette différence très significative que le *peuplier*, soit laissé tel quel, soit immergé dans l'acide fluorhydrique, dans l'antinonnine ou le lysol, *est, après trois ans d'exposition à l'air* par sa face supérieure et de contact avec le sol (terreau, fumier) par sa face inférieure, *totallement décomposé*, tandis que les échantillons *traités par le Carbolineum Avenarius, le Carbolineum du Lion, le goudron ou le microsol sont aussi sains qu'au début de l'expérience.*

#### Perte en matière organique

Dans ce qui précède, l'action des divers antiseptiques a été appréciée à l'aide de caractères ne nécessitant l'emploi d'aucun instrument; l'aspect général, les modifications dans la teinte, dans l'odeur, dans la dureté, la grandeur des crevasses et des vides, etc., ont servi de critères.

On peut aller plus loin et se rendre compte par des pesées de la quantité *approximative* de matière organique qui a disparu, au détriment de la résistance, de l'élasticité, de la durée du bois. A ces divers points de vue, le meilleur antiseptique sera celui qui

empêchera toute transformation (solubilisation ou combustion) de la matière ligneuse primitive, lui maintenant ses qualités physiques originelles ; ce qui se peut apprécier le plus aisément par le poids (?).

Le tableau suivant donne les poids des échantillons d'essai de la série A pesés avant et après leur mise en expérience, tous dans les mêmes conditions :

ESSENCES	CARBOLINEUM AVENARIUS				CARBOLINEUM marque Lion				GOUDRON			
	N <sup>o</sup>	Avant		Différence	N <sup>o</sup>	Avant		Différence	N <sup>o</sup>	Avant		Différence
		Gr.	Gr.			Gr.	Gr.			Gr.	Gr.	
Chêne . . . . .	13	890	1 060	g. 170	15	1 125	1 250	g. 125	21	795	985	p. 190
Pin d'Alep . . . . .	9	1 285	1 040	g. 355	13	830	975	g. 145	19	770	785	g. 15
Hêtre . . . . .	12	2 430	2 855	g. 425	16	2 185	2 765	g. 580	20	2 150	2 655	g. 505
Peuplier . . . . .	11	1 275	1 840	g. 565	19	1 245	1 865	g. 620	25	1 350	1 230	p. 120
Sapin . . . . .	10	1 395	1 690	g. 295	18	1 325	1 600	g. 275	23	1 325	1 400	g. 75
		7 275		1 810		6 710		1 745		6 390		485

Comparons d'abord les poids et les sections médianes des cubes d'essai plongés soit dans le goudron, soit dans les carbolineums.

*Observations.* — 1. Comme la dessiccation a été opérée, avant et après, à peu près de la même façon et qu'il n'y a pas eu de perte sensible en matière organique, ce qui est prouvé par l'état de la surface et de la section médiane des quinze échantillons, l'augmentation de poids des échantillons carbolinés provient exclusivement de l'antiseptique absorbé ; cette augmentation s'élève pour les cinq espèces réunies à 25 % environ du poids du bois desséché à l'étuve.

Elle est insignifiante pour le goudron, sauf en ce qui concerne le hêtre, dont le bois s'imbibé avec une facilité particulière et a augmenté son poids de 25 %.

2. Cette différence entre les carbolineums et le goudron de gaz s'explique par ce fait que les carbolineums ont imprégné également tous les tissus des bois sans duramen (peuplier, hêtre) jus-

1. Il y aurait mieux à faire. Par l'emploi du microscope et des réactifs microchimiques on pourrait préciser l'action des divers antiseptiques sur les différents éléments des tissus, l'intensité et la ténacité de leur fixation, les modifications chimiques ou physiques qu'ils y déterminent, la façon et la cause de leur résistance aux attaques des champignons, des insectes, aux influences atmosphériques. Mais il faut reconnaître que nous ne possédons jusqu'alors presque aucune donnée sur ces points si importants pour la pratique.

qu'au centre et tout l'aubier des bois à duramen bien distinct (chêne, pin), partiellement même ce duramen, tandis que le goudron ne forme qu'un mince revêtement de 1 millimètre environ autour du chêne, du pin et du peuplier (1); chez le hêtre l'imprégnation du goudron est bien plus profonde.

Les bois sans duramen semblent avoir absorbé moins de *Carbolineum Avenarius* que de carbolineum Lion; l'augmentation de poids a été de 17 % avec le premier pour le hêtre et de 26 % avec le second; le poids du peuplier s'est accru de 44 % dans le *Carbolineum Avenarius* et de 49 % dans l'autre marque.

Les bois à duramen au contraire n'ont augmenté dans cette dernière mixture que de 11 % (chêne) et 17 % (pin d'Alep), tandis que l'accroissement de poids a été, avec le *Carbolineum Avenarius*, de 19 % (chêne) et 27 % (pin d'Alep).

Sur la périphérie des rondelles (pin, chêne) le goudron ne pénètre pas et ne forme qu'un enduit, tandis que, sur ces mêmes rondelles, non seulement tout l'aubier est entièrement pénétré, mais certaines couches du duramen du pin d'Alep sont injectées soit entièrement, soit partiellement et, alors, c'est toujours la zone de trachéides du bois d'été, à lumen étroit et à parois épaisses, qui absorbe surtout l'antiseptique. Sur le chêne, le carbolineum a pénétré aussi par les fentes dans le duramen qui les avoisine.

Cette expérience montre que pour imprégner aussi complètement que possible des poutres de 15/15 centimètres (et probablement avec le même succès des bois d'un plus fort équarrissage, des traverses de chemin de fer, par exemple) il n'est nullement besoin d'appareils compliqués. Il suffit d'immerger les bois pendant vingt-quatre heures dans du carbolineum, en opérant pendant les chaleurs de l'été pour rendre ces produits aussi fluides que possible et augmenter ainsi leur force de pénétration; mais il est certain que l'imprégnation est beaucoup plus rapide avec du carbolineum chauffé à 60°.

Quelques essais préalables indiqueront le laps de temps nécessaire pour une imprégnation complète et montreront sans doute qu'il suffira de quelques heures et peut-être d'une demi-heure (2).

1. Sur les sections faites dans le sens des fibres, on voit le goudron sous forme de lignes noires très ténues pénétrer dans le lumen des vaisseaux du peuplier jusqu'à une profondeur de 3 à 4 centimètres.

2. Nous avons déjà dit que ce procédé d'injection, le plus simple de tous, allait être



Quant au goudron, même chauffé à 50° ou 60°, il n'a pénétré dans aucun des bois expérimentés, sauf quelque peu dans le hêtre. On peut cependant arriver à faire absorber aux bois 30 à 50 % de leur poids sec de goudron en rendant celui-ci plus liquide par l'action de la chaleur et en utilisant, comme force mécanique, la condensation de la vapeur d'eau produite à une température élevée. Le bois est immergé et, en alternant les effets de chauffe et de refroidissement, on peut arriver, dit M. Melsens<sup>(1)</sup>, à pénétrer complètement certains bois tendres. Avec le procédé que nous avons employé, le goudron ne forme qu'un enduit superficiel et, s'il se fendille, le bois est aisément envahi par les champignons. Les carboléums à 60° ont, au contraire, pénétré, sans pression artificielle, tous les tissus ligneux, sauf les duramens du chêne, du pin d'Alep et les couches centrales du sapin lesquelles résistent aussi à l'injection sous pression des autres antiseptiques (goudron, créosote, sulfate de cuivre).

Examinons maintenant les poids, l'aspect extérieur et, s'il y a lieu, la section médiane des échantillons de chêne, de pin d'Alep, de hêtre, de peuplier et de sapin qui, après avoir été immergés pendant vingt-quatre heures dans des solutions de microsol, de lysol, d'antinonine et d'acide fluorhydrique, sont restés pendant trois ans exposés aux intempéries et enfouis presque entièrement dans un mélange de terreau et de fumier. Ils fourniront, par leur comparaison avec les échantillons témoins, des notions intéressantes.

Il y a de très grandes différences dans l'état de conservation des bois suivant qu'ils ont été en contact avec tel ou tel antiseptique.

Le tableau ci-contre donne le résultat des pesées.

---

employé pour les 70 000 traverses du chemin de fer à voie étroite de Toul à Thiaucourt qui sont en chêne avec un équarrissage de 12/18 centimètres et ont une longueur de 1<sup>m</sup>,70.

1. MELSSENS (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 1848 et 1865).

Série A

ESSENCES	MICROSOL			LYSOL			ANTINONINE			ACIDE FLUORHYDRIQUE			TÉMOINS		
	Numéros	POIDS avant après	Différence	Numéros	POIDS avant après	Différence	Numéros	POIDS avant après	Différence	Numéros	POIDS avant après	Différence	Numéros	POIDS avant après	Différence
Chêne . . . . .	6	Gr. 1 080 995	p. 85	30	Gr. 975 870	p. 105	3	Gr. 1 010 720	p. 290	26	Gr. 970 795	p. 175	22	Gr. 954 709	p. 245
Pin d'Alep . . . . .	7	Gr. 1 095 1 010	p. 85	25	Gr. 823 790	p. 63	3	Gr. 1 210 1 070	p. 140	23	Gr. 878 792	p. 86	21	Gr. 980 770	p. 210
Hêtre . . . . .	4	Gr. 2 270 2 270	p. 0	29	Gr. 2 148 1 918	p. 230	5	Gr. 2 515 1 250	p. 1 265	24	Gr. 2 370 1 525	p. 745	9	Gr. 2 155 1 560	p. 595
Peuplier . . . . .	8	Gr. 1 460 1 410	p. 50	30	Gr. 1 390 562	p. 828	4	Gr. 1 428 322	p. 1 033	27	Gr. 1 385 500	p. 885	14	Gr. 1 485 725	p. 760
Sapin . . . . .	7	Gr. 1 360 1 390	g. 30	28	Gr. 1 350 1 340	p. 10	2	Gr. 1 340 1 280	p. 60	29	Gr. 1 365 1 290	p. 75	15	Gr. 1 360 1 310	p. 50

On voit, d'après les chiffres du tableau, que le sapin est l'essence qui a le mieux résisté, qui a le moins perdu de son poids primitif.

Viennent ensuite le pin d'Alep, puis le chêne. L'aubier de ce dernier est en partie détruit dans les échantillons témoins ou traités par l'acide fluorhydrique, l'antinonine ou le lysol; cette région si altérable du chêne s'est au contraire fort bien conservée sous l'action du microsol. Avec cet antiseptique, qui paraît devoir être compté parmi les meilleurs, *le hêtre et le peuplier ont gardé leur aspect et leur poids primitifs*, tandis que tous les autres chiffres du tableau se rapportant à ces deux essences accusent une diminution de poids considérable correspondant à une désorganisation profonde des tissus. Cette diminution va du tiers à la moitié pour le hêtre et, dans le peuplier, les trois quarts de la matière organique ont disparu dans quelques spécimens.

#### SÉRIE B — BOIS PLACÉS DANS DU TERREAU

(jardin de Vézelize)

##### État des bois

Comme les conditions dans lesquelles ont été placés pendant trois ans les quarante échantillons de la série B sont toujours restées à peu près identiques à celles des bois de la série A, les bois se sont comportés à peu près de la même façon.

On passera donc rapidement sur la description de leur état au terme de l'expérience, renvoyant à ce qui a été dit pour la série précédente.

La moitié de ces bois, ceux qui ont été immergés dans les carbolineums, le goudron et le microsol, a été retirée intacte.

La planche VIII montre sous le n° 14 le hêtre traité au *Carbolineum Avenarius* et qui est admirablement conservé; qu'on veuille bien le comparer au hêtre témoin (même planche n° 1) qui a été soumis aux mêmes influences.

*Lysol.* — Le chêne est profondément altéré non seulement dans l'aubier, mais même dans le duramen et sur les deux faces de la demi-rondelle. Sur les deux faces aussi, les zones de bois de printemps du pin d'Alep sont corrodées sur tout le pourtour;

l'aubier est intact, tandis que celui du chêne est pourri de tous côtés; conséquemment, la perte en poids, insignifiante pour le pin, s'élève au tiers du poids primitif pour le chêne.

Le hêtre et le peuplier sont aussi fortement décomposés.

Le sapin a le bois de printemps usé à la face inférieure.

*Antinonnine.* — Comme la série A.

*Acide fluorhydrique.* — Comme la série A.

*Témoins.* — Des cinq sortes de bois mis en expérience, c'est, comme dans la série A, le sapin qui est le moins altéré, quoiqu'il le soit notablement plus que l'échantillon du jardin de l'École.

Il est assez curieux de voir le pin d'Alep perdre ici 50 % de son poids, tandis que dans la série A il s'est bien mieux conservé, n'ayant perdu que 20 %. Il est beaucoup plus décomposé que les échantillons traités au lysol, à l'antinonnine ou à l'acide fluorhydrique.

Le chêne, le hêtre (voir la planche VIII) et le peuplier présentent aussi des tissus ligneux très fortement altérés, plus que les échantillons correspondants de la série A.

Le *terreau* semble donc être un pourrissoir plus énergique que le *fumier* ordinaire.

### Perte en matière organique

Les observations précédentes sont corroborées par la détermination des poids avant et après l'expérience. Voici d'abord les poids des cubes plongés soit dans le goudron, soit dans les carbolineums.

#### Série B

ESSENCES	CARBOLINEUM AVENARIUS			CARBOLINEUM marque Lion			GOUDRON					
	N <sup>o</sup>	Avant	Après	Dif- férence	N <sup>o</sup>	Avant	Après	Dif- férence	N <sup>o</sup>	Avant	Après	Dif- férence
Chêne. . . . .	10	Gr. 890	Gr. 1 080	g. 190	16	Gr. 1 015	Gr. 1 270	g. 255	20	Gr. 890	Gr. 875	p. 15
Pin d'Alep. . . . .	11	Gr. 1 005	Gr. 1 280	g. 275	15	Gr. 885	Gr. 1 045	g. 160	18	Gr. 810	Gr. 855	g. 45
Hêtre . . . . .	14	Gr. 2 135	Gr. 2 960	g. 825	19	Gr. 2 185	Gr. 2 825	g. 640	21	Gr. 2 170	Gr. 2 720	g. 550
Peuplier. . . . .	13	Gr. 1 505	Gr. 1 935	g. 430	21	Gr. 1 310	Gr. 1 680	g. 370	23	Gr. 1 420	Gr. 1 635	p. 385
Sapin. . . . .	12	Gr. 1 400	Gr. 1 600	g. 200	20	Gr. 1 350	Gr. 1 540	g. 190	23	Gr. 1 325	Gr. 1 540	g. 215
		Gr. 6 935		Gr. 1 920		Gr. 6 745		Gr. 1 615		Gr. 6 615		Gr. 810

L'augmentation de poids due à l'absorption du carbolineum s'élève, dans les conditions de l'expérience, pour l'ensemble des

cinq essences, à 25 % (série A) et à 28 % (série B) pour le *Carbolineum Avenarius*, et à des chiffres très voisins 26 % (série A), 24 % (série B) pour le carbolineum marque du Lion.

Le bois de chêne a absorbé 20 % de son poids de *Carbolineum Avenarius* et 18 %<sup>(1)</sup> de son poids de carbolineum Lion.

Celui de hêtre, 27 % de chacun de ces produits.

Celui de peuplier, 36 % à 38 %; le poids du sapin n'a augmenté que de 18 %.

On voit que, pour les deux séries, l'augmentation de poids due à l'enduit formé par le goudron est insignifiante, sauf en ce qui concerne le hêtre dont le poids s'est accru de 24 %<sup>(2)</sup>, comme dans la série A.

On peut, avec ces données, calculer approximativement la quantité de l'un de ces produits qui sera nécessaire pour imprégner un certain poids de bois et déterminer le prix de revient de l'opération.

Dans le tableau ci-contre, on a réuni les poids (avant et après l'expérience) des échantillons traités au microsol, au lysol, à l'antinonine et à l'acide fluorhydrique, ainsi que ceux des échantillons témoins.

On voit que, comme pour la série A, les spécimens microsolés ont gardé toute leur matière organique; la balance n'accuse que des différences insignifiantes en plus ou en moins dans le poids primitif.

Les bois ont leur aspect, leur teinte, leur dureté du début de l'expérience, tandis que le lysol, l'antinonine, l'acide fluorhydrique n'ont eu aucun rôle utile; les bois traités par ces antiseptiques sont tout aussi altérés, quelquefois plus, que les témoins.

Les résultats obtenus avec la série B démontrent mieux que ceux de la série A l'efficacité des carbolineums, du goudron et du microsol, parce que les échantillons témoins de cette série B (jardin de Vézelize) sont manifestement plus décomposés que ceux du jardin de l'École. Les conditions extérieures se sont montrées moins favorables à Vézelize qu'à Nancy pour la conser-

1. Ces doses considérables tiennent à ce que, d'après la forme et le faible diamètre des échantillons (demi-rondelles), l'aubier occupait dans le volume total une proportion inusitée.

2. C'est le bois de hêtre qui absorbe le mieux le goudron. Sur certains points, dans le bois plein, sans aucune fente, le goudron a pénétré à 1 centimètre.

Série B

ESSENCES	MICROSOL			LYSOL			ANTINONNE			ACIDE FLUORHYDRIQUE			TÉMOINS			
	Numéros	avant	après	Différence	Numéros	avant	après	Différence	Numéros	avant	après	Différence	Numéros	avant	après	Différence
Chêne . . . . .	7	Gr. 1 080	Gr. 995	p. 85	Gr. 950	Gr. 825	p. 325	Gr. 800	Gr. 1 120	Gr. 800	p. 320	Gr. 950	Gr. 755	Gr. 870	Gr. 675	p. 195
Pin d'Alep . . . . .	5	Gr. 900	Gr. 895	p. 5	Gr. 870	Gr. 810	p. 60	Gr. 990	Gr. 1 020	Gr. 1 020	g. ? 30	Gr. 890	Gr. 830	Gr. 1 125	Gr. 565	p. 560
Hêtre . . . . .	10	Gr. 2 280	Gr. 2 360	g. 80	Gr. 2 235	Gr. 1 695	p. 540	Gr. 2 245	Gr. 1 275	Gr. 1 275	p. 970	Gr. 2 135	Gr. 1 270	Gr. 2 360	Gr. 1 680	p. 680
Peuplier . . . . .	9	Gr. 1 270	Gr. 1 395	g. 125	Gr. 1 385	Gr. 1 135	p. 250	Gr. 1 905	Gr. 550	Gr. 1 355	p. 26	Gr. 1 145	Gr. 660	Gr. 1 355	Gr. 910	p. 445
Sapin . . . . .	8	Gr. 1 485	Gr. 1 510	g. 25	Gr. 1 300	Gr. 1 235	p. 65	Gr. 1 290	Gr. 1 310	Gr. 1 310	g. 20	Gr. 1 325	Gr. 1 230	Gr. 1 495	Gr. 1 280	p. 215

vation des bois<sup>(1)</sup>. Ainsi le sapin et le pin d'Alep témoins de la série B sont bien plus décomposés que ceux de la série A, comme l'indique leur perte en poids beaucoup plus accusée; le hêtre et le peuplier témoin montrent aussi un degré de décomposition plus avancé.

Enfin, la pesée, confirmant l'examen à la vue, indique que c'est, comme pour la série A, le sapin qui, mis tel quel dans le terreau, a le mieux résisté.

### Résumé de la première partie

1° Avec le procédé adopté, les deux variétés de carbolineum ont pénétré jusqu'au centre du peuplier, du hêtre, du sapin et ont imbibé tout l'aubier du chêne et du pin d'Alep, même quelques plages de leur duramen, sans qu'il ait été besoin de recourir à la vapeur et à la pression. La teinte brune que prend le bois partout où a pénétré le carbolineum est, à cet égard, tout à fait démonstrative. Mais le microsol, qui imbibe le bois aussi à fond que le carbolineum, ne peut être décelé que par le réactif du cuivre. Les augmentations de poids relevées pour chaque essence donneront des indications sur la quantité nécessaire à l'imprégnation d'un poids donné de matière ligneuse par les carbolineums ou les produits analogues;

2° Des échantillons témoins, laissés trois ans en plein air dans le terreau ou le fumier, c'est le sapin qui s'est le mieux conservé; après, vient le pin d'Alep. L'aubier du chêne, ainsi que le hêtre et le peuplier, sont très altérés; leur bois n'a plus aucune résistance; on serait obligé de le remplacer<sup>(2)</sup>;

3° Le point important à retenir est que, dans les deux séries A et B, *le lysol, l'antimonine, l'acide fluorhydrique n'ont eu aucune action préservatrice*; les échantillons qui ont été en contact avec ces produits sont aussi décomposés, sinon plus, que les témoins. Au contraire, *le chêne, le pin d'Alep, le hêtre, le peuplier, le sa-*

1. Le climat est à peu près le même; les bois de la série B étaient enfoncés rez terre dans du vieux terreau de couche et ceux de la série A dans du fumier. Est-ce là la raison? En tout cas, la différence dans l'état des témoins était très sensible.

2. Le terreau semble constituer un meilleur pourrissoir que le fumier; tous les bois plongés dans le terreau étaient plus altérés que les échantillons placés dans le fumier, sauf le peuplier; pour les résineux surtout (pin d'Alep, sapin) la différence de poids est très sensible.

*pin traités soit par le Carbolineum Avenarius, soit par le Carbolineum marque du Lion, soit par le goudron, soit par le microsol, sont tous aussi intacts qu'au début de l'expérience.* Ils vont être remis en place ; on verra plus tard quel est celui dont l'efficacité se prolongera le plus longtemps.

#### Résultats après des expériences de plus longue durée

D'après les attestations fournies par les fabricants du *Carbolineum Avenarius* et par nombre de personnes ayant utilisé ce produit, la protection du bois par cet antiseptique se prolongerait fort longtemps. Citons seulement deux faits bien probants :

1° Une planche de sapin immergée dans le *Carbolineum Avenarius* et placée dans un sol très humide et riche en humus était complètement saine après vingt ans, tandis qu'un poteau de sapin non imprégné et voisin était absolument pourri après cinq ans.

Des échelas, des pieux, des clôtures sont, disent les prospectus de cette société, aussi intacts après vingt et même vingt-cinq ans qu'au moment de la mise en place ; il n'y a que l'usure atmosphérique des couches tendres de bois de printemps qui ne peut être évitée.

Toutes les attestations parlent de l'emploi de cet antiseptique à chaud<sup>(1)</sup> ;

2° Des lattes en bois de hêtre provenant d'une clôture de jardin, peintes une seule fois avec du *Carbolineum Avenarius* chaud, et posées au printemps de 1888, ne présentent encore aujourd'hui (1907), après dix-neuf ans, aucune trace d'altération.

1. L'imprégnation est beaucoup plus rapide à chaud. Une planche de hêtre plongée dans le *Carbolineum Avenarius* à chaud (65°-70°) s'imprègne instantanément, en une minute. Immergé pendant dix minutes dans ce même produit à 18°, le fragment de planche de hêtre examiné au bout de quatre jours n'est pas imprégné complètement ; il ne l'est qu'au bout d'une quinzaine de jours, par exemple, l'imprégnation du tissu ligneux ne se faisant que peu à peu. Nous répétons que nous n'entendons nullement affirmer la supériorité de la marque *Avenarius* sur les autres produits similaires ; la marque du *Lion* s'est montrée aussi efficace pour la préservation des bois pendant ces trois ans. S'il en est question ici, à l'exclusion des autres marques, c'est que ce produit, inventé en 1875 par M. Avenarius, est le plus employé, du moins dans le nord-est de la France ; que les grands consommateurs (chemins de fer de l'Est, usines Solvay) le préfèrent ; qu'il semble le meilleur, d'après les expériences rapportées plus haut, et d'une composition constante, ce qui est une condition capitale pour un antiseptique.



## II — BOIS A L'ABRI

## Conditions à réaliser

Les bois en œuvre sont souvent abrités contre les intempéries.

Dans ces conditions, l'expérience prouve que, s'ils ont été employés à l'état sec, s'ils ont été mis en place dans des milieux restant toujours secs, si enfin ils ne sont pas envahis par des insectes, ils se maintiennent pour ainsi dire indéfiniment en bon état.

Que si, par contre, au moment de la mise en œuvre, leur dessiccation est incomplète, s'ils sont en contact avec un air humide, chaud et confiné, les germes (spores ou mycélium) qu'ils recèlent ou qu'ils peuvent recevoir du dehors se développent en un stroma plus ou moins vigoureux, de forme particulière pour chaque espèce de champignon. Grâce aux ferments qu'ils sécrètent, ces hyphes désorganisent le bois et le rendent bientôt impropre à l'emploi qui lui avait été assigné.

Il fallait trouver un milieu remplissant les conditions précédentes et se rapprochant, par suite, de celles qui favorisent le développement du redoutable *champignon des maisons* (*Merulius lacrymans*).

Nous avons cru le rencontrer dans les galeries des mines de feroolithique de l'étage toarcien aux environs de Nancy. Les vousoirs et les étais des galeries maîtresses sont revêtus de nombreux champignons dont le stroma extraordinairement développé, atteignant des proportions inusitées, montre que le milieu est aussi favorable que possible au développement des champignons lignivores; parmi eux, on a souvent trouvé le *Merulius lacrymans* et le *Poria (Physisporus) vaporaria*, si communs dans les habitations.

La température est constante, oscillant autour de 10° à 12°; l'air est toujours suffisamment chaud et humide et ne se renouvelle que lentement. Deux séries d'échantillons ont été disposées dans deux de ces galeries; la série C a été placée dans la galerie 3 bis sur le sol même, la série D sur des bois champignonnés dans la galerie 4 bis.

### Principales espèces de champignons s'attaquant aux bois en œuvre

Les antiseptiques appliqués sur les séries C et D devaient les protéger exclusivement contre les champignons, puisque, par leur situation même, les bois mis dans les galeries de mines n'avaient rien à redouter des intempéries ni des insectes.

*Merulius lacrymans*. — Parmi ces champignons destructeurs des bois en œuvre, le plus important de beaucoup par sa fréquence, par l'intensité et la rapidité de ses dégâts est le champignon dit *des caves* ou *des maisons* (le *Hausschwamm* des Allemands) dont le nom scientifique est *Merulius lacrymans* Jacq<sup>(1)</sup>.

On se contentera ici de résumer ses principaux caractères et de montrer le grand intérêt que nous avons à préserver de ses atteintes les bois de nos habitations, en renvoyant le lecteur désireux de le connaître plus à fond aux nombreux travaux spéciaux dont ce champignon a été l'objet<sup>(2)</sup>.

Il fait partie de la grande famille des Polyporées, caractérisée par ce fait que l'assise génératrice des spores (*hyménium*) est disposée à la face inférieure du chapeau sur des lames anastomosées en réseaux ou en tubes plus ou moins larges.

Parmi les diverses formes du genre *Merulius*, caractérisé par son hyménium plissé-réticulé, à plis anastomosés formant des aréoles ou de larges cellules, l'espèce la plus importante est celle dont nous nous occupons. On l'a nommée *lacrymans*, c'est-à-dire *pleureur* parce que, dans les espaces fermés, quand il ne peut

1. Il s'appelle encore *Serpula lacrymans* Wulf. ou *Merulius destruens* Pers. ou *Merulius vastator* Tode. Ces deux derniers noms spécifiques font une allusion expressive à ses éminentes qualités destructrices. Son nom vulgaire allemand *champignon des maisons* est plus exact que la dénomination française (*champignon des caves*) puisqu'il attaque souvent aussi la charpente des étages supérieurs.

2. C'est au célèbre professeur de Munich, ROBERT HARTIG, que l'on doit les premières recherches approfondies (1878) sur la destruction des bois par les champignons. En 1875, il publia son important travail : *Der echte Hausschwamm*, dont son élève et continuateur M. von TUBEUF, vient de donner en 1902 une seconde édition (104 pages in-8) très augmentée. Beaucoup d'autres auteurs allemands, et en dernier lieu MÖLLER (1903), se sont occupés de ce terrible destructeur. La brochure de DIETRICH (Berlin, 1898, 2<sup>e</sup> édit.) : *Die Hausschwammfrage vom bautechnischen Standpunkte*, est particulièrement importante pour les praticiens. Dans la littérature française on trouvera un bon résumé de nos connaissances sur ce sujet dans l'*Étude sur le champignon des-maisons*, par J. BEAUVERIE, 64 pages, 9 figures, Rey, Lyon, et dans l'ouvrage *Le Bois*, par le même auteur, Paris, Gauthier-Villars, 1905.

Voir aussi mes articles, *Revue des Eaux et Forêts*, 1901 et 1902.

céder son eau à du bois, il l'élimine sous forme de gouttes ressemblant à des larmes.

*Mycélium.* — Le mycélium est d'abord d'un blanc pur ; il devient grisâtre avec l'âge. Les filaments s'accolent et s'enchevêtrent pour former des lames parfois très minces, ayant l'apparence et la minceur du *papier de soie*. Quand le mycélium est richement alimenté, dans un air humide et chaud, il peut former de vastes revêtements d'un blanc de neige ayant plusieurs centimètres d'épaisseur, absolument semblables à d'épaisses feuilles d'*ouate*. Une troisième forme, très importante, du mycélium du mэрule est la forme en *cordons* grâce auxquels le champignon, extrêmement avide d'eau, peut la transporter de la cave au grenier et continuer là son action destructrice. Ces cordons sont tout d'abord simplement des filaments ténus qui, profitant de toutes les crevasses, de tous les joints, cheminent à travers la maçonnerie et les couches de terre, ou derrière les boiseries ou dans les fissures des bois de charpente, et sont alimentés et humectés par les cordons situés en arrière.

Une fente de muraille, traversée au commencement par ces filaments ou hyphes tendres, laineux, contiendra plus tard un cordon épais, résultant de l'agglutination et de la prolifération de ce mycélium. Il y a dans ces cordons un *appareil tégumentaire*, sous forme d'une couche très serrée, sans méats, d'hyphes grisâtres, un *appareil conducteur*, sorte de larges vaisseaux formés par des hyphes entourant un espace vide ; on y trouve aussi des fibres très résistantes, à lumen presque imperceptible et à parois épaisses qui jouent le rôle du stéréome ou *appareil de soutien*, et les hyphes ordinaires, tendres, riches en plasma, avec leurs *cellules à boucles* (*Schnallenzellen*), sont l'appareil conjonctif et assimilateur où s'accomplissent les actes chimiques d'assimilation et de mise en réserve. C'est là un très remarquable exemple d'adaptation qu'on ne trouve que chez ce champignon, lequel modifie son organe unique, l'*hyphe*, de façon à former avec lui les quatre principaux appareils ou tissus des plantes supérieures. C'est par ces larges tubes, ces sortes de vaisseaux, que l'eau puisée dans les parties humides peut monter à une dizaine de mètres pour constituer de nouveaux filaments et humidifier le bois environnant, le rendant apte à être attaqué.

*Fructification.* — Quand le mycélium s'est suffisamment déve-

loppé dans son milieu nourricier, qu'il a accumulé une provision suffisante de matières plastiques et qu'il peut enfin arriver à l'air libre, il ne tarde pas à donner naissance aux fructifications bien connues. On voit, sur ce blanc tapis d'ouate, la masse mycélienne, d'abord blanche et peu serrée, devenir plus compacte, se colorer çà et là en rougeâtre, présenter des plis vermiformes qui bientôt se couvrent de spores couleur de rouille, à tel point que toute la surface fertile prend une coloration orangée foncée.

Les spores des basides ont 1 centième de millimètre de longueur et moitié moins de largeur.

*Destruction du bois par le mэрule.* — Ces spores apportées par le vent, ou les ouvriers ou les marchandises, existant même peut-être déjà dans les fentes du bois au moment de la mise en place (1), germent sur les bois humides; elles émettent à une de leurs extrémités un tube mycélien qui pénètre dans l'intérieur du bois, se ramifiant bientôt d'autant plus abondamment et vigoureusement qu'il circule dans un milieu plus riche. Ces filaments (hyphes) percent les parois des fibres ligneuses en y faisant de très fines perforations qui ne s'élargissent pas plus tard et qui sont très difficiles à observer au microscope, ce qui a fait croire à certains auteurs que le bois euvali par le mэрule n'offrait pas de perforations dues au champignon. C'est grâce aux diastases que sécrètent les hyphes, surtout près de leur point végétatif, que ceux-ci peuvent attaquer, rendre solubles et plus ou moins assimilables les éléments des tissus et notamment la gomme de bois (lignigomme), la coniférine, à un moindre degré, la cellulose. Il arrive un moment où le bois ne présente plus la réaction de la lignine, c'est-à-dire ne se colore plus en rouge par l'action de la phloroglucine et de l'acide chlorhydrique, mais il réalise au contraire la réaction de la cellulose en se colorant en bleu par le chloro-iodure de zinc.

Le bois épuisé par le champignon s'est transformé en une substance brune consistant en lignigomme, en tannin (2) et en

1. Quoique le champignon soit rare en forêt, il y existe cependant et le bois peut être déjà infesté là ou dans les divers chantiers où il a séjourné avant d'arriver à pied d'œuvre. Ces spores conservent longtemps leur faculté germinative. HARRIG en a vu germer après plus de sept ans.

2. Les dictionnaires de l'Académie et de Littré écrivent *tannin*; mais les anciens lexiques et les anciens auteurs (ex. : Thénard cité par Littré au mot *tan*) orthographiaient *tannin*; la plupart des auteurs modernes, obéissant à la logique, suivent cet exemple. *Tannage*, *tanner*, *tannique*, *tanneur* et vingt autres dérivés prennent deux *n*; pourquoi *tannin* seul n'en prendrait-il qu'une ?

oxalate de chaux. Tant que le bois contient de l'eau en abondance, il garde son volume primitif; mais, quand elle a disparu, il prend un tel retrait qu'il se produit des crevasses à angle droit l'une sur l'autre et que le bois se fragmente, sous la moindre pression des doigts, en fragments cubiques et, si on insiste, en poussière couleur tabac d'Espagne. L'ongle pénètre facilement dans le bois décomposé qui prend une coloration brune particulière bien significative.

En quelques années, *même en quelques mois*, ce parasite énergique *peut détruire la charpente d'une maison neuve*. On connaît de nombreux exemples.

Il est d'autant plus urgent de prendre des précautions contre ce champignon qu'il se développe de plus en plus et que ses dégâts sont beaucoup plus fréquents qu'autrefois.

Comme on ne peut reconnaître, au moment de la réception des bois, s'ils renferment ou non des germes d'infection (spores ou mycélium), comme on ne peut être sûr qu'ils n'en recevront pas du dehors à un moment donné, il est sage d'agir comme si tous les bois en œuvre possédaient déjà ces germes ou devaient les posséder un jour et de se placer dans des conditions telles qu'ils ne puissent se développer.

Il n'y a pour cela que deux moyens :

1<sup>o</sup> Le mэрule est très avide d'eau; il l'emprunte aux bois, aux murs, à l'air même avec lesquels il est en contact et la transporte avec lui par ses cordons d'un bout à l'autre du bâtiment.

*Pour qu'il se développe, il lui faut de l'humidité et inversement la dessiccation le tue ou, en tout cas, le paralyse.*

Donc, en n'employant que des bois bien secs, en encastrant les poutres dans des murs bien secs et assez épais pour s'opposer à la pénétration de l'humidité extérieure (murs exposés aux vents de pluie), en évitant toute cause de réhumectation permanente, ou en tout cas prolongée, d'une partie quelconque des bois d'une maison, en aérant et chauffant assez les pièces pour que les bois ne puissent reprendre une quantité notable de l'humidité atmosphérique, on est sûr que les champignons ne se développeront pas. Les charpentes, ou les planchers ou les meubles, pourront être détruits par les insectes; on n'aura à craindre aucune végétation cryptogamique;

2<sup>o</sup> Mais il faut reconnaître qu'on est bien rarement sûr de

pouvoir se placer dans les conditions précédentes, surtout avec les habitudes actuelles des commerçants en bois et des entrepreneurs de constructions.

Heureusement, il y a un autre moyen d'empêcher les champignons de se développer *même dans des poutres insuffisamment sèches placées dans des murs frais*, même dans des travures et des planchers posés directement sur le sol frais; c'est d'enduire les parties des bois qui doivent être en contact avec des milieux humides (murs, sol) ou même les bois tout entiers, s'ils sont trop peu secs, avec des antiseptiques éprouvés, d'une efficacité reconvenue, qui empêcheront le développement des germes préexistants ou futurs.

C'est pour guider les propriétaires, architectes, entrepreneurs dans le choix de ce meilleur antiseptique que nous avons installé des bois de diverses essences et diversement antiseptisés dans un milieu très favorable au développement des végétations cryptogamiques.

*Polyporus vaporarius* Fries. (*Poria vaporaria* Pers). — Voici une autre polyporée qui se présente beaucoup plus fréquemment en forêt (sur les pins, les épicéas) que l'espèce précédente. Elle infecte aussi bien les racines que les blessures de la base du fût. Le bois attaqué devient brun rouge, léger comme du liège, se fend par le dessèchement, s'écrase facilement en menus fragments et se rapproche peu à peu de l'état du bois à demi carbonisé sans devenir cependant jamais noir (1). Non seulement il est très dommageable sur les arbres vivants, mais, après le *mérule pleureur*, c'est sûrement lui qui cause le plus de dégâts dans les bois de construction.

Si l'on emploie dans les maisons du bois envahi par ce champignon et que ce bois ne se dessèche pas assez vite, le mycélium se développe plus ou moins abondamment *et détruit en peu de temps tout le matériel ligneux*. C'est surtout dans les caves et dans les rez-de-chaussée dont les planchers reposent sur le sol qu'il se propage le plus; il provoque une décomposition qui res-

1. Ce parasite, dit M. MATHÉY, *loc. cit.*, p. 166, engendre une pourriture du pied, excessivement fréquente sur les sapins des forêts du Jura et du Doubs où elle est connue sous les noms de *pain d'épice*, *pourriture liège*, etc. Cette maladie s'observe surtout chez les très gros arbres et offre une frappante analogie de facies et de développement avec la pourriture rouge du chêne, due le plus souvent à un autre polypore, le *P. sulphureus* (quelquefois au *Stereum frustulosum*).

semble beaucoup à celle du *mérule*. Le *P. vaporarius* absorbe pour son alimentation presque toute la cellulose des parois lignifiées, grâce à la diastase sécrétée par ses filaments mycéliens. Comme sur les arbres vivants, le bois devient brun clair, puis brun rouge, se crevasse suivant deux directions perpendiculaires. Par la dessiccation, les fentes s'élargissent, le bois perd toute consistance, devient extrêmement léger, s'écrasant aisément sous la moindre pression en menus fragments anguleux. Son mycélium s'étale à la surface des planches ou des poutres en lames minces d'un blanc pur ou en cordons qui ne deviennent jamais grisâtres comme chez le *mérule*.

Ses fructifications sont tout à fait différentes aussi (1).

La grande différence au point de vue des dégâts entre ces deux champignons éminemment destructeurs consiste en ce fait que le *P. vaporarius* est limité dans son champ d'action aux sous-sols et aux rez-de-chaussée. Il ne possède pas, comme le *Merulius lacrymans*, ces cordons si hautement différenciés qui permettent à ce dernier de porter jusqu'aux étages supérieurs l'eau puisée dans les caves, d'humecter ainsi et de décomposer les bois des parties les plus élevées des édifices (2).

*Autres champignons destructeurs des bois en œuvre.* — D'autres espèces, appartenant encore en majeure partie à la grande famille des *Polyporées* dont le bois sur pied ou en œuvre a tant à se plaindre, se rencontrent de temps en temps dans les maisons ou sur les bois exposés à l'air (poutres de ponts, clôtures, traverses de chemin de fer, etc.). Nous citerons :

*Merulius aureus* dont le mycélium ne forme pas de cordons épais comme le *mérule* ordinaire ;

1. Elles sont blanches, formant des croûtes de 5 millimètres d'épaisseur solidement adhérentes au substratum ; suivant le degré d'humidité et de chaleur, suivant l'emplacement, elles affectent les formes les plus diverses ; elles ne sont pas pérennes. Les tubes hyménophores de la surface libre sont toujours plus ou moins inclinés ; ils portent un hyménium composé de basides claviformes avec spores incolores ayant 5-6  $\mu$  de long (le  $\mu$  est 1 millième de millimètre) et 3-3,5  $\mu$  de large, et répandent une odeur forte *sui generis*.

2. M. Woy (*Zeitschrift für die Pflanzenkrankheiten*, 1903, p. 303) a observé qu'en Silésie le *Polyporus vaporarius* est plus commun que le *Merulius* ; il l'a constaté en ces dernières années dans plus de trois cents maisons. Il attribue cette fréquence à ce que, dans l'Allemagne orientale, on emploie de plus en plus des poutres et des planches de sapin de Galicie. Les arbres sur pied sont déjà attaqués par ce polypore. Dans les constructions neuves il commet ses dégâts surtout dans les trois premières années. Il est bien plus sous la dépendance du taux d'humidité du bois que le *mérule* et, par suite, il est plus facile de prévenir son apparition ou de le détruire.

*Coniophora cerebella*, ressemblant beaucoup au *Merulius*, mais dont l'hyménium ne présente jamais de plis saillants réticulés, dont les spores sont plus grosses (9-12  $\mu$  de long, 5-8  $\mu$  de large), régulièrement ellipsoïdes et d'une teinte plus brune ;

*Lenzites sepiaria* (*L. abietina*) dont le mycélium forme sur les poutres des masses grises ou brun-rouille, laineuses ou en bourrelets feutrés ; il peut parfaitement détruire les charpentes et traverser les murs. Les hyphes sont brun jaunâtre, entortillés, rarement ramifiés, présentant aussi des cellules à boucles ;

*Dædalea quercina*, *Trametes gibbosa* ont décomposé (1) des traverses de chêne injecté venant du Nord par flottage. Ces traverses avaient déjà du reste dix-huit ans de durée. On trouve aussi le *Dædalea quercina*, le *Corticium giganteum* dans les maisons, sur les poutres et les planches de chêne ;

*Leptoporus destructor*, *Lentinus squamosus*, *Paxillus acheruntius*, *Coprinus radians*, *Fomes annosus*, *Fomes pinicola*, *Merulius* (*Trametes*) *serpens*, *Psathyrella disseminata* ont été signalés, mais rarement, sur les bois en œuvre.

Les auteurs (HENNING) citent encore nombre d'ascomycètes et de sphéropsidacées.

### SÉRIE C — BOIS PLACÉS DANS LA GALERIE 3<sup>bis</sup>

(sur le sol même)

#### État des bois

Les trente-cinq échantillons sont restés, pendant trois ans, du 12 novembre 1903 au 12 novembre 1906, dans l'air humide et confiné de cette galerie, à la température de 8° à 12°.

Depuis leur sortie de la mine ils ont séjourné dans une chambre, soumis aux mêmes conditions que les échantillons des autres séries.

Ils ont été examinés et pesés en février 1907.

*Carbolineums et goudron.* — Les bois de chêne, pin d'Alep, hêtre, peuplier, sapin, qui ont été immergés pendant un jour soit dans le *Carbolineum Avenarius*, soit dans le carbolineum marque du Lion, soit dans le goudron, ont été retirés de la

1. En 1906, à la gare de Darnieulles, notamment.



galerie dans un état parfait de conservation, sauf la demi-ronnelle goudronnée de pin d'Alep. Une fente s'est produite à l'intersection de la surface cylindrique avec la section diamétrale et le long de cette fente tout l'aubier est altéré ; on sait que le goudron ne forme qu'un revêtement superficiel.

*Microsol.* — Tous les spécimens sont intacts.

*Lysol.* — L'aubier du chêne est décomposé sur son pourtour ; le pin est très altéré sur la section diamétrale, entièrement revêtue d'une plaque de mycélium.

Le hêtre, le peuplier, le sapin, ces deux derniers surtout, sont fortement décomposés.

*Antinonnine.* — Le chêne est bien conservé ; le pin et le hêtre ne présentent que quelques traces d'altération ; le peuplier paraît extérieurement en bon état quoique son poids ait diminué du quart.

Quant au sapin, il est resté indemne.

*Témoins.* — L'aubier du chêne est décomposé surtout du côté qui reposait sur le sol ; le pin d'Alep et le hêtre sont altérés sur toutes les faces ; le bois du peuplier et celui du sapin n'offrent plus aucune résistance.

**Perte en matière organique**

Malgré les conditions très différentes de celles des bois des séries A et B exposés aux intempéries, les gains en poids des échantillons de la série C, carbolinés ou goudronnés, restent à peu près les mêmes.

La préservation a été parfaite.

**Série C**

ESSENCES	CARBOLINEUM AVENARIUS				CARBOLINEUM marque Lion				GOUDRON			
	N <sup>o</sup>	Avant		Dif. févence	N <sup>o</sup>	Avant		Dif. févence	N <sup>o</sup>	Avant		Dif. févence
		Gr.	Gr.			Gr.	Gr.			Gr.	Gr.	
Chêne . . . . .	12	1 110	1 235	g. 125	17	910	1 160	g. 250	19	840	920	g. 80
Pin d'Alep. . . . .	10	1 180	1 420	g. 240	14	900	1 095	g. 195	20	780	770	p. 10
Hêtre . . . . .	13	2 555	2 830	g. 275	17	2 305	2 025	g. 280	23	2 300	2 700	g. 400
Peuplier . . . . .	12	1 285	1 815	g. 530	18	1 470	1 745	g. 275	22	1 140	1 350	g. 210
Sapin . . . . .	11	1 290	1 655	g. 365	19	1 335	1 470	g. 135	23	1 325	1 450	g. 125
		7 120		1 835		6 920		1 475		6 385		815

Le peuplier, le sapin, le hêtre ont absorbé respectivement 41, 28 et 25 % de leur poids en *Carbolinum Avenarius*. La planche VII montre que, pour le sapin, cette imprégnation (de 28 %) est largement suffisante; la section médiane (n° 11) aussi bien que la surface sont absolument intactes après trois ans de séjour dans la galerie, tandis que l'échantillon témoin voisin (n° 17) est entièrement décomposé; son bois déformé, parsemé de larges fentes, n'a plus aucune résistance et a perdu plus de la moitié de son poids initial.

Le *microsol* s'est accusé aussi bon conservateur des bois en air confiné propice aux champignons que des bois en plein air. La planche V représente la section médiane du cube de peuplier n° 6 qui, après avoir été immergé pendant vingt-quatre heures dans une solution de *microsol* à 4 %, est resté trois ans dans une galerie de mine. On voit que ce bois, qui compte parmi les plus putrescibles, est demeuré absolument sain, tandis que le peuplier témoin (bas de la planche) est notablement décomposé.

Les résultats donnés par l'*antinonnine*, produit très vanté comme efficace contre le mэрule, ont été bien meilleurs que dans les séries précédentes, exposées aux intempéries. Tandis que les deux cubes de peuplier traités à l'*antinonnine* ne sont que pourriture dans les séries A et B, celui de la série C semble intact.

Quant aux témoins, le fait le plus remarquable est la profonde altération du sapin, bois qui s'était conservé le mieux en plein air. Il est même plus décomposé que le peuplier dont la section médiane est figurée sur la planche V; comme ce dernier, comme aussi le hêtre et le pin d'Alep, il a perdu, nous venons de le dire, pendant ses trois ans de séjour dans la galerie de mine 3 bis, plus de la moitié de son poids.

## Série C

ESSENCES	MICROSOL				LYSOL			ANTINONNINE			TÉMOINS					
	Numéros	POIDS		Différence	Numéros	POIDS		Différence	Numéros	POIDS		Différence				
		Avant	Après			Avant	Après			Avant	Après					
Chêne . . . . .	8	Gr. 1 110	Gr. 1 185	g. 75	29	Gr. 1 295	Gr. 1 090	p. 205	5	Gr. 1 160	Gr. 1 050	p. 110	25	Gr. 95	Gr. 750	p. 195
Pin d'Alep . . . . .	9	Gr. 1 150	Gr. 1 155	g. 5	27	Gr. 1 310	Gr. 870	p. 440	4	Gr. 1 210	Gr. 1 115	p. 95	28	Gr. 1 415	Gr. 705	p. 710
Hêtre . . . . .	11	Gr. 2 135	Gr. 2 135	g. 0	28	Gr. 2 335	Gr. 1 400	p. 935	6	Gr. 2 425	Gr. 1 675	p. 750	26	Gr. 2 140	Gr. 1 175	p. 965
Peuplier . . . . .	6	Gr. 1 180	Gr. 1 160	p. 20	29	Gr. 1 410	Gr. 1 015	p. 395	1	Gr. 1 755	Gr. 1 290	p. 465	16	Gr. 1 515	Gr. 700	p. 815
Sapin . . . . .	9	Gr. 1 395	Gr. 1 345	p. 50	27	Gr. 1 510	Gr. 845	p. 665	3	Gr. 1 240	Gr. 1 335	g. 95	17	Gr. 1 350	Gr. 585	p. 765

Il est intéressant de remarquer que, si le chêne n'a pas perdu plus de son poids dans la galerie qu'à l'air libre, il n'en a pas été de même des deux résineux (pin d'Alep et sapin) qui se sont beaucoup moins bien maintenus dans la galerie. Le hêtre et le peuplier se sont aussi altérés au moins autant à l'abri qu'en plein air.

Comparons ce hêtre témoin avec ceux qui ont été traités à l'antinonnine et au microsol.

Le hêtre témoin paraît sain à l'extérieur, qui offre une surface bien lisse et sans fissure. Mais il est profondément altéré au cœur. Une section médiane montre le bois totalement *échauffé*, sillonné de grandes fentes qui se ferment vers la surface, au contraire de ce qui se voit chez les hêtres témoins des séries A et B. Dans ces fentes abondent des plaques de mycélium blanc qui a décomposé le bois au point de lui faire perdre presque la moitié de son poids. Ce cube est extrêmement léger et sonne le creux; sa densité n'est plus que 0,396. Celle du hêtre à l'antinonnine a diminué aussi, mais moins; elle atteint encore 0,538 et le bois paraît en bon état.

Le hêtre microsolé a conservé sa densité première 0,707 et sa teinte normale. Ce bois est certainement aussi sain qu'au moment de sa mise en place. Des antiseptiques tels que ce microsol, qui préservent de toute décomposition, pendant trois ans, des bois aussi altérables que le hêtre et le peuplier, placés dans les pires conditions, ont certes une grande utilité.

#### SÉRIE D — BOIS PLACÉS DANS LA GALERIE 4<sup>bis</sup>

(sur des planches champignonnées)

##### État des bois

Les trente-cinq échantillons sont restés, pendant trois ans, dans la galerie 4<sup>bis</sup>, voisine de la galerie 3<sup>bis</sup> où étaient les bois de la série C. Ils ont été soumis aux mêmes conditions, non seulement dans la mine, mais depuis leur sortie. Les trois seules différences sont celles-ci :

1° Dans l'espoir de favoriser l'infection, les cubes d'essai ont été placés sur des planches visiblement envahies par des mycéliums;

2° On a remplacé les cinq échantillons lysolés par des bois traités à l'acide fluorhydrique ;

3° Pour voir comment ces bois laissés deux ans dans la galerie se comporteraient en plein air et comment agiraient les antiseptiques sur des bois exposés brusquement aux intempéries, on a sectionné par le milieu les six cubes du bois le plus altérable, le peuplier, traités par les carbolineums, le goudron, le microsol, l'antinonine ainsi que le cube témoin ; on a laissé une moitié dans la galerie et exposé l'autre pendant un an (14 novembre 1905-14 novembre 1906) dans le pourrissoir (fumier) du jardin de l'École forestière.

Examinés et pesés en février 1907, les bois de chêne, pin d'Alep (voir pl. VI [n° 12] à comparer avec le n° 29 de la pl. IV), hêtre, peuplier, sapin, immergés soit dans les *carbolineums*, soit dans le *goudron*, sont retirés dans un parfait état de conservation.

Les demi-cubes de peuplier qui ont été exposés en plein air (pourrissoir du jardin) pendant un an sont restés indemnes, sauf le demi-cube goudronné. Celui-ci, intact sur les cinq faces goudronnées, est déjà très fortement altéré sur la face non goudronnée quoiqu'elle ne soit restée qu'un an à l'air. Le goudron n'a fait que revêtir le bois sans l'imprégner.

Le *microsol* mérite les mêmes éloges que les carbolineums ; tous les bois d'épreuve sont restés aussi sains qu'au moment de la mise en place. Ce qui prouve bien que la solution a pénétré jusqu'au cœur (1), c'est que la section médiane du peuplier laissé un an dans le fumier est demeurée intacte, préservée de la pourriture par l'action antiseptique du microsol infiltré, tandis que le demi-cube témoin de peuplier du pourrissoir n'est plus représenté, après cette année de grand air, que par quelques fragments arrivés au dernier degré de décomposition. Les planches III et IV représentent les sections médianes du sapin (n° 6), du pin d'Alep (n° 8) microsolés qui, on le voit, sont absolument intactes et, à côté, les sections médianes visiblement altérées des échantillons témoins.

*Antinonine.* — Tous les bois sont en excellent état ; seule-

1. On peut s'en assurer directement en versant quelques gouttes d'ammoniaque sur le centre de la section médiane du cube de peuplier ; on voit apparaître la teinte bleue du sulfate de cuivre.

ment, le demi-cube de peuplier laissé pendant un an au pourrissoir de l'École (voir n° 3 bis, pl. IX) est déjà très altéré sur toutes ses faces, surtout sur la section médiane, tandis que l'autre moitié du cube restée trois ans dans la galerie ne présente aucune trace de décomposition.

Il semble donc qu'à l'inverse du microsol, l'antinonnine ne puisse être employée à l'extérieur.

Mais elle a certainement une action préservatrice sur les bois qui ne sont pas lavés par les pluies; pour s'en convaincre, il n'y a qu'à comparer le peuplier et le sapin témoins, qui sont fortement décomposés, avec ces mêmes bois traités à l'antinonnine.

*Acide fluorhydrique.* — Un plateau de chêne traité à l'acide fluorhydrique est resté intact; un plateau identique témoin a présenté un aubier décomposé par places.

Un autre morceau de chêne en forme de secteur, immergé dans l'acide, est resté indemne pendant ces trois ans; l'aubier même n'a été nullement atteint. Un secteur identique témoin montre l'aubier et le duramen complètement désorganisés.

D'après ces faits, comme l'antinonnine, l'acide fluorhydrique serait un préservatif pour les bois à l'abri, et n'aurait aucune efficacité à l'air libre.

*Témoins.* — Le chêne est absolument sain.

Le pin d'Alep (voir la pl. IV) est altéré sur tout son pourtour et même dans son duramen.

La face inférieure du cube de hêtre est seule altérée; une lame épaisse de mycélium la couvre sur le tiers de sa surface et il est visible que ce mycélium décompose le bois; l'ongle s'enfonçe facilement en ces points, tandis qu'ailleurs le bois a sa dureté normale.

Le peuplier est presque entièrement décomposé; le cube s'est émietté en cinq ou six fragments; de nombreux mycéles parcourent la masse ligneuse dont la consistance est devenue celle de l'amadou; le bois n'a plus aucune résistance.

Le sapin est très fortement altéré sur les arêtes dont deux ont disparu, comme le montre la planche III qui représente la section médiane du cube témoin; le bois du cœur est aussi en train de se décomposer; il n'a plus sa teinte ni sa dureté primitives.

## Perte en matière organique

Les augmentations de poids des échantillons traités par les carbolineums et le goudron concordent à peu près avec celles de la série C; l'état de conservation du bois ne laisse rien à désirer.

## Série D

ESSENCES	CARBOLINEUM AVENARIUS				CARBOLINEUM marque Lion				GOUDRON			
	N <sup>os</sup>	Poids		Dif- férence	N <sup>os</sup>	Poids		Dif- férence	N <sup>os</sup>	Poids		Dif- férence
		Avant	Après			Avant	Après			Avant	Après	
Chêne. . . . .	11	Gr. 1 125	Gr. 1 290	g. 165	14	Gr. 1 205	Gr. 1 310	g. 105	18	Gr. 1 040	Gr. 1 130	g. 90
Pin d'Alep. . . . .	12	Gr. 1 055	Gr. 1 180	g. 125	16	Gr. 1 015	Gr. 1 285	g. 270	17	Gr. 715	Gr. 755	g. 40
Hêtre. . . . .	15	Gr. 2 300	Gr. 2 810	g. 510	18	Gr. 2 145	Gr. 2 650	g. 505	22	Gr. 2 130	Gr. 2 600	g. 470
Peuplier. . . . .	10	Gr. 1 380	Gr. 1 740	g. 360	20	Gr. 1 340	Gr. 1 685	g. 345	24	Gr. 1 350	Gr. 1 350	g. 0
Sapin. . . . .	13	Gr. 1 405	Gr. 1 470	g. 65	21	Gr. 1 455	Gr. 1 625	g. 170	25	Gr. 1 350	Gr. 1 430	g. 80
		7 265		1 225		7 160		1 675		6 585		680

ESSENCES	MICROSOL				ANTINONNINE				TÉMOINS			
	Numéros	Poids		Différence	Numéros	Poids		Différence	Numéros	Poids		Différence
		Avant	Après			Avant	Après			Avant	Après	
Chêne. . . . .	9	Gr. 855	Gr. 895	g. 40	4	Gr. 1 175	Gr. 1 020	p. 155	24	Gr. 775	Gr. 700	p. 75
Pin d'Alep. . . . .	20	Gr. 795	Gr. 780	p. 15	2	Gr. 1 215	Gr. 1 225	g. 10	29	Gr. 1 220	Gr. 845	p. 375
Hêtre. . . . .	3	Gr. 2 205	Gr. 2 185	p. 20	2	Gr. 2 440	Gr. 2 170	p. 270	27	Gr. 2 160	Gr. 1 635	p. 525
Peuplier. . . . .	7	Gr. 1 250	Gr. 1 320	g. 70	3	Gr. 1 090	Gr. 980	p. 110	17	Gr. 1 455	Gr. 950	p. 505
Sapin. . . . .	6	Gr. 1 330	Gr. 1 325	p. 5	5	Gr. 1 235	Gr. 1 290	g. 55	16	Gr. 1 280	Gr. 900	p. 380

Les résultats de la série D sont très analogues à ceux de la série C (1).

Les bois traités par les *carbolineums*, le *goudron*, le *microsol* se sont fort bien maintenus, ainsi que ceux qui ont été plongés dans la solution d'*antinonnine*.

L'*antinonnine* n'a cependant pas la même valeur antiseptique que le *microsol*, comme le prouve la constatation suivante. Les trois cubes de hêtre (témoin, avec *antinonnine*, avec *microsol*) de la série C ont été pesés dans des conditions identiques. Le cube témoin, qui paraît sain à l'extérieur, avec surface lisse,

1. Les échantillons les plus démonstratifs des quatre séries A, B, C, D ont été soumis à l'examen des membres de la Société des sciences pendant les deux séances où il a été rendu compte des recherches qui font l'objet de ce travail.

sans fissure, est très léger, sonne le creux et montre à l'intérieur un bois complètement échauffé, parsemé de fentes où se voient de nombreuses plaques d'un mycélium blanc. Son bois, *devenu absolument inutilisable*, n'a plus que la densité 0,396, presque moitié de la densité primitive. Le cube traité à l'antinonnine et d'apparence saine a une densité de 0,538; enfin, le cube traité au microscol, parfaitement sain, avec sa coloration normale, accuse une densité de 0,707; c'est la densité normale du hêtre.

Le microscol a donc empêché toute évolution de champignon dans ce milieu pourtant si favorable; l'influence germicide de l'antinonnine a été moins énergique; la perte de poids le prouve.

L'acide fluorhydrique a eu, comme l'antinonnine, une certaine efficacité.

Ces deux derniers antiseptiques, de nulle valeur en plein air, se comportent mieux vis-à-vis des bois abrités contre les intempéries, tandis que le *lysol* n'a aucun effet antiseptique sur les bois, dans quelques conditions qu'ils soient placés.

Les demi-cubes de peuplier carbolinés ou microscolés qui sont restés un an dans le pourrissoir du jardin de l'École, après avoir séjourné deux ans dans la galerie, en ont été retirés intacts; mais ceux qui avaient été immergés dans l'antinonnine ou le goudron étaient déjà très fortement altérés.

*Antigermine.* — 250 grammes de cette mixture d'un beau vert-pré ont été délayés dans 300 grammes d'eau et on a agité le mélange dans 12 litres d'eau chaude.

Neuf échantillons y ont été plongés pendant un jour (trois cubes de chêne, trois cubes de hêtre, trois cubes de sapin) puis placés dans la galerie 4 bis où ils sont restés trois ans côte à côte avec sept échantillons témoins provenant des mêmes billes.

Les seize fragments mis en expérience ont été examinés le 26 mars 1907.

Les bois de *chêne*, traités ou non, sont indemnes, sauf le n° 6, échantillon témoin. Celui-ci était le seul qui renfermât de l'aubier, lequel est assez fortement altéré.

Les trois cubes de *hêtre* immergés dans l'antigermine sont tous très altérés; l'un, qui pesait sec 617 grammes, ne pèse plus, après une dessiccation insuffisante de deux jours dans une chambre chauffée, que 400 grammes, et dans les fentes circulent des arborisations de mycéliums.

Les cubes témoins n'ont perdu guère plus de poids que les échantillons traités.

Sur le bois de *sapin*, l'antigermine a exercé une plus heureuse influence que sur le hêtre. Les trois cubes de sapin traités ont gardé à peu près leur poids primitif, tandis que les deux cubes témoins sont très altérés. Ils ont perdu presque la moitié de leur substance<sup>(1)</sup>.

D'après cette expérience, unique il est vrai, l'antigermine, employée à la dose de 2 %, la plus concentrée de celles qui sont indiquées dans les instructions de la société, a donné de mauvais résultats sur le hêtre, quoique cet antiseptique, qui s'est placé au premier rang dans les expériences de M. WESENBERG (rapportées plus haut), ait été injecté, non par simple badigeonnage, mais par une immersion prolongée pendant vingt-quatre heures. Cet ingrédient est peut-être excellent contre les levures et les bactéries; mais il n'a pas empêché les filaments mycéliens de se développer vigoureusement dans le bois de hêtre.

#### Résumé de la seconde partie

1° Les augmentations de poids des cinq espèces de bois immergés dans les deux carbolineums et pesés après trois ans d'exposition à la pluie ou de séjour à sec dans les galeries sont à peu près les mêmes. Ceci prouve que ces mixtures sont très difficilement solubles, ce qui est une grande qualité;

2° Parmi les échantillons témoins, le sapin<sup>(2)</sup> est le plus altéré après le peuplier, tandis qu'en plein air c'est lui qui s'est le mieux conservé. Dans l'atmosphère des galeries, le peuplier ne s'est pas mieux gardé qu'à l'extérieur; le cœur de chêne est indemne; ces deux essences se sont donc comportées comme dans les expériences faites à Commeny (mines de houille)<sup>[3]</sup> où le chêne occupe le premier rang pour la durée et le peuplier le der-

1. Trois échantillons témoins (hêtre et sapin) placés sur une planche champignonnée étaient tellement enveloppés et pénétrés par le mycélium qu'en les soulevant on enlevait en même temps la planche sur laquelle ils reposaient. Il a fallu un réel effort pour les détacher.

2. A la mine de Ludres, le sapin vert, qui a toute sa résine, dure quarante mois; le sapin sec, comme celui de nos essais, ne dure pas un an.

3. Citées par M. МАТНЕР, *loc. cit.*, p. 78.



nier. C'est le hêtre qui est l'avant-dernier à Commeny où le sapin n'a pas été essayé. Dans nos essais, il s'est montré aussi fort altéré;

3° Les cubes des cinq espèces de bois plongés pendant vingt-quatre heures :

- soit dans le *Carbolineum Avenarius*;
- soit dans le carbolineum, marque du Lion;
- soit dans le goudron de l'usine à gaz;
- soit dans le microsol,

ont été retirés intacts après cette période de trois ans.

Ces quatre antiseptiques ont été également efficaces dans les deux milieux si différents où les bois étaient placés. Mais il est bien certain (d'après ce qui a été dit plus haut, relativement à l'échantillon de pin d'Alep et au demi-cube de peuplier goudronné mis un an au pourrissoir) que le goudron est le moins sûr des quatre. Qu'il se produise une solution de continuité dans le revêtement de goudron, le bois sous-jacent est livré sans défense aux agents de destruction. La lutte pour la première place se circonscrit donc entre les carbolineums et le microsol;

4° Pour l'antinonnine et l'acide fluorhydrique, leur pouvoir antiseptique est très différent suivant qu'il s'agit de bois soumis à l'atmosphère humide et chaude des galeries de mines ou de bois exposés aux intempéries. Dans ce dernier cas, leur effet est nul; ils ont eu au contraire une action favorable sur la conservation des bois à l'abri, l'antinonnine surtout, bien qu'elle ne puisse lutter cependant avec les carbolineums ou le microsol. Le sapin traité à l'antinonnine est aussi net qu'au début de l'expérience; ceci est d'autant plus significatif que le sapin témoin est très altéré.

L'acide fluorhydrique a empêché aussi l'aubier des plateaux de chêne de se décomposer. Plusieurs plateaux de chêne avec tout l'aubier ont été mis en expérience, les uns tels quels, les autres après immersion de vingt-quatre heures dans l'acide. Au bout de trois ans, l'aubier de ces derniers est resté en bon état, celui des chênes témoins est entièrement décomposé;

5° Enfin le *lysol* s'est montré aussi détestable à l'intérieur qu'à l'extérieur; c'est un produit à rejeter pour les bois, quel que soit le milieu auquel on les destine.

### Résultat technique à Ludres

A la mine de Ludres les bois de peuplier, sapin, hêtre, au bout de trois ans (même bien avant ce délai), doivent être remplacés<sup>(1)</sup>. S'ils étaient passés au carbolineum ou au microsols dans les conditions des essais précédents, ils seraient, après trois ans, aussi solides, aussi résistants qu'au jour de leur mise en place. L'aubier de chêne pourrait être employé au même titre que le cœur.

Au point de vue pécuniaire il reste à déterminer si les frais d'imprégnation ne sont pas largement compensés par la durée considérablement prolongée des états de mine et surtout par l'économie de main-d'œuvre. Avec les bois bruts, tels qu'on les emploie, il faut, dans les galeries maîtresses où le boisement doit être très solide et doit être maintenu pendant de longues années, une surveillance et des réfections constantes qui gênent la circulation et finissent par coûter fort cher. On réduirait au minimum ces frais et ces ennuis en employant des bois imprégnés comme les nôtres. L'installation serait très peu coûteuse; il suffirait d'acheter l'antiseptique et un récipient, une cuve en bois.

### Carbolineums ou microsols ?

Auquel des deux groupes d'antiseptiques (*carbolineums* ou *microsols*)[<sup>2</sup>], sortis victorieux du concours établi dans les conditions déterminées ci-dessus, doit-on donner la préférence? On ne peut répondre ici par *oui* ou par *non*.

Plusieurs considérations sont à envisager; d'abord celle du prix de revient. L'immersion dans les carbolineums (ou le badigeonnage) coûte-t-elle plus que l'immersion dans les solutions de microsols, soit à 1,5 ‰, soit à 2 ‰, soit à 4 ‰? C'est à chacun à

1. A la mine de Ludres on n'emploie ni peuplier, ni hêtre, bois beaucoup trop altérables; mais on utilise les résineux en forte proportion. D'après les dires de M. Romestan, le chef mineur, le sapin (et par ce terme on entend tous les résineux) dure trente-six à quarante mois, s'il est employé frais, et moins d'un an s'il est sec. Nous avons vu aussi que le sapin sec placé dans les galeries était bien plus altéré au bout de trois ans que celui qui était resté exposé aux intempéries.

2. Répétons encore une fois que nous sommes bien loin de prétendre qu'il n'existe pas d'autres antiseptiques dignes de confiance; il en est sans doute d'aussi bons, peut-être même de meilleurs: on conçoit qu'il ne puisse être question ici que de ceux qui ont été essayés.

faire ce calcul. Si la solution de microsol à 2 % possède des qualités antiseptiques suffisantes on pourra l'employer en réduisant ainsi de moitié les frais d'achat.

On doit tenir compte aussi de la commodité dans l'emploi. Les personnes qui se servent des carbolineums leur reconnaissent divers inconvénients qui n'ont pas grande importance quand il s'agit de bois en plein air (clôtures, hangars, etc.), mais qui font obstacle à leur utilisation à l'intérieur des habitations.

1° Les bois enduits de carbolineum gardent longtemps une odeur persistante que certains trouvent désagréable et qui, peut-être, se communique aux denrées (fruits et autres produits alimentaires) placées dans les caves et les greniers.

2° Les ouvriers salissent beaucoup leurs mains et leurs vêtements et doivent prendre des précautions pour protéger leurs yeux, la peau de leur visage<sup>(1)</sup> contre les irritations, les inflammations provoquées par les émanations du carbolineum, surtout si on l'emploie à chaud et dans des espaces fermés.

3° Enfin on ne peut appliquer de peinture sur les bois badigeonnés au carbolineum; ce produit, même après un long temps de séchage<sup>(2)</sup>, diffuse à travers la peinture et le plâtre; les teintes primitives sont altérées; on voit de longues flammes brunes qui gâtent tout à fait l'aspect cherché.

Mais pour garantir les plinthes et les boiseries contre les attaques des champignons (*Merulius lacrymans*, *Polyporus vaporearius*) il faut seulement badigeonner la face postérieure des plinthes et des boiseries, celle qui est en contact avec le mur, et si l'on prend la précaution de peindre d'abord la face vue et de ne passer au carbolineum la face cachée de la boiserie qu'après que la peinture est sèche, le carbolineum ne diffusera pas à travers la peinture<sup>(3)</sup>.

4° On veut quelquefois conserver au bois sa teinte naturelle, ce

1. Mais on peut tremper impunément les mains dans le carbolineum fût-il à une température telle que la main puisse à peine la supporter. Ce produit peut être chauffé au bain-marie jusqu'à la température d'ébullition de l'eau sans qu'on ait à craindre qu'il ne s'enflamme.

2. Une latte badigeonnée au carbolineum depuis vingt ans reçoit une couche de peinture; la teinte brune ressort une fois que la peinture est sèche.

3. Plusieurs essais ont été faits sur des planches de peuplier ou de sapin, de 8 à 27 millimètres d'épaisseur. Après que la peinture de la face vue fut complètement sèche, on badigeonna au carbolineum, même plusieurs fois, la face en contact avec le mur; jamais la teinte brune du carbolineum ne vint altérer la peinture.

qui ne se peut avec le carbolineum, tandis que le microsol (S à teinte vert clair) laisse au bois sa couleur primitive.

Aucun des inconvénients précédents ne se présente avec le microsol essayé en 1903<sup>(1)</sup>. Ce produit n'a pas d'odeur, n'émet pas de vapeurs irritantes; le bois microsolé peut être peint sans qu'on ait à craindre la diffusion de la substance à travers la peinture.

Le microsol semble donc présenter, pour l'emploi dans l'intérieur des habitations, de sérieux avantages sur les carbolineums qui doivent être réservés pour les bois en plein air.

### Essais d'Infection

Dans les galeries de Ludres les bois antiseptisés se sont trouvés placés dans les conditions habituelles des bois utilisés dans ce milieu spécial et, à ce titre, les résultats obtenus ont une réelle valeur pratique. Mais bien que ce milieu soit éminemment favorable au développement des champignons, on n'était pas certain que chaque cube d'essai serait exposé en même temps aux attaques des mêmes champignons agissant avec la même vigueur; on était même sûr du contraire. Pour pouvoir se faire une opinion bien fondée sur la valeur comparative des divers antiseptiques il n'est rien de mieux que des essais d'infection où chaque antiseptique se trouvera placé, vis-à-vis des principaux champignons destructeurs du bois, dans les mêmes conditions que ses concurrents.

En mai 1906 on a installé dans le sous-sol du laboratoire de l'École forestière, et dans des conditions qui semblaient excellentes, un essai d'infection par le champignon le plus redoutable, le *Merulius lacrymans*.

Huit fragments, préalablement pesés, de bois de sapin provenant des cubes d'essai qui avaient séjourné pendant deux ans et demi dans le jardin de l'École, furent enfermés dans un fragment de poteau télégraphique en sapin, scié en deux moitiés suivant une section longitudinale médiane. Ce poteau télégraphique était envahi à fond par le mэрule dont le mycélium formait des revête-

1. La société *Le Vitralin* (Freitag et C<sup>ie</sup>) fournit maintenant (1907) des microsols (par exemple : M) qui colorent fortement le bois en rouge brun.

ments d'ouate blanche où perlaient de-ci de-là les gouttelettes caractéristiques.

Au bout de neuf mois, en février 1907, on examina les fragments. Ceux qui avaient été traités au lysol et à l'acide fluorhydrique sont nettement attaqués; ils sont recouverts de plaques mycéliennes adhérentes, sûrement parasites. Sur l'échantillon témoin se trouve une tache de mycélium sous laquelle le tissu est désorganisé; l'ongle y enfonce aisément; la couleur et la friabilité sont aussi de sûrs indices. Le fragment à l'antinonnine est altéré aussi; le bois n'a plus, par endroits, sa dureté normale. Les morceaux imprégnés de carbolineum, de goudron et de microsols sont bien recouverts comme les autres de lames mycéliennes; mais elles ne s'enfoncent pas dans les tissus; on les enlève facilement au doigt et le tissu a gardé partout sa dureté primitive. Le mycélium s'y est répandu comme il se répand sur la terre, sur la pierre, sur le fer, mais il ne s'y alimente pas.

Ces résultats, quoique très incomplets parce que l'expérience n'a pas duré assez longtemps<sup>(1)</sup>, confirment néanmoins les précédents.

Les fragments ont été remis en place pour être examinés dans un an; peut-être alors l'examen microscopique et la perte de substance accusée par la balance donneront-ils des indications plus précises.

1. L'invasion du mycélium était sans doute assez récente ou ne s'est pas prononcée avec vigueur; car les poids retrouvés au bout des neuf mois ont été exactement ceux du début, sauf pour le fragment à l'antinonnine, qui avait perdu 1 gramme. On sait qu'on est loin de réussir toujours dans les essais d'infection; tantôt on n'obtiendra qu'un résultat nul ou médiocre en se plaçant dans les conditions que la science indique comme étant les plus favorables; tantôt on aura de très beaux développements mycéliens sans les avoir cherchés. M. DE TUBEUF a fait construire dans une tourbière une cabane dans laquelle il entasse les bois champignonnés pour en faire un milieu de culture dont on se sert pour éprouver les antiseptiques. Les compagnies de chemins de fer se servent, pour essayer la résistance de leurs traverses, de pourrissoirs. Celui de Surdon (Orne) est disposé de la manière suivante: « On a creusé dans le sol une fosse de 4<sup>m</sup>,50 de longueur sur 3 mètres de largeur et 0<sup>m</sup>,50 de profondeur que l'on a remplie de fumier de cheval sur 0<sup>m</sup>,30 d'épaisseur. Les bois et traverses à expérimenter sont enfouis dans le fumier, recouvert lui-même d'environ 0<sup>m</sup>,25 de terre végétale dans laquelle on fait pousser des plantes arrosées fréquemment afin d'entretenir un état constant d'humidité. Le milieu réalisé par le pourrissoir joue certainement un rôle important, car des témoins en hêtre non préparé, placés dans un grenier très sec en même temps que les morceaux de traverses soumis à l'action du pourrissoir, sont encore en parfait état de conservation; dans ce même grenier des morceaux de hêtre échauffé se sont maintenus sans altération plus accentuée. » (M. MERKLEN, *loc. cit.*)

### Dégâts des insectes dans les bois en œuvre

La matière ligneuse, vivante ou morte, sert de pâture non seulement à des végétaux parasites, tels que les champignons, mais encore à certains animaux qui, presque tous, sont des insectes ou des mollusques. Animaux et végétaux parasites sont bien plus abondants sur la matière ligneuse vivante, sur les arbres, dont l'aubier est riche en éléments nutritifs, que sur les bois en œuvre auxquels on retranche d'ordinaire ces couches ligneuses extérieures (aubier ou bois blanc) où s'accumulent les matières plastiques si recherchées par les insectes et les champignons et qui, sous leurs attaques, tombent très vite en pourriture ou en vermoulure. Ils sont plus abondants, plus variés sur les arbres vivants; ce sont en outre, le plus souvent, d'autres espèces. Les champignons, les insectes qui attaquent un chêne ou un sapin ne sont pas ceux que l'on rencontre sur la poutre de chêne ou de sapin de nos habitations.

Dans ce dernier chapitre on va passer en revue les principaux insectes qui se nourrissent aux dépens de nos bois d'œuvre, réduisant en *vermoulure* la matière ligneuse; pour chacun on donnera des notions sommaires sur les *caractères* qui permettent de les reconnaître, sur la *biologie*, sur les *dégâts* qu'ils commettent et sur les *moyens* à employer soit pour les *prévenir*, soit pour les *arrêter*.

Il ne sera pas question des mollusques, dont le plus nuisible est certainement le terrible taret naval (*Teredo navalis*)<sup>[1]</sup>, parce que ces mollusques perforants ne s'attaquent qu'aux bois plongés dans l'eau de mer, lesquels ne sont point en cause ici. Du reste les antiseptiques essayés ci-dessus seraient de nul effet contre le taret. « Des pieux en sapin créosotés à raison de 323 kilogr. par mètre cube furent battus en février et mars 1902 par 7<sup>m</sup>,95 d'eau environ. En juillet 1905 on constata que sur un total de 198 pieux,

1. Le taret naval, qui appartient au groupe des Lamellibranches siphoniens, perce à l'aide des bords très aigus de sa petite coquille les bois les plus durs (carènes des navires, bois des digues, pieux des jetées) et y creuse de longues galeries qu'il revêt d'un enduit calcaire. Ces galeries se multiplient souvent si vite qu'en peu d'années le bois est hors d'usage. On sait que ce mollusque a été la cause de la fameuse inondation de la Hollande au début du dix-huitième siècle et de la destruction rapide de plusieurs vaisseaux.

5 étaient rongés par le taret au point qu'il fallut les renouveler<sup>(1)</sup>. » Le seul moyen de préserver les approvisionnements de bois de marine des attaques du taret et de l'insecte nommé *Lymexylon navale* est de les immerger dans l'eau saumâtre, milieu dans lequel ces animaux ne peuvent vivre. C'est surtout pour se prémunir contre le taret qu'on recouvre de feuilles de cuivre la carène des navires marchands.

Les insectes nuisibles aux bois en œuvre sont peu nombreux. On peut citer, par ordre d'importance, le *capricorne domestique*, les *termites*, les *vrillettes* et, dans une très faible mesure, les *sirex*.

#### Capricorne domestique (*Hylotrupes bajulus* L.)

*Caractères.* — Au premier rang des insectes nuisibles au bois en œuvre (charpentes, meubles) on doit placer un longicorne, vulgairement appelé *capricorne domestique*<sup>(2)</sup>, mais dont le nom scientifique est *Hylotrupes bajulus* L.

Ce nom générique d'*Hylotrupes*, dérivé du grec, signifie *qui perce le bois* et fait pressentir sa nocuité<sup>(3)</sup>.

C'est un Coléoptère tétramère<sup>(4)</sup>, de la grande famille des Longicornes ou Cerambycides, dont la taille est très variable, oscillant entre 8 et 20 millimètres.

Il a (pl. X, fig. 1) le corselet ou prothorax arrondi, plat, à bord lisse, densément ponctué, revêtu d'un duvet épais, cotonneux et blanchâtre, avec, sur le milieu, une ligne longitudinale lisse et luisante et, de chaque côté de celle-ci un tubercule ou empâtement luisant, presque en demi-lune, d'un noir brillant; les élytres brunes munies de poils cotonneux grisonnants et, très souvent, vers le tiers de leur longueur, de deux mouchetures velues blanchâtres. Les antennes grêles, pubescentes, atteignent à peine la moitié du corps. La femelle est munie d'une tarière; les mâles sont notablement plus petits et plus étroits que les femelles.

La figure 1<sup>a</sup> représente la forme caractéristique des palpes

1. H. R. STANFORD, *American Society of civil Engineers*, Vol. XXXI, n° 9.

2. C'est le *Hausbock* des Allemands.

3. Le nom spécifique *bajulus* veut dire en latin *porteur, portefaix*.

4. C'est-à-dire ayant quatre articles à tous les tarse.

labiaux dont le dernier article est de moitié plus long que le précédent, élargi et tronqué à l'extrémité; premier article un peu plus court que le deuxième. C'est un des insectes les plus communs dans toute l'Europe; il existe aussi dans l'Amérique septentrionale.

*Mœurs.* — L'insecte parfait apparaît en mai et copule en juin. La ponte a lieu en juillet sous l'écorce des résineux morts, si l'insecte vit en forêt; dans les anciennes galeries des larves, s'il vit dans les poutres des maisons. Dans la seconde moitié de juillet les larves qui viennent d'éclore pénètrent profondément dans le bois creusant des galeries irrégulières et ont déjà atteint au mois d'août la moitié de leur dimension. Elles sont blanches, presque cylindriques, faiblement jaunâtres à l'époque de la nymphose qui a lieu, croit-on, après le deuxième hivernage. Adultes, elles ont 20 à 22 millimètres de longueur avec la tête d'un jaunâtre uniforme; elles se font une cellule au milieu de la vermoulure, et c'est là qu'elles se métamorphosent en une nymphe ou puce, d'un blanc jaunâtre.

*Dégâts.* — Les larves vivent dans des galeries à section elliptique très aplatie et remplies de bourrelets de vermoulure comme toutes les galeries de longicornes.

Quand elles sont installées dans une poutre de sapin, d'épicéa, de pin, elles y passent toute leur existence; les insectes parfaits eux-mêmes ne sortent le plus souvent pas pour copuler; ils se fécondent dans le bois même comme le font les vrillettes. La femelle pond ses œufs dans le bois et les générations se succèdent ainsi, rongant de plus en plus l'intérieur de la poutre, mais respectant scrupuleusement la surface qui, restant intacte, donne une sécurité trompeuse.

La poutre est entièrement vermoulue et la toiture, par exemple, s'effondre sans qu'on se soit aperçu de rien.

Tous les bois résineux sont sujets aux attaques du capricorne domestique; on les a surtout constatées dans le sapin, l'épicéa et les pins parce que ce sont les essences les plus employées dans les constructions; mais il est probable qu'ils peuvent vivre dans d'autres résineux. On ne signale pas sa présence dans les bois feuillus.

A Nancy récemment, plusieurs maisons ont eu à souffrir de



dégâts importants<sup>(1)</sup> et je reçois de temps en temps des plaintes et des demandes de conseils de divers points de France.

Cet insecte se trouve aussi en forêt où il s'installe, comme la plupart des longicornes, dans l'aubier des arbres tout à fait dépérissants ou morts et des bois abattus. Il y mène la même vie que la légion d'insectes longicornes lignivores. Ce qui le distingue de ses congénères, ce qui en fait un ennemi très dangereux, c'est *l'aptitude qu'il possède, seul ou à peu près, d'installer ses générations successives dans la même poutre jusqu'à son entière destruction, sans se montrer au dehors.*

Quand il trouve à se loger en forêt dans des maisons construites en bois, cas fréquent en Russie, il y pullule au point de les rendre inhabitables, les poutres étant réduites en une masse spongieuse<sup>(2)</sup>.

« *L'Hylotrupes bajulus*, dit PERRIS<sup>(3)</sup>, est un des insectes dont nous devons le plus redouter les ravages parce qu'il se présente comme un véritable ennemi domestique. Il pond, en effet, ses œufs dans les bois mis en œuvre, les meubles, les planchers, les charpentes et compromet ainsi la solidité des constructions. Sa larve ne s'arrête que devant le cœur du bois<sup>(4)</sup>; tout ce qui est aubier est creusé par elle de galeries à section elliptique, dirigées dans le sens des fibres. Lorsqu'elle a vécu en société, ces galeries sont tellement rapprochées qu'il reste à peine entre elles de très minces cloisons. Dans cet état, les pièces de bois extraites d'arbres jeunes et les planches composées presque entièrement d'aubier fléchissent, se rompent ou s'écrasent sous un faible poids et les pièces plus fortes, considérablement ré-

1. En ce moment (mars 1907) on démolit à Nancy les écuries de l'ancien Opéra, sur la place Boffrand. Les poutres, chevrons, solives, planchers (qui sont en bois de sapin) sont perforés de toutes parts, mais surtout dans les couches externes par les galeries du capricorne et des vrillelètes. La démolition s'imposait à bref délai au point de vue de la sécurité.

2. Voir *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*, 1893, p. 102. Dans le gouvernement d'Orel, le canton de Brassowo, qui renferme environ 7 000 hectares de forêts essentiellement formées de pin sylvestre (70 0/0), possède soixante maisons forestières ou installations industrielles construites en grumes de pins empilés, comme dans les izbas. Les trois quarts des maisons sont fortement endommagées; en dix ou quinze ans elles deviennent inhabitables. Quand la température est suffisamment élevée, on *entend*, disent les habitants, les insectes manger tout l'hiver.

3. *Histoire des insectes du pin maritime*, Paris, 1863, p. 370.

4. Comme dans les sapins, les épicéas si employés dans les constructions, il n'y a pas de différence nette entre l'aubier et le cœur, les larves, nous l'avons constaté plusieurs fois, rongent toute la poutre, et la figure 1<sup>re</sup> de la planche X montre qu'elles ne reculent pas non plus devant le cœur du pin.

duites et n'ayant d'autre résistance que celle des couches centrales épargnées par les larves, deviennent incapables de supporter les fardeaux dont on les a chargées et menacent des plus grands dangers.

« Ce qui rend encore plus perfides les ravages de ces larves malfaisantes, c'est qu'un seul trou de sortie est commun à une foule d'insectes parfaits, ainsi que je m'en suis assuré; de sorte qu'une pièce de bois dont la surface est percée à peine de quelques trous et n'inspire pas, dès lors, de grandes inquiétudes, peut être et même est ordinairement tout à fait vermoulue. »

*Moyens préventifs et destructifs.* — Il existe un moyen bien simple, absolument efficace, de se mettre à l'abri de ces hôtes dangereux. On n'a qu'à badigeonner une fois, et mieux deux fois, tout le poutrage avec un insecticide éprouvé, tel que le carbolineum appliqué à chaud pour plus de sûreté. On peut être certain que le capricorne n'y viendra pas creuser ses galeries.

Qu'on veuille bien examiner la planche X. Les figures 1<sup>b</sup> et 1<sup>c</sup> représentent les deux extrémités d'un chevron en bois de pin (16/20 d'équarrissage) faisant partie de la toiture d'un hangar construit depuis quinze ans. L'extrémité extérieure, badigeonnée au *Carbolineum Avenarius*, ne porte pas trace de galeries du longicorne lesquelles se voient à l'autre bout du tronçon en B. Elles s'arrêtent juste à la limite d'application de l'enduit, limite très visible sur la figure. Le capricorne a travaillé bien plus activement encore à l'autre extrémité du chevron, près de la panne fati-tière; la figure 1<sup>c</sup> montre ce qui reste de cette partie qui avait primitivement le même équarrissage que l'extrémité 1<sup>b</sup>.

Cet exemple est tout à fait probant.

Si l'on n'a pas pris cette précaution peu coûteuse et qu'on s'aperçoit de l'invasion du longicorne à temps avant qu'il ait diminué d'une façon dangereuse la résistance de la charpente, il est facile d'enrayer ses progrès. Avec un racloir quelconque, on débarrasse la poutre ou le chevron de la mince lame superficielle de bois intact que l'insecte a toujours la précaution de conserver pour travailler à son abri, on fait tomber, en raclant énergiquement, toute la vermoulure tassée dans les galeries et tous les fragments de bois dilacéré jusqu'à ce qu'on arrive au bois à peu près intact. On passe alors deux couches de peinture au carbolineum appliquées à chaud et l'on peut être assuré que toutes les larves

seront détruites et que d'autres ne viendront point plus tard s'installer dans le bois ainsi préparé.

Comme les ravages de cet insecte augmentent certainement de fréquence, il est de plus en plus utile de s'assurer contre eux.

### Termite lucifuge (*Termes lucifugus* L.)

Après le capricorne domestique, on peut mettre au second rang, pour les dégâts causés aux bois en œuvre, aux bois des habitations, le *Termite lucifuge*, dont les ravages se limitent heureusement au Sud-Ouest de la France. Cet insecte n'appartient plus à l'ordre des Coléoptères ; il fait partie de celui des Névroptères où l'on distingue les *pseudo névroptères* à métamorphoses incomplètes (termites, libellules, éphémères), et les *Névroptères vrais* à métamorphoses complètes, les insectes passant par les quatre états bien distincts d'œuf, de larve, de nymphe immobile et d'insecte parfait.

Chez les pseudo névroptères dont les termites font partie, il sort de l'œuf un être qui ressemble beaucoup à l'insecte adulte ; il ne lui manque que les ailes et les organes de reproduction : ce n'est pas le cas pour les Névroptères vrais (phrygane, fourmi-lion) où la larve diffère complètement de l'adulte.

Les termites, dont il y a de nombreuses espèces, sont essentiellement des insectes des régions chaudes de l'ancien et du nouveau monde, où ils causent de grands dégâts (1). Deux espèces seulement habitent l'Europe ; la plus importante est le Termite lucifuge, indigène dans le sud de la France, mais répandu surtout dans le sud-ouest, où ses ravages de plus en plus fréquents s'étendent dans toute la région marquée par les villes de Bordeaux, La Rochelle, Rochefort, Saintes ; il vient de s'avancer (en 1905) jusque près de Nérac où il a déterminé l'effondrement d'une maison.

C'est seulement en 1797 qu'on découvrit pour la première fois des termites à Rochefort dans un immeuble qui était resté longtemps inhabité et d'où ils se répandirent dans les maisons voisines. En 1829, LATREILLE parle des grands ravages exercés par cet insecte dans les ateliers et magasins de la marine à Rochefort,

1. *Termes utriusque Indiæ calamitas summa*, disait déjà Linné.

Dans cette dernière ville ainsi qu'à Saintes, à La Rochelle, on a vu, dit M. PEREZ, des planchers, des toitures s'effondrer subitement, des maisons en partie détruites qu'il a fallu reconstruire ou abandonner.

Dans une étude qui est en cours de publication (1), M. Ch. PEREZ, professeur de zoologie à la faculté de Bordeaux, mentionne en cette ville des dégâts tout comparables à ceux des Charentes (2).

Nous avons reçu en 1901 d'un architecte de Bordeaux un fragment d'une plinthe en bois de pin dont la face postérieure, contiguë au mur, était très curieusement rongée par les termites. On voit (pl. X, fig. 4) que les *fourmis blanches*, nom vulgaire sous lequel on désigne les termites, ont attaqué profondément les zones plus tendres et plus nutritives de bois de printemps, respectant scrupuleusement (provisoirement du moins) les zones plus dures de bois d'automne qui se profilent en longues et étroites saillies.

Laissant de côté tout ce qui concerne les mœurs si curieuses des termites (3), nous nous occuperons du point important pour les propriétaires, c'est-à-dire de la façon dont il faut s'y prendre pour prévenir ou arrêter les dégâts des fourmis blanches.

Doit-on adopter la thèse soutenue par certains auteurs et par des journaux plus ou moins bien renseignés ou intéressés dans la question (4), thèse d'après laquelle il n'y aurait, en cas d'invasion

1. « Les Termites dans le sud-ouest de la France », dans le *Bulletin de la Société d'études et de vulgarisation de la zoologie agricole*. Bordeaux, Institut de zoologie, 1907.

2. « La Préfecture, la Bourse, le Muséum d'histoire naturelle ont subi leurs atteintes ; nombre de maisons particulières sont envahies : rue Mazarin, rue Saint-Charles, rue Jules-Steeg, etc. »

3. Ces mœurs ont été étudiées par nombre de naturalistes (DE QUATREFOGES, BATES, BOBE-MOREAU, etc.), et l'on trouvera dans la plupart des traités d'entomologie, par exemple dans les *Merveilles de la nature*, par BREHM (*Les Insectes*, par J. KÜNCKEL D'HERCULAIS), de bons résumés de l'état de nos connaissances sur ce point. Si l'on veut se renseigner sur les mœurs de notre termite indigène, il faut lire l'intéressante brochure que lui a consacrée M. J. PEREZ, professeur de zoologie à la faculté de Bordeaux, sous le titre : « Le Termite lucifuge » (*Revue des sciences naturelles appliquées*, décembre 1895, ou *Bulletin de la Société nationale d'acclimatation*, février 1896).

4. Tels que le journal métallurgique *l'Usine*, où on lit : « Il y a peu, sinon rien, à faire contre le termite ; la raison en est que, si l'animal adulte est tué par le pétrole, l'acide sulfureux ou le sulfure de carbone, la larve et l'œuf n'en sont nullement incommodés. » Ceci est une erreur puisque, comme on vient de le dire, la larve ressemble beaucoup à l'insecte parfait et même est moins résistante que lui. « Aujourd'hui, continue le journal, des Charentes aux Pyrénées et de l'océan Atlantique aux confins du Gers, le termite est très commun et l'on y appréhende beaucoup que ces insectes, venant à pulluler à la suite d'une année plus favorable à leur multiplication, ne constituent

d'une maison par les termites, qu'à remplacer par du fer les charpentes contaminées?

Non, cent fois non.

Pour prévenir toute invasion de termites dans une construction neuve, il suffit tout simplement de se servir, pour les parties des charpentes qui sont susceptibles d'être attaquées, de bois imprégnés de créosote ou même badigeonnés convenablement, c'est-à-dire deux fois et à chaud, avec le *Carbolineum Avenarius* et l'on peut être sûr que les termites n'y toucheront pas. La preuve est faite (1).

Dans les vieilles constructions, si l'on s'aperçoit de la présence des termites, il faut chercher à les détruire par des émanations de gaz toxiques au sein des termitières. Ceux qui ont donné les meilleurs résultats sont le chlore, très vanté par A. DE QUATRE-FAGES, l'acide sulfureux, le sulfure de carbone.

Si l'on ne peut arriver ainsi à une destruction complète, on est obligé de recourir, pour empêcher la destruction complète des bois partiellement rongés, mais pouvant encore servir, aux enduits de carbolineum appliqués à la température de 60°. Cette substance est un très énergique insecticide dont le contact ou les émanations tuent ou éloignent les insectes.

Ce moyen préventif, absolument efficace, est si facile à employer qu'on s'étonne que les architectes ne le prescrivent pas pour toutes les maisons neuves édifiées dans les régions exposées aux ravages des termites.

#### Vrillettes (*Anobium*, *Lyctus*, *Ptilinus*, etc.)

On englobe sous le nom vulgaire de *Vrillettes* non seulement les vrillettes proprement dites qui constituent la famille des Anobiides (genres principaux : *Anobium*, *Ernobius*, *Ptilinus*), mais encore quelques autres espèces appartenant à des familles voi-

---

par la suite un fléau sans précédent pour cette région de la France où 95 % des planchers des maisons sont construits en poutres de bois. » Ceci est exact; le danger existe, mais les architectes, les entrepreneurs, les propriétaires n'ont qu'à prendre les précautions indiquées.

1. Les traverses du chemin de fer de Dakar à Saint-Louis étaient rongées par les termites presque aussitôt après leur mise en place; ces insectes n'y touchent plus depuis qu'on se sert de traverses créosotées. Les bois convenablement enduits de *Carbolineum Avenarius* sont également épargnés, s'il faut en croire des attestations venant du Gabon.

sines, par exemple celle des Lyctides avec le *Lyctus canaliculatus* et celle des Apatides avec l'*Apate capucina*, et ressemblant aux vrillettes par leurs caractères morphologiques et leurs mœurs.

Tous ces insectes sont des Coléoptères pentamères de petite taille (2 à 6 millimètres) dont les antennes sont dentées en scie (pl. X, fig. 2) ou même pectinées (pl. X, fig. 3); les cinq articles des tarsi sont entiers et peuvent se replier sous le corps comme les antennes; dans cette attitude qu'ils prennent dès qu'un danger les menace, ils ont l'habitude de faire le mort, défiant alors toutes les excitations sans donner signe de vie, ce qui leur a valu le surnom de « boudeur » (BREHM). Une autre habitude des vrillettes est de faire entendre à certains moments des coups secs à intervalles réguliers rappelant le tic-tac d'une montre. L'insecte, rongeur le bois dans sa galerie, produit ce bruit en projetant son corps en avant et frappant le bois avec le front et la partie antérieure du corselet. Ces coups frappés par les mâles et les femelles sont des signaux d'appel destinés à favoriser le rapprochement des sexes (\*). La femelle, une fois fécondée, pond dans sa galerie, comme l'*Hylotrupes bajulus*. De ces œufs sortent des larves, courbées et ridées, munies de six pattes courtes et de mandibules courtes aussi, mais larges et robustes, à l'aide desquelles, continuant l'œuvre des parents, elles creusent des galeries parallèles aux fibres ligneuses dans toute l'épaisseur des bois tendres feuillus ou résineux et dans l'aubier des bois à duramen distinct (chênes, châtaigniers, pins, etc.). Les larves ont bien soin de ménager la couche extérieure, précaution que prennent aussi, pour masquer leur présence, les deux ravageurs dont il vient d'être question.

Comme pour tous les insectes qui vivent à l'abri, on n'est pas bien fixé sur la durée des divers stades de leur évolution et il est probable qu'ils chevauchent fréquemment; on trouve en même temps des larves, des nymphes et des insectes parfaits. Les vrillettes qui vivent en forêt sur les bois morts ont probablement une évolution plus régulière que les vrillettes des appartements, où les variations de température sont peu sensibles. HESS indique

---

1. L'*horloge de la mort*, nom quelquefois donné à ces insectes par les esprits superstitieux, devient, comme on l'a fait observer, l'*horloge de la vie*, grâce aux observations de BECKER; car c'est pour procréer une nouvelle vie que les vrillettes s'appellent en frappant ces coups.

deux ans pour la durée du cycle de l'*Anobium tessellatum* Fabr., dont les larves et les adultes réduisent en vermoulure le bois des arbres secs en forêt (chêne, hêtre, érable, châtaignier, etc.), le perforant dans toutes les directions. Quand les larves ont atteint leur taille, elles se nymphosent dans la vermoulure et de ces nymphes sortent, surtout au printemps ou en été, les insectes parfaits qui copulent et meurent, pour la plupart, dans l'intérieur des meubles, planchers, charpentes, sans apparaître à l'extérieur.

Les principales espèces sont :

La *Vrillette marquetée* (*Anobium tessellatum*), qui atteint les plus grandes dimensions et se distingue par la ponctuation fine qui recouvre tout le corps à l'exception des élytres, remarquables par leur marbrure. C'est, de toutes les espèces, la plus fréquente en forêt sur les arbres feuillus ; comme il vient d'être dit, elle est commune aussi dans les bois en œuvre ;

La *Vrillette opiniâtre* (*Anobium pertinax*), représentée planche X, figure 2 ; elle est noirâtre, plus petite ; les bords et les angles du corselet sont arrondis et marqués d'un creux en losange de chaque côté avec une petite tache de poils jaunes ; élytres profondément ponctuées ;

La *Vrillette domestique* (*Anobium domesticum*) ;

La *Vrillette des tables* (*Anobium striatum*), l'une des plus petites (2 à 3 millimètres) ;

Le *Ptilin pectinicorn*e (*Ptilinus pectinicornis*), mesurant à peine 4 millimètres et de forme cylindrique comme les espèces précédentes. La structure de ses antennes permet de le reconnaître aisément ; pectinées chez les femelles, elles deviennent flabellées chez les mâles et forment d'élégants panaches ;

Le *Ptilinus costatus*, représenté planche X, figure 3 ;

Le *Lyctus canaliculatus*, type de la famille des Lyctides, ayant 3 à 4 millimètres, le corps allongé, cylindrique, les élytres marquées de nombreux sillons (1).

Telles sont les principales espèces réunies sous le nom de vrillettes (2). Toutes creusent des galeries cylindriques, d'abord lon-

1. Cet insecte est extrêmement commun dans les collections de bois de l'École forestière ; il faut procéder à des sulfurages ou à des immersions dans des solutions alcooliques de bichlorure de mercure pour s'en débarrasser.

2. Le *Lymexylon navale* est très nuisible dans les chantiers maritimes où on utilise le chêne ; mais on ne le voit pas dans les constructions.

gitudinales, puis en tous sens, dans l'aubier de tous les bois et surtout dans ceux (chênes) dont l'aubier est riche en matières nutritives (amidon, matières azotées). Quand l'aubier est privé de ces aliments, par des annélations par exemple, il n'est pas attaqué par les vrillettes. Le cœur des bois durs est en général respecté; mais les bois sans duramen, feuillus ou résineux, peuvent être rongés dans toute leur épaisseur, bien que, même chez ces bois, les vrillettes pullulent surtout dans les couches extérieures, beaucoup plus riches en éléments nutritifs facilement assimilables.

C'est pour se garantir des dégâts de tous ces insectes qu'on rejette l'aubier des chênes dans tous leurs emplois comme bois d'œuvre, à moins que l'on n'empêche par des insecticides l'invasion des vrillettes.

Quoique ces insectes aient grand soin, avons-nous dit, de conserver intact un mince feuillet ligneux superficiel, il leur faut bien y creuser de-ci de-là des trous soit pour l'aéragé, soit pour la sortie de la vermoulure. Les planchers, les meubles, les poutres en bois blanc ou en sapin sont parfois criblés de ces trous que l'on appelle *trous de vers*; ils indiquent que le bois est vermoulu en dessous plus ou moins profondément.

Si l'on ne détruit pas à temps ces vrillettes, les poutres, planchers, meubles tombent bientôt en poussière.

*Remèdes.* — Ici encore il est facile d'empêcher les dégâts. On peut agir préventivement en enduisant d'insecticides éprouvés la surface des objets à préserver.

Si les bois sont attaqués, on agit comme il a été dit plus haut pour *Hylotrupes bajulus*; on râcle la surface vermoulue et on badigeonne à deux reprises avec des substances à la fois antiseptiques et insecticides, telles que les créosotes, carbolineums, microsols, etc.

Si l'on s'agit de meubles ou de planchers dont on ne veuille pas altérer la couleur, on plonge les meubles dans une solution alcoolique renfermant 10 % de bichlorure de mercure<sup>(1)</sup>; si on ne peut

1. L'emploi du bichlorure de mercure comme insecticide contre les vrillettes est très ancien. PAULER, dans son *Traité de la conservation des bois*, excellent à l'époque de son apparition (1874), mais bien incomplet aujourd'hui, raconte (p. 167) qu'une personne de qualité de Provence, ne sachant comment faire pour avoir du parquet que les vers ne lui mangeassent pas en peu d'années, ainsi qu'il arrive en ce pays-là (il s'agit évidemment des vrillettes), demanda conseil à un savant académicien français, M. Homberg. Celui-ci



procéder par immersion, on se sert du pinceau et l'on badigeonne avec une des nombreuses mixtures insecticides (essence de térébenthine ou de pétrole, etc.).

### Caractères communs aux trois groupes précédents

Tels sont les trois insectes ou groupes d'insectes qui causent aux bois en œuvre des dommages sérieux. On a vu qu'il était bien facile d'employer contre eux soit des moyens préventifs, soit des procédés destructifs efficaces.

Ceux qui se plaignent ne peuvent accuser que leur indifférence.

Contrairement à ce que l'on constate pour les insectes qui attaquent les arbres vivants, on ne peut faire ici intervenir la *fécondité* comme la cause principale de la *nocuité*.

Le capricorne domestique, les vrillettes ne peuvent certes être considérés comme des insectes très féconds et, de plus, leur cycle biologique est long (en moyenne deux ans).

Ce qui fait la grande nocuité des insectes dont il vient d'être question, c'est la réunion des deux caractères suivants *que les trois groupes possèdent au plus haut degré* : 1° l'aptitude, rare chez les insectes, à passer toutes les phases de leur vie à l'obscurité, dans le même milieu, et à s'y féconder sans avoir besoin de paraître à la lumière ; 2° l'instinct qui les porte à travailler toujours à l'abri (<sup>1</sup>) et, par suite, à respecter la surface des objets dans lesquels ils vivent, ce qui fait que l'homme ne s'aperçoit souvent que trop tard de leur présence.

C'est parce que le dernier insecte dont il reste à dire quelques mots ne jouit pas de cette néfaste propriété de se multiplier dans la même poutre sans apparaître au dehors que ses dégâts sont vraiment insignifiants. Mais comme on l'a vu parfois sortir en

---

lui conseilla de tremper son parquet dans de l'eau où l'on aurait mêlé du sublimé corrosif, ce qui fut fait avec un plein succès. Or ceci se passait en 1705, il y a plus de deux cents ans. A l'inverse de certains remèdes qui, parail-il, ne guérissent que lorsqu'ils viennent d'être inventés, le sublimé corrosif, quoique vieux de deux siècles, guérit toujours.

1. Cet instinct est, comme on sait, très puissant chez les termites. « Faut-il passer d'un étage à un autre, s'il n'y a pas de montants en bois qui fournissent par leur intérieur le chemin tout tracé, des galeries couvertes, faites de terre rapportée, sont construites, et l'on voit, collées aux murailles, des *trainées sinueuses, souvent longues de plusieurs mètres*, qui sont les grandes routes de ces êtres bizarres, ennemis du jour et de l'air libre. Quand un édifice est ainsi envahi, sa ruine est prochaine et une saison suffit pour amener la destruction d'une maison » (*Le Termite lucifuge*, par J. PEREZ.)

assez grand nombre des poutres et des charpentes des maisons neuves, il peut, à la rigueur, être considéré comme un insecte des bois en œuvre.

**Sirex** (*Sirex gigas*, *S. juvencus*, *S. spectrum*)

Les sirex font partie de l'ordre des Hyménoptères, si important à tous égards.

Les Hyménoptères se divisent en Hyménoptères porte-aiguillons (fourmis, guêpes, abeilles) et en Hyménoptères porte-tarière ou térébrants (Ichneumonides, Cynipides, Tenthredinides, Sircides). Ces derniers n'ont pas d'aiguillon; la femelle introduit ses œufs dans le milieu qui leur convient à l'aide d'une tarière qui, comme chez les sirex, peut s'enfoncer à travers l'écorce et le bois jusqu'à 8 millimètres.

Les sirex sont des Hyménoptères térébrants à abdomen sessile comme la famille voisine des Tenthredinides.

Les sirex ressemblent à de grandes guêpes<sup>(1)</sup>. Le plus commun est le sirex commun (*Sirex juvencus*), d'un bleu d'acier, avec les ailes jaunes. Le mâle est très différent de la femelle comme taille et coloration, la femelle ayant souvent 22 millimètres (parfois 35) et le mâle seulement la moitié. Du reste il y a dans les individus d'un même sexe de grandes variations de taille, mal expliquées. La larve possède une tête cornée sans yeux, une pointe anale caractéristique et des mandibules tellement fortes que la larve de sirex peut creuser ses galeries dans du plomb.

Les deux autres espèces importantes sont le sirex géant (*Sirex gigas*), d'une taille plus forte, de coloration jaune et noire, et le sirex spectre (*Sirex spectrum*).

Ces trois espèces n'habitent que les résineux. Toutes se rencontrent dans le bois d'épicéa; le *S. spectrum* se trouve en outre dans le sapin; quant au *S. juvencus*, son bois de prédilection est celui du pin sylvestre. Le *S. gigas* est plus fréquent dans le sapin, rare dans le pin sylvestre et le mélèze.

Ces guêpes de bois ne vont jamais pondre sur les arbres sains; elles ne confient leurs œufs qu'aux arbres sur pied malades ou aux arbres abattus. La femelle enfonce rapidement sa tarière à

1. Les Allemands les appellent guêpes de bois (*Holzwespe*).

travers l'écorce et l'aubier et place son œuf parfois à 8 millimètres de profondeur; elle retire sa tarière, l'enfonce à nouveau, pondant un œuf à chaque coup de tarière. La larve creuse dans le bois des galeries dont le diamètre, toujours cylindrique, s'accroît avec sa taille et qu'elle garnit derrière elle de sa vermoulure.

Ces galeries, plus ou moins arquées, ont jusqu'à 20 centimètres de longueur; leur extrémité, plus élargie, aboutit près de l'écorce et sert de chambre de nymphose. L'insecte, à son éclosion, sort en perforant un trou circulaire.

Le vol des guêpes de bois et leur ponte ont lieu de juin à septembre. C'est dans cette période qu'on en voit parfois dans les appartements neufs, sortant des poutres de la charpente.

La vie larvaire est plus ou moins longue et il y a, à cet égard, de grandes différences tenant probablement à la richesse de l'arbre en aliments. En tout cas, il faut au moins deux ans, quelquefois trois ou même quatre, pour que l'insecte achève son évolution.

C'est ainsi que s'explique l'apparition, en assez grand nombre parfois, de ces insectes dans les maisons construites depuis un an ou deux. Le sirex achève dans la poutre du plafond l'évolution commencée en forêt, soit sur l'arbre sur pied *malade*, soit sur l'arbre *très sain* qui vient d'être abattu<sup>(1)</sup>.

Il n'y a pas du tout à se préoccuper de ces apparitions parce *qu'elles ne se renouvelleront pas*. Ces grandes guêpes à longue tarière qu'on voit voltiger dans les appartements sont désormais inoffensives. Leur instinct les porte à ne confier leurs œufs qu'à des arbres *ayant encore* de la sève. *Jamais elles ne pondent sur les poutres d'où elles sortent.*

---

1. Et c'est pourquoi l'on ne peut approuver les dires de certaines personnes (voir le Rapport de M. GAUÉ, professeur à la faculté de Rennes, sur l'affaire Bussy-Goux, à Lyon, 1905) qui prétendent que ces trous de vers indiquent *toujours* des bois gâtés, malades, et que ces pièces auraient dû être rebutées en forêt. 1° Ils n'indiquent pas toujours des bois malades puisque les bois sains abattus peuvent recevoir les pontes; 2° on ne peut rebuter ces pièces en forêt puisque les trous faits par l'insecte à sa sortie peuvent ne pas exister encore. Le sirex est souvent transporté à l'état de larve dans les charpentes sans qu'on puisse s'apercevoir de sa présence; elle n'est dévoilée qu'un an ou deux après la construction par ces trous circulaires de 4 à 5 millimètres de diamètre donnant issue à l'insecte parfait.

A l'occasion de la communication de M. Henry, M. MER présente les observations suivantes :

En 1893, j'ai fait connaître un procédé permettant de mettre le bois du tronc d'un arbre à l'abri de l'atteinte des vrillettes. Il consiste à pratiquer une décortication annulaire ou annélation de 10 à 15 centimètres de large sous les premières branches. Cette opération étant effectuée au mois de mai, l'arbre peut être exploité dès le mois de novembre. Tout le bois de la partie du tronc située au-dessous du tronc est devenu ainsi réfractaire à la vermoulure.

Le procédé repose sur les faits que je vais exposer.

En examinant au microscope la poussière de vermoulure provenant d'un bois très amyliifère : l'aubier du chêne, j'avais reconnu qu'elle était complètement dépouillée d'amidon, alors que les parties voisines, non encore attaquées, en étaient remplies. Cette observation me fit penser que les vrillettes recherchent uniquement l'amidon dans le bois et que si l'on parvenait à faire disparaître cette substance dans le tronc d'un arbre, on arriverait peut-être à le préserver de l'attaque de ces insectes. Or j'avais constaté, au cours d'autres recherches, que l'annélation a pour effet de faire résorber l'amidon dans toute la région infra-annulaire. Voici comment : la glycose, formée par les feuilles sous l'influence de la radiation solaire s'accumule, dans leur parenchyme, à l'état d'amidon de réserve, en plus ou moins grande quantité, suivant le rapport entre l'activité avec laquelle il est produit et celle avec laquelle il est ensuite converti en glycose, forme sous laquelle il progresse dans les tissus conducteurs pour se rendre des branches dans la tige. Parvenu là, il remplit les rayons médullaires, mais ne peut cheminer dans le sens de l'axe de l'organe que par le liber mou. On en a la preuve, dans le fait, qu'au bout d'un certain temps, variable du reste, l'amidon a disparu de la région située au-dessous de l'anneau. Il en a disparu, en partie utilisé par l'assise cambiale, en partie résorbé par la combustion respiratoire. La région infra-annulaire d'un tronc annelé, ne recevant plus l'amidon des feuilles, est donc réduit à la réserve qu'il possédait au moment de l'opération. Cette réserve est résorbée, au courant de l'été, même dans les essences les plus amyliifères.

Pour m'assurer si mon hypothèse était exacte et si un bois dépourvu d'amidon se trouve à l'abri de l'attaque des vrillettes,

je laissai en contact, pendant trois années (de 1890 à 1893), des billes de chênes de 2 à 3 mètres de longueur, provenant d'arbres écorcés entièrement ou seulement annelés et d'autres billes non opérées, destinées à servir de témoins. Au bout de ce temps, je constatai que l'aubier des premières était resté indemne, tandis que celui des secondes était entièrement vermoulu dans sa partie périphérique.

J'appelle annélation *supérieure*, l'annélation dont je viens de parler, pratiquée sous les premières branches. Elle est indispensable. Mais il est utile d'en effectuer encore une autre au pied de l'arbre. C'est l'annélation *inférieure*. J'ai reconnu que, grâce à elle, la résorption de l'amidon est plus rapide et plus complète, parce qu'on empêche ainsi l'amidon de la souche de parvenir au tronc.

L'une et l'autre décortication s'effectuent très facilement par deux ouvriers. Tandis que l'un, grim pant sur l'échelle, procède à l'annélation supérieure, l'autre enlève un anneau d'écorce au pied de l'arbre, après avoir aidé son camarade à déplacer, transporter et replacer l'échelle. Deux ouvriers exercés peuvent ainsi opérer un gros chêne en vingt minutes. Ce travail est donc peu onéreux, si l'on tient compte des avantages qui en résultent et notamment de la possibilité de se servir, en menuiserie, de l'aubier des bois durs qui sont les plus riches en amidon et par suite les plus vermoulables. Or, dans plusieurs essences, telles que le frêne, l'érable, le hêtre et le noyer, l'aubier forme une proportion importante du tronc.

Voici, à l'appui de ce que je viens de dire, deux rondelles que j'ai détachées ce matin de deux billes de chênes dont j'avais opéré l'un en 1890. Ces billes, ainsi que plusieurs autres, sont restées en contact, dans un grenier de l'École forestière, pendant dix-sept ans. L'une a son aubier externe complètement vermoulu, tandis que l'autre est absolument intacte. L'aubier interne n'a pas été attaqué. Il en était à peu près ainsi dès la troisième année. Il ne semble donc pas que les vrillettes aient beaucoup travaillé depuis cette époque. Et, en effet, en grattant le bois vermoulu et en délayant dans l'eau les débris, on n'y trouve plus de vrillettes. Elles sont mortes ou ont émigré depuis longtemps. Il s'agit d'en rechercher la cause. Si l'on dépose sur cet aubier interne une goutte de teinture d'iode, on constate que la tache, ainsi

formée sur le bois, conserve la coloration de la teinture, ce qui semblerait indiquer que l'amidon a disparu de cette région, comme les vrillettes ont disparu de la région externe. Cependant, à l'examen microscopique, on voit qu'il en subsiste encore passablement. Les rayons gros et petits sont vides, mais un assez grand nombre de cellules ligneuses en renferment encore, de même que celles de la périphérie des gros rayons qui, dans toutes les circonstances où l'amidon se résorbe, sont les dernières à conserver le leur. Il reste donc encore un peu de cette substance dans l'aubier interne, demeuré intact, mais trop peu pour que les vrillettes aient cru devoir l'entamer, afin d'y chercher un aliment qui s'y trouvait par trop disséminé. La plus grande partie de l'amidon que renfermait cette région, après l'abatage de l'arbre, avait été employée à la combustion respiratoire, pendant que les vrillettes étaient occupées à dévorer celui qui se trouvait dans l'aubier externe.

Le procédé de l'annélation est applicable surtout aux essences dures qui sont les plus amylofères et qui, pour ce motif, conservent en tout temps de l'amidon dans leurs tissus de réserve, moins cependant en hiver qu'en été. Les bois tendres et les conifères, pauvres en amidon pendant la période de végétation, n'en renferment plus en hiver. Les arbres appartenant à ces essences, qui sont exploités en cette saison (de décembre à mai) sont donc, par ce fait même, à l'abri de la vermoulure, tandis que ceux qui sont abattus de mai à décembre, y sont exposés et doivent être annelés pour en être préservés.

L'annélation, telle que je viens de la décrire, n'est pas la seule opération pouvant produire la résorption de l'amidon des bois. Ce résultat est encore atteint, quoique d'une manière moins générale et moins sûre, par une dessiccation lente. Un fragment de bois assez volumineux pour être préservé d'un dessèchement trop rapide, continue à vivre assez longtemps et la combustion respiratoire consomme peu à peu l'amidon qu'il renfermait. A cet égard, il y a de grandes différences suivant les essences. Les bois très amylofères mettent plus de temps à résorber la totalité de leur amidon, mais la quantité de cette substance n'est pas seule en cause. Ainsi le chêne perd moins rapidement son amidon que le hêtre. Il en est de même du frêne et surtout du noyer, très vermoulable, comme l'on sait. Le tronc d'un hêtre coupé au début

de l'hiver et gisant sur le sol, a perdu une grande partie de son amidon au mois de juin. J'ai reconnu que les planches et madriers qui séjournent empilés, pendant trois et quatre ans, dans les chantiers de bois, en vue de leur dessiccation, ne renferment généralement plus d'amidon au bout de ce temps. En examinant les bois dans divers ateliers de menuiserie, j'ai constaté que la plupart n'étaient plus amylofères. Si donc l'on était certain de n'employer que du bois ayant subi plusieurs années de dessiccation, on pourrait, pour beaucoup d'entre eux, se dispenser de l'annélation. Mais il est loin d'en être toujours ainsi. Parmi les échantillons prélevés chez des menuisiers et dans lesquels l'amidon faisait défaut, j'en ai trouvé d'autres plus ou moins amylofères, avec lesquels on fabriquait des meubles qui se trouvaient, par là même, exposés à la vermoulure. J'en ai toujours rencontré dans le noyer, même au bout de deux et trois ans de coupe et bien qu'on ait l'habitude de conserver en grume les billes de cette essence, exposées à la pluie, afin d'y produire, par l'entraînement sur certains points et le dépôt sur d'autres du tanin oxydé, les veines recherchées par la consommation. Le maintien en grume et le séjour à l'extérieur sont cependant des conditions très favorables à la prolongation de la vie et par suite à la résorption de l'amidon. Le noyer doit donc être regardé comme l'une des essences dans lesquelles cette substance disparaît avec le plus de lenteur. C'est précisément en raison de cette grande variation que la vermoulure est attribuée, suivant les régions, à des causes fort diverses, parmi lesquelles domine l'époque d'abatage. Dans plusieurs provinces, l'intervention des phases de la lune et la direction du vent sont regardées comme prépondérantes.

Le procédé de l'annélation se recommande par l'économie de son emploi et la sûreté de ses résultats. L'usage des agents désinfectants dont vient de parler M. Henry, présenterait bien des inconvénients dans les bâtiments. Même restreint aux poutrages et aux charpentes, le carbonyle y répandrait longtemps une odeur fort désagréable. Les pièces enduites de cette substance ne supportant pas la peinture ou le cirage, quand il s'agit de parquets, ne pourraient servir à la menuiserie. D'autres corps, parmi lesquels le microsol se place en première ligne d'après les essais de M. Henry, ne semblent pas présenter ces inconvénients, mais l'imprégnation *complète* des bois par cette solution paraît être

assez onéreuse et il faudrait qu'elle ne fût pas seulement superficielle, pour que, dans les assemblages de bois, les pièces en contact les unes avec les autres, les tenons et les mortaises qu'on taille le plus souvent, en exécutant le travail, fussent préservées.

Plusieurs menuisiers ou entrepreneurs auxquels je conseillais l'emploi de lames de parquet avec aubier provenant de chênes annelés m'ont objecté que cela leur était formellement interdit par le cahier des charges. M'adressant alors à des architectes, je leur demandai s'il ne serait pas possible de modifier ce cahier des charges, dans le cas où l'aubier, réfractaire à la vermoulure, serait reconnu, après essais, ne pas présenter des qualités par trop inférieures à celles du duramen, à d'autres points de vue tels que la dureté, la résistance à l'usure, la coloration, etc. Il me fut répondu qu'on serait dépourvu de moyen de contrôle pour s'assurer si les meubles, les parquets, les pièces de charpente avaient été confectionnés avec du bois provenant d'arbres annelés. Cette objection est très réfutable, car quelques gouttes de teinture d'iode appliquées çà et là sur les bois à éprouver, permettraient de reconnaître s'ils renferment une quantité d'amidon suffisante pour y attirer les insectes. J'ai fait remarquer précédemment que, sur l'une des rondelles produites, les vrillettes n'avaient pas attaqué l'aubier interne, bien que renfermant encore de l'amidon, mais trop peu. D'ailleurs que de fournitures dont on fait couramment emplette sans qu'il soit possible d'en reconnaître immédiatement la qualité! Sait-on si le beurre qu'on achète n'est pas margariné? On est obligé de se fier à la bonne foi du vendeur ou, dans le cas contraire, de faire analyser. Il en serait de même pour les bois et la tâche serait bien plus aisée, car il suffit de quelques minutes pour reconnaître, par l'examen microscopique, si un bois est amylofère. D'ailleurs ces précautions deviendraient superflues, quand la pratique se serait généralisée. Dans la confection des parquets, il est toléré une certaine quantité d'aubier pour les parties ajustées. Celles-ci se vermoulent facilement, je l'ai constaté, quand l'aubier est encore amylofère. Il y aurait donc grand intérêt à ce qu'il ne le fût plus.

M. Boppé vient de nous dire que si la présence de l'amidon dans un bois est bien la cause de la vermoulure, le bois de sapin n'étant plus amylofère de décembre à mai, comme je l'ai fait remarquer, ne devrait jamais être atteint de vermoulure, car c'est



surtout en hiver que ces arbres sont exploités. Je répondrai d'abord que le bois de sapin est fort peu attaqué par les vrillettes. Depuis plus de trente ans, je vis dans une région de sapins, je fais exécuter des constructions, des meubles en sapin, j'ai constamment sous les yeux des charpentes, des planchers, des tables, des chaises en sapin, j'en ai même qui se trouvent relégués depuis plusieurs années dans des greniers, des pièces inhabitées, conditions favorables au travail des vrillettes et c'est à peine si de loin en loin je constate la présence de vermoulures. J'ajouterai que, dans les hautes Vosges du moins, ce n'est pas seulement en hiver, mais toute l'année qu'a lieu, depuis longtemps déjà, l'exploitation de ces arbres. C'est même plutôt du printemps à la fin de l'automne que s'effectue cette besogne, d'abord parce que les jours sont plus longs, ensuite parce qu'elle devient impossible, quand la neige est par trop épaisse. Chaque hiver, il y a, pour ce motif, un assez grand nombre de jours de chômage et dans certains hivers, comme celui que nous traversons, où la neige est tombée si abondamment, les bûcherons restent parfois plusieurs mois sans pouvoir se rendre à la coupe. On peut donc dire que c'est, en majeure partie, de l'exploitation faite en d'autres saisons qu'en hiver, que proviennent les bois de sapin livrés au commerce. Par conséquent, on est autorisé à supposer, lorsqu'on y rencontre quelques traces de vermoulure, qu'elles se trouvent dans des bois coupés de mai à décembre et par suite amylières. Il est de croyance répandue parmi les bûcherons de Gérardmer que les sapins exploités en mai sont ceux qui se *piquent* le plus facilement. Or, j'ai reconnu que c'est en avril et mai que les aiguilles de sapin sont le plus remplies d'amidon, non pas tant parce que l'amylogénèse est plus active à cette époque que parce que l'évolution des bourgeons et l'activité cambiale ne commençant guère qu'à la fin de mai, cet amidon formé par les feuilles n'est employé, au premier printemps, qu'à remplir les tissus de réserve qui s'étaient vidés l'automne précédent.

M. Cuif vient de rappeler les expériences d'écorcement de Buffon. Elles n'ont pas été faites en vue de la préservation des bois contre la vermoulure mais dans le but de s'assurer si, conformément à une vague croyance qui s'était transmise, à travers les âges, depuis la période romaine, les bois écorcés quelque temps avant l'abatage ou même seulement annelés au pied (cernés),

ainsi que cela se pratiquait dans quelques pays, acquéraient, par cette opération, certaines qualités. Buffon écorça totalement, c'est-à-dire depuis le bas du tronc jusqu'aux premières branches, quelques chênes qu'il laissa sur pied deux ans, afin de comparer, sous le rapport de la densité, la flexibilité et la résistance à la rupture, de leur bois à celui d'autres chênes maintenus deux ans sous écorce, après abatage, dans un hangar. Il dit avoir constaté que le bois de ces arbres écorcés était plus dense et plus résistant, à volume égal, que celui des témoins et ajoute avoir reconnu les mêmes résultats sur des chênes annelés à 1 mètre de terre, mais sans distinguer la partie du tronc située au-dessus de l'anneau, de celle située au-dessous. Nulle part, dans son Mémoire (le deuxième de ceux relatifs à ses travaux sur les végétaux), il ne décrit une expérience entreprise au point de vue de la vermoulure ; bien plus il n'en cite aucune autre faite avant lui.

Buffon eut le grand mérite d'être un des premiers à recourir à l'expérimentation dans l'étude de la vie végétale, mais il faut reconnaître que, si l'intention était bonne, l'exécution laissait beaucoup à désirer. C'est ainsi qu'il comparait ses bois écorcés depuis deux ans et devenus presque secs, comme il l'indique du reste, à des bois maintenus sous écorce, dans un hangar, pendant le même temps et qui devaient avoir perdu fort peu de leur eau de constitution. Ces bois se trouvant inégalement desséchés n'étaient donc pas comparables : Buffon ne semble pas s'en être aperçu ; ce qui est d'autant plus surprenant que, au cours d'expériences d'un autre ordre poursuivies à la même époque, il avait reconnu qu'un gros chêne protégé par son écorce et gisant sur terre depuis un an, avait perdu fort peu d'eau. Évidemment il ne comprenait pas que l'inégalité de teneur en eau suffisait à fausser les résultats.

Buffon, à la suite de ces expériences, était arrivé à cette conclusion que, par l'écorcement, l'aubier acquérait les qualités du duramen et pouvait servir aux mêmes usages. Il voyait là la possibilité d'accroître, dans une notable mesure, la quantité de bois d'œuvre disponible dans le royaume. Il y a plus ; cette opération rendait, suivant lui, l'aubier supérieur au duramen et améliorait même ce dernier. Or rien de cela n'est exact. L'écorcement accroît la dureté du bois, parce qu'il le dessèche, mais par contre il présente un grave inconvénient que Buffon ne semble pas avoir

remarqué, celui de produire des gerçures nombreuses et parfois profondes qui détériorent beaucoup l'arbre.

Dès que Buffon eut communiqué les résultats de ses expériences à l'Académie des sciences en 1738, Duhamel voulut les vérifier et, chose surprenante et peu explicable, trouva comme lui que le bois écorcé est plus lourd et résiste mieux à la rupture. Pas plus que Buffon, Duhamel ne paraît s'être préoccupé de l'inégale teneur en eau des sujets comparés. Malgré l'autorité des deux savants et le retentissement qu'eurent en Europe leurs expériences, le procédé de l'écorcement ne fut pas consacré par la pratique. De 1788 à 1792, Varenne de Fenille, opérant sur des peupliers et des marronniers, obtint des résultats opposés à ceux qui avaient été signalés par Buffon et Duhamel. Il en fut de même en Allemagne, au commencement du siècle suivant. Le bois des arbres écorcés fut trouvé moins dense et moins résistant que celui des témoins, à degré égal de siccité. J'ai reconnu, de mon côté, que l'aubier écorcé n'acquiert qu'une seule des qualités du duramen, celle d'être, comme lui, réfractaire à la vermoulure. Or de celle-là, Buffon, pas plus qu'aucun de ceux qui, après lui, se sont occupés de la question, ne paraît s'être douté.

---

# GREFFE ANIMALE

## CHEZ UN COQ DOMESTIQUE

Par C. BRUNOTTE

Professeur à l'Université de Nancy, École supérieure de pharmacie

---

Depuis fort longtemps, on sait que la greffe animale est faite avec succès, et la médecine actuelle emploie couramment le greffage épidermique qui, généralement, réussit très bien.

Il fut un temps où des sortes de greffes spéciales, faites sans aucun souci des précautions antiseptiques, étaient en grande vogue, et fournissaient parfois des phénomènes bizarres, étranges, qui excitaient la curiosité et qui sont relatés dans quelques ouvrages déjà anciens.

Parmi ces greffes intéressantes, il en est une assez spéciale, pratiquée au bon vieux temps et qui se faisait, dit-on, assez facilement chez les volailles.

M. Gadeau de Kerville (1), dans une note à la Société des sciences naturelles d'Elbeuf en 1896, signale un cas analogue à celui qui nous occupe aujourd'hui (quoique son échantillon soit beaucoup plus petit que le nôtre) et donne à ce sujet des renseignements que je crois bon de rapporter. Il s'agit d'une tête de coq sur laquelle on avait greffé les ergots qui s'y sont développés.

Une des greffes épidermiques que l'on obtient aisément, dit

---

1. « Note sur les têtes de coqs pourvues d'ergots greffés. » (*Bulletin de la Société des sciences naturelles d'Elbeuf*. Année 1895, publiée en 1896. Allain imprimeur.)

l'auteur ci-dessus désigné, est celle de l'un ou des deux ergots d'un coq, implantés à la place où se trouvait la crête préalablement coupée.

Autrefois, quand on castrait les jeunes coqs, pour en faire des chapons, on avait coutume, pour les distinguer des autres volailles, de sectionner un ou leurs deux ergots et de les insérer dans la plaie résultant de l'excision de la crête, car au moment de l'ablation des testicules, on enlevait aussi cette partie charnue. Si l'animal ne les faisait pas tomber, en se buttant à divers obstacles, l'ergot ou les ergots continuaient à vivre, se greffaient solidement, achevaient leur développement, se contournaient, et, dans le cas où ils étaient deux, offraient l'aspect de cornes de bélier ou de bouc (en petit naturellement).

Depuis que l'on a reconnu, ajoute encore M. de Kerville, que l'engraissement des jeunes coqs se fait aussi bien sans qu'ils soient castrés, on a cessé de pratiquer cette opération et, par suite, on ne greffe plus d'ergots, de telle sorte qu'on ne voit plus de chapons cornus et que, très probablement, ceux que l'on verra désormais auront été obtenus, soit pour une expérience scientifique, soit à titre de curiosité.

A vrai dire, il est rare en effet de rencontrer actuellement des coqs cornus, et dans toute la Lorraine, aujourd'hui, on aurait peine à trouver des individus du genre *Gallus*, affublés de cet appendice spécial, sauf en une ferme des environs de Vic-sur-Seille.

Cependant, il s'en est trouvé un, il y a quelques années, que j'ai eu l'heureuse chance de voir et que je tiens, à titre de curiosité, à présenter à la Société des sciences.

Il nous paraît être un vieux souvenir du Moyen Age et il a eu une histoire assez mouvementée, poursuivi qu'il était par les enfants (cet âge est sans pitié !) qui l'avaient baptisé de nombreux noms ironiques.

Je dois cet échantillon assez rare à mon préparateur M. R. Engel, qui a eu l'obligeance de me le rapporter d'Einville où on le connut pendant près de sept années.

Ainsi qu'on pourra s'en rendre compte par les photographies jointes à cette note, et qui représentent, sous divers aspects, la tête du coq à peu près grandeur naturelle, les ergots ont atteint ici des dimensions considérables.

Ils ont été greffés, tous deux, très petits à la face supérieure de la tête, tout à fait au sommet, et l'un à côté de l'autre.

L'un B (fig. 1 et 2) qui paraît être le plus grand, s'est accru presque droit, légèrement courbé vers la face inférieure ; l'autre A (fig. 1 et 2), dans son développement, s'est fortement contourné, et si, apparemment, il semble plus court que son voisin, il n'y a en effet qu'apparence. Ils atteignent tous deux 12 centimètres et demi de long.

L'un A est presque entièrement cylindrique et a 3 centimètres et demi de circonférence, l'autre B atteint 4 centimètres de tour et est un peu aplati dans son tiers terminal.

Un des ergots A se termine brusquement par une surface convexe, il a dû être cassé à l'extrémité ; l'autre B se termine normalement en une pointe émoussée.

Ce sont là deux beaux exemples d'une greffe animale qui a été faite par un propriétaire habile de Bezange-la-Grande, qui m'a donné entre autres les renseignements suivants reçus de M. Poirel, agriculteur : « Cette opération est très difficile, et il arrive souvent que les poulets ne survivent pas. En ce moment (mars 1907), quatre poulets à ergot greffé sont en bonne santé, seulement deux n'ont qu'un ergot, le deuxième étant tombé ; cet ergot a 3 centimètres à peu près et la greffe date du mois d'octobre dernier. Il faut avoir soin, dès les premiers jours de l'opération, de surveiller les coqs qui ont subi l'opération de façon à ce qu'ils ne se heurtent pas à des corps durs et à ce qu'ils ne fassent pas tomber l'ergot peu solide sur la tête pendant quelques jours. »

Tels sont les renseignements que j'ai pu recueillir et qu'il m'a paru intéressant de rapporter, en présentant cette pièce curieuse, réduite malheureusement à un squelette osseux un peu détérioré. Malgré cette détérioration due à un séjour assez prolongé de la tête du coq dans un fumier où on l'avait jetée, on peut constater aussi que malgré la destruction des tissus charnus et épidermiques, les bourgeons osseux inférieurs des « cornes » sont bien visibles et très développés.

Ils montrent en outre par les dimensions de leurs bases qu'ils ont été parfaitement soudés aux tissus érectiles de la crête qu'ils ont remplacés, aux dépens desquels ils se sont développés et où ils se sont nourris et accrus.

Cette substitution d'organes érectiles en organes osseux et

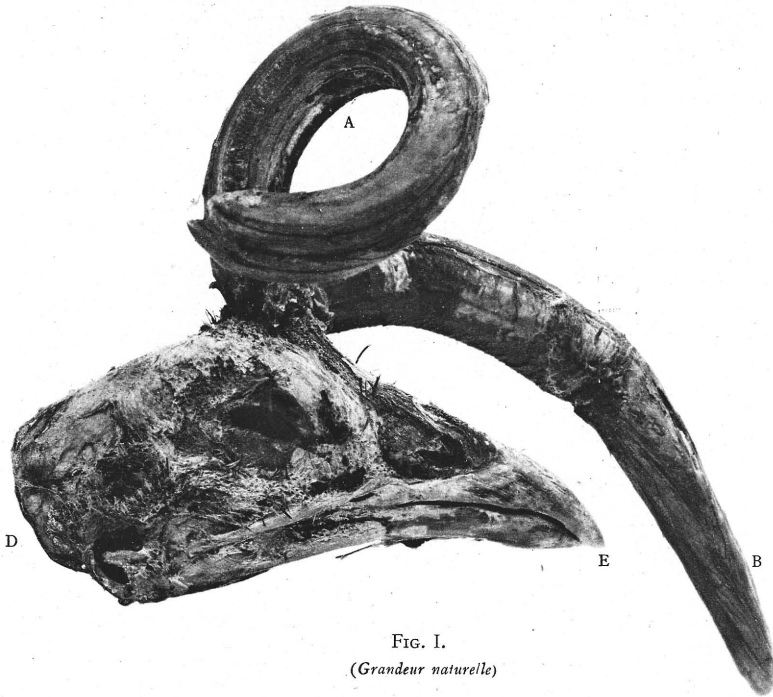


FIG. I.  
(Grandeur naturelle)

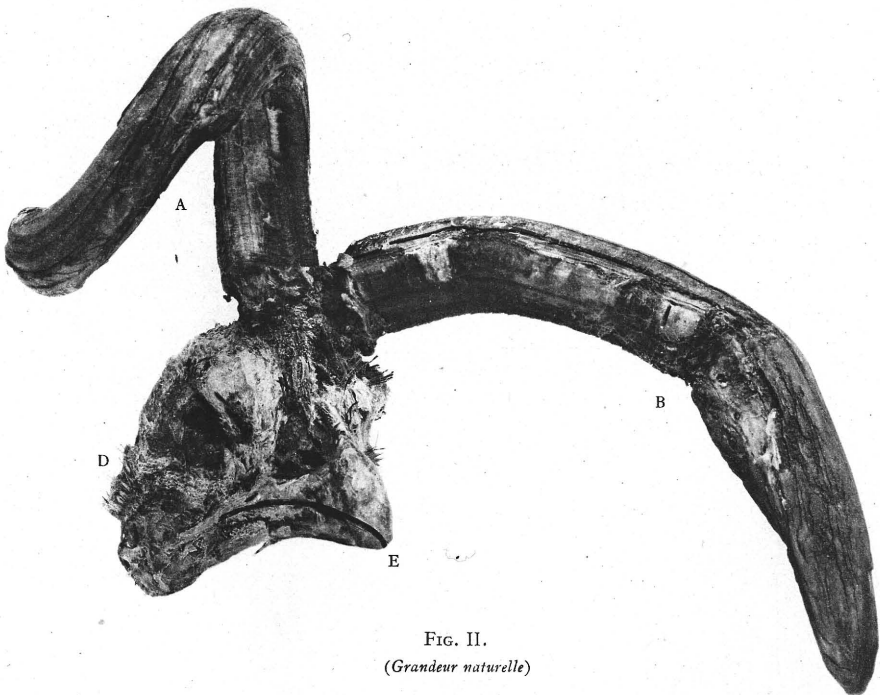


FIG. II.  
(Grandeur naturelle)

durs ne manque pas, au point de vue tératologique et histologique, d'un vif intérêt (1).

Des cas curieux de ce genre doivent toujours être signalés, ils viennent s'ajouter aux autres observations faites antérieurement et sont un appoint de plus à l'histoire déjà si complète des greffes animales.

(Communication faite à la séance du 15 mars 1907.)

### Explication de la planche

Les deux figures représentent des photographies, grandeur naturelle, de la tête du coq, prises sous deux aspects différents.

FIG. 1. — Photographie prise de côté :

E extrémité pointue externe du bec;

D région occipitale de la tête;

A ergot greffé et contourné;

B ergot plus droit et paraissant le plus long.

FIG. 2. — Photographie prise de face, la région du bec étant placée plus en avant, de trois quarts presque.

Mêmes désignations des lettres que dans la figure précédente.

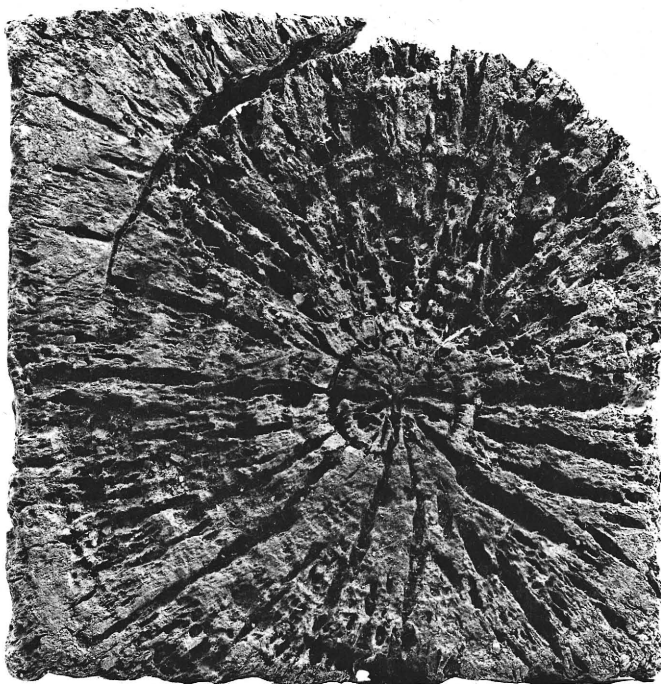
---

1. L'original ira prendre place au Musée d'histoire naturelle de la ville et de l'Université de Nancy, à côté d'une autre pièce tératologique du même genre.





8



14

Phototypie d'Art Royer et C<sup>e</sup>, Nancy.

Réduit aux 6/10.

SÉRIE A.

8. — Peuplier immergé pendant 24 heures dans une solution de microsols à 4 ‰.  
 Photographié après 3 ans d'exposition en plein air et d'enfouissement  
 rez-terre dans du terreau.
14. — Peuplier témoin placé dans les mêmes conditions que le n° 8.  
 Cette figure représente la surface des cubes d'essai  
 qui ont 15 centimètres d'équarrissage.



8



14

Phototypie d'Art Royer et C<sup>ie</sup>, Nancy.

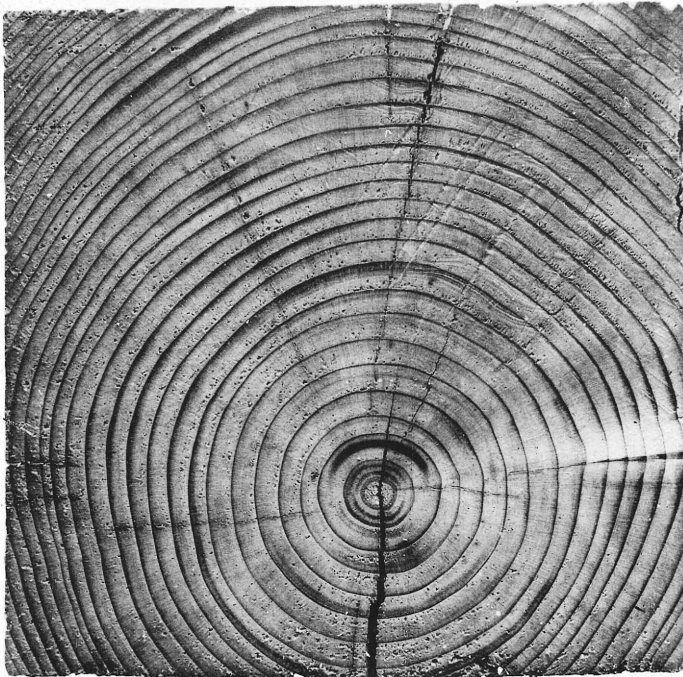
Réduit aux 6/10

8. — Peuplier immergé pendant 24 heures dans une solution de microsol à 4 ‰.  
Photographié après 3 ans d'exposition en plein air et d'enfouissement  
rez-terre dans du terreau.

14. — Peuplier témoin placé dans les mêmes conditions que le précédent.  
Cette figure représente la section médiane des cubes de la planche I  
et montre que l'état sain ou altéré du bois est le même au milieu qu'à la surface  
du cube d'essai.



16



6

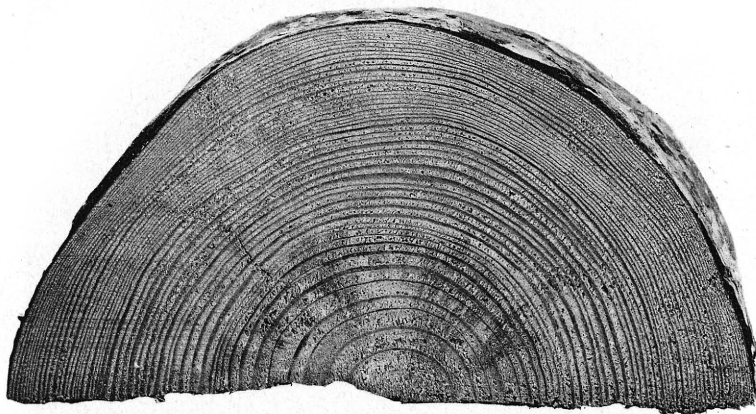
Phototypie d'Art Royer et C<sup>ie</sup>, Nancy.

Réduit aux 0/10.

#### SÉRIE D.

6. — Sapin immergé pendant 24 heures dans une solution de microsol à 4 %, et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine, à Ludres, près Nancy.

16. — Sapin témoin placé dans les mêmes conditions que le n° 6. La photographie représente la section médiane des cubes d'essai qui ont 15 centimètres d'équarrissage.



8



Phototypie d'Art Royer et C<sup>ie</sup>, Nancy.

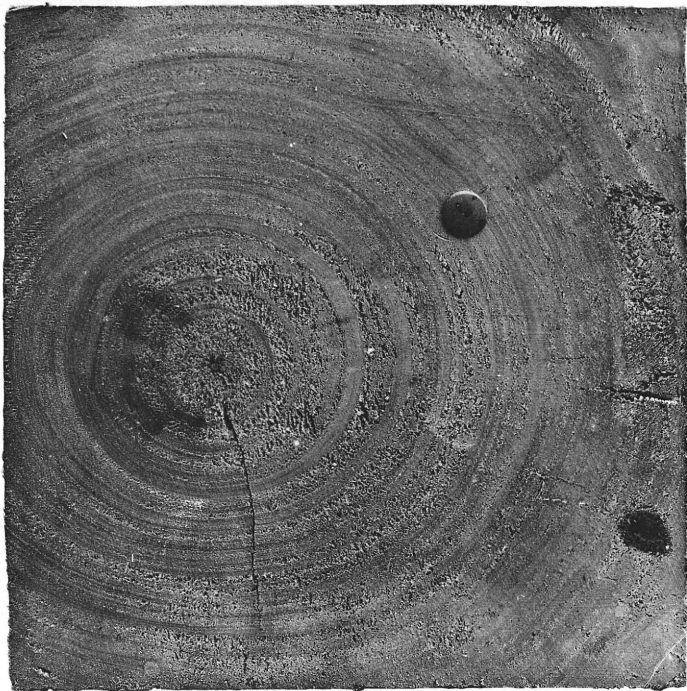
29

Réduit aux 6/10.

SÉRIE D.

8. — Pin d'Alep immergé pendant 24 heures dans une solution de microsol à 4 ‰, et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine, à Ludres, près Nancy.

29. — Pin d'Alep témoin placé dans les mêmes conditions que le précédent. La photographie représente la section médiane de la demi-rondelle qui a 15 centimètres de hauteur.



6



16

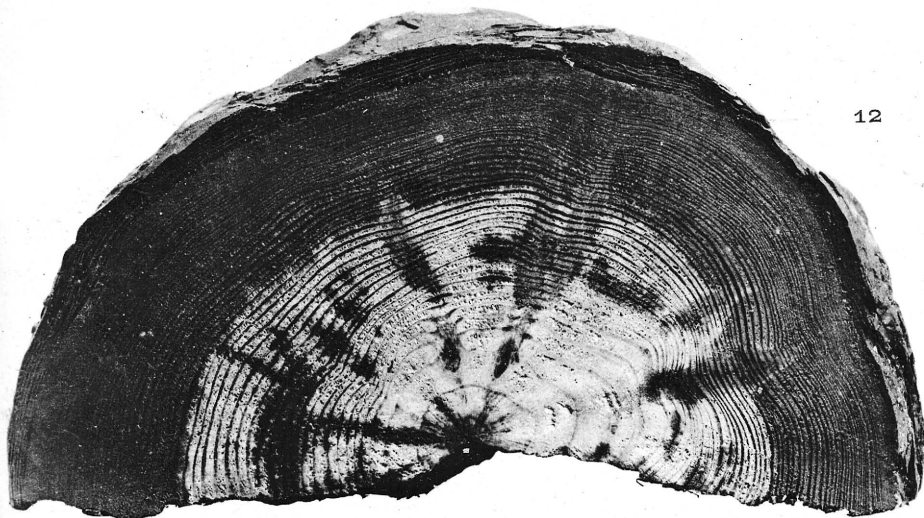
Phototypie d'Art Royer et C<sup>ie</sup>, Nancy.

Réduit aux 6/10.

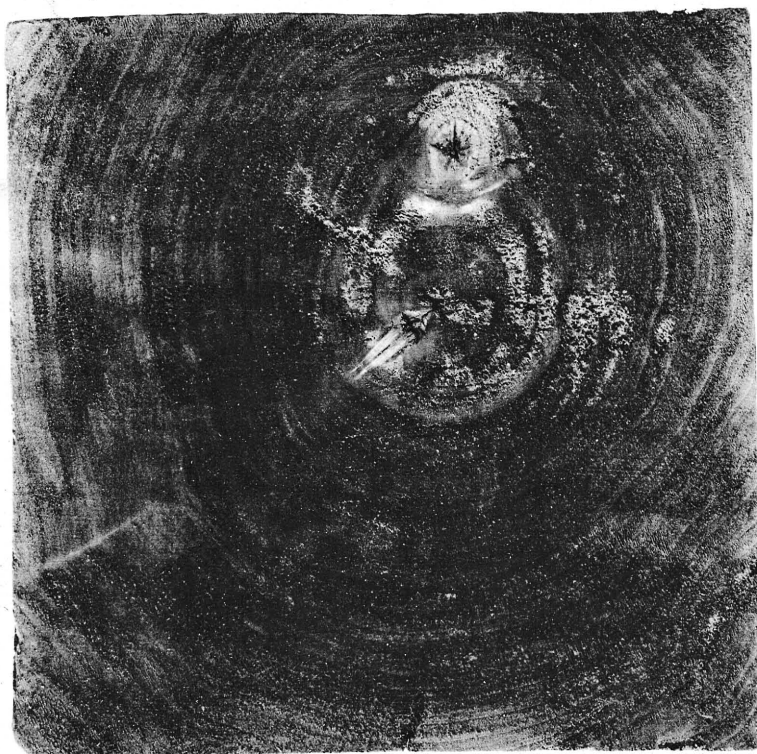
SÉRIE C.

6. — Peuplier immergé pendant 24 heures dans une solution de microsol à 4 ‰, et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine, à Ludres, près Nancy.
16. — Peuplier témoin placé dans les mêmes conditions que le n° 6. La photographie représente la section médiane des cubes d'essai qui ont 15 centimètres d'équarrissage.

12



11



Phototypie Royer et C<sup>e</sup>, Nancy.

SÉRIE D

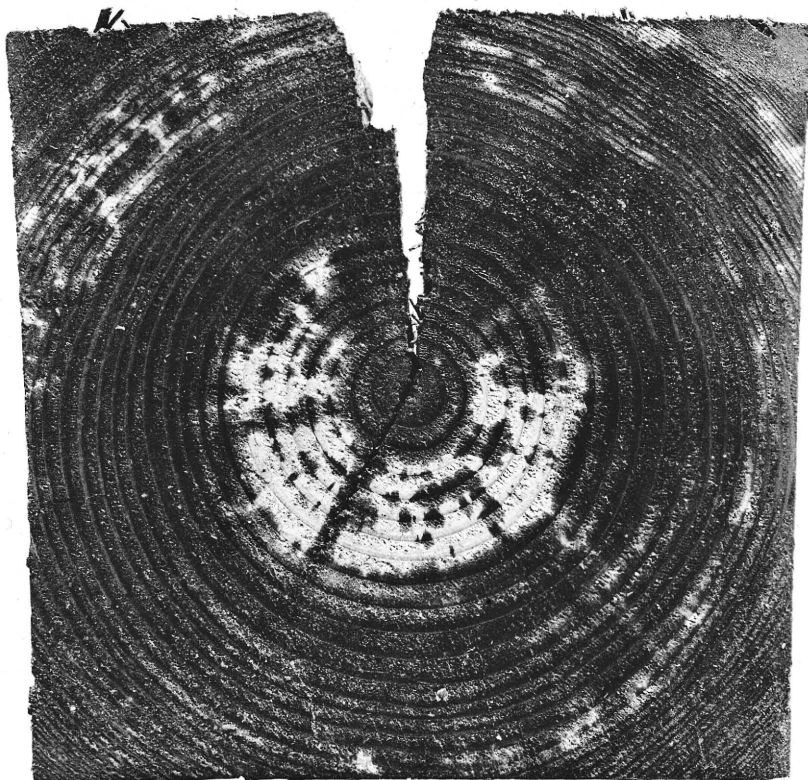
12. Pin d'Alep immergé pendant 24 heures dans le Carbolineum Avenarius et resté 3 ans dans une galerie de mine de feroolithique de Lorraine, à comparer avec le n° 20 de la planche IV.

SÉRIE A

11. Peuplier immergé pendant 24 heures dans le Carbolineum Avenarius. Photographié après 3 ans d'exposition en plein air, à comparer avec le n° 14 de la planche II.



17



11

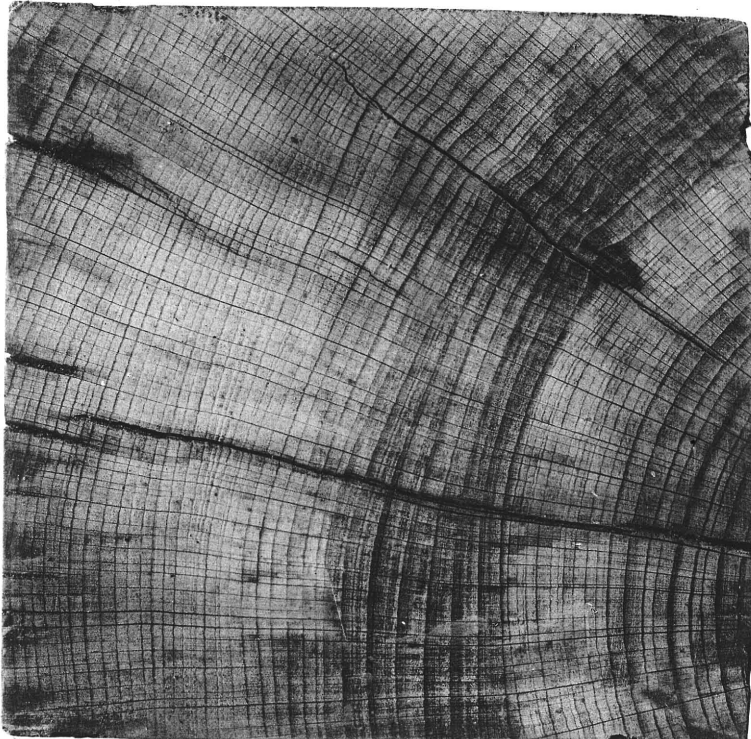
Phototypie Royer et C<sup>ie</sup>, Nancy.

SÉRIE C

11. Sapin immergé pendant 24 heures dans le Carbolineum Avenarius et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine.
17. Sapin témoin, entièrement décomposé, placé dans les mêmes conditions que le n° 11.



1



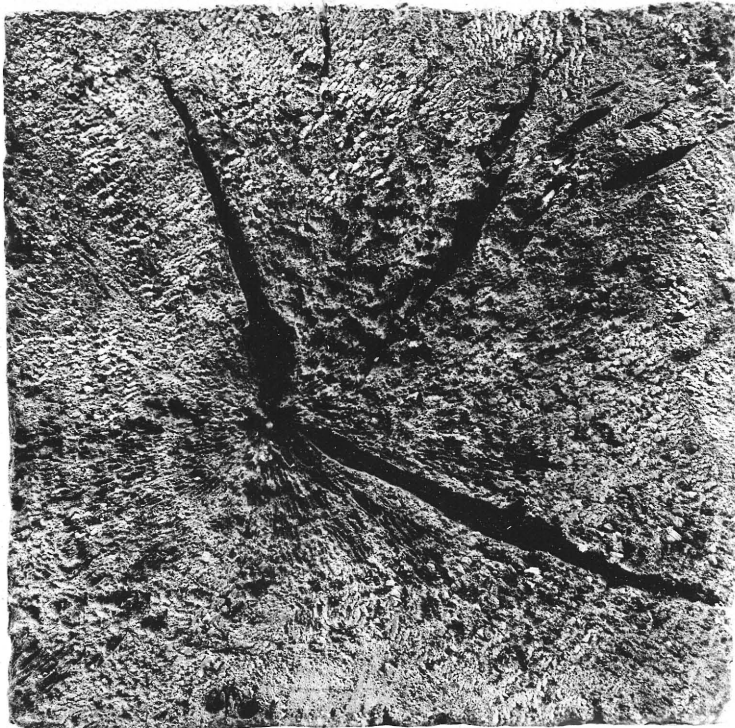
14

Phototypie Royer et C<sup>ie</sup>, Nancy.

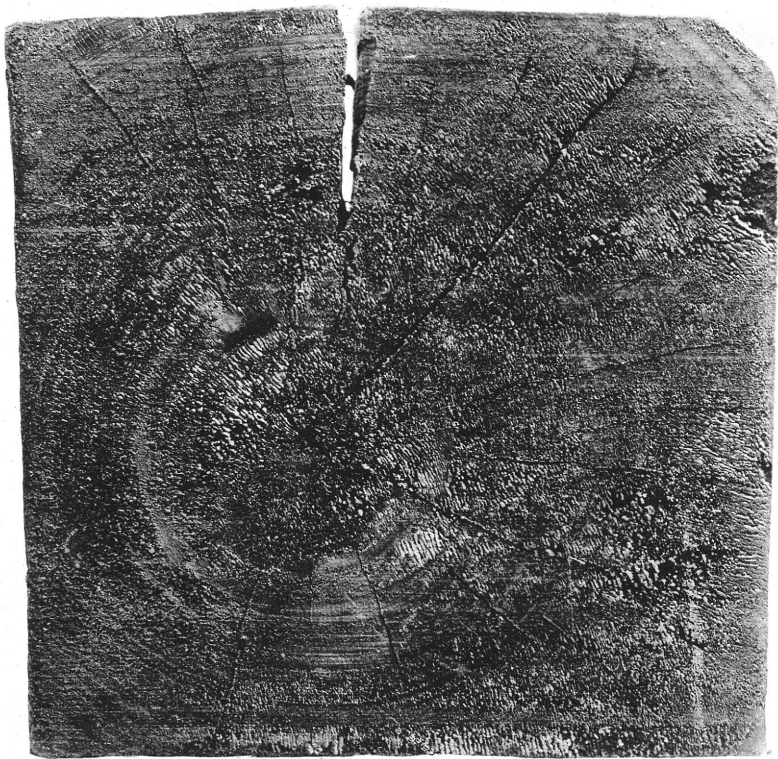
**SÉRIE B**

14. Hêtre immergé pendant 24 heures dans le Carbolineum Avenarius. Photographié après 3 ans d'exposition en plein air et d'enfouissement rez-terre dans du terreau (Section médiane du cube d'essai).
1. Hêtre témoin, placé dans les mêmes conditions que le n° 14 (Section médiane).





3 bis

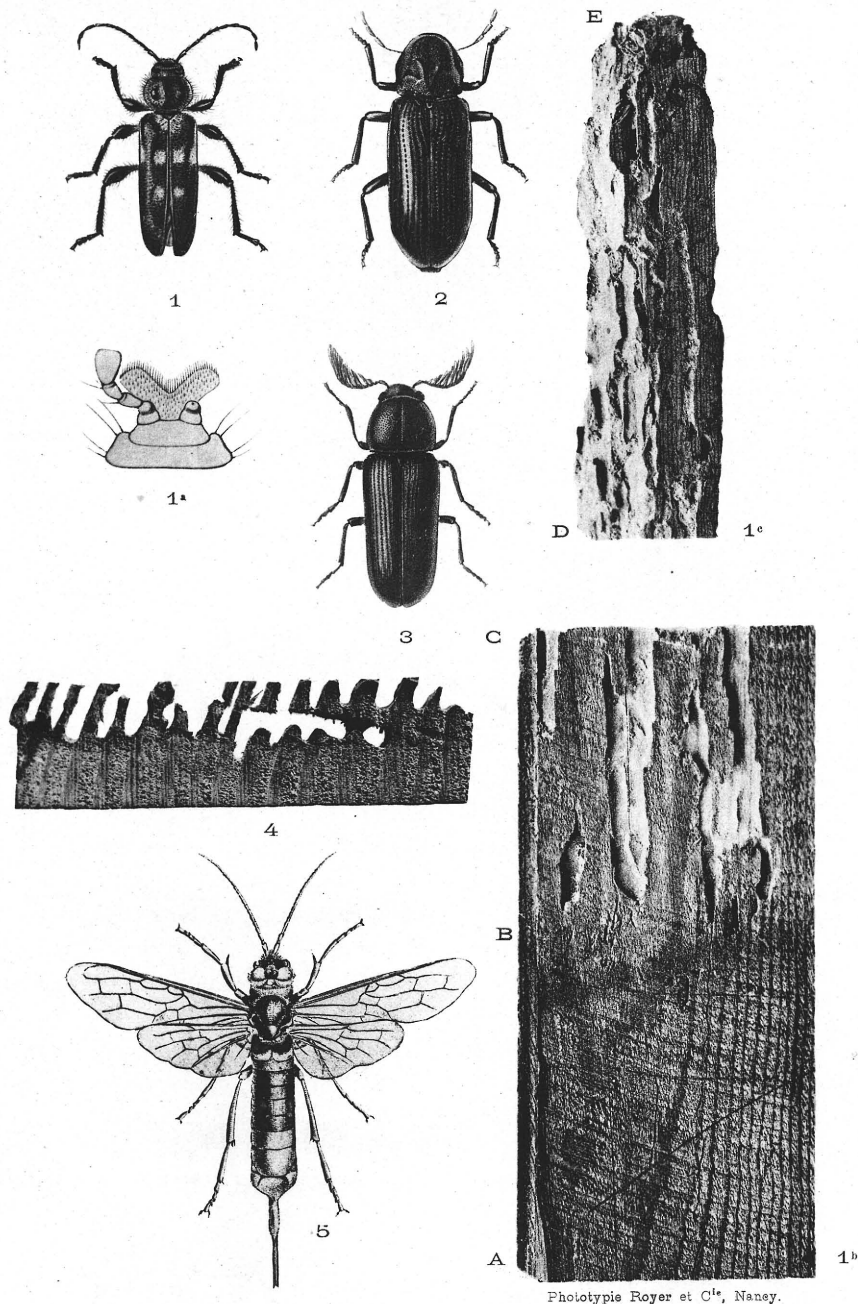


3

Phototypie Royer et C<sup>ie</sup>, Nancy.

## SÉRIE D

3. Peuplier immergé pendant 24 heures dans l'antinonine et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine. Surface du cube d'essai. Le bois est intact.
- 3 bis. Après 2 ans de séjour dans la galerie, l'échantillon précédent a été scié en deux ; une moitié (3) est restée en place : l'autre moitié (3 bis) a été exposée seulement un an aux intempéries et son bois est déjà très altéré.



1. Capricorne domestique (*Hylotrupes bajulus* L.). Longueur 17  $\frac{1}{2}$  en général.
- 1<sup>a</sup> Ses palpes labiaux.
- 1<sup>b</sup> et 1<sup>c</sup> Chevron en bois de pin (toiture d'un hangar) en place depuis 15 ans. L'extrémité AB, badigeonnée au Carbolineum Avenarius, a été, grâce à cet insecticide, épargnée par le capricorne domestique qui a fait disparaître à l'état de vermoulure presque toute l'extrémité DE primitivement de même équarrissage  $\frac{16}{29}$  que la partie AC. Les galeries de l'insecte en 1<sup>a</sup> se sont arrêtées juste à la limite B de la partie carbolinée.
2. Vrillette opiniâtre (*Anobium pertinax* L.). Longueur 6  $\frac{1}{2}$ .
3. *Ptilinus costatus*. Gyll. ♂. Longueur 4  $\frac{1}{2}$ .
4. Coupe transversale d'une plinthe, en bois de pin, rongée par les termites, à Bordeaux. Les insectes, en rongant la face postérieure de la planche, ont respecté les zones dures de bois d'été.
5. Sirex géant (*Sirex gigas* L.), ♀.

Phototypie Royer et C<sup>ie</sup>, Nancy.

# SUR DEUX NOUVEAUX HYBRIDES

ET QUELQUES NOUVELLES

## CONTRIBUTIONS A LA FLORE LORRAINE

Par M. PETITMENGIN

---

× *Iberis Bretonii* Petitmengin (*Iberis amara* × *Violleti* !)

Intermédiaire entre les parents; plante élevée (25-30 centimètres), *fleurs blanches* lavées de violet, semblables à celles de l'*Iberis amara*, *feuilles très nombreuses, rapprochées, charnues* (coriaces sur le sec), *étalées, entières*, si ce n'est quelques feuilles du sommet des rameaux qui présentent une ou deux dents, très écartées et peu profondes.

La plante croît à Saint-Mihiel (Meuse), en compagnie des parents et pêle-mêle avec eux. Elle m'a été envoyée par mon ami M. Breton, le si distingué et érudit botaniste meusien, à qui je suis heureux de la dédier.

Je rappellerai à propos de l'*Iberis Violleti* S. W. qu'il existe, dans la Meuse une variété très curieuse, et qui mérite d'être distinguée par sa remarquable fixité de caractères, à tiges beaucoup plus élevées, simples ou à peine rameuses, à fleurs plus grandes et qui a un aspect tout différent du type; c'est à cette variété que M. Breton, qui l'a discernée le premier, a donné le nom d'*Iberis Doisyi* Breton.

Les hybrides de genres n'étant pas très fréquents, surtout dans la famille des Composées, j'ai cru bon de signaler le suivant à l'attention des botanistes.

Il est des genres où ils s'observent plus fréquemment (*Crataegus* × *Mespilus*; *Amygdalus* × *Persica*; *Orchis* × *Aceras*; *Orchis* × *Gymnadenia*; *Orchis* × *Nigritella*; *Festuca* × *Lolium*, etc., et de nombreux hybrides de genres exotiques); mais, pour les Synanthérées, le cas est beaucoup plus rare.

× **Crepis Garnieri Petitmengin** (*Crepis præmorsa* × *Hieracium murorum*).

Fleurs en grappe corymbiforme, à rameaux très étalés (comme dans *Hieracium murorum*), une fois et demie plus grandes que celles du *Crepis præmorsa*; feuilles toutes radicales, en rosette, atténuées en un assez long pétiole, très franchement sinuées, dentées (comme dans *Hieracium*).

Toutefois, la plante a les périclines absolument semblables à ceux du *Crepis præmorsa* et, comme lui, est totalement dépourvue des poils noirs, glanduleux, qui sont si abondants sur les calathides du *Hieracium murorum*.

Les achènes sont souvent mal conformés, allongés, cylindriques, jaunâtres, striés longitudinalement.

L'unique échantillon que j'ai observé poussait pêle-mêle au milieu des parents, sur les talus ombragés et humides de la nouvelle route qui conduit de Maxéville à la ferme Saint-Jacques. Sa grappe à rameaux étalés, divariqués, ses feuilles profondément sinuées-dentées, le faisaient prendre de loin pour le *Hieracium murorum*, mais la forme de ses calathides et la disposition de ses bractées involucreales étant nettement celles du *Crepis præmorsa*, il y avait manifestement là un hybride.

Je suis heureux de la dédier à mon ami Jules Garnier, chef de travaux à l'université de Nancy, qui herborise dans nos environs avec tant de zèle depuis plusieurs années déjà.

A la suite de ces deux diagnoses, j'indiquerai quelques localités et plantes nouvelles, récemment observées en Lorraine.

Je dois à mon ami, M. Joigny, instituteur à Bonnefontaine, des indications précieuses que je joins aux miennes.

**Calepina Corvini Desv.** : moissons de la ferme Saint-Jacques, à Nancy (1907).

**Dianthus superbus L.** : commun aux environs de Rozelieures (Henry).

**Silene pendula** L. : moissons de la ferme Saint-Jacques (deux échantillons seulement), originaire de l'Europe orientale.

**Stellaria nemorum** L. : Bulgnéville (Joigny).

**Vicia pisiformis** L. : bois entre Ludres et Vandœuvre; assez fréquent (été 1907) [Lay-Saint-Christophe].

**Vicia villosa** Roth. : moissons à Pouxoux (Joigny).

**Rosa psilophila** Rau : haies à Ludres.

**Rosa cuspidata** M. B. : haies à Ludres.

**Meum mutellina** Gærtn. : cette espèce des Alpes, indiquée aussi dans le Massif Central (Auvergne), fut retrouvée par Spenner au Feldberg et par Gmélin au Belchen, dans la Forêt-Noire. Son existence dans les Vosges avait été très contestée et Kirschléger, dans sa *Flore d'Alsace*, I, p. 325, en dit :

« C'est à tort que MM. Zeyher, Koch et Döll indiquent cette plante dans les Vosges (Ballon et vallée de Saint-Amarin) ».

Or, dans une lettre datée du 9 décembre 1906, M. Bonati, de Conflans, m'écrivait :

« La même année (1868, date où notre ami avait rencontré pour la première fois le *Potentilla aurea*), j'ai trouvé le *Meum mutellina* Gærtn. au Ballon. Cette plante y est déjà indiquée par les anciens; je ne l'y ai pas revue depuis et n'ai pas conservé l'unique échantillon récolté. Je n'affirme donc pas absolument son existence dans les Vosges, mais j'espère la retrouver. »

La recherche de cet élément boréal alpin dans nos Vosges s'impose donc, car, retrouvé par notre érudit collègue et ami, il doit être revu; je recommanderai donc tout spécialement sa recherche aux botanistes, dans la vallée de Saint-Amarin et au ballon de Sultz, versant sud. Nul doute qu'on ne l'y rencontre à nouveau.

**Asperula arvensis** L. : décombres sous Vandœuvre (Godfrin).

**Asperula galioides** M. B. : Neufchâteau 1905 (Joigny).

Cette plante mérite qu'on s'y arrête quelque peu; j'extraits de la lettre de M. Joigny le passage suivant :

« Cette espèce nouvelle<sup>(1)</sup>, je crois, pour la Lorraine, est assez

1. M. Breton l'a trouvée à Foug, près de Toul, il y a quelques années; on l'y rencontre toujours.

abondante sur un talus de la route stratégique, presque à l'endroit où celle-ci rejoint la route de Neufchâteau à Liffol. Trouvée en septembre 1905, je l'y ai revue cette année (1907); elle semble complètement naturalisée. »

*Cirsium anglicum* D. C. : Aneuménil, près Arches ; Liffol-le-Grand, sur le calcaire jurassique (Joigny).

*Lysimachia quadrifolia* L. : cette belle espèce, originaire de l'Amérique du Nord, forme des touffes très florifères à la limite des moissons et des prairies, derrière la caserne Blandan, à Nancy. Elle paraît tout à fait naturalisée là et s'y propage.

*Mimulus propinquus* Dougl. : c'est par erreur (\*) que j'avais indiqué M. Méline comme l'ayant découvert au Tholy; la priorité de cette découverte revient à M. Joigny (Méline et Joigny *in litt.*).

× *Lamium holsaticum* (*L. albo* × *maculatum*) auct. Austr.  
Ludres, entre la gare et le village, parmi les parents.

*Utricularia minor* L. : Xertigny, étang des Aulnouses (Joigny).

\**Alisma natans* L. : dans la Moselle, à Saint-Nabord (Vosges) [Joigny]; « n'a plus été retrouvée à Neufchâteau, malgré d'actives recherches » (Joigny *in litt.*).

*Cyperus fuscus* L. : Bulgnéville (Joigny).

\**Carex cyperoides* L. : Xertigny, étang des Aulnouses (Joigny).

\**Carex pseudo-cyperus* L. : étang de Bulgnéville (Joigny).

*Carex filiformis* L. : Aneuménil, près Arches (Joigny).

*Nardurus Lachenalii* Godron : Arches, Pouxoux (Joigny).

\**Pilularia globulifera* L. : étang de Bulgnéville (Joigny).

(1) *Bull. Soc. Sc. Nancy, série III, tome VII, fascicule III (1906), p. 213.*

# ÉTUDE

DES

## PLANTES VASCULAIRES RÉCOLTÉES EN GRÈCE

(1904)

Par R. MAIRE et PETITMENGIN

### INTRODUCTION

Ce fascicule contient l'énumération raisonnée des plantes vasculaires récoltées en Grèce en 1904, au cours du premier voyage effectué par M. R. MAIRE en Orient. Les récoltes ont été faites principalement dans les massifs montagneux de la Phocide (monts Parnasse [2 459 mètres] et Ghiona, Γκιόνα [2 512 mètres]) au mois d'août, puis dans le Péloponèse au mois d'octobre, au cours d'excursions consacrées plus spécialement à l'étude des champignons.

Les plantes ont été classées d'après l'ouvrage le plus complet et le plus récent sur la flore de Grèce, le *Conspectus Floræ Græcæ* d'E. DE HALÁCSY, dans lequel le lecteur trouvera la bibliographie complète de la flore grecque jusqu'en 1904. Nous nous contenterons donc de donner ici la liste des publications parues sur la flore grecque depuis 1904.

1904. J. DÖRFLEK, Bericht über eine botanische Forschungsreise durch Kreta, *Öst. Bot. Zeitschr.*, 1904, p. 457.
1904. E. DE HALÁCSY, Novitäten aus der griechischen Flora, *Verh. d. K. K. zool. bot. Ges. Wien*, 1904, p. 483.
1904. BEHRENDSEN, Zwei neue Alectorolophus-Formen, *Allgem. Bot. Zeitschr.*, X, p. 25.
1905. J. DÖRFLEK, Mitteilungen aus der Flora Kretas, *Verh. d. K. K. zool. bot. Ges. Wien*, 1905, p. 17.
1905. E. DE HALÁCSY, Ueber die Entdeckung von *Solenanthes Tournefortii* D. C. in Europa, *Magyar Botanikai Lapok*, 1905, p. 259.
1906. E. DE HALÁCSY, Aufzählung der von Herrn Prof. Dr L. ADAMOVIRCH im Jahre 1905 auf der Balkanhalbinsel gesammelten Pflanzen, *Österr. Bot. Zeitschr.*, 1906, nos 5 et 6.

Nous employons, pour désigner les zones ou régions déterminées sur les flancs des montagnes par les changements de végétation, le nom d'étages, qui à notre avis présente l'avantage de ne prêter à aucune confusion. Les auteurs ont en effet employé les mots *zone* et *région* dans des sens très différents<sup>(1)</sup>. Le mot *étage* n'est employé qu'en géologie dans un sens tout différent et en botanique forestière dans un sens bien spécial (étage dominant, étage dominé). Ce mot ne paraît donc présenter aucune amphibologie. On peut, comme l'a proposé M. FLAHAULT, employer le mot *horizon* pour désigner les subdivisions des étages.

Dans les montagnes du Parnasse et du Ghiona, nous distinguons les étages suivants : étage méditerranéen (en moyenne de 0 à 1 000 mètres); étage silvatique (en moyenne de 1 000 à 1 800 mètres); étage subalpin (en moyenne de 1 800 à 2 200-2 300 mètres); étage alpin (au-dessus de 2 200-2 300 mètres).

L'étage méditerranéen comprend un horizon inférieur ou des plaines et collines et un horizon supérieur ou montagneux : le premier caractérisé par les maquis à *Pistacia lentiscus*, les phrygana à *Poterium spinosum*; le second par les forêts de *Quercus pubescens* ou *conferta*, les pseudo-maquis de *Quercus coccifera*, *Phillyrea*, *Juniperus Oxycedrus*, les phrygana de *Genista acanthothamnus*.

L'étage silvatique est essentiellement caractérisé par les forêts de sapins (*Abies cephalonica*) et la disparition de la culture de la vigne. Son horizon inférieur présente encore de nombreux éléments méditerranéens (*Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*), tandis que son horizon supérieur montre déjà de nombreuses espèces subalpines (*Daphne oleoides*, *Marrubium velutinum*, *Astragalus*, etc.).

L'étage subalpin est caractérisé par les broussailles basses de *Daphne oleoides*, *Juniperus communis* var. *hemisphærica*, *Prunus prostrata*, *Rhamnus prunifolia*, *Astragalus rumelicus*, etc.

L'étage alpin ne présente plus guère que des pâturages rocaillieux formés de touffes plus ou moins distantes de *Festuca varia*, entremêlées de plantes en coussinet (*Alsine parnassica*, *Astragalus angustifolius*, *Acantholimon Echinus*, etc.).

1. Cf. FLAHAULT, « Projet de nomenclature phytogéographique » (*Actes du Congrès international de botanique de Paris, 1900*).



Les indications telles que 12/8, 6/8, qui suivent chaque mention de localité, se rapportent à la date de récolte. Les numéros sont ceux de la collection amassée en Grèce et en Asie Mineure en 1904, dont les étiquettes portent le titre suivant : « R. MAIRE, *Mission botanique en Orient*, 1904. » De nombreuses espèces ont été distribuées à divers herbiers avec ces étiquettes numérotées. La collection à peu près complète, pour les plantes vasculaires, est déposée dans l'herbier de la faculté des sciences de l'université de Nancy.

Les indications sans numéro de récolte se rapportent aux plantes notées sur place, mais non recueillies.

Nous donnons pour chaque plante l'indication de sa description, dans le *Conspectus Floræ Græcæ* de HALÁCSY, au moyen de l'abréviation suivante : Hal. Consp. suivie d'un chiffre romain désignant le volume (I, II ou III) et d'un chiffre arabe se rapportant à la page.

Nous sommes heureux de témoigner ici notre reconnaissance à M. E. DE HALÁCSY, qui a bien voulu mettre sa longue expérience et sa documentation immense à notre disposition, en revisant nos récoltes, rectifiant un certain nombre de déterminations et nous donnant son avis sur les espèces critiques. Nous ne saurions oublier MM. ARVET-TOUVET, BUSER et CHABERT, qui ont bien voulu nous faire profiter de leur expérience de monographes pour l'étude des *Hieracium*, *Alchemilla*, *Euphrasia*, et enfin MM. BARBEY et BEAUVERD, à la bienveillance desquels nous devons d'avoir pu comparer plusieurs de nos récoltes avec les types de BOISSIER.

#### Conventions orthographiques pour la transcription des noms grecs

Les noms grecs de localités sont transcrits en général en caractères romains lorsqu'ils sont cités dans des travaux botaniques ou géographiques publiés en français, en anglais, en allemand ou en italien. Ces transcriptions plus ou moins phonétiques sont très variables, ce qui n'aurait pas d'inconvénient si chaque auteur indiquait ses conventions de transcription. C'est pourquoi nous donnons ci-dessous un tableau des conventions que nous adopterons dans le cours de ce fascicule et des fascicules suivants, pour la transcription des mots grecs.

## Tableau des conventions orthographiques

Lettres grecques	Lettres romaines employées pour la transcription	Observations
α	a	
β, β̄	v	
γ	g	Prononcé <i>i</i> consonne (comme <i>y</i> dans <i>yatagan</i> ), devant <i>e, y, i, ai</i> ; prononcé γ (son spécial n'existant pas en français) devant <i>a, o, ou</i> .
δ	dh	Prononcé à peu près comme <i>th</i> anglais doux, sauf après <i>v</i> où il se prononce comme <i>d</i> français.
ε	e	
ζ	z	
η	i	
θ	th	Prononcé comme <i>th</i> anglais dur, sauf après un son <i>f</i> ou <i>s</i> (ελεῦθερός, ασθενής), où il se prononce comme <i>t</i> .
ι	i	
κ	k	
λ	l	
μ	m	
ν	n	
ξ	x	
ο	o	
ρ	r	
σ, σ̄	s	
τ	t	
υ	y	
φ	ph	
χ	kh	Prononcé devant <i>a, o, ou</i> à peu près comme le <i>j</i> espagnol ou le <i>ch</i> allemand dans <i>Bach</i> , devant <i>e, ai, i, y</i> , comme <i>ch</i> allemand dans <i>sich</i> .
ψ	ps	
ω	o	
γγ	ng	Prononcé <i>ny</i> , même devant <i>e, y, i, ai</i> .
γχ initial	qh	Prononcé <i>g</i> dur français, comme dans <i>gare</i> .
γχ	nkh	
γξ	nx	
γχ médian	nggh	Prononcé <i>n + g</i> dur français devant <i>a, e, i, o, ou, y, ai</i> .
αι	i	
αι	ai	Prononcé comme <i>ai</i> en français dans <i>aimer</i> .
οι	i	
υι	y	Exemple : Ἄγυια, Agya.
ευ	ef ou ev	Suivant la consonne qui vient après, <i>ev</i> devant toutes les voyelles.
αυ	av ou af	Même remarque que pour <i>ev</i> et <i>ef</i> .
ου	ou	
μπ initial	b	
μπ médian	mb ou b	Suivant la prononciation; exemple : Καλαμπάκα = Kalabaka, Τέμπη = Tembî.
υτ initial	d	Prononcé comme <i>d</i> français.
υτ médian	nd ou d	Suivant la prononciation, <i>cf.</i> μπ.

Les esprits et l'accent tonique ne seront pas transcrits. Pour les mots classiques devenus français et connus de tous, tels que Péloponèse, Athènes, Béotie, Thessalie, nous les emploierons tels quels sans nous préoccuper de leur orthographe ni de leur prononciation grecques.

Enfin, pour les noms écrits en caractères grecs, nous supprimerons les esprits, qui n'ont plus aucune signification aujourd'hui, tout en gardant les accents toniques aigu, grave et périspomène. Exemples : Ζαχρόα, Δάρισα, γυνάιχα, etc.

#### Énumération des espèces récoltées

*Ranunculus oreophilus* M. B., Hal. Consp. I, 21.

Ghiona, rochers calcaires humides de l'étage silvatique, près de la fontaine de Platylithos, 1 400-1 500 mètres, 11/8, n° 300.

Var. *villifrons* Hal.; Hal. Consp. I, 21.

Ghiona, creux à neige sur le cône terminal, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 351. — Ghiona, creux à neige sur le cône terminal, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 1082 (forma indumento parciore ad var. *Sartorianum* Boiss. et Heldr. [pro sp.] *vergente*).

*Ranunculus demissus* D. C. var. *hellenicus* Hal. Consp. I, 22.

Ghiona, creux à neige, rochers calcaires alpins, vers 2 300-2 400 mètres, 12/8, n° 370.

*Ranunculus brevifolius* Ten., Hal. Consp. I, 14.

Ghiona, éboulis calcaires sur le haut plateau de l'Ano-Koukos, 2 100 mètres, 12/8, n° 323. N'était pas encore indiqué dans le massif du Ghiona.

*Helleborus odoratus* Kit. subsp. *cyclophyllus* (A. Br.) Hal., Maire et Petitmengin comb. nov., Hal. Consp. I, 29.

Ghiona, forêts de sapins sur les schistes, au-dessus de Sykia, 1 500 mètres, n° 1026.

*Aquilegia Amaliæ* Heldr., Hal. Consp. I, 30.

Ghiona, rochers calcaires humides exposés au nord-est dans les gorges au-dessus de Segditsa, près de la fontaine de Platylithos, 1 400 mètres, 11/8, n° 308 (en fruits).

Les descriptions de Heldreich, Boissier et Halácsy ne parlent pas des fruits, la plante n'ayant été jusqu'alors récoltée qu'en fleurs; voici la description des fruits, d'après les exemplaires ci-

dessus : *Folliculis apice extrorsum curvulis, stylo persistenti acutis, pubescentibus, 1 1/4-1 3/4 cm longis; seminibus levibus, nigris, oblongo-linearibus triquetris, basi attenuatis.*

**Delphinium junceum** D. C., Hal. Consp. I, 32.

Parnasse, champs sur les schistes et les calcaires, à Arakhova, 900 mètres, 3/8, n° 3.

**Papaver Rhæas** L. var. *oblongatum* Boiss., Hal. Consp. I, 38.

Parnasse, champs cultivés du Livadhi, 1 100 mètres, 6/8, n° 1024.

**Arabis bryoides** Boiss., Hal. Consp. I, 54.

Ghiona, rochers calcaires subalpins et alpins, 1 800-2 500 mètres, 12/8, n° 329.

**Arabis caucasica** Willd., Hal. Consp. I, 54.

Ghiona, creux à neige, rocailles calcaires, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 344.

**Cardamine hirsuta** L., Hal. Consp. I, 56.

Var. *unicaulis* Schulz! Mon. Cardamine, in Engl. Bot. Jahrb, XXXII, p. 471 (1903).

*Habitu foliisque, imprimis radicalibus sæpe integris C. resedifoliam simulat; sed radice annua, seminibus ellipticis, luteis, brunneo-marginatis nec alatis ad C. hirsutam accedit.*

Ghiona, rochers calcaires humides, près de la fontaine de Platyolithos, 1 400 mètres, nos 263 et 362.

OBSERVATION. — Notre plante est absolument conforme aux spécimens de l'herbier Boissier déterminés par SCHULZ.

**Erysimum cuspidatum** M. B., Hal. Consp. I, 68.

Ghiona, sur les schistes, près des bergeries de Karvouni, 1 900 mètres, 11/8, n° 275. Non encore indiqué dans le massif du Ghiona.

**Sisymbrium orientale** L. var. *macroloma* Pomel, Hal. Consp. I, 69.

Phocide, décombres à Delphes, 3/8, n° 37.

**Wilckia bicolor** (Boiss. et Heldr.) Hal. var. *veluchensis* (Boiss. et Heldr.), Hal. Consp. I, 76.

Ghiona, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 11/8, nos 245 et 364.

- Aubrietia intermedia* Heldr. et Orph., Hal. Consp. I, 84.  
 Parnasse, rocailles calcaires subalpines, 1800-2000 mètres  
 6/8, n° 103.
- Alyssum saxatile* L., Hal. Consp. I, 90.  
 Phocide : Delphes, rochers calcaires, 500-800 mètres, 3/8,  
 n° 43.
- Roripa silvestris* (L.) Bess., Hal. Consp. I, 103.  
 Parnasse, fossés et lieux inondés l'hiver, au Livadhi, 6/8,  
 n° 1085.
- Thlapsi perfoliatum* L., Hal. Consp. I, 109.  
 Ghiona, rocailles calcaires subalpines, haut plateau de l'Ano-  
 Koukos, 2 100 mètres, 12/8, n° 322.
- Æthionema græcum* Boiss. et Heldr., Hal. Consp. I, 110.  
 Laconie, rochers calcaires, dans la Langada de Trypi, 500 mè-  
 tres, 24/10, n° 874.
- Var. *glaucescens* Hal. et de Heldr., Hal. Consp. I, 111.  
 Ghiona, haut plateau de l'Ano-Koukos, rocailles calcaires, vers  
 2 150 mètres, 12/8, n° 315.
- Lepidium graminifolium* L., Hal. Consp. I, 114.  
 Phocide, très abondant dans les ruines de Delphes, 3/8, n° 36.
- Capsella bursa-pastoris* (L.) Moench. var. *rubella* (Reut.), Hal.  
 Consp. I, 115.  
 Parnasse, rocailles calcaires, près des bergeries dites Στρούγγα  
 τοῦ Δαζάρου et Στρούγγα τοῦ Γερωντοδράχου, 2 000-2 200 mètres,  
 6/8, n° 62.
- Cistus parviflorus* Lamk., Hal. Consp. I, 128.  
 Attique, rocailles calcaires, près de Marousi, 200-300 mètres,  
 31/10, n° 906.
- Cistus incanus* L. var. *villosus* L. (pro sp.), Hal. Consp. I, 127.  
 Phocide, broussailles sur les schistes, près du monastère  
 d'Agios-Ilias, entre Amphissa et Delphes, 300-450 mètres, 14/8,  
 n° 269.
- Fumana thymifolia* L. var. *viridis* Bald., Hal. Consp. I, 136.  
 Phocide, roches Phœdriades, près Delphes, 600 mètres, cal-  
 caire, 3/8, n° 197.

× *Viola permixta* Jord., Obs. fragm. 7, p. 6. — *V. hirta* × *odorata* auct. plur.

Taygète (ORPHANIDIS, 1868). Nous avons trouvé plusieurs beaux spécimens de cet hybride, fixé dans l'herbier Orphanidis au musée d'Athènes. Ces spécimens étaient restés indéterminés, et le *V. permixta* n'avait pas encore été indiqué en Grèce.

*Heliosperma pudibundum* Hoffmannsegg in Rehb., Hal. Consp. I, 152.

Ghiona, rochers calcaires humides des gorges de l'étage silvatique, au lieudit Platylithos, 1 400 mètres, 11/8, n° 307 et 226.

*Silene auriculata* S. et Sm., Hal. Consp. I, 157.

Ghiona, rochers calcaires dans les gorges de l'étage silvatique, au lieudit Platylithos, 1 400 mètres, 11/8, n° 357.

*Ibidem*, rochers calcaires alpins, 2 200 mètres, 12/8, n° 247.

*Silene cæsia* Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 158.

Ghiona, éboulis et graviers calcaires de 600 à 2 000 mètres, 11/8, n° 290.

*Silene venosa* (Gilib.) Ascherson var. *megalosperma* (Sart.), Hal. Consp. I, 160.

*Silene inflata* var. *microphylla* Boiss.

Ghiona, creux à neige, rochers calcaires, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 346.

*Silene saxifraga* L. var. *parnassica* (Boiss. et Spr.), Hal. Consp. I, 169.

Ghiona, haut plateau de l'Ano-Koukos, creux de rochers et « katavothra » de la vallée fermée dite Μακρή Λάκκα (Makri-Lakka), 2 050 mètres, calcaire, 12/8, n° 327.

*Ibidem*, creux à neige sur le cône terminal, calcaire, 2 300 mètres, 12/8, n° 1051.

*Silene radicata* Boiss., Hal. Consp. I, 179.

Parnasse, pelouses rocailleuses des étages subalpin et silvatique supérieur, 1 800 mètres, 6/8, n° 142.

*Silene congesta* S. et Sm., Hal. Consp. I, 185.

= *S. delphica* Boiss.

Phocide, rochers calcaires, parmi les ruines de Delphes, 500-600 mètres, 3/8, n° 34.

**Drypis spinosa** L., Hal. Consp. I, 186.

Ghiona, graviers calcaires au bord du torrent, dans les gorges au-dessus de Segditsa, 600-800 mètres, 11/10, n° 1048. C'est la station la plus basse où cette plante ait été rencontrée : elle descend à cette altitude à la faveur de la fraîcheur des gorges où ses graines sont charriées par les eaux.

Parnasse, éboulis et graviers calcaires de 2 250-2 450 mètres, 6/8, n° 58.

**Tunica armerioides** Ser., Hal. Consp. I, 194.

Phocide, rochers calcaires à Delphes, 3/8, n° 41.

**Dianthus ventricosus** Heldr., Hal. Consp. I, 204.

= *D. hæmatocalyx* var. *alpinus* Boiss. = *D. Sibthorpianus* Vierh.

Parnasse, rocailles subalpines et alpines, 1 900-2 400 mètres, 6/8, n° 52.

**Dianthus Samaritanii** Heldr., Hal. Consp. I, 213.

Parnasse, rocailles calcaires des étages silvatique supérieur et subalpin, 6/8, n° 81.

**Cerastium tomentosum** L., Hal. Consp. I, 220.

Parnasse, rocailles calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 100-2 200 mètres, 6/8, n° 158.

**Cerastium lanigerum** Clem. var. *decalvans* Schloss. et Wuk., Hal. Consp. I, 221.

Parnasse, rocailles calcaires subalpines et alpines, 1 800-2 400 mètres, 6/8, n° 1131.

**Arenaria græca** Boiss., Hal. Consp. I, 232.

Ghiona, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 400-1 900 mètres, 11/8, n° 285.

**Alsine stellata** Clarke, Hal. Consp. I, 238.

= *A. lanceolata* S. et S. = *A. parnassica* Boiss.

Parnasse, rocailles calcaires subalpines et alpines, 2 000-2 450 mètres, 6/8, n° 53.

**Alsine verna** L., Hal. Consp. I, 240.

Parnasse, dans les touffes d'*Astragalus*, de 1 400 à 1 800 mètres, 6/8, n° 164.

Var. **Gerardi** (Willd.) M. et K., Hal. Consp. I, 241.

Ghiona, rocailles calcaires, près du sommet, 2 500 mètres, 12/8, n° 340.

**Sagina procumbens** L., Hal. Consp. I, 246.

Ghiona, bords des ruisselets sur les schistes, près des bergeries de Karvouni, 1 900 mètres, 11/8, n° 276.

**Gossypium herbaceum** L., Hal. Consp., 262.

Béotie : Levadhia (Livadie), cultivé en grand dans les terrains asséchés du lac Kopais, 2/8, n° 9.

**Malva ambigua** Guss., Hal. Consp. I, 271.

Phocide, champs et rocailles calcaires, entre Delphes et Arakhova, 700-800 mètres, 3/8, n° 14 (*forma microphylla*). N'était encore connue que dans l'île d'Ios, une des Cyclades.

**Hypericum Apollinis** Boiss. et Heldr., Hal. Consp. I, 277.

Parnasse, rocailles calcaires, près de l'Antre Corycien (Saran-davli), 1 200-1 300 mètres, 5/8, n° 153.

**Hypericum crispum** L., Hal. Consp. I, 283.

Phocide, sur les calcaires et les schistes, entre Delphes et Arakhova, 500-1 000 mètres, 3/8, n° 6.

**Hypericum empetrifolium** Willd., Hal. Consp. I, 284.

Attique, rocailles calcaires, entre Marousi et le monastère de Mendéli, 31/10, n° 910.

**Acer creticum** L., Hal. Consp. I, 288.

Laconie, rochers schisteux du Taygète, entre Anogia et Boliana, 200-1 000 mètres, 21/10, n° 869.

Cet arbuste est nommé dans le Taygète : σφεντάρι ou σφεντάμι.

**Acer monspessulanum** L., Hal. Consp. I, 287.

Forêts dans la gorge dite Reka, en montant de Segditsa au Ghiona, sur les rochers calcaires vers 800 mètres, 11/8.

**Geranium subcaulescens** L'Hérit., Hal. Consp. I, 292.

Parnasse, rocailles calcaires subalpines et alpines, de 1 850 à 2 400 mètres, 6/8, n° 98.

Ghiona, rocailles calcaires subalpines et alpines, de 1 900 à 2 400 mètres, 12/8.

**Geranium macrorhizum** L., Hal. Consp. I, 292.

Parnasse, rochers calcaires des forêts de sapins, 1 700-1 800 mètres, 6/8, n° 106.



**Geranium lucidum L.**, Hal. Consp. I, 300.

Taygète, lieux humides sur les schistes, à Boliana, 800 mètres, 20/10, n° 870.

**Erodium chrysanthum L'Hér.**, Hal. Consp. I, 307.

= *E. absinthoides* S. et Sm. non L'Hér.

Parnasse, pelouses et rocailles calcaires arides près d'Elaphokastro<sup>(1)</sup>, 1 200 mètres, 7/8, n° 191. Déjà indiqué par HELDREICH, sur le Parnasse, « in regione abietina supra Delphos » (in herb. BOISSIER). C'est la station la plus basse connue de cette espèce, qui d'ordinaire est subalpine ou même alpine.

**Biebersteinia Orphanidis Boiss.**, Hal. Consp. I, 308.

L'indication du lieu où a été trouvée cette plante, sur le mont Ziria (Kyllini, Κυλλίνη), est erronée dans HALÁCSY, *l. c.*, et dans BOISSIER, Diagn. sér. II, I, p. 114. Ces deux auteurs indiquent en effet la plante *in vallecula sieca ad meridiem spectante loco τοῦ πουλιοῦ ο ἄχθος dicto*. Ces mots : τοῦ πουλιοῦ ο ἄχθος n'ont aucun sens par eux-mêmes et nous avaient toujours beaucoup intrigué. Ayant eu l'occasion de voir dans l'herbier Boissier de superbes spécimens de *Biebersteinia Orphanidis*, l'étiquette originale d'ORPHANIDIS nous a donné l'explication de cette désignation incompréhensible. ORPHANIDIS nomme le lieu où il a trouvé sa plante τοῦ πουλιοῦ ο ἄχθος, soit « l'escarpement de l'oiseau ». Ces mots sont écrits sur l'étiquette en cursive grecque moderne, peu connue en général des Occidentaux, ce qui explique l'erreur de transcription commise par BOISSIER et, après lui, par HALÁCSY.

**Ruta graveolens L. var. divaricata Ten.**, Hal. Consp. I, 311.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 650 mètres, 5/8, n° 375.

**Paliurus australis Gærtn.**, Hal. I, 314.

= *P. aculeatus* Lamk.

1. Ce nom d'Elaphokastro (Ελαφόκαστρο, le château du cerf) désigne, sur la carte française au 200 000<sup>e</sup>, les ruines d'une tour en pierres sèches, couronnant un mamelon du premier plateau du Parnasse, qui domine la crête rocheuse de Delphes à Arakhova. La même localité est appelée, par HELDREICH, Lefkokastro (Λευκόκαστρο, le château blanc); enfin, actuellement, les indigènes, probablement sous l'influence des instituteurs, prétendent que ces termes ne sont que des corruptions de Delphokastro (Δελφοκαστρο, le château de Delphes), et tendent à employer ce dernier vocable. Il nous a paru utile d'indiquer ces variantes, qui pourraient déconcerter les botanistes venant pour la première fois au Parnasse, surtout lorsqu'ils sont peu familiarisés avec la langue du pays.

Béotie : broussailles près d'Agios-Vlasios, calcaire, 200-250 mètres, 2/8, n° 7.

*Rhamnus rupestris* Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 316.

Ghiona, rochers calcaires des gorges de l'étage silvatique, au-dessus de Segditsa, 1 200 mètres, 11/8, n° 286. N'était pas encore signalé dans le massif du Ghiona.

*Rhamnus prunifolia* Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 318.

Ghiona, rocailles calcaires subalpines, 1 800-2 000 mètres, 11/8, n° 255.

Parnasse, rocailles calcaires subalpines, 1 800-1 900 mètres, 6/8, n° 88.

*Rhamnus oleoides* L. var. *obovata* Hal. Consp. I, 320.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 650 mètres, 4/8, n° 45.

*Rhamnus Alaternus* L., Hal. Consp. I, 321.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 700 mètres, 7/8, n° 192.

*Rhus coriaria* L., Hal. Consp. I, 322.

Phocide, champs incultes et broussailles sur les schistes, près de Segditsa, 800 mètres, 10/8, n° 277. Vulg. ρούδι.

*Genista acanthoclada* D. C., Hal. Consp. I, 329.

Arcadie, sur les schistes dans les montagnes, entre Tripolis et Sparte, 20/10, n° 880.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 600-1 000 mètres, 5/8, n° 1052.

*Ononis antiquorum* L. var. *glandulifera* Hal. Consp. I, 349.

Parnasse, champs cultivés du Livadhi, 1 100 mètres, 6/8, n° 176.

*Medicago falcata* L., Hal. Consp. I, 357.

Parnasse, champs et lieux incultes au Livadhi, 6/8, n° 196.

*Medicago arborea* L., Hal. Consp. I, 357.

Phocide, Delphes, rocailles calcaires vers 600 mètres, parmi les *Quercus coccifera*, 5/8, n° 376.

*Trifolium alpestre* L. var. *incanum* Ces. in Griseb., Hal. Consp. I, 377.

Ghiona, rocailles calcaires du versant O., vers 1 700 mètres,

11/8, n° 230. Nouveau pour le massif du Ghiona, qui constitue sa station la plus méridionale.

**Trifolium pratense** L., Hal. Consp. I, 379.

Ghiona, pâturages humides subalpins, au-dessus des bergeries de Karvouni, sur les tufs ophitiques et les schistes, 1850-1900 mètres, 11/8, n° 317 (*forma nana alpina*).

**Trifolium Parnassi** Boiss. et Spr., Hall. Consp. I, 400.

Parnasse, dans les pelouses alpines et subalpines, sur le calcaire, 1800-2300 mètres, 6/8, n° 76. Forme le principal élément des pelouses rases qui se développent sur la terre argileuse remplissant les fonds de ravins et les dépressions. Ghiona, pelouses subalpines et alpines, sur les schistes et les calcaires, 1900-2300 mètres.

**Anthyllis Hermannia** L., Hal. Consp. I, 408.

Phocide, maquis sur les schistes, près du monastère d'Agios-Ilias, 300-400 mètres, 14/8, n° 240.

**Lotus corniculatus** L., Hal. Consp. I, 420.

Parnasse, champs cultivés du Livadhi, 1150 mètres, 7/8, n° 195.

Var. *stenodon* Boiss., Hal. Consp. I, 421.

Parnasse, grèves exondées du lac Zouvala, 1120 mètres, 5/8, n° 161.

Ghiona, pelouses subalpines, surtout sur les schistes et les tufs ophitiques, 1900-2000 mètres, 12/8, n° 339.

Parnasse, pelouses subalpines, 1800 mètres, 6/8, n° 123.

**Colutea arborescens** L., Hal. Consp. I, 426.

Phocide, maquis sur les schistes, près du monastère d'Agios-Ilias, entre Delphes et Amphissa, 300-450 mètres, 14/8, n° 235.

**Astragalus angustifolius** Lamk., Hal. Consp. I, 435.

Parnasse, rocailles calcaires de 1800 à 2300 mètres, 6/8, n° 51.

**Astragalus creticus** Lamk. subsp. *rumelicus* (Bunge) Maire comb. nov.

*A. rumelicus* Bunge, Astrag. 137; Hal. Consp. I, 436.

*A. creticus* Lamk. var. *rumelicus* Bald., Riv. coll. bot. Alban, 1895, p. 27.

Rocaillies calcaires des zones silvatique supérieure et alpine du Parnasse, 1600-2000 mètres, 6/8, n° 159.

OBSERVATIONS. — Les différences entre l'*Ast. creticus* et l'*Ast. rumelicus* ne sont pas suffisantes pour les distinguer spécifiquement; il y a là seulement deux sous-espèces, l'une crétoise, qui constitue le type de l'espèce, ayant été plus anciennement décrite, et l'autre continentale.

**Coronilla emeroides** Boiss., Hal. Consp. I, 446.

Parnasse, rocailles calcaires de 500 à 1 300 mètres, 5/8, n<sup>os</sup> 163 et 378.

**Amygdalus communis** L., Hal. Consp. I, 497.

Doride, broussailles et forêts de la vallée du Morno-Potamos, entre Lefkadhiti et Lidhoriki, 600-800 mètres, 13/8, n<sup>o</sup> 1096. Cet arbuste présente dans cette vallée toutes les apparences de la spontanéité. Vulg. (α)μυδαλιά.

**Prunus prostrata** Labill. var. *discolor* Raul., Hal. Consp. I, 499.

Parnasse, rocailles calcaires des zones silvatique supérieure et subalpine, 1 700-1 900 mètres, 6/8, n<sup>o</sup> 86.

Ghiona, rocailles calcaires, sur le haut plateau de l'Ano-Koukos, 2 000 mètres, 12/8.

**Prunus Mahaleb** L., Hal. Consp., 498.

Forêts des montagnes calcaires, entre Lidhoriki et Karoutes, vers 900 mètres, 14/8.

**Prunus pseudarmeniaca** Heldr. et Sart., Hal. Consp. I, 500.

Parnasse, étage silvatique inférieur, près du lac Zouvala, 1 100 mètres, 5/8, n<sup>o</sup> 120.

Forêts de sapins du mont Elatos, entre Lidhoriki et Amphissa, principalement dans la plaine fermée désignée sous le nom de Kardhianous Kambous par la carte française au 200 000<sup>e</sup>, 1 000-1 500 mètres, 14/8. Vulg. άγρια κυρρομηλιά.

**Potentilla pedata** Willd., Hal. Consp. I, 509.

Parnasse, dans les touffes d'*Astragalus* et de *Daphne* de l'étage subalpin, 6/8, n<sup>o</sup> 132.

Ghiona, dans la « katavothra » de Makri-Laka, sur le haut plateau de l'Ano-Koukos, calcaire, 2 050 mètres, 12/8, n<sup>o</sup> 328.

**Potentilla reptans** L., Hal. I, 512.

Doride, rochers schisteux suintants, à Sykia, au pied du Ghiona, 1 200-1 500 mètres, 13/8, n<sup>o</sup> 234.

**Potentilla speciosa** Willd., Hal. Consp. I, 513.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800-1 900 mètres, 11/8, n° 334.

Var. *minor* Lehm., Rev. Pot., 141 (1856).

*P. poetarum* Boiss., Diagn. Fl. Or., III, 3.

Ghiona, rochers calcaires subalpins et alpins, 2 000-2 400 mètres, 12/8, n° 267.

**Potentilla apennina** Ten. subsp. *kionæa* Maire et Petitmengin comb. nov. ; *P. kionæa* Hal. Consp. I, 513.

Ghiona, rochers calcaires alpins, au sommet, où il est très localisé, 2 500-2 512 mètres, 12/8, n° 355.

Cette plante est extrêmement voisine du *P. apennina*, dont elle n'est qu'une sous-espèce géographique à fleurs rouges.

**Rosa glutinosa** Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 522.

Parnasse, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 800 mètres, 6/8, n° 89.

**Rosa canina** L. subsp. *dumetorum* Thuill. (pro specie); Hal. Consp. I, 529 (pro specie).

Béotie, sur les schistes, à Arakhova, 900 mètres, 3/8, n° 4.

**Alchemilla acutiloba** Stev., Hal. Consp. I, 534.

Var. *inæquidens* Buser (*teste* BUSER).

Ghiona, rochers calcaires humides dans les gorges de l'étage silvatique, près de la fontaine de Platyliothos, 1 400 mètres, 11/8, n° 298.

**Alchemilla alpina** L. subsp. *amphisericea* (Buser) var. *amphiar-gyrea* (Buser) Maire et Petitmengin, comb. nov. = *A. amphiar-gyrea* Buser, in Bull. Herb. Boiss., 1902, p. 623 (*teste* BUSER!).

Ghiona, creux à neige sur le col terminal, dans les fissures de rochers calcaires, 2 300-2 400 mètres, 12/8, n° 325.

Ghiona, haut plateau de l'Ano-Koukos, vallée fermée dite Makri-Laka, dans la « katavothra » et dans les fentes des rochers avoisinants, 2 050 mètres, 12/8, n° 439.

*N. B.* — L'*Alchemilla alpina* L. n'était pas connue en Grèce d'une façon certaine; SIBTHORP et SMITH l'indiquent vaguement en Laconie, où personne ne l'a revue. La plante du Ghiona est la même que celle des Alpes Dinariques (Bosnie et Herzégovine),

qui elle-même n'est qu'une variété de l'*A. amphisericea* Buser, répandue dans les chaînes calcaires des Alpes, du Rhin au Léman, et dans le Jura.

*Poterium spinosum* L., Hal. I, 537.

Phocide, rocailles calcaires à Khryso, 300-400 mètres, où il forme l'élément principal de l'association des « Phrygana », n° 227. Vulg. αφάνα.

*Pirus amygdaliformis* Vill., Hal. Consp. I, 539.

Parnasse, étage silvatique inférieur, 1 000-1 300 mètres, 6/8, n° 151. Vulg. Άγρια αχλαδιά.

*Sorbus Aria* L. subsp. *græca* Heldr. (pro sp.), var. *umbellata* Desf. (pro sp. *Cratægi*). *S. Aria* L.  $\delta$  *umbellata* Hal. Consp. I, 541.

Ghiona, gorges de l'étage silvatique au-dessus de Segditsa, sur les rochers calcaires au lieudit Platylithos, 1 300-1 500 mètres, 11/8, n° 242.

*N. B.* — Le *S. græca* Heldr. doit être considéré comme une sous-espèce régionale du *S. Aria*, au même titre que l'Alisier de Fontainebleau, *S. latifolia* Pers. et le *S. scandica* Fr. Les variétés *umbellata* et *meridionalis* Guss. (pro sp.) passent l'une à l'autre par une série d'intermédiaires.

*Cotoneaster tomentosa* Ait., Hal. Consp. I, 543.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 11/8, n° 304.

*Cratægus orientalis* Pall. var. *flabellata* Boiss., Hal. Consp. I, 545.

Parnasse, étage silvatique inférieur, autour du Livadhi, 1 000-1 500 mètres, 6/8, n° 189. Vulg. γλοντσιά.

*Epilobium lanceolatum* Seb. et Maur., Hal. Consp. I, 554 ?

Ghiona, rochers calcaires humides, à Platylithos, 1 400 mètres, 12/8, n° 252. Nos spécimens sont à peine fleuris et à demi dévorés, ce qui rend la détermination douteuse.

*Epilobium angustifolium* L. (excl. var.  $\gamma$ ), Hal. Consp. 551; *E. spicatum* Lamk.

Ghiona, rochers calcaires humides au-dessus de la fontaine de Platylithos, 1 400 mètres, 11/8. La plante était inaccessible, mais parfaitement reconnaissable, étant en pleine floraison; la

station de *Platylithos* est certainement le point le plus méridional atteint en Grèce par cet *Épilobe*, qui n'était guère connu que dans les montagnes du nord (Olympe et Pélion).

*Lythrum flexuosum* Lag., Hal. Consp. I, 561.

Béotie, ruisselets sur les schistes, à Arakhova, 800-900 mètres, 3/8, n° 13.

*Paronychia chionea* Boiss., Hal. Consp. I, 569.

Ghiona, graviers calcaires, vers 2 150 mètres, 12/8, n° 338.

*Herniaria incana* Lamk., Hal. Consp. I, 572.

Parnasse, pelouses subalpines de 1 800 à 2 300 mètres, 6/8, n° 167.

*Herniaria parnassica* Heldr. et Sart., Hal. Consp. I, 574.

Parnasse, pelouses subalpines, calcaire, 1 800-2 000 mètres, 6/8, n° 1049, 168 et 79.

*Umbilicus erectus* D. C.

= *Cotyledon Umbilicus* L., Hal. Consp. I, 576.

Parnasse, rochers calcaires ombragés, près de la « *katavothra* » du Livadhi, 1 100 mètres, 7/8, n° 186.

*Sempervivum Reginæ-Amaliæ* Heldr. et Guicc., Hal. Consp. I, 580.

Ghiona, rocailles calcaires alpines, vers 2 100-2 500 mètres, 12/8, n° 1133. Cette joubarbe n'avait pas encore été indiquée dans le massif du Ghiona, où elle paraît d'ailleurs fort rare.

*Sedum majellense* Ten., Hal. Consp. I, 582.

Parnasse, creux des rochers calcaires de 1 800 à 2 300 mètres, 6/8, n° 99.

*Sedum album* L. subsp. *athoum* (D. C.) Maire et Petitmengin comb. nov.

= *S. album* L. var. *brevifolium* Boiss. = *S. athoum* D. C., Hal. Consp. I, 584.

Parnasse, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 6/8, n° 180.

*Sedum Sartorianum* Boiss., Hal. Consp. I, 585.

Parnasse, rochers calcaires, 1 850 mètres, 6/8, n° 179.

*Sedum anopetalum* D. C., Hal. Consp. I, 586.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n° 271.

*Sedum annuum* L., Hal. Consp., I, 591.

= *S. annuum* var. *parnassicum* Boiss. et Heldr. = *S. saxatile* D. C.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, 2 000 mètres, 12/8, n° 321.

Parnasse, rochers calcaires alpins, vers 2 250 mètres, 6/8, n° 201.

*Saxifraga porophylla* Bert. subsp. *Frederici-Augusti* (Bias.) Maire et Petitmengin comb. nov. ; Hal. Consp. I, 600 (pro sp.).

Ghiona, rochers calcaires, N. O., 1 700 mètres, au-dessus de Sykia, 13/8, n° 231.

*Saxifraga aizoon* Jacq., Hal. Consp. I, 597.

Ghiona, rochers calcaires au-dessus de Sykia, N. O., 1 700 mètres, 13/8, n° 232.

Parnasse, rochers calcaires humides exposés au N., au-dessous de la cime dite Kotrona, 2 400 mètres, 6/8, n° 70.

*Saxifraga Spruneri* Boiss., Hal. Consp. I, 599.

Parnasse, rochers calcaires humides, exposition N., au-dessous de la cime dite Kotrona, 2 400 mètres, 6/8, n° 68.

*Saxifraga ascendens* L. var. *parnassica* (Boiss. et Heldr.) Hal. Consp. I, 602.

Parnasse, rochers calcaires humides exposés au N., au-dessous de la cime dite Kotrona, 2 400 mètres, 6/8, n° 69.

*Saxifraga rotundifolia* L., Hal. Consp. I, 603.

Ghiona, rochers calcaires humides, près de la fontaine de Platyliothos, 1 450 mètres, 11/8, n° 241. (Forme à feuilles dépourvues de marge membraneuse.)

Subsp. *taygetea* (Boiss. et Heldr.) Engl. Mon. Saxifr., p. 117 (pro var.)

= *S. taygetea* Boiss. et Heldr., Diagn. X. 19, Hal. Consp. I, 605.

Ghiona, creux à neige, fissures des rochers calcaires, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 341.

OBSERVATIONS. — Il nous est impossible de considérer le *S. taygetea* autrement que comme une sous-espèce alpine du *S. rotundifolia*. Il ne s'en distingue guère, en effet, que par ses tiges plus



basses, ses feuilles plus petites, à crénelures moins nombreuses, et on trouve des formes intermédiaires.

De même les *Saxifraga chryso-splenifolia* Boiss., *repanda* Willd., *olympica* Boiss., quoique mieux caractérisés, ne nous paraissent guère constituer que des sous-espèces de *S. rotundifolia* L.

**Saxifraga Sibthorpii** Boiss., Hal. Consp. I, 605.

Parnasse, fissures humides des rochers calcaires, 2 000-2 400 mètres, 6/8, n° 71.

**Parnassia palustris** L., Hal. Consp. I, 606.

Ghiona, pelouses humides sur les tufs ophitiques, à 1 850 mètres, près des bergeries de Karvouni, 12/8, n° 313.

**Eryngium campestre** L. var. *virens* (Link.) Weiss., Hal. Consp. I, 615.

Phocide, Delphes, rocailles calcaires, 300-1 000 mètres.

Parnasse, jusqu'à 1 200-1 300 mètres, 5/8, n° 26. Vulg. μτρούνα.

**Eryngium multifidum** S. et Sm., Hal. Consp. I, 615.

Ghiona, rochers et éboulis calcaires de l'étage silvatique, 1 400-1 700 mètres, 12/8, n° 226.

Parnasse, rocailles des étages silvatique et subalpin, 1 200-2 000 mètres, 6/8, n° 178.

**Daucus carota** L., Hal. Consp. I, 625.

Phocide, champs cultivés sur les schistes à Seyditsa, 800 mètres, 10/8, n° 291.

**Turgenia latifolia** D. C., Hal. Consp. I, 626.

Parnasse, moissons des derniers champs d'orge, à 1 850 mètres, 6/8, n° 126.

**Heracleum Pollinianum** Bert. var. *œtæum* (Boiss.), Hal. Consp. I, 638.

= *Heracleum palmatum* var. *œtæum* Boiss., Fl. or. suppl. 269.

Ghiona, rochers calcaires de l'étage silvatique supérieur à Platylithos et de l'étage subalpin, près des bergeries de Karvouni, 1 400-1 850 mètres, 11/8, n° 288. Seconde station connue de cette variété qui n'avait encore été trouvée que sur l'Æta, dans les gorges dites Roupchia.

**Ferulago nodosa** L., Hal. Consp. I, 644.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 600 mètres, 3/8, n° 50.

Les nodosités énormes qui se forment à la partie supérieure des entrenœuds de cette espèce sont bourrées d'amidon. Il y a là une adaptation xérophile. En effet, la plante, qui croît dans des terrains arides et ensoleillés, et présente des feuilles à structure xérophile peu marquée, est de très bonne heure complètement défeuillée. Les matières de réserve accumulées dans ces nodosités lui permettent alors d'amener ses fruits à maturation.

**Sclerochorton junceum** Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 647.

Parnasse, éboulis calcaires, vers 2 300 mètres, 6/8, n° 108.

**Cnidium silaifolium** Jacq., Hal. Consp. I, 648.

Parnasse, rocailles calcaires, près de l'Antrè Corycien (Sarandavli), 1 250 mètres, 5/8, n° 170.

Var. *orientale* Boiss., Hal. Consp. I, 648.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n° 249.

**Scaligeria cretica** Urv., Hal. Consp., I, 656.

Laconie, rochers calcaires, entre Sparte et Trypi, 200-300 mètres, 23-10, n° 875.

**Carum meoides** Gris., Hal. Consp. I, 678.

Ghiona, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 400-2 000 mètres, 11/8, nos 1042 et 251.

**Falcaria Rivini** Host. = *Sium Falcaria* L. = *Prionitis Falcaria* Dum., Hal. Consp. I, 679.

Parnasse, champs et lieux incultes au Livadhi, 6/8, n° 125. Espèce rarissime en Grèce.

**Pimpinella Tragium** Vill., Hal. Consp. I, 682.

Ghiona, rochers calcaires de l'étage silvatique, 1 300-1 500 mètres, 11/8, n° 296 (var. *typica*).

**Bupleurum capillare** Boiss. et Heldr., Hal. Consp. I, 691.

Phocide, roches Phœdriades, près Delphes, calcaire, 900-1 000 mètres, 7/8, n° 202. Espèce jusqu'ici spéciale au Parnasse, où elle n'a été trouvée que deux fois. Elle habite les garrigues de l'étage montagneux, de 800 à 1 000 mètres.

*Arceuthobium Oxycedri* D. C., Hal. Consp. I, 696.

Parnasse, fréquent sur les *Juniperus Oxycedrus*, sur tout le plateau du Livadhi, 5/8.

*Galium firmum* Tausch, Hal. Consp. I, 712.

Ghiona, rocailles calcaires subalpines, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n° 273. Nos spécimens appartiennent au type, plus rare dans les montagnes de Grèce que les variétés *eubœum* Hal. et *citraceum* Boiss. et Heldr.

*Galium thymifolium* Boiss. et Heldr., Hal. Consp. I, 715.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n° 274.

Parnasse, rocailles calcaires, dans les forêts de sapins, 1 200 mètres, 6/8, n° 143.

*Galium verticillatum* Dauth., Hal. Consp. I, 726.

Parnasse, rochers calcaires des étages subalpin et silvatique, 1 500-1 900 mètres, 6/8, n° 128. N'est pas mentionné par HELDRICH dans sa *Χλωρίς τοῦ Παρνασσῶς*.

*Asperula lutea* Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 737.

Parnasse, rocailles de l'étage silvatique, 1 200 mètres, 5/8, n° 144.

*Asperula nitida* Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 735.

Ghiona, rochers calcaires près du sommet, versant E., 2 400-2 500 mètres, 12/8, n° 356.

*Morina persica* L., Hal. Consp. I, 756.

Parnasse, rocailles et éboulis calcaires, de 1 000 à 2 000 mètres, 7/8, n° 135.

*Cephalaria ambrosioides* S. et Sm., Hal. Consp. I, 758.

Phocide, roches Phœdriades, au-dessus de Delphes, 500-1 000 mètres, calcaire, 5/8, n° 190.

*Knautia integrifolia* (L.) Bert., Hal. Consp. I, 760.

Parnasse, rochers calcaires de l'étage silvatique, près des Kalyvia d'Arakhova, 1 200 mètres, 6/8, n° 112.

*Pterocephalus perennis* Vaill., Hal. Consp. I, 761.

= *P. Parnassi* Spreng. = *P. bellidifolius* Boiss.

Parnasse, rocailles calcaires de 950 à 2 100 mètres, 6/8, n° 171.

*Callistemma palæstinum* (L.) Heldr., Hal. Consp. I, 763.

Phocide, champs sur les schistes, entre Delphes et Arakhova, 3/8, n° 12.

*Bellis perennis* L. var. *microcephala* Boiss., Hal. Consp. II, 12.

Ghiona, bords des ruisselets dans les pâturages subalpins, 1 800 mètres, 13/8, n° 217.

*Erigeron alpinum* L. (sensu lato), Hal. Consp. II, 15.

= *E. olympicum* Schott, in *Æst. Bot. Wochenbl.* VII, 230.

Parnasse, rocailles calcaires alpines, au-dessus des bergeries dites Strounga tou Lazarou, 2 200 mètres, 6/8, n° 1029.

*Solidago virgaurea* L., Hal. Consp. II, 17.

Ghiona, rocailles calcaires subalpines, vers 2 000 mètres, 12/8, n° 1041. Espèce rare en Grèce, non encore signalée au Ghiona.

Var. *vestita* Hal. Consp. II, 17.

Ghiona, rochers calcaires humides, à Platyliothos, 1 400 mètres, 11/8, n° 253.

*Inula britannica* L., Hal. Consp. II, 21.

Parnasse, lieux inondés l'hiver (Limni) du Livadhi, près des « Katavothra », 7/8, n° 204.

*Inula oculus-Christi* L., Hal. Consp. II, 21.

Ghiona, rocailles calcaires de l'étage silvatique, près de la fontaine de Platyliothos, 1 500 mètres, 11/8, n° 297.

*Inula parnassica* Boiss. et Heldr., Hal. Consp. II, 22.

Phocide, Delphes, rochers calcaires, 600-700 mètres, 3/8, n° 11.

*Inula graveolens* L., Hal. Consp. II, 25.

Arcadie et Laconie : assez fréquent sur les schistes dans les montagnes entre Tripolis et Sparte, 200-800 mètres, 19/10, n° 866.

*Inula viscosa* L., Hal. Consp. II, 24.

Var. *angustifolia* R. Maire.

*A typo differt foliis angustioribus, lineari-lanceolatis, integris vel parce dentatis, nec non omnibus partibus minoribus.*

Arcadie, montagnes entre Tripolis et Sparte, surtout sur les schistes, 200-800 mètres, 19/10, n° 867.

*Achillea umbellata* S. et S., Hal. II, p. 42.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 300 mètres, 12/8, n° 337.

Parnasse, rochers calcaires subalpins, aux bergeries dites Sirounga tou Lazarou, 2 000 mètres, 6/8, n° 198.

**Anthemis tinctoria** L. var. **parnassica** (Boiss. et Heldr.), Hal. Consp. II, 53.

Parnasse, éboulis calcaires, vers 2 300 mètres, 6/8, n° 66.

**Doronicum cordifolium** Sternb., Hal. Consp. II, 76.

Parnasse, rochers calcaires humides, 2 000-2 400 mètres, 7/8, n° 64.

**Senecio thapsoides** D. C., Hal. Consp. II, 80.

Parnasse, rochers calcaires de l'étage silvatique supérieur, 1 800 mètres, 6/8, n° 84.

**Senecio nemorensis** L. var. **expansus** (Boiss. et Heldr.), Hal. Consp. II, 81.

= *S. Jacquinianus* Rehb. v. *expansus* Boiss. et Heldr. Diagn. ser. 2, III, 34.

Ghiona, rochers calcaires humides de l'étage silvatique, près de la fontaine de Platylithos, 1 450 mètres, n° 257.

**Senecio rupestris** W. et K., Hal. Consp. II, 82.

Ghiona, éboulis calcaires sur le haut plateau de l'Ano-Koukos, 2 000-2 200 mètres, 12/8, n° 301.

Parnasse, rocailles calcaires, près des bergeries du Gerondovrakhos, 2 200 mètres, 6/8, n° 54.

**Echinops albidus** Boiss. et Spr., Hal. Consp. II, 90.

Phocide, dans les broussailles sur les schistes, entre Amphissa et le monastère d'Agios-Ilias, 200-300 mètres, 14/8, n° 228.

**Echinops Ritro** L. var. **Sartorianus** Boiss., Hal. Consp. II, 91.

Parnasse, champs cultivés et rocailles calcaires de 1 100 à 1 800 mètres, 6/8, n° 92.

**Echinops microcephalus** S. et S., Hal. Consp. II, 91.

Arcadie, dans les vignes de toute la plaine de Tripolis, calcaire, 600 mètres, 19/10, n° 847.

**Carlina gummifera** L., Hal. Consp. II, 94.

= *Atractylis gummifera* Less.

Élide, champs argileux, près des ruines d'Olympie, 100 mètres, 27/10, n° 883.

*Carlina corymbosa* D. C. subsp. *græca* Boiss. (pro var.), Hal. Consp. II, 97 (pro sp.).

Phocide, Delphes, rochers et éboulis calcaires, 500-1 000 mètres, 5/8, n° 380.

*Carduus armatus* Boiss. et Heldr., Hal. Consp. II, 104.

Parnasse, rocailles calcaires de 1 200 à 2 300 mètres, 6/8, n° 1086.

*Carduus pycnocephalus* L., Hal. Consp. II, 106.

Phocide, ruines de Delphes, 3/8, n° 1104.

*Cirsium Heldreichii* Hal. Consp. II, 111.

Ghiona, rocailles et pâturages des régions silvatique supérieure et subalpine, 13/8, n° 1025. Ce *Cirsium* est nouveau pour le massif du Ghiona; c'est une plante du Pinde qui n'était pas indiquée au sud du Veloukhi (Tymphreste).

*Picnomon Acarna* L., Hal. Consp. II, p. 119.

Phocide, très abondant dans les rocailles et les lieux incultes des étages méditerranéen, montagneux et silvatique du Parnasse, 3/8, n° 49.

*Onopordon illyricum* L., Hal. Consp. II, 123.

Parnasse, rocailles arides et champs incultes sur le plateau du Livadhi, entre les Kalyvia d'Arakhova et les Kalyvia de Kastri; calcaires, 1 000-1 100 mètres, 5/8, n° 169.

*Centaurea affinis* Friv., Hal. Consp. II, 146.

Parnasse, rocailles calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 100-2 000 mètres, 6/8, n° 184.

*Centaurea pelia* D. C., Hal. Consp. II, 149 ?

Delphes, roches Phœdriades, calcaires, 600 mètres, 3/8, n° 1103. La plante étant dans un état trop avancé, la détermination n'est pas absolument certaine.

*Centaurea salonitana* Vis., Hal. Consp. II, 159.

Parnasse, champs cultivés du Livadhi, 1 150 mètres, 6/8, n° 177.

*Carthamus dentatus* Vahl., Hal. Consp. II, 169.

Phocide, Delphes, rochers calcaires de 500 à 1 000 mètres, 3/8, n° 47.

*Leontodon asper* W. et K. var. *setulosus* Hal. Consp. II, 187.

Ghiona, rocailles calcaires subalpines, 1800-2000 mètres, 12/8, n° 259. N'était pas signalé dans le massif du Ghiona.

*Tragopogon Samaritanii* Heldr. et Sart., Hal. Consp. II, 193.

Ghiona, rocailles calcaires du haut plateau de l'Ano-Koukos, vers 2000 mètres, 12/8, n° 312.

*Scorzonera purpurea* Boiss. subsp. *rhodantha* (Hausskn.) Maire et Petitmengin comb. nov.

= *Scorzonera rhodantha* Hausskn., Hal. Consp. II, 197.

Ghiona, pelouses subalpines au lieu dit Vromolaka, au-dessus de Sykia, 1800-2000 mètres, 13/8, n° 218 et 219. Cette plante du Pinde n'avait pas encore été rencontrée dans le massif du Ghiona, mais HELDREICH l'avait trouvée dans celui du Vardousia, de l'autre côté de la vallée du Morno-Potamos.

*Podospermum canum* C. A. Mey., Hal. Consp. II, 199.

= *Scorzonera messeniaca* Chaub. et Bory.

Argolide, sur les schistes cristallins, près du théâtre du hiéron d'Esculape, à Épidaure, 150 mètres, 17/10, n° 849.

*Podospermum canum* C. A. Mey. var. *alpinum* Boiss., Hal. Consp. II, 200.

Ghiona, rocailles et pelouses, vers 2100-2400 mètres, 12/8, n° 343.

*Taraxacum officinale* Wigg. var. *alpinum* Hoppe, Hal. Consp. II, 202.

Ghiona, rocailles calcaires à 2400 mètres, 12/8, n° 1054.

Parnasse, rocailles calcaires et pelouses subalpines, 2000-2300 mètres, 6/8, n° 105.

*Lactuca viminea* L., Hal. Consp. II, 212.

Parnasse, rocailles calcaires des étages méditerranéen, montagneux et silvatique, 600-1700 mètres, 6/8, n° 172.

*Lactuca muralis* (L.) E. Meyer, Hal. Consp. II, 213.

Ghiona, forêts de sapins sur les calcaires et les schistes, 800-1800 mètres, 11/8, n° 299.

*Hieracium Pilosella* L. subsp. *macranthum* (Ten.), Hal. Consp. II, 233; teste Arvet-Touvet.

Ghiona, pâturages sur les schistes et les tufs ophitiques, au-dessus des bergeries de Karvouni, 1900-2000 mètres, 12/8, n° 353 (*forma microcephala*).

**Hieracium Gaudryi** Boiss. et Orph., Hal. Consp. II, 240.

Parnasse, rochers calcaires subalpins, en montant des Kalyvia d'Arakhova aux bergeries Strounga tou Lazarou, 1 800-1 900 mètres, 6/8, n° 141. N'avait été trouvé que par ORPHANIDIS dans les rochers dits Kedhrozastano.

**Hieracium scapigerum** Boiss., Orph. et Heldr.; Hal. Consp. II, 241; *teste* Arvet-Touvet.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 200 mètres, 12/8, n° 342 (*très typique*, Arv.-Touv.); n° 220 (*forma*, Arv.-Touv.), n° 320 (*forma reducta*, Arv.-Touv.).

Ghiona, rochers calcaires dans les gorges de la région silvatique, près de la fontaine de Platylithos, 1 400 mètres, 11/8, n° 320.

**Hieracium Sartorianum** Boiss. et Heldr., Hal. Consp. II, 242; *teste* Arvet-Touvet.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n°s 359 (*typique*) et 284 (*forma*).

**Hieracium virga-aurea** Cosson; *teste* Arvet-Touvet.

Ghiona, forêts de sapins sur les schistes, versant O., au-dessus de Sykia, 13/8, n° 1039 (*forma reducta*).

OBSERVATIONS. — Ce *Hieracium* n'avait pas encore été rencontré en Grèce. Il est voisin du *H. racemosum* et du *H. crinitum*, déjà signalés dans les forêts du Pinde et de l'Olympe.

**Campanula rupicola** Boiss. et Spr., Hal. Consp. II, 258.

Parnasse, creux des rochers calcaires, vers 2 200-2 300 mètres, 6/8, n° 60.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, 1 800-2 000 mètres, 12/8, n° 302.

**Campanula versicolor** Andrews, Hal. Consp. II, 262.

Ghiona, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 11/8, n° 260. Fentes ombreuses des rochers dans la gorge de la fontaine Castalie, à Delphes, 500-600 mètres, 3/8, n° 19.

Taygète, rochers calcaires, près Boliana, 600 mètres, 22/10.

*N. B.* — Cette campanule est facile à reconnaître, même lorsqu'elle n'est pas en fleurs, car elle possède un latex blanc, aussi abondant que celui des Euphorbes, qui s'écoule dès qu'on la coupe. La plupart des campanules n'ont au contraire qu'un latex peu abondant et souvent incolore. Nous n'avons trouvé ce



caractère mentionné dans aucune des descriptions classiques, bien qu'il soit exprimé par le nom vulgaire de la plante : γαλατόχορτο.

**Campanula racemosa** (Krasan) Witarek in Abh. zool. bot. Ges. Wien I, 3, p. 34.

*C. rotundifolia* Hal. Consp. II, 263, non L.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, vers 2 100-2 150 mètres, 12/8, n° 354.

*N. B.* — Cette espèce présente un latex blanc assez abondant.

**Campanula radicata** Chaub. et Bory., Hal. Consp. II, 265.

Parnasse, pelouses des régions alpine et subalpine, 1 900-2 400 mètres, sur la terre argileuse décalcifiée, 6/8, n° 94.

*N. B.* — Cette espèce mime le *Beta nana*, dont il est parfois difficile de la distinguer au premier abord, lorsqu'elle n'est pas fleurie. On la reconnaît facilement, en arrachant une feuille, grâce à la présence d'un latex blanc peu abondant, mais toujours bien visible.

**Campanula drabifolia** S. et Sm., Hal. Consp. II, 266.

Parnasse, rochers calcaires des forêts de sapins, 6/8, n° 166.

**Campanula Sibthorpiana** Hal. Consp. II, 268.

= *C. spatulata* Sibth. et Sm.

Ghiona, pelouses subalpines, dans les touffes de chardons, 11/8, n° 303.

Parnasse, rocailles calcaires subalpines, 1 900-2 200 mètres, 6/8, n° 91.

**Campanula aizoon** Boiss., Hal. Consp. II, 269.

Ghiona, haut plateau de l'Ano-Koukos, rocailles calcaires, vers 2 100 mètres, 12/8, n° 311.

*N. B.* — Cette espèce présente un latex blanc presque aussi abondant que celui du *Campanula versicolor*.

**Edraianthus graminifolius** (L.) D. C., Hal. Consp. II, 279.

Parnasse, fentes des rochers calcaires sur le Gerondovrakhos, 2 350 mètres, exposition W, 6/8, n° 107.

**Arbutus Andrachne** L., Hal. Consp. II, 283.

Arcadie, montagnes entre Tripolis et Sparte, sur les calcaires et les schistes, 500-800 mètres, 19/10, n° 886.

Phocide, forêts d'*Abies cephalonica* et broussailles au-dessous

des forêts, sur le mont Elatos, au-dessus d'Amphissa, calcaire, 500-1 000 mètres, 14/8, n° 212. Vulg. άγρια κουμαριά.

*Arbutus unedo* L., Hal. Consp. II, 283.

Phocide, broussailles au-dessus d'Amphissa, au-dessous des forêts de sapins du mont Elatos, vers 500-600 mètres, calcaire, 14/8. Vulg. κουμαριά.

*Fraxinus Ornus* L., Hal. Consp. II, 289.

*Ornus europæa* Pers.

Parnasse, étage silvatique inférieur, autour de la plaine fermée dite Livadhi, 1 100 mètres, n° 121. Vulg. μελερός.

*Gynanchum acutum* L., Hal. Consp. II, 292.

Phocide, Delphes, rocailles calcaires, 500-600 mètres, 3/8, n° 30.

*Cionura erecta* L., Hal. Consp. II, 292.

Phocide, rocailles et lieux incultes, sur les schistes et le calcaire, entre Delphes et Arakhova, 700-800 mètres, 3/8, n° 1.

*Convolvulus Mairei* Hal. nov. sp.

*Hirsutus; caulibus prostratis, foliis parvis, prostratis, triangulari-ovatis acutis vel obtusis, obtuse sagittato-hastatis; pedunculis axillaribus, solitariis, 1-floris, bibracteatis, fructiferis folium superantibus, sepalis ovato-oblongis, obtusissimis; corolla albo-rosea, extus puberula, calice multo longiore; capsula pubescente.*

Caules 10-15 cm longi, foliorum lamina 5-8 mm longa, corolla 8-10 mm longa.

Habitu speciminibus macris *C. arvensis* L. similis, sed caulibus folisque dense et breviter hirsutis, corolla et capsula pubescentibus discedens. — Jul. Aug. 4.

Phocide : Parnasse, grèves exondées du petit lac Zouvala, au pied de l'Antre Corycien, 1 120 mètres, 5/8, n° 113.

Retrouvé en 1906 dans la même station et de plus sur le limon exondé près de la fontaine intermittente dite Terzeniko (altitude 1 150 mètres), sur le plateau du Livadhi, à environ 2 kilomètres du lac Zouvala; trouvé également en 1906 dans le lit exondé du lac de Phonia (anciennement Pheneos) dans le Péloponèse (altitude 730 mètres), où il est très abondant.

Ce *Convolvulus* ne croît absolument que sur le limon submergé l'hiver, en compagnie de *Verbena supina* et *Crypsis schænoïdes*. Dans les parties desséchées depuis plusieurs années du lac de

Phonia, où nous l'avons observé en 1906, il persiste, encore bien que non submergé l'hiver, mais il est peu à peu chassé par le *Convolvulus arvensis*, qui vient s'établir à côté de lui à la faveur de l'assèchement des terres. Ces deux *Convolvulus* se mêlent ainsi, tout en restant absolument distincts, à tel point qu'on peut les reconnaître à plusieurs mètres de distance.

**Convolvulus arvensis** L., Hal. II, 307.

Ghiona, pelouses sur les schistes dans les forêts de sapins, sur le versant O., 1 500 mètres, 13/8, n° 215.

Phocide, rochers calcaires, à Delphes, 500-700 mètres (*forma transiens ad var. Cherleri* Ag.), 3/8, n° 35.

**Cuscuta epithimum** L. var. *alba* Presl., Hal. Consp. II, 311.

Parnasse, sur *Daphne oleoides* et *Eryngium* sp., dans la région subalpine, 1 850 mètres, 6/8, n° 87. Vulg. νεραϊδονέματα.

**Heliotropium villosum** Webb., Hal. Consp. II, 314.

Phocide, Delphes, champs et décombres, calcaire, 450-650 mètres, 3/8, n° 377.

**Anchusa parnassica** Boiss. et Orph., Hal. Consp. II, 323.

Ghiona, éboulis calcaires, près des bergeries au-dessus de Platyolithos, 1 450 mètres, 11/8, n° 248.

**Myosotis olympica** Boiss., Hal. Consp. II, 354.

Parnasse, rocailles calcaires alpines, au-dessus de 2 200 mètres, 6/8, n° 57. Cette espèce, assez abondante dans l'étage alpin, sur le Gerondovrakhos, l'un des deux sommets du Parnasse, n'était pas indiquée dans ce massif ni par HELDREICH, Σλώρις τοῦ Παρνασσού, ni par HALÁCSY, *l. c.*

**Atropa Belladonna** L., Hal. Consp. II, 368.

Phocide, forêts d'*Abies cephalonica*, sur le mont Elatos, au-dessus d'Amphissa, calcaire, 1 000-1 200 mètres, 14/8, n° 1094.

**Solanum nigrum** L. var. *villosum* L., Hal. Consp. II, 370.

Phocide, Delphes, décombres dans les ruines, 3/8, n° 31.

**Verbascum parnassicum** Hal.

*V. epixanthinum* Boiss. Fl. Or. (pro parte), Hal. Consp. II, 379, non Boiss. Diagn. Fl. Or.

Parnasse, rocailles calcaires des étages silvatique et subalpin, de 1 200 à 2 300 mètres, 6/8, n° 56.

*Verbascum undulatum* Lamk., Hal. Consp. II, 382.

Phocide : Delphes, rochers calcaires près de la fontaine Castalie, 550 mètres, 3/8, n° 21.

*Verbascum sinuatum* L., Hal. Consp. II, 391.

Phocide, rochers calcaires, à Delphes, 500-600 mètres, 3/8, n° 32.

*Digitalis ferruginea* L., Hal. II, 420.

Parnasse, forêts d'*Abies cephalonica*, rocailles calcaires, 1200-1800 mètres, 6/8, n° 114.

*Digitalis lævigata* L., Hal. Consp. II, 420.

Phocide, forêts de sapins du mont Elatos, au-dessus d'Amphissa, sur calcaire, 1000-1300 mètres, 11/8, n° 236.

*Scrofularia heterophylla* Willd., Hal. Consp. II, 403.

Phocide, Delphes, rochers calcaires, 500-600 mètres, 3/8, n° 33.

Subsp. *laciniata* (W. et K., Hal. Consp. II, 405 [pro specie]), Maire et Petitmengin, comb. nov.

Parnasse, rochers calcaires subalpins, 1850 mètres, 6/8, n° 85.

Var. *poetarum* Maire et Petitmengin.

*A typo differt statura minori, floribus pallidioribus, tubo corollæ calice triplo longiori, tenuiori, staminodio latiori, nec non pubescentia glandulosa omnium partium.*

Parnasse, creux des rochers calcaires subalpins, 1800-2200 mètres, 6/8, n° 77.

Cette plante ne peut, à notre avis, être considérée autrement que comme une variété du *S. laciniata* W. et K. Sa pubescence la rapproche de *S. taygetea* Boiss., Hal. Consp. II, 407, dont elle se distingue nettement, au premier abord, par ses feuilles laciniées et non entières.

Le *S. laciniata* type ne nous paraît pas pouvoir être distingué spécifiquement du *S. heterophylla*, auquel il est réuni par des intermédiaires à tel point « qu'il est souvent difficile de distinguer en herbier les deux espèces » (HALÁCSY, *l. c.*).

Nous suivons donc ici l'opinion exprimée par BOISSIER lorsqu'il dit de *S. laciniata* : « Valde affinis formis pinnatisectis *Scrofulariæ heterophyllæ*, pro cujus stirpe subalpina et alpina haberi posset, — differt tamen colore læte viridi, foliis tenuibus membranaceis, nec carnosus, lobis et dentibus sæpius acutis, nec obtusis, cau-

libus non adeo fragilibus, capsula calycis proportione brevior. »  
(BOISSIER, *Flora orientalis*, IV, p. 409.)

Il semble donc légitime de considérer le *S. laciniata* comme une sous-espèce montagnarde du *S. heterophylla*.

**Linaria peloponnesiaca** Boiss. et Heldr. var. **parnassica** Boiss. et Heldr., Hal. Consp. II, 410.

Parnasse, moissons à 1 850 mètres, 6/8, n° 127.

**Chænorhinum minus** (L.) Willk. et Lange, Hal. Consp. II, 418.

Champs et lieux incultes sur les schistes entre Arakhova et Delphes, 2/8, n° 17.

**Veronica aphylla** L., Hal. Consp. II, 428.

Parnasse, escarpements calcaires humides, exposés au nord, au-dessous du sommet dit Kotrona, 2 400 mètres, n° 75.

**Veronica Anagallis aquatica** L., Hal. Consp. II, 429.

Phocide, Delphes, dans la fontaine Castalie, 3/8, n° 25.

**Euphrasia salisburgensis** Funk., Hal. Consp. II, 440 (*teste* Chabert).

Ghiona, rochers calcaires sur le haut plateau de l'Ano-Koukos, près de la « katavothra » de Makri-Laka, 2 050 mètres, 12/8, n° 1061.

*Ibidem*, graviers calcaires au pied du cône terminal, 2 000 mètres, 12/8, n° 369 (*forma nana*).

*Ibidem*, rochers calcaires humides des gorges de la région silvatique, près de la fontaine de Platyolithos, 1 400 mètres, n° 363.

Plante rare en Grèce, non encore indiquée dans le massif du Ghiona.

**Orobanche gracilis** Sm., Hal. Consp. II, 450 ?

Laconie, sur le *Genista acanthoclada*, sur les schistes, entre Anogia et Boliana, sur le Taygète, 600-800 mètres, 21/10, n° 861.

En raison de l'état avancé des spécimens, la détermination reste un peu douteuse.

**Orobanche attica** Reut., Hal. Consp. II, 453.

Ghiona, haut plateau de l'Ano-Koukos, 2 000-2 200 mètres, sur *Marrubium velutinum* S. et Sm., 12/8, n° 318 (forme naine, appauvrie).

Parnasse, sur *Eryngium campestre*, au Livadhi, près des Kaly-

via d'Arakhova, très abondant, 6/8, n° 174 (forme vigoureuse, élancée).

*Verbena supina* L., Hal. Consp. II, 462.

Parnasse, grèves exondées du lac Zouvala, au pied de l'Antre Corycien, 1 120 mètres, 5/8, n° 111.

*Teucrium Chamædrys* L., Hal. Consp. II, 472.

Ghiona, rocailles calcaires de l'étage silvatique, 1 600 mètres, 11/8, n° 243.

*Teucrium montanum* L. var. *parnassicum* Celak., Hal. Consp. II, 476.

Ghiona, rocailles calcaires du haut plateau de l'Ano-Koukos, 2 200 mètres, 12/8, n° 324.

*Teucrium Polium* L. var. *angustifolium* Benth., Hal. Consp. II, 478.

Phocide, lieux incultes, sur les schistes et les calcaires, entre Delphes et Arakhova, 600-900 mètres, 3/8, n° 8.

Var. *pseudohyssopus* Schreb., Hal. Consp. II, 478.

Parnasse, rocailles calcaires, de 800 à 1 400 mètres, 6/8, n° 146.

*Salvia argentea* L., Hal. Consp. II, 486.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n° 272.

*Scutellaria peregrina* L., Hal. Consp. II, 493.

Parnasse, broussailles sur les éboulis calcaires, près de l'Antre Corycien (Sarandavli), 1 200 mètres, 5/8, n° 152.

*Sideritis Roeseri* Boiss. et Heldr., Hal. Consp. II, 499.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n° 352 et 353.

Parnasse, rochers calcaires subalpins, 6/8, n° 72. Vulg. τσαί.

*Marrubium velutinum* Sibth. et Sm., Hal. Consp. II, 505.

Parnasse, rocailles calcaires, de 1 500 à 2 300 mètres, 6/8, n° 82.

*Phlomis fruticosa* L., Hal. Consp. II, 506.

Phocide, Delphes, rochers et éboulis calcaires, de 500 à 1 000 mètres, 4/8, n° 44. Vulg. άσφαχα.

*Phlomis pungens* Willd. var. *hispidula* Hal. Consp. II, 509.

Parnasse, champs cultivés au Livadhi d'Arakhova, après moisson, 1 150 mètres, 5/8, n° 1115.

*Lamium garganicum* L. var. *nivale* Bald., Hal. Consp. II, 511.

Ghiona, creux des rochers calcaires subalpins, 1 850 mètres, près des bergeries de Karvouni, 11/8, n° 306.

*Lamium pictum* Boiss. et Heldr., Hal. Consp. II, 512.

Parnasse, fentes des rochers calcaires, près des bergeries Στρούγγα του Ααζάρου, 2 000 mètres, 6/8, n° 182.

*Betonica Jacquini* Gren. et Godr., Hal. Consp. II, 515.

Parnasse, éboulis calcaires subalpins, 2 300 mètres, 6/8, n° 59.  
Ghiona, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 300-1 900 mètres, 11/8, n° 282.

*Stachys germanica* L. var. *penicillata* (Heldr.), Hal. Consp. II, 520.

Parnasse, rocailles calcaires des étages silvatique supérieur et subalpin, 6/8, n° 83.

*Stachys Swainsonii* Benth., Hal. Consp. II, 527.

Phocide, fissures des rochers, près de la fontaine Castalie, à Delphes, 500 mètres, 3/8, n°s 27 et 42.

*Ballota acetabulosa* (L.), Urv., Hal. Consp. II, 532.

= *Marrubium acetabulosum* L., non Sibth. et Sm.

Parnasse, rochers et rocailles calcaires, de 600 à 1 200 mètres, 5/8, n°s 115 et 23.

*Nepeta nuda* L., Hal. Consp. II, 536.

Parnasse, rocailles calcaires subalpines, 1 700-2 000 mètres, 6/8, n° 55.

*Nepeta parnassica* Heldr. et Sart., Hal. Consp. II, 537.

Parnasse, rochers calcaires de l'étage silvatique, 1 100-1 400 mètres, 6/8, n° 155.

*Calamintha incana* S. et S. var. *calvescens* Heldr., Hal. Consp. II, 543.

Attique : Athènes, entre les dalles du théâtre, 2/11, n° 916.

*Calamintha suaveolens* (Sibth. et Sm.), Boiss., Hal. Consp. II, 544.

Ghiona, champs arides, sur les schistes, près du village de Segditsa, 600 mètres, 10/8, n<sup>os</sup> 333 et 365.

*Micromeria juliana* L., Hal. Consp. II, 546.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, 1 850 mètres, 11/8, n<sup>o</sup> 258.

Phocide, rochers calcaires, entre Arakhova et Delphes, 600-800 mètres, 3/8, n<sup>o</sup> 15.

Delphes, rochers calcaires, 500 mètres, 5/8, n<sup>o</sup> 381.

*Satureia Thymbra* L., Hal. Consp. II, 550.

Attique, rocailles calcaires, près de Marousi, 200-300 mètres, 31/10, n<sup>o</sup> 911.

*Satureia parnassica* Heldr. et Sart., Hal. Consp. II, 551.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n<sup>o</sup> 254.

N'était pas encore indiquée dans le massif du Ghiona.

*Origanum heracleoticum* L., Hal. Consp. II, 555.

Ghiona, rochers calcaires de la région silvatique, 800-1 000 mètres, 11/8, n<sup>o</sup> 294. Vulg. *ρίγανη*, employé comme condiment dans la cuisine locale.

Var. *trichocalycinum* Hausskn., Hal. Consp. II, 555.

Rochers schisteux à Trypi, Laconie, 300 mètres, 24/10, n<sup>o</sup> 1138.

*Thymus Sibthorpii* Benth., Hal. Consp. II, 564.

Parnasse, rochers calcaires à 2 000 mètres, 6/8, n<sup>o</sup> 110.

*Thymus teucrioides* Boiss. et Spr., Hal. Consp. II, 566.

Ghiona, rocailles calcaires subalpines sur tout le haut plateau de l'Ano-Koukos, 1 900-2 200 mètres, 12/8, n<sup>o</sup> 1046.

Parnasse, rocailles et éboulis calcaires, 2 100 mètres, 6/8, n<sup>os</sup> 97 et 372.

*Mentha longifolia* L. var. *Sieberi* Koch., Hal. Consp. II, 570.

Phocide, vignes et ruisselets sur les schistes, entre Delphes et Arakhova, 700-900 mètres, 3/8, n<sup>o</sup> 2.

*Thymbra capitata* Gris., Hal. Consp. II, 557.

*Thymus capitatus* Hoffm. et Link.

Phocide, Delphes, roches Phædriades, calcaire, 500-1 000 mètres, 7/8, n<sup>o</sup> 185.

Laconie, rochers calcaires dans la Langada de Trypi, 24/10, n<sup>o</sup> 882.



*Lysimachia atropurpurea* L., Hal. Consp. III, 2.

Béotie, lieux incultes près d'Arakhova, sur les schistes et les calcaires, 700-900 mètres, 2/8, n° 5.

*Globularia cordifolia* L., Hal. Consp. III, 12.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800-1 900 mètres, 11/8.

*Acantholimon Echinus* L., Hal. Consp. III, 14.

Ghiona, rocailles calcaires alpines sur le cône terminal, 2 400-2 500 mètres, 12/8, n° 279.

*Armeria canescens* Host, var. *majellensis* (Boiss.) Hal. Consp. III, 23.

Parnasse, broussailles près de l'Antre Corycien (Sarandavli), calcaire, 1 200-1 300 mètres, 5/8, n° 156.

*Plantago recurvata* L., Hal. Consp. III, 29.

= *P. carinata* Schrad. = *P. subulata* Wulf. = *P. humilis* Jan.

Ghiona, pelouses sur les tufs ophitiques dans la vallée fermée dite Braïla, sur le haut plateau de l'Ano-Koukos, 2 050 mètres, 12/8, n° 314.

*Plantago montana* L. var. *græca* Hal. Consp. III, 30.

Ghiona, haut plateau de l'Ano-Koukos, pelouses argilo-calcaires de la vallée fermée dite Neraïdo-Laka, près du lac des Néréïdes (Νεραΐδω Λίμνη), 2 100 mètres, n° 330.

*Plantago lanceolata* L. var. *capitata* (Ten.) Presl., Hal. Consp. III, 31.

Parnasse, pelouses sur la terre argileuse décalcifiée, dans les dépressions vers 2 200 mètres, 6/8, n° 67.

*Ibidem*, lieux inondés l'hiver (Limni) au Livadhi, sur la terre argileuse décalcifiée, 7/8, n° 193.

*Beta nana* Boiss. et Heldr., Hal. Consp. III, 42.

Parnasse, pelouses dans les déclivités alluvionnées, vers 2 300 mètres, 6/8, n° 100.

*Atriplex patula* L., Hal. Consp. III, 48.

Parnasse, champs cultivés du Livadhi, 6/8, n° 136.

*Atriplex tatarica* L., Hal. Consp. III, 49 ?

Phocide, décombres et rocailles, à Delphes, 3/8, n° 46. Nous

rapportons provisoirement cette plante à l'*Atriplex tatarica* L., dont elle est bien voisine, si elle n'en est une simple variation.

**Rumex Patientia** L. ?, Hal. Consp. III, 60.

Ghiona, pâturages autour des bergeries de Karvouni, calcaire et schistes, 1 800 mètres, 12/8, n° 216.

La détermination de cette espèce est un peu douteuse, vu l'état trop avancé dans lequel elle se trouvait au moment de la récolte ; nos spécimens pourraient se rapporter au *R. crispus* var. *unicallosus*, dont ils semblent toutefois se distinguer par les valves plus nettement cordées.

**Rumex nebroides** Campd., Hal. Consp. III, 66.

Ghiona, pelouses subalpines, particulièrement aux abords des bergeries de Karvouni, calcaire, 1 850 mètres, 12/8, n° 280.

**Polygonum Bellardii** All., Hal. Consp. III, 74.

Ghiona, rocailles calcaires du versant O., au-dessus de Sykia, 1 800 mètres, 13/8, n° 229.

**Polygonum convolvulus** L., Hal. Consp. III, 76.

Parnasse, champs cultivés au Livadhi, 1 150 mètres, 6/8, n° 147.

**Daphne oleoides** Schreb., Hal. Consp. III, 77.

Parnasse, rocailles calcaires de 1 500 à 2 400 mètres, 6/8, n° 1050.

Ghiona, rocailles calcaires, de 1 550 à 2 200 mètres, 12/8. Vulg. λυκόλοφο.

**Thymelæa tarton-raira** (L.) All., Hal. Consp. III, 80.

Attique, rocailles calcaires, entre Marousi et le monastère de Mendéli, 100-300 mètres, 31/10, n° 908.

**Osyris alba** L., Hal. Consp. III, 83.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, 7/8, n° 93.

**Mercurialis annua** L., Hal. Consp. III, 92.

Phocide, champs sur les schistes, à Segditsa, 600 mètres, 10/8, n° 293.

**Andrachne telephioides** L., Hal. Consp. III, 93.

Phocide, sur les schistes, entre Delphes et Arakhova, 700-800 mètres, 3/8, n° 16.

**Euphorbia acanthothamnus** Heldr., Hal. Consp. III, 96.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 500-1 000 mè-

tres, 4/8, n° 38. Cette plante est un véritable tropophyte à repos estival se comportant exactement comme les arbres et arbustes tropophytes des pays tropicaux : elle produit pendant la saison des pluies des feuilles à structure mésophile, qui disparaissent dès la fin de mai et laissent la plante complètement défeuillée pendant toute la saison sèche. Il en est de même pour l'*E. dendroides* L.

**Euphorbia herniariifolia** Willd., Hal. Consp. III, 99.

Parnasse, fissures des rochers et éboulis subalpins, 1800-2000 mètres, 6/8, n° 78.

**Euphorbia veneta** Willd., Hal. Consp. III, 104.

Phocide, Delphes, rochers et éboulis calcaires, près de la fontaine Castalie, 500 mètres, 3/8, n° 22. Vulg. γαλαξίδα. La tige, renflée à la partie supérieure et charnue, contient un latex abondant; les tissus sont si bien protégés contre la déperdition de leur eau que nous avons pu trouver du latex encore liquide au mois de décembre de 1904 dans les tiges récoltées le 3 août.

**Euphorbia deflexa** Sibth. et Sm., Hal. Consp. III, 109.

Parnasse, rochers calcaires, vers 1800 mètres, 6/8, n° 90.

**Euphorbia Myrsinites** L., Hal. Consp. III, 113.

Parnasse, éboulis et rocailles calcaires, de 500 à 2300 mètres, 6/8, n° 102.

**Urtica dioica** L. var. *hispida* D. C., Hal. Consp. III, 116.

Parnasse, autour des bergeries du Gerondovrakhos, 2200 mètres, 6/8, n° 139.

**Ulmus campestris** L. var. *tortuosa* Host., Hal. Consp. III, 122.

Parnasse, étage silvatique, autour du Livadhi, 1150-1200 mètres, 6/8, n° 188 (*forma foliorum indumento singularis*). Vulg. φτελιά.

**Quercus pubescens** Willd.

= *Q. lanuginosa* Lamk (pro var.), Hal. Consp. III, 127.

Laconie, Anogia, au sud de Sparte, 200 mètres, 20/10, n° 876.

Var. *congesta* Presl.

Arcadie, montagnes entre Trépolis et Sparte, sur les schistes et les calcaires, 400-800 mètres, 19/10, n° 879. Vulg. δένδρο.

**Quercus Aegilops** L., Hal. Consp. III, 130.

Attique, sur les schistes cristallins, près du monastère de Meu-

déli, au pied du mont Pentélique, 300-400 mètres, 31/10, n° 912.  
Vulg. βελανιδιά.

*Quercus ilex* L., Hal. Consp. III, 131.

= *Q. smilax* L., Hal. Consp. III, 131.

Laconie, rochers calcaires dans les gorges de la Langada de Trypi, 24/10, n° 881 (*forma foliis anguste oblongo-lanceolatis*).  
Vulg. αριά.

*Quercus coccifera* L. var. *calliprinos* (Webb.) Boiss., Hal. Consp. III, 133.

Parnasse, chapelle dite Palæo-Panagia, près du lac Zouvala, 1 150 mètres, 6/8, n° 207 (arbres de 6-8 mètres de haut).  
Vulg. πουρνάρι.

*Ostrya carpinifolia* Scop., Hal. Consp. III, 133.

Var. *corsica* Fliche, Bull. Soc. Bot. France, XXXV, 1888, p. 166.

Ghiona, rochers calcaires dans les gorges de l'étage silvatique, au lieu dit Platylithos, 1 300-1 500 mètres, 11/8, n° 261.

Les habitants de la région du Ghiona nomment cet arbre γαῦρος, tandis que ceux de l'Étolie, d'après HELDREICH et notre expérience personnelle, le nomment στρουά, réservant le nom de γαῦρος pour le *Carpinus duinensis* Scop., espèce qui ne paraît pas exister dans le massif du Ghiona.

*Salix alba* L., Hal. Consp. II, 136.

Parnasse, bords des torrents, au Livadhi, 1 150 mètres, 6/8, n° 116. Vulg. ετιά.

*Salix incana* Schrank, Hal. Consp. III, 139.

Ghiona, graviers des gorges de la région silvatique, au-dessous de Platylithos, 800-1 000 mètres, 11/8, n° 292. Vulg. ετιά.

*Crocus cancellatus* Herb., Hal. Consp. III, 199.

Argolide, rocailles calcaires, entre Nauplie et Épidaure, 200 mètres, 18/10, n° 855.

*Crocus hadriaticus* Herb., Hal. Consp. III, 200.

Arcadie, rocailles calcaires des montagnes, près d'Alepo-Khorio, 700-800 mètres, 20/10, n° 1132.

*Crocus Crewei* Hook., Hal. Consp. III, 195.

Arcadie, rocailles calcaires des montagnes, près d'Alepo-Khorio, 700-800 mètres, 20/10, n° 853.

**Sternbergia sicula** Tineo, Hal. Consp. III, 204.

Arcadie, sur les schistes, près du village de Kaparéli, et sur les calcaires, près d'Alepo-Khorio, 700-800 mètres, 20/10, n° 852.

**Galanthus Reginæ-Olgæ** Orph., Hal. Consp. III, 206.

*G. Olgæ* Orph. in Boiss., Fl. Or. V, 146.

Laconie, buissons et lieux humides sur les schistes et les calcaires, dans les gorges du Taygète, à Boliana et dans la Langada de Trypi, 500-1 000 mètres, 20 et 25/10, n° 868. Vulg. σκουλαρίκι. (Σκουλάρι = boucle d'oreille.)

**Asparagus acutifolius** L., Hal. Consp. III, 209.

Phocide : Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 500-900 mètres, 7/8, n° 183.

**Asphodeline lutea** L., Hal. Consp. III, 216.

Parnasse, forêts de sapins, près de l'Antre Corycien (Saran-davli), 5/8, n° 175.

**Scilla autumnalis** L., Hal. Consp. III, 238.

Parnasse, pelouses et rocailles calcaires, au lieu dit Elapho-Kastro (1), 1 200 mètres, 7/8, n° 203 (commençant à fleurir).

**Allium rotundum** L., Hal. Consp. III, 247.

Parnasse, rocailles calcaires, vers 1 800 mètres, 6/8, n° 131.

**Allium callimischon** Link., Hal. Consp. III, 254.

Laconie : Taygète, sur les schistes, parmi les broussailles, entre Anogia et Boliana, 500-800 mètres, 20/10, nos 865 et 878.

**Allium parnassicum** Boiss., Hal. Consp. III, 255.

Ghiona, pelouses subalpines, sur les tufs ophitiques et les schistes, près des bergeries de Karvouni, 1 900-2 000 mètres, 12/8, n° 358. Espèce non encore signalée dans le massif du Ghiona et appartenant à l'étage silvatique dans les autres montagnes où elle a été indiquée.

**Colchicum parnassicum** Sart. Orph. et Heldr., Hal. Consp. III, 276.

Ghiona, forêts de sapins, au-dessus de Platylithos, 1 500 mètres, 11/8, n° 310.

1. Cf. la note sur le mot Elapho-Kastro, au paragraphe relatif à l'*Erodium chrysanthum*.

*Arum maculatum* L., Hal. Consp. III, 292.

Parnasse, forêts de sapins, de 1 100-1 600 mètres, 6/8, n° 187 (en fruits).

*Dracunculus vulgaris* Schott., Hal. Consp. III, 291.

Phocide, broussailles sur les schistes, au-dessous de Segditsa, 600 mètres, 10/8. Vulg. δρακοντιά.

*Carex divisa* Huds., Hal. Consp. III, 328.

Parnasse, fossés et lieux inondés l'hiver dans la plaine fermée dite Livadhi, au-dessus d'Arakhova, 1 100 mètres, 5/8, n° 129.

*N. B.* — Nos spécimens sont en fruits et par conséquent d'une détermination difficile; M. H. LÉVEILLÉ y voit le *C. teretiuscula* Good. qui n'est pas connu en Grèce; mais M. DE HALÁCSY fait remarquer que les fruits sont plan-convexes et non biconvexes, et que la plante en question n'est donc pas le *C. teretiuscula*. Il la rapporte au *C. divisa* Huds., dont elle présente bien les caractères et qui abonde en Grèce dans les stations humides de la plaine et de la montagne.

*Andropogon hirtus* L. var. *pubescens* (Vis.) Hal. Consp. III, 332.

Phocide, lieux incultes, sur les schistes, près du monastère d'Agios-Ilias, entre Amphissa et Delphes, 200-400 mètres, 14/8, n° 210.

*Crypsis schœnoides* L., Hal. Consp. III, 341.

Parnasse, sur la vase desséchée du lac Zouvala, au-dessous de l'Antre Corycien, 1 120 mètres, 6/8, n° 200.

*Phleum phleoides* (L.) Simk., Hal. Consp. III, 346.

= *P. Bœhmeri* Wib.

Parnasse, rocailles calcaires des forêts de sapins, 1 600 mètres, 6/8, n° 177.

*Phleum græcum* Boiss. et Heldr., Hal. Consp. III, 348.

Parnasse, rocailles calcaires des forêts de sapins, 1 250 mètres, 6/8, n° 160.

*Oryzopsis miliacea* (L.) Mazz., Hal. Consp. III, 353.

= *Piptatherum miliaceum* Coss., Boiss. Fl. Or., V, 506.

Phocide, lieux incultes, éboulis et rochers calcaires à Delphes, 3/8, n° 20.

Broussailles sur les schistes, entre Amphissa et Segditsa, 600 mètres, 10/8, n° 1045.

*Agrostis verticillata* Vill., Hal. Consp. III, 355.

Phocide, Delphes, lieux humides, suintements d'eau, près du Kephlovrysi de Myli, calcaire, 400 mètres, 9/8, n° 278.

*Ibidem*, dans la fontaine Castalie, 3/8, n° 24.

*Sesleria nitida* Ten., Hal. Consp. III, 363.

Ghiona, rocailles calcaires alpines, sur le cône terminal de la montagne, 2 100-2 500 mètres, 12/8, n° 348.

*Sesleria cærulans* Friv., Hal. Consp. III, 363.

= *S. vaginata* Boiss. et Orph. = *S. marginata* Griseb.

Parnasse, rochers calcaires alpins, à l'exposition N., sur le sommet dit Kotrona, 2 300-2 430 mètres, 6/8, n° 61.

*Avena sterilis* L. var. *Ludoviciana* (Dur.) Hausskn., Hal. Consp. III, 372.

Parnasse, champs cultivés du Livadhi, 1 150 mètres, 6/8, n° 173.

*Trisetum flavescens* (L.) Gaud. var. *tenue* Hack., Hal. Consp. III, 375.

Ghiona, creux à neige, sur le cône terminal de la montagne, calcaire, 2 300-2 400 mètres, 12/8, n° 347.

*Melica ciliata* L., Hal. Consp. III, 379.

Parnasse, rochers calcaires des étages méditerranéen, montagnoux et silvatique, 500-1 500 mètres, 6/8, n° 1095.

S. var. *micrantha* (Boiss.), Hal. Consp. III, 379. — *Melica ciliata*  $\beta$  *micrantha* Boiss. Fl. Or., V, 589.

Ghiona, rochers calcaires, près de la fontaine de Platyolithos et jusque dans l'étage subalpin, 1 400-1 900 mètres, 11/8, n° 246.

*Dactylis glomerata* L., Hal. Consp. III, 382.

Ghiona, forêts de sapins, gorge de Platyolithos, 11/8, n° 245.

*Bromus squarrosus* L., Hal. Consp. III, 397.

Parnasse, rocailles calcaires, près de l'Antre Corycien (Saran-davli), 1 200 mètres, 6/8, n° 154.

*Festuca ovina* L. var. *lævis* Hackel, Hal. Consp. III, 402.

Ghiona, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 300-2 000 mètres, 11/8, n° 214.

*Festuca varia* Hænke var. *acuminata* Hackel, Hal. Consp. III, 406.

Parnasse, éboulis et rochers calcaires des étages subalpin et alpin, 1 800-2 400 mètres, 6/8, n° 63.

*Poa alpina* L. var. *parnassica* Boiss., Hal. Consp. III, 421.

Ghiona, rocailles calcaires, sur le sommet du cône terminal, 2 512 mètres, 12/8, n° 350.

Parnasse, rocailles calcaires à 2 300 mètres, 6/8, n° 73.

*Ibidem*, rochers calcaires, vers 1 800 mètres, n° 133.

*Poa nemoralis* L., Hal. Consp. III, 422.

Ghiona, forêts de sapins dans la gorge de Platylithos, 1 400 mètres, calcaire, n° 309.

*Poa trichopoda* Heldr. et Sart., Hal. Consp. III, 422.

Parnasse, pelouses alpines, dans les dépressions remplies de terre alluviale, 2 100-2 300 mètres, 6/8, n° 101.

*Secale montanum* Guss., Hal. Consp. III, 429.

Parnasse, rocailles et broussailles, près de l'Antre Corycien (Sarandavli), 1 250-1 300 mètres, 5/8, n° 130.

*Haynaldia villosa* (L.) Schur., Hal. Consp. III, 430.

Parnasse, champs du Livadhi, 1 150 mètres, 6/8, n° 138.

*Lolium temulentum* L., Hal. Consp. III, 443.

Parnasse, champs cultivés au Livadhi, 1 100 mètres, 6/8, n° 238.

*Abies cephalonica* Loud., Hal. Consp. III, p. 450.

Parnasse, versant méridional, de 1 000 à 1 800 mètres, 6/8, n° 206.

Var. *Apollinis* (Link, pro sp.), Hal. Consp. III, p. 450.

Parnasse, versant méridional, de 1 000 à 1 800 mètres, avec le type, 6/8, n° 1129. Vulg. *έλατο*.

*Juniperus Oxycedrus* L., Hal. Consp. III, 455.

Parnasse, forêts d'*Abies cephalonica*, 1 000-1 800 mètres, 6/8, n° 118. Vulg. *κέδροσ*.

*Juniperus communis* L., Hal. Consp. III, 456.

Mont Elatos, entre Amphissa et Lidhoriki, forêts de sapins, de 800 à 1 400 mètres, 14/8.



**Juniperus foetidissima** Willd., Hal. Consp. III, 457.

Parnasse, forêts de sapins, de 1 100 à 1 800 mètres, peu abondant, 6/8, n° 1023.

Mont Elatos, entre Amphissa et Lidhoriki, où il descend dans les forêts de sapins jusque vers 900 mètres, 14/8.

**Juniperus phœnicea** L., Hal. Consp. III, 458.

Phocide : Delphes, roches Phœdriades, 7/8, n° 181.

**Ephedra campylopoda** C. A. Meyer, Hal. Consp. III, 459.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 600 mètres, 3/8, n° 28.

Argolide, sur un affleurement de schistes cristallins, près du théâtre du sanctuaire d'Esculape, entre Nauplie et Épidaure, 18/10, n° 854. Vulg. *πολυτρέχι*.

**Asplenium viride** Huds., Hal. Consp. III, 471 (*teste* H. Christ).

Ghiona, creux à neige des rochers calcaires, sur le cône terminal, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 335. (Forme à rachis vert, à pétiole noir jusqu'aux folioles.) N'était encore connu qu'à l'Olympe de Thessalie.

**Asplenium Ruta-muraria** L., Hal. Consp. III, 473, var. *Brunfelsii* Heufl. (*teste* H. Christ!).

Ghiona, rochers ombragés dans les gorges de *Platylithos*, dans les forêts d'*Abies cephalonica*, et rochers subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 300-1 800 mètres, 11/8, n° 244. Cette fougère n'était encore connue dans la Grèce continentale que sur les rochers au lieudit Gourna, dans le massif du Parnasse.

**Asplenium Trichomanes** L., Hal. Consp. III, 471.

Parnasse, dans les fentes des rochers calcaires, à l'entrée de l'Antre Corycien (Sarandavli), 1 200-1 300 mètres, 5/8, n° 145. (Forme tendant vers la var. *incisum* Christ.)

**Aspidium lonchitis** (L.) Sw., Hal. Consp. III, 475, var. *aristatum* Christ, Farnkr. d. Schweiz. (*teste* Christ!).

Ghiona, fissures des rochers calcaires, près du sommet (2 400 mètres) et près de la « *katavothra* » de la vallée fermée dite Braïla (2 050 mètres), 12/8, n° 289.

**Aspidium pallidum** (Chaub. et Bory) Link.

= *Nephrodium pallidum* Chaub. et Bory, Hal. Consp. III, 277.

Parnasse, rochers calcaires de la région silvatique, 1 700-1 800 mètres, 6/8, n° 137.

Ghiona; rochers calcaires des gorges de Platylithos, sous les sapins, 1 400 mètres, 11/8, n° 251.

*Ibidem*, sous les sapins, sur le versant O., 1 500-1 700 mètres, 13/8, n° 1040.

*Ibidem*, creux à neige, sur le cône terminal, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 1100. (Forme réduite à frondes petites, très découpées, à port de *Cystopteris*.)

*N. B.* — M. DE HALÁCSY, Consp. III, 476 et 477, classe l'*Aspidium pallidum* dans un groupe dont une des caractéristiques serait la présence de 5-11 stèles dans le pétiole. Ce nombre peut se réduire à 3 dans l'*A. pallidum*, ainsi que nous avons pu le constater dans les spécimens du Parnasse (n° 137).

*Cystopteris regia* Prtl. var. *alpina* Hopp. (*teste* Christ!).

= *C. fragilis* var. *regia* Hal. Consp. III, 479.

Parnasse, fissures des rochers calcaires humides exposés au nord sur la cime dite Kotrona, 2 400 mètres, 6/8, nos 74 et 371.

# DESSINS REPRÉSENTATIFS SUR OS

DE LA

## STATION NÉOLITHIQUE DU CANTON WALLIS

AUX ENVIRONS DE KLEINKEMS (BADE)

Par M. MATHIEU MIEG

---

Dans un travail, en collaboration avec M. le professeur Kollmann, paru en 1906 dans les *Archiv für Anthropologie* (1), j'ai décrit une station néolithique découverte en 1904, dans le canton Wallis, aux environs de Kleinkems. Cette station étant située à peu près en face des collines de Sierentz, sur la rive badoise du Rhin, il était intéressant de rechercher si elle ne s'étendait pas plus loin et s'il ne serait pas possible d'y trouver des os gravés, semblables à ceux découverts à Sierentz.

Les recherches que j'ai entreprises en mars 1907 ont pleinement confirmé cette supposition : les fouilles ont été faites dans un talus de loess, d'environ 5 mètres de hauteur, situé à environ 80 à 90 mètres au nord de la station décrite dans ma précédente note, à 5 mètres de la nouvelle source captée pour l'alimentation du village de Kleinkems (2). Le loess a été décapé sur une sur-

---

1. « Zwei neue, in der Umgegend von Kleinkems (Badea) und Sierentz (Ober-Elsass) entdeckte neolithische Stationen von M. Mieg. Der Schädel von Kleinkems und die Neandertal-Spy-Gruppe von Prof. Kollmann ». (*Archiv für Anthropologie*, NF, Bd V.)

2. Les sources du canton Wallis prennent naissance à la rencontre des argiles jaunes sidérolithiques et des grès tertiaires qui les surmontent. Ces argiles sidérolithiques, d'épaisseur très variable, occupent les dépressions du calcaire rauracien, fortement redressé, entrecoupé de fissures et de failles, qui, comme je l'ai déjà dit précédemment, forme de véritables falaises entre Istein et Kleinkems. Le loess qui recouvre les pentes du calcaire rauracien du canton Wallis a une épaisseur variant de 1<sup>m</sup>,50 à 5 mètres.

face d'environ 8 à 9 mètres carrés jusqu'à une profondeur de 3 mètres à laquelle ont été rencontrés les objets faisant partie de cette nouvelle station. Ces objets, assez peu abondants, se composent d'ossements d'animaux, accompagnés d'un certain nombre de silex taillés ou à l'état brut et de rares fragments de poterie.

Les silex blancs ou zonés proviennent des calcaires rauraciens d'Istein, ceux de couleur brunâtre ou rouge foncé se rencontrent à l'état désagrégé dans les argiles sidérolithiques d'Auggen, Schliengen, Liel et Kandern.

Outre quelques fragments de silex taillés, il n'y a à signaler qu'une scie (pl. I, fig. 4) et un silex assez large, de forme allongée, dont le côté tranchant, usé et poli, paraît avoir servi comme racloir.

Les poteries sont représentées par deux petits fragments de vase en terre grossière et par une pièce brisée affectant la forme d'un couvercle légèrement bombé, à poignée grossière, poli et usé à plat sur le côté opposé à la poignée. Cet objet, dont l'usage m'est inconnu, n'est pas absolument rond : les bords en sont irréguliers, usés et polis sur l'un des côtés. La poterie, de couleur foncée, assez bien cuite, renferme dans sa pâte de nombreux grains de quartz et de mica noir, et porte des traces noires carbonneuses sur les bords.

Les ossements d'animaux, passés à l'état subfossile, rencontrés avec les silex et les débris de poteries ont été étudiés par M. le Dr Stehlin, qui n'y a trouvé de déterminable qu'une série d'ossements de bœuf dont la nomenclature est la suivante :

*Bœuf de taille moyenne* : Extrémité distale d'humérus.  
 Extrémité proximale de radius.  
 Calcaneum.  
 Fragments de côtes.  
 Fragment de molaire supérieure.

Comme point de comparaison, il peut être intéressant de citer les espèces animales rencontrées dans la station néolithique du canton Wallis située à proximité, décrite dans ma précédente note. Ces espèces sont :

*Sus scrofa*. Indécis si sauvage ou domestique.  
*Bœuf*. Taille du *Bos brachyceros* des palafites.

*Bos brachyceros*. Fragment de mandibule gauche, dents diverses, humérus droit, fragment de diaphyse.

*Cervus elaphus*. Ordinaire.

*Chèvre ou mouton*. Forte taille, mandibule gauche.

*Equus caballus*. Probablement sauvage, rarissime dans les palafittes de l'âge de la pierre.

On y remarque, à côté du cheval sauvage, la présence d'animaux domestiques incontestables, tels que le *Bos brachyceros*. Les différentes stations découvertes dans le canton Wallis étant situées si près l'une de l'autre, sur la même terrasse de lœss, il semble difficile de ne pas les considérer comme étant contemporaines et absolument du même âge.

Si la station néolithique découverte en 1904, outre sa faune animale et ses instruments en os, était caractérisée par le fragment de crâne humain décrit par M. le professeur Kollmann, celle qui fait l'objet de la présente note tire principalement son intérêt des dessins représentatifs sur os qu'elle renferme. Contrairement à ceux de Sierentz<sup>(1)</sup>, ces dessins ne servent pas d'ornement à des instruments en os, mais sont exécutés sur des os à l'état brut.

Ce sont : un poisson (pl. I, fig. 1) gravé sur l'extrémité proximale d'un radius de bœuf ;

Un dessin géométrique assez rudimentaire exécuté sur l'extrémité distale d'un humérus de bœuf ;

Un fragment de côte de bœuf orné d'une gravure assez bizarre (pl. I, fig. 2) dont le caractère et le sens paraissent difficilement explicables<sup>(2)</sup>.

Une ébauche, assez gauchement exécutée sur un fragment d'os, paraît devoir représenter un bœuf<sup>(3)</sup> [pl. I, fig. 3].

Outre ces dessins, il y a lieu de signaler un calcanéum de bœuf portant de profondes entailles faites à la scie, et un petit fragment d'os brisé, taillé et poli sur l'un de ses côtés, destiné sans doute à devenir un instrument.

La station que je viens de décrire est assez pauvre en restes de

1. La station de Sierentz a fourni plusieurs dessins de poissons, dont l'un également exécuté sur un fragment d'os à l'état brut.

2. Ce dessin rappelle l'amulette (*talisman*) en os taillé de la station du canton Wallis figurée (pl. I, fig. 1) dans ma note parue dans les *Archiv für Anthropologie*, NF., Bd V.

3. L'os est couvert de dendrites qui s'étendent également sur certains traits de la gravure, ce qui lui donne un caractère d'authenticité indéniable.

l'industrie humaine, mais elle complète celle précédemment décrite du canton Wallis et tire son importance du fait de l'existence à l'époque néolithique, sur les terrasses de lœss des deux rives du Rhin, d'hommes qui utilisaient les os des grands animaux pour les orner soit à l'état brut, soit transformés en instruments divers, de dessins dénotant un certain sens artistique.

Ces dessins, se rapportant généralement à la représentation d'animaux de la faune actuelle, sont toutefois plus rares et plus rudimentaires dans la station du canton Wallis que dans celle de Sierentz.

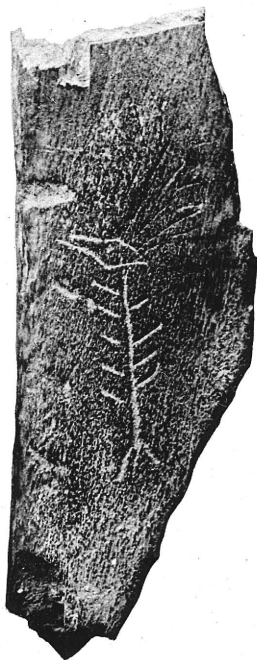
### Explication de la planche

#### PLANCHE I

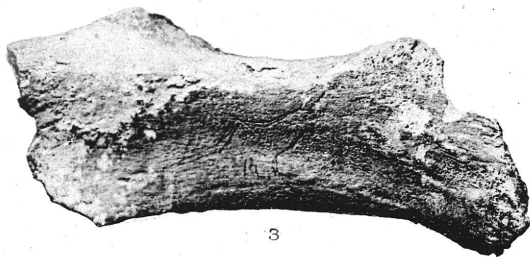
1. Extrémité proximale d'un radius de bœuf avec dessin de poisson.
2. Fragment de côte de bœuf orné d'une gravure.
3. Fragment d'os avec une ébauche paraissant devoir représenter un bœuf.
4. Scie en silex.



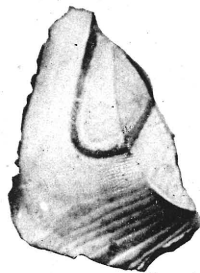
1



2



3



4

## NOTE

SUR

# L'USURE DES CORPS RONDS

## ET EN PARTICULIER DES GALETS

Par E. NOËL

---

Le premier savant qui, à ma connaissance, ait fait des expériences sur l'usure des galets est Daubrée<sup>(1)</sup>. Dans un mémoire assez important, il étudie d'abord la striation des surfaces rocheuses planes, comme pourraient la produire par exemple les glaciers. Il a constaté que les vitesses et les pressions nécessaires pour déterminer un commencement de burinage sont inversement proportionnelles pour des vitesses comprises entre 0<sup>m</sup>,0025 et 2<sup>m</sup>,5 par seconde; autrement dit, que le produit de la vitesse par la pression est constant :  $p v = C$ .

D'ailleurs, on sait, d'après Tresca, etc., que, dans le rabotage, la vitesse des coups de rabot a la même influence sur les copeaux. Un galet dans son mouvement provoque d'abord une strie, puis un sillon dont le rayon de courbure est en rapport avec la forme du fragment.

Une roche molle peut en strier une plus dure, exemple : le calcaire lithographique, le granit sous une pression de 35 kilogr. par millimètre carré. Quand un galet n'est maintenu que par une masse argileuse molle, il ne peut prolonger son entaille.

Daubrée se rendait compte de la relation qui doit exister entre

---

1. *Annales des Mines*, 1857, p. 535.



l'usure d'un corps solide libre et mobile et l'usure d'une surface plane, quand, dans la seconde partie de son travail, il aborde la formation et l'usure des galets.

On sait en quoi a consisté cette deuxième série d'expériences. Des galets ou fragments anguleux de granit de la taille d'une noisette à celle du poing ont été enfermés avec de l'eau dans un cylindre mobile, avec une vitesse linéaire de 0<sup>m</sup>,80 à 1 mètre par seconde. Un trajet de 25 kilomètres a suffi pour arrondir les plus anguleux avec une perte de 40 % de leur poids, tandis que les galets arrondis n'ont perdu que de 0,001 à 0,004 de leur poids par kilomètre. Le résultat de l'usure est non du sable, mais un limon feldspathique avec lamelles de mica différent des argiles infusibles provenant de décompositions chimiques. Le reste du travail contient des considérations intéressantes sur l'usure des sables, qui ont été appliquées dans l'océanographie moderne, mais il n'y a pas lieu d'insister ici sur ce point.

Il résulte de là ce fait, d'ailleurs intuitif, que la capacité d'usure des galets varie dans le même sens que la dureté des roches, par suite celle des minéraux qui les constituent; donc, que, pour étudier l'usure relative des galets de deux roches différentes, il y a lieu d'étudier simplement celle de plaques de ces mêmes roches.

La dureté d'une roche se détermine, comme on sait, au scléromètre. Cet appareil se compose essentiellement d'une aiguille très dure qu'on peut charger de poids croissants jusqu'à produire telle ou telle rayure dans la surface à étudier.

Quant au phénomène de la rayure lui-même, il a été étudié déjà par plusieurs savants, notamment par Jannetaz<sup>(1)</sup>, Osmond<sup>(2)</sup>, Prinz<sup>(3)</sup>, etc.; il est fort compliqué et encore assez obscur, car, sous l'action de la pointe rayante, la matière est modifiée jusqu'à une certaine profondeur et ce phénomène, sorte d'écrouissage, touche à la fois à la mécanique, à la physique moléculaire et à la chimie. Cependant, la rayure est aujourd'hui considérée comme l'intégrale d'une série de pénétrations infiniment rapprochées, et la déformation résultante comme l'enveloppe des défor-

1. JANNETAZ, « Note sur un nouveau scléromètre » (*C. R. Ac. Sc.* 3 avril 1893 et *A. F. A. S.*, congrès de Besançon 27 août 1893, etc.).

2. OSMOND, *La Dureté, sa définition et sa mesure*. Rapport présenté à la section A de la commission des méthodes d'essai, 3 décembre 1892, etc.

3. PRINZ, *Revue de l'université de Bruxelles*, 1896, p. 721-760.

mations de pénétration<sup>(1)</sup>. Or toute application d'un effort tangentiel tend à produire un mouvement vibratoire; donc la rayure est périodique, avec arrachements conchoïdaux à la surface, continue et coupante en dessous. Un exemple net à citer à ce sujet serait la taille du verre par le diamant.

Quoi qu'il en soit, chaque dent d'une lime ou chaque grain d'émeri fait une strie sur la surface à user; et l'action globale est l'intégrale d'un grand nombre d'actions élémentaires. Dans le cas de surfaces planes frottant sous une pression uniforme et avec des grains de même taille, cette intégrale sera la somme de stries équivalentes, sinon elle sera plus compliquée; il en sera par exemple ainsi dans le cas de surfaces courbes frottant l'une contre l'autre, par exemple dans le cas des galets.

La résistance à l'usure de surfaces planes a d'ailleurs déjà été étudiée directement par M. Jannetaz<sup>(2)</sup> au moyen d'un appareil nommé usomètre. C'est un tour d'opticien sur le plateau duquel appuient quatre petites lames de la substance à essayer, collées à l'extrémité d'une tige mobile verticalement dans un bâti et portant des poids marqués dans une coupelle à la partie supérieure. L'appareil ne sert d'ailleurs qu'à des mesures d'usure relative, par comparaison avec des corps témoins. L'erreur relative fut trouvée égale à 0,003, ce qui est fort peu, étant donnée la nature de ces mesures. On prit pour évaluer la dureté l'inverse des pertes de poids.

Cette précision était nécessaire pour l'étude des variations de la dureté de corps bien définis, comme un cristal de quartz ou des échantillons de verres; mais pour passer à des mesures sur les roches, quand on songe que le simple effet de la trempe du verre provoque une augmentation de dureté de 9 à 10 %, et qu'une plaque d'ardoise a donné sur le plan de schistosité une usure cinq fois plus forte que dans une direction perpendiculaire, une si grande précision peut sembler illusoire. Dans ce cas, ce qu'il importe de déterminer, c'est plutôt la moyenne de beaucoup d'expériences même grossières portant sur un grand nombre d'échantillons que de faire quelques essais très précis et en petit nombre.

1. OSMOND et CARTAUD, « Les enseignements scientifiques du polissage » (*Rev. gén. des Sc. pures et appl.*, p. 54, janvier 1905).

2. JANNETAZ et GOLDBERG, « Dureté des matières vitreuses et cristallisées déterminée au moyen de l'usomètre » (*A. F. A. S.*, Bordeaux 1895, p. 417).

Mais, avant de passer à des comptes rendus d'expériences, il importe de préciser certains faits relatifs, notamment, à l'usure de surfaces courbes frottant l'une sur l'autre.

Supposons deux surfaces solides en contact : si elles étaient parfaitement polies, et si la pression ne les déformait un peu au voisinage du point de contact, elles ne se toucheraient rigoureusement qu'en un point. Mais, en réalité, les deux solides sont toujours plus ou moins rugueux, et les anfractuosités de l'un, si petites soient-elles, épousent la forme des saillies de l'autre, de sorte que le contact a lieu non plus suivant un point, mais suivant un système continu ou discontinu de points situés tous à l'intérieur d'une petite surface. Si l'on appelle  $h_1$  la profondeur

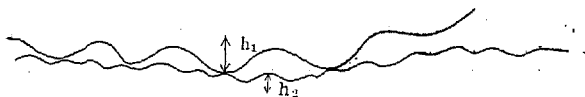


Fig. 1

moyenne des anfractuosités du premier de ces solides, et  $h_2$  celle de l'autre, avec par exemple  $h_1 > h_2$ , le contour de la petite surface comprenant tous ces points de contact à son intérieur pourra être considéré au point de vue géométrique comme l'intersection des deux surfaces  $S_1$  et  $S_2$  tangentes à chacun des solides aux sommets de leurs rugosités, et se pénétrant l'une l'autre de la longueur  $h_2$  comptée sur la normale commune. Si, en particulier, l'une des surfaces solides,  $S_2$  par exemple, est un plan, la surface de contact ne sera autre que l'indicatrice de  $S_1$  correspondant à la flèche  $h_2$ , la plus petite des quantités  $h$ .

Considérons en particulier ce cas, et posons  $h_2 = h$ . Soient  $R$  et  $R'$  les rayons de courbure principaux de la surface  $S_1$  au point de contact. On sait que l'indicatrice d'une surface convexe est une ellipse ayant pour demi-axes :  $a = \sqrt{2Rh}$  et  $b = \sqrt{2R'h}$ . L'équation de cette ellipse est :

$$\frac{x^2}{2Rh} + \frac{y^2}{2R'h} - 1 = 0.$$

L'aire en est :

$$S = \pi ab = 2\pi h \sqrt{RR'}.$$

En particulier, si  $R = R'$ , c'est-à-dire dans le cas d'un ombilic de  $S_1$ , ou quand cette surface est une sphère :

$$a = b = r = \sqrt{2Rh}, \text{ et } S = 2\pi R h.$$

Dans le cas où la surface  $S_2$  ne serait plus un plan, la courbe commune serait encore une courbe fermée voisine d'une ellipse, bien que gauche : résultat de l'arrachement d'une des surfaces par l'autre. En particulier, dans le cas du contact de deux sphères de rayons  $R$  et  $R_1$ , cette courbe est encore un cercle de rayon  $r$  tel que :

$$h = \frac{r^2}{2} \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} \right),$$

d'où :

$$r = \sqrt{\frac{2h}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1}}},$$

et quand les deux sphères sont égales, on a :

$$r = \sqrt{Rh}.$$

Si maintenant on applique les deux solides l'un contre l'autre avec une force pressante  $F$ , les sommets des rugosités de  $S_1$  s'imprimeront dans  $S_2$ , de même qu'une pointe dure dans une plaque de verre, et inversement celles de  $S_2$  dans  $S_1$ .

D'après des recherches publiées en 1876 par M. Léauté, relativement à la déformation de deux corps en contact due à leur pression mutuelle, si l'on prend pour position initiale celle où les deux corps se touchent en un seul point  $P$  avec pression nulle, le déplacement éprouvé (avant pivotement) par chaque point de l'un des corps pour venir en coïncidence avec un point de l'autre est parallèle à la normale commune en  $P$ , et la pression finale proportionnelle à l'écart primitif des points amenés ainsi en coïncidence.

En 1882, Hertz, ayant appliqué la théorie mathématique de l'élasticité à l'étude du contact de deux corps pressés normalement l'un contre l'autre, déduisit de ses calculs que les déplacements ne sont pas normaux au plan tangent commun et que la répartition des pressions à l'intérieur de l'aire de contact n'obéit pas à la loi prévue. Sa théorie permet de calculer, en fonction des cour-

bures des deux sphères, pour une pression totale donnée, les deux axes de l'ellipse de contact. Les formules sont fort compliquées, mais elles se simplifient quand on se borne à considérer le contact d'une bille sphérique avec un cône (exemple : dans les frottements à billes) et ont été pour ce cas particulier traduites en tables numériques par M. Heerwagen.

M. Lecornu, reprenant les calculs de M. Léauté, a constaté qu'ils pouvaient s'appliquer dans le cas par exemple du frottement de pivotement, à condition de modifier un coefficient numérique.

D'ailleurs, la théorie de Hertz elle-même suppose que la limite d'élasticité du solide n'est pas atteinte. Or il n'en est pas toujours ainsi. La force pressante étant répartie sur une très petite surface, la pression au centre peut souvent atteindre une très grande valeur. C'est ce qui doit même arriver dans le cas général pour des surfaces imparfaitement polies qui alors peuvent ne se toucher que suivant certains points de leurs aires de contact. Je ferai donc dans ce qui va suivre l'hypothèse simplifiée de M. Léauté.

Si alors on met les deux solides en mouvement de telle sorte qu'ils ne frottent l'un contre l'autre qu'une seule fois au point de contact, chaque pointe produira une rayure et les deux indicatrices porteront des stries dont la profondeur ira en décroissant du centre vers les bords. Tout se passe donc comme si le frottement avait eu pour effet d'enlever de la calotte de hauteur  $h$  une couche ayant pour épaisseur en un point la profondeur moyenne des stries : épaisseur nulle aux bords et pouvant atteindre au centre une valeur  $\varepsilon$  de l'ordre de  $h$ .

On a donc :

$$h - \varepsilon = h' = Oh \text{ au centre.}$$

Reste à savoir quelle peut être la loi de variation de cette épaisseur. Il est naturel d'admettre qu'elle est en un point proportionnelle à la distance  $\varepsilon$  de ce point B au plan de l'indicatrice de la surface, et que, par suite, la quantité  $\varepsilon$  soit de la forme  $\lambda h$ .

On a donc :

$$h - \varepsilon = h' = h(1 - \lambda).$$

Or on a :

$$h = R \frac{\omega^2}{2}, \quad d = R \frac{\varphi^2}{2} \quad \varepsilon = h - d = R \left( \frac{\omega^2}{2} - \frac{\varphi^2}{2} \right),$$

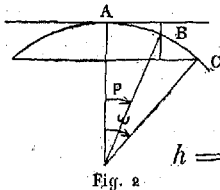


Fig. 2

d'où pour l'épaisseur :

$$e = \lambda (h - d) = \lambda R \left( \frac{\omega^2}{2} - \frac{\varphi^2}{2} \right).$$

J'appellerai la longueur  $\varepsilon$  : flèche d'abrasion élémentaire.

Le volume commun aux deux surfaces  $S_1, S_2$  sera le volume élémentaire commun, et celui de la couche enlevée sera le volume élémentaire érodé. Il y a lieu aussi de considérer les sections de ce volume par des plans normaux en  $A$  à  $S_1$  et  $S_2$ . Cette section  $\sigma$  est donnée par :

$$\sigma = \int_{\varphi=0}^{\varphi=\omega} e R \rho \varphi = \int_0^{\omega} \frac{\lambda R^2}{2} (\omega^2 - \varphi^2) d\varphi,$$

$$\text{d'où } \sigma = \frac{1}{3} \lambda R^2 \omega^2$$

ou en fonction de  $h$  et de  $r$  :

$$\sigma = \frac{1}{3} \lambda R^2 \left( \frac{2h}{R} \right)^{\frac{3}{2}} = \frac{2}{3} \lambda h \sqrt{2Rh} = \frac{2}{3} \lambda h r,$$

$R$  étant le rayon de courbure de la section normale considérée,  $r$  le demi-diamètre de l'indicatrice parallèle à cette direction. Quant au volume élémentaire commun, il serait donné par la formule

$v_c = \frac{\pi R h^2}{3}$  pour une calotte sphérique, et pour une calotte ellip-

soïdale :  $v = \frac{1}{3} \pi h^2 \sqrt{RR'}$ .

Dans le volume érodé élémentaire, la cote d'un point de la surface limitante étant égale à celle du point correspondant de la surface primitive multipliée par la constante  $\lambda$ , on a :

$$v_e = \lambda v_c = \frac{\lambda}{3} \pi h^2 \sqrt{RR'}.$$

Reste à savoir de quoi dépend  $\varepsilon$ . Il est d'abord inversement proportionnel à la dureté de la substance considérée comme résistance à l'usure, ainsi que l'ont montré les expériences de M. Janetaz. Il varie dans le même sens que la pression et aussi la vitesse du mouvement de frottement. Les expériences de Daubrée sem-

bleraient même indiquer que  $\epsilon$  doit contenir le produit  $p v$ . C'est d'ailleurs ce que je supposerai en partie dans la théorie qui va suivre. Mais avant, il faut examiner aussi le cas du roulement.

Soit par exemple une sphère roulant sur un plan suivant une loi quelconque. Comme précédemment, un point  $z$  de cette sphère touche le plan suivant une indicatrice circulaire du rayon  $r$  correspondant à la flèche  $h$ . Mais il n'y a plus striation de la surface de contact par les aspérités d'un corps frottant, il y a simplement creusement de cette surface comme par l'enfoncement d'une pointe. L'effet résultant est cependant comme plus haut une érosion du volume élémentaire commun que l'on peut supposer suivre une loi analogue à celle de l'usure par glissement; il n'y a de changé que les quantités  $\epsilon$  ou  $\lambda$  qui prennent des valeurs  $\epsilon'$  et  $\lambda'$  plus petites. Les raisonnements et les formules précédents subsistent donc à condition d'y remplacer  $\epsilon$  et  $\lambda$  par  $\epsilon'$  et  $\lambda'$ . On aura en particulier :

$$v'_e = \frac{\lambda'}{3} \pi h^2 R \text{ et } \sigma' = \frac{2}{3} \lambda' h R.$$

La perte de substance quand la sphère aura parcouru une distance  $L$  sera le volume d'un cylindre aux génératrices courbes, enroulé sur la surface de la sphère et ayant pour section droite  $\sigma'$  et pour longueur  $L$ , soit :

$$V'_e = \sigma' L = \frac{2}{3} \lambda' h r L.$$

Si l'on admet que  $\lambda'$  est proportionnel à  $p$  et à une certaine fonction  $\varphi(v)$  de la vitesse  $v$ , on pourra mettre  $\lambda'$  sous la forme :

$$\lambda' = K' p \varphi(v),$$

d'où :

$$V'_e = \frac{2}{3} K' p \varphi(v) h r L.$$

Si la pression sur le plan résulte uniquement du poids de la sphère, la force pressante est alors :

$$Fp = \frac{3}{4} \pi R^3 \mu,$$

$\mu$  étant le poids spécifique de la sphère, supposée homogène; la pression est par définition :

$$p = \frac{Fp}{\text{indicatrice}} = \frac{\frac{4}{3} \pi R^3 \mu}{\pi r^2} = \frac{4}{3} \frac{R^3}{r^2} \mu,$$

d'où pour  $V_s$  l'expression :

$$V_s = \frac{2}{3} K' \varphi(v) \frac{4}{3} \frac{R^3}{r^2} \mu h r L = \frac{8}{9} K' \varphi(v) \mu \frac{R^3}{r} h L.$$

ou en remplaçant  $r$  par  $\sqrt{2 h R}$  :

$$V_s = \frac{8}{9 \sqrt{2}} K' \varphi(v) \mu R^{\frac{3}{2}} \sqrt{h} L.$$

On voit donc que, pour une rotation uniforme et un même degré de rugosité ( $h$ ), l'usure d'une sphère est proportionnelle à sa densité, au chemin parcouru et à la puissance  $\frac{3}{2}$  du rayon.

On voit de plus qu'elle est proportionnelle à la racine carrée de  $h$ ; or, quand on emploie un émeri ou une poudre abrasive,  $h$  est lui-même proportionnel au diamètre moyen des grains, donc l'usure par un abrasif est proportionnelle à la racine carrée du diamètre moyen des grains, — fait d'ailleurs confirmé à peu près par la pratique.

J'ai supposé dans le calcul précédent que le mouvement de la sphère était une rotation sans pivotement; mais tel ne sera pas le cas général. Il y aura pivotement toutes les fois que le point de contact décrira sur la sphère une courbe différente d'un grand cercle. De même qu'il existe un coefficient de frottement de pivotement, il y a lieu aussi de définir un coefficient d'usure au pivotement. Soient  $\epsilon$ ,  $\lambda$ ,  $K$ , ces coefficients. Les travaux de MM. Léauté, Hertz, Lecornu ont montré que l'axe du couple dû au frottement de pivotement est proportionnel au coefficient de glissement, et égal à  $\Gamma p = \frac{3}{2} f E N$ ,  $N$  étant la force pressante normale,  $E$  le périmètre de la courbe de contact.



Or l'axe du couple de frottement de glissement serait  $\Gamma_f = fRN$ .  
On en déduit :

$$\Gamma_P = \frac{3}{32} \frac{fEN}{RN} = \frac{3}{32} \frac{E}{R} = \frac{3}{32} \frac{2\pi r}{R} = \frac{3}{16} \frac{\pi R}{r},$$

donc ce rapport est indépendant du coefficient de frottement et de la force pressante et ne dépend que des rayons et de la rugosité des sphères en contact.

Il y aurait lieu de vérifier s'il existerait le même rapport entre les coefficients d'usure — comme il est probable ; mais enfin je l'admettrai. L'introduction de ce coefficient complique les choses, car alors il faudrait connaître sur la sphère le lieu du point de contact. On peut cependant encore dire que la formule précédente s'applique à condition d'y remplacer  $K'$  par  $K' + \omega K_r$ ,  $\omega$  étant un coefficient dépendant de la forme et en particulier des courbures de ce lieu et s'annulant quand il devient un grand cercle. D'ailleurs, l'action du pivotement semble faible relativement à celle des autres frottements.

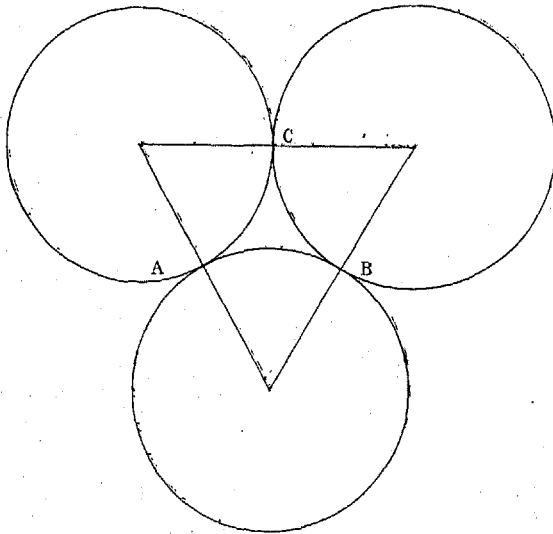


Fig. 3.

Si nous considérons maintenant trois sphères en contact roulant sur un plan (fig. 3) [1] d'un mouvement uniforme dirigé dans le sens de la flèche, aux trois points de contact A, B, C il y a à la fois glissement et pivotement. Si j'appelle  $p_1$  la force pressante normale horizontale qui s'exerce au point A, — nulle dans le cas limite d'un mouvement uniforme sans frottements, —  $v_1$  la différence

1. Voir, pour l'assimilation des galets à des sphères, J. THOULET, *Ann. des mines*, mai-juin 1884.

des vitesses linéaires des deux sphères en A,  $p_2 v_2, p_3 v_3$  les quantités analogues pour B et C, l'abrasion d'une sphère résultant de son frottement contre les deux voisines sera donc :

$$V_a = [K + \varpi K_1] [p_1 \varphi(v_1) + p_2 \varphi(v_2) + p_3 \varphi(v_3)].$$

Si  $v$  est la vitesse des centres, on a :

$$v_1 = \alpha_1 v, v_2 = \alpha_2 v, v_3 = \alpha_3 v,$$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  étant des nombres  $< 2$  dépendant de la position de chacune des sphères par rapport à la direction du déplacement. Les pressions  $p_1, p_2, p_3$  étant destinées simplement à vaincre des frottements, puisque le mouvement est uniforme, sont proportionnelles au poids de chacune des sphères ; on a donc :

$$p_1 = \lambda_1 \frac{4}{3} \pi R^3 \mu.$$

Donc l'abrasion peut se mettre sous la forme :

$$V_a = \frac{4}{3} \pi R^3 \mu (K + \varpi K) [\lambda_1 \varphi(\alpha_1 v) + \lambda_2 \varphi(\alpha_2 v) + \lambda_3 \varphi(\alpha_3 v)].$$

On trouve donc encore une formule analogue à la précédente.

Le développement mathématique de cette théorie sortirait du cadre que je me suis posé, aussi vais-je simplement considérer le cas de quatre sphères dont les centres sont les sommets d'un tétraèdre régulier, puis le cas d'une assise de sphères analogue aux piles de boulets (fig. 4).

Soient donc  $S_1, S_2, S_3, S_4$  ces quatre sphères.

Je suppose pour simplifier que le déplacement ait lieu perpendi-

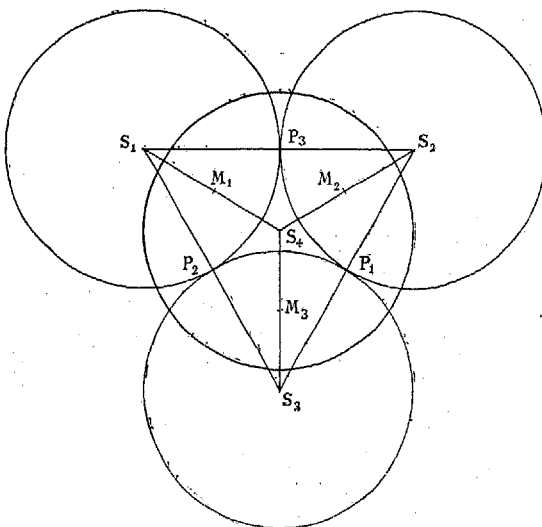


Fig. 4.

culairement à la droite  $S_1, S_2$ . Les points de contact de  $S_4$  avec chacune des sphères inférieures se projettent en  $M_3, M_2, M_1$ . Les vitesses linéaires de glissement de  $S_1, S_2, S_3$  sont :

$$0, \frac{v\sqrt{3}}{2} \text{ et } v\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

$S_4$  entraînée par le frottement sur  $S_1, S_2, S_3$  prend un mouvement de rotation d'une vitesse  $u$ ; la vitesse du glissement au point de contact  $P_1$  sera donc :  $v\frac{\sqrt{3}}{2} - u$ , et l'usure résultante sera la même, quel qu'en soit le signe; elle sera la même en  $P_2$  et en  $P_3$  :  $u + v$ .

Chacune des sphères inférieures exerce sur le plan une force pressante égale aux  $\frac{4}{3}$  de son poids, donc subit de ce fait une ablation égale à  $\frac{4}{3} V_s$  (en appelant  $V_s$  l'ablation par roulement correspondant à l'ablation  $V_g$  par glissement). Elle subit en outre, par suite du glissement contre ses voisines, de la part de la sphère arrière  $S_3$  :  $2\frac{\sqrt{3}}{2} V_s$ ; de plus, du fait de la bille supérieure, une ablation par glissement  $\frac{1}{3} V_s \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{u}{v}\right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$ , et de la sphère arrière  $S_3$  :  $\frac{1}{3} V_s \left(1 + \frac{u}{v}\right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$ . Quant à la sphère supérieure, elle subira de la part de  $S_1$  et de  $S_2$  :  $\frac{1}{3} V_s \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{u}{v}\right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$ , et de la part de  $S_3$  :  $V_s \left(1 + \frac{u}{v}\right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$ .

Si on suppose maintenant une sphère faisant partie d'une pile de boulets, mais n'ayant qu'une seule assise au-dessus d'elle, elle subira de la part de chacune des trois sphères qui la surmontent une pression verticale de  $\frac{P}{3}$ ; par suite, agira sur les sphères inférieures comme une bille unique de poids double. Son usure de ce fait sera donc :

$$2 \left[ \frac{2}{3} \left( \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{u}{v} \right) + \frac{1}{3} \left( 1 + \frac{u}{v} \right) \right] V_s \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}.$$

Quant à son usure par les sphères supérieures, elle sera, si j'appelle  $u'$  la vitesse linéaire de rotation de ces sphères :

$$\left[ \frac{2}{3} \left( \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{u'}{u} \right) + \frac{1}{3} \left( 1 + \frac{u'}{u} \right) \right] V_e \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$$

Il faut encore y ajouter l'ablation par glissement contre les sphères voisines, proportionnelle aux pressions latérales :  $4 V_i \frac{\sqrt{3}}{2}$ .

L'ablation totale sera donc :

$$2 \left( \frac{\sqrt{3} + 1}{3} - \frac{1}{3} \frac{u}{v} \right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} V_e + 2 \sqrt{3} V_i + \left( \frac{\sqrt{3} + 1}{3} - \frac{1}{3} \frac{u'}{u} \right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} V_e,$$

ou, en posant :  $V_i = \Phi V_e$  :

$$\left[ (1 + \sqrt{3}) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \left( 2 \frac{u}{v} + \frac{u'}{u} \right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} + 2 \sqrt{3} \Phi \right] V_e.$$

J'ai négligé dans cette expression l'usure par pivotement, très faible devant celle due au glissement, surtout pour des sphères assez polies.

On pourra donc appliquer à ce cas les raisonnements et les formules relatifs à une seule sphère sur un plan, à condition de connaître la loi de variation des vitesses au contact et de multiplier la pression par  $\frac{\sqrt{3}}{3\sqrt{2}}$ . Si, en particulier, on suppose  $v = u = u'$ ,

on remarquera que le rayon de la courbe de contact de deux sphères égales est  $r = \sqrt{R\bar{h}}$ , au lieu de  $\sqrt{2R\bar{h}}$ , comme pour une sphère avec un plan. On prendra donc pour  $V_e$  la formule :

$V_e = \frac{8}{9} R\mu \varphi(v) R^{\frac{5}{2}} \sqrt{\bar{h}} L \frac{\sqrt{3}}{3\sqrt{2}}$  et l'ablation totale produite dans le parcours  $L$  sera :

$$a_{tot} = (\sqrt{3} + 2\sqrt{3}\Phi) \frac{8}{9} K\mu \varphi(v) R^{\frac{3}{2}} \sqrt{\bar{h}} L \frac{\sqrt{3}}{3\sqrt{2}}$$

Elle rentrera donc dans la même formule que  $V_e$  en y remplaçant le coefficient  $K$  par  $(\sqrt{3} + 2\sqrt{3}\Phi) \times \frac{\sqrt{3}}{3\sqrt{2}} K = \frac{1 + 2\Phi}{\sqrt{2}} K = A$ ,

d'où :

$$\alpha_i = A \mu \varphi(v) R^{\frac{5}{2}} \sqrt{hL}$$

Si maintenant on considère une sphère ayant au-dessus d'elle  $\alpha$  assises, les pressions qu'elle exerce sur les sphères inférieures sont ce qu'elles seraient pour une seule assise, mais multipliées par  $\alpha + 1$ . L'abrasion totale devient donc :

$$\left[ (2\alpha + 1)(1 + \sqrt{3}) - (\alpha + 1)\frac{u}{v} - \alpha \frac{u'}{u} \right] \frac{\sqrt{3}}{3\sqrt{2}} V_s + 2\sqrt{3} V_s.$$

Les pressions latérales devant aussi augmenter proportionnellement au nombre des assises, on peut encore poser :

$$V_{\tau, \alpha} = \alpha V_{\tau} = \alpha \Phi V_s.$$

On a donc encore même formule en multipliant l'ablation d'une seule assise par  $\frac{\alpha + 1}{3}$  :

$$\alpha_a = \frac{\alpha + 1}{3} \alpha.$$

On sait d'ailleurs qu'une portion d'un tel système dont les dimensions seraient d'ordre supérieur à celles d'une des billes se comporte comme un fluide incompressible soumis à des frottements. Si d'ailleurs on se place souvent à ce point de vue pour appliquer à un fluide les formules de la dynamique des systèmes, réciproquement, on pourrait appliquer à un tel système des résultats relatifs à l'hydrostatique et à l'hydrodynamique.

On a en particulier, si  $(xyx)$  sont les coordonnées du centre d'une des sphères, la relation :  $\frac{d^2x}{dt^2} - \frac{1}{\mu} \frac{dp}{dx} = X$ , en négligeant la viscosité<sup>(1)</sup>; de même pour  $y$  et  $z$ , où  $\frac{d^2x}{dt^2}$  est la composante de l'accélération sur  $x'x$ ,  $X$  celle de la force et  $p$  la pression au voisinage de la sphère ou force pressante par unité de surface. Cette pression est la même dans toutes les directions, en suppo-

1. En réalité, surtout dans le cas d'un fluide complexe renfermant des galets frottants, la viscosité aurait une certaine importance, et les équations de Navier et Boussinesq rendraient mieux compte des faits.

sant un fluide parfait ; elle est proportionnelle à la pression aux contacts que j'ai introduite dans les formules précédentes. On peut calculer le rapport de proportionnalité de la façon suivante. La pression, étant indépendante de la direction, peut être considérée comme verticale. Or, si l'on suppose le système au repos et que l'on considère l'assise de rang  $\alpha + 1$  à partir du haut, le grand cercle horizontal de chaque sphère de cette assise supporte une force pressante de  $\frac{P}{2} + \alpha P$ ,  $P$  étant le poids d'une des sphères. Cette force est répartie sur une surface que je peux considérer comme égale à l'hexagone régulier circonscrit à ce grand cercle, soit  $2\sqrt{3} R^2$ . On a donc :

$$p = \frac{\frac{P}{2} + \alpha P}{2\sqrt{3} R^2}.$$

Or la hauteur au-dessus de la surface libre est :

$$\left(\frac{1}{2} + \alpha\right) \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}} R = z.$$

Si  $\rho$  est la densité moyenne du fluide, la pression est égale à  $\rho z$ . Or on a :

$$P = \frac{4}{3} \pi R^3 \mu.$$

Égalant alors les deux valeurs de  $p$ , on en déduit la densité moyenne :  $\rho = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \mu$ , si toutefois on néglige la densité du fluide compris entre les sphères. Sinon, si on appelle  $\nu$  la densité de ce fluide, la densité moyenne du système est augmentée. Si les vides n'existaient pas, l'unité de volume pèserait  $\mu$ , or sa masse est  $\rho \alpha \mu$ , donc celle du vide relatif à l'unité de volume est :  $\frac{\mu - \rho}{\mu}$ . Il en résulte, du fait de la densité  $\nu$ , une augmentation de poids de l'unité de volume de  $\frac{\mu - \rho}{\mu} \nu$ . Donc, la densité résultante sera :

$$\rho + \frac{\mu - \rho}{\mu} \nu = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \mu + \left(1 + \frac{\pi}{3\sqrt{2}}\right) \nu.$$

Il résulte de là que la pression hydrostatique en fonction de la profondeur sera :

$$p = \left[ \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \mu + \left( 1 + \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \right) \nu \right] \varepsilon,$$

c'est-à-dire le poids d'un cylindre d'eau ayant pour hauteur cette valeur et pour base l'unité de surface.

Je vais chercher une relation entre cette pression et les pressions aux contacts des sphères entre elles. La force pressante  $2\sqrt{3} R^2 p$  est répartie sur les trois surfaces de contact de la sphère avec celles de l'assise supérieure. Soit  $p'$  la pression sur l'une quelconque de ces courbes de contact,  $S$  l'aire de cette courbe. La force pressante est  $p' S$ , on a donc :

$$3 \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} p' S = 2 \sqrt{3} R^2 p,$$

d'où :

$$\frac{p'}{p} = \sqrt{2} \frac{R^2}{S} p$$

ou, comme  $S = \pi R h$  :

$$p' = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \frac{R}{h} p.$$

Quant aux pressions latérales au contact entre les sphères d'une même assise, elles sont nulles à l'état de repos.

Les résultats relatifs à l'hydrodynamique doivent parfois subir une interprétation particulière quand on les applique aux pressions au contact. Si par exemple on suppose un déplacement horizontal d'un système où il n'existe d'autres forces que celle due à la pesanteur, les équations de l'hydrodynamique donneront :

$$\frac{d^2 x}{dt^2} - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} = 0, \quad \frac{d^2 y}{dt^2} - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dy} = 0, \quad - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dz} = g.$$

On en déduit :

$$\frac{dp}{dx} = \rho \frac{d^2 x}{dt^2}, \quad \frac{dp}{dy} = \rho \frac{d^2 y}{dt^2},$$

donc la pression subit du fait du mouvement une augmentation de :

$$dp = \frac{dp}{dx} dx + \frac{dp}{dy} dy = \rho (\gamma_x dx + \gamma_y dy).$$

Cette augmentation de pression devrait avoir lieu en tous sens au voisinage de la sphère ; or elle se répartira sur les contacts situés dans le sens et dans la direction de l'accélération  $\gamma$  plutôt que latéralement. Si on considère le plan passant par le centre de la sphère et perpendiculaire à cette accélération, seuls les points de contact en avant de ce plan seront affectés. On pourra calculer ces pressions au contact de la manière suivante : on décomposera  $dp$  en vecteurs parallèles à  $dp$  appliqués à chaque point de contact. Soit  $d\varpi_k$  l'un quelconque de ces vecteurs, soit  $\alpha_k$  l'angle qu'il fait avec le rayon du point de contact : il peut se décomposer en deux, dirigés, l'un  $d\varpi_k \cos \alpha_k$  suivant le rayon, l'autre  $d\varpi_k \sin \alpha_k$  dans le plan tangent. On a alors l'égalité géométrique :

$$(dp) = \sum [(d\varpi_k \cos \alpha_k) + (d\varpi_k \sin \alpha_k)].$$

La composante tangentielle tend à provoquer le glissement de la sphère contre les voisines : elle aura donc simplement pour effet de modifier la vitesse linéaire de glissement ; par suite, dans un calcul d'ablation, elle n'influe que sur la valeur de  $v$  ou de  $u$  et non sur les pressions normales au contact. On en déduit donc :  $\sum (d\varpi_k \cos \alpha_k) = \sum (\text{pressions au contact}) = (dp) - (\sum d\varpi_k \sin \alpha_k)$ . Et dans le cas où les vitesses de glissement resteraient constantes on aurait alors :  $\sum (d\varpi_k \sin \alpha_k) = 0$ , par suite :

$$(dp) = \sum (d\varpi_k \cos \alpha_k).$$

Comme cas particulier, supposons  $dp$  parallèle à un des rayons de l'hexagone et horizontal. Il y a deux dispositions possibles des rangées de sphères : ou il peut y avoir deux centres sur la verticale d'un même sommet, ou un seul. Dans le deuxième cas, il n'y a que trois points de contact qui entrent en jeu ; la somme des moments des vecteurs  $d\varpi$  par rapport au plan horizontal devant être nulle, il s'ensuit que seuls les deux vecteurs  $d\varpi$  dans le plan horizontal ne seront pas nuls.

On a donc :  $dp = \sum d\varpi$ , donc  $d\varpi = d\varpi_1 = \frac{1}{2} dp$ , par suite :

$$d\varpi_1 \cos \alpha_1 = \frac{1}{2} dp \cos 30^\circ = dp \frac{\sqrt{3}}{4}$$



et :

$$d\varpi_1 \sin \alpha_1 = \frac{1}{2} dp \sin 30^\circ = \frac{1}{2} dp.$$

Donc, l'augmentation de pression  $dp$  donnera aux points de contact des forces  $\frac{1}{4} dp$  qui provoqueront ou modifieront les glissements, ou seront équilibrées par le frottement au démarrage si elles sont assez faibles et si le mouvement du système est une translation en masse, et des forces normales égales à  $dp \frac{\sqrt{3}}{4}$ .

Quelle est la pression normale au contact qui correspond à cette force ? Soit  $N$  cette pression. Si  $S$  est l'aire de la courbe de contact, la force pressante normale est  $F_n = NS$ . Soit  $F_t$  la force tangentielle, les deux forces  $2 F_n$  et  $2 F_t$  ont pour résultante la force pressante moyenne que déterminerait sur l'hexagone d'aire  $2\sqrt{3} R^2$  la pression  $dp$ ; on a donc l'égalité géométrique :

$$\begin{aligned} 2(F_n) + 2(F_t) &= 2\sqrt{3} R^2 (dp) \\ &= 2\sqrt{3} R^2 [(2 d\varpi_1 \cos \alpha_1) + (d\varpi_1 \sin \alpha_1)] \\ &= \left[ \left( 2 dp \frac{\sqrt{3}}{4} \right) + \left( 2 \frac{dp}{4} \right) \right] 2\sqrt{3} R^2. \end{aligned}$$

On en déduit l'égalité algébrique :

$$F_n = NS = 2\sqrt{3} R^2 dp \frac{\sqrt{3}}{4}, \text{ d'où : } N = \frac{3 R^2}{2 S} dp = \frac{3 R}{2\pi h} dp.$$

Telle est la force pressante normale au contact que déterminerait la variation de pression  $dp$ . On voit donc que plus le corps rond est poli ( $h$  petit), plus elle est grande.

On étudierait de la même façon les autres cas; mais le développement de cette théorie nous entraînerait trop loin. Elle montre bien cependant que la principale cause des pressions horizontales entre billes d'une même assise réside dans les variations de la vitesse de translation des centres, par suite dans les à-coups dans le mouvement général.

On voit de plus que la pression, par suite l'usure va en augmentant avec la profondeur. Si l'on admet en outre la loi de Daubrée que l'usure est proportionnelle au produit  $pv$ , on voit qu'elle sera

constante en tous les points de la masse si la vitesse décroît proportionnellement à la profondeur.

On voit de plus que si on suppose cette loi, l'abrasion est proportionnelle au travail des frottements.

Soit en effet  $f$  le coefficient de frottement de la substance,  $p_n$  la force pressante normale; si l'on suppose le corps réduit à un point (son centre de gravité), la force nécessaire pour entretenir son mouvement de vitesse  $v$  est :  $F = fvp$ . Si donc  $L$  est le chemin parcouru, le travail effectué est :  $T = \int_0^L F dL = \int_0^L fvp dL = Af d\alpha = A\alpha_{tot}$ .

Il résulte de là que le travail nécessaire pour produire une usure donnée est constant, et qu'on pourrait définir un coefficient d'usure comme un travail.

On a encore le théorème suivant :

Si l'on suppose l'usure d'un solide, c'est-à-dire l'abrasion en un point de la surface proportionnelle à la pression, la perte de matière ne dépend ni de la surface élémentaire usée ni de la pression, mais seulement de la force pressante. Si cette force pressante est constante, elle lui est proportionnelle.

Soit  $M$  un point de la surface frottée, un élément de surface  $dS$  entourant ce point,  $p$  la pression normale (fig. 5),  $\varepsilon$  la hauteur d'abrasion comptée sur la normale  $MN$ . On peut supposer l'élément  $dS$  assez petit pour que  $\varepsilon$  reste constant à son intérieur; par suite le volume élémentaire abrasé est :

$$dV = \varepsilon dS.$$

Or, par hypothèse  $\varepsilon = Ep$ ,  $E$  étant une constante; on en déduit :

$$dV = Ep dS = E dF_p,$$

$dF_p$  étant la force pressante sur l'élément  $dS$ .

Il résulte de là que le volume total abrasé sera :

$$V_s = \int_s dV = \int_s E dF_p = E \int_s dF_p = EF_p.$$

Le coefficient  $E$  homogène à une longueur est la flèche d'abrasion pour une pression égale à l'unité.

Cette loi, comme par exemple les lois des frottements, n'est que

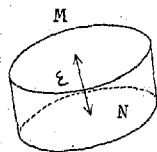


Fig. 5.

grossièrement approchée, surtout quand les surfaces sont très courbées. D'autant plus qu'on a affaire ici à un frottement médiateur n'obéissant pas à la loi de Coulomb. On verra plus loin qu'elle se vérifie d'une façon assez satisfaisante pour des courbes de contact ayant une surface voisine de 40 à 50 millimètres carrés. Elle se vérifie d'ailleurs beaucoup mieux pour les corps durs usés par des corps plus tendres, et gardant par suite toujours à peu près le même poli, que pour les corps tendres.

*Conditions intérieures et extérieures d'abrasion.* — De même que dans un système mécanique on considère des forces intérieures et des forces extérieures, on peut, pour un solide mobile au contact d'autres, considérer des conditions intérieures et des conditions extérieures d'abrasion.

Les conditions intérieures sont : la dureté, la masse spécifique, la rugosité ( $h$ ). Il y a d'ailleurs lieu de distinguer des conditions générales : la masse totale, la dureté si le corps est homogène, et des conditions particulières à chaque point. Ces conditions intérieures d'abrasion en un point sont : la dureté, la rugosité et l'indicatrice de la surface en ce point correspondant à la flèche  $h$ , et par suite, les rayons de courbure principaux de la surface en ce point.

Les conditions extérieures sont : d'abord la nature du fluide qui peut baigner le corps et celle des autres corps qui peuvent être en contact avec lui. Il y a aussi lieu de considérer des conditions extérieures générales et des conditions particulières à chaque point.

Les conditions générales sont celles relatives au fluide, puis celles relatives aux différents corps en contact ou pouvant venir en contact, leur dureté, leurs rugosités, leurs masses, leur répartition, les lois de leurs mouvements. En particulier, leurs formes et leurs dimensions, la pression du fluide, les forces pressantes au contact des autres solides. Il y a des conditions particulières ou accidentelles et des conditions moyennes. Ainsi par exemple les conditions extérieures moyennes pour un galet mobile à une profondeur variant de 0 à  $z$ , dans une masse composée de  $\tau_1$  % de galets d'une substance  $A_1$ , d'un volume compris entre  $V_1$  et  $V_1'$  et de  $\tau_2$  % d'une substance  $A_2$ , d'un volume compris entre  $V_2$  et  $V_2'$  seront de frotter avec une vitesse moyenne de glis-

sement  $V_m$  à une profondeur moyenne  $\frac{\varepsilon}{2}$  avec  $\frac{\tau_1}{100}$  G galets de  $A_1$  d'un volume moyen  $u_1$ , G exprimant le nombre moyen de galets pouvant être à la fois en contact avec le galet considéré, et aussi  $\frac{\tau_2}{100}$  G de  $A_2$  d'un volume moyen  $u_2$ .

Quant aux conditions extérieures en un point, elles seront celles relatives au fluide en ce point; à la dureté, à la rugosité et à la courbure, à la pression au contact, aux vitesses de glissement, roulement ou pivotement, d'un corps pouvant venir éventuellement en contact en ce point. D'ailleurs, les conditions extérieures générales ne sont que des conditions moyennes entre les conditions en un point.

On dit que dans un système les conditions d'abrasion sont uniformes quand les conditions moyennes intérieures et extérieures sont constantes en tous les points de ce système. Ces deux groupes de conditions peuvent d'ailleurs être uniformes séparément.

Soit alors un corps soumis à des conditions extérieures d'abrasion uniformes, —  $\Delta V$  le volume enlevé en parcourant un chemin L. Le volume —  $\Delta V$  se répartit sur toute la surface; soit alors —  $dV$  le volume abrasé en un point : je peux le considérer comme un cylindre normal à la surface et ayant pour section droite l'élément  $dS$ , et pour hauteur la hauteur  $\varepsilon$  d'abrasion au point M. La hauteur  $\varepsilon$  peut donc être prise comme mesure de l'abrasion au point M. Pour construire le solide résultant du premier après usure, il suffit de porter sur la normale MN et vers l'intérieur une longueur MP =  $\varepsilon$  : le lieu du point P est la surface cherchée (fig. 6).

On voit que si les conditions intérieures étaient uniformes, la surface après usure serait une surface parallèle à la surface initiale.

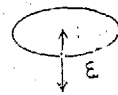


Fig. 6.

Il en est ainsi par exemple pour une sphère homogène et uniformément polie : elle reste une sphère.

A ce propos, on peut se demander quelle est la loi de variation de son rayon. Soit  $p$  la pression moyenne en un point,  $v$  la vitesse de glissement moyenne, —  $dV$  le volume perdu pendant le chemin  $dL$ . On a :

$$-dV = A p v \sqrt{h} dL.$$

Si la sphère roule avec une vitesse constante dans une région à pression constante  $p$ , et si son poli reste constant, le coefficient de  $dL$  est constant. Or on a :

$$-\Delta V = A p v \sqrt{h} L = \frac{4}{3} \pi [R_0^3 - R^3],$$

d'où :

$$R = R_0 - \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi} A p v \sqrt{h} L}.$$

Le volume serait donc nul, c'est-à-dire la sphère réduite en poussière au bout d'un parcours de  $L = \frac{4}{3} \pi R_0^3 \frac{1}{A p v \sqrt{h}}$ .

En réalité, ces conditions théoriques seront très rarement satisfaites. Si par exemple on suppose une sphère glissant ou roulant sur un plan uniformément poli, la pression résulte alors uniquement du poids de la sphère de densité  $\mu$  et on a :

$$-dV = B \mu v \sqrt{h} R^{\frac{5}{2}} dL,$$

ou :

$$-4 \pi R^2 dR = B \mu v \sqrt{h} R^{\frac{5}{2}} dL,$$

ou :

$$-4 \pi \frac{dR}{R^{\frac{1}{2}}} = B \mu v \sqrt{h} dL,$$

$$8 \pi (\sqrt{R_0} - \sqrt{R}) = B \mu v \sqrt{h} L;$$

d'où :

$$\sqrt{R} = \sqrt{R_0} - \frac{B}{8\pi} \mu v \sqrt{h} L.$$

On en déduit donc pour  $R$  une variation parabolique :

$$R = R_0 - \frac{B}{4\pi} \mu v \sqrt{h} \sqrt{R_0} L + \frac{B^2}{64\pi^2} \mu^2 v^2 h L^2.$$

Cette fonction décroît jusqu'à un minimum atteint pour  $L = \frac{8\pi \sqrt{R_0}}{B \mu v \sqrt{h}}$ , ce qui correspond à  $R = 0$ ; donc le rayon décroît jus-

qu'à 0; mais au-dessous d'une certaine taille ses variations sont très lentes.

Si maintenant on supposait  $h$  proportionnel à  $R$  :  $h = \lambda R$ , c'est-à-dire que le poli augmente quand le rayon diminue (proportionnellement à  $\frac{1}{R}$ ), on obtiendrait, en intégrant, la loi exponentielle :  $R = R_0 e^{-\frac{B\mu v \sqrt{\lambda}}{4\pi} L}$ , ce qui montre que le rayon diminuerait indéfiniment, mais ne deviendrait nul qu'au bout d'un parcours infini.

En réalité, quelle que soit la loi de décroissance, quand des galets sont usés par entraînement dans un courant, le rayon ne diminue jamais jusqu'à zéro; une limite est imposée, comme on sait depuis longtemps, par ce fait que quand la taille devient trop petite, le courant soulève le grain de sable; celui-ci alors ne frotte plus et cesse de s'user. Par suite, le minimum imposé ne l'est pas par la loi d'usure, mais par la vitesse du courant. S'il décroît encore, ce sera par dissolution dans le liquide. Tout autres sont les conditions extérieures pour des corps pris entre deux surfaces solides frottant l'une contre l'autre, comme par exemple les galets serrés entre une surface rocheuse et un glacier. C'est ce qui explique d'ailleurs la formation de boues glaciaires par les matériaux les plus durs au bout d'un nombre parfois restreint de kilomètres.

Soit maintenant un corps non sphérique soumis à des conditions extérieures d'abrasion uniformes. Je suppose d'abord qu'il ait un poli et une dureté uniformes. On peut alors le considérer comme usé par un plan frottant uniformément et employer la formule d'usure sur un plan, à condition d'y remplacer le coefficient  $K$  par un coefficient moyen relatif aux conditions extérieures données. L'abrasion élémentaire  $-dV$  au voisinage du point  $M$  est, comme on l'a vu plus haut, proportionnelle au volume élémentaire commun en  $M$  au solide et au plan frottant. Elle peut donc s'exprimer par :  $-dV = \frac{\pi}{3} \lambda h^2 \sqrt{RR'} dL$ ,  $\lambda$  étant ce coefficient moyen,  $R$  et  $R'$  les rayons de courbure principaux. Or on a admis que  $\lambda = A p v$ ,  $A$  étant constant.  $F_p$  étant la force pressante moyenne :  $p = \frac{F_p}{dS} = \frac{F_p}{\pi \sqrt{RR'} h}$ . Si les conditions extérieures sont uniformes,  $F_p$  est constant, mais la formule subsiste quand

même. Quand il n'en est pas ainsi,  $F_p$  est alors la force pressante moyenne au point M quand des corps extérieurs viennent à son contact pendant le parcours  $dL$ .

On déduit de là :  $-dV = \frac{A}{3} F_p v h dL$ . Si on appelle maintenant  $\epsilon$  la hauteur d'abrasion MP au point M,  $\epsilon$  n'est autre que la hauteur du cylindre normal à S et équivalent à  $-dV$ , par suite :

$$\epsilon = \frac{-dV}{dS} = \frac{A}{3\pi} F_p v \frac{dL}{\sqrt{RR'}}$$

d'où le théorème suivant :

La hauteur d'abrasion en un point d'une surface convexe soumise à des conditions extérieures d'abrasion uniformes est proportionnelle à la force pressante moyenne, à la vitesse moyenne et inversement proportionnelle à la racine carrée du produit des rayons de courbure principaux.

Lorsqu'un des rayons de courbure s'annule, ce qui a lieu dans le cas d'une arête ou d'une pointe, on voit que pour que  $\epsilon$  reste fini il faut que  $dL$  soit infiniment petit. Il résulte de là qu'une arête ou une pointe, si elle a existé au début, ne peut subsister et doit être abattue au bout d'un parcours infiniment petit par rapport à celui qui serait nécessaire pour provoquer une diminution de volume appréciable d'un solide arrondi. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire pour cela que les conditions extérieures soient uniformes, il suffit simplement qu'elles soient continues. De plus on voit encore qu'une arête sera abattue d'autant plus vite que sa ligne de faite convexe sera plus courbée.

L'équation précédente montre en outre que pour que la hauteur d'abrasion soit constante, il faut et il suffit que le produit des rayons de courbure principaux de la surface soit constant.

Il en résulte encore que, sauf dans des cas particuliers, tout solide aplati doit tendre à s'arrondir. Quand le solide est un galet de schiste, les raisonnements précédents ne s'appliquent plus, car la dureté est parfois, comme l'ont montré des expériences de M. Jannetaz, beaucoup moindre dans une direction parallèle aux feuillets que suivant la perpendiculaire. En raison de ce fait, le galet tendrait alors à s'aplatir : ces deux actions se contre-balaçent donc souvent.

On voit par là l'extrême complexité de ces questions, d'autant plus que, quand on passe à l'application physique, il entre en jeu

des dissolutions des surfaces, par le liquide baignant, et des actions chimiques qui décomposent certains éléments des solides et en diminuent d'une façon parfois très irrégulière la dureté spécifique. On peut citer à ce propos le cas des roches feldspathiques, granits, gneiss et principalement granulites qui, à égalité de dureté initiale, disparaissent beaucoup plus rapidement que les roches quartzeuses, par kaolinisation des feldspaths. En raison de ces faits, il peut y avoir parfois de grands écarts entre une théorie obligée nécessairement de schématiser les faits, si complète soit-elle, et la réalité. Aussi, dans les pages précédentes, je n'ai pas eu la prétention d'esquisser même une théorie mathématique de l'usure des solides courbes; mais plutôt de préciser certains faits.

Il en résulte cependant cette conséquence, c'est que si l'on ne considère que des corps à peu près homogènes, de forme régulière, on pourra se rendre compte approximativement dans bien des cas des conditions d'abrasion. Or on a vu à propos du problème des sphères que si l'on ne considère que des vitesses de glissement moyennes et des pressions moyennes (par exemple la pression hydrodynamique ou hydrostatique en un point de la masse dont fait partie le galet au voisinage du solide), son abrasion est représentée par la même formule que l'abrasion d'une sphère glissant sur un plan, à condition de multiplier le coefficient d'usure par une constante dépendant uniquement du nombre, de la position et des dimensions des corps frottants. Il en résulte cette conséquence, c'est que pour étudier l'usure relative de deux galets de même forme extérieure, de même masse spécifique et de même rugosité dans des conditions extérieures données, et d'ailleurs quelconques, il suffira de comparer leurs résistances à l'usure par exemple sur un même plan ou dans toutes autres conditions identiques. Et même dans le cas où  $h$ , c'est-à-dire la rugosité, n'entrerait dans les formules que par le seul facteur  $h^r$  ( $r = \frac{1}{2}$  dans les formules précédentes), on aurait, en appelant  $-\Delta V_1$  l'usure kilométrique du premier dans les conditions extérieures considérées,  $-\Delta V_2$  celle du second dans les mêmes conditions,  $-\Delta V'_1$  et  $-\Delta V'_2$  les usures kilométriques sur une plaque avec un même émeri, les relations :

$$-\Delta V_1 = A_1 h_1^r \qquad -\Delta V_2 = A_2 h_2^r$$



et sur plaque :

$$-\Delta V_1 = A'_1 h_1{}^r \qquad -\Delta V'_2 = A'_2 h_2{}^r.$$

Si les grains d'abrasif ont un diamètre supérieur à  $h_1, h_2, h'_1, h'_2$ , les quantités  $h$  ne dépendront guère, comme on l'a vu page 202, que de qualités spécifiques de la matière des solides frottés, et

on pourra poser :  $\frac{h_1}{h_2} = \frac{h'_1}{h'_2} = \varphi^n$ . On en déduit :

$$\frac{-\Delta V_2}{-\Delta V_1} = \frac{A_1}{A_2} \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^r = \frac{A'_1}{A'_2} \left(\frac{h'_1}{h'_2}\right)^r \text{ d'où : } \frac{A_1}{A_2} = \frac{A'_1}{A'_2}, \text{ donc les quantités } h \text{ n'entrent plus dans le rapport.}$$

On pourra donc, dans une étude expérimentale, au lieu d'employer le cylindre de Daubrée qui n'a lui-même donné que des résultats peu concordants, la perte de poids des galets de granit ayant varié comme de 1 à 4, procéder d'une façon plus simple, plus expéditive et qui donne en même temps des résultats plus précis relativement au phénomène physique de l'usure en lui-même. L'usomètre de M. Jannetaz et le dispositif employé par Exner seraient à ce sujet d'excellents appareils. Leur grave défaut dans l'espèce est de sacrifier la rapidité à la précision : excellents pour des recherches précises de minéralogie sur l'usure d'un cristal ou d'un verre bien définis, leur précision devient illusoire quand il s'agit de roches dont le coefficient d'usure en un point peut varier dans des limites étendues. Un grand nombre d'expériences rapides, bien que peu précises, et dont on prendra la moyenne me semblent dans l'espèce préférables à quelques expériences précises mais en petit nombre. C'est l'idée qui m'a guidé dans l'étude qui suit.

*Détermination de l'usure de galets de différentes roches (galets du grès vosgien).* — Les vérifications les plus importantes à faire étaient les suivantes :

- 1° Variations des abrasions en fonction des forces pressantes, puis en fonction des pressions en un point de la surface élémentaire frottante ;
- 2° Influence du coefficient  $h$  (rugosité — proportionnel aussi au diamètre moyen des grains d'abrasif quand on emploie une poudre usante) ;
- 3° Influence sur l'abrasion de la grandeur de la surface en

contact — tantôt l'indicatrice de la surface du galet quand celui-ci est encore rond, tantôt surface d'usure plane ou presque plane. — Influence aussi, dans le premier cas, des rayons de courbure principaux de l'indicatrice ;

4° Détermination des usures relatives de galets des différentes roches.

Les deux dernières séries d'expériences ont seules été abordées dans ce travail, car c'étaient celles qui présentaient surtout de l'intérêt au point de vue des applications à la géologie.

Une première série d'expériences a été organisée de la manière suivante. Le galet était pris entre les mâchoires d'un étau fixé à une barre mobile autour de son extrémité, et pouvant frotter sur une meule verticale en grès bigarré, à l'extrémité du diamètre vertical de cette meule.

Le développement de la meule mesuré à la corde fut trouvé égal à 1<sup>m</sup>,20.

La force pressante fut évaluée au moyen d'une balance romaine reposant sur le sol et sur le plateau de laquelle appuyait une barre de poids connu prise entre les mâchoires de l'étau. Elle fut ainsi trouvée pour toute cette série égale à 3<sup>k</sup>,250. Le poids des galets dépassant à peine 10 grammes fut toujours négligé par la suite devant cette valeur.

La vitesse de rotation fut évaluée en opérant d'abord d'un mouvement à peu près uniforme et en comptant le temps employé pour cent tours. D'ailleurs, quand elle atteignait seulement un demi-tour par seconde, elle provoquait déjà des soubresauts du galet sur les inégalités de la surface de la meule. Elle a donc dû être réduite et, à ces faibles valeurs, ne semble guère avoir d'influence. On n'en a donc pas tenu compte dans cette première série d'expériences ; elle a cependant peu varié.

Une indicatrice de la surface du galet au point d'abrasion projetée fut obtenue en appuyant ce galet en ce point avec une force connue (4 ou 6 kilogr.) sur une feuille de papier quadrillé au millimètre, recouvert d'un papier gras bleu à décalque ; le tout sur le plateau d'une balance romaine donnant la force pressante. La surface ainsi obtenue est l'indicatrice du galet au point de contact, correspondant à la flèche de refoulement du papier déterminée par la pression de 4 ou 6 kilogr. Le contour de cette surface présente parfois des dentelures capables de nuire à une

bonne détermination. Pour cette raison, on a fait trois ou quatre opérations pour une même indicatrice et on a pris les moyennes. Il est pourtant à remarquer que les résultats extrêmes différaient à peine d'un dixième de millimètre carré. L'évaluation d'une aire aussi petite (de 3 à 11 millimètres carrés) d'une courbe fermée, parfois irrégulière, n'était guère pratique au planimètre. Pour des mesures de précision, le procédé des pesées s'imposait. Cependant, comme la suite des opérations a montré que l'indicatrice n'avait pas une influence très grande et que les irrégularités de la meule et l'incertitude sur  $h$  augmentaient beaucoup l'erreur probable, on s'est contenté du procédé suivant, capable d'ailleurs de donner avec un peu d'habitude une approximation du dixième de 1 millimètre carré. Ce procédé a du reste été aussi employé en plus grand à la mesure des surfaces d'abrasion.

Toutes les indicatrices ont jusqu'ici toujours été très voisines d'ellipses ayant de 2 à 3 millimètres de grand axe. Les surfaces d'abrasion ont aussi été assez régulières; de sorte que si on considère la portion du contour d'une de ces surfaces comprise à l'intérieur d'un carré de 1 millimètre, cette portion diffère peu d'une droite. Si alors on construit par exemple avec 1 centimètre carré les différentes figures formées par une droite qui le partage en deux parties équivalentes chacune à  $0,5 \text{ cm}^2$ , puis les figures formées par une droite et par des courbes à grand rayon qui laissent  $0,6 \text{ cm}^2$  d'un côté et  $0,4$  de l'autre, et ainsi de suite, on arrivera en réduisant au dixième à évaluer à l'œil combien, dans 1 millimètre carré écorné par le contour, il faut rapporter de dixièmes à l'aire cherchée. On n'aura donc plus qu'à compter le nombre de millimètres carrés contenus chacun en totalité dans l'aire, puis à ajouter à ce nombre les dixièmes provenant des carrés écornés. Deux évaluations d'une même surface avec ce procédé ont rarement donné des résultats différant de plus du dixième de 1 millimètre carré. Ce procédé en somme équivaut à la méthode des trapèzes employée en géométrie. Il est cependant plus rapide et plus précis, au moins pour de fortes courbures, un œil exercé pouvant évaluer une fraction de millimètre carré limitée par un arc de courbe, avec une erreur moindre que la différence entre cette aire et celle du trapèze ayant pour côté la corde de cet arc.

Les pesées devant être nombreuses et les expériences ne com-

portant pas une très grande précision, l'emploi d'une balance de précision eût été illusoire, et fastidieux par suite de la lenteur de chaque opération. Elles furent donc faites avec un petit trébuchet pouvant peser 20 grammes à 1 milligramme près.

Cette première série d'expériences a dû malheureusement être interrompue par suite de l'usure irrégulière de la meule. Un galet de quartz creuse dans le grès, beaucoup moins dur, un sillon qui dégénère bientôt en une suite de creux et de bosses allant toujours en s'accroissant. Les expériences n'ont pu porter que sur trois galets : un de quartzite noir de densité 2,76 et deux autres de quartz filonien blanc, de densités 2,659 et 2,614. Les surfaces d'usure n'ont jamais pu être obtenues planes au delà d'une certaine dimension : elles furent toujours des surfaces courbes à faible courbure raccordées par des arêtes vives à la surface du galet. Par suite ces essais exigeaient d'autres séries d'expériences.

Il y avait lieu d'abord d'essayer de vérifier le théorème que, le poli de la surface d'usure restant constant, la masse de matière abrasée est proportionnelle au chemin parcouru et à la force pressante. Pour avoir un poli assez constant, je me suis adressé au quartz filonien, qui conserve un certain poli même avec de l'émeri gros ; les résultats obtenus ont montré que quand la courbe d'usure acquiert une aire suffisante, le volume abrasé est constant ; mais qu'avant, c'est-à-dire quand la courbure moyenne de cette surface est supérieure à un certain minimum, l'abrasion est plus forte. Les principaux de ces résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Force pressante :  $P = 3,250$  grammes.

Poids du galet au début :  $p = 10,598$  grammes ;  $d = 2,614$ .

Volume initial :  $V = 4,05$  cm<sup>3</sup>.

TABLEAU

NOMBRE de tours <i>n</i>	PARCOURS <i>L</i>	SECTION de la courbe d'usure en mm <sup>2</sup>	MASSE abrasée	VOLUME abrasé cm <sup>3</sup>	OBSERVATIONS
0	0	Indicatrice : $2a = 3\text{mm}$ $2b = 1\text{mm},9$ $S_0 = 4\text{mm}^2,5$	0	0	
100	118 <sup>m</sup>	$S_1 = 29,3$	0 <sup>gr</sup> ,043	0,0165	S <sub>1</sub> très poli.
100	119	= 38,1	0,033	0,0126	
100	118	= 44,8	0,033	0,0126	
100	119	= 55,1	0,034	0,0130	
101	120,5	irrégulière, non évaluée	0,042	0,0161	
Total. 501	594 <sup>m</sup> ,5		0 <sup>gr</sup> ,185	0,0708	
Moyennes.	119		0,037	0,0141	

La valeur élevée du dernier nombre s'explique par un glissement du galet mal serré dans l'étau. Ce glissement a provoqué un déplacement de la surface d'usure, d'où érosion d'une arête vive. Les valeurs inscrites dans la colonne des parcours ne sont que des valeurs moyennes, le développement primitif de la meule de 1<sup>m</sup>,20 ayant un peu diminué par suite de son usure.

Il y avait lieu en outre d'étudier l'influence de la courbure moyenne sur l'abrasion. Pour cela, on usa deux autres extrémités du galet après en avoir pris les indicatrices par le procédé ci-dessus. On a inscrit à nouveau dans le tableau suivant les résultats relatifs à la première :

	NOMBRE de tours <i>n</i>	PARCOURS <i>L</i>	INDICATRICE			MASSE abrasée gr.	VOLUME abrasé cm <sup>3</sup>	OBSERVATIONS
			<i>2a</i>	<i>2b</i>	<i>S</i>			
		m.	mm	mm	mm			
Extrémité n° 1.	100	119	3	1,9	4,5	0,043	0,0165	D'où pour 60 : 0,0033.
Extrémité n° 2.	50	60	2,1	1,9	3,7	0,022	0,0083	D'où pour 100 : 0,044.
Extrémité n° 3.	50	60	4,1	3,3	10,6	0,022	0,0083	Id.

Un autre quartz blanc a donné une diminution de poids d'environ 0,023 à 60 tours; mais par suite des irrégularités déjà

grandes de la meule, le polissage ne s'est pas produit; il y a eu de plus usure au choc, et je ne peux le faire entrer en ligne de compte.

Le seul quartzite étudié par cette méthode fut un quartzite violet foncé de densité 2,76. Son polissage encore plus irrégulier que celui du quartz précédent a enlevé aussi presque toute certitude aux résultats. La perte de poids moyenne au mètre de parcours fut pourtant trouvée égale à  $5,5 \cdot 10^{-4}$  pour des surfaces de contact de 65 à 90 millimètres carrés, et à  $6,4 \cdot 10^{-4}$  pour des surfaces très courbées.

Pour le premier quartz, l'usure métrique fut de  $3,1 \cdot 10^{-4}$  pour des surfaces de contact de 40 à 50 millimètres carrés, et de  $3,7 \cdot 10^{-4}$  pour des surfaces plus courbées (indiatrices de 3 à 11 millimètres carrés).

Les résultats précédents indiquaient l'ordre de grandeur des quantités à mesurer, si imparfaits qu'ils fussent. Le reproche principal à faire à cette méthode était l'irrégularité de l'usure, et surtout les déplacements du point de contact sur l'aire frottée, de sorte que rarement la totalité de cette surface était en contact avec la meule. On dut donc passer à une deuxième série d'expériences.

*Deuxième série d'expériences.* — L'étai de la série précédente fut simplement relié à une longue barre flexible. L'extrémité de cette barre étant tenue à la main horizontalement, on évalua l'action de l'étai sur le plateau d'une balance romaine, soit 3<sup>g</sup>,800. Puis on détermine quel doit être l'effort du poignet pour produire sur le plateau une surcharge ou une décharge de 100 grammes. Cet effort ayant été trouvé *hors de proportion* avec ceux que pourrait produire un moment d'inattention, il s'ensuit que l'erreur commise ainsi sur la force pressante est inférieure à  $\frac{100}{3800} = \frac{1}{38}$ . Cette erreur est encore bien diminuée si on a soin de n'opérer jamais avec la main qu'une traction horizontale en serrant le moins possible l'extrémité de la barre; en réalité, elle est en général inférieure à 1<sup>o</sup>/<sub>100</sub>. A la rigueur, on pourrait encore terminer la barre par une poignée horizontale, mais l'incertitude sur la nature et les variations de l'abrasif employé rendrait cette précaution illusoire.

L'objet à user frotte sur une plaque de fonte recouverte de sable de Fontainebleau que l'on renouvelle à chaque opération : sa course est limitée par deux butoirs. Elle fut mesurée avec soin et trouvée égale à  $0^m,556$ . Le mouvement fut fourni par des oscillations de tout le corps, avançant et reculant en maintenant le bras rigide, seul procédé reconnu apte à conserver l'horizontalité de la barre et à ne pas donner d'action verticale de la part du poignet. On s'est arrangé de manière à maintenir autant que possible le synchronisme de ces oscillations et l'uniformité du mouvement dans le cours de l'une. On évalua en général la diminution de poids produite par 50 oscillations simples. Les principaux résultats sont relatés dans les tableaux suivants :

1° Quartzite n° 1 étudié déjà dans la première série. La surface d'usure est assez polie, mais a une courbure assez forte. Densité = 2,76.

NOMBRE N(osc.)	L	S	$\Delta p$	$\Delta v$	OBSERVATIONS
	m.	mm <sup>3</sup>	gr.	cm <sup>3</sup>	
50	27,80	91,9	0,049	0,0178	Accélération momentanée, striation seulement étendue à toute la surface de contact.
50	27,80	105,5	0,048	0,0175	
50	27,80	107,1	0,055	0,0200	
Total . . . 150	83,40		0,152	0,0553	
Moyenne. 50	27,80	101,0	0,051	0,0184	

2° Quartz blanc, a déjà donné dans la première série une diminution de poids de 0,023 à 60 tours. Densité = 2,66.

N (osc.)	L	S	$\Delta p$	$\Delta v$	OBSERVATIONS
	m.	mm <sup>2</sup>	gr.	cm <sup>3</sup>	
0	0	Indicatrice: $\frac{2a}{2\text{mm},6} \frac{2b}{1\text{mm},8}$ $S_r = 3,6$	0	0	
50	27,80	30,8	0,025	0,0094	
50	27,80	45,1	0,031	0,0116	Roulis de l'étau. — Stries distantes de 0mm,3.
50	27,80	57,9	0,033	0,0124	Les surfaces d'usure sont beaucoup plus planes qu'avec la meule.
50	27,80	67,2	0,034	0,0128	L'adjonction d'un excès de sable a modifié les conditions extérieures.
50	27,80	71,7	0,032	0,0120	
50	27,80	84,1	0,048	0,0160	
Deuxième extrémité de ce galet, moins aiguë que la précédente :					
50	27,80	$S_r = 11,6$ 39,5	0,031	0,0117	

La première valeur de  $\Delta p$  est sujette à caution par suite d'un dérangement possible dans l'assiette de la balance. L'abrasion est donc ici indépendante de la surface, à 2 milligrammes près.

3° Lydienne noire, dure, esquilleuse, sans schistosité ni clivage.

Poids : 13<sup>gr</sup>,602.  $d = 2,655$ .  $V = 5\text{cm}^3,130$ .

N (osc.)	L	S	$\Delta p$	$\Delta v$	OBSERVATIONS
	m.	mm <sup>2</sup>	gr.	cm <sup>3</sup>	
		Indi- catrice { $\frac{2a}{4,9} \frac{2b}{2,1}$ 4,9 2,1	$S_r = 9,1$		
50	27,80	28,4	0,014	0,0053	1. Peut-être erreur sur le comptage des oscillations, abatage d'une arête. 2. Cette lydienne est donc plus de deux fois plus dure que le quartz.
50	27,80	40,7	0,011	0,00415	
50	27,80	43,4	0,012	0,0045	
50	27,80	56,1	0,010	0,0038	
60 ou 70 ?			0,016	0,0060	
Total . 200	111,20		0,047 <sup>2</sup>		
Moyenne. . .	27,80	42,15	0,012	0,0045	

4° Lydienne schisteuse. La schistosité, bien qu'assez peu marquée, se traduit surtout par des bandes alternativement grises et noires :  $p = 13,459$ ,  $d = 2,601$ .

Usure perpendiculairement au plan de schistosité.



N (osc.)	L	S	$\Delta p$	$\Delta v$	OBSERVATIONS
	m.	mm <sup>2</sup>	gr.	cm <sup>3</sup>	
	Indicatrice	$\begin{matrix} 2a & 2b \\ 4,9 & 3,9 \end{matrix}$	$S = 14,2$		
50	27,80	41,8	0,026	0,0100	$\Delta p$ peut être irrégulier par suite de l'atteinte progressive de parties de dureté très inégale.
50	27,80	56,3	0,023	0,0089	
50	27,80	57,4	0,026	0,0100	
Total. . . 150	83,40		0,075	0,0289	
Moyenne. . .	27,80	51,8	0,025	0,0096	

Usure parallèlement à la schistosité dans une partie moins foncée.

Indicatrice très grande et de forme irrégulière :  $S_1 = 40$ .

N (osc.)	L	S 40	$\Delta p$	$\Delta v$	OBSERVATIONS
	m.	mm <sup>2</sup>	gr.	cm <sup>3</sup>	
50	27,80	87,5	0,043	0,00165	
50	27,80	106,8	0,050	0,00192	
Total. . . 100	55,60		0,093	0,00357	
Moyenne. . .	27,80	97,1	0,047	0,00178	

Ici, il y a presque proportionnalité aux surfaces. L'érosion est arrivée probablement dans une zone moins dure, ces zones étant parallèles à la stratification, laquelle coïncide dans ce galet avec la schistosité. C'est ce qui explique d'ailleurs la forme carrée et plate de ce galet.

#### Interprétation

Partons des nombres de la deuxième série d'expériences. Pour un parcours de 27<sup>m</sup>,80 et une force pressante de 3 800 grammes, le quartzite n° 1, d'un poids initial de 9<sup>gr</sup>,471, a subi une perte de poids de 0<sup>gr</sup>,051.  $d = 2,76$  donc diminution de volume de

$$\frac{0,051}{2,76} = 0^{\text{cm}^3},0184.$$

Surface frottante moyenne :  $1^{\text{cm}^2},01$ .

Hauteur moyenne d'abrasion :  $\epsilon = \frac{18,4}{1,01} = 0^{\text{mm}},183$ .

Pression moyenne :  $\frac{3,800}{1,01} = 3^{\text{kg/cm}^2},8$  ou  $0^{\text{kg/mm}^2},38$ .

Volume initial :  $\frac{9,471}{2,715} = 3^{\text{cm}^3},485$ .

Rayon de la sphère équivalente :  $R_0 = 0^{\text{cm}},943$ .

Donc, sous la pression de  $3^{\text{kg/cm}^2},8$ , une sphère de rayon  $0^{\text{cm}},943$  a subi une abrasion moyenne par centimètre de parcours de :

$$-\frac{dV}{dL} = \frac{0,0184}{27,80} = 6^{\text{cm}^3},62, 10^{-6}.$$

Si donc cette sphère frottait uniformément, sous cette pression et contre une surface abrasive analogue à la plaque de fonte recouverte de sable, elle serait (formule de la page 24) réduite en poussière, c'est-à-dire aurait un rayon nul au bout d'un parcours de :

$$L = \frac{4}{3} \pi R_0^3 \left( -\frac{dL}{dV} \right) = \frac{3,485 \times 2,780}{1,840} 10^3 = 5\,200 \text{ mètres.}$$

On voit que cette distance est faible.

Si nous prenons les nombres fournis par l'usure sur la meule de grès bigarré, nous avons trouvé une diminution de poids de  $0^{\text{gr}},00055$  au mètre au lieu de  $0,0018$  contre la plaque de fonte sous une pression de  $\frac{3,250}{0,72} = 4^{\text{kg/cm}^2},56$ . Dans ces conditions, le chemin nécessaire pour le réduire en poussière aurait été de :

$$5\,200 \times \frac{3,80}{4,56} \times \frac{0,00182}{0,00055} = 14\,300 \text{ mètres.}$$

On voit donc l'influence que peuvent avoir les conditions extérieures, les conditions intérieures restant constantes.

On peut remarquer de plus que les conditions précédentes sont plutôt celles des galets frottant soit les uns sur les autres, soit contre une paroi rocheuse, serrés par exemple entre un glacier et cette paroi, plutôt que ceux charriés par un cours d'eau. J'admets que la vitesse de progression d'un glacier est extrêmement faible vis-à-vis de celle employée dans mes expériences. Mais les pressions mises en jeu sont aussi bien supérieures, et en extrapolant la loi de Daubrée,  $pv = C^{\text{te}}$ , on arrive à des nombres de l'ordre

*de grandeur des précédents.* On peut donc déduire des expériences précédentes qu'au bout d'un nombre de kilomètres assez faible — de l'ordre d'une dizaine, — un galet de quartzite à grain fin, pourtant assez dur, doit être réduit en une poudre impalpable. Il serait d'ailleurs illusoire de vouloir attribuer à ces déductions une plus grande précision.

Si maintenant on opérât de même pour le quartz blanc n° 6, de la deuxième série, on trouverait :

$$\frac{-dV}{dL \text{ cm}} = 4,38. 10^{-6}.$$

Surface moyenne usée :  $60^{\text{mm}^2},7$  ; pression :  $6^{\text{kg/cm}^2},270$  ; poids initial :  $10^{\text{gr}},402$  ;  $V_0 = \frac{10,402}{2,659} = 3^{\text{cm}^3},902$ .  $R_0 = 0^{\text{cm}},974$ .

Le parcours maximum sous cette pression serait donc de  $\frac{3,902}{4,38} 10^6 = 8\,920$  mètres. On voit donc la plus longue résistance du quartz.

Si maintenant on rapportait ces parcours à une pression de  $1 \text{ kg/cm}^2$ , on trouverait pour le quartzite :  $5\,200 \times 3,8 = 19\,750$  mètres et pour le quartz :  $8\,920 \times 6,27 = 51\,700$  mètres, soit un parcours beaucoup plus long. Le parcours limite du quartz serait  $\frac{51\,700}{19\,750} = 2,82$  fois celui du quartzite.

On est ainsi amené à définir un coefficient d'usure d'un corps donné relatif à des conditions extérieures et intérieures d'abrasion données.

C'est la diminution de volume qui serait subie par une sphère de même substance, ayant pour surface l'unité de surface, et frottant contre un milieu réalisant les conditions extérieures données ou des conditions d'abrasion équivalente — et sous l'unité de pression.

Ce coefficient n'est donc autre que  $\left(-\frac{dV}{dL}\right) \times \frac{1}{pS}$ ,  $S$  étant la surface frottante et  $p$  la pression. On en déduit :

$$\alpha = \left(-\frac{dV}{dL}\right) \frac{1}{F_p}$$

$F_p$  étant la force pressante.

En effet, si on fait  $p = 1$ ,  $S = 1$ , on trouve :  $\alpha = -\frac{dV}{dL}$ .

Si l'on admet la loi des rayons de courbure, c'est-à-dire de la proportionnalité de l'usure à la force pressante, ce coefficient est une constante pour un corps donné et des conditions d'usure données.

Or la loi des rayons de courbure se vérifie à peu près pour des corps très durs, polissables et sensiblement d'égale dureté dans toutes les directions, comme le quartz blanc filonien, à peine cristallin ou formé d'une agglomération de cristaux (1). La vérification résulte du tableau d'expériences de la page 32, où les volumes abrasés sur un parcours de 60 mètres de la meule sont égaux à  $0^{\text{cm}^3},0083$ , les surfaces des indicatrices variant de  $20^{\text{mm}^2},5$  à  $37^{\text{mm}^2},4$ .

Les indicatrices ainsi que les premières courbes d'usure permettent de déterminer les rayons de courbure principaux des sections.

Assimilons alors le volume abrasé à une calotte ellipsoïdale et la première surface d'usure à une ellipse dont les axes sont dans le même rapport que ceux de l'indicatrice; nous aurons ainsi pour le premier point :

Ellipse équivalente à la courbe d'usure (soient  $a$  et  $b$  les  $\frac{1}{2}$  axes) :

$$\frac{a}{b} = \frac{3}{1,9}, \quad \pi ab = 29,3.$$

D'où :

$$a^2 = 14^{\text{mm}},79, \quad a = 3^{\text{mm}},84, \quad b^2 = 5,920, \quad b = 2,44,$$

$$V_s = \pi a \frac{h^2}{3} = 16^{\text{mm}^3},5,$$

d'où :

$$h = \sqrt{\frac{3 \times 16,5}{3,14 \times 3,84}} = 2,07,$$

d'où :

$$R_1 = \frac{a^2}{h} = \frac{14,79}{2,07} = 7^{\text{mm}},19, \quad R'_1 = \frac{5,920}{2,07} = 2^{\text{mm}},86.$$

1. On sait que le quartz étant du système rhomboédrique, son coefficient d'usure varie suivant les faces usées.

On calculerait de même les rayons de courbure principaux des deux autres points. On aura ainsi pour le point 2 :

$$a_2^2 = \frac{2,1 \times 20,5}{1,9 \times 3,14} = 7,21, \quad a_2 = 2,685, \quad b_2^2 = 5,89, \quad b_2 = 2,425.$$

$$V_{2a} = 0,0083, \quad h_2 = \sqrt{\frac{3 \times 8,3}{3,14 \times 2,685}} = \sqrt{2,945} = 1,725.$$

$$R_2 = \frac{7,21}{1,725} = 4^{\text{mm}},58, \quad R'_2 = \frac{5,89}{1,725} = 3^{\text{mm}},415.$$

$$a_3^2 = \frac{4,1 \times 37,4}{3,3 \times 3,14} = 14,80; \quad a_3 = 3^{\text{mm}},84;$$

$$b_3^2 = \frac{3,3 \times 37,4}{4,1 \times 3,14} = 9,58; \quad b_3 = 3,49.$$

$$V_{3a} = 0,0083, \quad h_3 = \sqrt{\frac{3 \times 8,3}{3,14 \times 3,84}} = 1,436,$$

$$R_3 = \frac{14,80}{1,436} = 10,03, \quad R'_3 = \frac{9,58}{1,436} = 6,66.$$

Les différents rayons de courbure principaux ont donc varié de 2<sup>mm</sup>,86 à 10<sup>mm</sup>,03, soit comme un peu plus du simple au triple. Ces limites pourraient être encore beaucoup plus éloignées et doivent l'être dans des expériences ultérieures. On voit cependant l'indépendance du volume élémentaire abrasé en un point et des rayons de courbure principaux de la surface en ce point.

Il ne résulte pourtant pas des expériences précédentes que, à égalité de pressions et de vitesses, l'usure d'une surface plane soit la même que celle d'une surface courbe de même matière. La seconde est en général supérieure à la première.

Cette loi pourrait donc s'exprimer ainsi : ou bien :

Quand la courbure moyenne d'une surface tombe en dessous d'une certaine limite, le coefficient d'usure diminue jusqu'à une constante qui est le coefficient d'usure d'une surface plane de même matière ; ou :

Quand la surface d'usure supposée plane reste en dessous d'un certain maximum, le coefficient d'usure diminue quand cette surface augmente ; il reste constant au delà du minimum.

C'est cette constante rapportée à l'unité de longueur et à l'unité de force pressante que nous appellerons *coefficient d'usure plane* ou simplement *coefficient d'usure*.

Il résulterait encore de là que, quand la pression  $\frac{F}{S} = p$  dépasse une certaine valeur, la hauteur d'abrasion en un point croît plus vite que proportionnellement à cette pression. Les nombres des tableaux précédents ne sont pas assez nombreux pour permettre de construire des courbes : ils montrent cependant bien le sens de la variation.

On peut encore dire que le coefficient  $h$  n'est pas constant et croît avec la pression.

Les résultats généraux relatifs aux coefficients d'usure sont donc les suivants :

$$K = V, \text{ cm}^3 \frac{1}{\text{L. mèt.}} \times \frac{1}{F_p, \text{ kgs.}}$$

1° Sur meule en grès bigarré :

Quartzite violet foncé (grès vosgien)  $K$  (plan) =  $1,692 \cdot 10^{-4}$ ,  
courb.  $1,970 \cdot 10^{-4}$ ;

Quartz blanc (grès vosgien)  $K$  (pl.) =  $0,955 \cdot 10^{-4}$ ,  $K$  courb.  
 $1,140$ ;

2° Sur plaque de fonte (abrasif sable de Fontainebleau) :

Quartzite (le même que plus haut) . . . . .	$K_{pl} = 1,74 \cdot 10^{-4}$	
Quartz blanc . . . . .	$1,155 \cdot 10^{-4}$	
Lydienne noire, sans schistosité . . . . .	$0,388 \cdot 10^{-4}$	$0,502 \cdot 10^{-4}$
Lydienne schisteuse :		
Perpendiculairement à la schistosité . . . . .	$0,906 \cdot 10^{-4}$	} presque égal.
Parallèlement à la schistosité.	$1,680 \cdot 10^{-4}$	

Ce tableau montre dans quelle grande proportion la silicification peut faire varier les coefficients d'usure d'une même roche, le kieselchiefer par exemple, dont les coefficients varient comme du simple au quadruple sur deux échantillons seulement. La dureté varie dans le même sens que la teneur en silice, il suffit d'en tailler des plaques minces pour s'en rendre compte. On voit de

plus que, d'ordinaire, plus une lydienne est schisteuse, moins elle est injectée, par suite moins dure elle est.

Les lydienes à graptolithes sont relativement tendres.

A remarquer aussi la grande dureté moyenne de cette roche par rapport au quartz. Si l'on prend avec M. Jannetaz l'inverse du coefficient d'usure comme mesure de la dureté, on trouve comme rapport de celle de la lydienne noire fortement silicifiée à celle du quartz blanc le nombre  $\frac{1,15}{0,38} = 3,02$ . Cette roche est donc trois fois plus dure que le quartz blanc. Ce quartz n'étant pas lui-même une substance minéralogique bien définie, il ne faudrait pas donner à des rapports tels que le précédent la valeur de mesures de la dureté relative considérée comme une constante physique.

On pourrait aussi utiliser les nombres précédents à déterminer quel serait le parcours nécessaire pour amener, dans telles conditions d'abrasion, une réduction de volume d'un galet de 50 %, 60 %, etc., ou tout au moins l'ordre de grandeur de ce parcours.

Supposons par exemple une sphère s'usant sous l'action de son propre poids P : alors la force pressante est  $F_p = P$ . Soit K le coefficient d'usure dans ces conditions, on a (p. 24) :

$$B\mu v \sqrt{h} = \left( - \frac{dV}{dL} \right)_p \quad \frac{1}{R^{\frac{5}{2}}} = \frac{K}{R_0^{\frac{5}{2}}}$$

$R_0$  étant le rayon initial et :

$$\sqrt{R} = \sqrt{R_0} - \frac{KL}{8\pi R_0^{\frac{5}{2}}}$$

Supposons par exemple le quartzite précédent. On a :

$$K = \frac{1,74 \cdot 10^{-4} \times 9,471}{3800} = 4,33 \cdot 10^{-7}, \quad R_0 = 0^{\text{cm}}, 943.$$

$$L = \frac{8\pi R_0^{\frac{5}{2}} \left[ R_0^{\frac{1}{2}} - R^{\frac{1}{2}} \right]}{K_0}$$

$K_0$  étant la valeur de K corrigée de ce fait que le corps est dans

l'eau. Un corps de densité  $\mu$ , n'a donc plus pour densité apparente que  $\mu - 1$  et :

$$K_e = \frac{\mu - 1}{\mu} K,$$

donc finalement :

$$L = \frac{\mu}{\mu - 1} \frac{8\pi R_o^{\frac{5}{2}} \left[ R_o^{\frac{1}{2}} - R^{\frac{1}{2}} \right]}{K}.$$

$$\mu = 2,76, \quad R_o^{\frac{5}{2}} = 0^{\text{cm}},859, \quad R_o^{\frac{1}{2}} = 0,971.$$

Le galet serait donc en poussière au bout d'un parcours de :

$$L = \frac{2,76 \times 8 \times 3,14 \times 0,859 \times 0,971}{1,76 \times 4,33} 10^7 = 7,6.10^7 \text{ m.}$$

$$L = 7,6.10^4 = 76\ 000 \text{ km.}$$

Le galet devrait donc faire près de deux fois le tour de la terre. On a vu d'ailleurs plus haut pourquoi ce nombre est purement théorique.

Quel a été le chemin parcouru à partir du point où le rayon était double (près de 2 cm.)?

Alors :

$$R^{\frac{1}{2}} = \sqrt{2} R_o^{\frac{1}{2}}$$

d'où :

$$L_{\frac{1}{2}} = L_o (1 - \sqrt{2}) = - 0,414 L_o = - 31\ 400 \text{ km.}$$

Si l'on admet avec les océanographes qu'un galet brassé par la mer le long d'une côte effectuée entre deux quelconques de ses positions un parcours total égal environ à mille fois leur distance comptée parallèlement au rivage, on voit qu'il suffit d'un déplacement d'une trentaine de kilomètres parallèlement à la côte pour réduire de moitié le diamètre d'un de ces galets.

On pourrait faire le même calcul pour le quartz et la lydienne. La valeur de  $L$  trouvée plus haut montre en outre qu'à égalité de diamètres moyens et de poids spécifiques, les parcours



nécessaires pour provoquer une même diminution de taille sont proportionnels aux coefficients de dureté, ou inversement proportionnels aux coefficients d'usure. Il en sera d'ailleurs toujours ainsi chaque fois que la relation élémentaire sera de la forme :

$$-\frac{dL}{dV} = Kf(R),$$

$f(R)$  ne contenant pas le coefficient  $K$ .

Des résultats plus précis des expériences précédentes seront les valeurs des parcours-limites relatifs de galets de dureté et de taille différentes.

Ainsi, pour le quartz blanc, on a :

$$K_2 = \frac{1,155 \times 10^{-4} \times 10,402}{3800} = 3,138 \cdot 10^{-7} \quad R_0 = 0,974.$$

$$L \text{ limite} = \frac{2,66 \times 8 \times 3,14 \times 0,932}{1,66 \times 3,138} 10^7 = 119500 \text{ km.}$$

Le diamètre était double à une distance de 49500 km.

Pour la lydienne quartzreuse, non schisteuse (pour la lydienne schisteuse, ce calcul n'aurait aucun sens), on a :

$$R_0 = 1^{\text{m}}, 228.$$

$$K_2 = \frac{0,502 \times 10^{-4} \times 13,602}{3800} = 1,799 \cdot 10^{-7} \quad R_0 = 1,071.$$

$$L \text{ limite} = \frac{2,655 \times 8 \times 3,14 \times 1,228}{1,655 \times 1,799} 10^7 = 274000 \text{ km.}$$

Le diamètre était double à 113800 km. (\*).

Ces nombres montrent cependant que les distances limites sont fort différentes pour les quartzites, les quartz et les lydienes. Il en résulte donc ces faits : ou que les trois roches quartz filonien, quartzite et lydienne se sont fragmentées en morceaux de

1. Dans l'étude de l'usure des galets d'un conglomérat, il faudrait faire intervenir, outre l'usure par frottement, comme dans le calcul ci-dessus, l'usure par roulement et l'usure au choc qui, sur un parcours donné, interviennent plus souvent que la première et dans une proportion inconnue. L'usure kilométrique réelle doit donc être inférieure à l'usure par frottement seul.

tailles initiales très inégales et proviennent de la même région, après avoir parcouru pour arriver à la taille des galets de l'expérience plusieurs centaines de milliers de kilomètres, ou qu'elles se sont divisées en fragments de tailles initiales égales et n'ont pas même provenance.

En réalité, nous savons *a priori* qu'une grande partie des quartz proviennent de filons des quartzites et ont en général une taille initiale un peu inférieure à ces derniers ; mais, comme tous les terrains cristallins en fournissent, et que de grandes régions cristallines ont été sûrement arasées aussi par la transgression triasique, on ne peut rien en conclure.

Quant aux lydiennes, étant donnée l'absence d'affleurements de *roches identiques aux galets du grès vosgien*, tant en France que même en Allemagne (celles de Thuringe, celles même des conglomérats houillers de Sarrebruck sont différentes), il est fort difficile de préjuger de la taille initiale des fragments de ces roches. Cependant, étant donnée la taille de nombreuses lydiennes du *Hauptkonglomerat*, qui atteint presque celle des quartzites et dépasse la taille moyenne des quartz, on reste en deçà de la vérité en admettant une égalité de volume initiale pour les deux roches.

Il résulte de là que certaines lydiennes siliceuses les plus dures ont parcouru un chemin plus que double du trajet moyen des quartz filoniens, et si l'on admettait l'égalité initiale avec les quartzites, ce chemin serait au moins quatre à cinq fois supérieur à celui de ces dernières roches, d'autant plus que je n'en ai étudié précédemment que les plus dures.

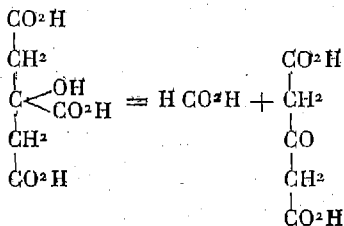
# RECHERCHE

DE

# L'ACIDE CITRIQUE

Par G. FAVREL

On sait que l'acide citrique mis en présence d'acide sulfurique concentré se décompose en acide acétone dicarbonique et acide formique suivant l'équation :



Ayant eu dernièrement l'occasion de préparer l'acide acétone dicarbonique en utilisant cette réaction, j'ai pensé que, s'il était possible de réaliser pratiquement et commodément cette transformation, on pourrait de la production même de cet acide conclure à la présence de son générateur l'acide citrique.

Voici comment il convient d'opérer pour atteindre ce but :

« La solution dans laquelle il faut rechercher l'acide citrique sera évaporée à sec, de manière à obtenir un résidu renfermant quelques centigrammes d'acide citrique ou de citrate, qui sera ensuite introduit dans un tube à essai contenant 5 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré.

« La réaction commence aussitôt et s'annonce par un dégage-

ment de petites bulles d'oxyde de carbone, résultant de l'action sulfurique concentrée sur l'acide formique produit; on la termine en maintenant le tube à essai dans un bain-marie bouillant pendant une minute.

« Le contenu du tube est alors refroidi par immersion dans l'eau froide puis à ce moment additionné de 5 centimètres cubes d'eau et refroidi de nouveau. »

Par agitation avec de l'éther sulfurique, lavage de la dissolution éthérée, évaporation de celle-ci, on obtient un résidu le plus souvent cristallin, qui est dissous dans 2 ou 3 centimètres cubes d'eau. Avec la dissolution ainsi obtenue, on peut faire la réaction suivante pour caractériser l'acide acétone dicarbonique :

Une petite quantité de cette solution additionnée d'une goutte de perchlore de fer neutre et étendu, donne immédiatement une coloration rouge vineuse disparaissant par un excès d'acide minéral.

Dans le cas où la solution primitive contiendrait des formiates ou des acétates, on pourrait rechercher l'acide citrique sans faire subir de modification au mode opératoire, les acides formique ou acétique libres n'exerçant aucune action sur le chlorure ferrique.

Si enfin la solution primitive contenait de l'acide salicylique ou des salicylates, on éliminerait au préalable cet acide par précipitation avec un excès d'acide chlorhydrique et agitation avec de l'éther sulfurique.

Enfin avec la solution d'acide acétone dicarbonique obtenue comme précédemment, on obtient les réactions suivantes :

1° Avec le chlorure d'or à l'ébullition coloration violette par suite de la production d'or réduit, cette réaction est aussi sensible que la précédente ;

2° Avec le nitrate d'argent ammoniacal, précipité noir d'argent réduit ;

3° Avec le chlorure de palladium, précipité noir de palladium réduit ;

4° Avec le sulfate mercurique acide, production d'un précipité blanc, à froid, de sulfate mercurieux ;

5° Avec la solution de ferricyanure et de perchlore de fer, production de bleu de Prusse.

# L'USAGE DU BAROMÈTRE

POUR L'ÉTUDE DES

## RÉGIONS FAIBLEMENT PLISSÉES

Par HENRY JOLY

---

Dans une note que nous avons présentée, M. Nicklès et moi, à l'Académie des sciences, le 11 mai 1907, sur la *Tectonique du nord de Meurthe-et-Moselle*, nous avons donné les résultats de l'étude tectonique de notre région ; résultats mis en évidence sur la carte annexée à cette note.

Il n'est peut-être pas inutile de rappeler que cette étude a eu pour origine les recherches de houille en Meurthe-et-Moselle ; il s'agissait, d'après le principe exposé par M. Nicklès dans son intéressante brochure : *De l'existence possible de la houille en Meurthe-et-Moselle*, de placer les sondages sur les points où les terrains secondaires sont le plus saillants, de manière à avoir l'épaisseur minimum de morts terrains pour arriver au houiller. Dans la même brochure, M. Nicklès indiqua une série de points géologiquement élevés et, par conséquent, favorables aux recherches.

Mais les contours des dômes et des cuvettes signalés demandaient à être tracés avec une plus grande précision, et c'est pour parvenir à ce but que j'ai songé à appliquer à la région lorraine la *méthode des courbes de niveau* qui consiste à traduire en courbes de niveau, sur une carte, le relief d'une surface géologique déterminée, la limite entre deux étages par exemple. Cette méthode n'est pas nouvelle, elle a été employée par M. Marcel Bertrand qui traça de 50 en 50 mètres les courbes de niveau de toute la France ;

par M. Rolland pour le toit de la formation ferrugineuse dans le bassin de Briey (feuilles de Metz et de Longwy); par M. Villain pour le mur de la couche grise dans le même bassin; par M. Gosselet pour le bassin houiller du Nord; enfin, par M. Van Verwecke pour le trias d'Alsace. Cependant, pour tracer les courbes de niveau du toit des argiles de Levallois dans notre région, il était nécessaire d'avoir les cotes d'affleurement de ces terrains dans le plus de points possible, et l'on ne pouvait songer à utiliser, comme pour le bassin de Briey et le bassin du Nord, les cotes données par les sondages, parce que la plupart de ces sondages n'étaient pas encore commencés et que ceux existants étaient trop éloignés les uns des autres : Éply, Atton, Pont-à-Mousson, Lesménils et Abaucourt.

Il fallait donc chercher un procédé permettant d'obtenir des cotes nombreuses et précises, la carte d'état-major n'étant pas utilisable à ce point de vue. On ne pouvait songer à faire du nivellement de précision, ce qui aurait demandé trop de temps; il ne restait plus qu'à utiliser le baromètre. Cet instrument, comme on sait, est destiné à mesurer la pression de l'air sur la surface du sol; cette pression est proportionnelle à la hauteur de la colonne d'air au-dessus du point considéré. Il en résulte que, si l'on s'élève, la hauteur de la colonne d'air existant au-dessus de l'observateur diminue, et le baromètre indique une pression moins forte. Or, en physique il est établi que, pour une colonne d'air moins forte de 280 mètres, le baromètre indique une pression, estimée en millimètres de mercure, de 25 millimètres en moins, mais seulement si l'on ne s'écarte pas trop de la pression que l'on a prise pour base et qui est celle de 760 millimètres de mercure (pression moyenne au niveau de la mer). Si, en effet, l'on s'éloigne seulement de la pression normale d'une centaine de millimètres de mercure, c'est-à-dire si l'on monte à une altitude d'environ 1 000 mètres, on constate que la différence de hauteur de mercure pour une même dénivellation de 280 mètres n'est plus que de 22 millimètres environ, ce qui s'explique par la moindre densité de l'air au fur et à mesure que la pression est moins forte, ce qui du reste a lieu aussi pour le mercure, mais dans une autre proportion.

Quoi qu'il en soit, la loi qui préside aux proportions existantes entre la hauteur de la colonne de mercure dans un baromètre, et la hauteur de la colonne d'air, lorsque l'on fait varier la colonne

d'air, a été établie rigoureusement et mathématiquement. Il en résulte que l'on peut établir sur les baromètres, en regard de la graduation en millimètres de mercure, une graduation en mètres, correspondant aux variations d'altitude.

Cependant, la pression atmosphérique est soumise à des variations continuelles, et il est nécessaire de tenir compte de ces variations lorsque l'on se sert du baromètre comme instrument de nivellement. Les corrections à faire sont assez délicates, et, comme l'usage du baromètre est destiné peut-être à devenir fréquent dans les études de tectonique, j'ai cru utile d'exposer en détail la méthode que j'ai suivie.

Le baromètre employé est un *baromètre anéroïde, holostérique, compensé, de la maison Naudet, à Paris*, qui a été fourni au laboratoire de géologie par M. Bellieni, opticien à Nancy. Le cadran porte deux graduations concentriques, l'intérieure correspond aux millimètres de mercure; les petites divisions de cette graduation indiquent de deux en deux les dixièmes de millimètre. La graduation extérieure donne la hauteur en décimètres, les divisions intermédiaires sont de 2 mètres en 2 mètres. Le zéro de la graduation en mètres correspond au 760 de la graduation en millimètres de mercure. Comme la pression diminue à mesure que l'on s'élève en altitude, les deux graduations croissent et décroissent en sens inverse l'une de l'autre. L'instrument est gradué de  $-300$  mètres à  $+1000$  mètres, il n'est utilisable que dans ces intervalles, car, si ces limites étaient dépassées, il pourrait être faussé.

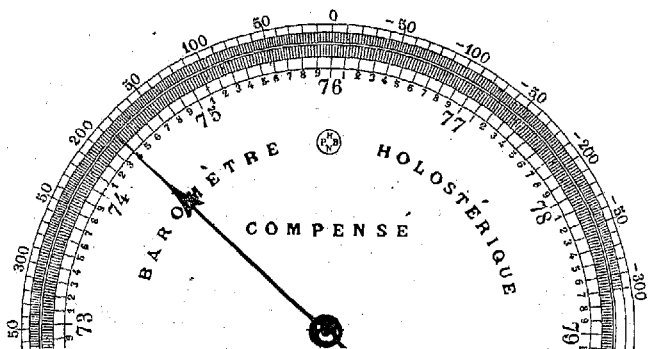


FIG. 1. — Portion de cadran du baromètre

Il est nécessaire que le baromètre soit réglé sur l'altitude du lieu, autrement, il pourrait s'introduire des erreurs dues à l'inégalité de distance qui, corollaire de la loi indiquée plus haut, existe entre les divisions métriques.

L'aiguille indicatrice est terminée par une partie effilée très fine, afin de supporter l'emploi de la loupe pour la lecture et l'estimation des quarts de division. On arrive ainsi à lire couramment, même sans l'aide de la loupe, le quart de division, ce qui correspond à 50 centimètres de dénivellation. La précision de la lecture est donc plus que suffisante, car elle donne une approximation bien plus grande que celle que l'on obtient après les corrections dues aux variations de pression. Cependant, la lecture est assez délicate, car il est nécessaire, lorsqu'on fait un cheminement sur le terrain dans le but de relever les cotes d'altitude de différents points, de prendre des précautions sans lesquelles on peut tomber dans de fortes erreurs :

1° La lecture de l'instrument doit toujours être faite de la même façon, c'est-à-dire que la position que l'on donne au baromètre au moment de la lecture doit toujours être identique ; les erreurs que l'on peut faire si l'on n'observe pas cette règle peuvent aller jusqu'à 10 mètres. *Il est nécessaire de donner au baromètre une position horizontale pour la lecture* : dans cette position, en effet, le poids des différentes pièces du mécanisme et de l'aiguille n'agit en rien sur la position de celle-ci.

D'autre part, quand on arrive en un point dont on veut prendre la cote, il faut laisser à l'appareil le temps de se mettre au point, c'est-à-dire de vaincre l'inertie du mécanisme, ce qui demande cinq à dix minutes, et l'on s'assure, avant de faire la lecture, que la position de l'aiguille est définitive, en donnant avec les doigts de petits coups secs sur le cadran ; si l'aiguille ne change plus de position, ou si ses oscillations se font également à droite et à gauche, la position de l'aiguille est définitive, l'instrument est au point, et l'on doit faire la lecture ;

2° Il faut avoir soin, en second lieu, d'éviter les changements trop brusques de température qui peuvent avoir une répercussion sur la dilatation des pièces du mécanisme ; c'est pour cette raison, du reste, que l'on enferme l'instrument dans un étui en cuir doublé de flanelle ;

3° Dans les cheminements, il faut éviter autant que possible les



changements de sens dans la marche, ascension, descente, car, à chacun de ces changements, le baromètre demande un temps plus long pour se mettre au point, surtout si les changements sont brusques, si après avoir monté une côte rapide par exemple, on descend ensuite dans un ravin.

A ces précautions relatives à l'instrument lui-même, s'ajoutent d'autres précautions non moins importantes et utiles surtout pour permettre de faire les corrections avec une plus grande approximation.

Pendant un cheminement, on ne doit jamais négliger de se rapporter à une cote connue : la cote d'une gare de chemin de fer, d'un passage à niveau, d'un pont, points où l'on rencontre presque toujours des indications précises de l'altitude ; il ne faut pas, du reste, se rapporter aux points cotés de la carte d'état-major qui sont difficiles à repérer et ne sont pas rapportés au même plan de base que les cotes des gares et des ponts.

Lorsqu'on ne peut se rapporter à des cotes connues, il faut employer le *cheminement par cycles fermés*, c'est-à-dire repasser après deux ou trois heures de marche à un point que l'on a déjà coté pour en prendre à nouveau la cote. Il est bien entendu cependant que l'on doit avoir, au départ, rapporté son instrument à une cote réelle et qu'on doit aussi le rapporter à une cote semblable à la fin de la tournée. Chaque fois, au cours de la tournée, que l'on s'arrête en un point plus d'un quart d'heure, il faut lire le baromètre à l'arrivée et au départ.

Enfin, chaque fois que l'on fait une lecture barométrique, il est utile de *noter l'heure à laquelle elle est faite*.

On réunit ainsi le plus grand nombre d'éléments possible pour établir les corrections. Pour les faire, on se sert des indications données par un baromètre enregistreur, mais à titre d'indication seulement, car si, le plus souvent, la pression dans les deux régions plus ou moins éloignées, celle où se trouve le baromètre enregistreur et celle où l'on a travaillé, a varié dans le même sens, elle n'a généralement pas varié de la même quantité.

On trace ensuite, en se servant des cotes exactes auxquelles on s'est rapporté et des indications données par les points de recoupement, la courbe des variations de la pression. On n'a plus, alors, pour déduire la cote réelle des points relevés, qu'à faire des soustractions ou des additions graphiques. Il est pour cela préférable

d'établir la courbe des variations de pression en portant les hauteurs en mètres plutôt qu'en millimètres de mercure; les longueurs sont comptées en heures et minutes.

Prenons, pour fixer les idées, un exemple de cheminement. Ce cheminement a été fait aux environs de Brin.

DÉSIGNATION DES POINTS		COTES réelles	COTES barométriques	HEURES
Point coté	n° 1. Gare de Brin . . . . .	202,86	126	6 <sup>h</sup> 40
	2. Argiles de Levallois, carrière au S. O. de Brin . .	»	151	7 00
	3. — à 300 mètres plus loin . . . . .	»	143	7 10
	4. — sur la voie du chemin de fer . . . . .	»	139	7 30
	5. — dans les champs en face . . . . .	»	139	7 35
	6. — dans le chemin de Brin . . . . .	»	143	8 00
	7. — derrière le village de Brin . . . . .	»	149	8 10
	8. Petit pont . . . . .	198,84	122	8 30
	9. Argiles de Levallois, avant Bey . . . . .	»	141	9 00
	10. Pont de Bey . . . . .	199,45	124	9 15
	11. Argiles de Levallois, à Lanfroicourt . . . . .	»	145	10 00
	12. — au cimetière de Bey . . . . .	»	148	10 45
	13. Auberge, arrivée . . . . .	»	136	11 00
	— départ . . . . .	»	238	12 00
	8. Petit pont . . . . .	198,84	122	1 45
	14. Argiles de Levallois, vers Bioncourt, n° 1 . . . . .	»	148	2 10
15. — — n° 2 . . . . .	»	154	2 20	
16. — — n° 3 . . . . .	»	159	2 40	
1. Gare de Brin . . . . .	202,86	125	3 10	

Ce cheminement est un grand cycle fermé où l'on s'est recoupé plusieurs fois; ainsi le point n° 8 a été coté deux fois à cinq heures d'intervalle : le tronçon compris entre les deux cotes de ce point forme un cycle fermé, les autres tronçons aussi forment par le même fait des cycles fermés. Enfin, on a eu, outre la cote du point de départ et celle du point d'arrivée, gare de Brin, deux autres points à cote réelle connue par un repère Bourdaloue : point n° 8 et point n° 10.

**Construction de la courbe des variations barométriques dues aux différences de la pression atmosphérique**

On s'est rapporté pour connaître le sens des variations au baromètre enregistreur de M. Bellieni, à Nancy. La courbe enregistrée par le baromètre présentait un minimum vers midi.

Pour faire la correction, nous portons en abscisses les heures et minutes et en ordonnées les cotes relevées barométriquement aux points dont on connaît la cote réelle, en prenant comme zéro, en chacun de ces points, la cote réelle du lieu, c'est-à-dire que l'on porte la différence entre les deux cotes avec le signe + si la cote barométrique est plus faible que la cote réelle et avec le signe — dans le cas inverse.

Ainsi pour le point n° 1 nous portons  $203 - 126 = 77$ , en arrondissant le chiffre 203 au lieu de 202,86. Pour le point n° 8 coté la première fois, nous portons  $199 - 122 = + 77$ ; pour le point n° 10,  $199 - 124 = + 75$ ; pour le point n° 8 coté la seconde fois,  $199 - 122 = + 77$ ; enfin, pour la gare de Brin au retour,  $203 - 125 = + 78$ . Nous observerons en outre que, entre le point de départ et le point d'arrivée à l'auberge, la pression atmosphérique a baissé de 2 mètres.

Tous ces points une fois portés, on les joint par une courbe qui est la courbe des variations barométriques exprimées selon les divisions en mètres du baromètre.

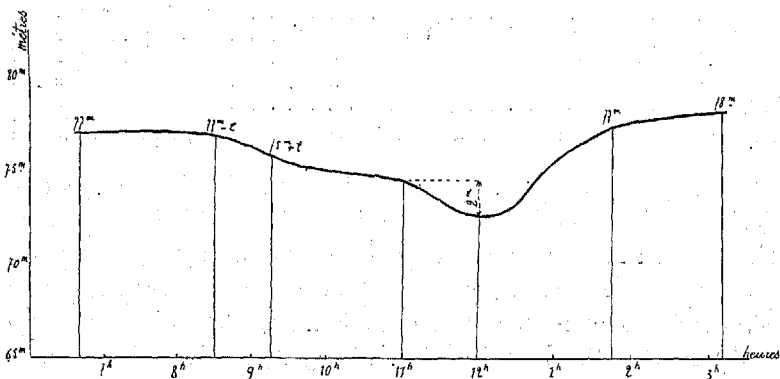
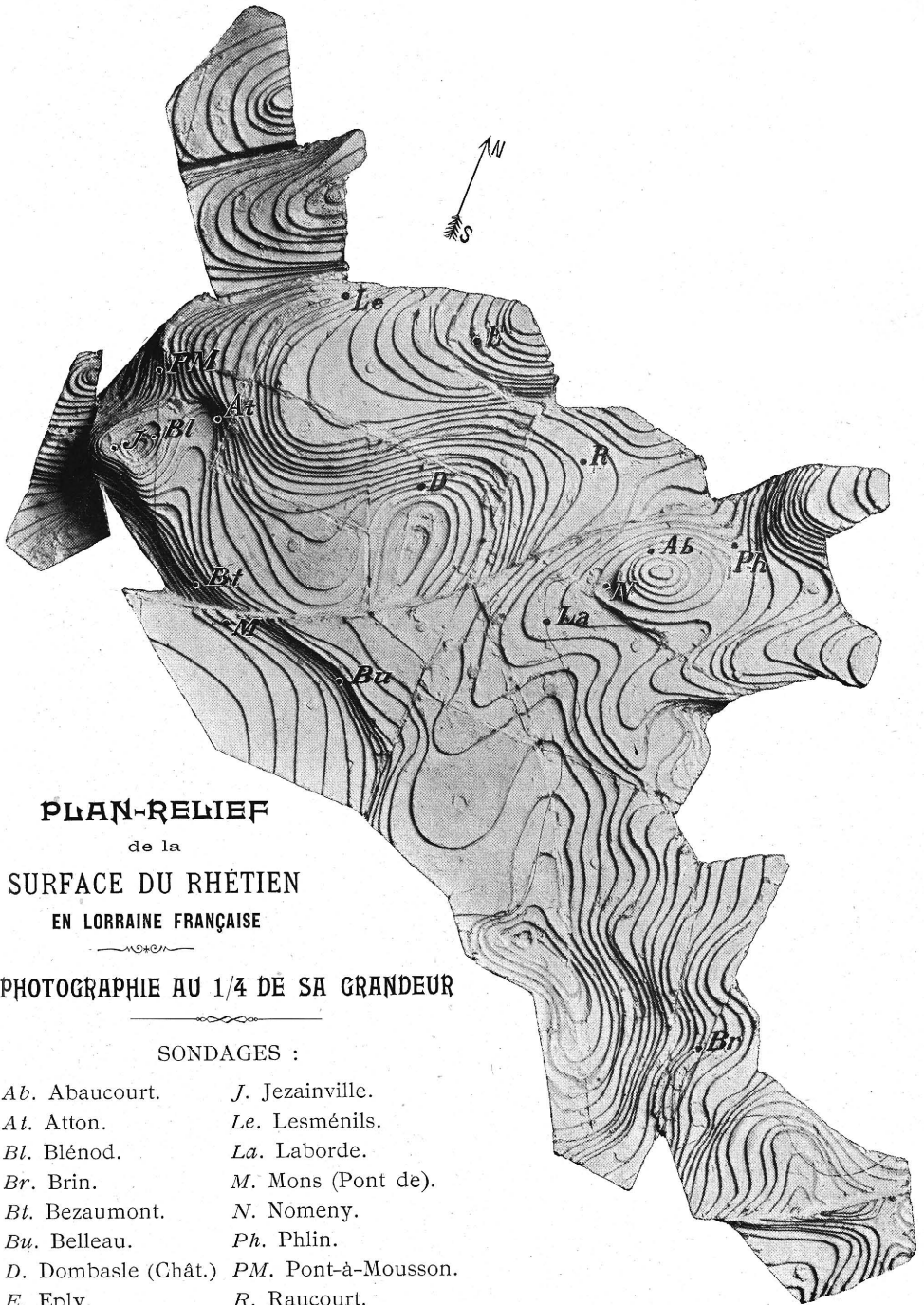


FIG. 2. — Courbe des variations barométriques.

Il ne reste plus maintenant, pour calculer les cotes réelles des points que l'on veut avoir, qu'à ajouter à chacune des cotes lues au baromètre la hauteur, avec son signe, de la courbe à l'heure où la cote a été prise.

Ainsi à 7 heures nous ajouterons  $+ 77^m$  soit  $151 + 77 = 228$ , à 7<sup>h</sup>10 nous ajouterons  $+ 77^m$ , etc.

Il est à remarquer que la précision est assez grande dans



**PLAN-RELIEF**

de la

**SURFACE DU RHÉTIEN**

EN LORRAINE FRANÇAISE

—————

**PHOTOGRAPHIE AU 1/4 DE SA GRANDEUR**

**SONDAGES :**

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| Ab. Abaucourt.      | J. Jezainville.     |
| At. Atton.          | Le. Lesménils.      |
| Bl. Blénod.         | La. Laborde.        |
| Br. Brin.           | M. Mons (Pont de).  |
| Bt. Bezaumont.      | N. Nomeny.          |
| Bu. Belleau.        | Ph. Phlin.          |
| D. Dombasle (Chât.) | PM. Pont-à-Mousson. |
| E. Eply.            | R. Raucourt.        |

l'exemple choisi, parce que les variations barométriques ont été faibles et que les points de repère étaient nombreux.

On a souvent des opérations moins précises, et l'erreur peut descendre à 2 ou 3 mètres, elle n'est jamais inférieure à 1 mètre; lorsqu'elle dépasse 3 mètres, on rejette l'observation et l'on recommence une nouvelle tournée sur le terrain si l'équidistance des courbes de niveau que l'on se propose de tracer est de 5 mètres.

En résumé, l'usage du baromètre permet une approximation assez grande, les erreurs étant facilement réduites à 1 ou 2 mètres pour une excursion, si l'on n'a pas affaire à de trop grandes dénivellations; on peut donc se servir avantageusement de cet instrument pour faire du nivellement expédié et, en géologie, pour relever les plissements et les pendages de couches de terrain, ainsi que le rejet des failles; les problèmes de tectonique deviennent ainsi des problèmes de géométrie cotée et la configuration tectonique d'une région peut se fixer sur une carte et se reproduire en plan relief. J'ai dressé en effet un *plan relief de la surface des marnes de Levallois*, dans notre région, en découpant dans des feuilles de carton le tracé des courbes de niveau de cette surface, et en empilant ces feuilles de carton les unes sur les autres, selon le procédé qui m'avait été indiqué par M. Thoulet. L'épaisseur d'un carton représente une hauteur de 5 mètres, et l'échelle planimétrique est de  $\frac{1}{50000}$ .

*Remarque.* — On peut quelquefois éviter de cheminer par cycles fermés lorsque l'on est en pays assez découvert, en utilisant le niveau-lyre du colonel Goulier avec lequel on fait des visées sur un point coté auparavant. Mais l'approximation est moins grande. On se servira surtout de cet appareil pour se reporter à un point coté lorsqu'on a quelques raisons de craindre que les variations de la pression atmosphérique ne soient devenues assez fortes, et qu'on n'a pas d'autre moyen de le vérifier.

---

## NÉCROLOGIE

---

Dans le courant du mois de mai, la Société des sciences a fait une perte considérable en la personne de M. LUCIEN BOPPE, ancien directeur de l'École nationale des eaux et forêts, officier de la Légion d'honneur.

Il nous appartenait depuis vingt ans comme membre titulaire et fut notre président durant l'année 1891. Très assidu à nos séances, il prenait une part active aux discussions qui s'engagent à la suite des communications et sa parole était toujours écoutée avec la déférence due à sa haute science comme à sa longue pratique des questions forestières, et aussi avec la sympathie que lui méritait sa parfaite urbanité.

Né à Nancy le 3 juillet 1834, d'une vieille et honorable famille de notre cité, l'heure de la retraite n'avait pas été pour lui l'heure du repos. Mêlé activement à la vie publique, il fut longtemps conseiller municipal, il était resté membre de nombreuses sociétés et commissions, administrateur des hospices, s'occupant beaucoup d'œuvres charitables. Avec lui disparaît un savant distingué et un vrai philanthrope.

Après sa sortie de l'École forestière et un stage à Saint-Dié, il débutait comme garde général à Saint-Dié; nommé sous-inspecteur en Savoie, il ne tardait pas à revenir dans le Nord-Est, comme membre de la commission d'aménagement de la Marne et des Ardennes, poste qu'il quittait en 1868 pour prendre la direction du cantonnement alors attaché à l'École forestière; appelé en 1881 à la sous-direction de l'établissement, il y devenait en même temps professeur titulaire du cours d'économie forestière. En 1893, il fut nommé directeur de l'École, poste qu'il occupa jusqu'au 15 octobre 1898, époque à laquelle, pour des raisons de santé, il crut devoir demander sa retraite. M. Boppe était membre

du Conseil supérieur de l'agriculture et correspondant de la Société nationale d'agriculture (section de sylviculture). Il est l'auteur d'assez nombreux travaux imprimés parmi lesquels on peut citer comme particulièrement importants : *Cours de technologie forestière*, 1886; *Traité de sylviculture*, 1889; *Chasse et pêche en France*, 1900; *Les Forêts*, en collaboration avec M. Jolyet, 1900.

DES  
PASSAGES DE MERCURE  
SUR LE SOLEIL

LE PASSAGE DU 14 NOVEMBRE 1907<sup>(1)</sup>

Par G. FLOQUET

---

Un passage de Mercure sur le disque du Soleil est un phénomène dont l'aspect n'appelle nullement l'attention. C'est, en somme, une éclipse annulaire de Soleil, mais une éclipse sans aucun appareil, qui diffère singulièrement en cela des éclipses annulaires de Soleil produites par la Lune. Le phénomène n'est même pas visible à l'œil nu et, si l'on emploie des grossissements suffisants, on voit simplement une petite tache ronde, très noire, traverser de part en part le disque solaire, en mettant généralement plusieurs heures pour effectuer la traversée.

Néanmoins, pour des raisons que je donnerai plus loin, le phénomène présente, aujourd'hui encore, un réel intérêt au point de vue astronomique.

Le 14 novembre prochain se produira un passage de Mercure qui, si le ciel est pur, sera visible à Nancy. C'est là l'origine de la présente note.

I

1. Au moment où Mercure passe devant le Soleil, il se trouve entre cet astre et la Terre. On est donc à l'époque d'une conjonc-

---

(1) Communication faite à la Société des sciences, le 6 mai.



tion inférieure et, par conséquent, le phénomène ne peut se produire qu'à une telle époque.

Réciproquement, toute conjonction inférieure donne-t-elle lieu à un passage ? Il en serait évidemment ainsi, si le plan de l'orbite de la planète coïncidait avec le plan de l'écliptique. Mais la coïncidence n'existe pas, l'angle des deux plans étant de  $7^\circ$  environ. Il en résulte que le phénomène du passage, au lieu de se produire pour toutes les conjonctions inférieures, c'est-à-dire trois fois par an en moyenne, ne se produit que pour un petit nombre d'entre elles. Pour qu'il se produise lors d'une conjonction inférieure donnée, il faut en effet qu'à ce moment la planète soit suffisamment voisine de l'écliptique. Les seules conjonctions inférieures efficaces sont donc celles qui ont lieu pour des positions de Mercure suffisamment voisines d'un des nœuds de son orbite. Or les conjonctions de cette nature sont assez rares.

Elles ne peuvent d'ailleurs se produire qu'en mai et en novembre, car la ligne des nœuds de l'orbite de Mercure rencontre l'orbite terrestre en deux points que la Terre traverse en mai et en novembre. En mai, la Terre traverse le point qui répond au nœud descendant, en novembre, celui qui répond au nœud ascendant. C'est donc seulement en mai et en novembre que peuvent avoir lieu les conjonctions avec passage de Mercure.

Il est facile de voir que les passages de novembre, c'est-à-dire les passages par le nœud ascendant, sont plus fréquents que les passages de mai, par le nœud descendant. En effet, on peut dire, d'une manière très approchée, que la condition pour qu'il y ait passage est

$$[\lambda'] < \Delta,$$

ou, ce qui revient au même,

$$[\sin \lambda'] < \sin \Delta,$$

$\lambda'$  désignant la latitude géocentrique de Mercure et  $\Delta$  le demi-diamètre apparent du Soleil. Mais, si nous appelons  $\lambda$  la latitude héliocentrique de Mercure,  $\varrho$  sa distance au Soleil et  $r$  la distance de la Terre au Soleil, comme, au moment d'une conjonction inférieure, la distance de Mercure à la Terre est très sensiblement égale à la différence  $r - \varrho$ , on a

$$(r - \varrho) \sin \lambda' = \varrho \sin \lambda,$$

qui donne  $\sin \lambda'$ . L'inégalité s'écrit donc

$$[\sin \lambda] < \left( \frac{r}{\rho} - 1 \right) \sin \Delta,$$

et, sous cette forme, elle met en évidence le fait énoncé. Effectivement, en raison de la faible excentricité 0,02 de l'orbite de la Terre,  $r$  et  $\Delta$  sont à peu près les mêmes en mai et en novembre; au contraire, la notable excentricité 0,21 de l'orbite de Mercure fait que, par suite de l'orientation de cette orbite,  $\rho$  est plus petit en novembre qu'en mai. Le second membre de l'inégalité est donc plus grand pour le premier de ces mois que pour le second et, par conséquent, l'inégalité est satisfaite plus souvent en novembre qu'en mai.

2. Comme Mercure, l'autre planète inférieure, Vénus, a aussi ses passages sur le disque solaire. Mais ils sont beaucoup plus rares encore que ceux de Mercure, les conjonctions inférieures dans le voisinage de la ligne des nœuds étant ici beaucoup moins fréquentes. C'est en juin et en décembre que se produisent les passages, et les deux époques offrent des chances égales, parce que, en raison de la très faible excentricité 0,01 de l'orbite de Vénus,  $\rho$  aussi a très sensiblement la même valeur aux deux époques.

3. Le premier passage de Mercure qui ait été observé est celui du 7 novembre 1631. Il le fut par un savant français, l'abbé Gas-sendi, qui observa le phénomène à Paris, au Collège de France. Pour cela, il projeta l'image du Soleil sur une feuille de papier blanc, dans une chambre obscure, utilisant ainsi un procédé mis en usage par Scheiner pour suivre les taches du Soleil.

Le premier passage qui ait été observé pendant toute sa durée, depuis l'entrée de Mercure sur le disque solaire jusqu'à sa sortie, est le passage du 7 novembre 1677. C'est Halley qui fit l'observation, pendant son séjour d'une année à l'île de Sainte-Hélène, et c'est cette observation qui suggéra au célèbre astronome anglais l'idée de son admirable méthode, fondée sur l'emploi des passages de Vénus, pour la détermination de la parallaxe du Soleil.

Le passage du 11 novembre 1736 fut le premier qu'on observa complètement à Paris.

Voici le tableau des passages de Mercure qui ont été observés, en tout ou en partie, depuis l'année 1690 :

11 novembre 1690.	5 novembre 1789.
3 novembre 1697.	7 mai 1799.
6 mai 1707.	9 novembre 1802.
9 novembre 1723.	5 mai 1832.
11 novembre 1736.	8 mai 1845.
2 mai 1740.	8 novembre 1848.
5 novembre 1743.	12 novembre 1861.
6 mai 1753.	5 novembre 1868.
7 novembre 1756.	6 mai 1878.
9 novembre 1769.	7 novembre 1881.
12 novembre 1782.	9 mai 1891.
4 mai 1786.	10 novembre 1894.

Le passage du 7 novembre 1881 n'était pas visible en Europe; il fut observé des deux Amériques et de nos antipodes. La fin du passage du 9 mai 1891 était visible de la France entière, sauf d'une très petite région de l'Ouest; mais un ciel obstinément couvert mit obstacle aux observations françaises. Le passage du 10 novembre 1894 commençait en France vers le coucher du Soleil et l'état du ciel permit d'y observer les débuts du phénomène.

Voici maintenant les dates des passages les plus prochains :

14 novembre 1907.	8 mai 1924.
7 novembre 1914.	10 novembre 1927.

4. Il n'y a guère plus d'un siècle que l'on a réussi à prédire avec exactitude les circonstances d'un passage de Mercure et je ne saurais mieux faire que de reproduire ici les intéressants détails historiques qu'a donnés Tisserand dans sa belle notice « Sur les planètes intramercurielles », publiée dans l'*Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1882*.

Képler est le premier qui ait osé prédire un passage de Mercure sur le Soleil. En 1627, il annonça qu'un passage aurait lieu le 7 novembre 1631, avec une erreur possible d'un jour environ. Il avait utilisé pour cela ses Tables Rudolphines, fondées sur les observations de Tycho-Brahé, qui lui avaient coûté vingt-six années de travail. Le passage eut lieu en effet, dans les conditions annoncées par Képler, et c'est celui-là que Gassendi observa au Collège de France.

La Hire, qui pensait avoir dressé des tables exactes du mouve-

ment de Mercure, avait prédit pour le 5 mai 1707 un passage qui devait être visible à Paris; ce jour-là, le ciel fut magnifique, rien ne parut sur le disque du Soleil; le passage eut lieu dans la nuit et fut observé le 6 au matin par Røemer, à Copenhague.

Pour le passage de 1753, Lalande alla observer à Meudon, afin de procurer à Louis XV le plaisir de voir Mercure sur le Soleil; les tables de La Hire indiquaient l'entrée de la planète pour le 5 mai au soir et celles de Halley pour le 6 au matin, à 6<sup>h</sup> 30; elle eut réellement lieu le 6, à 2<sup>h</sup> 30 du matin.

L'inexactitude si évidente des tables de La Hire détermine Lalande à en construire de nouvelles et il annonce le passage du 4 mai 1786, espérant sans doute avoir prédit le moment de l'entrée à quelques minutes près; le récit suivant, fait par Delambre, va nous montrer qu'il n'en fut rien :

« Au lever du Soleil, dit Delambre, il pleuvait; tous les astronomes de Paris étaient à leurs lunettes; mais, fatigués d'attendre, ils quittèrent leur poste une demi-heure après le moment de la sortie calculée par les tables de Lalande, ne conservant plus aucune espérance. Je pris le parti d'attendre jusqu'après le moment indiqué par les tables de Halley; mais je n'eus pas besoin de tant de constance: l'observation arriva plus tard de trois quarts d'heure que suivant Lalande, mais trois quarts d'heure plus tôt que suivant Halley. Le Monnier et Pingré, Lalande et son neveu, Méchain, Cassini et ses trois adjoints, trompés par l'annonce, avaient tous manqué l'observation. Je leur montrai la mienne le soir même; ils ne voulaient presque pas y croire. Ce fut la première observation que j'eus l'occasion de porter à l'Académie des sciences et c'est de là que date ma carrière d'astronome observateur. »

Décidément, il fallait se ranger à l'avis de Mœstlin, qui disait en 1577: « Cette planète est faite pour décrier la réputation des astronomes. » Riccioli avait dit aussi: « Aucune planète n'a paru avoir des mouvements si compliqués; le Mercure céleste est aussi impénétrable pour les astronomes que le mercure terrestre pour les alchimistes. »

Cependant, Lalande ne se découragea pas et, ayant retouché ses tables, il eut la satisfaction de prédire assez exactement les passages de 1789, 1799 et 1802.

En 1813 parurent les tables de Mercure construites par de Lin-

denau et qui suffirent aux exigences des astronomes pendant près d'un demi-siècle.

Enfin, en 1842, puis en 1859, Le Verrier fit connaître les résultats de ses patientes et mémorables recherches sur Mercure. Elles étaient basées sur environ quatre cents observations méridiennes de la planète faites à l'Observatoire de Paris de 1801 à 1842 et sur les observations de quinze de ses passages, ayant eu lieu de 1661 à 1832. Le Verrier avait ainsi mis à profit un ensemble d'observations embrassant presque deux siècles et il arrivait à cette conclusion remarquable : « La théorie de Mercure cadre parfaitement avec ces observations, pourvu qu'on augmente de 38" le mouvement séculaire du périhélie de la planète. » Il montrait en outre que la nécessité de cette correction impliquait l'existence d'une certaine quantité de matière comprise entre Mercure et le Soleil, matière dont on n'avait pas encore tenu compte et qui d'ailleurs, actuellement, ne s'est pas encore révélée indubitablement à nous. La théorie définitive de Mercure a été publiée dans le tome V des *Annales de l'Observatoire de Paris*. Elle a été reprise par des méthodes différentes et M. Newcomb a discuté à nouveau toutes les observations des passages : toujours on a obtenu les mêmes résultats. Ce sont les tables de Le Verrier qui sont employées aujourd'hui en France. Elles sont en parfaite concordance avec les observations faites depuis près de deux siècles et demi et elles permettent de prédire, avec toute la précision désirable, les circonstances d'un passage.

##### 5. Quel est l'aspect d'un tel phénomène ?

Mercure, qui est si rarement visible à l'œil nu, ne l'est même pas quand il se projette sur le Soleil. En effet, son diamètre apparent est alors d'environ 12" au plus. Or un objet rond et obscur de 12", lors même qu'il se projette sur le Soleil, ne saurait être visible à l'œil nu.

Quand je parle de l'aspect du phénomène, il s'agit donc de l'aspect du passage observé à l'aide d'un grossissement. A défaut d'une lunette ou d'un télescope, une jumelle marine ou une jumelle de campagne est suffisante<sup>(1)</sup>. On peut aussi projeter l'image du Soleil sur un écran blanc, dans une chambre obscure, ainsi que le faisait Gassendi.

(1) Il va sans dire qu'il faut atténuer l'éclat des rayons solaires en interposant, en avant de l'oculaire, un verre enfumé ou fortement coloré.

Un observateur fictif, placé au centre de la Terre, verrait alors une petite tache ronde, très noire, traverser le disque solaire de l'est à l'ouest, d'un mouvement très sensiblement rectiligne et uniforme, mettant en général plusieurs heures pour effectuer la traversée. Cette traversée s'effectue suivant une corde oblique à l'écliptique et de l'est à l'ouest, puisque le mouvement de Mercure autour du Soleil est plus rapide que celui de la Terre.

Pour l'observateur placé à la surface du globe, l'aspect du phénomène est à peu près le même. On passe, en effet, du premier cas au second en tenant compte de la différence des parallaxes du Soleil et de Mercure et en introduisant la vitesse de l'observateur due à la rotation de la Terre. La différence des parallaxes produit un déplacement apparent de la planète par rapport au Soleil et la vitesse introduite, en se composant avec la vitesse première de l'observateur, modifie la vitesse apparente de Mercure. Or la différence des parallaxes du Soleil et de cette planète n'est jamais qu'un petit nombre de secondes et la vitesse due à la rotation de la Terre est toujours relativement faible. Le déplacement produit dans la position de Mercure et la modification de sa vitesse apparente sont donc de petites quantités, de sorte que l'aspect du phénomène reste à peu près le même, ses circonstances variant légèrement avec la position de l'observateur. Toutefois, en raison de la vitesse de rotation de l'observateur, le mouvement de la tache ne paraît plus rectiligne et uniforme.

Quelle que soit cette position à la surface de la Terre, le petit disque de la planète devient d'abord tangent extérieurement au bord oriental du disque solaire; il l'entame et bientôt il est tangent intérieurement; puis la tache, tout entière sur le front brillant de l'astre, glisse silencieusement; elle parvient enfin au bord occidental, l'échancre et disparaît, après lui avoir été tangente intérieurement d'abord, extérieurement ensuite. On assiste ainsi successivement au premier contact extérieur, au premier contact intérieur, à la plus courte distance des centres, au deuxième contact intérieur et au deuxième contact extérieur.

On peut définir la durée du passage comme étant l'intervalle de temps qui s'écoule entre les époques soit des deux contacts extérieurs, soit des deux contacts intérieurs, soit même de l'entrée et de la sortie du centre de Mercure.

Les deux contacts intérieurs sont susceptibles d'être observés

avec une grande précision : on prévoit en effet leur formation, Mercure étant préalablement visible, et elle se manifeste nettement par la jonction brusque des deux pointes lumineuses existant, avant le premier contact intérieur, de part et d'autre du point où il va se produire, ou par la rupture brusque du mince filet lumineux qui existe entre les deux disques un peu avant le deuxième contact intérieur. Mais il n'en est pas de même du premier contact extérieur, car, avant ce contact, on ne voit nullement le disque planétaire et sa présence ne devient sensible que lorsqu'il a déjà un peu échanuré le disque du Soleil<sup>(1)</sup>.

Cependant, le passage de Vénus sur le Soleil qui eut lieu le 3 juin 1769 et le passage de Mercure du 5 novembre 1868 ont mis en évidence des divergences très notables dans les temps observés des contacts intérieurs. En ce qui concerne ce passage de Mercure, par exemple, les temps notés dans les divers pays pour l'époque du deuxième contact intérieur, exprimés en temps moyen de Paris et réduits à ce qu'ils auraient été pour un observateur placé au centre de la Terre, variaient de  $9^h 9^m 11^s,3$  à  $9^h 9^m 56^s$ . A quoi tenait pareil désaccord ? L'instant d'un contact intérieur ne pourrait-il donc s'estimer avec précision ? La divergence tenait, pour une bonne part, aux apparences singulières qui avaient souvent accompagné l'observation du contact, lui enlevant toute la netteté du contact géométrique. Il s'agit du phénomène de la *goutte noire*, cette sorte de ligament qui apparaît comme une protubérance du disque de la planète à l'endroit où se produit son contact et qui met l'observateur dans l'embarras pour apprécier l'instant précis d'un contact intérieur. Mais, dès la fin de l'année 1868, MM. C. Wolf et C. André ont exécuté à Paris des expériences de passages artificiels, les unes à grande distance, entre l'Observatoire et le Palais du Luxembourg, les autres dans une chambre obscure, et ils ont montré que l'apparition de la goutte noire est un phénomène étranger, introduit par les défauts de l'objectif, en même temps qu'ils ont indiqué les moyens de déterminer les instants des contacts intérieurs avec une précision qu'ils estiment à 1 seconde de temps.

Pour terminer ces considérations sur l'aspect d'un passage de

(1) Notons à ce propos que l'on a déjà réussi à voir Mercure en dehors du Soleil, avant le premier contact extérieur, alors qu'il se projette sur l'atmosphère solaire, soit à l'aide du spectroscopie, soit simplement à la lunette.

Mercure, je ferai remarquer que la belle tache noire, suivant laquelle la planète se projette sur le disque étincelant, ne peut être confondue avec une des taches dont le Soleil est souvent parsemé. Les raisons suivantes, qu'en donne Arago, sont bien suffisantes. Une tache solaire emploie près de quatorze jours à traverser le disque; la tache exceptionnelle dont nous parlons fait le même trajet en une petite fraction de jour. Les taches solaires proprement dites marchent comparativement avec très peu de rapidité quand elles occupent le bord du Soleil; la tache actuelle est douée à peu près de la même vitesse près des deux bords et au centre. Les taches solaires offrent toujours dans leur contour de grandes irrégularités; la tache produite par l'interposition de Mercure est ronde et sans rien qui puisse être comparé, quant à la visibilité et à l'étendue, aux espaces faiblement lumineux entourant les taches proprement dites, auxquels on a donné le nom de pénombre. Enfin, cette dernière tache est d'un noir bien plus prononcé que les taches qui se forment dans le Soleil.

6. Voyons enfin quel intérêt astronomique peut présenter un passage de Mercure.

Ces passages ont été d'une grande utilité quand on a voulu calculer l'orbite de la planète avec une grande approximation. Un passage de Mercure donne, en effet, une estimation très précise de sa position à une époque déterminée. Effectivement, si l'on note aussi exactement que possible les instants des deux contacts intérieurs, à l'entrée et à la sortie, on en conclut, par un calcul simple, une mesure très précise de la position de Mercure au milieu du phénomène.

L'observation des passages de Mercure a servi de préparation à l'observation des passages de Vénus, qui sont si importants pour la détermination de la parallaxe du Soleil; mais ils sont beaucoup moins propres qu'eux à cette détermination et ne pourraient conduire à des résultats satisfaisants. En effet, Mercure se trouvant bien plus près du Soleil que Vénus, il en résulte que, lors de ses passages, la différence entre sa parallaxe et celle du Soleil est beaucoup plus petite que la différence analogue pour Vénus. Elle est même plus petite que la parallaxe solaire, c'est-à-dire moindre que la quantité qu'il s'agirait de déterminer. On ne saurait donc obtenir cette dernière, qui est un angle extrêmement petit, avec une approximation suffisante, en la déduisant de la différence de



parallaxes en question, ce qui serait le cas si l'on employait pour cela les passages de Mercure. Halley l'avait bien compris, car, si c'est un passage de Mercure qui lui donna l'idée de sa célèbre méthode pour déterminer la parallaxe solaire, il ne songea jamais à l'appliquer à cette planète, qu'il jugeait trop voisine du Soleil.

Actuellement, l'intérêt des passages de Mercure réside dans les faits suivants :

D'abord, ils permettent de contrôler l'exactitude des tables de la planète.

Ensuite, ils offrent une belle occasion de déterminer les dimensions et surtout la forme de Mercure. La détermination s'effectue à l'aide d'observations micrométriques. Elles sont des plus délicates et n'ont encore donné aucun résultat certain. Lors du passage de 1677, le chanoine Gallet, à Avignon, grand observateur de Mercure, crut constater un aplatissement sensible, et pareillement Lalande, pendant le passage de 1779. Récemment, l'observation des passages de 1891 et de 1894, faite par M. Barnard, à l'observatoire Lick,

en Californie, a donné les valeurs discordantes  $\frac{1}{134}$  et  $\frac{1}{98}$  pour cet aplatissement, valeur dont la moyenne est  $\frac{1}{113}$ . Cette question est

d'autant plus intéressante qu'elle est liée à une autre question, toute d'actualité, celle de la rotation de Mercure sur lui-même,

un aplatissement aussi notable que  $\frac{1}{113}$  étant l'indice d'une rota-

tion assez rapide. Il y a une vingtaine d'années, on croyait encore que Mercure tournait sur lui-même à peu près comme la Terre, mettant un jour environ pour effectuer sa rotation; c'était du moins la conclusion des observations de Schröter et de son assistant Harding, conclusion que Bessel avait d'ailleurs discutée et confirmée. Mais on sait qu'il y a vingt ans environ, Schiaparelli, qui était alors le célèbre directeur de l'Observatoire du Brera, à Milan, est venu contredire absolument ce résultat. Mettant à profit des observations de Mercure faites pendant le jour, à 2 ou 3 degrés du Soleil, alors qu'on n'opérait que de nuit, au moment des plus grandes élongations, Schiaparelli avait pu suivre avec continuité des tâches sombres et permanentes du disque de la planète et, après avoir poursuivi ses observations de 1882 à 1889, il parvenait à cette conclusion des plus inattendues: « Mer-

cure tourne autour du Soleil de la même manière que la Lune autour de la Terre, en présentant constamment au Soleil le même hémisphère de sa surface, et, par conséquent, la durée de la rotation de Mercure sur lui-même est égale à celle de sa révolution sidérale, c'est-à-dire à 88<sup>j. m.</sup> environ. » Schiaparelli a du reste obtenu le même résultat pour la rotation de Vénus. Actuellement, ces conclusions sont encore regardées comme incertaines et, si l'*Annuaire du Bureau des longitudes* donne les chiffres 88<sup>j. m.</sup> et 225<sup>j. m.</sup> de Schiaparelli pour les durées de rotation des deux planètes, on remarquera qu'il les fait suivre d'un point d'interrogation. On voit par là tout l'intérêt que présenterait une détermination un peu certaine de l'aplatissement de Mercure.

Les passages de cette planète offrent aussi souvent des apparences qu'il importe d'étudier. Plusieurs observateurs, parmi lesquels Messier, Méchain, Schröter, Harding, Moll, Huggins ont aperçu, autour du disque noir de Mercure, passant sur le Soleil, une sorte d'anneau nébuleux. Mais, tandis que certains astronomes ont vu un anneau faiblement lumineux et sombre relativement au fond solaire, les autres l'ont trouvé au contraire plus lumineux que ce fond. L'existence de l'atmosphère mercurienne, qui semble aujourd'hui bien établie, expliquerait la première apparence. Il faut noter encore que, dans plusieurs passages, notamment dans celui de 1868, on a aperçu un point lumineux sur le disque de la planète ; on l'a même attribué à un volcan en ignition.

Enfin, les passages de Mercure permettent de mettre à l'épreuve la photographie céleste et les instruments astronomiques.

## II

7. Le 14 novembre prochain, pour la première fois du vingtième siècle, Mercure passera sur le disque du Soleil. Le passage sera visible complètement de l'Europe centrale et occidentale, de l'Afrique et de la plus grande partie de l'Amérique du Sud. Il sera donc visible, en particulier, de la France tout entière. Le phénomène s'y présentera d'ailleurs dans de bonnes conditions pour l'observation, le milieu du passage s'y produisant dans le milieu de la journée, aux environs de midi. Il faut toutefois que

le temps soit favorable ; or le 14 novembre tombe en plein été de la Saint-Martin ; peut-être pouvons-nous espérer un ciel découvert, à midi, pour cette époque.

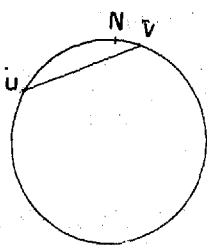
8. Voici quelles seront les circonstances du passage pour un observateur fictif qui serait placé au centre de la Terre :

	Temps moyen civil de Paris	Angle au pôle Image directe
Premier contact extérieur. . . . .	10 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup> ,0	63°
Premier contact intérieur. . . . .	10 35 24 9	62°
Plus courte distance des centres = 12' 38",6. . .	Midi 15 49 5	
Deuxième contact intérieur. . . . .	1 56 16 2	345°
Deuxième contact extérieur. . . . .	1 58 56 5	345°

Ce tableau est extrait de la *Connaissance des temps*.

Les valeurs de l'angle au pôle déterminent les points de la circonférence du disque solaire où se font les contacts. Cet angle est compté à partir du point nord du limbe du Soleil et dans le sens inverse de celui du mouvement des aiguilles d'une montre. Ce point nord n'est d'ailleurs autre chose que l'intersection de la partie boréale du cercle de déclinaison passant par le centre du Soleil avec la circonférence du disque.

Il faut remarquer que le point nord se déplace un peu pendant la durée du passage, par suite du mouvement propre apparent du Soleil sur l'écliptique. Mais ce déplacement n'est que de 2 ou 3 minutes, ainsi que le montre un calcul facile. Si donc le cercle



ci-dessous représente l'image directe du Soleil, c'est-à-dire du Soleil tel que notre observateur central le verrait à l'œil nu (et non dans une lunette qui renverse les objets), et si N est le point nord du disque, nous pouvons dire que la corde qui joint les deux points de contact extérieur est la corde *uv*, d'extrémité orientale *u* et qui sera parcourue dans le sens *uv*, les arcs *Nu* et *Nv* étant respectivement de 63° et de 15°.

On voit encore que, la durée du passage étant définie l'intervalle de temps qui s'écoule entre les instants des deux contacts extérieurs, cette durée, pour le centre de la Terre, est égale à 3<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> 11<sup>s</sup>,5.

9. Nous allons voir maintenant quelles seront les circonstances

du passage pour un observateur réel, placé à la surface de la Terre. Elles résultent immédiatement des données et de la carte ci-contre, publiées dans la *Connaissance des temps*.

**10.** La région (R) du globe qui, le 14 novembre, verra le phénomène à un degré quelconque, c'est-à-dire qui verra soit le passage tout entier, soit une fraction quelconque du passage, est limitée par la courbe 2, 7, 20, 20, 20, 12, 2. Cette courbe prend naissance au point 2, situé dans l'océan Antarctique, traverse l'Australie, Bornéo, l'Asie, passe dans l'océan Arctique au sud de la Nouvelle-Zemble; puis elle coupe le Groenland, la mer et la terre de Baffin, la baie d'Hudson; elle traverse ensuite l'Amérique du Nord, dont elle sort sur la presqu'île de Californie; enfin elle pénètre dans l'océan Pacifique et vient se fermer au point de départ 2 dans l'océan Antarctique.

L'observateur placé à l'intérieur de la région (R), ainsi délimitée, verra quelque chose du phénomène, Mercure étant au-dessus de l'horizon à un instant du passage; placé à l'extérieur, il n'en verra rien, Mercure étant sous l'horizon aux moments opportuns. Sur 2, 7, 20, le phénomène commence au moment même où Mercure se couche et, à l'est de 2, 7, 20, il commence après ce moment. Pareillement, sur 2, 12, 20, le phénomène finit au moment même où Mercure se lève et, à l'ouest de 2, 12, 20, il finit avant ce moment. Quant à la partie 20, 20, 20 de la courbe qui unit les deux courbes précédentes, elle est formée des lieux pour lesquels le passage supérieur de Mercure au méridien a lieu à l'horizon; pour les lieux de cette partie, Mercure vient toucher l'horizon à un moment du passage; pour les lieux situés au nord de 20, 20, 20, Mercure reste sous l'horizon; pour les lieux situés au sud, il demeure quelque temps au-dessus.

Parmi les lieux qui verront quelque chose, c'est-à-dire parmi les points de la région (R), il en est qui assisteront à toutes les phases du phénomène; mais il en est d'autres qui en verront seulement soit le commencement, soit la fin, soit le commencement et la fin, soit une phase intermédiaire. Que l'on trace les deux lignes 2, 21, 11, 20 et 2, 21, 8, 20 représentant, la première, le lieu des points où le passage finit au moment où Mercure se couche, la seconde, le lieu des points où le passage commence au moment où Mercure se lève; que l'on trace en outre la ligne 21, 21, 21, formée des lieux pour lesquels le passage inférieur de

Mercury au méridien a lieu à l'horizon, et on obtiendra les cinq aires suivantes :

1° La partie est 3, 3, que j'appelle (S), où l'on ne voit pas le passage finir : quand Mercury se couche, il est sur le Soleil et on assiste seulement au commencement du passage ;

2° La partie ouest 4, 4, que j'appelle (S'), où l'on ne voit pas le passage commencer : quand Mercury se lève, il est sur le Soleil et on assiste seulement à la fin du passage ;

3° La partie médiane 1, où l'on voit l'entrée et la sortie, en assistant à toutes les phases du phénomène ;

4° La partie 5, où l'on ne voit ni l'entrée ni la sortie, mais où Mercury apparaît sur l'horizon dans l'intervalle ;

5° La partie 22, où l'on voit l'entrée et la sortie, mais sans assister à toutes les phases du passage, Mercury disparaissant sous l'horizon dans l'intervalle.

On peut encore subdiviser et, dans les aires (S), (S'), 5 et 22, séparer les points qui voient la plus courte distance des centres de ceux qui ne la voient pas. Il suffit de tracer les deux lignes 20, 9, 21 et 20, 10, 21, lieux géométriques des points pour lesquels la plus courte distance se produit au coucher et au lever de Mercury. Les localités appartenant à l'aire limitée par l'ensemble des deux courbes verront la plus courte distance, tandis que les autres localités de la région (R) ne la verront nullement.

Le classement des lieux terrestres, sous le rapport des apparences du phénomène, est donc maintenant bien net.

Notons encore que les lieux pour lesquels la plus courte distance des centres est la plus grande et la plus petite sont respectivement les points 15 et 16. Au premier, qui est situé dans l'océan Pacifique, la plus courte distance est de  $12' 42''{,}7$  ; au second point, qui est situé en Russie, à quelque distance de Perm, et qui est l'antipode du premier, elle est de  $12' 34''{,}5$ . La différence des deux valeurs est très faible, puisqu'elle n'est que de  $8''{,}2$ .

Les nombres 17, 18, 19 désignent d'ailleurs, sur la carte, les lieux où le Soleil est au zénith aux époques respectives du premier contact extérieur géocentrique, de la plus courte distance géocentrique et du deuxième contact extérieur géocentrique.

**11.** Voici enfin, en temps moyen civil de Paris, quelle sera la disposition du prochain passage par rapport au temps :

A  $10^h 31^m 39^s{,}0$  du matin, le cône de pénombre du Soleil et de

Mercure vient toucher extérieurement la Terre ; le point de contact 7 est le point du globe qui voit le premier le premier contact extérieur, et il se produit pour lui au coucher de Mercure, de sorte qu'il est situé sur la ligne 2, 7, 20 ; ce point se trouve en Chine, non loin de Yun-nan. Puis le cône de pénombre entame la Terre. A  $10^h 33^m 51^s,0$ , il est de nouveau tangent à la Terre, mais intérieurement ; le point de contact 8 est le point du globe qui voit le dernier le premier contact extérieur et il se produit pour lui au lever de Mercure, de sorte qu'il est situé sur la ligne 20, 8, 2 ; ce point se trouve dans l'océan Pacifique, en face du Chili, non loin de l'île Saint-Ambroise.

A  $10^h 34^m 17^s,8$ , le prolongement du cône d'ombre vient à son tour toucher la Terre extérieurement ; le point de contact est le point du globe qui voit le premier le premier contact intérieur, et il se produit pour lui au coucher de Mercure. Puis le prolongement du cône d'ombre entame la Terre. A  $10^h 36^m 32^s,0$ , il est de nouveau tangent à la Terre, mais intérieurement ; le point de contact est le point du globe qui voit le dernier le premier contact intérieur et il se produit pour lui au lever de Mercure.

Dès lors, le phénomène est pleinement en train et, en tout lieu où Mercure est visible, on le voit entré sur le disque solaire. La plus grande phase commence à  $12^h 15^m 8^s,0$ , dans le lieu 9, et finit à  $12^h 16^m 31^s,0$ , dans le lieu 10. Puis les phénomènes de l'entrée vont se reproduire en ordre inverse à la sortie.

A  $1^h 55^m 9^s,3$  du soir, le prolongement du cône d'ombre touche de nouveau intérieurement la Terre ; le point de contact est le point du globe qui voit le premier le deuxième contact intérieur et il se produit pour lui au coucher de Mercure. Puis le prolongement du cône d'ombre entame la Terre. A  $1^h 57^m 23^s,1$ , il est de nouveau tangent à la Terre, mais extérieurement ; le point de contact est le point du globe qui voit le dernier le deuxième contact intérieur, et il se produit pour lui au lever de Mercure.

A  $1^h 57^m 50^s,7$ , le cône de pénombre vient à son tour toucher intérieurement la Terre ; le point de contact 11 est le point du globe qui voit le premier le deuxième contact extérieur, et il se produit pour lui au coucher de Mercure, de sorte qu'il est situé sur la ligne 2, 21, 11, 20 ; ce point se trouve au sud de Bornéo, dans l'Océan, près du cercle polaire Antarctique. Puis le cône de pénombre entame la Terre. Enfin, à  $2^h 0^m 2^s,3$ , ce cône touche

extérieurement la Terre, puis l'abandonne ; le point de contact 12 est le point du globe qui voit le dernier le deuxième contact extérieur, et il se produit pour lui au lever de Mercure, de sorte qu'il est situé sur la ligne 2, 12, 20 ; ce point se trouve sur la terre de Baffin.

Quant à la durée du passage, elle est maxima pour le point 13, qui est situé en Sibérie, dans la zone glaciale Arctique ; la durée y est de  $3^h 27^m 47^s$ . Elle est minima au point antipode 14, qui est situé au sud du cap Horn, dans l'océan Antarctique ; la durée y est de  $3^h 24^m 36^s$ . La différence de ces deux durées est très faible, puisqu'elle n'est que de  $3^m 11^s$ . Il faut remarquer d'ailleurs qu'au point 13 de durée maxima, rien du phénomène n'est visible.

### III

Il me reste à indiquer comment se présentera le phénomène à Nancy même.

12. La longitude de Nancy, situé à l'est de Paris, étant  $3^{\circ} 51' 0''$  et sa latitude réduite étant  $48^{\circ} 35' 41''$ , les formules habituelles, appliquées au cas de Nancy, donnent les heures suivantes pour les cinq phases du passage :

		Heure légale		
14 novembre.	{	Premier contact extérieur. . . . .	10 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> ,4	} matin,
		Premier contact intérieur. . . . .	10 35 1	
		Plus courte distance des centres. . .	Midi 16 0	
		Deuxième contact intérieur. . . . .	1 57 1	} soir.
		Deuxième contact extérieur. . . . .	1 59 7	

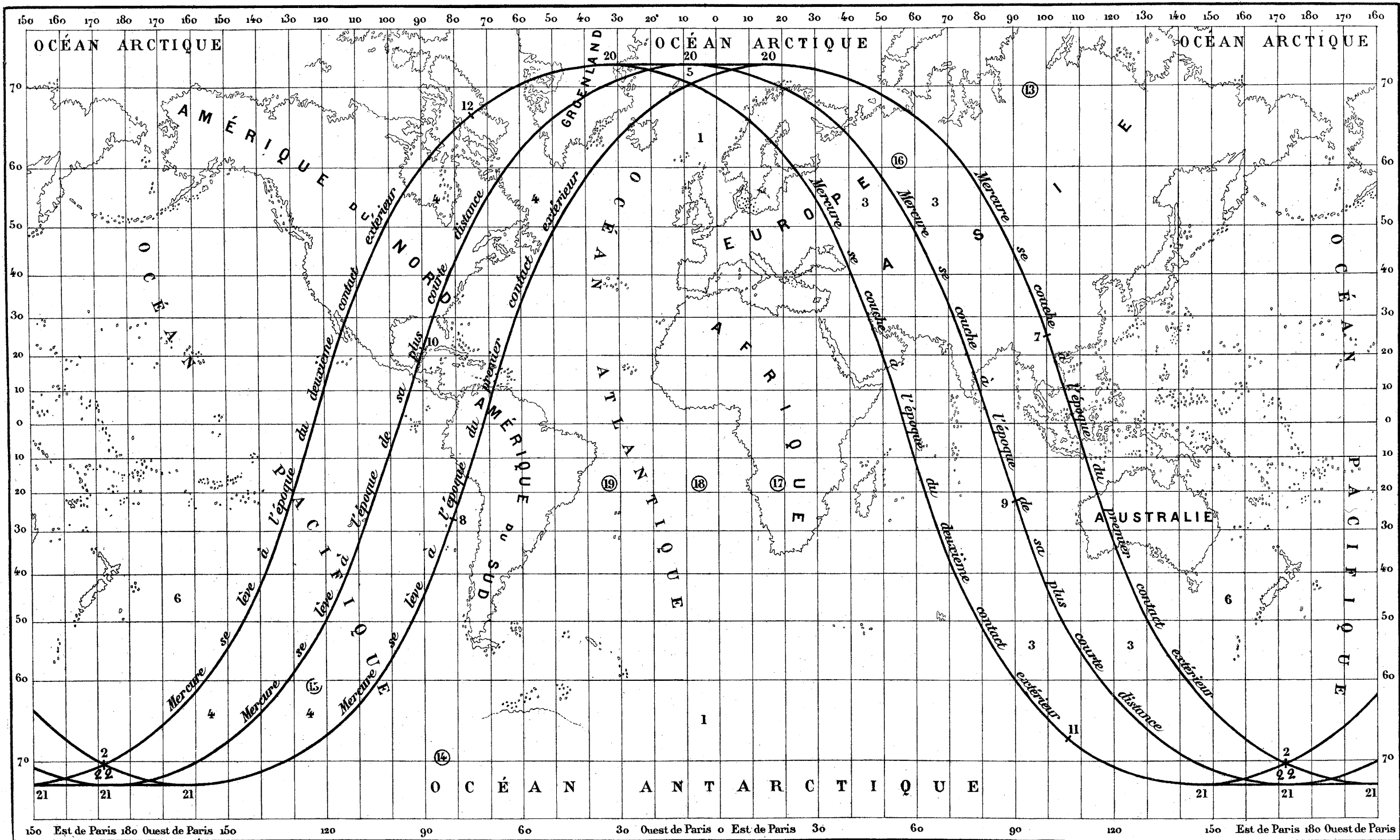
Exprimées ainsi, en dixièmes de minutes, ces heures sont les mêmes que pour Paris, sauf toutefois la première et la dernière, qui sont pour Paris :

$10^h 32^m,5$       et       $1^h 59^m,8$ .

Mais le calcul donne une différence sensible si l'on exprime en secondes. On trouve en effet :

Pour Paris	Pour Nancy
10 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup> ,4	10 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> ,9
10 35 7 9	10 35 5 3
Midi 16 1 3	Midi 15 59 5
1 57 7 3	1 57 6 1
1 59 46 1	1 59 44 9

PASSAGE DE MERCURE SUR LE DISQUE DU SOLEIL LES ~~13 ET~~ 14 NOVEMBRE 1907.





On voit que, la durée du passage étant toujours définie comme étant l'intervalle de temps qui s'écoule entre les instants des deux contacts extérieurs, cette durée sera de  $3^h27^m18^s$  à Nancy et de  $3^h27^m16^s,7$  à Paris.

**13.** Les points de la circonférence du disque solaire où se font les contacts peuvent être déterminés par leurs angles au pôle. J'ai dit que cet angle se comptait à partir du point nord du limbe du Soleil, dans un sens que j'ai fixé. Il est facile d'obtenir ce point nord, puisque, dans le champ de la lunette, la direction nord est perpendiculaire à celle du mouvement diurne, mais dirigée vers le bas si la lunette renverse les images. Je désignerai par  $P_1$  et  $P_2$  les angles au pôle du premier et du deuxième point de contact extérieur et, suivant l'usage, j'évaluerai ces angles à un degré près seulement.

Le calcul montre que la valeur de  $P_1$  en un point du globe diffère de sa valeur au centre de la Terre d'une quantité qui n'atteint pas  $15'$ . En particulier, la valeur de  $P_1$  à Nancy surpasse sa valeur centrale de  $12'22''$  seulement. Nous prendrons donc

$$P_1 = \text{sa valeur au centre} = 63^\circ.$$

Le calcul montre de même que la valeur de  $P_2$  en un point du globe diffère de sa valeur au centre d'une quantité qui n'atteint pas  $14'$ . A Nancy, notamment, la valeur de  $P_2$  est moindre que sa valeur centrale de  $8'38''$  seulement. Nous prendrons donc

$$P_2 = \text{sa valeur au centre} = 345^\circ.$$

Quant à la plus courte distance des centres des deux disques, elle sera à Nancy de  $12',6$ .

**14.** On peut encore définir les points de contact par leurs angles au zénith. Ces angles se comptent à partir du point zénithal du limbe du Soleil et aussi dans le sens inverse de celui du mouvement des aiguilles d'une montre. Ce point zénithal n'est d'ailleurs autre chose que l'intersection de la partie du vertical de l'observateur dirigée vers le zénith et passant par le centre du Soleil avec la circonférence de son disque; il en est le point le plus haut. Je le désignerai par  $H$  et j'appellerai  $Z_1$ ,  $Z_2$  les angles au zénith du premier et du deuxième point de contact extérieur. Je vais calculer  $Z_1$  et  $Z_2$ .

Faisons abstraction, ainsi que nous l'avons déjà fait pour un

observateur placé au centre de la Terre, du petit déplacement du point nord N dû au déplacement du Soleil sur l'écliptique pendant la durée du passage. Le mouvement diurne ne modifie pas la position du point nord, mais il change considérablement la position du point zénithal sur le disque pendant le passage. Avant midi vrai, l'observateur nancéien voit le point H à droite du point N; après midi vrai, il le voit à gauche. Quoi qu'il en soit, la position du point H, relativement au point N, est définie par l'angle parallactique du Soleil, et si nous appelons  $\gamma$  cet angle compté, à partir du point H, positivement à droite de ce point et négativement à gauche, nous avons la relation

$$Z = P - \gamma$$

entre l'angle au pôle P et l'angle zénithal Z. Appliquée aux deux contacts extérieurs, elle donne

$$Z_1 = P_1 - \gamma_1, \quad Z_2 = P_2 - \gamma_2,$$

de sorte que, connaissant  $P_1$  et  $P_2$ , pour obtenir  $Z_1$  et  $Z_2$ , il suffit de calculer les valeurs  $\gamma_1$  et  $\gamma_2$  de l'angle parallactique pour les deux contacts.

Ce calcul se fait aisément. En corrigeant de la parallaxe les valeurs géocentriques de l'angle horaire et de la déclinaison du Soleil aux moments du premier, puis du deuxième contact extérieur, on obtient pour ces deux coordonnées les nombres suivants, relatifs à Nancy :

	Premier contact	Deuxième contact
Angle horaire . . . . .	345° 52' 3",75	37° 41' 20",85
Déclinaison . . . . .	- 17 59 29 3	- 18 1 46 51

et l'on en déduit, par des résolutions de triangles :

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= - 10^\circ 1' 13",31, \\ \gamma_2 &= + 24 44 11 35. \end{aligned}$$

En prenant

$$\gamma_1 = - 10^\circ, \quad \gamma_2 = 25^\circ,$$

il vient alors :

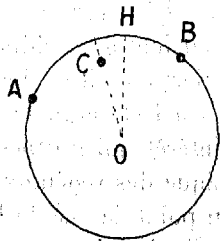
$$\begin{aligned} Z_1 &= 63^\circ + 10^\circ = 73^\circ, \\ Z_2 &= 345^\circ - 25^\circ = 320^\circ, \end{aligned}$$

qui sont les angles au zénith cherchés.

15. En résumé, les circonstances du passage, tel qu'il se présentera à Nancy, sont données par le tableau suivant :

Heure légale.	{	Premier contact extérieur. . . . .	10 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> ,4	} matin,	
		Premier contact intérieur. . . . .	10 35 1		
		Plus courte distance des centres. . .	Midi 16 0		
		Deuxième contact intérieur. . . . .	1 57 1		} soir.
		Deuxième contact extérieur. . . . .	1 59 7		
Durée du passage . . . . .		3 27 3			
Le rayon du disque solaire étant $r$ : plus courte distance des centres $0,78r$					
Angle au pôle, image directe . . .	{	Premier contact . . . . .	63°		
		Dernier contact . . . . .	345°		
Angle au zénith, image directe . . .	{	Premier contact . . . . .	73°		
		Dernier contact . . . . .	320°		

Cette figure montre quelles seront les apparences des phases pour une personne observant avec une lunette qui ne renverse pas les objets. Il s'agit du point d'entrée A, du point de sortie B et du centre C de la tache lorsqu'elle se trouve à la plus courte distance du centre O du disque solaire. Le même point H représente le point le plus haut de ce disque à chacun des trois instants.



Le premier contact se fait en A, à gauche, à 73° du point H. Le dernier contact se fait en B, à droite, à 40° du point H. Quant au point C, il est sur un rayon OC situé à 20° environ à gauche du rayon OH et aux 78 centièmes de ce rayon.

En principe, les cadrans des horloges publiques, notamment ceux des horloges extérieures des gares de chemins de fer, doivent marquer l'heure légale, c'est-à-dire l'heure de l'Observatoire de Paris. Mais cette condition n'est jamais remplie rigoureusement, de sorte qu'en aucun cas ces horloges ne pourraient servir à une détermination directe de l'heure d'une phase. C'est au contraire l'heure calculée de la phase qui pourrait être employée pour les régler.

## NÉCROLOGIE

---

Le professeur SCHLAGDENHAUFFEN jouissait d'une notoriété scientifique considérable, on peut dire universelle. Il la devait à ses nombreux travaux, dont la publication se succédait avec une rapidité surprenante. Il exerça d'abord son activité dans divers domaines de la chimie, mais il ne tarda pas à trouver sa voie définitive, d'où il ne devait plus guère s'écarter.

Analyste hors de pair, il comprit un des premiers, en France, l'intérêt qui s'attache à la connaissance de la composition chimique des végétaux, et les applications qui doivent en découler au point de vue de la médecine, de l'alimentation, de l'hygiène, de l'industrie, et résolut d'y consacrer ses remarquables dispositions. C'est alors qu'on le voit soumettre à ses recherches de nombreuses plantes exotiques ou indigènes, travaillant tantôt seul, tantôt dans une collaboration où il ne se contente pas du moindre rôle, avec son vieil ami Oberlin, Heckel, de Marseille, Reeb, de Strasbourg, et d'autres. A chacun de ses travaux, de nouveaux principes immédiats sont révélés dans des plantes où on ne les soupçonnait guère, d'autres déjà entrevus sont plus exactement étudiés.

Le temps me manque, et aussi la compétence, pour rendre compte du vaste labeur de Schlagdenhauffen. Un tel exposé trouvera d'ailleurs mieux sa place dans les publications spéciales, où ses imitateurs et ses amis en traceront le tableau exact. Je me contenterai de dire que, le premier, il trouva la caféine dans la noix de kola, importante découverte qui expliqua l'usage immémorial de cette graine par les nègres africains et dota l'humanité d'un médicament tonique des plus bienfaisants. Ces travaux très appréciés du monde savant lui valurent les récompenses les plus

flatteuses et les plus méritées : en 1878, un mémoire sur l'*Écorce d'angusture* était couronné par l'Union scientifique des pharmaciens de France ; en 1876, un mémoire est récompensé au congrès pharmaceutique de Clermont-Ferrand ; la *Découverte de la caféine dans la kola* lui vaut le prix Bussy, en 1883 ; l'Académie des sciences lui décerne le prix Barbier pour son *Étude sur la coronilline*, corps qui possède des propriétés analogues à celles de la digitaline ; enfin, l'Académie de médecine l'admet parmi ses correspondants.

Notre cher directeur n'oubliait pas qu'il représentait la toxicologie à l'École de pharmacie, et que, comme tel, il pouvait être appelé à éclairer la justice. Une partie notable de ses travaux a pour objet cette science, où il s'était placé à un rang éminent. Outre les expertises qu'il exécuta dans des cas d'empoisonnement par l'arsenic, la strychnine et autres toxiques, il publia entre autres travaux : *Recherche de l'arsenic dans le sol des cimetières* ; en collaboration avec le professeur Garnier : *Sur la méthode de Dragendorff en toxicologie*, et avec M. Pagel : *Nouveau procédé pour la destruction des matières organiques*.

L'œuvre de Schlagdenhauffen est le fruit d'un travail opiniâtre, continué pendant de longues années. Il ne quittait pas son laboratoire ; on pourrait presque dire qu'il y vivait, car c'était là qu'il passait toutes ses journées, y restant jusqu'à des heures indues et y venant des jours qui, d'habitude, sont consacrés au repos. Il était dans son milieu parmi ses réactifs et ses appareils ; on voyait qu'une passion le possédait, l'attrait de la découverte suivie d'autres découvertes, qui l'isolait des choses ambiantes et ne lui laissait aucun répit. Cette passion de la recherche s'était emparée de lui de bonne heure et ne devait pas l'abandonner. Un de ses premiers travaux, sa *Thèse sur le sulfure de carbone*, présentée à la Faculté des sciences de Nancy, date de 1857 ; la mort le surprit cherchant encore ; c'est donc pendant un demi-siècle que se déploya sa féconde activité. N'est-ce pas là le plus bel hommage qu'on puisse rendre à sa mémoire ?

Notre collègue avait parcouru toute la gradation des fonctions de l'enseignement ; reçu pharmacien à Strasbourg en 1854, il prit successivement les grades de docteur ès sciences et de docteur en médecine. Il ne resta pas longtemps préparateur. En 1855, il avait concouru avec succès pour l'agrégation de chimie, physique et

toxicologie à l'École supérieure de pharmacie de Strasbourg, et dès lors il ne devait plus quitter cette école, qu'il personnifiait. Successivement, il fut nommé suppléant, puis professeur adjoint de toxicologie et de physique, et enfin, en 1873, à Nancy, lorsque l'enseignement de la toxicologie fut érigé en chaire magistrale, il devint définitivement titulaire de la nouvelle chaire. Entre temps, Schlagdenhauffen avait rempli les fonctions d'agrégé de physique près la Faculté de médecine à Strasbourg et à Nancy, et de pharmacien en chef de l'hôpital de Strasbourg.

Le professeur ainsi initié à l'enseignement et formé à l'école d'une pratique continuelle ne pouvait être qu'excellent; l'exposition était simple et claire, dépouillée de toute emphase et de toute superfluité. On sentait les faits eux-mêmes qui parlaient, apportés du laboratoire à l'amphithéâtre. Aussi les leçons de Schlagdenhauffen furent-elles des plus goûtées et obtinrent le plus légitime succès.

La confiance qu'il avait su inspirer à ses collègues les détermina à le désigner au ministre comme directeur de l'École: il occupa ces fonctions pendant quatorze ans, jusqu'à sa retraite, en 1900. Son administration fut des plus fécondes; l'École connut avec lui une ère de prospérité; les différents services parvinrent à l'autonomie nécessaire, et les améliorations compatibles avec l'espace restreint qui nous est affecté ont été exécutées dans les divers laboratoires.

Une telle personnalité ne pouvait passer inaperçue; en 1894, Schlagdenhauffen fut promu dans la Légion d'honneur. Cette distinction, dont nul ne fut plus digne, offrit à ses élèves et anciens élèves une occasion de manifester dans une touchante spontanéité l'affection, la reconnaissance et l'estime qu'ils lui avaient gardées.

Le défunt apparaît à ceux qui l'ont connu à la fois comme un savant éminent et comme un homme d'une immense et exquise bonté. Sa valeur et la renommée où il était parvenu ne lui inspirèrent jamais aucun orgueil; il semblait même n'en avoir pas conscience. Son esprit, d'une extrême finesse, savait éviter, sans qu'il y parût, toute parole qui eût pu laisser le moindre sentiment pénible à son interlocuteur; on le quittait toujours réconforté, souvent charmé. Cependant, à l'imprudent qui aurait pris sa bienveillance pour de la faiblesse, il savait, par un trait aigu, quoique léger, rappeler son erreur. L'obligeance de notre cher

mort était sans bornes, plusieurs en ont éprouvé les effets; on ne le sollicitait jamais en vain; quelque occupé qu'il fût, quelque attaché qu'il ait été à son laboratoire, il n'hésitait pas à abandonner de suite son occupation pour tenter une démarche en vue de rendre service...

Nous pouvons assurer que sa mémoire sera conservée par ses collègues et à l'École supérieure de pharmacie.

GODFRIN.

# OBSERVATIONS NOUVELLES

FAITES DANS LES

## LANDES DE GASCOGNE ET AUX INDES

SUR LE

### NIVEAU DE L'EAU SOUTERRAINE

SOUS BOIS ET HORS BOIS

Décrites par M. HENRY

---

M. Henry a déjà appelé l'attention de la Société sur cette question, si importante au point de vue du rôle météorologique des grands massifs boisés, en lui exposant les résultats obtenus en 1901 dans la forêt domaniale de Mondon (près Lunéville) [1]. Onze trous de sondage furent forés soit sous bois, soit hors bois et reliés par un nivellement; les constatations faites chaque mois pendant un an et demi ont montré que le niveau de la nappe phréatique était en moyenne plus bas de 30 centimètres sous les peuplements forestiers qu'en dehors.

Ces recherches avaient été entreprises pour vérifier les observations analogues faites sur divers points de la Russie par M. Ototzky. Ces observations avaient eu un grand retentissement parce que leur résultat était en opposition directe avec ce que l'on enseignait jusqu'alors, et semblait en contradiction avec ce fait

---

(1) Voir le *Bulletin de la Société des Sciences*, série III, t. II, p. 42-67.



que la surface du sol est plus humide sous bois qu'en dehors, avec la théorie de la *forêt mère des sources*.

M. Ototzky s'est attaché depuis quinze ans à approfondir ses études sur les eaux souterraines et la variation de leur niveau et il vient de publier un ouvrage en deux volumes sur ce sujet.

Dans cet ouvrage M. Henry a trouvé le récit d'une campagne hydrologique faite en octobre 1902 par M. Ototzky dans les landes de Gascogne, sous le 44<sup>e</sup> parallèle.

Dans plusieurs chaînes de sondages, le savant russe a constaté que *toujours le niveau de l'eau souterraine était plus bas sous les pins qu'à l'air libre et que la différence était d'environ 60 centimètres*.

Ainsi nous connaissons déjà en Europe quatre points où ce fait se vérifie :

- 1<sup>o</sup> Sud de la Russie (Kherson, Voronej);
- 2<sup>o</sup> Nord de la Russie (environs de Saint-Pétersbourg);
- 3<sup>o</sup> Plaine lorraine (environs de Lunéville);
- 4<sup>o</sup> Plaine gasconne (landes de Morcenx et Arengosse).

Cette dernière région est la plus basse en latitude.

Il était intéressant de savoir si cette sorte de loi se vérifiait pour les régions tropicales de l'ancien monde. M. Ralph Pearson, conservateur des forêts aux Indes, vient de publier<sup>(1)</sup> les résultats qu'il a obtenus dans la forêt Mohulia qui se trouve dans la Godhra Range, Panch Mahals (Inde anglaise).

Cette forêt se trouve située à peu près exactement sous le tropique du Cancer et jouit du climat tropical le plus accusé puisque dans le seul mois 12 juin-12 juillet 1905 il est tombé 93<sup>cm</sup> 49 de pluie.

M. Pearson a relevé chaque mois pendant deux ans (8 avril 1904-10 avril 1906) les niveaux de deux puits situés, l'un, dans une forêt bien pleine de teck (*Tectona grandis*), cet arbre si précieux pour la construction des navires, à 1 200 mètres dans l'intérieur du massif, l'autre, en plein champ, à 100 mètres environ du bord de la forêt.

L'orifice du puits Aichala (en forêt) était de 2 mètres plus bas que celui du puits Mohulia (hors forêt). On a tenu compte de cette différence dans le tableau ci-après.

(1) Voir le journal *The Indian Forester*, de février 1907. Ce travail a été traduit en français dans les *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, 1907.

Voici les relevés mensuels des niveaux de l'eau dans les puits et les hauteurs de pluie :

Profondeur du niveau de l'eau dans les puits Aichala et Mohulia  
du 8 avril 1904 au 10 avril 1906

ANNÉES	DATES	AICHALA	MOHULIA	CHUTE	OBSERVATIONS		
		Puits en forêt	Puits hors forêt	DE PLUIE dans le mois			
		Mètres	Mètres	Centimètres			
1904	8 avril . . . . .	10,17	5,57	»	Chute totale de 1903 = 99 <sup>cm</sup> 31.		
	11 mai . . . . .	10,05	5,65	0,15			
	12 juin . . . . .	10,50	6,01	12,59			
	12 juillet . . . . .	10,68	6,12	19,74			
	11 août . . . . .	10,62	6,12	3,57			
	11 septembre . . . . .	10,62	6,21	9,35	Chute totale de 1904 = 45 <sup>cm</sup> 80.		
	9 octobre . . . . .	10,50	6,25	»			
	12 novembre . . . . .	10,62	6,58	»			
	11 décembre . . . . .	11,23	6,67	0,36			
	1905	12 janvier . . . . .	11,69	7,13		»	Étiage des deux puits.
		12 février . . . . .	11,97	7,58		0,25	
		12 mars . . . . .	12,24	8,50		»	
12 avril . . . . .		12,43	9,41	»			
11 mai . . . . .		12,52	9,32	»			
13 juin . . . . .		12,80	9,87	1,65			
12 juillet . . . . .		12,70	7,67	93,49			
12 août . . . . .		12,43	5,21	3,71			
11 septembre . . . . .		11,97	4,93	11,43			
11 octobre . . . . .		12,06	5,02	»			
12 novembre . . . . .	11,89	5,48	»				
14 décembre . . . . .	11,24	5,75	»				
1906	11 janvier . . . . .	11,20	6,01	»	Différence = 4 <sup>m</sup> 74 en tenant compte de la différence de niveau des deux puits.		
	11 février . . . . .	11,33	6,49	»			
	11 mars . . . . .	11,69	6,85	»			
	11 avril . . . . .	12,36	7,31	»			
Moyennes . . . . .	11,45	6,71					

La seule inspection de ces chiffres dispensera de longs commentaires et montrera le plus nettement possible l'action régulatrice de la forêt.

En trois mois, du 13 juin au 11 septembre 1905, les oscillations du plan d'eau à l'air libre atteignent leur maximum d'amplitude = 4<sup>m</sup> 94. A l'étiage (9<sup>m</sup> 87) au 13 juin, il est au plus haut niveau (4<sup>m</sup> 93) le 11 septembre.

Le puits sous bois n'a oscillé dans les deux ans que de 2<sup>m</sup> 75. A l'étiage aussi, lui, le 13 juin (12<sup>m</sup> 80), il accuse son niveau le plus élevé le 11 mai 1904.

Sous l'influence de la sécheresse de 1904, les deux puits ont baissé, mais en quarante-deux jours, grâce à ces pluies diluviennes de juin-juillet 1905, le niveau du puits hors forêt a remonté plus haut qu'au début des expériences. Quelle différence avec la courbe du puits Aichala !

Ainsi donc, sous les tropiques comme sous les latitudes moyennes, l'action de la forêt se prononce dans le même sens et il est de plus en plus probable qu'on se trouve en présence d'une loi.

Un point à noter est que l'énorme chute d'eau de 93 centimètres dans un seul mois (13 juin-12 juillet 1905) n'a fait remonter le niveau de l'eau qui était à son étiage dans les deux puits (12<sup>m</sup> 80 en forêt et 9<sup>m</sup> 87 hors forêt) que de 10 centimètres en forêt tandis que celui du puits Mohulia a fait un saut brusque de 2<sup>m</sup> 20. Dans le mois suivant, sans chute d'eau nouvelle, cette ascension rapide continue dans le puits hors forêt et le niveau s'élève de 2<sup>m</sup> 46, soit donc de 4<sup>m</sup> 66 en quarante-deux jours ; celui du puits Aichala ne remonte que de 27 centimètres, soit de 37 centimètres dans ce même laps de quarante-deux jours. Cette masse énorme d'eau s'abattant sur la forêt de teck *en pleine végétation* n'a presque pas profité à la nappe souterraine. L'évaporation sur les cimes, la transpiration des feuilles, l'imbibition de la couverture et du sol ont absorbé plus de 9 000 mètres cubes par hectare en ces quarante-deux jours. Quelle prodigieuse consommatrice d'eau se révèle ici la forêt tropicale et que de mètres cubes de vapeur immédiatement repvoyés dans l'atmosphère pour aller retomber plus loin ! Que les autres cultures sont loin, sous ce rapport comme sous tant d'autres, de la puissance de la végétation forestière !

# QUELQUES NOUVEAUTÉS BOTANIQUES

DU QUEYRAS (HAUTES-ALPES)

Par M. PETITMENGIN

---

Au cours de ces dernières vacances, je suis retourné dans le Queyras (massif du mont Viso, vallée du Guil), pour y poursuivre mes recherches botaniques. Pendant mon séjour dans cette vallée, j'ai découvert, soit seul, soit en compagnie de mon ami, M. H. Correvon, de Genève, une espèce nouvelle non seulement pour cette partie des Alpes, mais aussi pour la flore française, et de nouvelles stations d'espèces déjà connues. Ces nouveautés feront l'objet de la présente note.

*Isatis alpina* Vill., vallon de la Muande; très abondant au pied du pic dit l'Épervier (Antoine Albert, 1907); torrent du Turle, le Fournet près du Guil; torrent du Boucha au lieudit Bals-Reynaud (A. Albert, 1905).

*Viola pinnata* L., rochers et éboulis, tout du long de la Combe depuis les Tourniquets jusqu'à Château-Queyras où l'abbé Ravaud (*Guide du Botaniste*, treizième excursion, p. 25) l'avait déjà indiquée. Ces nouvelles localités du *Viola pinnata* L. relient celles de Mont-Dauphin avec celle de Château-Queyras.

*Astragalus vesicarius* Lam., monticules caillouteux sur le bord gauche de la route, depuis le Tourniquet jusqu'à la Maison-du-Roi, et sans doute dans toute la Combe.

*Astragalus alopecuroides* L. Trois nouvelles stations sont à ajouter aux anciennes localités du Queyras :

1° La Lauze, à Abriès ;

2° « Coumba di Charbouniere » en aval de la Monta (Richard) ;

3° *Vallon de Ségure*, sur la rive gauche du torrent, au lieudit *Chaffarquette*. Cette dernière station, découverte par notre ami M. Baridon, berger à Ristolas, est la plus belle des trois. Les échantillons y sont très abondants sur un espace de quelques mètres carrés à peine. Il est à remarquer que, jusqu'à Abriès, les stations de *Astragalus alopecuroides* semblent être *sur la rive droite ; en amont, elles sont toutes sur la rive gauche*.

A propos de cette belle espèce, je ferai remarquer qu'à la suite de l'étude si documentée de notre ami M. le Dr Pampanini de Florence (1) il résulte que *Astragalus alopecuroides* n'est nullement une plante steppique, comme l'indiquait le Dr Christ (2), mais bien une « *pianta mediterranea-orientale, montana*. Nè questo è di lieve importanza per l'interpretazione della sua distribuzione alpina attuale (3). » On la rencontre en Asie dans l'Altaï, le Caucase, le Turkestan.

Nous avons déjà fait remarquer, par ailleurs (4), que la plante du plateau espagnol (5) ne pouvait guère être rapportée, selon nous, qu'à l'*A. Narbonensis* de la France méridionale, de l'Espagne et de l'Algérie. M. le Dr Pampanini est absolument du même avis (6).

*Ononis cenisia* L., éboulis et graviers en face de l'Échalp, au bas de la Combe de Maloqueste.

*Saxifraga Seguieri* Spr. Cette espèce, assez commune dans les Alpes du Valais, n'avait jamais été signalée en France d'une manière certaine. Nyman, dans son *Conspectus*, l'indique (p. 272) dans la Carinthie, le Tyrol, la Lombardie, la Suisse. Il indique aussi *la Savoie, mais cette indication est assurément erronée*.

(1) Dr R. PAMPANINI, *Astragalus alopecuroides* L. Firenze, 1907 (155 pages avec planches). Cette remarquable étude monographique résume l'état actuel de nos connaissances botaniques sur cette rare et belle Papilionacée p. 142 et 143.

(2) Dr H. CHRIST, *La Flore de Suisse et ses origines*, trad. Tieche, 1833, p. 332.

(3) PAMPANINI, *loc. cit.*, p. 143.

(4) PETITMENGIN, « Considérations botaniques sur le massif du mont Viso », in *Bull. Soc. Sc. Nancy*, 1906, p. 108.

(5) CHRIST, *loc. cit.*, p. 332.

(6) PAMPANINI, *loc. cit.*, p. 143.

Grenier et Godron (*Flore de France*, t. I, p. 661) la rangent parmi les espèces à exclure de la flore française : « Mutel, sur les renseignements de M. Delavaux, indique cette plante dans les Alpes d'Embrun, où nous n'avons pu la rencontrer, non plus que dans toutes les Alpes du Dauphiné. » Mutel, en effet, dans sa *Flore de France*, t. I, p. 415, l'indiquait dans l'Embrunais d'après deux échantillons par lui reçus de Delavaux et confondus avec des exemplaires de *S. moschata*. Toutefois, J.-B. Verlot, dans son *Catalogue des Plantes vasculaires du Dauphiné*, p. 138, considère les deux échantillons de l'herbier Mutel qu'il a eu entre les mains comme appartenant à une variété du *S. muscoides* Wulf, à feuilles linéaires entières, qu'il nomme *S. muscoides* var. *Sequieri* Mutel non Spreng. (*S. Sequieri* Mut. ex. herb. pour la localité d'Embrun.)

L'échantillon de la Traversette que j'ai rapporté vivant cet été, et que je cultive, présente bien l'appareil végétatif du *S. Sequeri* Spr. Il était défleuri lorsque nous le cueillîmes, mais tout porte à croire qu'il s'agit bien du type que nous avons autrefois cueilli abondamment à Zermatt, dans le Valais.

Mon ami Corveion et moi l'avons découvert cette année, dans les rocailles et les petits escarpements herbeux, entre les grands rochers, au sommet du *col de la Traversette*, vers 2 900 mètres. La plante semble assez abondante au bord de l'ancien sentier qui, au lieu de franchir le tunnel, continue l'ascension du dernier rocher.

*Saxifraga diapensoides* Bell., rochers du Couloou (Antoine Albert, 1905). Roche-Blanche, au-dessus du lac Foréant (Antoine Albert, 1907).

*Saxifraga valdensis* D. G., entre Valante et le Gias-d'Ajant, sur la rive droite du torrent (Piémont) [Antoine Albert, 1907].

*Saxifraga Vaccarii* Petitmengin (*S. oppositifolia retusa*).

Port du *S. oppositifolia* L. ; en diffère par ses feuilles n'ayant que quelques cils raides, terminées au sommet par une *callosité blanche*, comme dans *S. retusa* Gn., à un seul pore. Fleurs solitaires d'un rose violacé, les unes fertiles, les autres stériles. Se distingue, à première vue, par son aspect nettement *intermédiaire entre les deux parents*; les rameaux stériles sont extrêmement condensés, comme dans le *S. retusa*.

Pelouses alpines et éboulis morainiques non loin du lac Lestio, au pied du mont Viso, vers 2 600 mètres, 20 août 1907.

*Achillea Herba-Rota* All., à la base des grands rochers qui sont sur la gauche du col Nalbert, vers 2 600 mètres (Antoine Albert, 1906).

*Artemisia chamæmelifolia* Vill., pelouses sèches en montant sur la gauche de la Combe de Maloqueste, à l'Échalp. Il y a deux ans, mon ami Antoine Albert l'avait rencontrée au Parpaillon.

*Hieracium pteropogon* A. T. in Hier. Al., fr. p. 59. (Teste A. T.) Cette rare espèce se trouve dans les prairies, à droite du sentier, quand on monte des chalets de la Tronchéc au col de la Traversette, à peu près au-dessus de l'ancien refuge dit « des Lyonnais ».

*Hieracium lithospermifolium* A. T., *forma genuina* A. T. (rare) n° 11. Forêts de mélèzes en descendant du col La Croix au-dessus de l'Échalp (Hautes-Alpes), vers 2 100 mètres, août 1907.

*Forma subreducta* A. T.

Forêts de mélèzes au-dessus de l'Échalp, août 1907, vers 2 100 mètres.

*Hieracium flexicaule* A. T., in Wilczek Hier. Suisses et limitrophes in *Bull. Murithienne*, fasc. XXXI, p. 101.

« Plante du Pelvoux, rare et nouvelle pour le Viso, teste A. T. in litt. »

Graviers et éboulis entre Ristolas et la Monta, août 1907, sur la rive gauche du Guil.

*Hieracium laricinum* A. T., in herb. (rare!).

Forêts de mélèzes au-dessus de l'Échalp, en descendant du col La Croix, vers 2 100 mètres, août 1907, n° 26.

Forêts de mélèzes entre la Monta et Ristolas, sur la rive gauche du Guil, vers 1 900 mètres, août 1907, n° 20.

Je tiens à remercier ici publiquement notre collègue, M. Arvet-Touvet, le savant monographe du genre *Hieracium*, qui a bien voulu examiner toutes mes récoltes de ces dernières années.

*Campanula stenocodon* Boissier, éboulis dans les prairies du Parpaillon (mont Viso).

*Campanula macrorrhiza* Gay, rochers en face de l'Échalp, sur la rive gauche du Guil, vers 1 900 mètres.

**Androsace imbricata** Lam., rochers à gauche du col Agnel, vers 2 600 mètres.

**Linaria Italica** Trev., champs à l'Échalp, 1 900-2 000 mètres.

**Plantago serpentina** Vill., prairies du Parpaillon et des Lauzières sur la rive droite du Guil.

**Plantago Valbusæ** Petitmengin = *Pl. fuscescens* × *serpentina*.

Port intermédiaire entre *Pl. fuscescens* et *Pl. serpentina*; feuilles plus étroites que dans *Pl. fuscescens*, plus larges que dans *Pl. serpentina*, pourvues sur le côté de quelques petites dents très espacées, presque glabres comme dans *Pl. serpentina*, seulement munies de poils aux bords et sur les nervures. Fleurs en épis ovoïdes plus ou moins allongées comme dans *Pl. fuscescens*. Bractées largement scarieuses sur les bords, à nervure médiane d'un brun foncé. Achaines souvent mal conformés !

Il se trouve aussi dans les mêmes prairies une plante intermédiaire entre les *Pl. fuscescens* et *Pl. alpina*, les feuilles y sont plus étroites que dans *Pl. fuscescens*, mais presque argentées-soyeuses; la forme de l'épi et des bractées rappelle le *Pl. alpina*. Les graines y sont ridées, souvent stériles, d'autres fertiles sur le même épi.

Toutes ces hybrides se rencontrent dans les pâturages alpins, au Parpaillon, vers 2 200 mètres, parmi les parents (massif du mont Viso), 22 août 1907.

**Asplenium Ruta-Muraria** L., rochers de calschistes vers 1 900-2 000 mètres, sur la rive gauche du Guil, en face de l'Échalp.

« Station remarquable par son altitude » dit le Dr Christ, le savant monographe des Filicinées, à qui j'ai soumis mes échantillons. Ils seraient, d'après lui, intermédiaires entre la var. *Brunfelsii* Heuffl. et la var. *Matthioli* Heuffl.

A propos de l'altitude, je ferai observer que mon ami le Dr R. Maire et moi avons trouvé cette espèce à des altitudes souvent très supérieures dans les montagnes helléniques lors de notre voyage en Orient (1906), entre 2 200-2 500 mètres (Parnasse, Ghiona, Peristeri, etc.).



LA

## FLORE DU VALLON DE SAINT-FIACRE

Par M. PAUL VUILLEMIN

---

La route de Nancy à Orléans traverse, entre Blénod-lès-Toul et Vaucouleurs, un grand massif forestier en suivant un ruisseau désigné sur les cartes par le nom de Colomoy ou ruisseau de Saint-Fiacre. Ce dernier nom provient d'une chapelle et d'une ferme, humbles vestiges d'un couvent et d'un hameau perdus au milieu des bois.

Topographiquement, le vallon de Saint-Fiacre chevauche sur les départements de la Meuse et de Meurthe-et-Moselle. Il appartient au bassin de la Meuse et, bien que situé à deux pas de la vallée de la Bouvade, affluent de la Moselle, il en est séparé par une muraille escarpée. Le plateau qui s'enfonce comme un coin entre la Meuse et la Moselle, en se rétrécissant depuis les Faucilles jusqu'à la brèche de Foug, n'a rien perdu de sa hauteur vers sa pointe septentrionale.

Creusé dans ce rempart qui sépare deux grandes vallées, le vallon de Saint-Fiacre est resté immobile au milieu des remous de l'activité humaine et délaissé des naturalistes comme des commerçants. Et pourtant le caractère sauvage et primitif résultant du relief du sol a laissé son empreinte dans la végétation. Ce n'est pas que nos récoltes soient de nature à enrichir d'espèces nouvelles la flore de Lorraine. La flore du vallon de Saint-Fiacre n'a frappé mon attention que par un groupement d'espèces assez insolite dans notre région.

La forêt qui revêt la plus grande partie du sol est entrecoupée de cultures sur les flancs du vallon et vers la crête. Le fond offre des prairies marécageuses sur l'emplacement d'un ancien étang. Les espèces rares de ces stations déboisées n'offrent qu'un intérêt relatif.

Dans les terres labourées j'ai observé, sur le territoire de Charmes-la-Côte : *Stellera passerina* L., *Adonis æstivalis* D. C., *Nigella arvensis* L., *Gypsophila Vaccaria* Sibt. et Sm. Ces trois dernières espèces tout au moins sont de ces plantes qu'on rencontre çà et là dans les moissons et dont l'indigénat est plus que contestable. J'en dirai autant de l'*Aristolochia Clematitis*, que la culture ne parvient pas à déloger du champ de la Comblotte (territoire de Riguy). Vu sa rareté dans le pays, sa proximité des habitations et l'ancienne destination de la maison de Saint-Fiacre, qui était habitée par des moines hospitaliers, je ne serais pas surpris que l'Aristolochie ait été introduite comme plante officinale. Ce qui est certain, c'est qu'elle est, depuis longtemps, maîtresse du terrain. Le *Senebiera Coronopus* devient si vulgaire en Lorraine que son abondance autour de la ferme n'est pas faite pour nous surprendre.

Sur l'emplacement de l'ancien étang, nous trouvons : *Parnassia palustris* L., *Pedicularis palustris* L., *Valeriana dioica* L., *Triglochin palustre* L. Ces plantes ne sont devenues rares qu'en raison de l'assainissement progressif du sol. A l'inverse des précédentes qui, fugaces comme l'*Adonis* ou tenaces comme l'Aristolochie, sont d'importation relativement récente et constituent les éléments cénogénétiques de la flore, les espèces palustres sont des aborigènes, des éléments palingénétiques du groupement végétal. J'ai attaché autrefois la même valeur au *Vaccinium Vitis-Idæa* que j'avais trouvé dans la tourbière de Bouffrot, près d'Épinal.

La flore forestière est plus remarquable. Ce n'est pas qu'elle soit à l'abri des introductions plus ou moins conscientes de la culture. Nous y relevons quelques arbrisseaux dont la spontanéité est discutable. Le *Staphylea pinnata* L., certainement introduit, ne se propage qu'au voisinage d'un rendez-vous forestier; le *Cytisus Laburnum* L. est plus envahissant; le *Colutea arborescens* L. mûrit ses graines dans le bois qui domine la ferme de Saint-Fiacre sur le territoire de Charmes-la-Côte. Enfin, le *Coro-*

*nilla Emerus* L., dont j'ai relevé la présence en plusieurs points du massif forestier, est considéré comme indigène en plusieurs localités lorraines. Cette espèce méridionale serait ici à la limite de son extension vers le nord-ouest.

Pour nous en tenir aux plantes connues dans des conditions analogues de milieu, nous distinguerons, parmi le fond de végétation habituel des collines jurassiques des environs de Nancy, Toul, Neufchâteau, quelques espèces rares ou exceptionnelles dans cette circonscription.

Voici, avant tout, quatre espèces qui manquent au bassin de Paris et qui sont rares en Lorraine, sauf dans les Hautes-Vosges granitiques ; ce sont *Aconitum Lycoctonum* L., *Lilium Martagon* L., *Leucoium vernum* L., *Dentaria pinnata* L.

Godron avait remarqué que les colonies d'Aconit sont, pour ainsi dire, dépayssées sur nos collines calcaires. On les voit disséminées sur le flanc des coteaux jurassiques qui encaissent les vallées de la Meurthe et de la Moselle et dans les vallons qui s'ouvrent sur ces rivières, jusqu'à 100 et 150 mètres au-dessus de leur niveau actuel. Godron est convaincu de leur origine vosgienne ; les graines auraient été transportées, à la fin de la période quaternaire, par les immenses inondations qui ont creusé et rempli les vallées ; les colonies d'Aconit des environs de Nancy sont, pour lui, les vestiges de la flore diluvienne.

La plupart des stations lorraines d'*Aconitum Lycoctonum* sont dans les vallées de la Moselle et de la Meurthe. Doisy a retrouvé l'Aconit près de Verdun, mais dans deux localités (Moulainville et Châtillon) qui, étant arrosées par l'Orne, affluent de la Moselle, auraient pu êtreensemencées par les graines charriées des Vosges conformément à la théorie de Godron.

On arriverait à rattacher au même peuplement la station du bois de Void, découverte par Colson, si l'on admettait, avec quelques géologues, que les eaux vosgiennes de la Moselle faisaient irruption dans la Meuse par la trouée de Pagny-sur-Meuse située en face de cette station.

Le même raisonnement nous amènerait à étendre l'origine vosgienne aux stations situées sur les affluents de la Meuse en aval de Void, par exemple à celle de Viviers-sur-Chiers, au nord de Longuyon, où l'Aconit est très abondant, d'après M. Petitmengin.

La théorie de Godron nous met en présence de trop d'hypo-

thèses, de trop de cataclysmes. Même poussée à ses conséquences extrêmes, elle ne nous rend pas compte de tous les faits.

L'*Aconitum Lycoctonum* a été indiqué par Mougeot autour de Neufchâteau; il y a été retrouvé au bois Juan par Lefebvre, à l'Étanche par Poincaré. Cette localité de Neufchâteau n'est reliée par aucun intermédiaire aux stations vosgiennes. Berher, Gérard ne signalent pas d'autre colonie d'Aconit dans la partie calcaire du département. Les théories diluviennes sont impuissantes à expliquer l'origine des Aconits de Neufchâteau. Il est peu probable qu'ils aient été introduits par l'homme, bien qu'à la rigueur l'importation d'une plante ornementale et médicinale aux environs d'une ville ancienne ne soit pas dénuée de toute vraisemblance.

Cette objection, peu sérieuse à notre avis, ne saurait s'élever à propos de la station de Saint-Fiacre. Contrairement à l'*Aristolochie*, qui infeste un champ à proximité de la route et des habitations, l'*Aconitum Lycoctonum*, dans la localité où je l'ai observé en abondance le 11 septembre 1905, puis en 1906, occupe en pleine forêt, sur une étendue de plusieurs hectomètres, le fond humide et les flancs d'un vallon étroit et sinueux, aboutissant à un carrefour perdu, oublié des géographes, et que les gens du pays appellent le fond des Saignons (nom vulgaire de Surcau). Cette localité se trouve à l'extrémité des bois de Domgermain, aux confins du département de la Meuse. Il est donc bien certain que l'*Aconitum Lycoctonum* croît spontanément dans le bassin de la Meuse, en amont de la trouée de Pagny.

L'Aconit est une plante essentiellement sédentaire, un élément palingénétique de la flore. C'est une espèce mal dotée en ce qui concerne les moyens de transport par les animaux ou par les agents atmosphériques. Ses graines sont dépourvues d'ailes, de crochets, de mucilages, d'enveloppes charnues. En revanche, ses souches robustes la maintiennent indéfiniment dans le sol, sa toxicité la défend contre les animaux, son indifférence à la nature du terrain, sa rusticité lui permettent de prospérer sous les climats les plus divers, du Maroc en Laponie, de la France à la Chine et au Japon. Les colonies comme celle de Saint-Fiacre nous apparaissent comme des vestiges d'une flore très ancienne.

La persistance de l'Aconit dans les mêmes stations nous est démontrée par des documents historiques. Dès 1764, Buch'oz

nous dit : « Cette plante croît aux lieux ombrageux, montagneux et humides, dans les bois de Haye entre Nancy et Toul.... et dans les fonds des bois de Rogéville et de Pont-à-Mousson. » De l'avis des botanistes les plus compétents, l'autorité de Buch'oz est souvent en défaut ; mais il n'est guère admissible qu'il se soit trompé sur une plante aussi reconnaissable. Les observateurs récents lui ont d'ailleurs servi de caution en retrouvant l'Aconit aux lieux mêmes où l'indique le vieux médecin mussipontain. La flore de Lorraine signale l'*Aconitum Lycoctonum* au bois de Rogéville d'après Mathieu, à Pont-à-Mousson d'après Léré. Mathieu et Léré ont donc simplement répété l'observation de Buch'oz. Quant à la première station, elle était, semblait-il, moins concordante dans les deux textes. Godron, en effet, indique : Nancy, aux fonds de Morvaux, tranchée de Laxou. Mais, dans ces derniers temps, l'Aconit a été revu en abondance par M. Petitmengin, à droite de la route de Nancy à Toul, dans les bois descendant aux Fonds de Toul. Nous pouvons donc conclure que, dans le champ exploré par Buch'oz, on retrouve l'Aconit dans les endroits mêmes où il a été mentionné voilà cent quarante ans.

Il n'est pas douteux que les progrès de la culture ne restreignent le domaine de cette espèce tenace et c'est le défrichement qui explique sa dissémination actuelle et sa rareté dans notre pays. Mais nous ne pensons pas que les Vosges soient nécessairement le centre auquel se rattachaient les peuplements dispersés aujourd'hui de Neufchâteau à Longuyon et à Metz, dans les bassins de la Moselle et de la Meuse. Leurs origines sont plutôt méridionales et on les cherchera avec profit vers le plateau central, le Jura, la Côte-d'Or d'où l'espèce remonte au nord. M. Maire l'a observée à Vesoul, à Châtillon-sur-Seine. Elle est à rechercher vers le plateau de Langres et Chaumont.

Comme au temps de Buch'oz, le *Lis Martagon* abonde toujours sur les sommets des Vosges, dans les bois de Vandœuvre et de Vic. Husson et Gély signalent cette belle plante à Toul et à Blénod-lès-Toul au-dessus du moulin de Saint-Fiacre. Cette dernière localité n'est que le seuil d'un vaste peuplement qui s'étend sur tout le massif forestier qui nous occupe et où le *Lilium Martagon* franchit les limites du département de la Meuse, où il n'était pas signalé. Vers le nord, il s'étend moins loin que l'Aconit. Néanmoins, les deux espèces présentent assez d'analogie dans leur ré-

partition. Les stations basses du Lis sont encore plus complètement isolées des stations vosgiennes que celles de l'Aconit. Celle de Saint-Fiacre se relie, par l'intermédiaire de Neufchâteau, à une flore plus méridionale.

Le *Leucoium vernum* s'est montré en 1892, à la suite d'une coupe, dans le bois qui borde le chemin de Domgermain près de la chapelle de Saint-Fiacre. Il était de même très abondant vers 1885 dans une coupe pratiquée au bois d'Allain près de Colombey. Il n'y a pas été recherché depuis. Il se pourrait que les germes de cette espèce fussent beaucoup plus répandus dans le pays qu'on ne se le figure généralement. Couvrant le sol des bois à la suite de l'exploitation du taillis, le Perce-neige persiste peut-être à l'état de bulbes ou de graines dès que le couvert devient trop épais. On retrouverait ici des alternances de végétation et de vie latente analogues à celles que M. Fliche a si bien mises en lumière pour l'*Ulex europæus* et l'*Euphorbia lathyris*. Toutefois, le *Leucoium* nous paraît indigène dans les stations boisées, à l'inverse de l'Ajonc et de l'Euphorbe. Dans ces mêmes forêts, le Lis Martagon subit aussi des intermittences clairement liées aux exploitations.

Comme ce dernier, le *Leucoium* est commun sur la crête des Vosges d'où il s'étend vers Portieux, Rambervillers et, dans le bassin de Lunéville, jusqu'à Sarrebourg, Réméréville, Blainville. Mais il ne se montre pas au nord de cette localité, dans la vallée de la Meurthe prolongée par celle de la Moselle, ni au pays messin. On ne le signale ni sur le plateau de Haye, ni dans les arrondissements de Mirecourt et de Neufchâteau. La station de Saint-Fiacre, avec celles qu'on a signalées dans la Meuse (Commercy, etc.) et celles de Toul et Pierre-la-Treiche citées par Husson et Gély, est donc séparée par une grande lacune, aussi bien des Vosges que de la Côte-d'Or. Si l'on considère que cette espèce est commune dans l'Alsace et le Palatinat, qu'elle se retrouve même en Belgique, on aura quelque raison de supposer que les stations de la Meuse et du Toulous marquent les limites occidentales d'une flore qui a contourné les Vosges par le nord-est.

J'ai rencontré le *Dentaria pinnata* en août 1899, dans les fonds de Quatre-Vaux, sur le territoire de Gibeauveix. Les localités signalées jusqu'ici en Lorraine indiquent une répartition très analogue à celle de l'*Aconitum Lycoctonum*, avec quelques va-

riantes pourtant, qui permettent d'exclure l'origine vosgienne pour les colonies disséminées autour de Nancy, de Neufchâteau et dans la Meuse. Le *Dentaria pinnata* habite exclusivement le versant alsacien des Vosges ; il n'est connu sur le versant occidental qu'à Wisembach vers le col de Sainte-Marie, sur le gneiss. Sur le plateau lorrain, sa limite orientale est au bois de Flavémont près de Malzéville où je l'ai observé il y a quelques années. Il ne suit pas le cours des vallées, mais se trouve disséminé dans les massifs boisés et montueux qui les séparent : plateau de Malzéville entre la Seille et la Meurthe, plateau de Haye entre la Meurthe et la Moselle, côtes de Toul entre la Moselle et la Meuse.

Les quatre espèces des Hautes-Vosges, qui se retrouvent à Saint-Fiacre et qui manquent au bassin de Paris, *Aconitum Lycoctonum*, *Lilium Martagon*, *Leucoium vernum*, *Dentaria pinnata*, ne sont donc pas, à notre avis, des plantes descendues des Vosges. Ce sont des espèces aborigènes, répandues jadis dans les terrains les plus divers de notre pays. Devant les progrès de la culture et l'invasion des plantes adventives qui suivent le soc et la cognée, elles se sont maintenues dans les localités les plus hautes ou les plus sauvages, comme les anciennes populations humaines qui, dans nos montagnes et sur nos côtes, gardent encore, malgré la facilité des relations, un type ethnique distinct de celui des gens de la plaine.

Une mention au *Phyteuma orbiculare* L., que la flore de Lorraine n'indique pas dans le département de Meurthe-et-Moselle. Je l'ai trouvé le 5 septembre 1907 sur le territoire de Domgermain, tout près de la crête, sur le chemin qui sépare le val de Passey, tributaire de la Moselle, du vallon de Saint-Fiacre, situé déjà dans le bassin de la Meuse. Cette station représente l'extrême limite orientale du domaine occupé à l'ouest des Vosges par le *Phyteuma orbiculare*. Son absence dans la vallée de la Moselle est d'autant plus singulière que cette espèce est abondante au sud des Vosges et dans la plaine rhénane, d'où elle s'élève au ballon de Guebwiller à 1350 mètres d'altitude, d'après Kirschlager. C'est apparemment de l'Est qu'elle pénètre, au nord des Vosges, jusqu'à Remilly près de Metz, sur la Nied, affluent de la Sarre. Le *Phyteuma orbiculare* pourrait donc aborder par diverses voies notre circonscription. Sa recherche est à recommander.

Citons encore *Daphne Laureola* L. et *Orobus vernus* L., qui

sont d'une remarquable abondance, et nous terminerons par deux espèces assez indifférentes à la nature du sol : *Melittis melissophyllum* L. et *Polygala austriaca* Crantz.

Le *Melittis melissophyllum*, mentionné par Husson et Gély à Blénod-lès-Toul, a été vu, en mai 1893, dans le bois qui descend de la batterie de Charmes vers Saint-Fiacre. Il est commun dans les bois montueux des environs de Paris et peut être rattaché à la flore occidentale, comme le *Coronilla Emerus* à la flore méridionale. Le *Polygala austriaca* au contraire vient de l'Est. Signalé déjà à Blénod et à Foug, je le trouve répandu dans tout le massif forestier et même sur les terres en friche et le bord des chemins. A partir de ce vaste peuplement, il devient de plus en plus rare jusqu'au bassin parisien.

Le vallon de Saint-Fiacre, où plusieurs flores différentes semblent s'être donné rendez-vous pour régler entre elles une question de frontières, eut son heure de célébrité dans l'histoire. Grâce à son obscurité même, cette terre neutre, perdue sur les confins du royaume de France, de l'évêché de Toul et des marches de Lorraine, devint le théâtre d'une entrevue princière. En 1299, disent les chroniques, Philippe le Bel et l'empereur Albert I<sup>er</sup> se rencontrèrent dans une prairie située entre Toul et Vaucouleurs, au milieu des bois, en un lieu nommé les Quatre-Vaux. Ils y traitèrent de graves affaires et y négocièrent notamment le mariage de la sœur du roi de France avec Rodolphe, roi des Romains. Les puissants de la terre ont passé sans laisser de trace ; mais les flores de l'est, de l'ouest et du midi continuent à se donner la main sur ce sol oublié des hommes, où la nature a gardé ses droits.



CONTRIBUTION A L'ÉTUDE  
DES  
MUSCINÉES DE LA GRÈCE

Par A. COPPEY

---

*I. Recherches de MM. René Maire et Petitmengin*

La végétation muscinale de la Grèce n'a jamais été l'objet de recherches particulières jusqu'ici; il n'est pas douteux que les récoltes faites en 1906 par MM. RENÉ MAIRE et PETITMENGIN ne représentent la plus importante contribution qui ait été apportée à la connaissance des Mousses et Hépatiques de la presque île hellénique. Ces botanistes n'ont pas rapporté moins de 350 échantillons, prélevés en des localités très diverses, comme on pourra le voir. La plupart sont malheureusement stériles, mais il n'en reste qu'un tout petit nombre dont on n'ait pu tirer parti pour une détermination exacte.

Dans une première mission, exécutée en 1904, M. René Maire avait déjà porté une part de son attention sur les Muscinées, et recueilli un grand nombre de ces petites plantes. Malheureusement, un incendie ayant détruit une partie de ses récoltes, il n'est resté qu'une demi-douzaine de Mousses, qui ont été déterminées par M. F. RENAULD. Pour les récoltes de 1906, le D<sup>r</sup> F. CAMUS, du Muséum, a bien voulu me prêter le concours de sa grande expérience, afin de tirer parti d'échantillons dont la détermination eût été trop douteuse, par suite généralement de l'insuffisance de leurs caractères. Les touffes de *Philonotis* ont été examinées et nom-

mées par M. G. DISMIER, qui travaille spécialement à l'étude de ce groupe difficile. Un certain nombre de Muscinées, enfin, ont été données par M. TOUNDAS, sous-directeur du laboratoire de botanique de l'université d'Athènes.

Je prie ces botanistes, ainsi que M. MILLARAKIS, professeur à l'université d'Athènes, qui a communiqué divers renseignements, de vouloir bien accepter l'expression de ma gratitude et de celle que MM. RENÉ MAIRE et PÉTITMENGIN m'ont prié de leur transmettre.

Les Muscinées récoltées en Grèce en 1906 forment dès maintenant une collection spéciale, déposée au laboratoire de botanique de l'université de Nancy (\*).

## II. Publications anciennes

Il sera donné, dans cette notice, un tableau complet de nos connaissances relatives à la bryologie de la Grèce. Cela, d'ailleurs, ne l'allongera pas beaucoup et évitera des recherches ingrates à ceux qui voudraient reprendre cette question.

Les anciens travaux de géographie ou plutôt de statistique botanique relatifs à la Grèce sont, en effet, disséminés dans des mémoires ayant parfois un objet géographique proprement dit ou archéologique, mémoires dont le nom et l'objet n'arrivent pas toujours facilement à la connaissance des naturalistes.

Voici, dans l'ordre chronologique, la liste des publications dont j'ai pu avoir connaissance :

- 1806-1813. SIBTHORP et SMITH, *Floræ Græcæ Prodromus*. Londres, 1806-1813.
1832. BORY DE SAINT-VINCENT in *Expédition scientifique en Morée*, t. III, 2<sup>e</sup> partie : Musci, pp. 291-296 ; Hepaticæ, pp. 296-300. Paris, 1832.
1838. CHAUBARD et BORY DE SAINT-VINCENT, *Nouvelle flore du Péloponèse et des Cyclades*. Paris, 1838.
1862. Dr FR. UNGER, *Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise in Griechenland und in der Ionischen Inseln*, pp. 108-115. Wien, 1862.
1883. TH. DE HELDREICH, *Flore de l'île de Céphalonie*, pp. 77-78. Lausanne, 1883.
1886. A. GEHEEB, *Bryologische Fragmente*. III. Fortsetzung zu « Flora », 1883, n<sup>o</sup> 31 (in *Flora*, 1886, n<sup>os</sup> 22-23, pp. 339-353).

(\*) Je dois des remerciements tout particuliers à M. LE MONNIER, professeur à l'université de Nancy, qui a mis gracieusement à ma disposition toutes les ressources du laboratoire qu'il dirige.

1887. N.-C. KINDBERG, *Cinclidotus falcatus* Kindb. n. sp. (in *Revue bryologique*, 1887, n° 3, p. 43).
1887. IBID., *Contribution à la flore bryologique de la Grèce* (loc. cit., n° 4, pp. 52-54).
1887. IBID., *Nouvelles contributions à la flore bryologique de la Grèce* (loc. cit., n° 6, p. 90).
1894. J. BREIDLER in HALÁCSY, *Botanische Ergebnisse einer im Auftrage der hohen kaiserl. Akademie der Wissenschaften unternommenen Forschungsreise in Griechenland : I. Beitrag zur Flora von Epirus. Moose*, pp. 260-262. Vienne, 1894.
1894. ID., loc. cit. : IV. *Beitrag zur Flora von Achaia und Arcadien. Moose*, p. 519-521.

SIBTHORP et SMITH citent quarante-six espèces ; mais une partie de celles-ci ne sont signalées qu'au mont Athos, dans la Chalcidique, ou dans les environs de Constantinople. Je négligerai ces dernières pour ne m'occuper que de celles de Grèce. Il reste ainsi un total de vingt-trois Mousses et de quatre Hépatiques au sujet desquelles il y a peu d'observations à faire, car ce sont en général des espèces très répandues et facilement reconnaissables. Quelques-unes seules prêtent à un examen critique qui sera fait à leur propos. Les indications de station et de localité sont données généralement d'une façon fort vague par les précédents auteurs.

BORY DE SAINT-VINCENT n'a fait que répéter dans la *Flore du Péloponèse* les indications publiées antérieurement dans l'*Expédition scientifique en Morée*. Il énumère vingt-deux Mousses et quinze Hépatiques dont quatorze nouvelles.

En comparant les Hépatiques aux Mousses, on trouve une proportion extraordinaire, montrant que les membres de l'expédition de Morée ont été assez heureux, quant à la récolte des premières, surtout si l'on considère que, sur les quinze, il en est dix dont l'appareil végétatif est formé d'un thalle. Le ciel de Grèce, si serein d'ordinaire, et peu clément aux plantes qui aiment la terre humide, réservait-il donc toutes ses ondées à l'expédition scientifique ?

Les indications relatives à chaque espèce sont certainement bien plus complètes et plus précises dans le travail de Bory que dans le précédent et le suivant. Chacune, en effet, est accompagnée d'une diagnose latine en trois ou quatre lignes. Il est regrettable que celle-ci pêche par deux défauts fondamentaux : d'une part, le peu de précision des caractères, d'autre part, le mode même de confection des diagnoses, car elles ont été copiées sur

des auteurs quelconques et non basées sur les échantillons récoltés en Grèce; il suffit, pour s'en convaincre, de remarquer que les *fruits* de plusieurs espèces sont décrits dans la diagnose alors que l'auteur dit plus loin qu'il n'a pas vu la plante à l'état fertile.

On peut faire, dans cette énumération, trois parts inégales : 1° le plus grand nombre est formé par des espèces non douteuses ; 2° quelques-unes sont manifestement indiquées par erreur, mais il est possible de pressentir ce qui existe à leur place ; 3° d'autres, enfin, ne sont pas moins douteuses, mais il est impossible de savoir de quoi il s'agit exactement. Chaque plante comprise dans l'un ou l'autre de ces derniers groupes sera l'objet d'une note succincte.

Il est parfaitement inutile, je pense, de chercher à établir qu'en 1830 la bryologie était une science plus qu'embryonnaire et que les rares microscopes dont disposaient les savants n'étaient guère employés aux travaux de détermination ou même de spécification.

Doit-on, pour cette raison, délaissier les publications anciennes traitant des végétaux inférieurs ? Ce serait certainement une faute, car, en dehors des renseignements très exacts qu'on est certain d'y trouver, les erreurs elles-mêmes ne sont pas inutiles. Derrière l'erreur se cache un fait réel, il suffit de le découvrir ; c'est l'affaire des chercheurs, mais on part plus volontiers en chasse quand on sait qu'il y a quelque chose à chasser. J'espère montrer, d'autres fois encore, que les botanistes ne perdront pas leur temps en Grèce, s'ils savent regarder !

A la suite de l'expédition de Morée, trente années s'écoulaient avant de nous laisser une nouvelle notice sur les Muscinées de Grèce. UNGER donne d'abord, dans son livre, une étude détaillée des diverses sources et il cite les Mousses qu'il y a recueillies (*loc. cit.*, pp. 27-29) ; il indique ensuite les caractères de la flore des stations qu'il a visitées, principalement Céphalonie et Eubée (*loc. cit.*, chap. V et VI), en signalant à l'occasion quelques Mousses et Hépatiques et, enfin, dresse le tableau systématique de ses récoltes bryologiques avec indication des localités où elles ont été collectées. Aucune autre annotation n'accompagne cette liste, si ce n'est la description des *Neckera cephalonica* Jur. et Unger et *Neckera turgida* Jur. Unger énumère ainsi 72 Mousses, dont 54 sont nouvelles, et 3 Hépatiques seulement, dont une nouvelle : *Plagiochasma Aitonia* Linbd. et Nees. Rien, depuis lors,

n'a été publié sur les Hépatiques jusqu'à aujourd'hui, si ce n'est l'énumération de quatre espèces par BREIDLER.

En 1883, Th. DE HELDREICH apporte une contribution importante à la connaissance des plantes phanérogames de l'île de Céphalonie ; mais, quant aux Muscinées, il se borne à citer d'après UNGER celles que ce dernier avait indiquées à Céphalonie, sauf cependant une espèce : *Gymnostomum tenue* Schrad, qu'il a découverte lui-même.

En 1886, A. GEHEEB donne dans *Flora* une liste de Mousses recueillies par HELDREICH, pour la plupart « aux environs d'Athènes ». Cette liste, toute sèche, n'est pas accompagnée d'indications plus précises de localités ; elle renferme vingt et une espèces dont huit nouvelles pour la Grèce.

C'est également HELDREICH qui, d'Athènes où il habitait, fournit à KINDBERG des échantillons de Mousses recueillis soit par lui-même, soit par le P<sup>r</sup> ORPHANIDIS. Grâce à ces envois, Kindberg décrit d'abord le *Cinclidotus falcatus*, puis publie deux notices sur la *Flore bryologique de la Grèce*, la première avec indication de localités et la seconde sans aucun renseignement de cette nature. Ce qu'il y a de singulier, c'est qu'il n'ait pas connu les publications antérieures à ce sujet. « P<sup>r</sup> G. ORPHANIDIS et D<sup>r</sup> HELDREICH, dit-il, sont probablement les seuls botanistes qui aient récolté des mousses en Grèce. » Et cependant, la première de ces deux notices renferme toutes les Mousses signalées par UNGER à Céphalonie, avec attribution de leur découverte à UNGER lui-même. L'ensemble de ces deux notes renferme soixante et onze espèces, sur lesquelles vingt-quatre sont nouvelles pour la flore de Grèce.

En 1894, à la suite des voyages en Grèce où le botaniste autrichien HALÁCSY s'est employé surtout à l'examen de la flore phanérogamique, BREIDLER publie deux listes de Muscinées, l'une pour l'Épire, l'autre pour l'Achaïe et l'Arcadie. Ensemble, elles contiennent l'énumération de quatre espèces d'Hépatiques, dont trois nouvelles pour la Grèce, et quarante-neuf Mousses, dont treize nouvelles.

Enfin les nombreux échantillons recueillis par MM. RENÉ MAIRE et PETITMENGIN et quelques-uns communiqués par M. TOUNDAS se rapportent à cent vingt-sept espèces de Mousses dont cinquante-quatre nouvelles, et trente et une d'Hépatiques dont vingt-deux étaient inconnues jusqu'ici en Grèce.

Si l'on remarque que ces botanistes ont accompli leur mission pendant une période d'été, au cours de laquelle les pays parcourus sont brûlés par le soleil méditerranéen ; que, d'autre part, leur attention s'est portée principalement sur les Phanérogames et les Champignons, alors que la recherche des Muscinées exige une exploration minutieuse, longue, voire même une habitude appropriée, l'on jugera, comme moi, je l'espère, que ce résultat ne peut qu'encourager les chercheurs à parcourir les mêmes régions<sup>(1)</sup>.

### III. Catalogue raisonné des Muscinées de la Grèce

Ainsi que je l'ai annoncé antérieurement, ce catalogue renfermera toutes les Muscinées actuellement connues dans la presque île hellénique et les îles qui en dépendent ; je me conformerai aux indications données par MM. RENÉ MAIRE et PETITMENGIN dans la publication des Phanérogames de la même contrée ; la date de la récolte sera toujours indiquée, bien qu'elle n'ait pas grand intérêt, semble-t-il, pour les échantillons stériles. Les noms et l'ordre adoptés sont pris, pour les Mousses, dans la flore française de HUSNOT (*Muscologia gallica*. Paris et Cahen, 1884-1890) et pour les Hépatiques, dans celle de l'abbé BOULAY (*Muscinées de la France*, 2<sup>e</sup> partie, *Hépatiques*. Paris 1904.) Le lecteur pourra donc se reporter à ces excellents ouvrages<sup>(2)</sup> ; je ne donnerai la synonymie du nom adopté que dans le cas où la même plante aura été citée sous un nom différent par les auteurs de publications sur la Grèce. Enfin, ces auteurs seuls seront cités à propos des plantes qu'ils ont signalées dans une publication, sans rappeler les noms des botanistes qui les ont récoltées.

(1) Mon ami René Maire voudra bien accepter les vifs remerciements que je lui adresse ici, pour la communication de documents qu'il m'eût été difficile de me procurer moi-même.

(2) On peut considérer qu'il en résulte une discordance dans la façon de grouper les Mousses d'une part, les Hépatiques de l'autre ; cette discordance eût été facile à supprimer en inversant, par exemple, l'ordre des Hépatiques ; mais cela n'a aucune importance, car, s'il est absurde de concevoir les Mousses comme formant une seule série linéaire, ainsi que les Hépatiques, il l'est davantage de concevoir les Muscinées comme une série linéaire unique. Les Mousses sont probablement plus proches parentes des Hépatiques les plus simples que des plus compliquées, de même qu'un *Polytrich* est plus éloigné d'un *Hypnum* que ne l'est sans doute un simple *Phascum*, chose dont on ne se douterait pas en lisant une *Flore*.

## HÉPATIQUES

**Frullania** Radd.

*F. dilatata* Dum.

Pélion, sur les troncs de cyprès, près de Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2796.

Taygète, sur les troncs de *Pinus laricio*, 1 000 mètres, 25/10, n° 2815.

Parnasse, troncs d'*Abies cephalonica*, vers 1 200 mètres, 20/8, n° 2690.

Environs de Kalendini (Épire), sur des platanes. — Mont Olonos, région des sapins, avec périnthés (Breidler).

**Madotheca** Dum.

*M. rivularis* (Nees) Boul.

Ossa, ruisselets et suintements des rochers de micaschistes dans les hêtraies, vers 1 200-1 300 mètres, 17/10, n°s 2645, 2692.

Pinde : mont Zygos, ruisselets sur les schistes dans les hêtraies, vers 1 400 mètres, 13/10, n° 2409.

Taygète, bords d'une source, sur schistes, au-dessus de Boliana, 1 300 mètres, 23/10, n° 2476.

Panakhaïkon (Voïdhias), région des sapins (Breidler).

**Radula** Dum.

*R. complanata* Dum.

Épire, sur les troncs de *Carpinus duinensis*, le long du Saradaporos, entre Vourgareli et Kalendini, 350-400 mètres, 18/9, n° 2833.

Mont Kissavos (Ossa), sur les troncs, dans les forêts de hêtres, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2467.

Mont Olonos, région des sapins. — Environs de Kalendini, sur des platanes (Breidler).

**Scapania** Dum.

*S. compacta* Dum. = *Jungermannia compacta* Roth.

« *Caule procumbente simpliciusculo. Foliis subæqualiter bilobis conduplicatis rotundatis integerrimis vel subcrenulatis. Fructu terminali calycibus oblongis compressis incurvatis ore truncato crenulato.* »

Fl.... entre « Carytène » et « Diaforti », endroits humides et sablonneux, lit des torrents (Bory).

OBSERVATIONS. — La diagnose donnée par Bory peut s'appliquer au *Scapania compacta*; mais l'auteur ne l'a pas faite d'après ses échantillons; il annonce, en effet, qu'il n'a pas trouvé les fleurs. Je ferai remarquer à ce sujet que *Sc. compacta* est une plante très fertile et, d'autre part, qu'elle évite les lieux tourbeux ou très humides. (Cf. BOULAY, *Muscinées de la France*, 2<sup>e</sup> partie, Hépatiques, p. 24.)

*S. sp.* — Voisin du *S. Bartlingii* Nees? (D<sup>r</sup> F. Camus).

Parnasse, rochers calcaires alpins, au lieu dit Trypios-Vrakhos, 2 400 mètres, 20/7, n<sup>o</sup> 2521.

*S. æquiloba* Dum.

Pinde, forêts d'*Abies cephalonica*, sur les schistes au-dessus de Krania, vers 1 200 mètres, 10/9, n<sup>o</sup> 2608.

*S. resupinata* Dum. = *Jungermannia resupinata* L.

« *Caule erecto subramoso. Foliis bilobatis complicatis ovato-rotundatis obtusiusculis denticulatis. Fructu terminali calycibus compressis truncatis ore crenato.* »

Fl.... Phigalée dans la Néda. Lieux humides dans la forêt de Koubeh (Bory).

OBSERVATIONS. — Diagnose également très vague; d'autre part, le *S. resupinata* croît sur les rochers siliceux secs. (Cf. BOULAY, *loc. cit.*, p. 28.)

*S. irrigua* Dum.

Pélon, ruisselets dans les forêts de hêtres, sur micaschistes, 1 200 mètres, 15/10, n<sup>os</sup> 2169, 2675.

*S. curta* Dum.

Mont Kissavos (Ossa), à terre, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 200 mètres, 18/10 (D<sup>r</sup> F. Camus det.), n<sup>o</sup> 2473.

*Cephalozia* Dum.

*C. divaricata* (Sm.) Heeg.

Ghiona, bords d'une source sur les tufs ophitiques, au lieu dit Karvouni, vers 1 850 mètres, 26/7, n<sup>o</sup> 2669.

*Saccogyna* Dum.

*S. graveolens* Linbd. = *Jungermannia graveolens* Schrad.

« Fl.... lit du torrent de Sapience. Marathonisi et Naxie, à terre dans le bassin de Drymalia. » (Bory.)



**Chiloscyphus Cord.**

*C. polyanthus* Cord.

Pélion, ruisseaux dans les forêts de hêtres, sur micaschistes, 1 200 mètres, 15/10, n° 2170.

**Lophocolea Dum.**

*L. minor* Nees, var. *erosa* Nees.

Pinde, mont Zygos, sur la terre humide dans les hêtraies, schistes, 1 400-1 600 mètres, n° 2661.

Pinde, forêts de sapins sur les schistes à Krania, 1 200 mètres, dans des touffes de *Plagiochila asplenioides*, 10/9, n° 2481.

**Plagiochila Dum.**

*P. asplenioides* Dum.

Var.  $\beta$  *minor* Nees.

Pinde, forêts de sapins à Krania, schistes, 1 200 mètres, 10/9, n° 2481.

Var.  $\gamma$  *humilis* Nees.

Mont Kissavos (Ossa), à terre et sur les rochers schisteux dans les forêts de hêtres, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n°s 2440, 3011.

Pinde, forêts de sapins sur les schistes à Krania, 1 200 mètres, 10/9, n° 2609.

Parnasse, rochers calcaires alpins, 2 300 mètres, 20/7.

*P. interrupta* Dum.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 000-2 500 mètres, 27/7, n° 2507 (Dr F. Camus det.).

**Lophozia Dum.**

*L. Schreberi* (Nees) N. B.

Pélion, hêtraies vers 1 100-1 200 mètres, dans une touffe de *Dicranum scoparium*, forme à amphigastres, 14/10, n° 2428.

*L. inflata* (Huds) Howe.

*Jungermannia inflata*  $\beta$  *major* Lindb.

« *Caule ramoso elongato ramulis attenuatis. Foliis remotis semi-verticalibus ovato emarginato acute bifidis.* »

Fl.... lieux frais, sol arénacé (Bory).

OBSERVATIONS. — Je ne sais de quelle plante il est question, mais si on remarque les stations signalées, on peut affirmer qu'il ne s'agit pas du *Loph. inflata*, qui croît dans les tourbières, les marais tourbeux, les fossés inondés et les marécages. (Cf. BOULAY, *loc. cit.*, p. 103.)

*L. turbinata* (Radd.) Steph.

Attique (leg. V. Toundas), n° 3035 (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

*Aplozia* Dum.

*A. riparia* Dum.

Ghiona, rochers calcaires suintants, au lieu dit Platylithos, 1 400 mètres, 26/7, pieds ♂, n° 2491.

*Mesophylla* Dum.

*M. crenulata* Corb.

Ossa, sur les rochers de micaschiste et sur la terre dans les hêtraies, vers 1 200 mètres, en mélange avec *Diphyscium foliosum*, 17/10, n° 2651.

*M. hyalina* Corb. = *Jungermannia hyalina* Lyell.

Près de Modon, à terre, entre les rochers frais et sur les parois des torrents (Bory).

*M. scalaris* Dum.

Mont Kissavos (Ossa), à terre dans les forêts de hêtres, micaschistes, 1 200 mètres, 18/10 (D<sup>r</sup> F. Camus det.), n° 2473.

*Marsupella* Dum.

*M. emarginata* Dum.

Pélon, à terre dans les châtaigneraies, près Zagora, sur les schistes, 15/10, n° 2151 (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

Mont Kissavos (Ossa), à terre dans les forêts de hêtres, micaschistes, 1 200 mètres, 18/10, n° 2473 (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

*M. Funckii* Dum.

Ossa, sur les rochers de micaschiste et sur la terre dans les hêtraies, vers 1 200 mètres, en mélange avec *Diphyscium foliosum* et *Mesophylla crenulata*, 17/10, n° 2652 (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

*Fossombronia* Radd.

*Fossombronia* sp.

Taygète, rochers schisteux, dans les forêts de pins, au-dessus de la Langadha, entre Sparte et Kalamata, 1 000 mètres, 25/10, n° 2665.

*Pellia* Radd.

*P. epiphylla* Cord. ?

Attique (ex herb. Sartori), n° 2677, stérile, mais ses dimensions m'engagent à la considérer comme *P. epiphylla*.

OBSERVATIONS. — Bory de Saint-Vincent a décrit une espèce qui aurait sa place ici : « *Jungermannia fucciformis*, Bory, pl. XXXVII, fig. 1. *Frondeb planis enervis laciniatis dilatato flabellatis. Laciniis linearibus planis integerrimis dichotomis obsolete alternisve obtuse truncatis. Fructibus?* »

« En masses flottantes à grande eau ou croissant contre les pierres en touffes noirâtres cespiteuses (cf. fig. 42 C. t. 74 de Dillen, qui en donne une assez bonne idée), dans la réserve d'un moulin du voisinage de l'Alphée, près de Carithène.

« OBSERVATIONS. — Cette singulière plante, dont nous avons en vain cherché les traces de la fructification dans le grand nombre d'individus soumis à notre investigation, est bien certainement une Jungermannie de la division des Énerves, voisine du *Pinguis* et de l'*Apiphylla* (sic) par sa couleur et sa consistance, mais très distincte par ses proportions bien plus fortes et par la multitude des divisions des frondes, où la dichotomie et la disposition donnent assez régulièrement la figure en éventail. Elle a quelque chose du *Jung. hibernica* d'Hooker t. 78, mais celle-ci, moins divisée, d'un vert tendre et plus large, est munie d'une nervure. On dirait la fronde de certaines espèces d'Hydrophytes, des genres *Chondrus* ou *Sphærococcus*. » (BORY.)

En somme, tous ces renseignements vagues nous disent fort peu de choses, mais les aquarelles de Bory parlent plus clairement. Il s'agit sans nul doute d'une forme submergée, très ramifiée, très verte, et de dimensions très variées, du *Pellia epiphylla*. Il est absolument impossible de fonder une espèce sur des échantillons stériles, dans un groupe qui est aussi sensible aux conditions de milieu et qui présente des caractères morphologiques aussi vagues et insignifiants.

*P. Fabroniana* Radd. = *P. calycina* Nees?

Pinde, forêts de sapins sur schistes, Krania, 1 200 mètres, 11/9, n° 1715 (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

*Dilæna* Dum.

*D. Lyellii* Dum. = *Jungermannia Lyellii* Hook.

Route de Navarin, près de la forêt de Koubeh, parois des ravins et lieux frais des bois (Bory).

*Aneura* Dum.

*A. sinuata* Dum. ?

Arcadie, sur le sol schisteux, dans les forêts de chênes, près du monastère Agios Georgios, 1 000 mètres, 10/8 (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

*A. pinguis* = *Jungermannia pinguis* L.

Béotie, Argolide (Sibthorp et Smith).

**Sphærocarpus** Mich.

*S. terrestris* Sm.

Terre grasse des champs (Bory).

**Marchantia** (L.) Radd.

*M. polymorpha* L.

Mont Katavothra (Œta), près des ruisseaux, au lieu dit Veloukhi, sur calcaire, 1 500 mètres, 29/7, n° 1553 ; fertile.

Pinde, mont Peristeri, pelouses tourbeuses, vers 2 000 mètres, 15/9, n° 2612 ; avec corbeilles à propagules.

Pélon, ruisselets sur les micaschistes dans les hêtraies, vers 1 200 mètres, 14/10 ; stérile.

Péloponèse (Sibthorp et Smith).

**Lunularia** Mich.

*L. cruciata* (L.) Dum. = *L. vulgaris* Mich.

Taygète, rochers schisteux humides, près de Lada, 800 mètres, 25/10, n° 2484.

Phocide, fontaine Castalie, près de Delphes, sur calcaire, 550 mètres, 18/7, n° 2445 ; frondes ♀ jeunes.

Philatra, entre Arcadia (Kyparissia) et l'embouchure de la Néda, lieux frais et obscurs (Bory).

Kerkyra, près d'une fontaine, au mont Deca ; Eubée, près de Chalcis, dans un aqueduc (Kindberg).

**Fegatella** Radd.

*F. conica* Cord.

Parnasse, suintements des rochers calcaires, au lieu dit η Μάσσα τοῦ νεροῦ, 1 600 mètres, 21/7, n° 2401.

Pinde, rochers schisteux humides dans les forêts de sapins, à Krania, 1 200 mètres, 10/9, n° 2604.

Laconie, mont Malevo, Agios Petros, 4/6/1846 (leg. Sartori).

**Preissia** Cord

*P. commutata* Nees.

Parnasse, rochers calcaires humides, 1 600 mètres, 21/7.

**Fimbriaria** Nees.

*F. fragrans* Nees.

Parois terreuses et fraîches des torrents, en arrivant à la forêt de Koubeh, par l'aqueduc de Navarin et au pourtour d'Androussa (Bory).

**Grimaldia** Radd.

*G. dichotoma* Radd.

Rosettes irrégulières ou plaques fortement adhérentes contre la terre rouge et humide de l'interstice des rochers, à la base ou sur le flanc des hauteurs, notamment au pourtour de Modon, de Scardamoula et de Marathonisi (Bory).

**Reboulia** Radd.

*R. hemisphaerica* Radd. = *Grimaldia hemisphaerica* Linbd.

Parnasse, rochers calcaires humides, aux lieux dits Gourná et ἡ Μάγνα τοῦ νεροῦ, 1 600 mètres, 21/7, n° 2519 (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

Épire, terre sablonneuse (grès du flysch), dans les bois de *Quercus ilex*, entre Voulgareli et Kalendini, 400 mètres, 22/9, n° 2395 (D<sup>r</sup> F. Camus det.). Mêmes lieux que *Grimaldia dichotoma* et à Naxie, dans des sites analogues (Bory).

Mont Tsoumerka; fertile (Breidler).

**Plagiochasma** L. et L.

*P. Aitonia* Linbd. et Nees.

Eubée, près de Loto, Céphalonie (Unger).

**Targionia** (Mich.) L.

*T. hypophylla* L.

Laconie: Sparte, Mistra, Trypi, Anogia, sur les murs humides; très fréquent, fertile, 1904.

Messénie (Sibthorp et Smith).

Entre Scardamoula et Androuvista, à Tine, au village de Koumaro, rochers aux lieux frais (Bory).

**Riccia** L.

*R. natans* L.

Thessalie: Laspokhori, source à la sortie de la vallée de Tempé, 7/9, n° 1150.

Argolide (Sibthorp et Smith).

*R. crystallina* L.

Tine — Naxie — Plaine de Modon — Arcadie, sur la terre grasse et humide (Bory).

*R. fluitans* L.

Étolie, marais entre les lacs Trikhonis et d'Angelo-Kastro, 24/9, n° 1995.

Près de Nisi, sur les fossés, et dans le bassin du Pamisus (Bory).

*Anthoceros* L.

*A. lævis* L.

Parois terreuses du torrent de Koubeh et de la Néda. — Messène (Bory).

Kerkyra, mont Deca. — Eubée, dans les bois (Unger).

### MOUSSES ACROCARPES

*Hymenostomum* R. Br.

*H. tortile* Br. E.

Pinde, rochers schisteux à Moutsoura, 1200 mètres, 18/9, n° 1939 (Dr F. Camus det.).

*Gyroweisia* Schpr.

*G. tenuis* Schpr. = *Gymnostomum tenue* Schrad.

Céphalonie : Kastro Agios, Georgios, sur les murs, septembre; fertile (Heldreich).

*Gymnostomum* Hedw.

*G. calcareum* N. et H.

Acarnanie, suintements des rochers calcaires de la gorge dite Νεοτροφιές, au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, 900-1000 mètres, 12/7, n° 2505, pied ♀.

Mont Pentélique; fontaine Aréthuse, Ithaque (Unger).

Var.  $\gamma$  *viridulum*.

Kerkyra (Unger).

*Eucladium* Br. E.

*E. verticillatum* Br. E.

Ghiona, suintements des rochers calcaires, lieu dit Platylithos, 1400 mètres, 26/7, n° 2459; fertile.

Parnasse, même station, lieu dit ἡ Μόνα τοῦ νεροῦ, 1500 mètres, 26/7, n° 2403.

Mont Ziria (Kyllini), dans une grotte, au lieu dit τοῦ πουλιοῦ ὁ ὄχθος, sur calcaire, 1 700 mètres, 9/8, n° 2492.

Kerkyra (Unger).

Fontaine Aréthuse, Ithaque (Unger).

Sans localité (Kindberg).

Environs de Patras (Breidler).

**Weisia** Hedw.

*W. viridula* Brid. var. *amblyodon* Brid.

Pélon, châtaigneraies à Zagora, sur le sol siliceux (micaschistes), 500-600 mètres, 15/10, n° 2134; fertile.

Var. *gymnostomoides* Brid, *ibid.*, n° 2618; fertile.

**Dicranella** Schpr.

*D. heteromalla* Schpr.

Pinde : mont Zygos, à terre dans les forêts de hêtres, schistes, 1 400-1 600 mètres, n° 2633 (pieds ♀).

*D. varia* Schpr.

Eubée, avec *Funaria hygrometrica* (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

**Dicranum** Hedw.

*D. scoparium* Hedw.

Pinde, forêts de sapins près Krania, schistes, 1 100 mètres, 11/9, n° 2480 (fertile), n° 2532.

Mont Kissavos (Ossa), à terre et sur les rochers schisteux dans les forêts de hêtres, 1 200-1 300 mètres, 15/10, n° 2430; fertile.

Var. *curvulum* Schpr.

Pélon, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 100-1 200 mètres, n° 2427.

Var. *recurvatum* Schl.

Achaïe, à terre, dans les forêts, au-dessus du monastère du Megaspilaion, calcaire, 1 000 mètres, 14/8, n° 2389.

*D. strictum* Schl.

Thessalie (Kindberg).

**Fissideus** Hedw.

*F. pusillus* Wils.

Acaranie, sur les rochers calcaires, près du monastère de Romvó, mont Ypsili-Koryphi, 10/7, 1 000 mètres, n° 2506; fertile.

Kerkyra, janvier 1901 (leg. V. Toundas), n° 2699.

Parnasse, autre Corycien, rochers calcaires, 1 300 mètres, n° 223 (mission de 1904, F. Renauld det.).

*F. incurvus* Hedw.

Mont Neriton, Ithaque, caverne (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

*F. taxifolius* Hedw. = *Dicranum taxifolium* Swartz.

Mont Kissavos (Ossa), à terre, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2520.

Corinthie, sur la terre schisteuse, dans les forêts de *Quercus conferta*, près du monastère d'Agios Georgios, au-dessus du lac de Phonia, 1 000 mètres, 10/8, n° 2762.

Taygète, terrains schisteux dans les forêts de pins, entre Sparte et Kalamata, 1 000 mètres, 25/10, n° 2434.

Élide (Sibthorp et Smith).

*F. decipiens* de Not.

Ossa, à terre, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 100-1 200 mètres, n° 2422.

Mont Ziria (Kyllini), rochers calcaires alpins, 2 300 mètres, n° 2504.

*F. adianthoides* Hedw.

Achaïe, à terre, dans les forêts au-dessus du monastère du Megaspilaion, 1 000 mètres, calcaire, n° 2643.

**Ceratodon** Brid.

*C. purpureus* Brid.

Ossa, forêts de hêtres, sur le sol, micaschistes, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2446; fertile.

Pélion, Zagora, dans les forêts de châtaigniers, vers 500-600 mètres, micaschistes, n° 2622; fertile.

Pentélique; Eubée (Unger).

**Leptotrichum** Hpe.

*L. flexicaule* Hpe.

Parnasse, rochers calcaires alpins, vers 2 300 mètres, 20/7, nos 2522, 3025.

Var. *densum* Schpr, *ibid.*, n° 3018.

Tsoumerka, avec *Reboulia hemisphaerica*. Khelmos (Breidler).

**Distichium** Br. E.

*D. capillaceum* Br. E.



Acarnanie, rochers calcaires, mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, 1 000 mètres, 12/7, n° 2463; fertile.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 000-2 500 mètres, 27/7, n°s 3002, 2883, 3024.

Parnasse, rochers calcaires alpins, lieu dit Trypios-Vrakhos, 2 400 mètres, 20/7, n°s 3023, 3030, 2387.

Sans localité (Kindberg).

**Acaulon Müll.**

*A. muticum* Müll. var. *cuspidatum* Schpr. = *Acaulon piligerum* de Not.

Environs d'Athènes (Geheeb).

**Phascum L.**

*P. cuspidatum* Schreb.  $\delta$  *piliferum*.

Pentélique (Unger).

*P. rectum* Smith.

Environs d'Athènes (Geheeb).

Ile de Syros (Kindberg).

*P. curvicollum* Hedw.

Environs d'Athènes (Geheeb).

**Pottia Ehr.**

*P. cavifolia* Ehr.

Environs d'Athènes (Geheeb).

Var. *epilosa* Schp.

Environs d'Athènes (Geheeb).

*P. minutula* Br. E.

Sans localité (Kindberg).

*P. Starkeana* C. Müll.

Environs d'Athènes (Geheeb).

Sans localité (Kindberg).

**Didymodon Hedw.**

*D. rubellus* Br. E.

Mont Ziria (Kyllini), au-dessus de Ghoura, dans les forêts de pins, sur le calcaire, 1 700 mètres, 9/8, n° 2413; fertile.

Tsoumerka, avec *Reboulia hemisphærica*, fertile. — Khelmos (Breidler).

*D. luridus* Hornsch.

Près de Kalendini, sur des platanes; fertile. — Khelmos (Breidler).

**Trichostomum Hedw.**

*T. tophaceum* Brid.

Eubée, environs de Kymé, dans les fontaines (Unger).

*T. rigidulum* Sm.

Athènes (Unger).

*T. flavovirens* Bruch.

Kerkyra, mont Deca (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

*T. nitidum* Lindb.

Environs de Patras (Breidler).

*T. mutabile* Bruch.

Ithaque, rochers calcaires (Unger).

*T. crispulum* Bruch.

Taygète, terrain schisteux, parmi les oliviers, en dessous de Lada, 600-800 mètres, 25/10, n° 2345.

Kerkyra, mont Deca (Unger).

Environs de Patras (Breidler).

*T. anomalum* Schpr.

Attique et Syros (Kindberg).

*T. Barbula* Schw.

Parmi *Selaginella denticulata*, parois rocailleuses du torrent de Modon (Bory).

Kerkyra, à Lefkimo; Ithaque, fontaine Aréthuse (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

**Barbula Hedw.**

*B. rigida* Schul.

Attique (Kindberg).

*B. ambigua* Br. E.

Environs d'Athènes (Geheeb).

Ile de Syros (Kindberg).

*B. aloides* Br. E.

Kerkyra, terres argileuses, à Lefkimo; environs d'Athènes (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Attique (Kindberg).

OBSERVATIONS. — Sibthorp et Smith citent *Tortula rigida* Swartz aux environs d'Athènes. Cette indication est vague et peut se rapporter à l'une ou l'autre des trois espèces précédentes. Dans l'*Index bryologicus* de Paris on ne trouve pas *T. rigida* Swartz, mais *Tortula rigida* Schrad. = *Barbula rigida* Schultz, *T. rigida* Brid. = *B. ambigua* Br. E. et *T. rigida* Sm. = *B. aloides* Fürn. Il est certain que la distinction entre ces trois espèces est difficile, même au microscope, et que l'indication de Sibthorp et Smith est imprécise.

*B. membranifolia* Hook.

Épire, rochers calcaires du mont Tsoumerka, près de Theodhorigiana, 1 100 mètres, 18/9, n° 2749; fertile.

Environs d'Athènes (Geheeb).

*B. chloronotos* Bruch.

Athènes (Unger).

*B. cuneifolia* Brid.

Hymette, sur schistes, près Kaisariani, 6/7, n° 2629; fertile.

Kymé et Athènes (Unger).

Environs d'Athènes (Kindberg).

*B. marginata* Br. E.

Kerkyra; mont Pentélique (Unger).

*B. muralis* Timm. = *Tortula muralis* (Hedw.).

Taygète, sur le mortier calcaire des murs du monastère de Zerbitsa, 450 mètres, 23/8, n° 2851; fertile.

Attique: monastère de Daphni, sur les murs calcaires, 29/9, n° 2028; fertile.

Delphes, sur les rochers calcaires, 600 mètres, 19/7, n° 2416; fertile.

Fréquent en Grèce (Sibthorp et Smith).

Kerkyra, vieux murs; Céphalonie, mont Ainos; Eubée, à Steni (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Attique (Kindberg).

Environs de Patras; fertile (Braidler).

Var. *incana*.

Céphalonie (Unger).

*B. canescens* Bruch.

Eubée, à Loto, 1 000 mètres (Unger).

Attique (Kindberg).

*B. unguiculata* Hedw.

Taygète, forêts de pins, sur schistes, au-dessus de la Langadha de Trypi, 25/10, n° 2663.

Attique (ex herb. Sartori) [D<sup>r</sup> F. Camus det.].

Kerkyra, mont Deca (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Ile de Syros (Kindberg).

Environs de Kalendini, sur platane; fertile (Breidler).

*B. fallax* Hedw.

Hymette, terrains schisteux, près de Kaisariani, 350-400 mètres, 5/7, n° 2406; fertile.

Ile de Syros (Kindberg).

*B. vinealis* Brid.

Céphalonie, mont Ainos (Unger). Donnée comme douteuse.

Environs d'Athènes (Geheeb).

*B. cylindrica* Tayl.

Parnasse, forêts sur le plateau du Livadhi, calcaire, 1 200 mètres, 19/7, n° 2386.

Taygète : rochers schisteux dans les forêts de pins, au-dessus de la Langadha de Trypi, entre Sparte et Kalamata, 1 000 mètres, 25/10, n° 2455.

Olonos, région des sapins (Breidler).

*B. revoluta* Schw.

Mont Ziria (Kyllini), rochers calcaires alpins, 2 000-2 400 mètres, 8/8, n° 2502.

Kerkyra, murs (Unger).

Khelmos, avec *Didymodon rubellus* (Breidler).

*B. convoluta* Hedw.

Taygète, à terre, dans les forêts de Conifères, calcaire, 1 000 mètres, 24/10, n° 2415; fertile.

Khelmos, sur la terre calcaire, dans la vallée du Styx, 1 500 mètres, 13/8, n° 2742.

Eubée, forêts de pins élevées (Unger).

*B. tortuosa* W. et M.

Acarmanie, rochers calcaires près du monastère de Romvo, mont Ypsili-Koryphi, 1 000 mètres, 10/7, n° 2667.

Parnasse, rochers calcaires alpins et sur les sapins, 1 500 mètres, 19/7, n<sup>os</sup> 2517, 2414, 3017.

Épire, rochers calcaires au mont Tsoumerka, près de Theodhorigiana, 1 100 mètres, 18/9, n<sup>o</sup> 2695.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 000-2 500 mètres, 27/7, n<sup>os</sup> 3001, 2399.

Sans localité (Kindberg).

Olonos, région des sapins ; Tsoumerka, fertile (Breidler).

*B. inclinata* Schw.

Attique (Kindberg).

*B. squarrosa* Brid.

Attique (ex herb. Sartori), n<sup>o</sup> 2683.

Kerkyra à Bragagniotica (Unger).

*B. subulata* P. B. = *Tortula subulata* Hedw.

Pélon, à terre, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 100-1 200 mètres, 14/10, n<sup>o</sup> 2656 ; fertile.

Parnasse, rochers calcaires alpins, 2 400 mètres, 20/7, n<sup>o</sup> 3022 ; fertile.

*Ibid.*, forme voisine de la var. *subinermis* Br. E., mais se rapprochant du *B. inermis* Bruch., n<sup>o</sup> 2515 ; fertile.

Mont Ziria (Kyllini), rochers calcaires près du sommet, 2 300-2 400 mètres, 8/8, n<sup>o</sup> 2466 ; fertile.

Argolide (Sibthorp et Smith).

Céphalonie, mont Ainos (Unger).

Kalendini, sur platane, fertile ; Tsoumerka, fertile (Breidler).

Var. *integrifolia* Boul.

Pélon, châtaigneraies à Zagora, schistes, 500 mètres, 15/10, n<sup>o</sup> 2135 ; fertile.

Var. *subinermis*.

Eubée, forêts de pins élevées (Unger).

*B. inermis* Bruch.

Parnasse, fentes ombreuses des rochers calcaires alpins, 2 000-2 300 mètres, 20/7, n<sup>o</sup> 2897 ; fertile.

Étolie, rochers de serpentine, près de Mavrolithari, 800-1 000 mètres, 28/7, n<sup>o</sup> 2433 ; fertile.

Olonos ; Khelmos, fertile (Breidler).

Céphalonie, mont Ainos ; Eubée, près de Loto (Unger).

*B. ruraliformis* Besch.

Taygète : Boliana, forêts de Conifères, vers 1000 mètres, calcaires et schistes, 23/10, n° 2672.

*B. ruralis* Hedw. = *Tortula ruralis* Ehr. = *Syntrichia ruralis* Brid.

Mont Katavothra (Œta), rochers calcaires, vers 1500 mètres, 29/7, n° 2453, fertile; n°s 2753, 2513.

Étolie, rochers schisteux dans le ravin dit Arkhoudhorevma, près Mavrolithari, 1000-1100 mètres, 28/7, n° 2499.

Pinde, sur un tronc de *Tilia*, dans les forêts, au-dessus de Khaliki, 1300 mètres, 15/9, n° 2405; fertile.

Élide, Arcadie, environs d'Athènes (Sibthorp et Smith).

Taygète, mont Cotylus (Bory).

Céphalonie, mont Ainos, Gypho-Kastro (Unger).

Thessalie (Kindberg).

Olonos, région des sapins, fertile; Panakhaïkon; Tsoumerka, avec *Reboulia hemisphærica* (Breidler).

*Barbula papillosissima* A. Coppey, sp. nov. (pl. II et III).

« *B. rurali* (sensu stricto) affinis, a qua differt statura robustiore, caulibus nec non foliis crassioribus; cellulis (basalibus exclusis) hexagonis, membrana ad angulos crassiore, papilla unica cava cylindro-conica, apice dilatata nec non irregulariter ramosa, crassitudinem cellulæ æquante ornatis. Planta mascula et sporogonium ignota. »

Hab. in fissuris rupium calcarearum alpinarum in cacumine occidentali montis « Khelmos » (Aroania), 2100-2300 mètres, 12/8, n° 3403.

OBSERVATIONS. — Cette plante ressemble aux formes vigoureuses et bien caractéristiques du *B. ruralis* Hedw. Les touffes, grisâtres à sec à la surface, sont vert noirâtre à l'état humide. Les tiges atteignent 6 à 8 centimètres, cela grâce à un mode d'allongement assez répandu chez les Mousses, et surtout les Barbulés du groupe *ruralis*. D'abord simples et longues de 3-4 centimètres, elles forment, sous la fleur, une ou deux innervations longues de 12-15 millimètres; celles-ci à leur tour en forment d'autres et ainsi de suite.

Les tiges portent des touffes de radicules rouges plus ou moins régulières et qui gagnent également la base de la nervure des

feuilles (fig. *g*). Sur une coupe transversale, la tige présente un diamètre plus considérable et quatre ou cinq assises de cellules au pourtour, à parois plus fortement épaissies que chez *B. ruralis*.

Les feuilles sont appliquées contournées à l'état sec, étalées squarreuses à l'état humide, fortement carénées, à bord légèrement ondulé et révoluté jusque près du sommet (fig. *g* et phot. *e*). Sur les vieilles innervations, elles sont progressivement détruites et presque complètement disparues à la base des tiges.

La nervure est forte, rougeâtre, dentée sur le dos à partir du milieu et de plus en plus fortement jusqu'au sommet, prolongée par un poil blanc également fortement denté ; longueur du poil 2-3 millimètres, longueur du limbe 3-4 millimètres.

Cellules de la base rectangulaires, hyalines (phot. *d*) suivant une zone oblongue de chaque côté de la nervure (fig. *g*, *α*), zone bordée de cellules plus courtes, presque carrées, jaunâtres, passant progressivement aux cellules médianes et supérieures, hexagonales, à paroi légèrement épaissie aux angles, et portant chacune une papille cylindro-conique dilatée et ramifiée irrégulièrement à son extrémité, creuse, la cavité prolongeant la cavité cellulaire, longue comme l'épaisseur de la cellule proprement dite (fig. *f*, *h* et phot. *e*, *f*, *g*). Vues sur la surface du limbe, les cellules sont un peu plus petites que dans *B. ruralis* (fig. *h* et *i*), mais leurs parois séparatrices sont plus visibles que chez cette dernière, parce que la papille unique et très saillante de chaque cellule ne les masque pas. J'ai même pu photographier successivement, sur le limbe mis à plat, l'extrémité des papilles et les contours cellulaires en faisant deux mises au point distinctes (phot. *a*, *b*, *c*).

Les feuilles périchétiales ont la même structure, mais sont un peu plus ondulées, plus ou moins engainantes ; les plus internes ont un limbe rudimentaire, le poil restant au contraire bien développé. Les archégonies, au nombre de six à douze, ont de 1 millimètre à 1<sup>mm</sup>2 et sont entremêlées de paraphyses peu développées.

Malgré les variations du *B. ruralis* et des plantes voisines telles que *B. ruraliformis* Besch., *B. intermedia* Brid., ces mousses ont un tissu foliaire très peu variable, dont les parois cellulaires sont couvertes sur les deux faces de papilles nombreuses, formant quatre ou cinq groupes sur chaque cellule (fig. *i*)

et masquant même le contour cellulaire dans les portions les plus opaques, vers le sommet.

On remarquera ci-dessous que *B. intermedia* Brid. existe dans les mêmes stations du mont Khelmos; les échantillons se trouvaient même dans un paquet unique, mais le *B. intermedia*, fertile d'ailleurs, est bien caractérisé, sans aucun passage au *B. papillosissima*.

*B. intermedia* Brid.

Œta, le long des ruisseaux et torrents, dans les forêts de sapins de la vallée Karvounari-Rema, schistes, 800-1 200 mètres, 30/7, n° 2493; fertile.

Thessalie, rochers calcaires dans la vallée de Tempé, 7/9, n° 2813.

Mont Khelmos (Aroania), rochers calcaires alpins, 2 100-2 300 mètres, 12/8, n° 3045; fertile.

Sparte, sur les murs dans les ruines, 23/10, n° 2430; fertile.

Sans localité (Kindberg).

Panakháikon, région des sapins, avec *Orthotrichum cupulatum*; Kalavryta, fertile (Breidler).

*Cinclidótus* P. B.

*C. aquaticus* Br. E. = *Hedwigia aquatica* Hedw.

Contre les rochers inondés, dans le torrent de la forêt de Koubeh, et dans la réserve d'eau d'un moulin sur l'Alphée, à Carithène (Bory).

Var. *falcatus* (Kindb.) Par.

Argos, fontaine Erasini (Kephalovrysi), au pied du mont Chaon (Kindberg).

*Grimmia* Ehr.

*G. apocarpa* Hedw.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, 1 900-2 000 mètres, 26/7, n° 2397; fertile.

Mont Katavothra (Œta), rochers calcaires, 1 500 mètres, n° 3019; fertile.

Acarnanie, rochers calcaires au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, 1 000 mètres, 10/7, n° 2490.

Céphonie, mont Ainos (Unger).

Khelmos; Olonos; près de Vourgareli, fertile (Breidler).



*G. alpicola* Limpr.

Mont Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 000-2 500 mètres, 27/7, n° 2620, fertile (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

*G. anodon* Br. E.

Mont Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 100 mètres, 26/7, n° 2400; fertile.

*G. leucophæa* Grev. = *Dryptodon leucophæus* Brid.

Thessalie, rochers des Météores, au-dessus de Kalabaka, conglomérats arénacés, 500 mètres, 9/9, n° 2729 (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

Montagne de Sikina, à Tiné; laves de Metana en Argolide (Bory).

*G. commutata* Hübner.

Sans localités (Kindberg).

*G. montana* Br. E.

Mont Katavothra (Æta), sur les schistes, 1 500 mètres, 29/7, n° 2375; fertile.

*G. orbicularis* Br. E.

Pentélique, rochers (Unger).

*G. pulvinata* Sm. = *Dryptodon pulvinatus* Brid.

Hymette, à terre et sur les rochers schisteux, près du monastère de Kaisariani, 300-400 mètres, 5/7, n° 2460; fertile.

Pélon; Zagora, rochers de micaschistes, 500 mètres, 15/10, n° 2153; fertile.

Korydhalos, rochers calcaires, 2/3/1848 (leg. Heldreich); fertile.

Messénie, Arcadie, murs et troncs d'arbres (?) [Sibthorp et Smith].

Monts Ithome et Cotylus, sur les rochers (Bory).

Céphonie, mont Ainos; mont Pentélique (Unger).

Près de Vourgareli et de Kalavryta; Khelmos, fertile (Breidler).

Var. *longipila* Schpr.

Acarnanie, rochers calcaires au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, 1 000 mètres, 12/7, n° 2449; fertile.

*G. trichophylla* Grev.

Pélon, à Zagora, sur les rochers de micaschistes, 500-600 mètres, 15/10 (D<sup>r</sup> F. Camus det.), n° 2144.

Céphonie, mont Ainos (Unger).

Olonos, région des sapins, avec *Barbula ruralis* (Breidler).

*G. Hartmani* Schpr. (pl. II et III).

Mont Kissavos (Ossa), sur les micaschistes dans les forêts de hêtres, 1 000-1 300 mètres, 18/10, nos 3031 et 2374 ; fertile.

OBSERVATIONS. — Le *Grimmia Hartmani* Schpr. est une mousse répandue sur les montagnes siliceuses de presque toute l'Europe et du Caucase. Malgré sa stérilité ordinaire, elle est très facile à distinguer de toute autre espèce par ses organes de végétation et surtout par des corpuscules pluricellulaires mûriformes que produisent généralement en abondance certaines feuilles modifiées de l'extrémité supérieure. Ces corpuscules caractéristiques paraissent manquer, selon PHILIBERT (1), sur la plante fertile.

Il est très fréquent, en effet, que la multiplication végétative et la reproduction sexuée se balancent chez les plantes, et particulièrement chez les mousses ; cependant, il n'est pas rare de trouver les deux modes de propagation non seulement dans une même touffe, mais encore sur une seule tige.

C'est ce que j'ai pu observer sur le *Grimmia Hartmani* du mont Kissavos ; les corpuscules mûriformes n'y sont pas fréquents ; mais c'est précisément en disséquant complètement une tige fertile que j'ai pu en trouver, non pas dans les feuilles périchétiales, bien entendu, mais sur des rameaux. Ces corpuscules se détachent d'ailleurs très facilement et il est rare qu'on puisse les observer en place, à moins qu'ils ne soient très jeunes et très incomplètement formés. Mais on reconnaît avec la plus grande facilité les feuilles qui les ont produits.

Beaucoup moins allongées que les autres, plus larges, peu ou pas canaliculées, elles sont remarquables surtout par leur difformité et par de grosses dents irrégulières et irrégulièrement disposées sur le sommet ; ces dents constituaient le pédoncule des corpuscules, pédoncule qui se brise plus ou moins loin de son origine et dont une partie est assez souvent attenante au corpuscule lui-même (fig. a, b, c).

Le tissu du quart supérieur de ces feuilles est tout à fait analogue à celui d'une nervure qui serait laminée et occuperait toute la largeur ; les cellules y sont allongées, huit ou dix fois plus longues que larges, hyalines, et la nervure ne se distingue plus guère que par une teinte plus ou moins foncée. Le milieu de la

(1) PHILIBERT, « La Fructification du *Grimmia Hartmani* » (*Revue bryologique*, 1887, n° 4, p. 49-52).

feuille est au contraire constitué par des cellules carrées et riches en chlorophylle, analogues à celles qui existent jusqu'au sommet dans les feuilles ordinaires (fig. *a*).

Les capsules du *G. Hartmani* n'ont été observées qu'un tout petit nombre de fois, d'abord par JURATZKA, puis par PHILIBERT qui les a trouvées en abondance en Corse et a donné une longue et très complète description de la fructification (*loc. cit.*). J'ignore si l'on a vu la plante, depuis, à cet état, mais, vu la rareté du fait, je crois utile de résumer ici les caractères de la capsule de la plante de Grèce, ne fût-ce que pour confirmer les descriptions antérieures. « Il n'est pas rare de voir deux fruits sortir du même périchèze », dit PHILIBERT ; et HUSNOT (*Muscologia Gallica*, p. 435), donnant une courte description d'après les mêmes échantillons, croit devoir accentuer encore ce caractère en disant : « Pédicelles ordinairement réunis par deux ou trois dans le même périchèze. » C'est un fait que je n'ai pas observé une seule fois sur la plante récoltée par René MAIRE ; les pédicelles sont toujours solitaires.

Ce pédicelle, de la même couleur que la capsule, c'est-à-dire jaune-paille terne, a de 3 à 5 millimètres de longueur ; il est d'abord courbé (fig. *d*), puis, à la maturité, il peut soit rester en cet état, soit se redresser en conservant toujours la marque de sa courbure primitive, comme cela arrive en général dans d'autres *Grimmia*, telles que *G. pulvinata* Sm. et *G. orbicularis* Br. E., par exemple. Sa courbure n'est jamais aussi accentuée que chez ces dernières, et la capsule n'est jamais pendante, mais seulement oblique ou horizontale (phot. *h*). A la maturité et à sec, il est tordu à droite<sup>(1)</sup> dans la moitié supérieure. La base de ce pédicelle pénètre dans une vaginule relativement longue, portant des archégonés allongés, atteignant 1 millimètre (fig. *d*).

La capsule dont la couleur a été indiquée est lisse, ovale, oblongue, longue, sans l'opercule, de 1<sup>mm</sup> 30 à 2 millimètres (phot. *h*) ; le rebord est rouge et porte un anneau persistant formé de cellules allongées et pâles.

Les seize dents du péristome sont rouges, très fragiles, rarement complètes sur les échantillons de Grèce, dont les capsules sont dépourvues d'opercule. Ces dents sont plus ou moins dressées à

(1) Il s'agit du sens que l'on observe pour la face tournée vers l'œil.

sec en laissant béant l'orifice de la capsule ; à l'état humide, elles se recourbent l'une vers l'autre, mais ne ferment que très incomplètement cet orifice. Peu développées et ne dépassant guère 250  $\mu$ , elles sont obtuses et entières (fig. e).

En outre des capsules mûres et désoperculées, il en est d'autres très jeunes, non encore distinctes du pédicelle. Celles-ci sont entourées de leur coiffe, qui est conique et présente quelques lobes peu accentués à sa base, à l'exception d'une ou deux fentes plus longues (fig. d).

**Rhacomitrium** Brid.

*R. canescens* Brid. var. *ericoides* Br. E.

Ossa, à terre, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 100-1 300 mètres, 17/10, n° 2431.

*R. microcarpum* Brid. = *Trichostomum microcarpon* Hedw.  
Montagnes élevées de la Grèce (Sibthorp et Smith).

**Zygodon** Hook et Tayl.

*Z. viridissimus* Brid.

Ile de Leucade (Sainte-Maure), sur les troncs de l'*Olea Europæa*, 14/7, n° 2750 ; fertile.

Céphalonie, mont Ainos (Unger).

Olonos, avec *Homalothecium sericeum* (Breidler).

**Orthotrichum** Hedw.

*O. rupestre* Schleich.

Ossa, sur les schistes cristallins dans les hêtraies, 1 300 mètres, 17/10, n° 2648 ; fertile.

Cynurie : mont Malevo, près du monastère de Kondolina (Orphanidis), n° 2678 ; fertile.

Hymette, rochers ombragés, près de Kaisariani, 6/11/1848, leg. Heldreich ; fertile.

Pélon, rochers de micaschistes, dans les forêts de hêtres, 1 200 mètres, 15/10, n° 2164, fertile ; n° 2649.

*O. Sturmii* Hoppe et Hornsch.

Phigalée, troncs et rochers ombragés ; mont Cotylus, près du temple de Bassé (Bory).

*O. anomalum* Hedw.

Pentélique (Unger).

Var.  $\alpha$  commune Vent.

Pélion, rochers de micaschistes à Zagora, vers 500-600 mètres, 15/10, n° 2143; fertile.

*O. saxatile* Schpr.

Près de Vourgareli, fertile (Breidler).

*O. cupulatum* Hoffm.

Thessalie, vallée de Tempé, sur les rochers calcaires, 7/9, fertile (D<sup>r</sup> F. Camus det.), n° 3036.

Céphalonie, mont Ainos; Eubée, Sténi; mont Pentélique (Unger).

Panakháikon, région supérieure (Breidler).

*O. Sardaganum* Vent.

Près de Vourgareli, fertile (Breidler).

*O. urnigerum* Myr.

CËta, sur les rochers calcaires ombragés, à la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, n° 2894; fertile.

*O. leiocarpum* Br. E. = *O. striatum* L.

Mont Parnasse, sur les troncs d'*Abies Cephalonica*, 1 200 mètres, 20/7, n° 2600; fertile.

Céphalonie, mont Ainos (Unger).

Épire, près de Pramanda (Breidler).

*O. Lyellii* Hook. et Tayl.

Eubée, à Loto (Unger).

Laconie (Kindberg).

Épire, près de Pramanda (Breidler).

*O. speciosum* Nees ab. Es.

Péloponèse, troncs de *Quercus conferta*, près du monastère d'Agios Georgios, au-dessus du lac de Pheneos, 1 000 mètres, 10/8, n° 2758; fertile.

Céphalonie, mont Ainos (Unger).

Épire, près de Pramanda, fertile (Breidler).

*O. affne* Schrad.

Taygète, sur les troncs de *Morus nigra*, près du monastère d'Agios Gholas, 800 mètres, 23/8, n° 2766; fertile.

Var.  $\beta$  *neglectum* Vent.

Mont Parnasse, sur les troncs d'*Abies Cephalonica*, 1 200 mètres, 20/7, n° 2691; fertile.

OBSERVATIONS. — Sibthorp et Smith signalent *O. striatum*

Hedw. sur les troncs d'arbre aux environs d'Athènes et en Béotie. On ne sait pas exactement à quelle plante se rapporte ce nom : *O. striatum* Hedw = *O. affine* p. p. (fid. Limpr.) + *O. speciosum* p. p. (fid. Limpr.) et *O. leiocarpum* (fid. C. M.).

*O. fastigiatum* Bruch.

Épire, près de Pramanda, avec *Habrodon Notarisii*; fertile (Breidler).

*O. pumilum* Swartz.

Épire, près de Pramanda, fertile (Breidler).

*O. Rogeri* Brid.

Attique (Kindberg).

*O. diaphanum* Schrad.

Mont Parnasse, sur les troncs d'*Abies Apollinis*, sur le plateau du Livadhi, 1 100-1 200 mètres, 19/7, n° 2384; fertile.

**Encalypta** Schreb.

*E. vulgaris* Hedw.

Entre Gargaliano et Pylos, sur la terre sablonneuse (Bory).

Céphalonie, mont Ainos; mont Pentélique (Unger).

Var. *obtusifolia* Funck.

Épire, rochers calcaires du mont Tsoumerka, près de Theodhorigiana, 1 100 mètres, 18/9, n° 2696; fertile.

*E. rhabdocarpa* Schw.

Pinde, mont Peristeri, rochers calcaires alpins, 2 100 mètres, 15/9, n° 2611.

*E. streptocarpa* Hedw.

Parnasse, fissures des rochers calcaires alpins, 2 100-2 400 mètres, 20/7, nos 2474, 3029.

Pinde, sur les schistes, dans les forêts à Krania, 1 200 mètres, 10/9, n° 2607.

**Funaria** Schreb.

*F. calcarea* Vahl.

Épire, à terre sur les grès du flysch, près Kalendini, 300-400 mètres, 20 9, n° 2632; fertile.

Taygète, terrain calcaire dans la Langadha de Trypi, 700 mètres, 25/10, n° 970 (mission de 1904; F. Renaud det.).

Kerkyra (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

*F. hygrometrica* Hedw.

Étolie, sur les schistes, dans la vallée dite Arkoudhorevma, près de Mavrolithari, 1 000 mètres, 28/7, n° 2499; fertile.

Messénie (Sibthorp et Smith).

Sur les places à charbon (Bory).

Kerkyra, mont Deca, Lefkimo; Eubée, à Loto (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Attique (Kindberg).

Épire, près de Kalarrytes; Megaspilaion, fertile (Breidler).

**Funaria Maireana** A. Coppey, nov. sp. (pl. II et IV).

« *Caule femineo 5-15 mm., rubescente, radicularis dense obsito, apice rosulae foliorum coronato. Foliis erectis, inferioribus minoribus (fig. o), omnibus lanceolatis, angustis, flexuosis, apice in cuspidem sensim attenuatis (fig. m et phot. e), planis vel rarius plus minusve concavis (fig. n); costa angusta, sæpius apicem cuspidem brevi superante; cellulis usque ad apicem amplis, rectangularibus (fig. l et phot. e), ad basim latioribus et amplioribus. Pedicello rubro flexuoso, 2-4 cm. ad apicem vix incurvato, sinistrorsum contorto. Capsula arcuata, piriformi, sulcata, obliqua nec nutante, atro-purpurea, collo sensim attenuato, ore angusto, operculo vix convexo mutico (fig. k). Peristomio duplice: externo 16 dentibus sinistrorsum incurvatis, basi purpureis, apice hyalinis contextu cellulari coalitis, dense papillatis nec non irregulariter striolatis, longe appendiculatis (præsertim ultra medium), formato (phot. f); interno lutescente, membrana basali brevi nec non 16 dentibus granulosis, dentibus externis quadruplo brevioribus, formato (phot. g). Calyptra ut in *F. hygrometrica*. Sporis globosis, 24-28  $\mu$  diam., episporio subtilissime verruculoso (fig. p).*

« *Caulibus masculis brevissimis, cum femineis intermixtis* » (phot. h).

Hab. in cæspitibus *Philonotis calcareæ*, in stillicidiis rupium calcarearum ad monasterium « Megaspilaion », Achaïæ, 900 mètres, 15/8, n° 2447.

OBSERVATIONS. — Cette plante doit trouver place entre le *Funaria hygrometrica* Hedw. et *F. microstoma* Br. E. Elle se rapproche davantage de cette dernière, dont elle diffère par son péristome complet. Elle se distingue du *F. hygrometrica* par la couleur

pourpre foncé de ses capsules qui sont moins cannelées, ont un orifice plus étroit, son pédicelle non courbé en col de cygne, ses feuilles peu ou pas concaves, longuement atténuées en pointe, son tissu formé de cellules allongées jusqu'au sommet, deux fois plus longues environ dans cette partie que chez *F. hygrometrica*.

Le péristome externe est plus coloré et les dents plus longuement appendiculées ; mais surtout *les spores sont beaucoup plus grosses, ayant un diamètre presque double* (voir pl. II, fig. p et q, celle-ci représentant une spore de *F. hygrometrica* de Grèce même).

Je n'ai pu m'assurer si les bourgeons mâles que l'on trouve entremêlés aux pieds femelles sont fixés sur ces derniers ou tout simplement soulevés par eux par suite de l'enchevêtrement des radicules.

Enfin, des coupes de pédicelles montrent des différences très nettes entre *F. hygrometrica* et *Maireana*. On y peut distinguer facilement cinq régions, dans l'une comme dans l'autre : 1° un épiderme à cellules bien distinctes ; 2° une zone corticale de deux à trois assises à parois cellulaires très épaissies et cavité très réduite, surtout la plus externe ; la couleur, plus ou moins jaune ou jaune rougeâtre dans *F. hygrometrica*, est nettement rouge-brigue dans *F. Maireana* ; 3° une zone corticale interne formée de grandes cellules à parois minces ; c'est surtout celle-ci qui diffère dans les deux espèces ; dans *F. hygrometrica* on trouve trois à cinq rangs de cellules et dans *F. Maireana* deux ou trois seulement, mais beaucoup plus grandes, à diamètre moyen presque double ; 4° une zone centrale formée d'une assise à paroi épaissie et colorée, plus distincte chez *F. hygrometrica* que chez *F. Maireana* ; 5° une moelle formée de quelques assises de petites cellules, difficiles à obtenir dans des coupes minces (phot. a et b pour *Funaria Maireana* ; c et d pour *F. hygrometrica*).

#### **Webera Hedw.**

*W. longicolla* Hedw. = *Bryum longicollum* Sw.

Forêt de Koubeh ; Mistra, fentes des rochers, à l'entrée des grottes (Bory).

OBSERVATION. — Il est possible qu'il s'agisse d'une espèce voisine, par exemple *W. elongata* Schpr., ou même *W. cruda* Schpr. La diagnose donnée par Bory de Saint-Vincent est beaucoup trop vague pour qu'on puisse trancher cette question.



*W. cruda* Schpr.

Ossa, dans les forêts de hêtres, sur micascistes, vers 1 100-1 300 mètres, 17/10, n° 2646; fertile.

Sans localités (Kindberg).

*W. Ludwigii* Schpr.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 000-2 500 mètres, 26/7, n° 2508; fertile (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

*W. carnea* Schpr.

Hymette, sur schistes, dans une source, près du monastère de Kaisariani, 350 mètres, 5/7, n° 2424.

Parnasse, suintement des rochers calcaires dans la gorge dite Gourna, 1 600 mètres, 20/7, n° 3034 (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Sans localités (Kindberg).

*W. albicans* Schpr.

Pinde : mont Zygos, dans les forêts de hêtres, sur schistes, vers 1 400-1 500 mètres, 13/9, n° 2411.

Sans localités (Kindberg).

**Bryum** Dill.

*B. Canariense* Brid.

Taygète, forêts sur calcaires et schistes près Boliana, 1 000 mètres, 23/10, n° 2671.

Kerkyra, 1/1901 (leg. V. Toundas), pieds ♀.

Var. *provinciale* Husnot.

Achaïe, dans les touffes de *Dicranum scoparium*, à terre, dans les bois, au-dessus du monastère du Megaspilaion, calcaire, 1 000 mètres, 15/8, n° 2644.

OBSERVATIONS. — Le *Bryum provinciale* Philibert présente tous les caractères du *B. Canariense* Brid, mais il est plus développé et surtout il a été distingué comme une espèce, parce qu'il est parfois synoïque, tandis que le second est dioïque. Mais cette différence est sans intérêt, car elle n'est pas absolue ainsi que l'ont montré différents auteurs (cf. BOULAY, *Mousses*, pp. 603 et 272), de sorte que HUSNOT n'a repris ce nom de *B. provinciale* dans sa *Flore* que pour nommer comme variétés les formes très développées du *B. Canariense*. Je n'ai trouvé, dans la plante du Mégaspilaion, que des anthéridies; elle ne se distingue donc du *B. Ca-*

*nariense* que par ses dimensions qui peuvent atteindre 6 à 7 centimètres (pl. II, fig. j), dimensions qui s'expliquent en partie par le fait que j'ai extrait les tiges une à une, ou à peu près, d'une touffe de *Dicranum scoparium*, dans laquelle elles avaient subi une sorte d'étiollement.

*B. capillare* L.

Taygète, sur les schistes au-dessus de Boliana, 1 300 mètres, 23/10, n° 2477; fertile.

Ziria (Kyllini), rochers calcaires, vers le sommet, 2 300-2 370 mètres, 8/8, n° 3021.

Parnasse, rochers calcaires alpins, pieds ♀, 20/7, n° 2680.

Corinthie, terrains schisteux dans les forêts de chênes, près du monastère d'Agios Georgios, au-dessus du lac de Pheneos, 1 000 mètres, 10/8, n° 2469.

Mont Cotylus, près du temple de Bassé-Androuvista (Bory).

Sans localités (Kindberg).

Var. *cuspidatum* Schpr.

Parnasse, sur l'humus dans les forêts de sapins, 1 700 mètres, 19/7, n° 2417; fertile.

Var. *meridionale*.

Eubée, près de Loto (Unger).

Var. *cavifolium* Breidler (*Beitrag zur Flora von Achaia und Arcadien*, p. 520).

Olonos, rochers et sol pierreux (Breidler).

*B. torquescens* Br. E.

Élide : sur la terre argilo-sablonneuse, sur la colline Kronion, au-dessus des ruines d'Olympie, 100 mètres, 27/10, n° 2641; fertile.

Kerkyra (Unger).

Ile de Syros (Kindberg).

*B. caespitium* L.

Attique (ex herb. Sartori), n° 2684; fertile.

Pélon, forêts de châtaigniers, à Zagora, n° 2135; fertile.

Phocide, rochers calcaires, aux environs de Delphes, pieds ♀, 600 mètres, n° 2670 (douteux, selon D<sup>r</sup> F. Camus).

Parnasse, suintements des rochers calcaires, 1 500 mètres, au lieu dit Gournas, 21/7, n° 2666 (douteux, selon D<sup>r</sup> F. Camus).

Messénie (Sibthorp et Smith).

Épire, près de Kalarrytes, avec *Funaria hygrometrica* (Breidler).

Var. *imbricatum* Br. E.

Ossa (Kissavos), sur un ancien foyer, schistes, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2497; fertile.

*B. argenteum* L.

Ossa (Kissavos), sur un ancien foyer, schistes, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2429; fertile.

*B. atro-purpureum* Br. E.

Pélion, à Zagora, à terre dans les châtaigneraies, schistes, 500 mètres, n° 2654; fertile.

Hymette, près du monastère de Kaisariani, avec *Grimmia pulvinata* et *Barbula cuneifolia*, 300-400 mètres, schistes, 6/7, n° 2630 (douteux, selon D<sup>r</sup> F. Camus).

Kerkyra, mont Deca, vers le sommet (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Sans localités (Kindberg).

*B. murale* (?) Wils.

Attique (Kindberg).

*B. erythrocarpum* Schw.

Eubée, près de Loto (Unger).

*B. alpinum* Br. E.

Eubée, dans une fontaine, forêts de pins élevées (Unger).

Panakhaïkon (Breidler).

Var. *gemmiparum* de Not.

Attique (Kindberg).

*B. pallescens* Schl.

Sans localités (Kindberg).

*B. pseudotriquetrum* Hedw. = *B. ventricosum* Dicks.

Pinde : mont Zygos, sur les schistes dans les forêts de hêtres, vers 1 400-1 600 mètres, pieds ♀, n° 2657.

Pélion, endroits marécageux, sur schistes, dans les forêts de hêtres, 1 200 mètres, 13/10, n° 2176 (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

Taygète, bords d'une source dans les forêts entre Trypi et Ladha, sur schistes, 1 300 mètres, 29/8, n° 2485 (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

Dans les marécages de la Grèce (Sibthorp et Smith).

Étolie (Kindberg).

Peristeri, avec *Philonotis fontana* (Breidler).

*B. bimoideum* de Not.

Ziria (Kyllini), région supérieure (Breidler).

*B. turbinatum* Schw.

Eubée, forêts de pins élevées (Unger).

Var. *latifolium* B. E. = *B. Schleicheri* Schw.

Pinde : mont Zygos, marécages dans les pâturages sur schistes, 1 500 mètres, 13/9, n° 2634.

Thessalie (Kindberg).

Peristeri, avec *Philonotis calcarea* (Breidler).

*B. Schleicheri* Schpr. = *B. turbinatum* Schw., var. *praelongum* Br. E.

Pinde, pelouses alpines humides sur le mont Peristeri, vers 2000-2 100 mètres, 15/9, n° 2615 (D<sup>r</sup> F. Camus det.).

### Mnium L.

*M. affine* Schw.

Corinthie, forêts de *Quercus conferta* près du monastère d'Agios Georgios, au pied du mont Dhourdhouvana, schistes, 1 000 mètres, 10/8, n° 2471.

Pinde : Krانيا, dans les forêts de sapins, schistes, 1 200 mètres, 10/9, n° 2482.

Taygète, ruisselets sur les schistes près du monastère d'Agios Gholas, 800-900 mètres, 23/8, n° 1026.

Var. *elatum* Br. E.

Pinde : mont Zygos, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 400-1 600 mètres, 13/9, n° 2391.

*M. undulatum* Hedw.

Œta, forêts de sapins humides sur le versant N. du Karvounari-Revma, schistes, 1 000 mètres, 30/7, pieds ♂, n° 2494.

Katavothra (Œta), lieux humides sur schistes, vers 1 500 mètres, 29/7, n° 2379.

Pinde : Krانيا, forêts de sapins humides sur schistes, 1 200 mètres, 10/9, n° 2531.

Taygète, près d'une source, sur les schistes, entre Trypi et Ladha, 1 300 mètres, nos 2478, 2486.

Acarnanie, base des arbres, près du monastère de Romvo, au mont Ypsili-Koryphi, 1 000 mètres, 10/7, n° 2383.

Pélon, bords des ruisselets dans les hêtraies sur schistes, 1 200 mètres, 15/10.

Ossa (Kissavos), bois humides vers la base de la montagne à Tsagezi, sur schistes cristallins, 0-100 mètres, 6/9, n° 2396.

Kerkyra, janvier 1901 (leg. V. Toundas).

Endroits ombragés, près du lit de la Néda (Bory).

Rochers ombragés, près de Kymé (Unger).

Sans localités (Kindberg).

*M. hornum* L.

Morée, endroits ombragés et humides (Bory).

*M. stellare* Hedw.

Ghiona, sur les rochers calcaires alpins, 2 100-2 500 mètres, 26/7, n° 2511.

Parnasse, sur les rochers calcaires alpins, 2 400 mètres, 20/7, n° 3027.

Sans localités (Kindberg).

*M. punctatum* Hedw. = *Bryum punctatum* Schreb.

Ossa, à terre, dans les forêts de hêtres, vers 1 200 mètres, mica-schistes, 17/10, n°s 2442, 2421, pieds ♂ et ♀.

Pinde, dans les forêts à Krania, schistes, 1 200 mètres, 11/9, n° 1716, pieds ♂ et fertiles.

Élide (Sibthorp et Smith).

*Bartramia* Hedw.

*B. stricta* Brid.

Taygète, sur les schistes, près de Boliana, 800 mètres, n°s 964 et 965 (mission de 1904; F. Renauld det.).

*B. ithyphylla* Brid.

Ossa, à terre, dans les forêts de hêtres, 1 200-1 300 mètres, schistes, 18/10, n°s 2625, 3006; fertile.

Pinde: mont Zygos, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 400-1 600 mètres, 13/9, n° 2659; fertile.

Sommet du Tiné (Bory).

*B. pomiformis* Hedw.

Ossa, dans les forêts de hêtres, micaschistes, 1 400-1 600 mètres, 13/9, n° 2441; fertile.

*B. Cederi* Schw.

Pinde : mont Peristeri, pelouses alpines vers 2 100 mètres, calcaire, 15/9, n<sup>os</sup> 2164, 1937; fertile.

Pinde : Krانيا, forêts, schistes, 1 200 mètres, 16/9, n<sup>o</sup> 1938.

#### Philonotis Brid.

*P. fontana* Brid. = *Bartramia fontana* Brid.

Katavothra (Æta), 29/7, pieds ♀, n<sup>o</sup> 2378 (G. Dismier det.).

Phocide, mont Ghiona, pâturages humides et marécages, sur schistes, 1 950 mètres, au lieu dit Karvouni-Lakka, 27/7, n<sup>o</sup> 2457 (G. Dismier det.).

Katavothra (Æta), sources dans les pâturages sur les schistes, près de la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, forme de transition, passant à *P. tomentella* Milde (G. Dismier det.).

Béotie et environs d'Athènes (Sibthorp et Smith).

OBSERVATION. — Il est possible et même probable qu'il s'agit du *Philonotis calcarea* Schpr.

Peristeri, fertile et ♂ (Braidler).

*P. tomentella* Milde.

Pinde : mont Peristeri, pelouses alpines tourbeuses vers 2 100 mètres, 15/9, n<sup>o</sup> 1936, pieds ♂ (G. Dismier det.).

*P. calcarea* Schpr.

Mont Katavothra (Æta), sur les schistes, 1 500 mètres, 29/7, n<sup>os</sup> 3015-3016 (G. Dismier det.).

*Ibid.*, le long des ruisseaux et torrents des forêts de sapins, vallée Karvounari-Rema, 800-1 200 mètres, n<sup>o</sup> 2619 (G. Dismier det.).

Ziria (Kyllini), pelouses suintantes sur les schistes, 2 000 mètres, 9/8, n<sup>o</sup> 2602, pieds ♀ (G. Dismier det.).

Pinde : mont Peristeri, pelouses alpines tourbeuses, vers 2 100 mètres, 15/9, n<sup>o</sup> 3014 (G. Dismier det.).

Achaïe, suintements des rochers calcaires, près du monastère du Megaspilaion, 900 mètres, 15/8, n<sup>o</sup> 2627 (G. Dismier det.).

Eubée, fontaines dans les forêts de pins (Unger).

Achaïe (Kindberg).

Peristeri, fertile et pl. ♂; Khelmos et Panakhaïkon (Braidler).

*P. laxa* Limp.

Rochers humides, près du Megaspilaion (Braidler).

**Timmia Hedw.**

*T. megapolitana* Hedw.

Parnasse, rochers calcaires dans l'autre Corycien, 1300 mètres, 6/8, n° 224 (mission de 1904, F. Renauld det.).

Parnasse, rochers calcaires alpins, vers 2300 mètres, 20/7, n° 2561.

*T. Austriaca* Hedw.

Parnasse, rochers calcaires alpins, 2400 mètres, 20/7, n°s 2523, 2575, 2516.

Pinde : mont Zygos, forêts de hêtres, au-dessus de Metzovo, schistes, 1500 mètres, 13/9, n° 2408.

**Diphyscium Mohr.**

*D. foliosum* Web. et Mohr.

Ossa (Kissavos), à terre dans les forêts de hêtres, sur les mica-schistes, 1200-1300 mètres, 18/10, n°s 2245, 3028, 3005; fertile.

**Atrichum P. B.**

*A. undulatum* P. B.

Ossa (Kissavos), à terre dans les forêts de hêtres, schistes, 1200-1300 mètres, 18/10, n°s 3003, 2624.

**Pogonatum P. B.**

*P. nanum* P. B.

Entre Modon et Coron; entre Scardamoula et Androuvista; pente de Courcoula (Bory).

*P. aloides* P. B.

Taygète, sur les schistes, au col d'Agios Ilias, entre Trypi et Ladha, 1400 mètres, 25/10, n° 971; fertile (mission de 1904, F. Renauld det.).

Pinde : mont Zygos, sol schisteux, dans les forêts de hêtres, 1500 mètres, 13/9, n° 2390; fertile.

Ossa (Kissavos), sol schisteux, dans les forêts de hêtres, 1200-1300 mètres, 18/10, n° 3004; fertile.

Eubée, forêts de pins élevées (Unger).

*P. urnigerum* P. B.

Pinde : mont Zygos, sol schisteux des forêts de hêtres, vers 1500 mètres, 13/9, n° 2635; fertile.

*P. alpinum* Ræhl.

Thessalie (Kindberg).

**Polytrichum L.***P. piliferum* Schreb.

Ossa (Kissavos), sur micaschistes dans les hêtraies, vers 1 200 mètres, 17/10, n° 2432, fertile; n° 2650.

Pélon, sol schisteux, dans les forêts de hêtres, au-dessus de Zagora, 1 200 mètres, 15/10, n° 2426.

*P. juniperinum* Hedw.

Pinde : mont Peristeri, pelouses alpines tourbeuses vers 2 100 mètres, 15/10, n° 2613; fertile.

Pinde : mont Zygos, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 500 mètres, 13/9, n° 2410.

Ghiona, sol schisteux dans les forêts de sapins du versant N., 1 500 mètres, 27/7, n° 2402.

Var. *alpinum* Br. E.

Ziria (Kyllini), pâturages au-dessus de Tsapournia, schistes, 2 000 mètres, 8/8, n° 2501.

Taygète, pâturages alpins, sur schistes, près du lieu dit Goupata, 1 800-2 000 mètres, 22/8, n° 2498.

Katavothra (Æta), pâturages sur les schistes près des ruines du temple d'Hercule, vers 1 500-1 600 mètres, 29/7, n° 2377.

**MOUSSES PLEUROCARPES****Fontinalis Dill.***F. antipyretica* L.

Kerkyra, dans une fontaine publique (Unger).

Carithène, réserve des eaux d'un moulin des bords de l'Alphée (Bory).

*F. Heldreichii* C. Müll.

Pélon, ruisseaux dans les forêts de hêtres où cette mousse vit demi-émergée sur micaschistes; altitude 1 200 mètres, 15/10, n° 2173 (F. Camus det.).

Thessalie (Kindb.).

OBSERVATIONS. — Cette plante, qui ne paraît pas avoir été trouvée à l'état fertile, n'est pas une espèce incontestée. GEHEEB (*loc. cit.*) notamment fait remarquer qu'elle n'est qu'une variété de *F. antipyretica*.



*F. Duriaei* Schpr.

Environs d'Athènes (Geheeb).

**Leptodon** Mohr.

*L. Smithii* Mohr.

Kerkyra, n° 2679 (leg. V. Toundas).

Acarnanie, troncs de *Quercus calliprinos*, au mont Voumistos, altitude 800 mètres, 10/7, n° 2438.

Messénie, troncs d'*Olea Europæa*, à Ladha, altitude 700 mètres, 26/10, n° 2372 ; fertile.

Attique, mont Hymette, sur les rochers calcaires, au-dessus du monastère de Kaisariani, altitude 500 mètres, 5/7, n° 2436.

Kerkyra, sur vieux oliviers (Unger).

Taygète, troncs et rochers ; Naxie, arbres au sommet du Dia (Bory).

Épire, près de Pramanda ; Olonos, fertile (Breidler).

Var. *filescens* Ren.

Acarnanie, troncs de *Quercus calliprinos*, au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, altitude 1000 mètres, 10/7, n° 2380.

**Neckera** Hedw.

*N. turgida* Jur.

Acarnanie, troncs de *Quercus calliprinos*, au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, altitude 1000 mètres, 10/7, n° 2381.

Taygète, rochers calcaires ombragés et base des troncs dans les forêts de platanes, le long des torrents, au-dessus de Boliana, altitude 1300 mètres, 24/10, n° 2423.

Katavothra (Æta), rochers calcaires, altitude 1500 mètres, 29/7, n° 2512.

Céphalonie, vieux troncs de sapins sur le mont Ainos (Unger).

OBSERVATIONS. — Cette belle espèce, jusqu'ici rarement signalée, et qui a été précédemment décrite par JURATZKA d'après des échantillons rapportés de Grèce par UNGER, paraît donc répandue dans cette partie de l'Europe.

*N. Cephalonica* Jur. et Ung.

Céphalonie, vieux troncs de sapins sur le mont Ainos (Unger).

OBSERVATIONS. — Cette plante est généralement considérée

comme une simple variété du *Neckera pennata* Hedw. Je n'ai pas d'opinion personnelle, ne la connaissant pas.

*N. crispa* Hedw.

Acarnaïe, rochers calcaires au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère Romvo, 1 000 mètres, 10/7, n° 2465.

Grèce (Sibthorp et Smith).

Taygète, base des troncs, rochers frais (Bory).

OBSERVATIONS. — Dans une courte note relative à cette espèce, Bory de Saint-Vincent (*loc. cit.*, p. 295) parle de sa couleur ferrugineuse, caractère qui s'applique beaucoup mieux au *N. turgida* Jur. Peut-être s'agit-il de cette dernière plante qui, seule, a été recueillie au Taygète par René MAIRE et PETITMENGIN. Cependant, dans une diagnose succincte, l'auteur indique : *foliis... subnervis...*, caractère du *N. crispa*, alors que *N. turgida* possède des feuilles nerviées jusqu'aux trois quarts. J'ai déjà fait remarquer d'ailleurs que la manière dont les diagnoses de Bory ont été faites leur enlève toute valeur pour la critique. Il sera intéressant, en tout cas, de s'assurer si l'on trouve réellement les deux espèces au Taygète, ainsi qu'elles existent au mont Ypsili-Koryphi.

*N. pumila* Hedw.

Messénie, troncs d'arbres (Sibthorp et Smith).

Céphalonie, vieux troncs de sapins sur le mont Ainos (Unger).

*Leucodon* Schw.

*L. sciuroides* Schw. = *Pterogonium sciuroides* Turn.

Thessalie, chaîne du Pinde, troncs de *Tilia sylvestris*, à Khaliki, altitude 1 400 mètres, 14/9, n° 2404.

Pélon, Zagora, rochers de micaschistes, 15/10, n° 2145.

Arcadie, Élide, Messénie, Béotie (Sibthorp et Smith).

Forêt de Koubeh et sur le Manglava, arbres; Taygète, troncs et rochers; Naxie, sommet du Dia (Bory).

Var. *morensis* Br. E.

Acarnaïe, troncs de *Quercus calliprinos*, près du monastère de Romvo, au mont Ypsili-Koryphi, altitude 1 000 mètres, 10/7, n° 2636; fertile.

Eubée, Kerkyra, Céphalonie (Unger).

Olonos, région des sapins (Braidler).

**Pterogonium Swartz.**

*P. ornithopodioides* Lindb. = *P. gracile* Sw.

Kerkyra, n° 3013 (leg. V. Toundas).

Acarnanie, rochers calcaires au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, altitude 1 000 mètres, 10/7, n° 2464.

Épire, sur les grès du flysch, dans les forêts de *Quercus ilex*, au-dessus de Kalendini, altitude 400 mètres, 19/9, n° 3010.

Mont Manglava, rochers; temple de Bassé; mont Dia de Naxie, arbres rabougris; Taygète (Bory).

Céphalonie, mont Ainos (Unger).

Épire, sur platane, près de Kalendini; fertile (Breidler).

**Habrodon Schpr.**

*H. Notarisii* Schpr.

Épire, près de Pramanda, fertile (Breidler).

**Antitrichia Brid.**

*A. Californica* Sull. et Lesq.

Acarnanie, sur les troncs d'*Acer Monspessulanum*, près du monastère de Romvo, au mont Ypsili-Koryphi, altitude 1 000 mètres, 12/7, n° 2394.

OBSERVATIONS. — Cette plante, qui n'a pas été trouvée un très grand nombre de fois, est signalée surtout en Amérique septentrionale (Colombie britannique, Alaska, Vancouver, Washington, Idaho, Californie). En Europe, elle a été recueillie en Espagne, Algérie, région méditerranéenne française. (Cf. PARIS, *Index bryologicus*, p. 46). Sa découverte, en Grèce, montre qu'elle doit exister dans toute la région méditerranéenne.

**Anomodon Hook. et Tayl.**

*A. viticulosus* H. et T. = *Neckera viticulosa* Hedw.

Élide (Sibthorp et Smith).

Sans localité (Kindberg).

Épire, sur platane, près de Kalendini (Breidler).

**Pseudoleskea Br. E.**

*P. atrovirens* Br. E.

Pinde, sur les hêtres, dans les forêts du mont Zygos, au-dessus de Malakasi, altitude 1 600 mètres, 13/9, n° 2658.

Parnasse, sur les rochers calcaires alpins, 2 300 mètres, 20/7, n° 3012.

Tsoumerka, avec *Barbula tortuosa* (Breidler).

**Heterocladium** Br. E.

*H. squarrosulum* Voit.

Ossa, à terre dans les forêts de hêtres; micaschistes, vers 1 200 mètres, 18/10, n° 2420; fertile.

**Pterigynandrum** Hedw.

*P. filiforme* Hedw. = *Pterogonium filiforme* Hedw.

Thessalie, forêt de hêtres, sur les troncs, au mont Kissavos (Ossa), altitude 1 000 mètres, 18/10, n° 3032, 2472.

Katavothra (Cète), sur les troncs de sapins, au lieu dit Veloukhi, 1500 mètres, 29/7, n° 2425.

Pinde, sur un tronc de *Tilia vulgaris*, au-dessus de Khaliki, vers 1 300 mètres, 14/9, n° 2668.

Grèce (Sibthorp et Smith).

Eubée, forêts de pins (Unger).

**Isothecium** Br. E.

*I. Myurum* Brid. = *I. viviparum* Lindb.

Ossa, sur les hêtres et à terre, altitude 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2440, 2419, 2467.

Eubée, forêts de pins (Unger).

Olonos, région des sapins (Breidler).

**Homalothecium** Br. E.

*H. Philippeanum* Br. E.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 300 mètres, 27/7, n° 2398.

*H. sericeum* Br. E. = *Hypnum sericeum* L.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 300 mètres, 27/7, n° 2510.

Taygète, dans les forêts de sapins, au-dessus de Bolianna, sur le calcaire, altitude 1 000 mètres, 23/10, n° 2454.

Pinde, à Moutsoura, sur les schistes, altitude 1 200 mètres, n° 2605.

Pélon : Zagora, rochers de micaschistes, 600 mètres, 15/10, n° 2146.

Katavothra (Cète), sur les rochers calcaires, altitude 1500 mètres, 29/7, n° 2512.

Parnasse, sur les sapins, altitude 1 500 mètres, 19/7, n° 2601.

Acarmanie, troncs de *Quercus calliprinos*, près du monastère de Romvo, altitude 1 000 mètres, 10/7, n° 2382.

Péloponèse; Parnasse, sur les murs et les arbres (Sibthorp et Smith).

Céphalonie (Unger).

Attique (Kindberg).

Épire, près de Kalendini, fertile; Olonos, région des sapins; Panakhaïkon (Breidler).

**Camptothecium** Br. E.

*C. aureum* Br. E.

Hymette, 5/4/1851, fertile (ex herb. Sartori), n° 2688.

Céphalonie, Deca, Kerkyra, Pentélique et Agios Merkourios (Unger).

Attique (Kindberg).

OBSERVATIONS. — Bory de Saint-Vincent (*loc. cit.*, p. 295, 296) cite *Hypnum lutescens* Hedw : « Rampant contre les pierres, où il s'applique fortement en y formant des jets souvent fort longs, où les rameaux couchés des deux côtés affectent la disposition pennée la plus régulière, tandis qu'en d'autres circonstances ils se redressent en jets vagues et recoquillés. Nous avons recueilli avec une sorte de complaisance, ajoute-t-il, cette mousse commune dans le reste de l'Europe, sur les ruines du temple d'Apollon Epicurius, à Bassé. »

Ces renseignements sur la plante récoltée par Bory me font penser qu'il s'agit du *C. aureum* Br. E. et non du *C. lutescens* Br. E. La diagnose succincte accompagnant cette note ne fait que traduire en latin les mêmes caractères : « *Caulē reptante ramisque depressis divisis vage subpinnatisque ramosis.....* »

**Brachythecium** Br. E.

*B. rutabulum* Br. E.

Taygète, sur schistes, altitude 1 300 mètres, n°s 2674, 3026.

Ossa, dans les forêts, sur les schistes cristallins, altitude 1 200-1 300 mètres, 18/10, n°s 2640, 3007; fertile.

Nauplie (ex herb. Sartori).

Kerkyra (Unger).

Recueilli sans fructification contre les murs et les roues d'un moulin des bords de l'Alphée, près de Carithène (Bory).

OBSERVATIONS. — Peut-être s'agit-il, dans ce dernier cas, du *B. rivulare* B. E., mais la diagnose, par trop insuffisante, ne permet pas de s'en assurer.

*B. rivulare* Br. E.

Phocide : Delphes, suintements d'eau dans les rochers calcaires près de Kephlovrysi de Myli ; altitude 300-400 mètres, 9/8/1904, n° 1081 (mission de 1904) [F. Renauld det.].

*B. velutinum* Br. E. = *Hypnum velutinum* L.

Mont Ziria (Kyllini), sur rochers calcaires, altitude 2 300-2 700 mètres, 8/8, n° 3020 ; fertile.

Béotie, environ d'Athènes, au pied des arbres (Sibthorp et Smith).

Eubée, dans les forêts de pins (Unger).

Morée et Cyclades, base des troncs, rochers schisteux frais (Bory).

OBSERVATIONS. — Bory ajoute : « Var.  $\beta$ . *sericeum* Brid., parmi les pierres des lieux montagneux sur l'humus végétal qui s'y accumule, notamment à Hiéra d'Épidaure, entre les décombres et sur les sommets du Diaforti à Naxie, où il s'introduit dans les rameaux des arbres battus des vents. » Voici, d'autre part, la diagnose donnée par l'auteur : « *Caule repente : ramis erectis confertis simplicibus : foliis laxè imbricatis angustioribus dilute lutescenti virescentibus.* »

Je ne puis décider s'il s'agit du *Br. velutinum* B. E. var. *sericeum* Brid. ou de *Homalothecium sericeum* B. E. non signalé par Bory malgré sa dispersion étendue et sa fréquence en Grèce.

*Scleropodium* Br. E.

*S. illecebrum* Br. E.

Taygète, rochers calcaires entre Ladha et Khanakia, altitude 800 mètres, 25/10, n° 2518.

Céhalonie, Kerkyra, Eubée (Unger).

Athènes (Geheeb).

Épire, avec *Barbula subulata*, sur platane, près de Kalendini ;OLONOS, région des sapins (Breidler).

*Eurhynchium* Br. E.

*E. circinatum* Br. E.

Kerkyra, à terre, n° 2682, 2697 (leg. Toundas).

Mont Deca, Céhalonie (Unger).

*E. striatum* Br. E.

Épire, dans les forêts de *Quercus ilex*, sur les grès du flysch, au-dessus de Kalendini, altitude 400 mètres, 19/9; n<sup>os</sup> 3609, 2628.

*E. crassinervium* Br. E.

Acarmanie, rochers calcaires au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, altitude 1 000 mètres, 10/7, n<sup>o</sup> 2489, pieds ♀.

*E. Stokesii* Br. E.

Kerkyra, janvier 1901, fertile, n<sup>os</sup> 2687, 2686 (leg. V. Toundas).  
Ossa, dans les forêts, à Tsagezi, sur schistes cristallins, n<sup>o</sup> 2641.  
Mont Deca, Eubée (Unger).

*E. prælongum* Br. E.

Taygète, rochers calcaires à l'entrée d'une caverne, altitude 2 100 mètres, 22/8, n<sup>o</sup> 989; rochers calcaires au lieu dit Megala-Zonaria, altitude 2 000-2 300 mètres, 22/8, n<sup>o</sup> 2927.

*E. Swartzii* R. Faru. = *E. prælongum* Br. E., var. *atrovirens* Sch.

Pinde : Krania, forêts de sapins sur les schistes, vers 1 100 mètres, 10/9, n<sup>o</sup> 2606 (F. Camus det.).

Taygète, près d'une source entre Trypi et Lada, sur les schistes, vers 1 300 mètres, 23/8, n<sup>o</sup> 2487 (F. Camus det.), pieds ♂.

*E. pumilum* Schp.

Kerkyra, n<sup>o</sup> 2698 (leg. V. Toundas).

Maquis au bord du golfe d'Ambracie, à terre, sur les grès du flysch, entre Artà et Karavassaras, altitude 0 à 100 mètres, 23/9, n<sup>o</sup> 2448.

Kerkyra (Unger).

*E. confertum* Milde.

Ile de Syros (Kindberg).

*E. megapolitanum* Milde, var. *meridionale* Schpr.

Kerkyra (Unger).

Attica (Kindberg).

*E. rusciforme* Milde.

Attica (ex herb. Sartori), n<sup>o</sup> 2693 (F. Camus det.).

Ithaque (Unger).

Péloponèse (Kindberg), avec var. *inundatum*.

Var. *inundatum*, form. *meridionale* Boul.

Phocide, fontaine dite Avorii, entre Amphissa et Segditsa,

calcaire, 700 mètres, 12/8/1904, n° 968 (mission 1904, det. F. Renaud).

**Thamnium** Br. E.

*T. alopecurum* Br. E.

Acarmanie, à la base des troncs de *Quercus calliprinos*, près du monastère de Romvo, mont Ypsili-Koryphi, altitude 1 000 mètres, 10/7, n°s 2637, 2603.

Mont Ziria (Kyllini), rochers calcaires dans une grotte, près du lieu dit τοῦ πουλιοῦ ὁ ὄχθος, jusqu'à une dizaine de mètres de l'entrée, 1 700 mètres, 9/8, n° 2621 (forme naine, appauvrie, sans rhizome, comme celles décrites par MAHEU [1] dans les cavernes de France).

**Plagiothecium** Br. E.

*P. denticulatum* Br. E.

Ossa, à terre, dans les forêts de hêtres, micaschistes, vers 1 200 mètres, n° 2626.

**Amblystegium** Br. E.

*A. serpens* Br. E. = *Hypnum serpens* L.

Béotie (Sibthorp et Smith).

*A. filicinum* de Not. = *Hypnum filicinum* L.

Thessalie : Boroviko, marais, sur schistes, altitude 1 100-1 200 mètres, 12/9, n° 1703.

Béotie et environs d'Athènes (Sibthorp et Smith).

Thessalie (Kindberg).

Var. *crassinervium* Ren.

Katavothra (Æta), rochers calcaires suintants au lieu dit Veloukhi, altitude 1 500 mètres, 29/7, n° 2451.

OBSERVATIONS. — Cette variété est bien semblable à celle que F. RENAUD a récoltée dans les Pyrénées et qu'il a bien voulu comparer à la plante de Grèce.

*A. fluviatile* Br. E. = *Hypnum fluviatile* Sw.

Environs de Carithène, dans le bassin d'un moulin à eau alimenté par l'Alphée (Bory).

*A. riparium* Br. E.

Hymette, source de Kaisariani, schistes, 350 mètres, n° 2673.

(1) Cf. MAHEU, *Contribution à l'étude de la flore souterraine de France*. Thèse. Paris, 1906, p. 72-73.



Attica (ex herb. Sartori), n° 2694.

Thessalie, dans une source, à l'entrée de la vallée de Tempé, près de Laspokhori, 7/9, n° 2479 (forme passant à la var. *longifolium*).

Kerkyra, dans une source près de Viro (Unger).

Péloponèse (Kindberg), avec var. *longifolium*.

**Hypnum L.**

*H. aduncum* Hedw. subsp. *Kneiffii* Boul., var. *intermedium*  
Br. E.

Mont Katavothra (Æta), mare dans les pâturages, sur schistes, près des ruines du temple d'Hercule, altitude 1500 mètres, 29/7, n° 2462 (F. Renauld det.).

*H. uncinatum* Hedw., var. *plumulosum*.

Ile d'Andros (Kindberg).

*H. commutatum* Hedw.

Mont Pélion, lieux marécageux, dans les forêts de hêtres, sur micaschistes, altitude 1200 mètres, 15/10, n°s 2175, 2174.

Mont Khelmos, rochers calcaires suintants et bords du Styx, altitude 1350 mètres, 13/8, n° 2743.

Mont Zygos, marécages, au-dessus de Metzovo, sur schistes, altitude 1500 mètres, 13/9, n° 2393.

Mont Ghiona, rochers calcaires humides, à Platylithos, 1400 mètres, 25/7, n° 2631.

Thessalie, marais, sur schistes, à Boroviko, altitude 1200 mètres, n° 2610.

Agios Merkourios, dans une source (Unger).

Sans localité (Kindberg).

Peristeri, avec *Philonotis calcarea* (Breidler).

*H. falcatum* Brid.

Mont Katavothra, pelouses humides, sur schistes, altitude 1500 mètres, 29/7, n° 2376.

Mont Ziria (Kyllini), marécages, sur schistes, altitude 2000 mètres, 9/8, n° 2444.

Pinde, pelouses humides au mont Zygos, altitude 1500 mètres, 13/9, n° 2660.

Mont Ghiona, pelouses humides, sur schistes, altitude 1900 mètres, 27/7, n° 2639.

Sans localités (Kindberg).

Khelmos, avec *Philonotis calcarea* (Breidler).

*H. irrigatum* Zett.

Parnasse, suintements des rochers calcaires, au lieu dit ἡ Μάνα τοῦ νεροῦ, au-dessus d'Arakhova, 1 600 mètres, 21-7, n° 2407.

Chaîne du Pinde, mont Peristeri, suintements dans les pelouses subalpines, vers 2 000 mètres, calcaire, 15/9, n° 2616, pieds ♀.

Mont Khelmos, bords des ruisselets, aux sources du Styx, calcaire, altitude 2 200 mètres, 13/8, n° 2388.

OBSERVATIONS relatives aux *Hyp. commutatum*, *falcatum* et *irrigatum* (pl. I et IV).

*Hyp. commutatum* Hedw. est une plante abondante dans les sources et les ruisseaux des pays calcaires, aux eaux incrustantes. *Hyp. falcatum* Brid. et *Hyp. irrigatum* Zett. sont souvent considérées comme des formes alpines correspondant à *Hyp. commutatum* et formant soit de simples variétés de cette dernière, soit des espèces de deuxième ordre ou sous-espèces.

A mon avis, *Hyp. irrigatum* représente une espèce bien caractérisée; beaucoup mieux, en tout cas, que *Hyp. falcatum*.

BOULAY écrit à son sujet (*Muscinées de France*, 1<sup>re</sup> partie, Mousses, p. 48) : « Cette plante établit des relations curieuses entre les *H. commutatum*, *filicinum* et *fluviatile*; toutefois, elle se rattache immédiatement au *H. falcatum* dont elle diffère par des caractères à peu près de même valeur que ceux qui séparent le *H. falcatum* du *H. commutatum*. »

Je ne crois pas que *Hyp. irrigatum* rapproche *H. commutatum* de *H. fluviatile* et *filicinum*; le tissu de ces dernières est toujours bien distinct et, d'ailleurs, *H. commutatum* a elle-même suffisamment de ressemblance avec *H. filicinum* en particulier, pour qu'on les ait souvent confondues.

On sait combien la méfiance des botanistes doit être en éveil au cours de leurs herborisations, à cause de la *convergence des caractères* d'espèces qui vivent dans des conditions identiques à influence profonde sur le facies.

L'eau courante réalise peut-être la condition extérieure dont l'action est la plus forte. Nul doute que le retard de nos connaissances sur les algues d'eau douce n'ait pour origine la difficulté de se reconnaître au milieu de végétaux aquatiques, à structure très simple. *H. irrigatum* a dû, pour cette cause, être méconnue dans bien des cas et par contre signalée à tort non moins souvent.

Elle présente, d'après les auteurs, des *paraphylles rares ou nulles* et des *touffes flottantes d'un vert foncé ou olivâtre* (cf. HUSNOT, *Muscologia Gallica*, p. 396) et vit dans les eaux courantes des torrents. Or, MAIRE et PETITMÉGIN l'ont récoltée en général dans les suintements des rochers calcaires, où elle possède une teinte jaunâtre ferrugineuse tout à fait analogue aux formes émergées de *H. commutatum*, et, sans avoir autant de paraphylles que cette dernière, elle en possède cependant un très grand nombre.

On peut observer d'autre part des formes inondées de *H. commutatum* qui répondraient parfaitement à la description précédente, beaucoup plus robustes que les formes émergées et qui sembleraient constituer une tout autre espèce. Cette variété abonde aux environs de Nancy, au voisinage immédiat des *résurgences*<sup>(1)</sup> ou *exurgences*, où elle se plaît dans les eaux calcaires, froides et rapides.

Sans examen histologique sérieux, on rangerait cette forme dans les *H. irrigatum*.

Il est donc utile d'indiquer d'une manière précise sur quels caractères on se base pour citer les *H. commutatum*, *falcatum* et *irrigatum*; c'est pourquoi je vais résumer en quelques lignes, appuyées par une planche de dessins, les caractères des plantes récoltées en Grèce et que j'ai rapportées à l'une ou l'autre espèce. Il ne s'agira pas des caractères de la capsule, car toutes sont stériles, si ce n'est une touffe chargée de bourgeons ♂.

1° *H. commutatum* Hedw. (pl. I). Tiges secondaires dressées, chargées de nombreuses radicules rousses et de paraphylles très variables (fig. c); rameaux très nombreux, courts (5-15<sup>mm</sup>), à disposition pennée; touffes vert jaunâtre ou ferrugineuses, plus ou moins incrustées de calcaire. Feuilles caulinaires homotropes, triangulaires, fortement courbées (fig. a) avec de nombreux plis se déchirant facilement, munies d'oreillettes distinctes et jaunâtres, limitées brusquement par de petites cellules qui passent progressivement aux cellules allongées du reste de la feuille (fig. b). Ces oreillettes sont difficiles à détacher surtout sur

(1) Expressions employées par les géologues pour désigner les sources alimentées par des eaux qui ont pénétré dans le sol, soit grâce à des gouffres ou entonnoirs (résurgences), soit grâce aux fissures des plateaux calcaires (exurgences).

les plantes qui ont été desséchées et qui ne sont pas décalcifiées ; c'est pourquoi sans doute elles paraissent tant irrégulières ; elles atteignent parfois la nervure, mais non constamment. Celle-ci, assez forte, disparaît dans le tiers supérieur. La *denticulation des feuilles* est généralement *très apparente dès la base*. Feuilles raméales de même forme, mais plus petites, plus entières et moins auriculées (fig. *d*) ;

2° *Hypnum falcatum* Brid. (pl. I). Tiges secondaires plus ou moins dressées et portant des rameaux *très inégaux et irrégulièrement disposés*, plus robustes et, pour la plupart, deux ou trois fois plus longs que dans l'espèce précédente. Des paraphylles abondantes, *peu ou pas de radicules*. Touffes vert jaunâtre plus ou moins incrustées de calcaire ;

Feuilles ne différant que par la dimension, homotropes, *falciformes, mais peu courbées* (fig. *f*), *ovales lancéolées*, fortement plissées et à tissu également fragile, oreillettes moins distinctes, en général, que dans la précédente espèce, nervure assez forte, s'évanouissant vers le tiers supérieur (fig. *g* et *h*). Denticulation des feuilles nulle ou presque nulle ;

3° *Hypnum irrigatum* Zett. (pl. I et IV). Plus robuste encore que la précédente. Tiges secondaires plus ou moins dressées, portant des *rameaux très irréguliers et irrégulièrement disposés*, souvent plus longs encore que dans *H. falcatum*. Radicules absentes, mais paraphylles abondantes, bien qu'un peu moins que dans les précédentes espèces. Touffes vert jaunâtre ou ferrugineuses, plus ou moins incrustées de calcaire. Feuilles toutes semblables, sauf dans quelques rameaux petits et courts, homotropes, *falciformes, peu courbées* (fig. *i*), à tissu plus ferme que chez les mousses précédentes (fig. *j*), mais de même forme ou à peu près. Cependant, les *oreillettes sont généralement absentes* et il y a un passage absolument progressif des petites cellules arrondies ou ovales de la base aux cellules linéaires du reste de la feuille. La *nervure surtout est très forte, presque deux fois plus large et plus épaisse* que chez les précédentes ; elle *s'épanouit au sommet tout en s'amincissant et forme tout l'acumen* (fig. *i, k* et phot. *i, j*).

Les tiges et rameaux anciens sont couverts de feuilles à limbe détruit, sauf la nervure, qui subsiste. *Les plis des feuilles sont rares et peu accentués* et la denticulation nulle ou peu apparente.

*H. Notarisii* Boul.

Peristeri, pelouses subalpines, avec le précédent, n° 2617.

*H. cupressiforme* L.

Pélon, à Zagora, sur troncs de châtaigniers, 15/10, n° 2514; fertile.

*Ibid.*, sur rochers de micaschistes, 15/10, n° 3008.

Taygète, Langadha de Trypi, forêts de pins, sur schistes, vers 1 000 mètres, 25/10, n° 2662.

Pinde : Krania, forêts sur les schistes, vers 1 200 mètres, 10/9, n° 2533.

Ossa, forêts de hêtres, micaschistes, 1 200 mètres, 19/10, n° 2647, 2653.

Kerkyra (ex herb. Sartori).

Parnasse, troncs d'arbres (variété désignée sous le nom de *Hypnum compressum* Mout.) [Sibthorp et Smith].

Kerkyra, Eubée (Unger).

Sans localités (Kindberg).

Épire, près de Kalendini, avec *Homulothecium sericeum*; Olynos, région des sapins (Breidler).

Var. *uncinatum* Boul.

Kerkyra, n° 2681; fertile (leg. V. Toundas).

Pélon, vers Zagora, rochers ombragés dans les châtaigneraies, altitude 600 mètres, 15/10, n° 2177; fertile.

Mont Kissavos (Ossa), dans les forêts de hêtres, sur micaschistes, altitude 1 000 mètres, 18/10, n° 2373.

Taygète, Boliana, à terre dans les forêts, calcaire, 21/10, n° 963 (mission de 1904, F. Renaud det.).

Var. *filiforme*.

Kerkyra (Unger).

*H. molluscum* Hedw.

Pinde : Krania, forêts de sapins, sur schistes, 1 200 mètres, 10/9, n° 2530.

Cète, Karvounari-Revma, forêts de sapins, sur schistes, 800-1 000 mètres, 30/7, n° 2496.

Acarnanie, base des troncs, près du monastère de Romvo, altitude 1 000 mètres, 10/7, n° 2638.

Pinde, forêts de hêtres, au mont Zygos, schistes, 1 500 mètres, 13/10, n° 2412.

Var. *gracile* Boul.

Acarmanie, rochers calcaires au mont Ypsili-Koryphi, altitude 1 000 mètres, 12/7, n° 2488.

*H. purum* L.

Épire, à terre dans les forêts de *Quercus ilex*, entre Voulgareli et Kalendini, altitude 300-400 mètres, grès du flysch, 22/10, nos 2458, 2891.

Pinde : Krania, forêts de sapins, schistes, 1 200 mètres, 10/9, n° 2483.

Kerkyra (Unger).

Attique (Kindberg).

*H. cuspidatum* L.

Pinde : mont Zygos, suintements dans les forêts de hêtres, schistes, 1 500 mètres, 13/10, n° 2392.

Pinde, marais sur les schistes au-dessus de Boroviko, vers 1 200 mètres, 12/9.

#### IV — Aperçu sur la répartition géographique des Muscinées de Grèce

Est-il prématuré d'établir, à l'aide des documents qui précèdent, les grands traits de la distribution géographique des Muscinées de Grèce ? Je ne le crois pas, car, tout incomplète que soit cette liste, elle nous donne, de la végétation muscinale de la presque île Hellénique, une idée fort différente de celle qui était admise jusqu'ici et que W. SCHIMPER formulait en ces termes : « Die gesammelten griechischen und ionischen Moose, so äussert er sich, tragen ganz das Gepräge unserer mediterranischen Flora, wie wir sie in Südfrankreich, Spanien und Algerien haben. » (UNGER, *loc. cit.*, p. 95.)

La conclusion était fort simple, beaucoup trop simple : c'est pourquoi, sans doute, elle s'était implantée d'une manière aussi tenace dans l'esprit des botanistes qui allaient herboriser en Grèce. Elle était justifiée, d'ailleurs, par ce fait que les documents connus de SCHIMPER se rapportaient uniquement à cette partie de la Grèce dont les caractères sont, en effet, nettement méditerranéens, c'est-à-dire : l'Attique, la portion basse et méridionale du Péloponèse, les îles Ioniennes et Eubée. On ne savait rien sur la

bryologie de cette portion du continent qui est située au nord du golfe de Corinthe. Les recherches de René MAIRE et PETITMENGIN sont venues supprimer cette lacune d'une façon très heureuse, grâce notamment à l'exploration du Pinde, des massifs de l'Ossa, du Parnasse et du Ghiona.

Parmi les facteurs qui influent sur la répartition des végétaux, y compris les Muscinées, il en est deux qu'il faut placer au premier rang : l'altitude et la nature minéralogique du sol.

J'élimine ici la latitude, qui a peu de chose à voir dans le cas présent. Pour faire ressortir le rôle de ces deux facteurs, je vais établir, pour chacune des principales stations explorées, la liste des principales Muscinées, en les rangeant selon l'altitude à laquelle elles furent récoltées et en indiquant la nature du sol pour les espèces non arboricoles.

#### 1° Massif du Pinde

- Encalypta rhabdocarpa*, 2 000-2 100 mètres, calcaire.  
*Encalypta streptocarpa*, 2 000 mètres, calcaire et schistes.  
*Bryum Schleicheri*, 2 000-2 100 mètres, schistes.  
*Bartramia Cederi*, 1 200-2 100 mètres, calcaire et schistes.  
*Philonotis tomentella*, 2 000-2 100 mètres, schistes.  
*Philonotis calcarea*, 2 000-2 100 mètres, schistes.  
*Polytrichum juniperinum*, 1 500-2 100 mètres, schistes.  
*Hypnum irrigatum*, 2 000-2 100 mètres, calcaire.  
*Hypnum Notarisii*, 2 000-2 100 mètres, calcaire.  
*Pellia Fabroniana*, 1 400-1 600 mètres, calcaire.  
*Madotheca rivularis*, 1 400-1 600 mètres, schistes.  
*Lophocolea minor*, 1 400-1 600 mètres, schistes.  
*Dicranella heteromalla*, 1 400-1 600 mètres, schistes.  
*Weberia albicans*, 1 400-1 600 mètres, schistes.  
*Bryum pseudotriquetrum*, 1 400-1 600 mètres, schistes.  
*Bryum turbinatum*, 1 400-1 600 mètres, schistes.  
*Bartramia ithyphylla*, 1 400-1 600 mètres, schistes.  
*Timmia Austriaca*, 1 400-1 600 mètres, schistes.  
*Pogonatum aloides*, 1 400-1 600 mètres, schistes.  
*Pogonatum urnigerum*, 1 400-1 600 mètres, schistes.  
*Leucodon sciuroides*, 1 400-1 600 mètres.  
*Pseudoleskea atrovirens*, 1 400-1 600 mètres.  
*Hypnum commutatum*, 1 400-1 600 mètres, schistes.  
*Hypnum falcatum*, 1 400-1 600 mètres, schistes.  
*Scapania æquiloba*, 1 100-1 300 mètres, schistes.  
*Plagiochila asplenioides*, 1 100-1 300 mètres, schistes.  
*Fegatella conica*, 1 100-1 300 mètres, schistes.

- Hymenostomum tortile*, 1 100-1 300 mètres, schistes.  
*Dicranum scoparium*, 1 100-1 300 mètres, schistes.  
*Barbula ruralis*, 1 100-1 300 mètres, schistes.  
*Mnium affine*, 1 100-1 300 mètres, schiste.  
*Mnium undulatum*, 1 100-1 300 mètres, schistes.  
*Mnium punctatum*, 1 100-1 300 mètres, schistes.  
*Bartramia Cederi*, 1 100-1 300 mètres, schistes.  
*Pterigynandrum filiforme*, 1 100-1 300 mètres.  
*Homalothecium sericeum*, 1 100-1 300 mètres, schistes.  
*Eurhynchium Swartzii*, 1 100-1 300 mètres, schistes.  
*Hypnum cupressiforme*, 1 100-1 300 mètres, schistes.  
*H. molluscum*, 1 100-1 300 mètres, schistes.  
*H. purum*, 1 100-1-300 mètres, schistes.  
*H. cuspidatum*, 1 100-1 300 mètres, schistes.

### 2° Mont Ghiona

- Plagiochila interrupta*, 2 000-2 500 mètres, calcaire.  
*Distichium capillaceum*, 2 000-2 500 mètres, calcaire.  
*Barbula tortuosa*, 2 000-2 500 mètres, calcaire.  
*Grimmia apocarpa*, 2 000-2 500 mètres, calcaire.  
*G. anodon*, 2 000-2 500 mètres, calcaire.  
*Webera Ludwigii*, 2 000-2 500 mètres, calcaire.  
*Mnium stellare*, 2 000-2 500 mètres, calcaire.  
*Philonotis fontana*, 1 900 mètres, schistes.  
*Polytrichum juniperinum*, 1 900 mètres, schistes.  
*Homalothecium Philippeanum*, 2 000-2 500 mètres, calcaire.  
*H. sericeum*, 2 000-2 500 mètres, calcaire.  
*Aplozia riparia*, 1 400-1 900 mètres, calcaire.  
*Cephalozia divaricata*, 1 400-1 900 mètres, calcaire.  
*Eucladium verticillatum*, 1 400-1 900 mètres, calcaire.  
*Hypnum commutatum*, 1 400 mètres, calcaire.  
*Hypnum falcatum*, 1 900 mètres, schistes.

### 3° Mont Parnasse

- Scapania Bartlingii*? 2 000-2 400 mètres, calcaire.  
*Plagiochila asplenoides*, 2 000-2 400 mètres, calcaire.  
*Leptotrichum flexicaule*, 2 000-2 400 mètres, calcaire.  
*Distichium capillaceum*, 2 000-2 400 mètres, calcaire.  
*Barbula subulata*, 2 000-2 400 mètres, calcaire.  
*B. inermis*, 2 000-2 400 mètres, calcaire.  
*Encalypta streptocarpa*, 2 000-2 400 mètres, calcaire.  
*Bryum capillare*, 2 000-2 400 mètres, calcaire.  
*Mnium stellare*, 2 000-2 400 mètres, calcaire.



*Timmia megapolitana*, 2 000-2 400 mètres, calcaire.  
*T. austriaca*, 2 000-2 400 mètres, calcaire.  
*Pseudoleskea atrovirens*, 2 000-2 400 mètres, calcaire.  
*Frullania dilatata*, 1 200-1 600 mètres.  
*Fegatella conica*, 1 200-1 600 mètres, calcaire.  
*Reboulia hemisphærica*, 1 200-1 600 mètres, calcaire.  
*Eucladium verticillatum*, 1 200-1 600 mètres, calcaire.  
*Fissidens pusillus*, 1 200-1 600 mètres, calcaire.  
*Barbula cylindrica*, 1 200-1 600 mètres, calcaire.  
*B. tortuosa*, 1 200-1 600 mètres, calcaire.  
*Orthotrichum leiocarpum*, 1 200-1 600 mètres.  
*O. affine*, 1 200-1 600 mètres.  
*O. diaphanum*, 1 200-1 600 mètres.  
*Bryum cæspitium*, 1 200-1 600 mètres, calcaire.  
*Homalothecium sericeum*, 1 200-1 600 mètres.  
*Hypnum irrigatum*, 1 200-1 600 mètres, calcaire.

#### 4° Mont Ossa

De 1 100 à 1 400 mètres, schistes.

<i>Radula complanata.</i>	<i>B. argenteum.</i>
<i>Plagiochila asplenoides.</i>	<i>Mnium undulatum.</i>
<i>Madotheca rivularis.</i>	<i>M. punctatum.</i>
<i>Alicularia scalaris.</i>	<i>Bartramia ithyphylla.</i>
<i>Mesophylla crenulata.</i>	<i>B. pomiformis.</i>
<i>Scapania curta.</i>	<i>Diphyscium foliosum.</i>
<i>Marsupella Panckii.</i>	<i>Atrichum undulatum.</i>
<i>M. emarginata.</i>	<i>Pogonatum aloides.</i>
<i>Dicranum scoparium.</i>	<i>Polytrichum piliferum.</i>
<i>Fissidens taxifolius.</i>	<i>Heterocladium squarrosulum.</i>
<i>F. decipiens.</i>	<i>Pterygynandrum filiforme.</i>
<i>Grimmia Hartmani.</i>	<i>Isothecium myurum.</i>
<i>Rhacomitrium canescens.</i>	<i>Brachythecium rutabulum.</i>
<i>Orthotrichum rupestre.</i>	<i>Eurhynchium Stokésii.</i>
<i>Webera cruda.</i>	<i>Plagiothecium denticulatum.</i>
<i>Bryum cæspitium.</i>	<i>Hypnum cupressiforme.</i>

#### 5° Mont Ypsili-Koryphi

1 000 mètres, calcaire.

<i>Gymnostomum calcareum.</i>	<i>Barbula tortuosa.</i>
<i>Dicranum scoparium.</i>	<i>Grimmia apocarpa.</i>
<i>Fissidens pusillus.</i>	<i>G. pulvinata.</i>
<i>F. adianthoides.</i>	<i>Mnium undulatum.</i>
<i>Distichium capillaceum.</i>	<i>Lentodon Smithii.</i>

<i>Neckera turgida.</i>	<i>Homalothecium sericeum.</i>
<i>N. crispa.</i>	<i>Eurhynchium crassinervium.</i>
<i>Leucodon morensis.</i>	<i>Thamnum alopecurum.</i>
<i>Pterogonium ornithopodioides.</i>	<i>Hypnum molluscum.</i>
<i>Anitrichia californica.</i>	

## 6° Mont Taygète

- Polytrichum alpinum*, 1 900-2 000 mètres, schistes.  
*Eurhynchium prælongum*, 1 900-2 000 mètres, calcaire.  
*E. Swartzii*, 2 000 mètres, schistes.  
*Frullania dilatata*, 1 000-1 400 mètres.  
*Madotheca rivularis*, 1 000-1 400 mètres, schistes.  
*Fissidens taxifolius*, 1 000-1 400 mètres, schistes.  
*Barbula cylindrica*, 1 000-1 400 mètres, schistes.  
*B. convoluta*, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.  
*B. ruraliformis*, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.  
*B. ruralis*, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.  
*Bryum canariense*, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.  
*B. capillare*, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.  
*B. pseudotriquetrum*, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.  
*Mnium undulatum*, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.  
*Pogonatum aloides*, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.  
*Neckera turgida*, 1 000-1 400 mètres, calcaire.  
*Pterogonium ornithopodioides*, 1 000-1 400 mètres, calcaire.  
*Homalothecium sericeum*, 1 000-1 400 mètres, calcaire.  
*Brachythecium rutabulum*, 1 000-1 400 mètres, calcaire.  
*Hypnum cupressiforme*, 1 000-1 400 mètres, calcaire.  
*Lunularia cruciata*, 400-800 mètres, schistes.  
*Trichostomum crispulum*, 400-800 mètres, schistes.  
*Barbula muralis*, 400-800 mètres, calcaire.  
*B. unguiculata*, 400-800 mètres, schistes.  
*Orthotrichum affine*, 400-800 mètres.  
*Funaria calcarea*, 400-800 mètres, calcaire.  
*Mnium affine*, 400-800 mètres, schistes.  
*Bartramia stricta*, 400-800 mètres, schistes.  
*Scleropodium illecebrum*, 400-800 mètres, schistes.

## 7° Attique

De 0 à 500 mètres, nature du sol non indiquée.

<i>Lophozia turbinata.</i>	<i>P. curvicolium.</i>
<i>Pellia epiphylla.</i>	<i>Pottia cavifolia.</i>
<i>Acaulon muticum.</i>	<i>P. Starkeana.</i>
<i>Phascum rectum.</i>	<i>Trichostomum tophaceum.</i>

<i>T. flavovirens.</i>	<i>Grimmia pulvinata.</i>
<i>T. anomalum.</i>	<i>Orthotrichum rupestre.</i>
<i>T. Barbula.</i>	<i>Funaria calcarea.</i>
<i>Barbula rigida.</i>	<i>F. hygrometrica.</i>
<i>B. ambigua.</i>	<i>Webera carnea.</i>
<i>B. aloides.</i>	<i>Bryum caespitium.</i>
<i>B. membranifolia.</i>	<i>B. alpinum.</i>
<i>B. chloronotos.</i>	<i>Fontinalis Darixi.</i>
<i>B. cuneifolia.</i>	<i>Leptodon Smithii.</i>
<i>B. muralis.</i>	<i>Homalothecium sericeum.</i>
<i>B. canescens.</i>	<i>Camptothecium aureum.</i>
<i>B. unguiculata.</i>	<i>Scleropodium illecebrum.</i>
<i>B. fallax.</i>	<i>Eurhynchium megapolitanum.</i>
<i>B. vinealis.</i>	<i>Eurhynchium rusciforme.</i>
<i>B. inclinata.</i>	<i>Amblystegium riparium.</i>
<i>B. squarrosa.</i>	<i>Hypnum purum.</i>

#### 8° Iles Ioniennes

<i>Plagiochasma Aitonia.</i>	<i>O. cupulatum.</i>
<i>Lunularia cruciata.</i>	<i>O. speciosum.</i>
<i>Anthoceros laevis.</i>	<i>Funaria calcarea.</i>
<i>Gymnostomum calcareum.</i>	<i>Bryum canariense.</i>
<i>Gyroweisia tenuis.</i>	<i>B. torquescens.</i>
<i>Eucladium verticillatum.</i>	<i>B. atropurpureum.</i>
<i>Fissidens pusillus.</i>	<i>Mnium undulatum.</i>
<i>Trichostomum flavovirens.</i>	<i>Fontinalis antipyrretica.</i>
<i>T. crispulum.</i>	<i>Leptodon Smithii.</i>
<i>T. Barbula.</i>	<i>Neckera turgida.</i>
<i>Barbula aloides.</i>	<i>N. cephalonica.</i>
<i>B. marginata.</i>	<i>N. pumila.</i>
<i>B. muralis.</i>	<i>Leucodon morensis.</i>
<i>B. unguiculata.</i>	<i>Pterogonium ornithopodioides.</i>
<i>B. vinealis.</i>	<i>Homalothecium sericeum.</i>
<i>B. revoluta.</i>	<i>Camptothecium aureum.</i>
<i>B. squarrosa.</i>	<i>Scleropodium illecebrum.</i>
<i>B. subulata.</i>	<i>Eurhynchium circinatum.</i>
<i>B. inermis.</i>	<i>E. Stokesii.</i>
<i>B. raralis.</i>	<i>E. pumilum.</i>
<i>Grimmia apocarpa.</i>	<i>E. megapolitanum.</i>
<i>G. pulvinata.</i>	<i>Amblystegium riparium.</i>
<i>G. trichophylla.</i>	<i>Hypnum cupressi*forme.</i>
<i>Zygodon viridissimus.</i>	<i>H. purum.</i>
<i>Orthotrichum leiocarpum.</i>	

### Caractères communs aux diverses régions explorées

Ces caractères communs sont en quelque sorte négatifs, ainsi qu'on peut s'en assurer en parcourant les listes ci-dessus ; négatifs parce qu'ils consistent en l'absence d'un certain nombre de grandes Mousses qui contribuent à former le tapis des forêts et prairies de l'Europe centrale ou septentrionale.

Je citerai avant tout les genres *Hylocomium* et *Thuidium*, qui paraissent faire complètement défaut ; ce n'est certes pas à la négligence des botanistes qu'elles doivent de ne pas figurer dans le catalogue précédent, et d'ailleurs René MAIRE m'a affirmé les avoir tout spécialement cherchées. J'ajouterai, parmi les autres grandes Mousses absentes, bien qu'elles ne puissent passer inaperçues : *Eurhynchium striatum* et *E. piliferum*, *Gamptothecium lutescens*, *Hypnum Schreberi*, *Homalia trichomanoides*, *Polytrichum formosum*.

L'absence à peu près générale de ce tapis moussu donne à toute la Grèce un *faux aspect méditerranéen*, dû sans doute à la sécheresse prolongée et uniforme pendant toute une moitié de l'année ; les grandes espèces qui résistent sont généralement arboricoles ou se cachent dans quelque fissure de rochers plus ou moins humides.

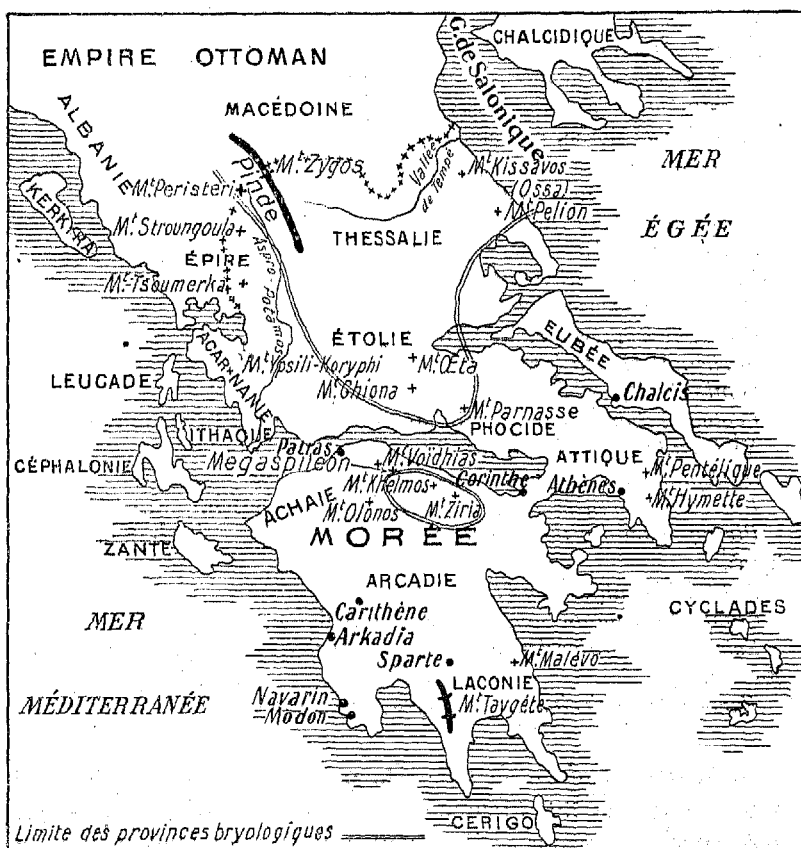
### Provinces bryologiques

Mais si, laissant de côté ces caractères négatifs, on compare les Muscinées qui croissent sur les diverses montagnes, on s'aperçoit que la même altitude ne produit pas la même flore et que celle du Taygète diffère considérablement de celle du Parnasse ou du Pinde.

Dans un précédent fascicule <sup>(1)</sup> René MAIRE et PETITMENGIN ont distingué quatre *étages* selon lesquels les plantes phanérogames se répartissent dans les montagnes : étage méditerranéen (en moyenne de 0 à 1 000 mètres) ; étage sylvatique (en moyenne de 1 000 à 1 800 mètres) ; étage subalpin (en moyenne de 1 800 à 2 200-2 300 mètres) ; étage alpin (au-dessus de 2 200-2 300 mètres).

(1) René MAIRE et PETITMENGIN, *Matériaux pour servir*, etc. Deuxième fascicule : *Étude des plantes vasculaires recollées en Grèce en 1904*, p. 4.

La connaissance des Muscinées n'est pas assez complète actuellement et sans doute la quantité en est insuffisante pour qu'on puisse, grâce à elles, faire des subdivisions aussi précises et aussi nombreuses. Mais il y a lieu de distinguer avant tout deux provinces : la province méditerranéenne et la province montagneuse septentrionale (voir la carte).



### 1<sup>o</sup> Province méditerranéenne

On peut donner comme types de la végétation bryologique de cette province les listes 7 (Attique) et 8 (îles Ioniennes) dressées précédemment. Si l'on veut en extraire les espèces les plus carac-

téristiques, en y ajoutant celles de quelques autres stations, on peut citer :

- Plagiochasma Aitonia* (Eubée, Céphalonie).  
*Lunalaria cruciata* (Eubée, Kerkyra, Phocide, Messénie, Taygète).  
*Fimbriaria fragrans* (Morée).  
*Grimaldia dichotoma* (Morée).  
*Reboulia hemisphærica* (Morée, Épire).  
*Targionia hypophylla* (Morée).  
*Phascum rectum* (Attique, Scyros).  
*Trichostomum flavovirens* (Attique, Kerkyra).  
*T. crispulum* (Taygète, Kerkyra).  
*T. Barbula* (Morée, Attique, Kerkyra).  
*T. anomalum* (Attique, Scyros).  
*Barbula chloronotos* (Attique).  
*B. membranifolia* (Épire, Attique).  
*B. marginata* (Kerkyra, Attique).  
*B. squarrosa* (Kerkyra, Attique).  
*Bryum canariense* (Achaïe, Taygète, Kerkyra).  
*B. torquescens* (Élide, Kerkyra, Scyros).  
*Bartramia stricta* (Taygète).  
*Fontinalis Duriei* (Attique).  
*Leptodon Smithii* (Acarnanie, Messénie, Attique, Taygète, Kerkyra).  
*Neckera turgida* (Acarnanie, Taygète, Céphalonie).  
*N. Cephalonica* (Céphalonie).  
*Leucodon morensis* (Acarnanie, Kerkyra, Céphalonie, Eubée).  
*Pterogonium ornithopodioides* (Acarnanie, Épire, Céphalonie, Kerkyra).  
*Antitrichia californica* (Acarnanie).  
*Camptothecium aureum* (Attique, Céphalonie, Kerkyra).  
*Scleropodium illecebrum* (Attique, Taygète, Céphalonie, Kerkyra, Eubée).  
*Eurhynchium circinatum* (Kerkyra, Céphalonie).

*Extension et subdivisions.* — On peut placer dans cette province toutes les îles (Ioniennes, Cyclades, Eubée, Sporades), puis la Morée presque entière, sauf une zone avoisinant le golfe de Corinthe et dont il sera question plus loin, enfin l'Attique et la Béotie à l'est, l'Acarnanie à l'ouest. Ainsi délimitée, on peut se rendre compte qu'elle comprend des montagnes élevées, parmi lesquelles le Taygète atteint 2 400 mètres ; les îles elles-mêmes possèdent des hauteurs qui peuvent atteindre et même dépasser 1 700 mètres. La flore bryologique n'y est pas la même de bas en haut ; aussi y distinguerai-je deux étages :  $\alpha$ , l'étage méditerranéen.

*néen inférieur* jusque vers 1 200 mètres; β, l'*étage méditerranéen supérieur* au-dessus de 1 200 mètres.

Je ne puis donner à ce dernier le nom d'*étage sylvatique*, à cause du nombre très restreint des espèces connues et de leur peu de signification; on ne peut guère y énumérer que :

*Bryum capillare.*

*B. pseudoitriquetrum.*

*Mnium undulatum.*

*Pogonatum aloides.*

*Polytrichum juniperinum* var. *alpinum.*

*Philonotis calcarea.*

Cet étage, beaucoup mieux caractérisé par l'absence presque complète des espèces de l'étage inférieur, ne peut être signalé jusqu'à présent qu'au Taygète et dans l'île d'Eubée. Il est probable que les sommets les plus élevés de l'Arcadie, de la Messénie et de l'Argolide présentent des caractères analogues (1).

## 2° Province montagneuse septentrionale

Les listes types des Muscinées de cette province sont les quatre premières établies plus haut : 1° le Pinde (1 200-2 300 mètres); 2° le Ghiona (2 500 mètres); 3° le Parnasse (2 450 mètres); 4° l'Ossa (1 950 mètres). J'y placerai également les massifs de l'Œta (2 000 mètres) et du Pélion (1 600 mètres); enfin, il faut y ajouter le massif montagneux qui forme la bordure méridionale du golfe de Lépante, comprenant le Ziria et le Khelmos (2) qui dépassent l'un et l'autre l'altitude de 2 350 mètres.

(1) L'île de Crète entrerait en entier dans la province méditerranéenne, malgré ses montagnes élevées (mont Ida, 2 500 mètres), si l'on s'en rapporte à la liste publiée récemment par NICHOLSON, « Mosses and hepatics from Crete » (*Revue bryologique*, n° 5, 1907, pp. 81-86).

(2) Il est possible que l'on doive comprendre, avec ces deux derniers sommets, l'Olonos, 2 200 mètres, et le Panakhaïkon (Voïdhias), 1 900 mètres, explorés par HALÁCSY; et, plus au nord, ajouter, au Pinde proprement dit, le Pinde d'Épire, sur la rive droite de l'Aspropotamos, principalement le Tsoumerka, 2 300 mètres, et le Stroungoula, 2 000 mètres (au voisinage duquel se trouvent les villes de Pramanda et Kalarytes citées plus haut). Cependant les récoltes de HALÁCSY ne comprennent pas un nombre suffisant d'espèces pour permettre d'en tirer des conclusions un peu précises. Et, d'autre part, les montagnes de Grèce ont un caractère tellement chaotique qu'il est aventureux de généraliser et d'étendre aux massifs insuffisamment explorés les conclusions relatives à ceux qui le sont complètement.

Les renseignements connus relativement à cette province me permettent de la subdiviser en deux étages seulement : a) l'étage *sylvatique* jusque vers 1 800 mètres ; b) l'étage *subalpin* au-dessus de 1 800 mètres.

A. *Étage sylvatique*. — Au point de vue bryologique, existe-t-il, au-dessous de 1 000 mètres, un étage méditerranéen, comme l'établit René MAIRE (*loc. cit.*) pour les Phanérogames ? Je l'ignore, car on pourra remarquer l'absence complète de données pour les altitudes inférieures à 1 000 mètres dans la province montagneuse septentrionale. Il y a là un problème qui reste entièrement à élucider, principalement pour la portion de la Thessalie comprise entre les massifs de l'Ossa-Pélon, des monts Othrys et du Pinde.

Voici l'énumération des espèces les plus caractéristiques de cet étage dans lequel je me garderai bien de faire des subdivisions :

- Madotheca rivularis* (Ossa, Zygos).
- Scapania æquiloba* (Pinde).
- S. irrigua* (Pélon).
- S. curta* (Ossa).
- Cephalozia divaricata* (Ghiona).
- Chiloscyphus polyanthus* (Pélon).
- Lophocolea minor* (Pinde).
- Plagiochila asplenioides* (Pinde, Parnasse, Ossa).
- Lophozia Schreberi* (Pélon).
- Aplozia riparia* (Ghiona).
- Mesophylla crenulata* (Ossa).
- M. scalaris* (Ossa).
- Marsupella emarginata* (Pélon, Ossa).
- Marsupella Fanchii* (Pélon, Ossa).
- Marchantia polymorpha* (Ceta, Pinde, Pélon).
- Fegatella conica* (Pinde, Parnasse).

Je ferai remarquer de suite que toutes ces Hépatiques ont été découvertes par René MAIRE et PETITMENGIN, et par conséquent qu'on ne pouvait connaître, avant eux, cet étage sylvatique, qui était resté complètement méconnu, malgré la netteté de ses caractères.

Parmi les mousses :

- Dicranella heteromalla* (Pinde).
- Dicranum scoparium* (Pinde, Ossa, Pélon).



- Fissidens decipiens* (Ossa, Ziria).  
*Didymodon rabellus* (Ziria),  
*Grimmia montana* (Œta).  
*G. Hartmani* (Ossa).  
*Rhacomitrium canescens* (Ossa).  
*Orthotrichum urnigerum* (Œta).  
*Encalypta streptocarpa* (Parnasse, Pinde).  
*Bryum pseudotriquetrum* (Pinde, Pélion).  
*B. turbinatum* (Pinde).  
*Mnium punctatum* (Ossa, Pinde).  
*Bartramia ithyphylla* (Ossa, Pinde).  
*B. pomiformis* (Ossa).  
*B. Œderi* (Pinde).  
*Philonotis fontana* (Œta, Ghiona).  
*Diphyscium foliosum* (Ossa).  
*Atrichum undulatum* (Ossa).  
*Pogonatum aloides* (Zygos, Ossa).  
*P. urnigerum* (Zygos).  
*Polytrichum piliferum* (Ossa, Pélion).  
*P. juniperinum* (Pinde, Ghiona).  
*Pseudoleskea atrovirens* (Pinde, Parnasse).  
*Heterocladium squarrosulum* (Ossa).  
*Pterigynandrum filiforme* (Ossa, Œta, Pinde).  
*Plagiothecium denticulatum* (Ossa).  
*Hypnum aduncum* (Œta).  
*H. commutatum* (Pélion, Kholmos, Pinde, Ghiona).  
*H. falcatum* (Œta, Ziria, Pinde).  
*H. cuspidatum* (Pinde).

B. *Étage subalpin.* — Cet étage est mal caractérisé au point de vue bryologique, ce qui est facile d'ailleurs à expliquer. Tandis que l'étage sylvatique présente des forêts de chênes divers, de hêtres ou de sapins qui maintiennent un certain degré de fraîcheur permettant le développement des Mousses et Hépatiques, « l'étage subalpin est caractérisé par les broussailles basses de *Daphne oleoides*, *Juniperus communis* var. *hemisphærica*, *Prunus prostrata*, *Rhamnus prunifolia*, *Astragalus rumelicus*, etc. L'étage alpin ne présente plus guère que des pâturages rocailleux formés de touffes plus ou moins distantes de *Festuca varia*, entremêlées de plantes en coussinet (*Alsine parnassica*, *Astragalus angustifolius*, *Acantholimon Echinus*, etc.). » [René MAIRE et PETITMENGIN, loc. cit., p. 4.]

Ces sommets alpins n'ont rien, en somme, d'alpestre, il leur

manque de l'eau, et leur aridité exclut, ou à peu près, la végétation non enracinée. Voici la liste de tout ce qu'on peut y relever :

- Scapania Bartlingii* ? (Parnasse).  
*Barbula papillosissima* (Khelmos).  
*Grimmia alpicola* (Ghiona).  
*G. anodon* (Ghiona).  
*Encalypta rhabdocarpa* (Pinde).  
*Webera Ludwigii* (Ghiona).  
*Mnium stellare* (Ghiona, Parnasse).  
*Philonotis tomentella* (Pinde).  
*Timmia austriaca* (Parnasse, Pinde).  
*T. megapolitana* (Parnasse).  
*Polytrichum juniperinum* var. *alpinum* (Ziria, Ceta).  
*Hypnum falcatum* (Ghiona).  
*H. irrigatum* (Parnasse, Pinde, Khelmos).  
*H. Notarisii* (Pinde).

Il est remarquable que les Hépatiques sont absentes, ou à peu près, et que les Mousses sont fort rares et peu caractéristiques, la plupart pouvant être attribuées également à l'étage sylvatique et s'y trouvant effectivement. Il n'y a donc pas lieu de distinguer un étage alpin spécial, à moins qu'on ne supprime l'étage subalpin.

Il faut remarquer, d'autre part, qu'on ne peut guère attribuer cet étage particulier qu'au Pinde, au Parnasse et au Ghiona.

### Résumé et conclusions

L'état actuel de nos connaissances sur la bryologie de la Grèce, et principalement les découvertes de René MAIRE et PETITMENGIN, m'ont donc conduit à distinguer *deux provinces botaniques*, chacune d'elles présentant *deux étages* dont l'un est fort bien caractérisé et l'autre, le plus élevé, beaucoup moins, en vertu de sa pauvreté :

1° Une *province méditerranéenne* avec un *étage méditerranéen inférieur* et un *étage méditerranéen supérieur*; 2° une *province montagneuse septentrionale* avec un *étage sylvatique* et un *étage subalpin*.

Des recherches plus complètes pourront modifier cette classification, qui n'a d'autre prétention que de grouper les faits connus et qui présente l'avantage de provoquer la critique et.... les herborisations.

Je ne puis aborder ici l'étude de l'influence du climat des diverses stations, car je crois bien qu'en dehors des connaissances vagues que l'on possède depuis longtemps sur le climat général de la Grèce, on n'a guère de données précises. On ne pourrait donc que chercher à connaître le climat d'après la flore, et c'est précisément l'inverse de ce qu'il faudrait faire.

Je n'ajouterai rien non plus sur l'influence de la nature minéralogique du support, d'ailleurs peu varié, me contentant d'avoir noté scrupuleusement les indications qui m'ont été données à moi-même.

### Explication des planches

#### PLANCHE I

- a. Feuille caulinaire d'*Hypnum commutatum* (gr. 40).
- b. Tissu dans le tiers supérieur (gr. 250).
- c. Paraphylle d'*Hypnum commutatum* (petite forme, gr. 120).
- d. Feuille raméale d'*H. commutatum* (gr. 40).
- e. Feuille des rameaux principaux d'*H. falcatum* (gr. 40).
- f. Tissu vers le tiers supérieur (gr. 250).
- g. Coupe transversale de la même, vers le tiers supérieur (gr. 200).
- h. Coupe transversale de la même, vers le tiers inférieur (gr. 200).
- i. Feuille des rameaux principaux d'*H. irrigatum* (gr. 40).
- j. Tissu, vers le tiers supérieur (gr. 250).
- k. Coupe de la même vers le quart supérieur (gr. 200).

NOTA. — Les coupes ont été faites après séjour des échantillons dans de l'eau acétique, pendant quelques heures, pour obtenir une décalcification permettant l'emploi du rasoir.

L'échantillon d'*H. commutatum* utilisé est le n° 2174 du mont Pélion.

Celui d'*H. falcatum*, le n° 2444 du mont Ziria.

Celui d'*H. irrigatum*, le n° 2616 du mont Peristeri.

#### PLANCHE II

- a et c. Sommet des feuilles de *Grimmia Hartmani* ayant formé des corpuscules reproducteurs (gr. 70).
- b. Corpuscule mâtriforme du *Grimmia Hartmani* (gr. 70).
- d. Jeune sporocarbe indifférencié du *Grimmia Hartmani*, avec coiffe et archégonies (gr. 9).
- e. Dent du péristome de *Grimmia Hartmani*, vue par sa face externe (gr. 120).
- f. Portion médiane d'une coupe de feuille de *Barbula papillosissima*, vers le tiers inférieur du limbe (gr. 200).
- g. Feuille de *Barbula papillosissima* (gr. 15). —  $\alpha$ , zone hyaline à grandes cellules lisses.
- h. Tissu de *Barbula papillosissima*, vu de face vers le tiers inférieur du limbe (gr. 250).

Dessin en réunissant deux, obtenus par mises au point successives sur le sommet des papilles, puis sur leur base.

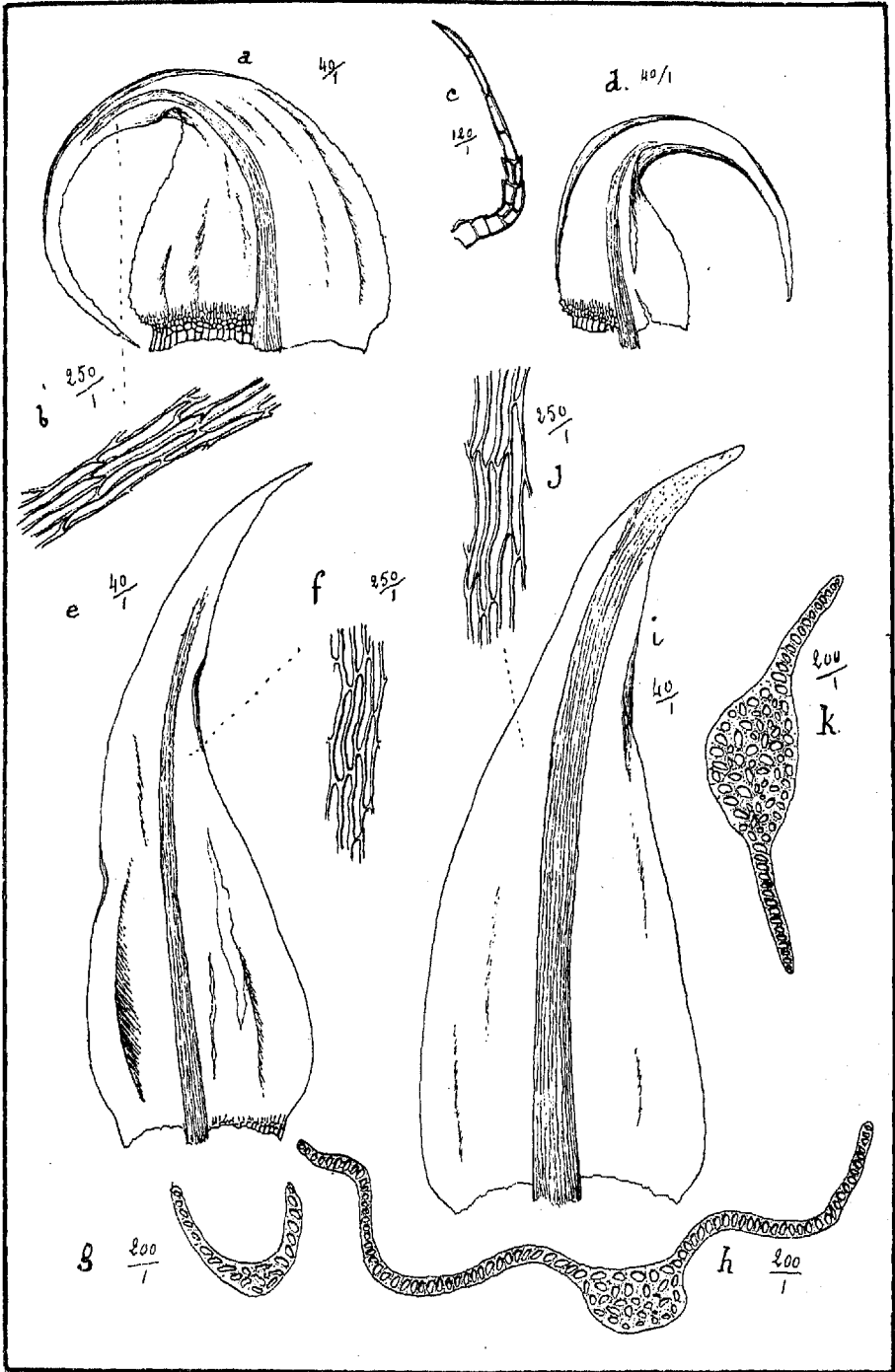
- i. Tissu de *Barbula ruralis*, obtenu de la même manière que le précédent (gr. 250). Échantillon récolté à Nancy.
- j. Tige feuillée de *Bryum canariense* var. *provinciale* (grandeur naturelle).
- k. Capsule et partie supérieure du pédicelle de *Funaria Maireana* (gr. 5).
- l. Tissu du bord de la feuille de *Funaria Maireana* en dessous du sommet (gr. 150).
- m, n, o. Feuilles de *Funaria Maireana* (gr. 17).
- p. Spore de *Funaria Maireana* (gr. 400).
- q. Spore de *Funaria hygrometrica* (gr. 400).

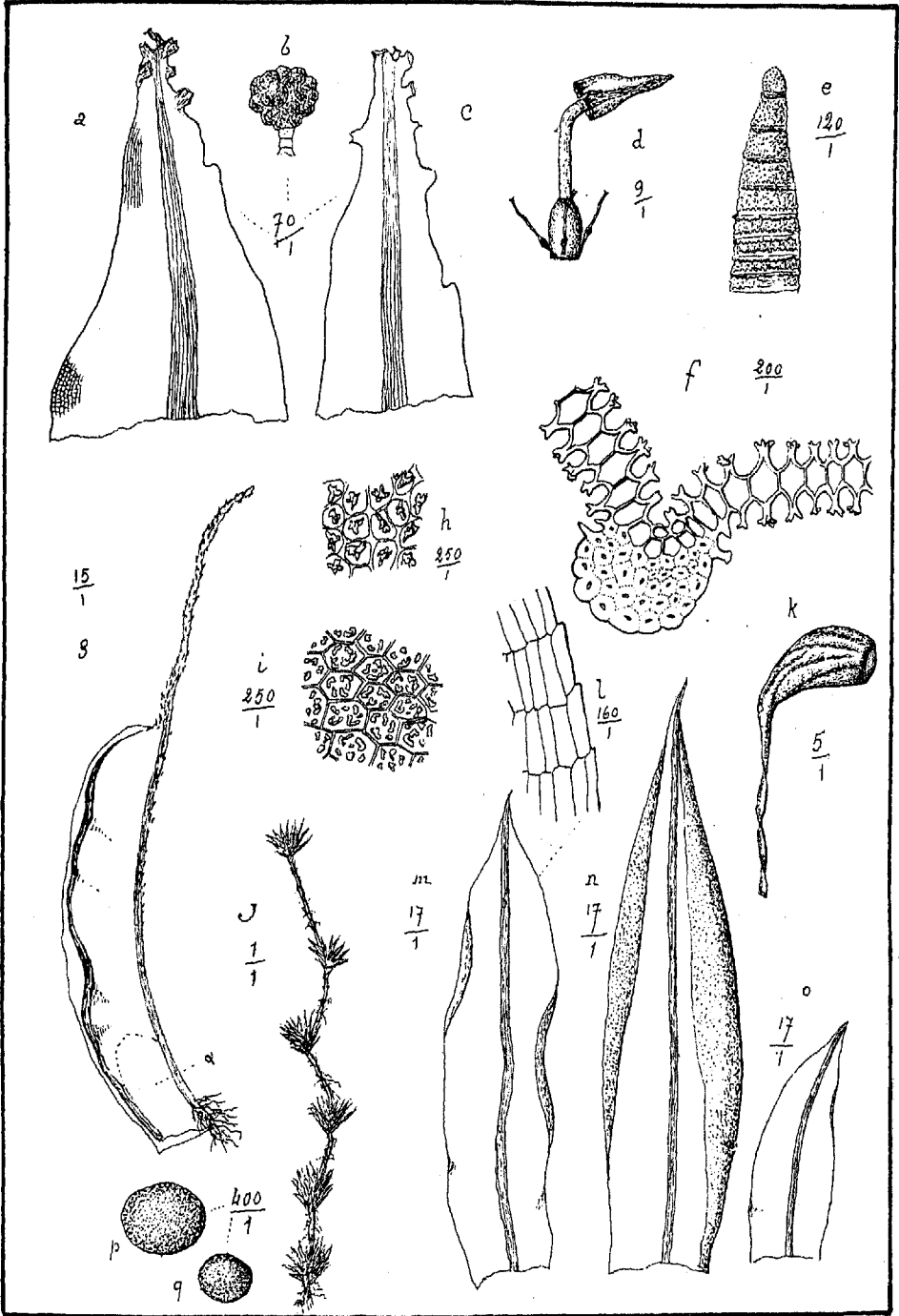
PLANCHE III

- a et b. Tissu de la feuille de *Barbula papillosissima*, vu de face (gr. 170).  
Mise au point sur le sommet des papilles.
- c. Même tissu (gr. 170). Mise au point sur l'origine des papilles.
- d. Tissu de la même, à la limite de la zone à grandes cellules transparentes et de la région papilleuse (gr. 170).
- e. Coupe de la même, vers le milieu (gr. 47).
- f et g. Coupes de la même, vers le milieu (gr. 170).
- h. Sommet fertile d'une tige de *Grimmia Hartmani* (gr. 7). [Photographie d'un échantillon sec, mis en herbier.]

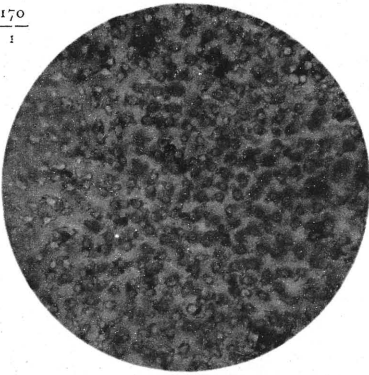
PLANCHE IV

- a et b. Coupes de pédicelles de *Funaria Maireana* (gr. 170).
- c et d. Coupes de pédicelles de *Funaria hygrometrica* (gr. 170). [Échantillon très robuste des environs de Nancy.]
- e. Feuille moyenne de *Funaria Maireana* (gr. 22).
- f. Quatre dents du péristome externe de *Funaria Maireana*, vues de l'extérieur (gr. 47). La photographie montre également une dent du péristome interne restée en place et une partie du tissu cellulaire réunissant les sommets des dents externes.
- g. Une dent du péristome interne de *Funaria Maireana* (gr. 128).
- h. Pied mâle de *Funaria Maireana* (gr. 29).
- i. Feuille des rameaux principaux de *Hypnum irrigatum* (gr. 22).
- j. Autre exemplaire de feuille de *H. irrigatum* (gr. 29).

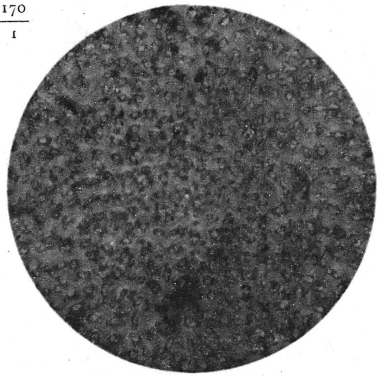




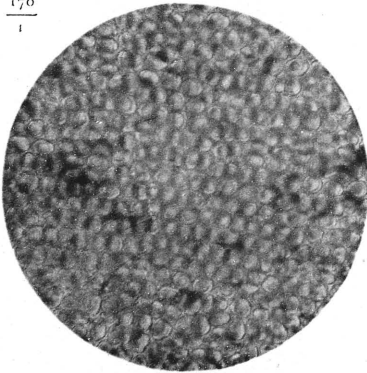
a  
 $\frac{170}{1}$



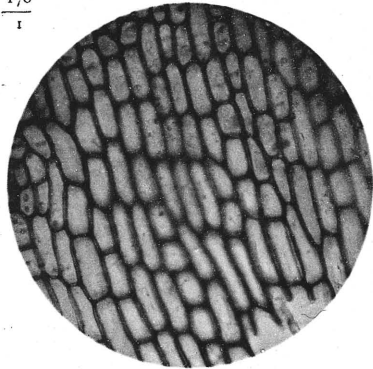
b  
 $\frac{170}{1}$



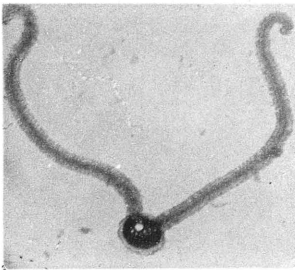
c  
 $\frac{170}{1}$



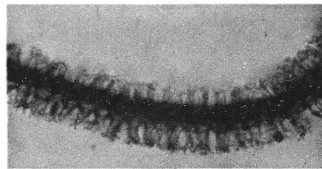
d  
 $\frac{170}{1}$



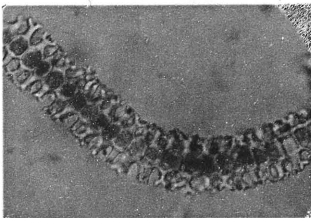
e  
 $\frac{47}{1}$



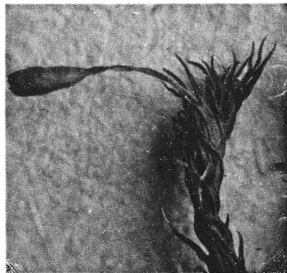
f  
 $\frac{170}{1}$



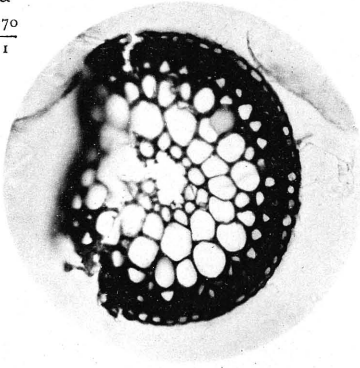
g  
 $\frac{170}{1}$



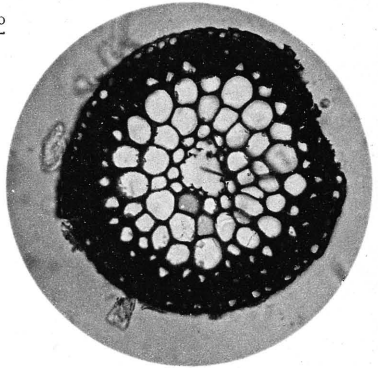
h  
 $\frac{7}{1}$



a  
 $\frac{170}{1}$



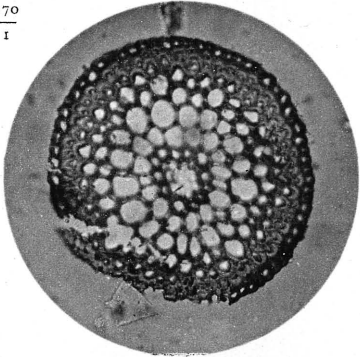
b  
 $\frac{170}{1}$



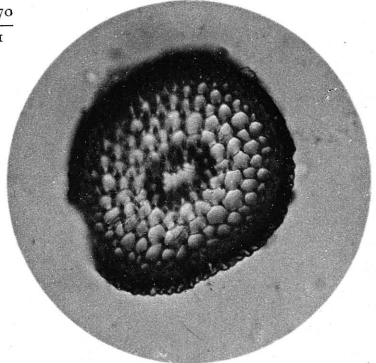
e  
 $\frac{22}{1}$



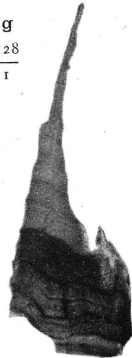
c  
 $\frac{170}{1}$



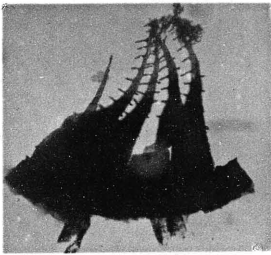
d  
 $\frac{170}{1}$



g  
 $\frac{128}{1}$



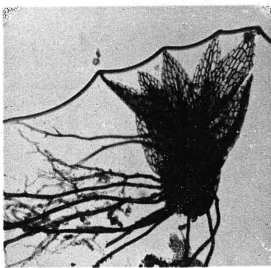
f  
 $\frac{47}{1}$



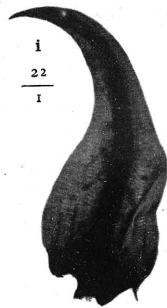
j  
 $\frac{29}{1}$



h  
 $\frac{29}{1}$



i  
 $\frac{22}{1}$





LE  
CHAMPIGNON DE L'ÉCORCE DU SAPIN

*PHOMA ABIETINA* R. HART.

(*FUSICOCUM ABIETINUM* PR. ET DEL.)

EN 1907

DANS LE HAUT JURA

Par M. E. HENRY

---

Dans les mois de septembre et octobre 1907, de nombreux articles de journaux ont, à la suite d'une communication faite à l'Académie des sciences <sup>(1)</sup>, attiré l'attention du grand public sur une maladie qui sévit depuis deux ans dans les sapinières des forêts montagneuses du Jura, mais qui s'est considérablement étendue en 1907. Au dire de M. Bouvier, ou des journalistes qui l'ont interrogé, « nos immenses forêts de sapins de l'Est, et particulièrement du Jura, sont menacées d'une *destruction complète*, par suite de l'apparition d'une nouvelle maladie, le *rouge du sapin*, qui s'étend avec une rapidité prodigieuse... Ce qui est effrayant dans l'espèce, aurait dit M. Bouvier, c'est que le « rouge du sapin », à l'encontre du « rouge du pin », déjà connu, *tue les arbres*. Dans le magnifique site du lac de Bonlieu, toujours si vert, on aperçoit de temps en temps des taches rouges. Ce sont

---

<sup>(1)</sup> *La maladie du rouge des sapins dans le haut Jura*, Note de M. E. BOUVIER. Séance du 23 septembre 1907.

des sapins morts <sup>(1)</sup>. Or toutes les forêts de sapins de ces régions que j'ai parcourues sont également atteintes par le fléau... Il faut agir au plus vite sous peine de voir disparaître rapidement ces magnifiques forêts. J'ai averti les propriétaires, l'administration forestière, qui a envoyé une mission sur les lieux. J'ai averti également mes savants confrères, MM. Mangin et Prillieux.

« Mais le mal est d'autant plus difficile à combattre que sa nature *est encore inconnue*... <sup>(2)</sup>. »

Tout en m'inclinant devant la haute compétence des savants que je viens de citer, je me permettrai d'être d'un tout autre avis que M. Bouvier et d'affirmer que *non seulement la cause de la maladie est parfaitement connue, mais encore que, si l'invasion actuelle suit une marche analogue à celle des nombreuses invasions précédentes du même parasite, les dégâts seront insignifiants*.

#### I. — Constatations du service forestier

Les agents forestiers ont constaté la maladie dès son apparition et n'ont cessé d'étudier sa marche et ses progrès, ainsi qu'il résulte des extraits suivants empruntés au rapport du conservateur des forêts du Jura, adressé le 8 octobre 1907 à l'administration des forêts, en réponse à une dépêche de M. le directeur général relative à l'apparition d'une maladie sur le sapin.

« Au commencement de l'été 1906, nous avons remarqué que le vert foncé des sapinières était moucheté çà et là de petites taches rouges. N'ayant jamais constaté sur le sapin les effets de la gelée sous cette forme, nous sommes resté convaincu qu'il s'agissait d'une maladie cryptogamique... Dans notre rapport du

(1) Les sapins du lac de Bonlieu sont morts sous les coups du bostriche curvidenté (*Tomicus curvidens*) qui vit exclusivement sur le sapin et, tous les ans, fait périr çà et là les arbres languissants ou qui ont subi un traumatisme quelconque. La maladie du rouge n'y a été pour rien. Le fait a été constaté de la manière la plus nette par les agents et par le conservateur des forêts lui-même.

(2) Extrait de l'*Écho de Paris* du 28 septembre 1907. Cet article a pour titre : UN DÉSASTRÉ FORESTIER. *Le Pelil Parisien, le Matin, le Temps*, etc., ont reproduit avec des commentaires variables la communication de M. Bouvier.

L'article de tête qui a paru dans le *Bulletin des Halles* du vendredi soir 25 octobre 1907, sous la rubrique *les Sapins*, est particulièrement violent et d'une injustice flagrante vis-à-vis des agents de l'administration des forêts. M. Bouvier doit se repentir d'avoir provoqué un tel débordement d'articles plus ou moins bienveillants à propos d'une maladie insignifiante qu'il n'est du reste au pouvoir de personne d'enrayer.

mois de novembre 1906, provoqué par la note de l'administration du 18 septembre 1906, relative aux ravages des insectes, nous avons signalé l'apparition de cette maladie cryptogamique et nous en avons reparlé dans notre rapport général de fin d'année.

« Au printemps de 1906, la maladie, bien que s'étendant déjà sur presque tous les massifs du deuxième et du troisième plateau, semblait légère; un sapin sur 500, ou sur 1 000, portait une mouche, quelquefois deux ou trois.

« A l'automne, la maladie avait semblé se propager au moins sur certains points. Au Risoux, où le sapin n'entre que pour un dixième dans la composition du peuplement, tous les sapins au-dessus de 0<sup>m</sup> 20 de diamètre environ étaient attaqués, mais la jeunesse était complètement indemne.

« Au printemps de 1907 tout semblait avoir disparu; les agents ont fait les martelages dans les sapinières sans rien remarquer d'anormal; à nos questions à ce sujet il fut toujours répondu qu'on ne voyait plus rien. Mais à la fin de l'été un observateur attentif pouvait remarquer que l'extrémité d'un grand nombre de rameaux de sapin était devenue vert pâle ou jaunâtre; quinze jours ou trois semaines plus tard, tous ces rameaux étaient franchement rouges.

« Actuellement, dans les massifs du premier et du deuxième plateau, où le sapin domine (Bonlicu, Saint-Laurent, la Joux), les arbres sont atteints dans la proportion de 50 % environ. Sur le troisième plateau, au Risoux, où le sapin forme un dixième du peuplement, tous les sujets de cette essence sont contaminés sans exception; nous avons pu parcourir dans ce massif une quinzaine de kilomètres sans en trouver un seul petit ou grand qui soit épargné.

« *Jusqu'à présent, toutefois, la maladie n'a jamais causé la mort d'un arbre, ni son dépérissement, ni même un état de souffrance générale qui soit perceptible à l'œil.*

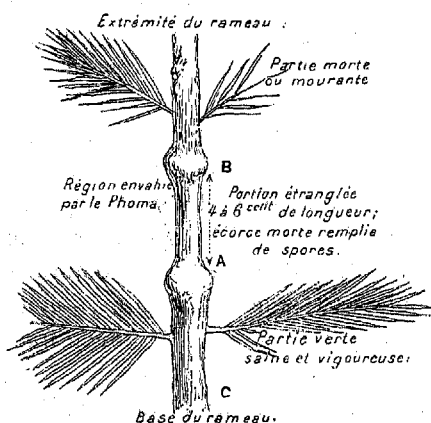
« Les taches rouges sont réparties au milieu du feuillage de l'arbre en nombre variable; le plus souvent il n'y en a qu'une sur un arbre, quelquefois deux, trois ou quatre, disséminées, rarement dix ou douze; *le tiers supérieur de l'arbre n'en présente jamais* (1).

(1) Ce fait, très important pour la démonstration du peu de nocuité du champignon, a déjà été constaté dans l'inspection d'Arbois en 1892-1893 et dans les Vosges en 1887-

« Les taches ne sont jamais situées qu'à l'extrémité des rameaux; leur dimension varie entre 1 et 50 centimètres.

« En examinant les rameaux atteints en 1906 on constate que *le bois de la partie malade est desséché*, les feuilles en sont tombées; mais *toute la partie inférieure est absolument verte et vigoureuse*; le mal n'est pas descendu sur le rameau, il a sauté à une autre branche.

« Si l'on examine un rameau atteint, on constate invariablement que, à la base de la partie malade, sur la branche principale,



se trouve un étranglement de longueur constante, 5 à 6 centimètres, compris entre deux bourrelets; sur l'étranglement, l'écorce est noire et granuleuse; au-dessus, vers l'extrémité l'écorce est brune et desséchée (vers B); au-dessous, vers le corps de l'arbre (en AC), la branche est restée verte et vigoureuse. Si l'on enlève l'écorce au canif on trouve,

au-dessus du bourrelet supérieur, des galeries où nous avons découvert de nombreux bostriches et des larves; d'après les documents de la circulaire n° 686, c'est le bostriche dit Cryphale du sapin (*Cryphalus abietis*), car il n'a que 1 millimètre à 1 millimètre et demi de longueur.

« Étant données les allures de la maladie, nous penchons vers cette opinion que le bostriche n'en est pas la cause, mais l'effet; elle serait provoquée par un champignon qui préparerait au bostriche un terrain favorable..... Afin de nous faire renseigner plus exactement sur l'espèce des champignons et des insectes qui s'en prennent au sapin, nous envoyons, en même temps qu'à l'admi-

1888-1889. « J'ai été frappé de ce fait, dit M. Mer, que la maladie envahissait de préférence les branches inférieures des arbres, que les rameaux atteints étaient moins nombreux dans le milieu de la cime, enfin qu'on n'en voyait plus dans les parties supérieures, et cela qu'il s'agit de grands ou de petits sapins. » (*Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXXVII, 1890. p. 45.)

nistration, un lot d'échantillons de branches malades à l'École nationale forestière de Nancy. »

## II — Résultats de l'examen des branches malades

Avec la description si nette et si exacte qui précède, il était inutile à quiconque est quelque peu au courant des maladies parasitaires du sapin d'ouvrir le paquet d'échantillons pour être fixé sur la cause de la maladie.

Parmi les champignons parasites du sapin, il n'y en a qu'un qui attaque les rameaux de cette manière si spéciale, si caractéristique : c'est le *Phoma abietina* R. Hart.

J'ai soigneusement examiné les douze rameaux malades envoyés à l'École. Tous étaient des branches latérales ; de l'extrémité du rameau jusqu'à la portion étranglée champignonnée il y a des distances variables ; la plus grande que j'aie mesurée sur ces douze rameaux est de 60 centimètres ; le champignon se trouvait sur la pousse de sept ans. A la limite entre la partie inférieure garnie d'aiguilles saines, d'un vert foncé, et la région supérieure, dont la branche principale et les rameaux ne portaient que des aiguilles plus ou moins rousses, mortes ou mourantes, tous présentaient, sur la branche principale, une région longue de 4 à 7 centimètres où non seulement l'écorce, mais le bois sous-jacent étaient morts. L'écorce de cette région est devenue rugueuse ; elle est criblée de petits trous noirs, perforations de l'écorce qui éclate sous la poussée des pycnides sous-jacentes. Cet aspect si particulier de l'écorce est très bien figuré dans l'ouvrage de Robert Hartig <sup>(1)</sup> [fig. 64, p. 135 de la traduction française]. Dans ces perforations apparaissent, en été et en automne, des tubercules noirs.

Ce sont des pycnides ou amas de pycnides qui ont percé la membrane subéreuse. Elles sont ou bien petites et arrondies, ou bien multiloculaires, et se présentent sous une forme irrégulière comme des tubercules noirs sclérotiformes. Dans l'intérieur de ces organes naissent, sur la couche hyméniale qui revêt les parois, d'innombrables petites spores hyalines, droites, fusiformes, avec

(1) *Lehrbuch der Baumkrankheiten*, 2<sup>e</sup> édit., 1889, traduit en français sous le titre : *Traité des maladies des arbres*, par MM. GERSCHEL et HENRY, professeurs à l'École nationale des eaux et forêts. Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>, 1891.

deux grosses guttules et d'autres plus petites, mesurant  $8-10 \times 4-5 \mu$ .

Tous les points noirs de l'écorce, qui ont de  $1/4$  à  $1/2$  millimètre, renfermaient des pycnides contenant d'innombrables spores, lesquelles, à la dissémination, peuvent infester les rameaux voisins, à condition que ceux-ci se trouvent dans un état spécial de réceptivité dont les circonstances nous sont encore inconnues, et n'aient pas plus de 2 centimètres de diamètre environ. Bien que j'aie examiné de très nombreux points attaqués, non seulement dans ce dernier envoi, mais encore lors de l'invasion de *Phoma* qui a déjà eu lieu dans le Jura (inspection d'Arbois) en 1892 et 1893, et bien que mon examen ait porté sur des branches conservées longtemps dans un milieu humide, je n'ai jamais trouvé sous le microscope que des conidies; les ascques de cette espèce sont encore inconnues.

Sur les branches assez fortes, le bois ne se dessèche pas de suite et la nutrition peut se prolonger quelques années après la mort de l'écorce. L'accroissement en diamètre se continue donc pendant un certain temps au-dessus de ces 4 à 7 centimètres d'écorce morte et il se forme un léger bourrelet à la limite supérieure de cette portion morte, qui paraît dès lors comme étranglée.

Un bourrelet analogue, plus volumineux, se forme également à la limite inférieure de cette même région au-dessous de laquelle la vie se déroule normalement.

Souvent l'écorce éclate sous la pression des néoplasmes et l'on constate, au niveau de ces bourrelets, des suintements de résine.

Les aiguilles, ne recevant plus, par suite de la dessiccation progressive de l'écorce et du bois, une alimentation suffisante, deviennent d'abord d'un vert jaunâtre, puis brunes, puis rouges; finalement elles meurent et tombent. Sur un certain nombre des échantillons examinés, il n'y avait plus une aiguille au-dessus de cette région étranglée et morte de l'écorce.

Dès que le bois et les feuilles se trouvent dans cet état de langueur dont il vient d'être question, ils réalisent précisément les conditions favorables à l'installation des bostriches et des champignons saprophytes.

*Bostriches.* — Sous l'écorce du bourrelet supérieur, c'est-à-dire dans la région mourante ou venant de mourir, j'ai trouvé en grand

nombre un petit scolytide qui, comme l'avait indiqué le rapport du conservateur, est bien le *Cryphalus piceæ* Ratz.

De petite taille (1<sup>mm</sup>-1<sup>mm</sup>,5), il se loge sous l'écorce mince des sapins languissants, ayant encore quelque peu de sève; on ne le trouve plus sur les rameaux secs, morts depuis plusieurs années. Le sapin est son arbre favori. Un autre scolytide, de plus grande taille (2<sup>mm</sup>,5-3<sup>mm</sup>), le bostriche curvidenté (*Tomicus curvidens* Germ.), attaque aussi de préférence le sapin, mais se loge sous l'écorce plus épaisse du fût ou des grosses branches. C'est lui qui a fait périr les sapins des bords du lac de Bonlieu. Chaque année, on le signale de-ci de-là sur des arbres qui ont été mis dans le cas de *minoris resistentiæ*, comme disent les médecins, pour une cause quelconque (état trop serré, sécheresse, ébranlement par le vent, rupture de branche, etc.). Ces arbres se maintiendraient ou se rétabliraient sans le bostriche qui se jette sur eux et les achève rapidement.

*Champignons.* — M. Mangin, professeur au Muséum, a examiné les aiguilles malades de ces sapins du Jura et a fait connaître le résultat de son étude dans une note à l'Académie des sciences (26 novembre 1906). Les espèces les plus fréquemment représentées sont : *Rhizosphaera abietis*, nov. g.; *Macrophoma abietis*, nov. sp.; *Cytospora pinastri* Fries; *Menoidea abietis*, nov. g.

Ces espèces sont, à mon avis, uniquement saprophytes. Cependant, M. Prillieux, qui a aussi étudié les aiguilles des rameaux de sapin attaqués par le *Phoma abietina*, lors de son invasion dans la forêt de Gérardmer, considère le *Cytospora pinastri* comme franchement parasite. « Sur des échantillons complètement indemnes de l'attaque de tout autre parasite, dit M. Prillieux (1), on trouve nombre de rameaux dont les feuilles, parfaitement vertes et bien portantes à la partie inférieure, deviennent brusquement jaunes vers la partie supérieure de la branche; les feuilles jaunes sont chargées sur les deux faces de points noirs clairsemés, légèrement proéminents, qui sont des fructifications de *Cytospora*. »

Sur les rameaux attaqués par le *Phoma*, les feuilles sont, aussi, parfaitement vertes et bien portantes au-dessous de cette portion

(1) *Bulletin de la Société mycologique de France*, t. VI, 1890, p. 177.

étranglée du rameau dont on vient de parler et, grâce à l'action destructive du mycélium du *Phoma*, les feuilles deviennent brusquement jaunes vers la partie supérieure de la branche. Mais, comme on ne peut admettre que le champignon du rameau ait échappé à l'investigation d'un savant aussi compétent en cette matière que M. Prillieux, lequel, du reste, avait déjà étudié ce champignon de l'écorce et l'avait d'abord identifié avec le *Dothiorella pitya* Sacc., il faut reconnaître comme un fait démontré que le *Cytospora pinastri* peut attaquer des aiguilles saines, non encore affaiblies par l'action du *Phoma* ou de tout autre parasite ramicole.

Quoi qu'il en soit, je suis convaincu que le véritable agent nocif est, pour les douze rameaux soumis à mon examen (1), le *Phoma abietina*.

La présence constante de cette espèce, la séparation brusque entre la partie saine et la partie malade du rameau, séparation qui coïncide toujours avec cette région morte de l'écorce où foisonnent les spores, suffiraient à démontrer la vérité de cette assertion.

### III — Apparitions antérieures du « *Phoma* »

C'est, à ma connaissance, Robert Hartig, le célèbre professeur de Munich, qui a consacré une grande partie de sa vie à l'étude des champignons parasites des arbres, c'est Robert Hartig qui a le premier décrit la maladie causée par le *Phoma*(2) et donné une brève diagnose du champignon, qu'il a rencontré à diverses reprises dans la Forêt de Bavière, dans la Forêt-Noire, dans les Alpes Bavaoises.

« Sur les vieux arbres, dit-il, une grande partie des aiguilles sont souvent brunies, ce qui m'a frappé immédiatement quand j'ai parcouru pour la première fois le Bayerischer Wald. Bien que j'aie observé la maladie tous les ans, je n'ai pas encore pu découvrir d'asques. »

(1) M. le conservateur des forêts affirme que les rameaux envoyés à l'école représentent tous les symptômes constatés dans la maladie des sapinières du Jura.

(2) Dans son livre *Lehrbuch der Baumkrankheiten*, 2<sup>e</sup> édit., 1889, ouvrage qui a été traduit en français sous le titre : *Traité des maladies des arbres*. Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>. 1891.



On n'est pas plus avancé aujourd'hui à cet égard qu'en 1889.

« Dans quelques cas, dit encore Hartig, j'ai constaté cette maladie sur l'écorce de tiges ayant 5 centimètres de diamètre; en général, elle n'atteint que les branches des grands sapins et les tiges des jeunes et se révèle par la mort de l'écorce tout autour du rameau. »

Je ne l'ai jamais observée que sur des rameaux ou des tiges ayant au plus la grosseur du doigt. M. Mer a fait la même constatation sur les sapins de Gérardmer; il n'a pas vu de *Phoma* sur une pousse âgée de plus de onze ans.

M. von Tubeuf parle de cette espèce dans les termes suivants (1) : « Il arrive que dans les sapinières souvent un grand nombre de branches feuillées brunit, se distinguant nettement de celles qui ont gardé leurs aiguilles bien vertes. Si l'on examine de près ces rameaux morts ou mourants, on trouve une région où le rameau est étranglé (2). L'écorce et le cambium sont morts aux places attaquées, tandis que le reste du rameau supérieur continue à croître quelque temps en diamètre. Sur cette partie morte, de nombreuses petites pycnides noires perforent l'écorce et laissent échapper leurs conidies, petites, hyalines, unicellulaires, fusiformes, qui infestent les rameaux en août et septembre. La branche envahie finit par mourir sans perdre ses aiguilles. »

Ces deux auteurs allemands, si attentifs à signaler la nocuité des espèces, ne disent pas un mot de celle du *Phoma*.

MM. Prillieux et Delacroix ont étudié cette espèce tout d'abord sur des rameaux envoyés par M. d'Arbois de Jubainville (3); ils avaient d'abord cru pouvoir identifier ce parasite avec le *Dothiorella pitya* Sacc.; mais, après la lecture du livre de Hartig et la comparaison de leur champignon avec l'échantillon type envoyé par Saccardo, ces savants ont reconnu leur erreur.

Le soi-disant *Dothiorella* n'était autre que le *Phoma abietina* de Hartig. Seulement il leur a semblé que cette dernière espèce

(1) *Pflanzenkrankheiten durch Kryptogame-Parasiten verursacht*, par Dr Karl Freiherr von Tubeuf. Berlin, Julius Springer, 1895, p. 482.

(2) Le nom allemand de la maladie est précisément tiré de cette particularité si caractéristique. C'est la *Einschnürungskrankheit der Tannenzweige*.

(3) Note sur le *Dothiorella pitya* Sacc. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, t. VI, 1890, p. 98). Cette note parle d'échantillons d'épicéa; c'est sapin qu'il faut lire, le *Phoma* n'ayant été jusqu'alors signalé que sur l'*Abies pectinata*.

devait plutôt rentrer dans le genre (provisoire aussi) *Fusicoccum* et ils lui ont donné le nom de *Fusicoccum abietinum*.

Les échantillons sur lesquels MM. Prillieux et Delacroix ont travaillé provenaient en partie de M. Mer, qui a décrit, dans le *Bulletin de la Société botanique de France* (t. XXXVII, 1890, p. 38-48), la maladie provoquée en 1887-1888-1889 par le *Phoma abietina* sur les rameaux des sapins de la forêt domaniale de Gérardmer. M. Mer a très bien fait ressortir l'importance de cette partie étranglée du rameau (qu'il appelle la *région effeuillée*) où se trouvent d'innombrables pycnides, et des bourrelets qui la limitent comme si cette région effeuillée avait subi une décortication annulaire. C'est seulement sur cette partie du rameau que se trouvent les pycnides; le mycélium amène plus ou moins vite la mort de l'écorce et du bois de cette région et par suite de toute la partie supérieure du rameau.

Voici, d'après M. Mer, quelle a été la distribution de la maladie dans la forêt de Gérardmer : « Elle était très répandue dans les Vosges en 1887 et 1888. Le nombre des sapins atteints était considérable et il n'était pas rare d'apercevoir du pied de l'arbre quatre ou cinq branches ayant leurs extrémités desséchées. L'examen des cimes après abatage permettait d'en découvrir davantage encore. En 1889, le nombre des branches malades était déjà plus faible; la maladie paraissait être dans une phase de décroissance. Je n'ai pas constaté qu'elle fût liée à certaines conditions de milieu (1). Je l'ai rencontrée indistinctement à toutes les expositions, à des altitudes très diverses, sur les versants comme dans le fond des vallées, sur de jeunes sujets aussi bien que sur de grands arbres. Toutefois, elle m'a paru être plus répandue aux altitudes supérieures à 700 mètres. Mais j'ai été frappé de ce fait, c'est qu'elle envahissait de préférence les branches inférieures des arbres, que les rameaux atteints étaient moins nombreux dans le milieu de la cime, enfin qu'on n'en voyait plus dans les parties supérieures, et cela qu'il s'agit de grands ou de petits sapins (2). »

M. Mer est revenu sur ce champignon dans un autre travail (3)

(1) M. le conservateur Bazaille me disait avoir constaté que les sapins des basses altitudes, mélangés aux hêtres, sont absolument indemnes; la maladie s'accroît à mesure qu'on s'élève sur le deuxième et le troisième plateau où l'épicéa se mélange de plus en plus au sapin.

(2) C'est aussi ce que l'on constate dans l'invasion actuelle du Jura.

(3) « Recherches sur la maladie des branches de sapin causée par le *Phoma abietina* R. Hartig » (*Journal de Botanique*, t. VII, 1893, p. 364-375).

où il cherche à préciser l'époque de la dissémination des spores (elle a lieu en août-septembre), où il étudie la marche du dépérissement de la branche, où il parle enfin du moyen qui lui paraît le plus pratique pour enrayer la marche de la maladie. Ce serait de supprimer les branches infestées dès qu'il est possible d'en reconnaître la présence, avant la dissémination des spores.

Il faut avouer que ce moyen, le seul en effet qui soit efficace, n'est guère réalisable dans la grande pratique.

La dernière invasion de *Phoma* qui, dans les sapinières du Jura, ait attiré l'attention, remonte à 1892 et 1893. Les sapins de plusieurs forêts de l'inspection d'Arbois furent attaqués, mais assez légèrement. Les spécimens envoyés à l'École forestière ne laissaient pas de doute sur la cause de la maladie. J'ai écrit à M. l'inspecteur de Vercey que c'était le *Phoma* et qu'il n'y avait pas à se préoccuper. Cette invasion ne dura que deux ans.

En résumé, d'après les échantillons qui ont été envoyés à l'École forestière, la maladie du rouge est due au *Phoma*, lequel, le fait est bien reconnu, ne fait pas périr l'arbre.

M. Bouvier affirme que de nombreux sapins sont morts ou mourants, non du fait des bostriches ni du *Phoma*, mais sous les attaques d'autres champignons parasites des aiguilles.

Le fait est possible, bien que ce serait la première fois qu'on verrait un grand sapin mourir uniquement sous les attaques d'un champignon foliicole.

Il est beaucoup plus probable que les sapins sont morts par le fait des bostriches venant s'installer en masse sur des arbres affaiblis, languissants par une cause quelconque (1).

(1) Il ne faudrait pas croire que l'épicéa, par lequel M. Bouvier, hardi novateur, voudrait remplacer les sapins du Jura, fût plus indemne qu'eux du côté des xylophages. C'est précisément le contraire. Les épicéas des Vosges viennent de subir une furieuse attaque de la part du bostriche typographe (*Tomicus typographus*), surnommé avec raison le *fléau des forêts d'épicéa*, et la commune de Gérardmer n'est pas de l'avis de M. Bouvier; elle supplie qu'on lui mette dans les cantons dévastés, au lieu des épicéas d'antan, des sapins beaucoup moins en proie aux insectes lignivores. — Ce n'est pas seulement dans les montagnes que l'épicéa est envahi. En ce moment, tous les épicéas plantés dans les parcs et jardins de l'est de la France, de Metz jusqu'à Lyon, meurent en masse sous les coups d'un autre Scolytide, l'hylésine polygraphe (*Polygraphus polygraphus* L.). Le magnifique sapin qui est si bien chez lui dans les montagnes du Jura, où il constitue les *plus belles sapinières du monde*, résiste bien mieux à toutes les causes de destruction, y compris le vent. Non, décidément, M. Bouvier, l'éminent pathologiste forestier que révèle le *Bulletin des Halles*, est peut-être éminent, peut-être aussi pathologiste, mais il n'est sûrement pas forestier.

La note que j'ai envoyée dès le 15 octobre 1907 au sujet de cette maladie à la Société nationale d'Agriculture et qui a été communiquée par M. Daubrée à la première séance de cette société, se terminait par cette phrase :

« Les montagnes du Jura portent depuis des milliers d'années les plus belles sapinières que l'on connaisse. Elles continueront.

« Plût à Dieu que tous les parasites contre lesquels les forestiers ont à les défendre ne fussent pas plus dangereux que le *Phoma!* »

Je suis toujours de cet avis.

Je vais maintenant faire connaître les résultats de l'examen des documents nouveaux que je viens de recevoir des agents forestiers de France et de Suisse et qui, je l'espère, élucideront complètement la question.

Après la lecture de ces quelques pages où je ne fais guère que laisser la parole à mes obligeants correspondants, tous forestiers éprouvés, gens d'expérience, sachant observer et apprécier à leur juste valeur les phénomènes si variés survenant à chaque instant dans la forêt qu'ils parcourent tous les jours, j'estime que la religion de tout esprit non prévenu sera suffisamment éclairée et qu'il serait oiseux de revenir sur ce sujet<sup>(1)</sup>.

#### IV — Constatations faites en France

M. Bazaille, chef du service forestier du département du Jura, écrit : « Quand j'ai reçu la dépêche de l'administration du 28 septembre dernier, j'ai demandé un rapport circonstancié à l'inspecteur de Saint-Claude dans le service duquel se trouvent les points spécialement cités par M. Bouvier. Il m'a envoyé, à la date du 1<sup>er</sup> octobre, un rapport dont la conclusion est la suivante : « Mais, « d'autre part, il ne faut pas oublier que, jusqu'ici, l'évolution « de la maladie n'a eu un terme fatal que dans un nombre de cas « insignifiant; *aucun n'est même sûr.* » Ce rapport était appuyé des renseignements que lui transmettaient ses brigadiers qui, *préalablement à la dépêche de l'administration*, avaient été chargés de se livrer à une enquête sur la maladie en question. L'opi-

(1) Les articles haineux, injustes et inexacts rédigés par des journalistes ignorants de la science forestière (tels que l'article paru dans le *Bulletin des Halles*) ne méritent que le silence du mépris.

nion des *dix* brigadiers consultés était *unanime* ; tous les dix déclaraient qu'ils n'avaient constaté aucun dégât<sup>(1)</sup> causé par le rouge du sapin ; s'ils avaient rencontré des sapins morts, c'étaient des arbres bostrichés.

« Après la dépêche de l'administration, je suis allé voir les choses sur place, accompagné par l'inspecteur de Saint-Claude et le garde général de Saint-Laurent. Nous avons précisément suivi l'itinéraire Bonlieu—Saint-Laurent—Morez—Les Rousses ; *nous n'avons pas trouvé un seul sapin mort, ni même dépérissant*. Je suis ensuite allé visiter la grande sapinière de La Joux ; même constatation.

« Enfin, j'ai refait avec M. Maublanc, de la station de pathologie végétale, l'itinéraire Champagnole—Saint-Laurent—Morez—Les Rousses (sans repasser d'ailleurs par les mêmes endroits) et sur ce long parcours nous avons trouvé en tout deux sapins de 40 à 50 centimètres de diamètre qui portaient du rouge dans la proportion d'un dixième environ de la frondaison, sans que les neuf autres dixièmes parussent en souffrir.

« Ainsi je viens de visiter par deux fois des étendues énormes de sapinières sans avoir vu un arbre mort ni dépérissant. J'en connais quatre ou cinq à Bonlieu ; mais le garde général de Saint-Laurent m'a affirmé qu'ils avaient séché probablement parce qu'ils étaient situés à la pointe d'un rocher et qu'ils n'avaient jamais été atteints du rouge.

« Ma conviction est faite. Elle est entièrement partagée par M. Maublanc. J'ai envoyé à Paris et à Nancy de nombreux échantillons recueillis partout et non choisis. Tout le monde peut juger que M. Bouvier est dans l'erreur et que c'est nous qui avons raison. »

D'autre part, l'un de nos forestiers les plus éminents, M. Bouvet, président de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort, qui habite au milieu des sapins, à Salins, où est le siège de sa maison de commerce, la plus importante du Jura pour les bois de sapin, dit que ses estimateurs viennent de parcourir toutes les forêts du Jura sans lui rien signaler d'anormal. Il a été très étonné de toute cette polémique à propos d'une maladie dont il ne soupçonnait pas l'existence.

---

(1) C'est-à-dire aucune perte d'arbre.

Ces témoignages concordants de deux forestiers expérimentés, dont l'un n'a aucune attache officielle, nous rassurent un peu sur la gravité de ce « mal qui, au dire de M. Bouvier, frappe la presque totalité des sapins exploitables et un très grand nombre de jeunes » et grâce auquel « le sapin tout entier est envahi, mort ou mourant ».

Il était intéressant de savoir si le *Phoma* avait fait cette année son apparition dans les Vosges, notamment dans la forêt domaniale de Gérardmer, où il s'était montré assez abondant, il y a vingt ans. M. Ferry, inspecteur adjoint des forêts à Gérardmer, a bien voulu faire faire une enquête minutieuse par les trois brigadiers du cantonnement, qui avaient ordre de rechercher, de concert avec les gardes, si quelques sapins ne sont pas atteints du rouge. Leur réponse a été négative. Cette maladie n'a pas été non plus constatée l'an dernier.

M. Ingold, inspecteur à Fraize, m'écrit, à la date du 13 novembre, qu'il n'y a rien non plus dans le cantonnement de Fraize.

En octobre 1891, cet agent avait reconnu l'existence du *Phoma abietina* près du Thillot, dans la forêt communale de Fresse ; « l'année suivante, ce champignon avait disparu n'ayant d'ailleurs causé aucun dommage ».

Il résulte de tous ces témoignages que M. Bouvier a singulièrement exagéré quand il s'écrie : *C'est un vrai fléau qui menace les régions forestières du haut Jura !* Le terme n'aurait pas été hyperbolique pour une maladie qui a sévi en 1870-1871-1872 précisément dans la région explorée par lui, le massif du Grandvaux, mais qui a frappé uniquement l'épicéa, cet arbre que M. Bouvier voudrait voir remplacer le sapin<sup>(1)</sup>. Dans la forêt communale de Saint-Laurent (731 hectares), on dut abattre en ces trois années 12 298 épicéas, cubant 8 658 mètres cubes, morts sous les coups du bostriche typographe, le véritable fléau des forêts d'épicéa. Voilà ce qu'on peut réellement appeler un désastre. Le sapin était épargné<sup>(2)</sup>.

Et toutes les forêts des Vosges, celle de Gérardmer notamment,

(1) « Il convient de prendre des mesures en vue de ce péril et les deux plus simples (1) consistent : 1° à supprimer les sapins plutôt que les épicéas dans les coupes par jardinage ; 2° à remplacer au fur et à mesure le sapin par l'épicéa. » (Note à l'Académie des sciences, 23 septembre 1907.)

(2) Voir le très instructif article : « Les Bostriches dans les forêts du Jura » (*Revue des Eaux et Forêts*, 1864, p. 167-176).

porteront longtemps les traces de la formidable invasion de bostriche typographe qui se déclara, comme celle du Jura, à la suite d'énormes abatis provoqués par un terrible ouragan du nord-est et qui força d'exploiter dans maints cantons presque tous les épicéas. Heureusement, le sapin, beaucoup moins exposé aux ravages des bostriches, resta indemne ou à peu près. Pas un forestier ne partage sûrement l'opinion de M. Bouvier.

#### V — Constatations faites en Suisse

Cette « terrible » maladie a dû passer la frontière et attirer l'attention des forestiers suisses, sans doute exempts de l'apathie et de l'incurie que le *Bulletin des Halles* reproche aux forestiers français.

Voyons ce que disent les agents chargés de la gestion des forêts de sapin et d'épicéa qui avoisinent la crête du Jura.

L'inspecteur forestier qui gère les forêts des environs du lac de Joux est M. Pignet. Arrivé au terme de sa carrière, il connaît à fond ces belles sapinières où il a passé toute son existence. M. Pignet a dirigé avec une indéniable compétence la tournée qu'ont faite, le 6 juillet 1906, dans la forêt du Risoux (Suisse) les membres de la Société forestière de Franche-Comté. Nous nous souviendrons longtemps de cette si instructive excursion et du mouvement de légitime orgueil avec lequel M. Pignet, en nous faisant passer par le canton des « Longs-Bois » au retour (il ménageait ses effets), nous montrait ces superbes colonnes de 35 mètres de haut, âgées de deux siècles, à croissance lente et régulière, dont le bois, dit bois de résonance, se paie 400 à 500 francs le mètre cube.

« Jusqu'ici, écrit M. Pignet le 30 octobre dernier, nous n'avons pas remarqué que les sapins de notre région fussent atteints du rouge. Peut-être l'altitude moyenne de 1 200 mètres de nos futaies, les conditions climatiques où elles croissent, le mélange des essences, presque général, où le sapin est subordonné à l'épicéa, la présence du hêtre, si favorable aux deux résineux ci-dessus, toutes ces circonstances réunies garantissent-elles les sapins (1). »

(1) Au Risoux il y a 80 % d'épicéa, 12 % de sapin, 8 % de hêtre. Il semble que ces proportions soient les meilleures pour la région.

D'autre part, M. Moreillon, inspecteur forestier à Montcherand-sur-Orbe, a bien voulu faire des recherches en dehors de sa circonscription. Voici un extrait de sa lettre du 3 novembre 1907 : « Nos forêts vaudoises ne sont pas complètement indemnes et je viens de recevoir un paquet contenant des branches de sapin blanc attaquées par le *Phoma abietina* R. Hart.

« Les dégâts sont tout à fait semblables à ceux décrits dans votre traduction du *Traité des maladies des arbres*, de Robert Hartig, 1891, p. 135, et dans Prillieux : *Maladies des plantes agricoles*, p. 285, sous le nom de *Fusicoccum abietinum*. Pr. et Del. Ces branches proviennent de forêts à proximité de La Cure entre Saint-Cergue (Suisse) et Les Rousses (France). Le garde forestier m'écrit qu'il a déjà observé cette maladie au printemps sur quelques branches de sapin blanc.

« Les gardes du Risoux vaudois que j'ai questionnés n'ont rien remarqué de semblable. Dans mon arrondissement je n'ai rien vu jusqu'à ce jour.

« Dans toutes nos forêts nous avons eu des sapins qui ont séché, mais il n'y a aucun danger pour le moment. La plupart étaient attaqués par l'*Agaricus melleus*... »

Il résulte de ces deux lettres, d'abord, que la maladie n'a été constatée de l'autre côté de la frontière que sur un très petit nombre de points, notamment entre Saint-Cergue et Les Rousses (région qu'avait signalée M. Bouvier), ensuite que c'est bien le *Phoma* qui est seul en cause, et enfin que cette affection est considérée par tous les praticiens français et suisses comme très peu dommageable, à peu près insignifiante.

Dans cette forêt du Risoux suisse et dans les massifs avoisinants, les forestiers consentiraient volontiers à subir chaque année une invasion de *Phoma abietina*, à condition qu'ils soient libérés des dégâts commis sur les gros sapins ou épicéas par le *Trametes radiciperda* (*Polyporus annosus* Fr.), trop commun sur les gros arbres, qu'il fait périr en un an, du *Trametes pini* et de l'*Armillaria mellea*, très dommageables aussi, mais moins répandus dans cette région et, sur les jeunes, par l'*Herpotrichia nigra*, le *Pestalozzia Hartigii*, le *Cenangium abietis*.

Voilà des parasites réellement dangereux, surtout les trois premiers. Les agents les combattent, dès leur apparition, par des



mesures pratiques qui ont fait leurs preuves, tandis que contre le *Phoma* il n'y a rien à faire.

Enfin, M. Dubuis, inspecteur forestier à Prangins-sur-Nyon (Vaud), qui a dans son arrondissement les forêts situées sur les pentes du Jura vers Saint-Cergue, écrit le 9 novembre 1907 : « Je viens vous annoncer que j'ai bien rencontré la maladie due au *Phoma abietina* dans les forêts des Piles, sur territoire suisse, à 2 kilomètres en droite ligne au sud-est du fort des Rousses. Je ne l'ai pas trouvée près du village de Saint-Cergue, ainsi que le prétend M. Bouvier. Cette maladie n'atteint, en effet, que le sapin blanc. Je remarque, depuis plusieurs années, que les extrémités des branches des sapins blancs sont sujettes à sécher... J'ai très bien observé cette année aux Piles l'étrangement des rameaux, si caractéristique avec ses deux bourrelets. »

Il y a donc, dans l'arrondissement de M. Dubuis, depuis quelques années, des sapins atteints, de-ci de-là, par la maladie du rouge ; mais ce fait n'a aucune gravité ; les forestiers locaux l'ont à peine remarqué.

#### VI — Constatations faites en Allemagne

Les lettres que je viens de recevoir de deux éminents pathologistes (D<sup>r</sup> Sorauer, de Berlin, et D<sup>r</sup> von Tubeuf, de Munich) attestent que, ni cette année ni l'an dernier, les nombreux correspondants des deux revues dirigées par ces savants et spécialement consacrées aux maladies des plantes<sup>(1)</sup> n'ont signalé nulle part en Allemagne la présence du *Phoma*, ni la maladie du rouge sur le sapin. M. von Tubeuf écrit : « Je l'ai trouvé souvent dans le Bayerischer Wald, dans les Alpes de Bavière et d'Autriche, ainsi que sur le haut plateau bavarois. Je n'ai jamais observé de dommage important (*wirtschaftliche Schade*) du fait de ce champignon. »

*Conclusion.* — Je crois que l'on ne peut dès lors se refuser à reconnaître :

1<sup>o</sup> Que le *Phoma abietina* R. Hart., ou *Fusicoccum abietinum*

(1) *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten*, par le professeur D<sup>r</sup> E. SORAUER — *Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft*, par le D<sup>r</sup> Freiherr von TUBEUF.

Pr. et Del., est bien l'unique cause de la maladie actuelle du rouge sur les sapins du Jura ;

2° Que cette maladie est peu grave et peu étendue ;

3° Qu'elle n'occasionne jamais la mort de l'arbre ;

4° Qu'il a été fait, à propos de ce modeste champignon, un tapage tout à fait hors de proportion avec les faits réels.

C'est le cas de répéter avec le proverbe : *Beaucoup de bruit pour rien* ou, en tout cas, pour peu de chose.

LE  
NOMBRE DES PÉTALES

CHEZ LE *PHLOX SUBULATA* L.

Par M. Paul VUILLEMIN

---

Le nombre des pièces constitutives de chaque verticille floral joue un rôle considérable dans la classification des Phanérogames. Certains nombres (3 chez les Monocotylédones, 5 chez les Dicotylédones) sont si fréquents, dans des groupes étendus, qu'ils nous apparaissent comme un indice d'affinités plus profondes.

D'autre part, le nombre habituel n'est pas d'une fixité absolue dans l'espèce, soit que nous envisagions divers individus, soit que nous comparions les diverses fleurs d'une même plante.

On est porté à rattacher les nombres les plus fréquents aux *causes constantes* qui déterminent la fixité de l'espèce, les nombres rares aux *causes accidentelles* qui arrivent à se neutraliser, et dont les effets se compensent, dès que l'on dresse des statistiques assez étendues pour permettre l'application de la loi des grands nombres.

N'a-t-on pas généralisé trop vite les résultats très nets fournis par la méthode statistique à Quételet dans les questions d'anthropométrie, à Galton, Ludwig, de Vries et tant d'autres dans le domaine de la zoologie et de la botanique? Au fond, nous savons peu de chose sur la signification et l'origine des types floraux

dont l'empirisme nous a révélé la grande constance et dont la systématique tire un excellent parti. Nous ne connaissons guère mieux les raisons des différences qui existent, au point de vue du nombre des pièces qui les constituent, entre les verticilles floraux et les verticilles ou cycles végétatifs d'une même plante, entre deux verticilles consécutifs d'une même fleur, entre les verticilles correspondants chez les diverses fleurs d'un même individu ou des individus de la même espèce. Il est bien rare que nous les puissions rattacher, même indirectement, aux influences variables du milieu qui agit sur la végétation.

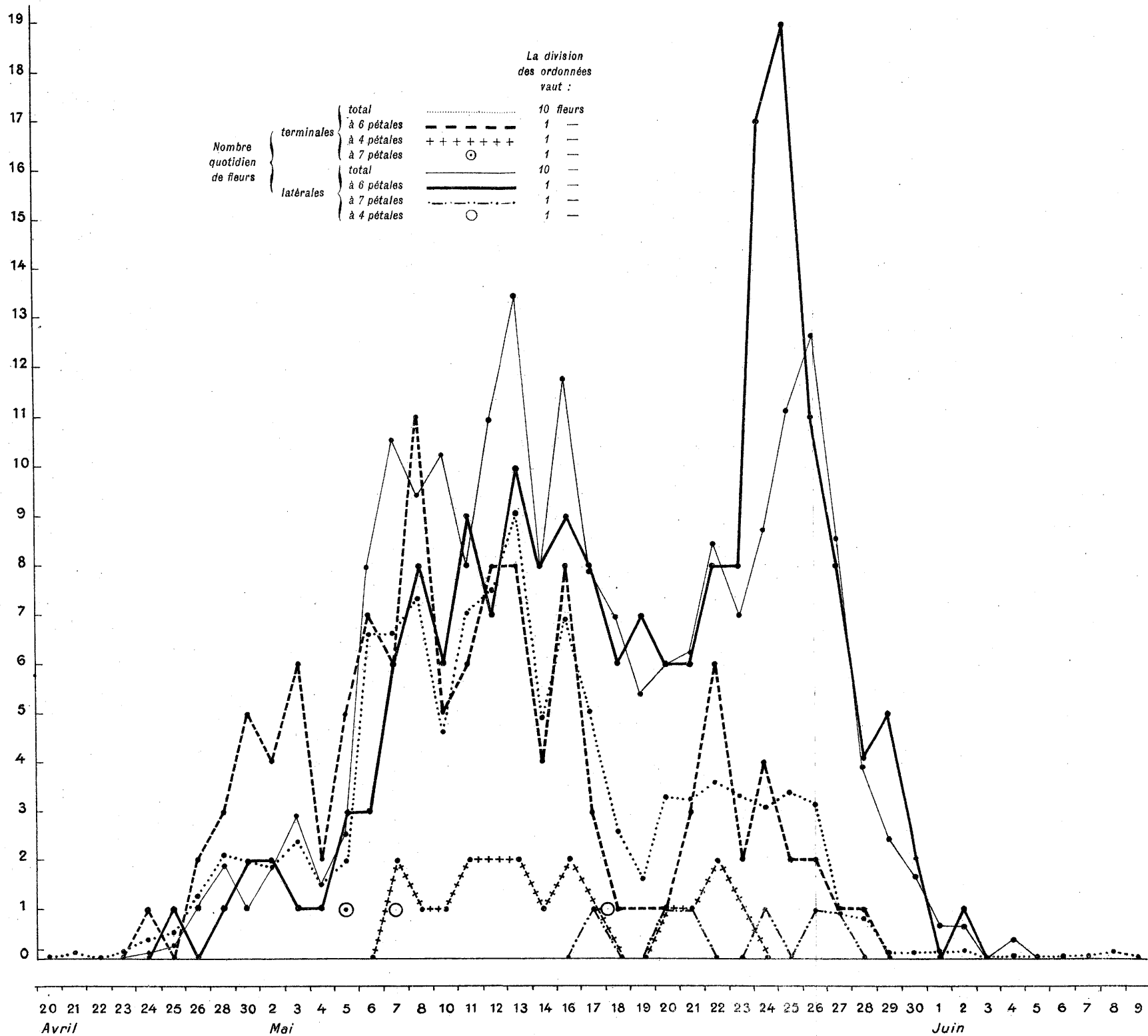
Si le nombre des pétales varie, d'une fleur à l'autre, d'une façon désordonnée, ou du moins sans règle connue, nous taxons d'anomalies les nombres aberrants, ce qui nous dispense d'en chercher l'origine.

Dans d'autres cas, on trouve deux nombres de fréquence analogue, si bien que l'on n'a plus de raison de considérer l'un plutôt que l'autre comme normal ou aberrant. Certaines diagnoses portent, par exemple : « Fleurs à 4-5 pétales. » L'hétéromérie, de même que l'hétéromorphie, est donc envisagée parfois comme un caractère spécifique.

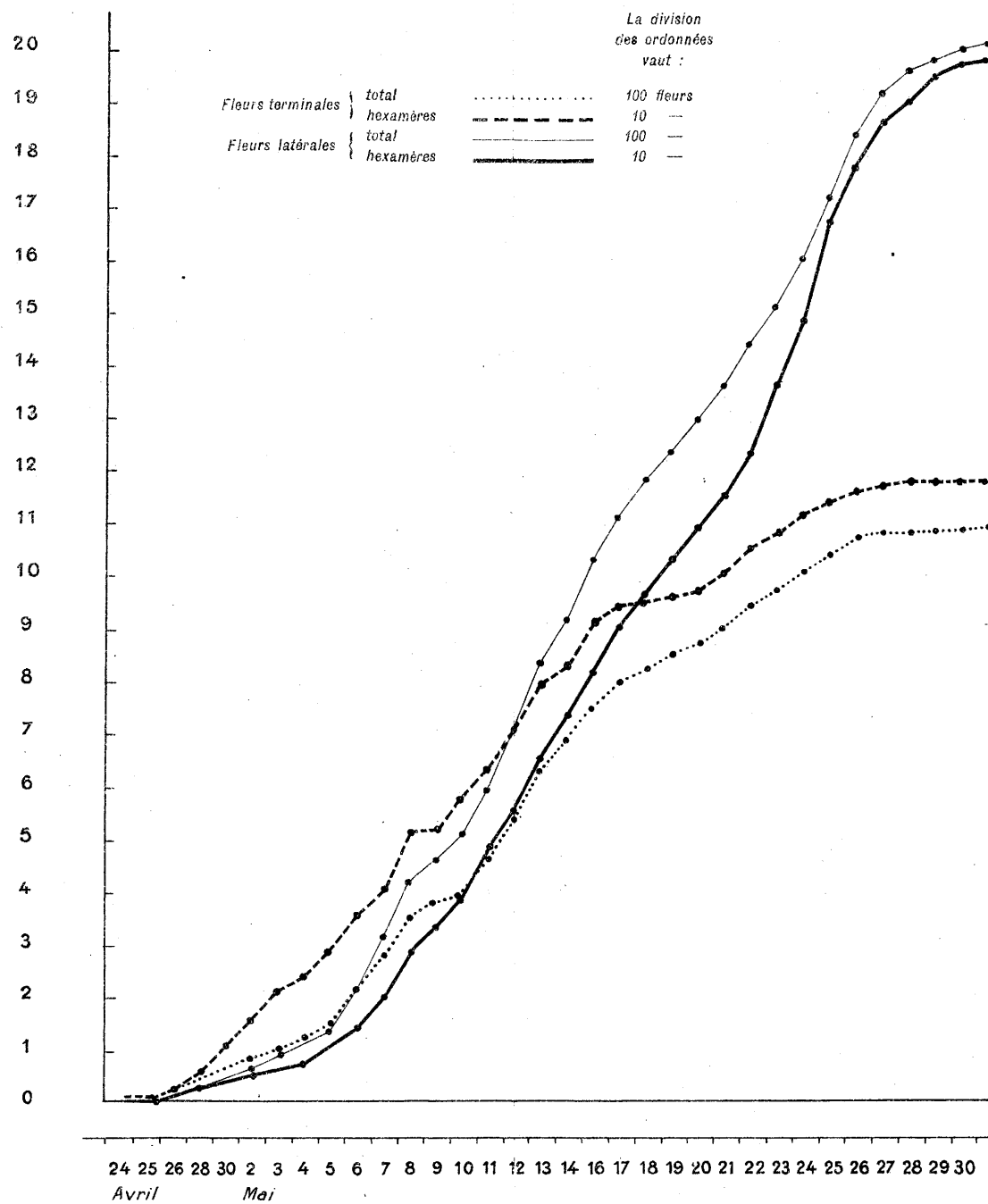
Je voudrais montrer que l'hétéromérie de la corolle relève encore de la caractéristique normale de l'espèce, non de la tératologie, ni de la variation accidentelle, dans des cas où deux ou plusieurs types floraux sont représentés par des nombres très inégaux et où certains d'entre eux sont limités, dans l'espace, à des fleurs de position déterminée, dans le temps à une période de la végétation.

Chez le *Phlox subulata* L., que je prendrai pour exemple, la fleur compte le plus souvent 5 sépales, 5 pétales, 5 étamines et 3 carpelles (5S + 5P + 5E + 3C). Quoique pratiquement suffisante pour atteindre le but que se proposent les flores, la diagnose qui tient compte uniquement de la majorité des cas est incomplète, fallacieuse même, si elle donne, au botaniste qui peut déterminer le *Phlox subulata*, la conviction que, par ce seul fait, il connaît cette espèce.

J'ai dans mon jardin une allée bordée de chaque côté de *Phlox subulata*, ce qui représente une quinzaine de mètres de bordure. La terre des plates-bandes est retenue par des pierres calcaires cavernieuses. La bordure, plantée contre les pierres, sur lesquelles

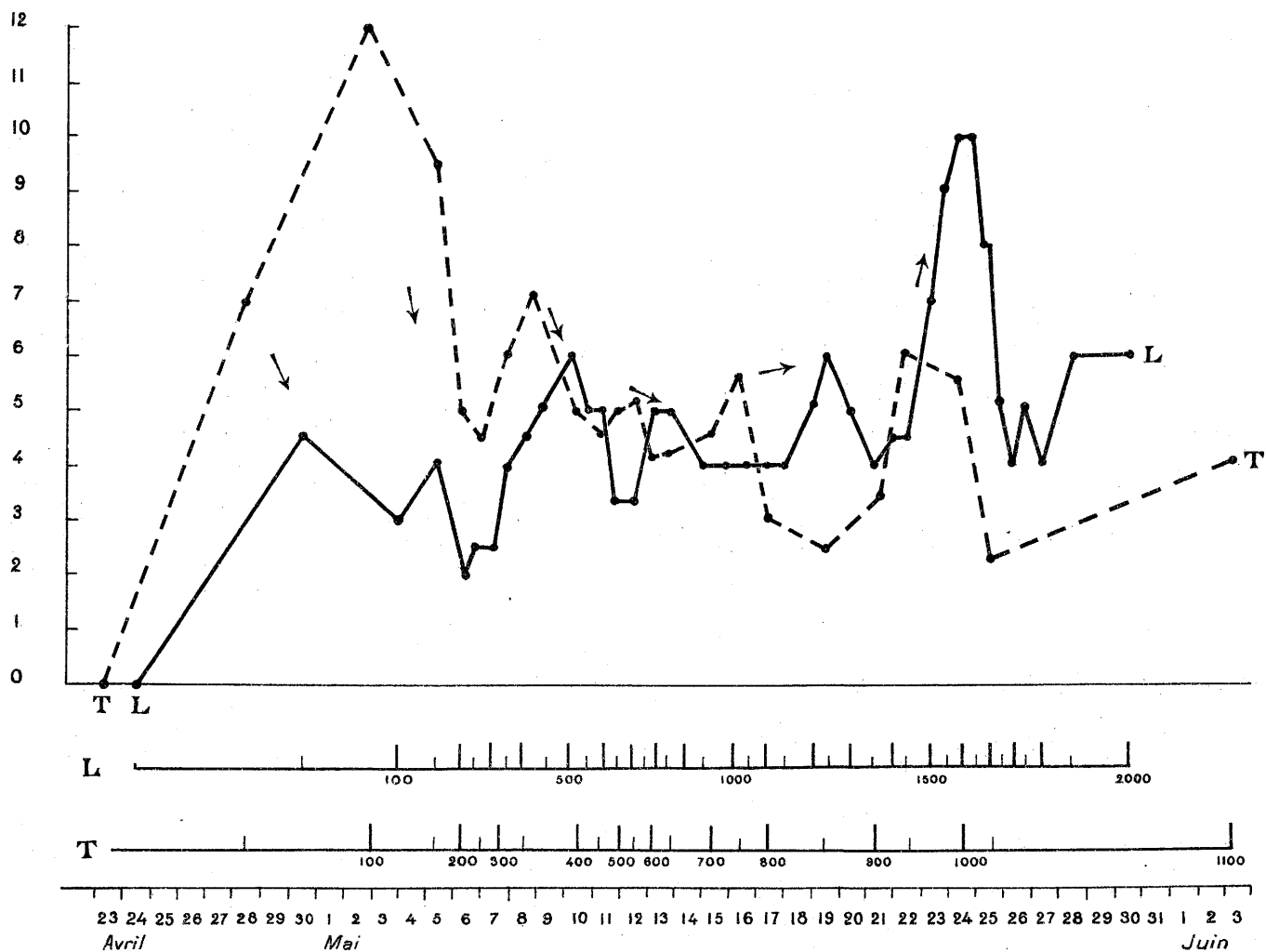


ENSEMBLE DE LA FLORAISON



Les deux échelles à graduation variable mesurées sur les abscisses représentent le temps consacré à l'épanouissement de chaque groupe de 50 fleurs.  
La hauteur mesurée sur la ligne des ordonnées indique le nombre (entier ou fractionnaire) des fleurs hexamères réparties dans chaque cinquantaine.  
Les flèches marquent la connexion des recrudescences de floraison terminale avec les recrudescences (consécutives) de floraison latérale.

Fleurs terminales — — — — —  
— latérales —————



malie, très répandue chez les Monocotylédones comme chez les Dicotylédones, gamopétales ou non, a été signalée par Pippow<sup>(1)</sup> dans dix-neuf genres appartenant à neuf familles parmi lesquelles ne figurent pas les Polémoniacées. Je l'ai notée dans vingt-huit genres non signalés par Pippow, notamment dans le genre *Phlox*<sup>(2)</sup>. Elle est beaucoup plus rare chez le *Phlox subulata* que chez ses congénères à pétales plus larges, tels que *Phlox Drummondii* et *paniculata*. J'ai recensé, du 21 juillet au 7 août 1904, sur quelques touffes de cette dernière espèce, les fleurs à 4 ou à 6 pétales et les fleurs à pétales échancrés. Il s'ouvrit, pendant cette période, 6 fleurs tétramères, 13 hexamères, 3 avec échancrure sans pendant et 79 ayant au moins une paire d'échancrures par compression réciproque, se répondant d'un pétale à l'autre. Les rapports sont différents chez le *Phlox subulata*, car, dans cette espèce, les fleurs hétéromères sont aussi communes que les pétales échancrés y sont rares. Dans le lot A, j'ai relevé des échancrures symétriques deux fois seulement sur 3 116 fleurs recensées : la première fois, le 28 avril, sur une fleur terminale à corolle pentamère, la seconde fois, le 19 mai, sur une fleur latérale hexamère. Les échancrures, peu profondes, détachaient des lobules trop petits pour donner l'illusion de pétales supplémentaires. Ces deux fleurs ont donc été rattachées sans hésitation, l'une aux pentamères, l'autre aux hexamères.

Un fait notable est l'absence presque totale de transitions entre les corolles à 4, 5, 6 ou 7 pétales. Les pétales élargis ou bifurqués provenant soit d'une division, soit d'une pénétration réciproque,

(1) A. PIPPOW, « Ueber das Auftreten scheinbarer Zygomorphie bei regelmässigen Blüten » (*Sitzungsber. d. Bot. Ver. d. Provinz Brandenburg*, Berlin, 1877).

(2) Les pétales à échancrures symétriques sont signalés par Pippow dans les genres *Lilium*, *Tulipa*, *Fritillaria*, *Crocus*, *Trudescantia*, *Helleborus*, *Ranunculus*, *Caltha*, *Hesperis*, *Cheiranthus*, *Arabis*, *Rosa*, *Potentilla*, *Fragaria*, *Spiræa*, *Cytisus*, *Caragana*, *Cyclamen*, *Nonnea*. J'ai relevé la même anomalie dans les espèces suivantes appartenant à des genres dont Pippow ne fait pas mention : *Heimerocallis fulva*, *Yucca filamentosa*, *Gladiolus Gandavensis*, *Colchicum autumnale* (où Masters, puis Costerus ont déjà décrit une modification analogue des pétalés), *Nigella arvensis*, *Hepatica triloba*, *Papaver rhæas* et *bracteatum*, *Lunaria biennis*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Linum catharticum*, *Helianthemum vulgare*, *Saponaria officinalis*, *Geranium molle*, *Agri-monia Eupatorium*, *Pyrus communis*, *Rubus cæsius*, *Wistaria Sinensis*, *Colutea arborescens*, *Saxifraga* sp., *Philadelphus coronarius*, *Begonia* sp., *Anagallis arvensis*, *Primula grandiflora*, *Fuchsia coccinea*, *Pelania violacea*, *Phlox Drummondii*, *paniculata*, *subulata*, *Plumbago Capensis*, *Vinca minor*. Cette liste serait facilement étendue; elle suffit déjà pour indiquer combien les échancrures par compression réciproque des pétales sont répandues et abondantes dans les espèces les plus diverses. On doit les distinguer de la fission et de la ramification des pétales.



ne se rencontrent pas aussi facilement chez le *Phlox subulata* que chez ses congénères. Je n'en ai pas vu en 1906. L'unique exception m'a été fournie le 9 mai 1907 : dans une fleur du type vulgaire 5S + 5P + 5E + 3G, un pétale avait trois taches à l'onglet et trois fissures, dont les latérales étaient identiques à celle d'un pétale ordinaire, tandis que la médiane, peu profonde, trahissait une tendance à la bipartition du membre, non indiquée dans les autres verticilles. Cette fleur n'appartenait pas au lot A.

Les formes de passage sont plus communes dans l'androcée. Mais cette partie de la fleur ne présente jamais la même uniformité que la corolle. Cela tient sans doute à ce qu'elle est sollicitée par les influences contraires de la corolle à 5 pièces et du pistil trimère. Les cinq étamines sont d'ordinaire étagées à trois hauteurs, avec une anthère à la gorge, deux au milieu et deux vers la base du tube. On en trouve aussi deux supérieures, une moyenne et deux profondes; parfois, c'est l'étagé inférieur qui compte une seule étamine; rarement la dispersion est plus complète avec toutes les étamines à des niveaux différents ou deux seulement au même niveau. Ne dirait-on pas que l'androcée tient à la fois de la corolle pentamère par ses cinq étamines et du pistil trimère par ses anthères disposées sur trois rangs? En présence de cette disposition, il est difficile de ne pas songer à la fleur des Cucurbitacées.

Les fleurs hexamères ont trois couples d'étamines longues, moyennes et courtes; les tétramères en ont deux paires. Sans avoir systématiquement observé les étamines comme les pétales, j'ai relevé quelques transitions entre deux types numériques différents. Dans une fleur latérale observée le 5 mai, on compte 5S + 5P + 5E. L'une des étamines portant deux anthères, il en résulte que chaque groupe d'étamines compte le même nombre d'anthères, bien que les filets unis à la corolle pentamère restent au nombre de cinq.

Dans le cas précédent, on peut invoquer une multiplication des étamines. Plus souvent, les étamines doubles sont dues à une contraction et au passage de cinq à quatre. Je reviendrai sur trois exemples relevés dans un lot particulièrement riche en fleurs tétramères, qui sera désigné par la lettre B. Je mentionnerai seulement ici deux fleurs terminales appartenant, comme la fleur latérale dont il vient d'être question, au lot A : l'une (du 23 mai)

ressemble à la première, à cela près que chacun des trois verticilles externes compte une pièce de moins; l'autre (du 13 mai) a cinq sépales, quatre pétales et cinq anthères, dont deux partent de filets réunis en un seul dans la portion concrescente au tube de la corolle.

C'est là une observation intéressante, car elle nous montre la suppression totale d'une lame pétalaire, lors même que les étamines qui devaient l'escorter restent séparées dans toute leur portion libre. Dans le *Phlox subulata*, les variations des étamines n'obéissent pas à une règle aussi simple que celles des pétales. Qu'il soit bien entendu que nous ne prétendons pas étendre à l'androcée les indications fournies par l'observation de la corolle.

Les nombres de pétales inférieurs à 4 ou supérieurs à 7 ont été constatés trois fois, dont deux dans le lot A. Une fleur à 8 pétales, récoltée le 31 mai 1907 en dehors du lot recensé, était singulièrement hétéromère d'un verticille à l'autre; la polymérie de la corolle et de l'androcée s'accompagnait d'une réduction du pistil muni seulement de deux stigmates. Cette fleur répondait à la formule  $6S + 8P + 7E + 2C$ .

Les deux cas observés dans le lot A ont la corolle réduite. Dans l'un d'eux (floraison du 5 mai), la corolle est formée d'un seul pétale ayant une lame bifide comme celle d'un pétale normal et un tube cylindrique fermé. Dans le second (du 8 mai), le tube, plus large, porte une lame unilatérale, formée d'un pétale normal bifide avec deux taches à la gorge et d'un pétale trifide à trois taches; c'est une corolle dimidiée, formée de deux pétales et demi. Dans les deux cas, la corolle réduite appartient à une fleur latérale entraînée par la fleur terminale; elle sort du calice commun avec une corolle pentamère recouvrant l'androcée et le pistil d'une fleur normale. La fente était tournée vers la corolle normale dans la corolle monomère; elle regardait l'extérieur dans la corolle dimidiée. Dans l'une comme dans l'autre, le calice présentait, du côté de la corolle anormale, une légère saillie et une languette verte, plus longue que les sépales, et répondant à la bractée de la fleur entraînée. Ces corolles réduites, notamment la corolle unipétale, ressemblent à un demi-fleur de Radiée. Nous assistons effectivement à la production accidentelle d'une fleur composée avec zygomorphose de la fleur extérieure, ou fleur du rayon, tandis que la fleur du disque garde les caractères habituels.

## Corolles régulières à 4-7 pétales

En dehors des exceptions insignifiantes qui viennent d'être signalées, les variations de la corolle, chez le *Phlox subulata*, se prêtent parfaitement à la statistique, puisqu'elles portent sur le nombre des pétales, unités de même valeur, qu'elles sont brusques et sans transitions.

Le lot A a fleuri sans interruption du 21 avril au 8 juin 1907. Une seconde floraison, consécutive à la taille de la bordure, a donné 25 fleurs dans la première quinzaine de septembre, puis 19 fleurs du 24 septembre au 17 octobre. Notre statistique n'embrasse pas cet épanouissement tardif, indépendant du premier. Disons seulement que les corolles du lot A ont été sans exception pentamères à cette époque. Le reste de la bordure a bien offert, çà et là, des fleurs à 4 et à 6 pétales, mais en quantité négligeable par rapport à l'ensemble. Les variations numériques semblent donc peu communes en dehors de la période principale de végétation dont nous allons nous occuper.

Le premier point à préciser est la date d'épanouissement de chaque fleur.

Le dénombrement s'est trouvé facilité par ce fait que la floraison s'accomplit à heure fixe, une seule fois par jour, du moins par le beau temps, qui a rarement fait défaut pendant la durée de l'observation. L'heure de l'anthèse varie, suivant la température, de 8 heures à midi. Chaque jour, dès que les fleurs étaient ouvertes, j'enlevais toutes les corolles, que je divisais en deux lots, mettant d'un côté les fleurs terminales, de l'autre les fleurs latérales; dans chaque lot je groupais les corolles selon le nombre des pétales. Une fois la récolte quotidienne effectuée, que ce fût à 8 heures ou à midi, on ne voit pour ainsi dire aucune fleur nouvelle s'épanouir du reste de la journée, même par les plus beaux jours. Cette remarque permet de remettre au lendemain la récolte journalière, pourvu que la cueillette soit faite avant l'heure de l'épanouissement de ce jour. C'est ainsi que j'ai fait le 30 mai à 9 heures la récolte du 29. A cette date, l'anthèse avait traîné en longueur par suite de la pluie accompagnée d'un fort refroidissement; le lendemain, le temps s'était éclairci et réchauffé et la floraison de ce jour, accomplie vers midi, permit une nouvelle cueil-

lette à 1<sup>h</sup>30. C'est la seule fois que j'ai usé de cette licence. Le dénombrement quotidien de la floraison a été effectué régulièrement du 21 avril au 2 juin, sauf les 27, 29 avril et 1<sup>er</sup> mai, où la végétation fut arrêtée par une pluie froide mêlée de neige. Une pluie abondante, les 15 et 16 mai, entrava la floraison, et la récolte des deux jours fut faite en bloc le 16; le total des deux jours n'atteint pas le chiffre obtenu le 13 mai avant le début du refroidissement. La récolte du 9 mai devrait également être réunie à celle du 10, car le total n'atteint pas celui des jours voisins.

Ceci nous montre que la période diurne ne correspond pas rigoureusement à une période constante de l'activité végétative. Les influences météorologiques peuvent jeter un trouble considérable dans les statistiques quotidiennes. Ainsi le chiffre minimum atteint pendant la période de grande floraison du 6 mai au 26 juin est inscrit à la date du 19 juin; or, la veille, on avait noté un grand refroidissement avec grésil et le thermomètre était descendu la nuit presque à 0°.

Ces réserves faites, la période diurne répond, avec une approximation pratiquement suffisante dans les conditions où nous avons observé, à l'unité propre à mesurer le temps de la floraison. Dans les graphiques qui résument notre statistique, les divisions de la ligne des abscisses représenteront un jour. Nous indiquerons plus loin une correction qui peut être apportée dans la construction des tracés en combinant l'unité de récolte avec l'unité de temps.

### Corolles hexamères

Les corolles à 6 pétales sont communes dans les fleurs terminales comme dans les fleurs latérales. Pour préciser leur fréquence dans chacune de ces catégories, il faut, au préalable, connaître la marche générale de l'éclosion des fleurs terminales et des fleurs latérales.

Le nombre des fleurs terminales surpasse au début celui des fleurs latérales. Cette supériorité se maintient, dans les statistiques journalières, depuis le 21 avril, jour d'épanouissement de la première fleur, jusqu'au 2 mai, où nous en comptons 18 dans chaque catégorie. A partir du 5 mai, la récolte quotidienne se solde sans exception au profit des fleurs latérales. Cette prépondérance des fleurs latérales est plus lente à s'établir si la compa-

raison porte uniquement sur les fleurs hexamères, car, après diverses oscillations, elle ne devient définitive que le 13 mai (tracé n° 1 et tableau A).

Pour atténuer l'effet des variations journalières tenant à diverses causes, nous avons construit des tracés dans lesquels la hauteur prise sur la ligne des ordonnées répond non pas à la récolte quotidienne, mais au total des fleurs de chaque catégorie épanouies depuis l'origine jusqu'au jour indiqué sur les abscisses. Ayant remarqué que le nombre des fleurs hexamères épanouies pendant la saison était sensiblement égal au dixième de la totalité des fleurs (316 sur 3116), nous avons convenu de donner aux divisions des ordonnées une valeur dix fois plus grande dans la courbe des fleurs hexamères que dans la courbe correspondant à l'ensemble des fleurs (tracé n° 2).

Dans ces conditions, les courbes des fleurs terminales et des fleurs latérales se coupent le 6 mai, avec un total de 425 fleurs, et seulement le 18 mai pour les fleurs hexamères, qui sont, à ce moment, au nombre de 191 sur 2012 fleurs épanouies. L'avance des fleurs terminales sur les latérales est donc regagnée beaucoup plus lentement par les hexamères que par les autres. Mais la progression des fleurs latérales ne s'arrête plus. Non seulement les fleurs latérales deviennent de plus en plus prépondérantes à l'égard des terminales, mais, en outre, le taux des hexamères ne cesse de s'élever dans les fleurs latérales, à mesure qu'il fléchit dans les fleurs terminales. Du 18 mai à la fin de la floraison, nous compterons 270 fleurs terminales dont 23 hexamères, contre 836 latérales dont 103 hexamères. Les fleurs hexamères forment donc un douzième des fleurs terminales, un huitième des latérales épanouies durant la dernière période.

Ces rapports ne sont pas très frappants dans le tracé n° 2. Ce qui ressort le plus clairement de ce graphique, c'est que le nombre des fleurs hexamères épanouies depuis l'origine est constamment supérieur à 10 % pour les terminales, constamment inférieur à ce taux pour les latérales. Nous ne nous laisserons pas abuser par le parallélisme assez exact réalisé de bonne heure entre la courbe des hexamères et la courbe totale, aussi bien pour les terminales que pour les latérales. Ce parallélisme n'existe que grâce à la convention qui nous a fait prendre des ordonnées dix fois plus grandes pour les fleurs hexamères que pour l'ensemble

des fleurs. Si les hauteurs prises sur la ligne des ordonnées étaient les mêmes pour chaque fleur, hexamère ou autre, il est clair que l'écart des courbes croîtrait avec le nombre des fleurs qu'elles représentent. En conséquence, la ligne des hexamères divergerait suivant une progression assez régulière de la ligne correspondant au total des fleurs; mais alors la distinction serait moins marquée entre les fleurs terminales et les fleurs latérales en ce qui concerne le taux des hexamères.

Le tableau B et le graphique n° 3 nous indiquent clairement que le total des fleurs hexamères se maintient au voisinage de 10 %, tandis que, pour les terminales et pour les latérales, les hexamères se rapprochent graduellement de ce taux qui, au début, était plus élevé pour les premières, plus faible pour les secondes. Ce graphique n'indique pas le nombre absolu des fleurs; la hauteur prise chaque jour sur les ordonnées indique le rapport des fleurs hexamères au total des fleurs épanouies depuis l'origine jusqu'au jour inscrit sur les abscisses. La ligne supérieure indique ce rapport pour les fleurs terminales, celle du milieu pour l'ensemble, la ligne inférieure pour les latérales.

Ces lignes ne se coupent à aucun moment à partir du 26 avril. Je n'ai pas inscrit sur le graphique les récoltes du 24 et du 25, qui ont offert, chacune, une seule fleur hexamère : une terminale le premier jour, une latérale le second. Du 26 avril au 7 mai, la poussée des hexamères est très active dans les trois lignes, surtout dans la ligne des terminales. Cette période d'entraînement ne fournit pas un cinquième des fleurs hexamères de la saison : 61 sur 316. Elle est terminée le 7, laissant le total à un taux voisin de 10, la ligne supérieure tout près de 15, l'inférieure à 6 %. A dater de ce jour, le triple tracé, qui porte sur 255 fleurs hexamères, acquiert une remarquable symétrie. Le pourcentage total oscille faiblement entre 9,47 et 10,57 % et il s'arrête à 10,14 à la fin de la floraison. La courbe des fleurs terminales hexamères descend, sans retour important, de 14,85 à 10,75 %; celle des latérales s'élève, avec de négligeables défaillances, de 6,2 à 9,8 %. Les deux courbes des hexamères latérales et terminales convergent donc l'une vers l'autre sans parvenir à se joindre.

La marche générale de la floraison suit une règle d'apparence uniforme en ce qui concerne le rapport des fleurs hexamères à l'ensemble des fleurs : elle est sensiblement inverse dans les fleurs

latérales et dans les fleurs terminales. Nous relevons, toutefois, dans les tracés précédents de légères irrégularités. Dans la double courbe des fleurs latérales (tracé n° 2), on aperçoit comme des ondes avec rapprochement des deux lignes les 5, 11, 24 et 25, 29 mai et 2 juin. Si nous consultons la courbe du pourcentage quotidien des fleurs hexamères (tracé n° 4), nous constatons, à ces dates, des ascensions passagères qui élèvent le taux de la récolte à 11,5, 12,85, 19,76, 20,8 %, et encore à 16,66 % le 2 juin après une chute à 0.

Le même tracé nous montre des poussées de fleurs hexamères terminales les 8, 22, 27 et 28 mai, soit deux ou trois jours avant les poussées latérales des 11, 24, 29 mai. On retrouve sur le tracé n° 2 des écarts correspondant à ces dates, puisque le relèvement du taux des fleurs hexamères éloigne leur courbe de la courbe totale chez les fleurs terminales au lieu de l'en rapprocher comme chez les latérales.

La floraison en apparence continue du *Phlox* se compose donc d'une série de floraisons partielles empiétant les unes sur les autres. Dans chacun de ces épanouissements successifs, les fleurs terminales devancent les latérales. Ces floraisons partielles se dégagent assez bien dans le tracé n° 5 (courbe inférieure) où sont inscrits les pourcentages quotidiens des fleurs, tant terminales que latérales; la hauteur mesurée sur les ordonnées de bas en haut indique le nombre des fleurs terminales, la hauteur mesurée de haut en bas indique le nombre des fleurs latérales pour cent. Les saccades de cette ligne sont à peu près effacées dans la courbe supérieure, qui inscrit le pourcentage atteint chaque jour à partir de l'origine (tableau C).

Tous les tracés étudiés jusqu'ici présentent un même défaut. La durée constante, le jour, prise comme unité de mesure de la ligne des abscisses, ne répond pas à une période uniforme de l'activité de la floraison. Tout en gardant le jour comme unité de temps, nous avons construit un nouveau tracé (tracé n° 6), en prenant, sur l'échelle chronométrique des abscisses, des longueurs variables, correspondant chacune à la période pendant laquelle s'est ouvert un nombre déterminé de fleurs. Dans ce tracé construit sur les données du tableau D, chaque division indique la période pendant laquelle 50 fleurs se sont épanouies : le premier point marque la date d'épanouissement de la cinquantième

fleur, le deuxième celle où la centième s'est ouverte, et ainsi de suite. Cette échelle mobile est double, parce qu'elle varie selon que l'on envisage les fleurs terminales (ligne T) ou les fleurs latérales (ligne L).

La hauteur mesurée sur l'échelle fixe des ordonnées indique le nombre absolu de fleurs hexamères comprises dans le demi-cent considéré. Comme certaines cueillettes comptent plus de 50 fleurs de la même catégorie et que la plupart ne se chiffrent pas par un multiple de 50, nous avons complété les cinquantes par des emprunts d'une récolte à la voisine et divisé, un peu arbitrairement, les nombres supérieurs à 50 en nous basant, pour présumer la durée propre à chaque cinquante, sur l'abondance de l'éclosion les jours voisins, en un mot sur la marche générale de la floraison au moment considéré. Il en résulte que les divisions prises sur les abscisses ne marquent pas l'heure réelle de l'éclosion de chaque cinquantième fleur et qu'elles peuvent même tomber à la limite de deux dates. Nous avons, d'autre part, réparti les fleurs hexamères au prorata du total des fleurs transférées d'une catégorie à l'autre; c'est ce qui introduit des fractions dans les nombres représentant les fleurs hexamères de chaque cinquante.

Le diagramme n° 6 n'est donc plus rigoureusement empirique; il offre les avantages et les inconvénients des diagrammes théoriques, sans toutefois dissimuler les limites de l'approximation que sa construction a nécessitée. Ce tracé atténue les oscillations exagérées qui résultaient de l'importance égale attribuée aux récoltes quotidiennes inégales. On y retrouve d'ailleurs des indications de même ordre sur les poussées périodiques de fleurs hexamères correspondant à chaque recrudescence de végétation et se manifestant successivement sur les fleurs terminales et sur les fleurs latérales. (Les flèches sur le tracé n° 6 indiquent la poussée latérale consécutive à chaque poussée terminale.) On y reconnaît aussi la prépondérance des fleurs hexamères au début chez les terminales, à la fin chez les latérales, avec enchevêtrement des deux courbes à la période moyenne.

Quel enseignement allons-nous tirer de la lecture de ces courbes? C'est d'abord que les fleurs hexamères, qui ne font défaut à aucun jour de floraison ni dans aucun lot de cinquante, soit dans les fleurs terminales, soit dans les fleurs latérales, sont aussi nor-



males, bien que moins nombreuses, que les fleurs pentamères. C'est, en second lieu, que leur abondance, par rapport au nombre total, varie en raison directe de la vigueur de la végétation.

Les fleurs les plus précoces, épanouies jusqu'au 5 mai, ont atteint le taux le plus élevé de fleurs hexamères : 14,39 % pour l'ensemble, 19,44 % pour les terminales. Les fleurs terminales, qui jouent le rôle prépondérant au début, gardent toujours leur avance, grâce à leur situation privilégiée au point de vue de la nutrition. En fin de saison, quand les fleurs terminales ne se montrent plus que sur les rameaux secondaires ou sur les branches attardées par suite de leur défaut de vigueur, quand, au contraire, les fleurs latérales achèvent de s'épanouir sur des rameaux plus anciens et vigoureux, alors seulement ces dernières gagnent du terrain, sans pourtant rejoindre le taux des terminales hexamères.

L'absence de transitions entre les corolles hexamères et les corolles pentamères indique une fixation aussi complète du premier type que du second et écarte l'idée d'une transformation actuelle et progressive de l'un dans l'autre. Les fleurs à six pétales sont la forme robuste, les fleurs à cinq pétales représentent la forme commune, de vigueur moyenne. La floraison tardive, où les corolles pentamères sont seules constantes, est une floraison appauvrie.

#### Corolles tétramères

Sur les 3 116 fleurs du lot recensé A, nous comptons 21 fleurs tétramères, dont 2 latérales. Celles-ci se sont ouvertes le 7 et le 17 mai. Cette pénurie de fleurs tétramères latérales n'est pas spéciale au lot A. En 1906, j'en ai relevé une seule contre 15 terminales. En 1907, en dehors du lot A, j'en ai trouvé deux, appartenant l'une et l'autre à la dernière floraison. La première apparut le 30 septembre ; le type 4 de la corolle et de l'androcée était un indice manifeste d'appauvrissement, car le calice et le pistil comptaient respectivement 5 et 3 pièces, c'est-à-dire le nombre habituel. La seconde fleurit le 13 octobre. Certaines portions de la bordure étaient pourtant très riches en fleurs terminales tétramères. Telle est notamment la bande B, faisant vis-à-vis

à la précédente, déjà riche en fleurs tétramères en 1906. Elle nous en a fourni 33, sur un tiers de mètre, du 29 avril au 20 mai 1907, et jusqu'à 6 en un seul jour, le 7 mai. Cela représente une proportion cinq fois plus élevée que dans la portion A.

Les 19 fleurs tétramères terminales du lot A sont écloses du 7 au 23 mai. Sur ces dix-sept jours, quatorze en ont fourni. Il est à noter que ces dix-sept jours correspondent à la plus grande activité de la floraison, car le nombre total des fleurs épanouies pendant cette période s'élève à 2 068 sur 3 116, soit les deux tiers, et celui des terminales à 768 sur 1 097, soit plus des deux tiers. Les lacunes tombent sur les jours où l'éclosion des hexamères est réduite au minimum; les jours où nous comptons 2 tétramères sont ceux où l'on compte 6, 8 et 11 hexamères terminales. Le milieu de la floraison des tétramères, soit le jour où leur nombre atteint 10, tombe le 13 mai. La moitié de la récolte des fleurs terminales n'était pas tout à fait atteinte la veille; la moitié de la récolte totale était dépassée le lendemain. C'est également le 14 mai que tombe le milieu de la floraison des fleurs hexamères (latérales et terminales réunies). Cette concordance est bien suggestive; elle nous montre l'apparition ininterrompue des fleurs terminales tétramères pendant la période correspondant à l'apogée de la floraison.

Il ne faudrait pas conclure, de cette observation très nette, que les fleurs tétramères font absolument défaut aux autres périodes. En étendant nos investigations à l'ensemble de la plantation, nous notons la première fleur tétramère terminale le 26 avril, la dernière le 4 octobre. Mais ce sont des cas isolés, comme la fleur latérale tétramère du 13 octobre.

De même, dans le lot B, la fleur tétramère éclore le 29 avril constitue une exception, car la suivante ne s'épanouit qu'au bout de cinq jours, le 5 mai. Dès lors la floraison se poursuit dix jours consécutifs et s'achève six jours plus tard. Les 33 fleurs terminales tétramères du lot B, sauf une, se sont donc épanouies du 5 au 20 mai, en seize jours, devançant de deux jours seulement la période de dix-sept jours qui nous a fourni les 19 fleurs du lot A. Le tracé n° 7 fait ressortir cette concordance.

Le taux des fleurs tétramères atteint, sur l'ensemble des fleurs terminales du lot A, 1,94% le 23 mai; il descend peu et se trouve fixé à 1,73% à la fin de la floraison. Ce n'est pas une quantité

négligeable, surtout si nous songeons que ce taux s'élève parfois beaucoup plus haut, dans le lot B par exemple.

Ce qu'il importe de retenir, c'est que les fleurs tétramères terminales, tout en variant de fréquence d'une touffe à l'autre, tout en gardant leur prépondérance d'une année à l'autre dans la même touffe, se montrent, sauf exceptions isolées, au moment où la végétation est la plus riche (2,47 % sur les 768 fleurs terminales épanouies du 7 au 23 mai, 0 % sur les 329 fleurs terminales épanouies tant avant qu'après cette période).

Durant la même période, les fleurs terminales hexamères étaient nombreuses et ont fourni les plus riches récoltes aux mêmes dates que les tétramères. Néanmoins on est frappé de l'absence de fleurs tétramères pendant la période initiale, au moment où les hexamères sont d'une fréquence insolite. Leur apparition coïncide avec un fléchissement du taux des hexamères, surtout des hexamères terminales.

Si nous totalisons les fleurs terminales, tétramères et hexamères, et si nous substituons la somme au nombre des hexamères dans le calcul du pourcentage des terminales et dans celui du pourcentage général, cette dépression, qui troublait sensiblement la régularité du tracé n° 3, est à peu près comblée. Le taux des fleurs hexamères, renforcé de celui des tétramères, ne descend plus au-dessous de 10. Le brusque affaissement inscrit du 8 au 14 mai est remplacé par une pente douce qui régularise la courbe.

Le tracé n° 8 reproduit le tracé n° 3 en totalisant les fleurs qui ont un nombre de pétales différent de 5. Les fleurs à 7 pétales exercent une influence insignifiante sur la courbe des terminales, mais elles relèvent heureusement la courbe des latérales et la courbe totale. Nous obtenons en définitive un triple tracé très semblable à celui des hexamères, mais encore plus symétrique. Abstraction faite des grandes oscillations antérieures au 7 mai, les trois lignes fournies par le calcul ont presque l'allure schématique d'un diagramme théorique. A partir de l'apparition des fleurs tétramères (le 7 mai) jusqu'à la fin (le 8 juin), les oscillations du pourcentage total des fleurs à 4, 6 et 7 pétales sont limitées entre 10,38 et 11,14 %, soit entre des extrêmes différant seulement de 0,76 %. Ces oscillations sont plus amples, mais inverses, si l'on considère séparément les fleurs terminales et les fleurs latérales;

le taux varie de 15,57 à 12,5 % pour les terminales, de 6,52 à 10,2 % pour les latérales.

L'intervention des corolles tétramères compense donc assez exactement la diminution des fleurs terminales hexamères pendant la plus importante période du développement. Cette suppléance suggère cette conclusion, assez imprévue, que le passage du nombre des pétales de 5 à 4 relève des mêmes causes générales que le passage inverse de 5 à 6 pétales. L'excès de vigueur dû à une nutrition particulièrement favorable intervient dans les deux cas. La pénurie de fleurs à 4 ou à 6 pétales dans la floraison automnale relève de cette même cause.

Cette indication de la statistique est, à première vue, déconcertante. On n'admettra pas, sans autre preuve, qu'une diminution dans le nombre des pétales est compatible avec un excès de vigueur, que, bien plus, elle en est une conséquence. Voici les faits qui donnent raison à la statistique.

Le nombre des carpelles, qui est habituellement de 3, s'élève à 4 aussi souvent, si ce n'est plus, dans les fleurs terminales à 4 pétales que dans celles qui en comptent 5 ou 6. Les pistils tétramères sont plus rares dans les fleurs latérales, où ils accompagnent de préférence les corolles à 6 et 7 pétales. L'isomérisie tend donc à se compléter sur le type 4 dans les fleurs terminales, qui acquièrent une nouvelle pièce au pistil et, par compensation, en perdent une dans les autres verticilles.

L'actinomorphie serait parfaite sans l'inégalité des étamines. Mais celle-ci ne manifeste aucune tendance à s'effacer; elle se complique même souvent de la persistance d'une étamine plus ou moins doublée dans les fleurs d'ailleurs tétramères. Dans le lot B, j'ai observé quatre jours de suite, du 10 au 13 mai 1907, un exemple quotidien de ces transitions entre l'androcée pentamère et l'androcée tétramère dans des fleurs terminales à 4 pétales : le 10 mai, l'une des deux étamines courtes était bifide; le 11, une fleur avait deux étamines longues, une moyenne et une courte à deux anthères; le 13, c'était l'étamine moyenne qui offrait deux parties séparées jusqu'à l'insertion des filets; enfin, dans la fleur observée le 12, les cinq étamines étaient séparées, il y avait aussi cinq sépales, mais quatre pétales.

Je ne connais pas de fleurs à cinq carpelles chez le *Phlox subulata*; ce n'est pas sur le type 5 que la régularisation tend à s'effec-

tuer. Les fleurs terminales tétramères nous offrent donc la forme la plus symétrique connue dans cette espèce. Si les fleurs terminales sont mieux placées que les latérales pour recevoir le courant ascendant de la sève, le pistil qui termine la fleur terminale est doublement privilégié ; il n'est donc pas surprenant qu'il prenne un développement plus complet, même au détriment des verticilles qui le précèdent.

Dans le cas qui nous occupe, la plante ne tire aucun profit de ce perfectionnement morphologique, car les fruits de ma bordure avortent constamment et la multiplication se fait uniquement par bouturage naturel ou cultural, ce qui est habituel pour le *Phlox subulata*.

On peut se demander si l'influence de l'appareil végétatif n'intervient pas directement dans les changements numériques des verticilles floraux. La généralisation du type 4 atténue la discordance phyllotaxique qui existe habituellement entre la fleur et les tiges à feuilles décussées, puisque tous les phyllomes de la plante sont alors groupés en nombres pairs.

On connaît divers exemples de l'extension du type végétatif à la fleur, et particulièrement à la fleur terminale. Ainsi, la fleur terminale est tétramère, les autres pentamères dans l'*Adoxa* à feuilles opposées ; c'est l'inverse chez l'*Hypopitys* et la *Rue* à feuilles spiralées ; la fleur terminale est, en général, pseudo-pentamère chez le *Berberis vulgaris* dont les feuilles sont disposées sur cinq orthostiques, tandis qu'elle est trimère dans les fleurs latérales.

Il existe toutefois d'autres cas, dans lesquels c'est la fleur terminale qui résiste le plus obstinément à l'extension du type végétatif. Le *Cornus sanguinea*, par exemple, a la fleur terminale très souvent pentamère ; il appartient à une famille où le type tétramère des fleurs, comme les feuilles opposées, constitue une exception dans la cohorte des *Ombellales*. Il semble donc que, dans ce cas particulier, les verticilles pairs sont dérivés des cycles impairs ; la fleur terminale pentamère est un témoin du type primitif de la cohorte.

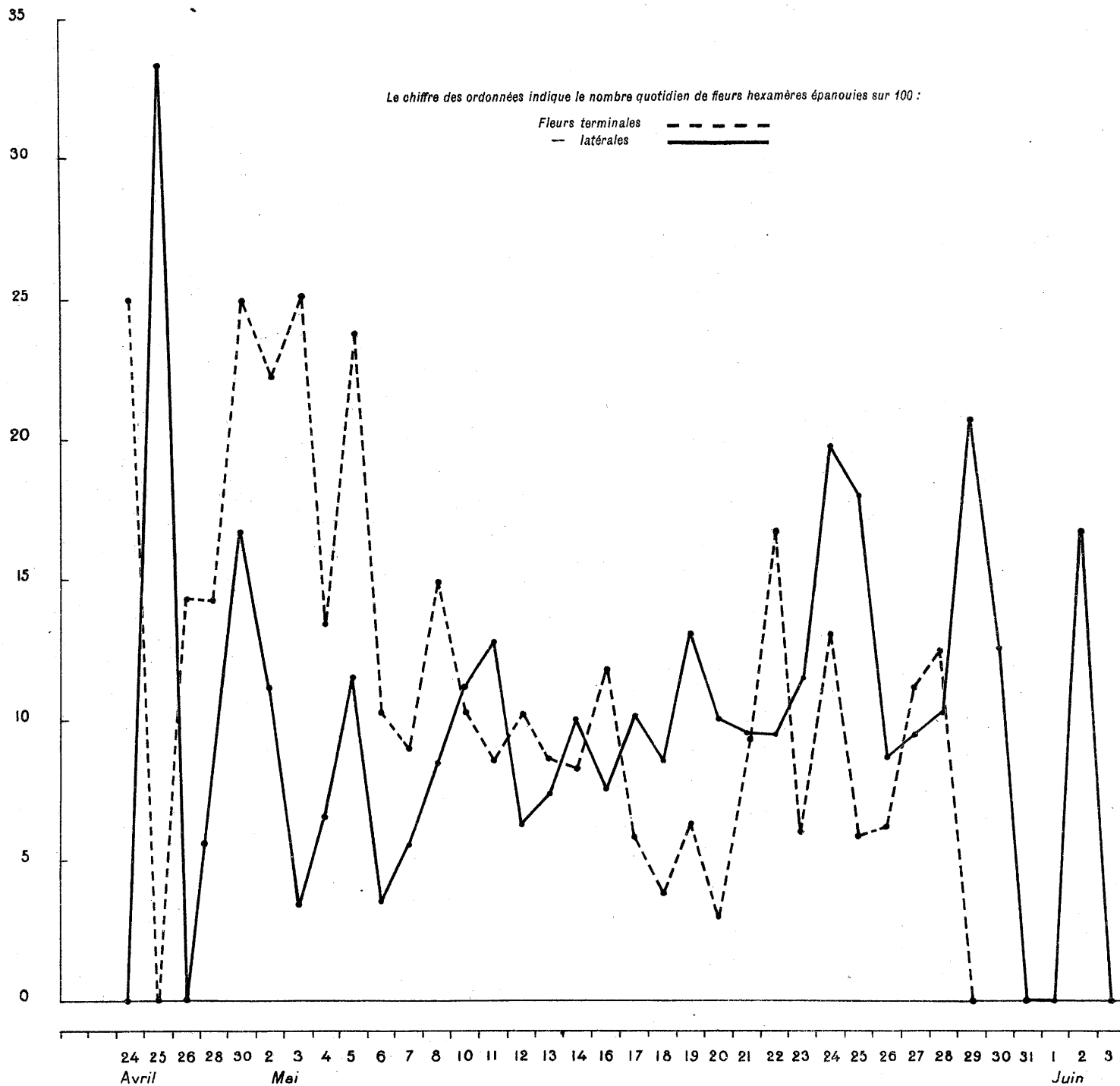
Dans la cohorte des *Gentianales*, beaucoup plus proche de la cohorte des *Polémoniales* qui renferme le genre *Phlox*, les fleurs du type 5 coexistent le plus souvent avec des feuilles opposées. Même chez des espèces habituellement tétramères, telles que

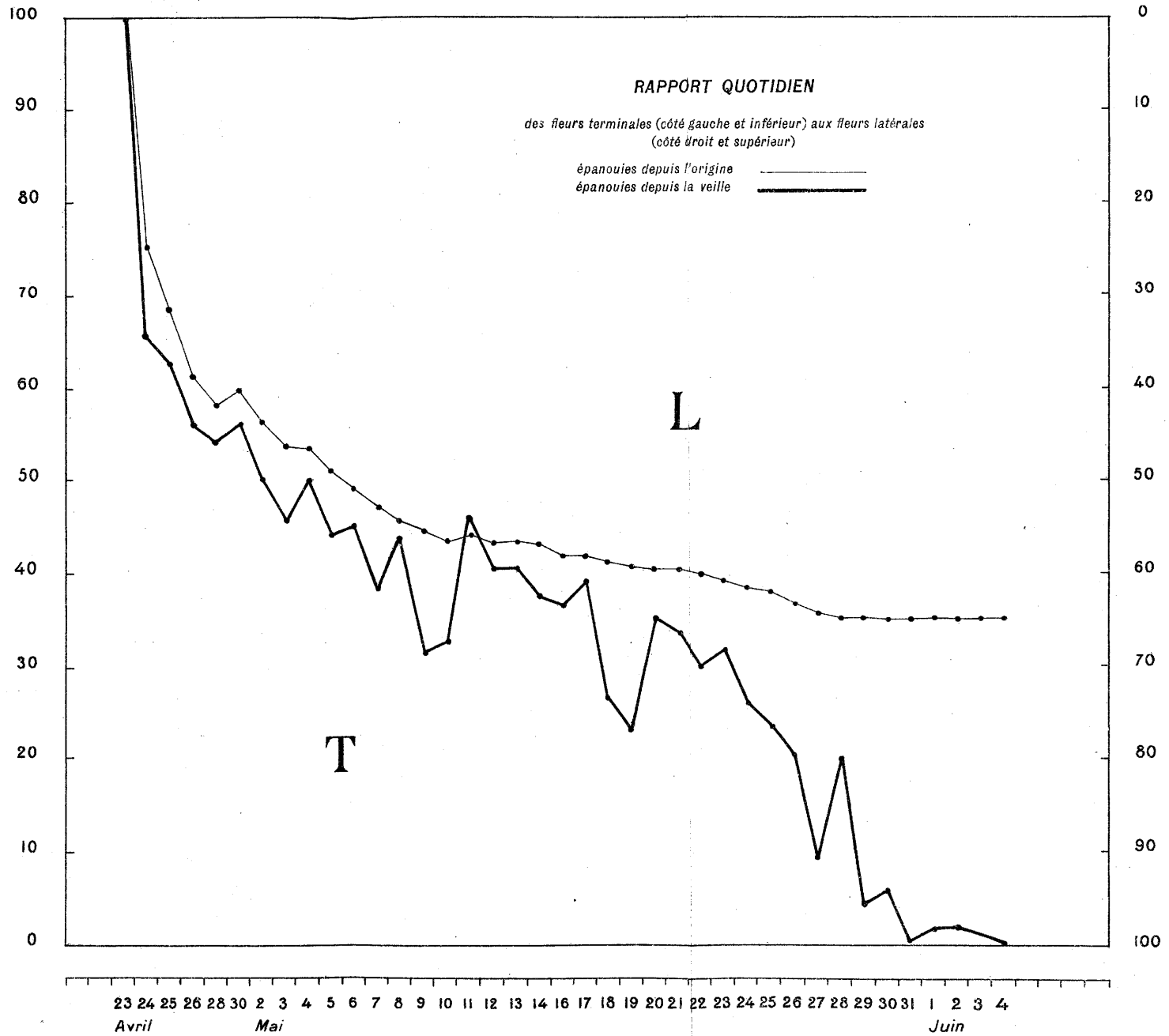
*Ligustrum vulgare*, la fleur terminale, quand elle se montre, est le plus souvent pentamère. Chez le *Gentiana cruciata*, les fleurs latérales, au dire de Penzig, sont fréquemment pentamères; je n'en disconviens pas, mais, d'après mon expérience personnelle, la pentamérie est infiniment plus commune dans la fleur terminale. Les Lilas cultivés offrent des résultats beaucoup plus discordants. Une variété à grandes fleurs, dont le bouquet terminal était presque toujours avorté, m'a montré beaucoup de bouquets latéraux terminés par une fleur pentamère, parfois aussi par une fleur à 3 pétales. Les fleurs à 3 pétales étaient bien plus communes au sommet des grappes d'une forme rustique, peu modifiée par la culture.

La vigueur de la végétation balance certainement les influences phylogénétiques et les efface souvent. La position privilégiée de la fleur terminale suffit, dans la majorité des cas, à expliquer la prépondérance des fleurs polymères au sommet des axes. Je citerai un nouvel exemple favorable à cette interprétation. Dans une touffe de *Sedum album* portant environ 300 tiges, je trouve, le 2 juillet 1906, sept fleurs hexamères. Toutes terminaient soit l'inflorescence primaire, soit les inflorescences secondaires. Toutes les fleurs axillaires avaient 5 pétales. Dans cette même récolte se trouvait une fleur tétramère dans toutes ses parties; elle terminait une inflorescence de premier ordre. Dans une touffe voisine j'ai observé une autre fleur tétramère; elle terminait une inflorescence secondaire.

Chez ce *Sedum*, les fleurs du type 4, aussi bien que les fleurs du type 6, ont une prédilection pour la position terminale. Ici, pourtant, le type 5 est conforme, à la fois, à la disposition des feuilles dans cette espèce et à l'organisation de la fleur dans l'ensemble du groupe auquel elle appartient. La fleur terminale affirme donc son indépendance à l'égard des influences ataviques supposées d'après les affinités, aussi bien que de la morphologie de l'appareil nourricier. Les nombres rares des pièces florales ne répondent pas, dans ce cas, à ce que l'on a appelé une anomalie taxinomique.

C'est cette même indépendance que la fleur terminale de *Phlox subulata* manifeste en utilisant l'apport plus facile des sucres nourriciers pour donner soit des fleurs à 6 pétales, soit des fleurs régulièrement tétramères dans 3 et même dans les 4 verticilles.

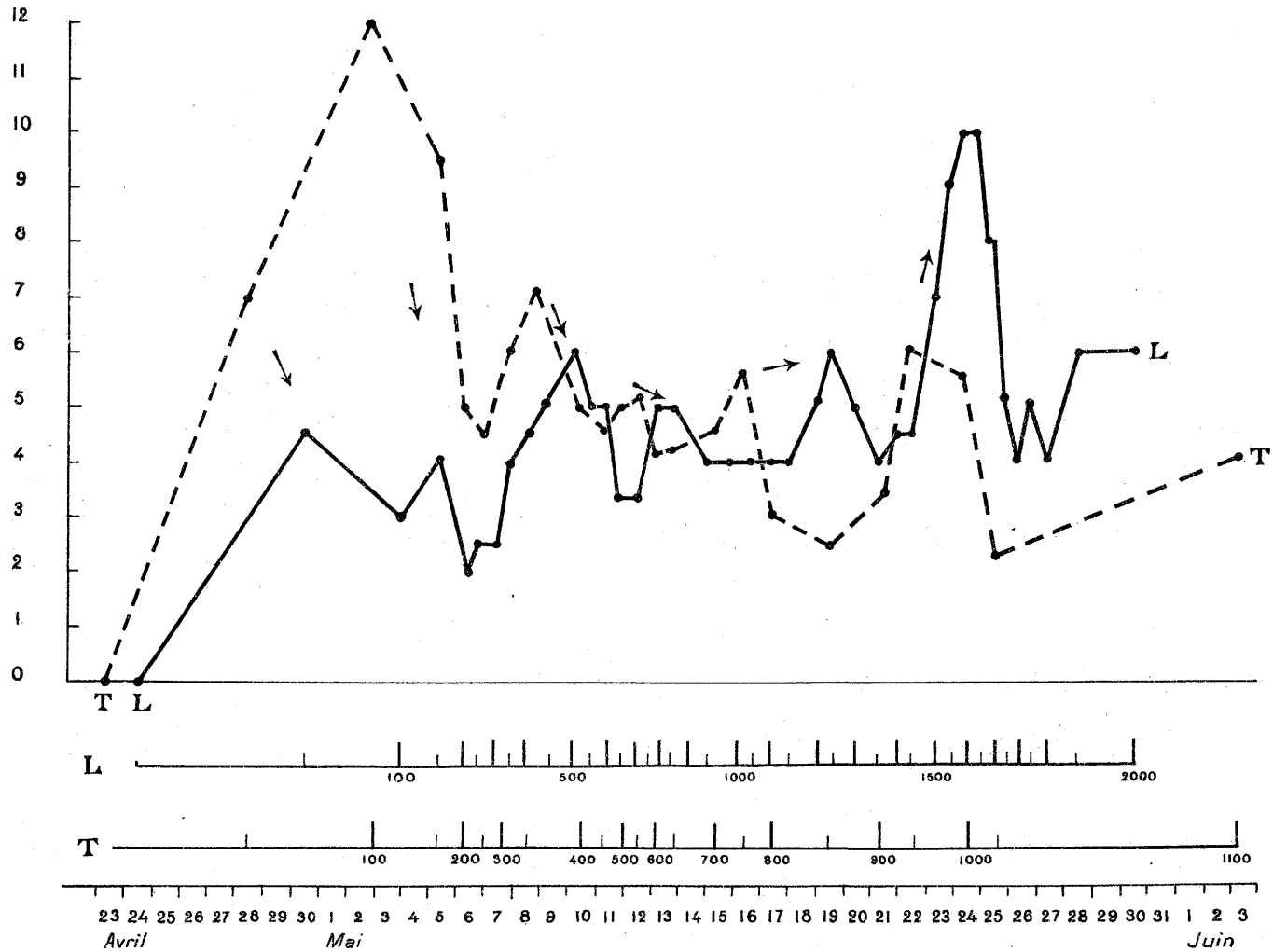




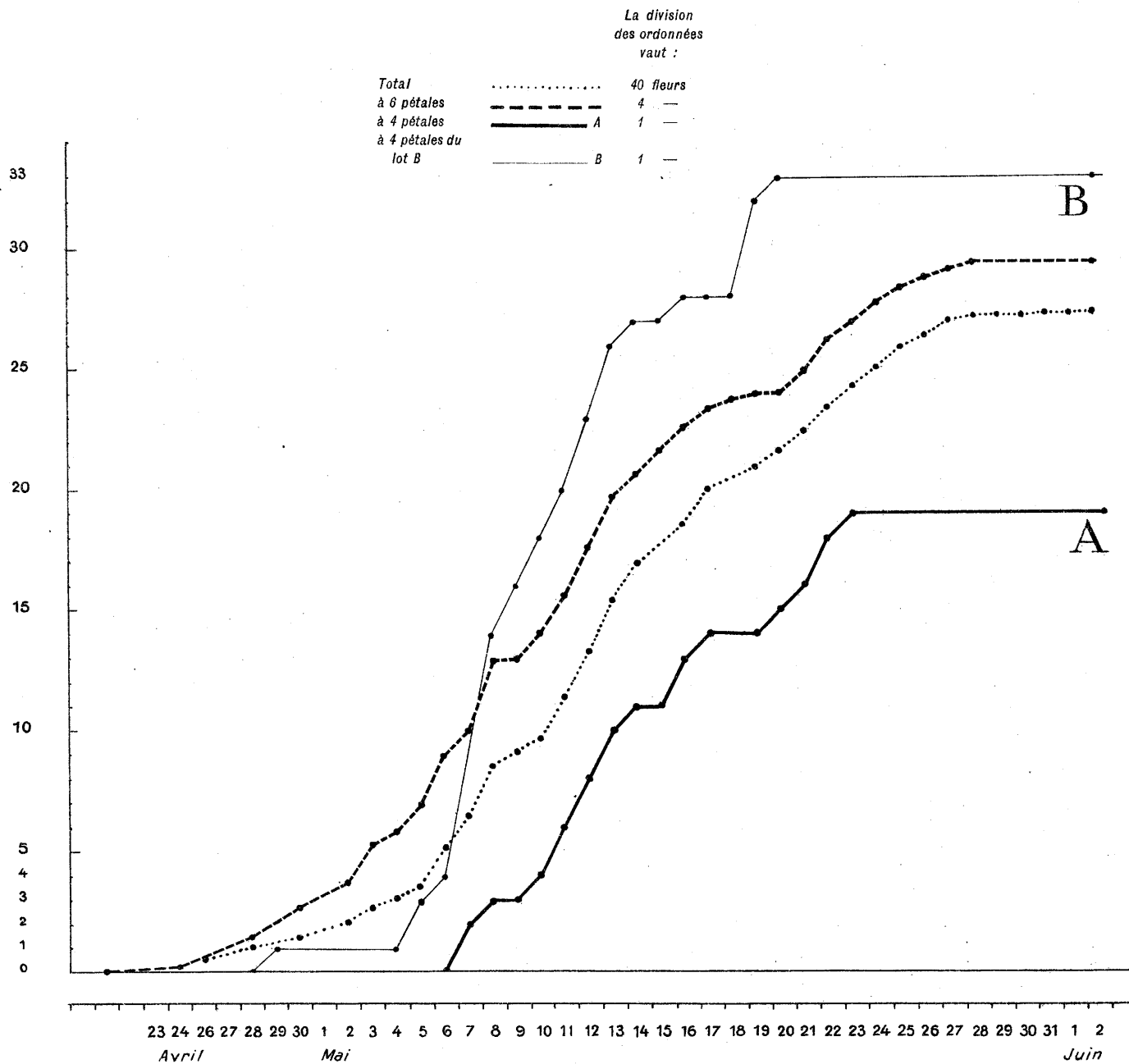


Les deux échelles à graduation variable mesurées sur les abscisses représentent le temps consacré à l'épanouissement de chaque groupe de 50 fleurs.  
La hauteur mesurée sur la ligne des ordonnées indique le nombre (entier ou fractionnaire) des fleurs hexamères réparties dans chaque cinquantaine.  
Les flèches marquent la connexion des recrudescences de floraison terminale avec les recrudescences (consécutives) de floraison latérale.

Flours terminales — — — — —  
— latérales —————

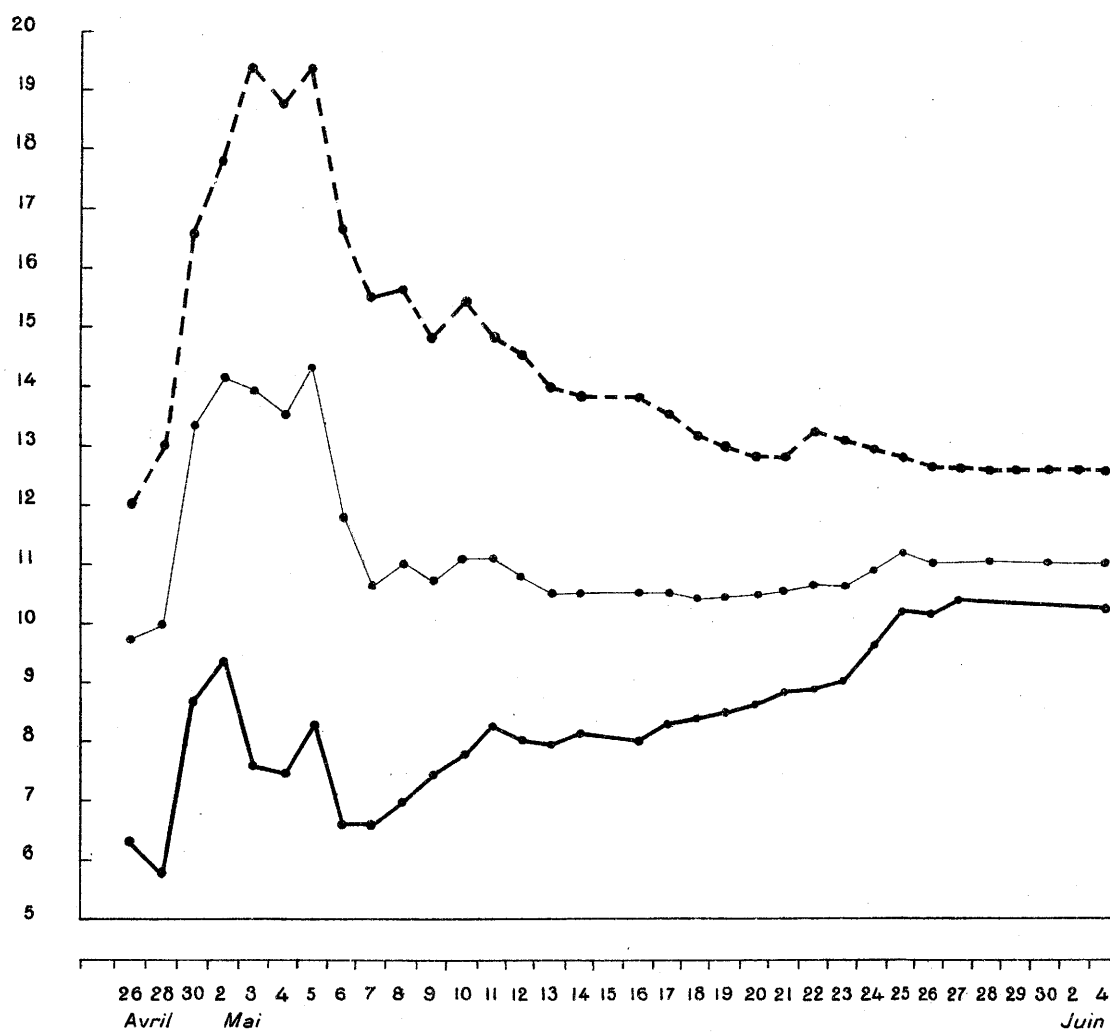


ENSEMBLE DES RÉCOLTES DE FLEURS TERMINALES



Le chiffre des ordonnées représente la somme des fleurs à 4, 6 et 7 pétales épanouies depuis l'origine sur 100 :

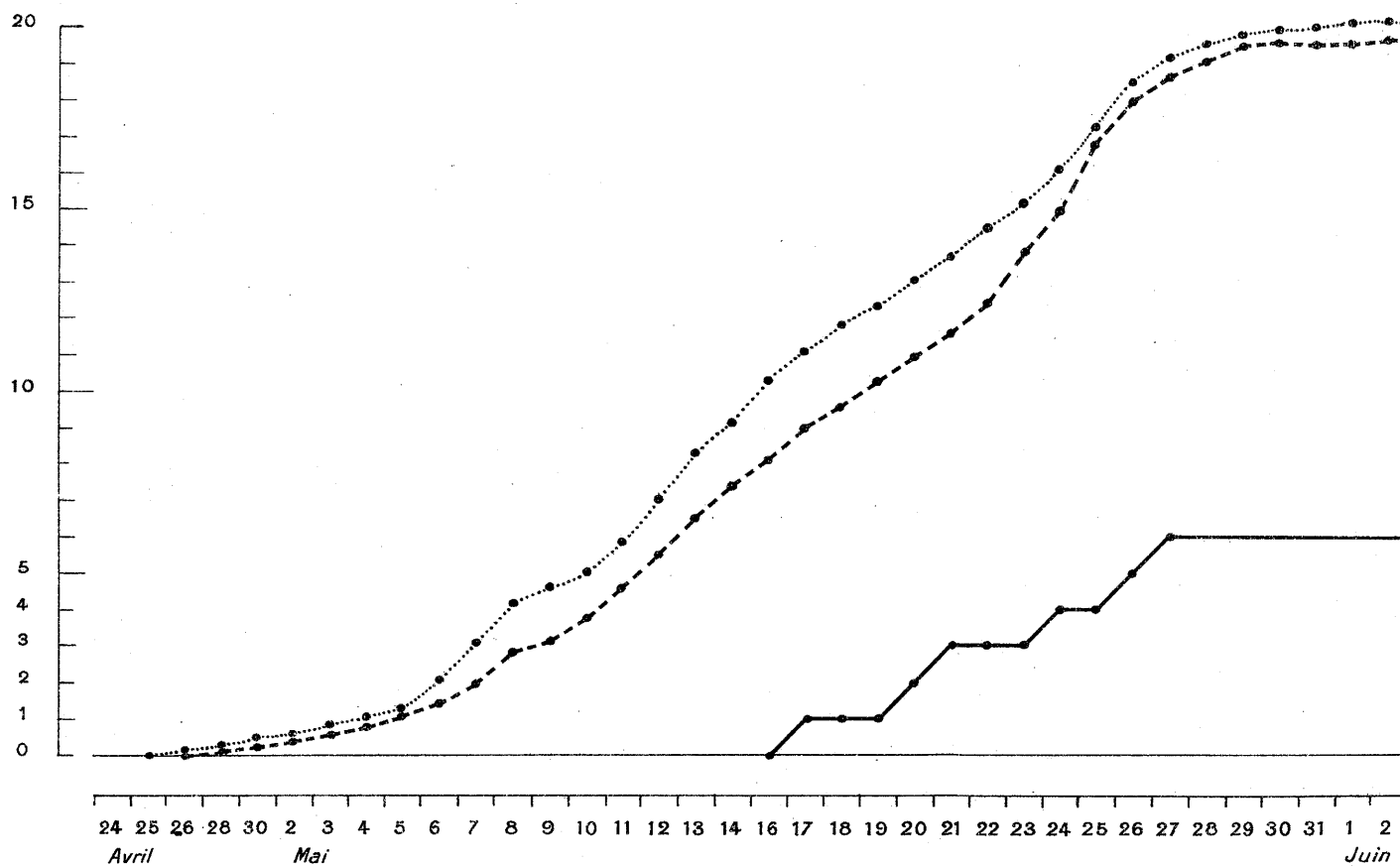
Fleurs terminales : ligne supérieure  
— (total) : ligne moyenne  
— latérales : ligne inférieure



ENSEMBLE DES RÉCOLTES DE FLEURS LATÉRALES

La division  
des ordonnées  
vaut :

Total	.....	100 fleurs
à 6 pétales	-----	10 "
à 7 pétales	—————	1 "



Les fleurs terminales hexamères n'atteignent pas le même degré de symétrie que les fleurs tétramères. On aurait pu croire qu'elles régularisent, en le doublant dans les verticilles extérieurs, le type trimère du pistil; mais ce dernier prend fréquemment un quatrième carpelle qui trouble toute la symétrie. Ce sont, en définitive, les fleurs tétramères qui atteignent le plus haut degré de perfection morphologique réalisé par les fleurs terminales.

### Corolles heptamères

A l'inverse des fleurs tétramères, les fleurs à 7 pétales sont presque exclusivement latérales. J'en ai noté une seule terminale, le 5 mai; encore n'avait-elle que 6 étamines, le type 7 était limité aux enveloppes florales.

Les fleurs latérales heptamères sont au nombre de six dans le lot A. De même que les fleurs terminales tétramères, elles ont toutes apparu durant une période courte, en onze jours, du 17 au 27 mai, une chaque jour les 17, 20, 21, 24, 26 et 27. Dans le lot examiné en 1906 (2 mètres comprenant le lot B de 1907), les fleurs heptamères étaient toutes latérales, au nombre de 12: ce qui représente la même proportion que dans le lot A de 1907. L'éclosion s'était achevée aussi rapidement qu'en 1907, car, sur trois récoltes hebdomadaires, faites les 13, 20 et 27 mai, la première et la dernière ont fourni chacune une seule fleur à 7 pétales; les dix autres s'étaient épanouies du 14 au 20 mai. On n'en a pas vu après le 27 mai. Étant donné qu'en 1907 la végétation avait subi un retard d'au moins huit jours en raison des conditions météorologiques, on voit que les dates d'éclosion des fleurs heptamères, comme leur localisation aux fleurs latérales, sont demeurées constantes.

Si modeste que soit la récolte des fleurs à 7 pétales dans le lot A, elle tire quelque importance de sa concordance avec celle de 1906 et de ce fait qu'elle se présente en bloc, en peu de temps, dans la même catégorie de fleurs, et qu'elle se produit précisément au moment où cette catégorie (celle des fleurs latérales) possède la plus forte proportion de fleurs hexamères (tracés n° 9 et n° 1).

Une autre observation indique que les fleurs heptamères relèvent du même déterminisme que les latérales hexamères. Sur les

12 fleurs heptamères de 1906, nous avons une paire dont les deux fleurs répondent au même type, 3 heptamères opposées à des pentamères; les 7 autres sont opposées à des fleurs hexamères. Dans la même statistique, sur 117 fleurs hexamères, 82 formaient 41 paires; il restait donc seulement 35 fleurs opposées à des fleurs de type différent, ou 28 si l'on défalque les 7 opposées à des fleurs à 7 pétales.

Les rapports des fleurs à 7 pétales avec les fleurs hexamères semblent donc être les mêmes, chez les fleurs latérales, que les rapports des fleurs tétramères avec les hexamères chez les fleurs terminales. Le type 6 conduit au type 7 chez les fleurs latérales, au type 4 chez les terminales.

### Conclusions

Le nombre des pétales varie habituellement de 4 à 7 chez le *Phlox subulata*.

Les nombres entiers 4, 5, 6, 7 sont fixés dans cette espèce; les pétales y sont égaux et les nombres fractionnaires ménageant des transitions entre ces valeurs numériques simples y sont exceptionnels.

Les divers nombres varient de fréquence selon la touffe considérée. Le type 4 était plus fréquent par rapport au type 6 dans la touffe B que dans la touffe A. Cette variation est indépendante de la fécondation croisée, toute la bordure étudiée provenant du bouturage d'une même plante et ne donnant pas de graines.

Les divers nombres varient de fréquence selon l'époque de la floraison. Les nombres 5 et 6 sont normaux à toutes les périodes et gardent entre eux un rapport voisin d'un neuvième. Les nombres 4 et 7 sont limités à l'apogée de la floraison (sauf les cas sporadiques), le premier devant le second.

Les divers nombres sont inégalement répartis entre les fleurs terminales et les fleurs latérales; le nombre 4 appartient normalement aux terminales, le nombre 7 aux latérales. Le nombre 6 est répandu dans les deux catégories. Dans le lot A; il est un peu plus fréquent dans les fleurs terminales que dans les latérales. Cette prépondérance s'affaiblit à mesure que la production des fleurs terminales se ralentit. Le nombre de fleurs hexamères sur

100 fleurs terminales décroît du début à la fin, comme le nombre total des fleurs terminales par rapport aux latérales. Le taux des fleurs latérales hexamères suit la progression inverse et finit par dépasser celui des fleurs terminales hexamères. Dans notre statistique du lot A, il ne parvient pas, pourtant, à regagner l'avance des terminales, en sorte que le taux général des fleurs hexamères se solde au profit des terminales. (Voir le tableau E.)

Les fleurs terminales du type 7 et les fleurs latérales du type 4 constituent une exception échappant, actuellement, à toute interprétation.

Le type 6 est l'indice d'une végétation robuste qui aboutit à la régularisation de tous les verticilles sur le type 4, dans les fleurs terminales, à l'hétéromérie déréglée et aux corolles à 7 pétales dans les fleurs latérales.

Aucune de ces valeurs numériques n'est l'expression directe de l'atavisme ou de l'influence de la structure de l'appareil végétatif sur la morphologie de la fleur. Aucune ne constitue une anomalie (réserve faite pour les terminales à 7 et pour les latérales à 4 pétales). Il s'agit de caractères spécifiques de fréquence variable.

Si nous voulons introduire les résultats de cette statistique dans la diagnose de l'espèce, nous dirons que la corolle de *Phlox subulata* compte, dans les cultures de vigueur moyenne, 5 ou 6 pétales, le premier nombre étant plus fréquent que le second (9 fois dans les conditions observées). Les nombres 4 et 7 apparaissent, le premier dans les fleurs terminales, le second dans les latérales, quand les conditions de la végétation sont particulièrement favorables. La présence exclusive de fleurs à 5 pétales est, au contraire, un indice de faiblesse.

*N. B.* — Les tableaux A-E et les graphiques n° 1 à n° 9 résument la statistique du lot A, sauf le tracé B du graphique n° 7, qui se rapporte au lot B.

Dans le tableau A, les chiffres en caractères gras (542) indiquent la moitié de la récolte totale, les chiffres penchés (92) la récolte quotidienne maxima, les \* l'égalité de deux catégories.

TABLEAU A

NUMÉROS D'ORDRE	DATES des RÉCOLTES	ENSEMBLE des fleurs T + L		FLEURS terminales T		FLEURS latérales L		ENSEMBLE des fleurs hexa- mères T6 + L6		TERMI- NALES hexa- mères T6		LATÉ- RALES hexa- mères L6		TERMI- NALES tétra- mères T4		LATÉ- RALES tétra- mères L4		TERMI- NALES HEPTA- MÈRES T7		LATÉ- RALES hepta- mères L7	
		Récolte totale	Récolte quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne
1907																					
1	21 avril	1	1	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
2	22	1	0	1	0	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
3	23	2	1	2	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
4	24	8	6	6	4	2	2	1	1	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
5	25	16	8	11	5	5	3	2	1	1	0	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»
6	26	41	25	25	14	16	11	4	2	3	2	1	0	»	»	»	»	»	»	»	»
7	27	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
8	28	80	39	46	21	34	18	8	4	6	3	2	1	»	»	»	»	»	»	»	»
9	29	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
10	30	112	32	66	20	46	12	15	7	11	5	4	2	»	»	»	»	»	»	»	»
11	1 <sup>er</sup> mai	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
12	2	148	36	84	18	64	18	21	6	15	4	6	2	»	»	»	»	»	»	»	»
13	3	201	53	108	24	93	20	28	7	21	6	7	1	»	»	»	»	»	»	»	»
14	4	231	30	123	15	108	15	31	3	23	2	8	1	»	»	»	»	»	»	»	»
15	5	278	47	144	21	134	26	37	8	28	5	11	3	»	»	»	»	»	»	»	»
16	6	425	147	210*	66	215*	81	40	10	35	7	14	3	»	»	»	»	»	»	»	»
17	7	598	173	276	66	322	107	61	12	41	6	20	6	2	2	1	1	»	»	»	»
18	8	766	168	350	74	416	94	80	19	52	11	28	8	3	1	1	0	»	»	»	»
19	9	829	63	370	20	459	43	85	5	52	0	33	5	3	0	1	0	»	»	»	»
20	10	912	83	397	27	515	56	96	11	57	5	39	6	4	1	1	0	»	»	»	»
21	11	1081	149	467	70	594	79	111	15	63	6	48	9	6	2	1	0	»	»	»	»
22	12	1246	185	542	75	704	110	126	15	71	8	55	7	8	2	1	0	»	»	»	»
23	13	1473	227	634	92	839	135	144	28	79	8	65	10	10	2	1	0	»	»	»	»
24	14	1601	128	682	48	919	80	156	12	83	4	73	8	11	1	1	0	»	»	»	»
25	15	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
26	16	1787	186	751	69	1036	117	173	17	91	8	82	9	13	2	1	0	»	»	»	»
27	17	1917	136	802	51	1115	79	185	11	94	3	90	8	14	1	2	1	»	»	»	»
28	18	2012	95	828	26	1184	69	191	7	95*	1	96*	6	14	0	»	»	»	»	»	»
29	19	2082	70	844	16	1238	54	199	8	96	1	103	7	14	0	»	»	»	»	»	»
30	20	2175	93	877	33	1298	60	208	7	97	1	109	6	15	1	»	»	»	»	»	»
31	21	2270	95	909	32	1361	63	215	9	100	3	115	6	16	1	»	»	»	»	»	»
32	22	2390	120	945	36	1445	84	229	14	106	6	123	8	18	2	»	»	»	»	»	»
33	23	2493	103	978	33	1515	70	239	10	108	2	131	8	19	1	»	»	»	»	»	»
34	24	2610	117	1009	31	1601	86	260	21	112	4	148	17	»	»	»	»	»	»	»	»
35	25	2755	145	1043	34	1712	111	281	21	114	2	167	19	»	»	»	»	»	»	»	»
36	26	2913	158	1075	32	1838	126	294	13	116	2	178	11	»	»	»	»	»	»	»	»
37	27	3007	94	1084	0	1923	85	303	9	117	1	186	8	»	»	»	»	»	»	»	»
38	28	3054	47	1092	8	1962	39	303	5	118	1	190	4	»	»	»	»	»	»	»	»
39	29	3079	25	1093	1	1986	24	313	5	»	»	195	5	»	»	»	»	»	»	»	»
40	30	3096	17	1094	1	2002	16	315	2	»	»	197	2	»	»	»	»	»	»	»	»
41	31	3097	1	1094	0	2003	1	»	»	»	»	197	0	»	»	»	»	»	»	»	»
42	1 <sup>er</sup> juin	3104	7	1095	1	2009	6	»	»	»	»	197	0	»	»	»	»	»	»	»	»
43	2	3111	7	1096	1	2015	6	316	1	»	»	198	1	»	»	»	»	»	»	»	»
44	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
45	4	3115	4	»	»	2019	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
46	5	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
47	6	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
48	7	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
49	8	3116	1	1097	1	2019	0	316	0	118	0	198	0	19	0	2	0	1	6	0	0
Moitié de la récolte.		1558		548		1010		158		59		99		9,5						3	



Pourcentage quotidien des fleurs épanouies depuis l'origine

TABLEAU B

DATES	HEXAMÈRES			TÉTAMÈRES	HEPTAMÈRES
	TOTAL	TERMINALES	LATÉRALES	TERMINALES	LATÉRALES
1907					
24 avril . . . .	12,5	16,66	0	»	»
25 — . . . .	12,5	9	20	»	»
26 — . . . .	9,756	12	6,25	»	»
28 — . . . .	10	13	5,88	»	»
30 — . . . .	13,39	16,66	8,695	»	»
2 mai . . . .	14,189	17,85	9,37	»	»
3 — . . . .	14	19,4	7,52	»	»
4 — . . . .	13,42	18,7	7,4	»	»
5 — . . . .	14,39	19,44	8,26	»	»
6 — . . . .	11,76	16,66	6,5	»	»
7 — . . . .	10,367	14,85	6,2	0,72	»
8 — . . . .	10,57	14,85	6,73	0,85	»
9 — . . . .	10,25	14	7,19	0,81	»
10 — . . . .	10,52	14,35	7,57	1	»
11 — . . . .	10,47	13,49	8,08	1,28	»
12 — . . . .	10,19	13,1	7,81	1,476	»
13 — . . . .	9,776	12,46	7,747	1,57	»
14 — . . . .	9,74	12,17	7,94	1,61	»
16 — . . . .	9,681	12,118	7,91	1,73	»
17 — . . . .	9,65	11,72	8,07	1,87	0,089
18 — . . . .	9,54	11,47	8,10	1,69	»
19 — . . . .	9,558	11,37	8,32	1,658	»
20 — . . . .	9,471	11,06	8,39	1,71	0,154
21 — . . . .	9,471	11	8,45	1,76	0,22
22 — . . . .	9,581	11,21	8,51	1,904	»
23 — . . . .	9,586	11,04	8,646	1,942	»
24 — . . . .	9,961	11,10	9,244	»	0,249
25 — . . . .	10,2	10,93	9,754	»	»
26 — . . . .	10,092	10,791	9,684	»	0,272
27 — . . . .	10,07	10,792	9,672	»	0,312
28 — . . . .	10,085	10,8	9,684	»	»
30 — . . . .	10,16	10,796	9,818	»	»
2 juin . . . .	10,157	»	9,826	»	»
8 — . . . .	10,141	10,756	9,8	1,73	0,297

→ Vers le taux minimum.

## Relevé quotidien du total des fleurs terminales sur 100 fleurs épanouies

TABLEAU C

	DEPUIS L'ORIGINE	DEPUIS LA VEILLE
21 avril . . . . .	100	100 $\frac{1}{2}$
22 — . . . . .	100	100
23 — . . . . .	100	100
24 — . . . . .	75	66 $\frac{1}{3}$
25 — . . . . .	68,7	62,5
26 — . . . . .	61	56
28 — . . . . .	57,5	53,8
30 — . . . . .	58,92	62,5
2 mai . . . . .	56,73	50 $\frac{1}{2}$
3 — . . . . .	53,73	45,28
4 — . . . . .	53,24	50
5 — . . . . .	51,8	44,68
6 — . . . . .	49,41	44,9
7 — . . . . .	46,15	38,1
8 — . . . . .	45,69	44
9 — . . . . .	44,63	31,74
10 — . . . . .	43,53	32,5 $\frac{1}{3}$
11 — . . . . .	44,01	46,98
12 — . . . . .	43,5	40,54
13 — . . . . .	43,04	40,528
14 — . . . . .	42,598	37,50
16 — . . . . .	42,02	37,09
17 — . . . . .	41,836	39,23
18 — . . . . .	41,153	27,36
19 — . . . . .	40,538	22,85
20 — . . . . .	40,3	35,48
21 — . . . . .	40,044	33,68
22 — . . . . .	39,539	30
23 — . . . . .	39,229	32
24 — . . . . .	38,65	26,5 $\frac{1}{4}$
25 — . . . . .	37,85	23,44
26 — . . . . .	36,90	20,25 $\frac{1}{4}$
27 — . . . . .	36,04	9,57 $\frac{1}{10}$
28 — . . . . .	35,75	17
30 — . . . . .	35,498	4

Répartition des fleurs terminales T et des fleurs latérales L en lots de cinquante et des fleurs hexamères dans chaque lot

TABLEAU D

TOTAL DES FLEURS de chaque catégorie	HEXAMÈRES	
	TERMINALES	LATÉRALES
50	Après le 28 avril . . . 7	Après le 30 avril . . . 4,5
100	Avant le 3 mai . . . 12	— 3 mai . . . 3
150	Après le 5 — . . . 9,6	— 5 — . . . 4
200	Avant le 6 — . . . 5,3	Avant le 6 — . . . 2
250	— 7 — . . . 4,7	— 7 — . . . 2,5
300	— 8 — . . . 6,1	— 7 — . . . 2,5
350	Le 8 — . . . 7,3	— 8 — . . . 4
400	Le 10 — . . . 5	— 8 — . . . 4,5
450	Avant le 11 — . . . 4,5	Le 9 — . . . 5
500	— 12 — . . . 5	Le 10 — . . . 6
550	Après le 12 — . . . 5,2	
600	Avant le 13 — . . . 4,3	Le 11 — . . . 5
650	Après le 13 — . . . 4,35	
700	— 14 — . . . 4,85	Le 12 — . . . 3,5
750	Le 16 — . . . 5,8	
800	Le 17 — . . . 3	Avant le 13 — . . . 5
850	Avant le 20 — . . . 2,5	
900	Le 21 — . . . 3,5	Le 14 — . . . 4
950	Le 22 — . . . 6	
1 000	Avant le 24 — . . . 5,5	Avant le 16 — . . . 4
1 050	Le 25 — . . . 2,5	
1 100	Le 8 juin . . . 4	Le 17 — . . . 4
1 150		
1 200		Avant le 19 — . . . 5
1 250		
1 300		Le 20 — . . . 5
1 350		
1 400		Avant le 22 — . . . 5
1 450		
1 500		Le 23 — . . . 7
1 550		
1 600		Le 24 — . . . 10
1 650		
1 700		Le 25 — . . . 8
1 750		
1 800		Avant le 26 — . . . 4
1 850		
1 900		Avant le 27 — . . . 4
1 950		
2 000		Le 30 — . . . 6
2 015		Le 2 juin . . . 1

TABLEAU E

TYPE	POURCENTAGE DES FLEURS	
	TERMINALES	LATÉRALES
5	87,42	89,8
6	10,756	9,8
4	1,732	0,099
7	0,091	0,3

## OUVRAGES

### REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ PENDANT L'ANNÉE 1907

*N. B.* — Il n'est pas envoyé d'accusés de réception; la liste des ouvrages reçus, rédigée avec soin, en tient lieu

#### *I — Publications périodiques*

- ACIREALE. — Rendi-compti dell' Accademia di scienze, lettere ed arti degli zelanti. 1901-1904; 1904-1905.
- ALBUQUERQUE. — Bulletins nos 43, 44 of University of New-Mexico (U. S.).
- AMIENS. — Bulletin de la Société industrielle. 1906, t. XLIV, nos 4, 5; 1907, t. XLV, nos 1 à 3.
- AMSTERDAM. — Koninklijke Akademie der Wetenschappen :  
Verlagen. D. XV, 1, 2.  
Verhandelingen. 1<sup>re</sup> section, D. IX, 4.  
— 2<sup>e</sup> section, D. I, 1-10; D. II, 1-2; D. III, 1-14;  
D. IV, 1-9; D. XIII, 1, 2, 3.
- ANN ARBOR. — Annual report of the Michigan. 1906.
- ARCACHON. — Société scientifique. 10<sup>e</sup> année, 1907.
- AUTUN. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle. 1906, 19<sup>e</sup> Bulletin.
- BASEL. — Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft. B. XIX, H. 1.
- BATAVIA. — Koninklijke natuurkundige vereeniging in Nederl.-Indië. D. LXVI.
- BERGEN. — Bergens Museums Aarbørg :  
Aarbog. 1906, n<sup>o</sup> 3; 1907, nos 1, 2.  
Aarsberetning. 1906.  
An Account. Vol. V, nos 17 à 20.
- BERLIN. — Sitzungsberichte der königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften. 1907, I-LIII.
- BERNE. — Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft. 1591-1608; 1609-1628.
- BESANÇON. — Mémoires de la Société d'émulation du Doubs. 7<sup>e</sup> série, 10<sup>e</sup> vol., 1905; table générale, 1841-1905; 8<sup>e</sup> série, 1<sup>er</sup> vol., 1906.  
— Société d'histoire naturelle du Doubs. No 13.
- BÉZIERS. — Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles. 1905-1906.
- BONN. — Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens. 1906, H. 2.  
— Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 1906, 2.
- BORDEAUX. — Actes de la Société linnéenne. 7<sup>e</sup> série, t. I.

- BOSTON. — Proceedings of the American Academy of arts and sciences.  
Vol. 42, nos 13 à 29; vol. 43, nos 1 à 11.
- BOURG. — Annales de la Société d'émulation et d'agriculture. 1906, 4; 1907,  
1, 2, 3.  
— Bulletin de la Société des naturalistes de l'Ain. 1907, 1, 2.
- BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1906, 84 J.  
— Litteratur... 1904-1906.
- BRUNN. — Verhandlungen des naturforschenden Vereins. XLIV, 1905.  
— Bericht der meteorologischen Commission des naturforschenden  
Vereins. 1904.
- BRUXELLES. — Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de  
Belgique. Bulletin in-8 (classe des sciences), 1906, 9-12; 1907, 1-5.  
— Mémoires couronnés in-8. T. I, fasc. 6, 7, 8; t. II, fasc. 1, 2.  
— Mémoires in-4. T. I, fasc. 3, 4.  
— Annuaire. 1907.  
— Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique. 1906, 1, 2, 3.
- BUCHAREST. — Bulletin de l'Institut météorologique de Roumanie. Année XIV,  
1905.  
— Annales... T. XVIII, 1902.
- BUENOS-AIRES. — Anales del Museo nacional. T. VII.
- CAEN. — Mémoires de l'Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres.  
1906.  
— Bulletin de la Société linnéenne de Normandie. 1906. 10<sup>e</sup> volume.  
— Mémoires... 22<sup>e</sup> volume.
- CARCASSONNE. — Société d'études scientifiques de l'Aude. T. XVIII, 1907.
- CHALON-SUR-SAÔNE. — Bulletin de la Société des sciences naturelles de Saône-  
et-Loire. T. XII, nos 9 à 12; t. XIII, nos 1 à 10.
- CHARLEVILLE. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle des Ardennes.  
T. IX, 1902; t. X, 1903; t. XI, 1904; t. XII, 1905.
- CHERBOURG. — Mémoires de la Société nationale des sciences naturelles.  
T. XXXV.
- CHICAGO. — Field Museum of Natural history. Vol. II, 5; vol. III, 5.  
— Geology. Vol. II, 7, 8, 9; vol. III, 5.
- CINCINNATI. — Bulletin of the Lloyd library of botany, pharmacy and materia  
medica. N<sup>o</sup> 9, 1907.
- COIRE. — Jahresberichte der naturforschenden Gesellschaft Graubündens.  
XLIX, B.
- COLMAR. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle. 1905-1906.
- COLUMBUS. — Journal of Mycologie of University, nos 89, 90, 91.  
— The Ohio Naturalist. Vol. VII, 3, 4.
- COPENHAGEN. — Kongelige danske videnskaberne Selskab. Oversigt. 1906,  
n<sup>o</sup> 6; 1907, nos 1 à 4.  
— Mémoires. T. III, n<sup>o</sup> 2; t. IV, nos 1, 2, 3, 4; t. V, n<sup>o</sup> 1.
- CRACOVIE. — Bulletin international de l'Académie des sciences :  
Mathématiques. 1906, 4-10; 1907, 1-8.  
Philologie, histoire et philosophie. 1906, 4-10; 1907, nos 1-7.  
Catalogue. T. VI, 1-4; t. VII, 1, 2.

- DANZIG. — Schriften der naturforschenden Gesellschaft. B. XII.
- DAVENPORT. — Proceedings of the Academy of natural Sciences. Vol. II, p. 1, 2; vol. III, p. 1, 2, 3; vol. VI, IX, X, XI, XII.
- ÉPINAL. — Annales de la Société d'émulation des Vosges. 1907, 1, 2.
- ÉVREUX. — Recueil de la Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de l'Eure. T. IV, 1906.
- FLORENCE. — « Redia » R. Stazione di entomologia agraria. Vol. III, fasc. 2; vol. IV, fasc. 1.
- GÈNES. — Atti della Società ligustica di scienze naturali geografiche. T. XVII, fasc. 3, 4; t. XVIII, fasc. 1.
- GENÈVE. — Annuaire du Conservatoire et du jardin botanique de Genève. 10<sup>e</sup> année, 1907.  
— Société de physique et d'histoire naturelle. Vol. XXXIV, 1902-1905; vol. XXXV, 1905-1907, fasc. 1, 2, 3.
- GIESSEN. — Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. B. I, 1904-1906.  
Medizinische Abt. B. II.
- GÖRLITZ. — Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft. XXV. B. II.
- GOTHEMBOURG. — Kong. Vetenskaps- och Vetterhets-Samhälles handlingar. VII, VIII, IX.
- GRAY. — Bulletin de la Société grayloise d'émulation. T. IX, 1906.
- GUÉRET. — Mémoires de la Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse, T. X, 2.
- HAMBURG-JOHANNEUM. — Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins. B. XIX, 1, 2.  
Verhandlungen... XIV, 1906.
- HARLEM. — Société hollandaise des sciences. T. XII, 1-5.
- HAVRE (LE). — Bulletin de la Société géologique de Normandie. T. XXVI, 1906.
- INSBRUCK. — Zeitschrift des Ferdinandeum für Tyrol und Vorarlberg. 50, 1906; 51, 1907.
- KANSAS. — Bulletin of the University of Kansas. Vol. IV, 1-6.  
— The University geological Survey of Kansas. Vol. VIII, 1904.  
— Mineral resources... 1902, 1903.
- KIEF. — Mémoires de la Société des naturalistes. T. XX, fasc. 2.
- LANGRES. — Bulletin de la Société des sciences naturelles de la Haute-Marne. Nos 13, 14, 15.
- LAUSANNE. — Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles: Nos 157, 158, 159, 160.
- LAVAL. — Mayenne-Sciences (Société scientifique). 1906, 1907.
- LEIPZIG. — Mitteilungen des Vereins für Erdkunde. 1906.  
— Verhandlungen der Königlich-Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1906, 6, 7, 8; 1907, 1, 2, 3.  
Abhandlungen... B. XXX, 1, 2, 3.
- LEVALLOIS-PERRET. — Annales de l'Association des Naturalistes. T. XI, 1905; t. XII, 1906.  
Bulletin... 1906, 4; 1907, 1, 2.
- LIÈGE. — Mémoires de la Société royale des sciences. 3<sup>e</sup> série, t. VI.

- LIVERPOOL. — Proceedings of the Liverpool biological Society. Vol. XXI.
- LOUVAIN. — Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 1906-1907, 1, 2, 3, 4, Suppl.  
— Revue des questions scientifiques. T. XI, 1, 2, 3, 4; t. XIII, 1.
- LUXEMBOURG. — Archives trimestrielles de la section des sciences naturelles et mathématiques. 1906, 3, 4.  
— « Fauna », Verein Luxemburger Naturfreunde. XVI, 1906.
- LYON. — Actes de la Société linnéenne. 1906, 53.  
— Annales de la Société botanique. 1906, 31.
- MACON. — Bulletin trimestriel de la Société d'histoire naturelle. 3<sup>e</sup> vol., fasc. 1, 2.
- MANCHESTER. — Memoirs of the literary and philosophical Society. Vol. 51, p. 1, 2, 3.
- MARSEILLE. — Bulletin de la Société scientifique industrielle. 1906, 1 à 4.
- MEXICO. — Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique central. 1902, n<sup>o</sup> 12; 1903, n<sup>os</sup> 1, 2, 3, 4; 1904, n<sup>os</sup> 7, 8, 9.  
— Observatoire astronomique. T. X, n<sup>os</sup> 4, 6, 7.  
— Annuaire astronomique. 1907.  
— Bulletin de l'Institut géologique. N<sup>os</sup> 21, 22, 24.  
— Memorias de la Sociedad científica « Antonio Alzate ». T. XXIII, 5-12; t. XXIV, 1-12; t. XXV, 1.
- MILWAUKEE (Wisconsin). — Bulletin of the Wisconsin natural history Society. 1900, vol. I, 1, 2, 3, 4; 1902, vol. II, 1, 2, 3, 4.
- MONTAUBAN. — Recueil de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Tarn-et-Garonne. T. XXII, 1906.
- MONTBÉLIARD. — Mémoires de la Société d'émulation. 34<sup>e</sup> volume.
- MONTPELLIER. — Mémoires de l'Académie des sciences et lettres. T. III, fasc. 5, 6, 7.
- MOSCOU. — Bulletin de la Société impériale des naturalistes. 1905, n<sup>o</sup> 4; 1906, n<sup>os</sup> 1, 2.  
— Nouveaux mémoires in-4. T. XVII, 1.
- MUNICH. — Berichte der Baierischen botanischen Gesellschaft. B. XI. Mitteilungen... B. II, 3, 4.
- NANCY. — Bulletin de la Société de géographie de l'Est. 1907, 1, 2, 3, 4.  
— Bulletin de la Commission météorologique de Meurthe-et-Moselle. 1906.  
— Bulletin de la Société industrielle de l'Est. N<sup>os</sup> 45 à 55.  
— Bulletin de la Société lorraine de photographie. 1907, 1-10.
- NANTES. — Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France. T. VI, n<sup>o</sup> 4; t. VII, n<sup>os</sup> 1, 2.
- NAPLES. — Atti della Reale Accademia di scienze morali e politiche. 37<sup>e</sup> vol., 1906.  
— Bulletin de la Société des naturalistes. Vol. XX.  
— Annali di Neurologia. Anno XXIV, 5, 6; anno XXV, 1, 2, 3.
- NEUCHÂTEL. — Bulletin de la Société neuchâteloise de géographie. T. XVII, 1906.
- NEW-YORK. — Transactions of the Academy of sciences. Vol. XVII, 1, 2.
- NIORT. — Bulletin de la Société botanique des Deux-Sèvres. 1906, 18<sup>e</sup> Bulletin.



- OBERLIN (Ohio). — Journal of ornithology. Vol. XIII, n° 4; vol. XIV, nos 1, 2, 3.  
 — Laboratory bulletin... 13.
- PARIS. — Association française pour l'avancement des sciences. 35<sup>e</sup> session.  
 Lyon, 1906, 1, 2.  
 Bulletin mensuel... Nouvelle série. 1906, nos 5, 6, 7, 8.  
 — Bulletin du laboratoire d'essais du Conservatoire national des arts et métiers. Nos 10, 11, 12.  
 — Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes des départements. 1906.  
 — Feuille des jeunes naturalistes. Nos 436 à 448.
- PERPIGNAN. — Mémoires de la Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales. 1907, 48<sup>e</sup> volume.
- PHILADELPHIE. — Proceedings of the Academy of natural sciences. Vol. LVIII, p. 2, 3; vol. LIX, p. 1, 2.  
 — Journal... Vol. XIII, p. 3.
- PISE. — Atti della Società toscana di scienze naturali. Vol. XXII.  
 — Processi-verbali... Vol. XVI, p. 19-80.
- PORTO. — Annaes scientificos da Academia Polytechnica. Vol. II, nos 1, 2, 3.
- PRAGUE. — Sitzungsberichte der königlich-böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1906.  
 Jahresbericht... 1906.  
 — Acta Societatis entomologicae Bohemiae. Vol. III, 1906, 2, 3, 4; vol. IV, 1907, 1, 2, 3.
- REIMS. — Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles. T. XV, 1, 2, 3, 4.
- RIO-DE-JANEIRO. — Archivos do Museo nacional. Vol. XI, XII.  
 — Bulletin du ministère de la marine. Anno IX, n° 16; anno XI, 5-9.  
 — Boletim mensal de l'Observatoire astronomique et météorologique. 1906, 1-12.  
 Annales... T. VI, VIII.  
 Annuaire. 1907.
- ROME. — Atti della Reale Accademia dei Lincei. 1907, 1<sup>er</sup> semestre, 1-12; 2<sup>e</sup> semestres, 1-12.  
 — Dell' Adunanza solenne. 1907.
- ROUEN. — Bulletin de la Société des Amis des sciences naturelles. 1905, 1, 2.
- SAINT-DIÉ. — Bulletin de la Société philomatique vosgienne. Table 1875-1905; 1906-1907.
- SAINT-LOUIS. — The Transactions of the Academy of sciences. Vol. XVI, 1 à 7.  
 — Missouri botanical Garden. 1906.
- SAINT-PÉTERSBOURG. — Archives des sciences biologiques. T. XII, 3, 4, 5; t. XIII, 1, 2.  
 — Bulletin du Comité géologique. Vol. XXIII, 7-10.  
 — Mémoires de l'Académie impériale des sciences :  
 Nouvelle série, nos 3, 18, 19, 20, 22, 24.  
 Bulletin in-4... 1-18; 1908, 1.

- SAN FRANCISCO. — Proceedings of the Academy of Sciences of California.  
Fourth series. Vol. I, pp. 1-6.
- STON. — Bulletins-fascicules de la Société murithienne du Valais. Nos 3, 4, 7  
à 15, 19-24, 26-28 (table, fasc. 1-27), 29-31, 33, 34 et suppl.
- STOCKHOLM. — Kongliga Svenska Vetenskaps Akademié :  
Kongliga Svenska. B. 41/6, 7 ; B. 42/1-9.  
Meddelanden. B. 6, 7.  
Aarsbok. 1906, 1907.  
Prix Nobel. 1904, 1905.
- Arkiv för Botanik. B. VI, 3, 4.
  - Mineralogy, etc. B. II, 4, 6.
  - Mathematik, etc. B. III, 2, 3, 4.
  - Zoology. B. III, 3, 4.
- TOULOUSE. — Mémoires de l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres.  
10<sup>e</sup> série, t. VI.
- Bulletin de la Société d'histoire naturelle. 1906, nos 3, 4.
  - Rapport annuel des travaux des Facultés de l'Université de Toulouse. 1905-1906.
  - Annuaire... 1906-1907, 1907-1908.
- TOURS. — Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres  
du département d'Indre-et-Loire. 1906, t. LXXXVI.
- TROITZNOSSOWSK-KIACHTA. — Relation de la Société impériale russe de géo-  
graphie (Sibérie occidentale). T. VIII, 1905, 1, 2, 3.
- UPSAL. — Nova acta Regiæ Societatis scientiarum Upsalensis. Série IV,  
vol. I, nos 5-9 ; vol. II, n<sup>o</sup> 1.
- URBANA. — State laboratory of natural history. Vol. VII, nos 6-9.
- VIENNE. — Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften :  
Mathematik, Physik, Chemie, etc. B. CXV, 1-10.  
Minéralogie, Botanik, Zoologie, etc. B. CXV, 1-10.  
Physiologie, Anatomie, etc. B. CXVI, 1-10.  
Chemie. B. CXV, 1-10.
- Almanach... 1906.
  - Erdbeben Commission... T. XXXI.
  - Verhandlungen der kaiserl.-königl. zoologischen und botanischen  
Gesellschaft. LVI. B.
  - Annalen des kaiserl.-königl. naturhistorischen Hofmuseums. T. XXI,  
1, 2.
- VITRY-LE-FRANÇOIS. — Société des sciences et arts. XXIV, 1904-1905.
- WASHINGTON. — Experiment station record (secretary of agriculture). Vol.  
XVIII, 4-12 ; vol. XIX, 1-3. Publications. 49, 52.
- Smithsonian Institution. 1905, 1, 2 ; 1906, 1.
  - Annual report of the Bureau of ethnology. 1902-1903, 1903-1904.
- WIESBADEN. — J. des Nassauischen Vereins für Naturkunde. J. 60.
- ZAGRA. — Societas historico-naturalis Croatica. T. XVII ; t. XVIII, 1, 2.
- ZURICH. — Naturforschende Gesellschaft. 1906, 2, 3 ; 1907, 1.

## II — Mémoires originaux

- CHARCOT (J.-B.). — Pourquoi faut-il aller dans l'antarctique ? 1 br. in-8.  
 — Programme de l'expédition française au pôle sud. Mission Charcot.
- Discours prononcés à la séance générale du congrès des Sociétés savantes à Montpellier, le samedi 6 avril 1907. Paris, 1907, 1 br. in-8.
- HULTH (J.-M.). — Matériaux pour servir à une bibliographie linnéenne. Part. I, liv. I. Upsala, 1907, 1 vol. in-8.
- KOLLMANN. — Der Schädel von Kleinkems und die Neandertal-Spy-Gruppe. 1 br. in-4.
- DE LASTEYRIE et VIDIER. — Bibliographie des travaux historiques et archéologiques publiés par les sociétés savantes de la France. T. V, 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> livr. Paris, 1905-1906, 2 vol. in-4.  
 Bibliographie annuelle... 1903-1904. Paris, 1906, 1 vol. in-4.
- MIEG (Mathieu). — Zwei neue, in der Umgegend von Kleinkems (Baden) und Sierentz (Ober-Elsass) entdeckte neolithische Stationen. 1 br. in-4.
- MILNE-EDWARDS et PERRIER. — Expéditions scientifiques du *Travailleur* et du *Talisman*. Annélides et Géphyriens, etc. Paris, 1906, 1 vol. in-folio.
- NICKLÈS et JOLY. — Sur la tectonique des terrains secondaires du nord de Meurthe-et-Moselle. Paris, 1907, 1 br. in-8.
- NICKLÈS et JOLY. — Sur la tectonique du nord de Meurthe-et-Moselle. Paris, 1 br. in-4.
- NICOLAS (Dr Ad.). — Note présentée au congrès de Reims (1907) de l'Association française pour l'avancement des sciences. — La langue internationale au point de vue mnémotechnique. 1 plaq. in-4.
- Résolution de la plus importante question médico-légale, dans une arrestation unilatérale de la police napolitaine. 1 br. in-8.
- RISTON (V.). — Léon Vidal, membre d'honneur de la Société lorraine de photographie, 1833-1906. Malzéville-Nancy, 1906, 1 plaq. in-8.
- SALVI (G.). — Morfologia delle arterie dell' Estremità addominale. Parte I. Sassari, 1907, 1 vol. in-8.
- THOMAS (Ph.). — Essai d'une description géologique de la Tunisie. Paris, 1907, 1 vol. in-8.
- TISSIÈRE (M.-P.-G.). — Guide du botaniste sur le grand Saint-Bernard. Aigle, 1868, 1 vol. in-18 cart.
- TOWER (W.-L.). — An investigation of evolution in chrysomelid beetles of the genus *Leptino-tarsa*. Washington, 1906, 1 vol. in-8.
- Transcription des noms propres russes adoptée par l'Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg (séance du 2/15 décembre 1906). 1 feuille in-4.

## SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES

---

### *Sociétés françaises*

- AMIENS. — Société linnéenne du nord de la France.  
— Société industrielle.
- ANGERS. — Société d'études scientifiques.  
— Société industrielle et agricole d'Angers et du département de Maine-et-Loire.
- ARGACHEON. — Société scientifique.
- AUTUN. — Société des sciences naturelles.
- BELFORT. — Société belfortaine d'émulation.
- BESANÇON. — Société d'émulation du Doubs.  
— Société d'histoire naturelle du Doubs.
- BÉZIERS. — Société d'études des sciences naturelles.
- BORDEAUX. — Société linnéenne.  
— Société des sciences physiques et naturelles.
- BOURG. — Société d'émulation et d'agriculture.  
— Société des naturalistes de l'Ain.
- CAEN. — Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres.  
— Société linnéenne de Normandie.
- CARCASSONNE. — Société d'études scientifiques de l'Aude.
- CHALON-SUR-SAÔNE. — Société des sciences naturelles de Saône-et-Loire.
- CHARLEVILLE. — Société d'histoire naturelle des Ardennes.
- CHERBOURG. — Société nationale des sciences naturelles.
- ÉPINAL. — Société d'émulation du département des Vosges.
- ÉVREUX. — Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de l'Eure.
- GRAY. — Société grayloise d'émulation.
- GUÉRET. — Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.
- HAVRE (Le). — Société géologique de Normandie.
- LANGRES. — Société des sciences naturelles de la Haute-Marne.
- LAVAL. — Mayenne-Sciences.
- LEVALLOIS-PERRET. — Association des naturalistes.
- LILLE. — Société géologique du Nord.
- LYON. — Société linnéenne (Palais des Arts, place des Terraux).  
— Société botanique.
- MAGON. — Société d'histoire naturelle.
- MARSEILLE. — Société scientifique industrielle.  
— Annales de la Faculté des sciences.

- MONTAUBAN. — Académie des sciences, lettres et arts de Tarn-et-Garonne.  
 MONTBÉLIARD. — Société d'émulation.  
 MONTPELLIER. — Académie des sciences et lettres (Section des sciences).  
 NANCY. — Académie de Stanislas.  
   — Société de médecine.  
   — Société de géographie de l'Est.  
   — Commission météorologique du département de Meurthe-et-Moselle.  
   — Société lorraine de photographie.  
   — Société industrielle de l'Est.  
 NANTES. — Société des sciences naturelles de l'ouest de la France.  
 NIMES. — Société d'études des sciences naturelles.  
 NIORT. — Société botanique des Deux-Sèvres.  
 PARIS. — Académie des sciences. (A l'Institut, 23, quai de Conti.)  
   — Association française pour l'avancement des sciences. (28, r. Serpente.)  
   — Comité ornithologique international. (61, rue Cuvier.)  
   — Laboratoire d'essais du Conservatoire des arts et métiers. (292, rue Saint-Martin.)  
   — La Feuille des Jeunes Naturalistes. (35, rue Pierre-Charron.)  
   — Muséum d'histoire naturelle. (Jardin des plantes, rue Cuvier.)  
   — Bibliothèque universitaire de la Sorbonne. (A la Sorbonne.)  
 PERPIGNAN. — Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales.  
 REIMS. — Société d'étude des sciences naturelles.  
 ROUEN. — Société des Amis des sciences naturelles.  
 SAINT-DIÉ. — Société philomathique vosgienne.  
 TOULOUSE. — Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres.  
   — Université.  
   — Société d'histoire naturelle.  
 TOURS. — Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire.  
 VERDUN. — Société philomathique de Verdun.  
 VERSAILLES. — Société des sciences naturelles et médicales de Seine-et-Oise.  
 VITRY-LE-FRANÇOIS. — Société des sciences et arts.

*Sociétés étrangères*

- ACIREALE. — Accademia di scienze, lettere ed arti degli zelanti.  
 ALBUQUERQUE. — University of New Mexico.  
 AMSTERDAM. — Koninklijke Akademie der Wetenschappen (Académie royale des sciences).  
 ANN ARBOR. — University of Michigan.  
 BALE. — Naturforschende Gesellschaft.  
 BATAVIA. — Koninklijke natuurkundige vereeniging in Nederl.-Indië.  
 BERGEN. — Bergens museums Aarbog.  
 BERLIN. — Königl.-Preussische Akademie der Wissenschaften.  
 BERNE. — Naturforschende Gesellschaft.  
   — Schweizerische naturforschende Gesellschaft.

BONN. — Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westfalens.

— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.

BOSTON (Massachusetts). — American Academy of Arts and Sciences.

BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.

BRUNN. — Naturforschender Verein.

BRUXELLES. — Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.

— Société royale de botanique de Belgique.

BUCAREST. — Institut météorologique de Roumanie.

BUENOS-AIRES. — Museo nacional.

BUFFALO. — Society of natural sciences.

CARLSRUHE. — Naturwissenschaftlicher Verein.

CHEMNITZ (Saxe). — Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

CHICAGO. — Field Museum of Natural History.

CINCINNATI. — Lloyd library of botany, pharmacy and materia medica.

COIRE. — Naturforschende Gesellschaft Graubündens.

COLMAR. — Société d'histoire naturelle.

COLUMBUS (Ohio). — Journal de Mycologie de l'Université.

COPENHAGUE. — Kongelige danske videnskabernes selskabs (Académie royale danoise des sciences).

COSTA-RICA. — Museo nacional de Costa-Rica.

CRACOVIE. — Académie des sciences.

DANZIG. — Naturforschende Gesellschaft.

DAVENPORT. — Academy of natural sciences.

DORPAT. — Université.

FLORENCE. — R. Stazione di entomologia agraria.

FRANCFORT-SUR-ODER. — Naturwissenschaftlicher Verein.

FRAUENFELD. — Thurgauische naturforschende Gesellschaft.

FRIBOURG. — Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau (grand-duché de Bade).

FRIBOURG (Suisse). — Société fribourgeoise des sciences naturelles.

GÈNES. — Società ligustica di scienze naturali e geografiche.

GENÈVE. — Jardin botanique.

— Société de physique et d'histoire naturelle.

GIESSEN. — Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.

GÖRLITZ (Silésie). — Naturforschende Gesellschaft.

GOTTEMBOURG. — Kungl. Vetenskaps- och Vitterhets-Samhälles handlingar.

GRANVILLE (Ohio). — Denison scientific Association.

GRATZ. — Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.

HALIFAX. — Institute of natural science.

HAMBOURG-JOHANNEUM. — Wissenschaftlicher Verein.

HARLEM. — Société hollandaise des sciences.

HELSINGFORS. — Vetenskaps-Societetens af Finska (Société des sciences de la Finlande).

— Sällskapet pro Faunä et Florä fennicä (Société pour la faune et la flore de la Finlande).

- HELSINGFORS. — Geografiska föreningen i Finland.
- INSBRUCK. — Ferdinandeum für Tyrol und Vorarlberg.
- KANSAS. — Kansas university quaterly.
- KHARKOFF. — Société des sciences physico-chimiques (Université).
- KIEW. — Société des Naturalistes attachés à l'Université impériale de Saint-Wladimir, à Kiew.
- LAUSANNE. — Société vaudoise des sciences naturelles.
- LEIPZIG. — Königl.-Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften.  
— Verein für Erdkunde.
- LIÈGE. — Société géologique de Belgique.  
— Société royale des sciences.
- LIVERPOOL. — Biological Society.
- LOUVAIN. — Société scientifique de Bruxelles. (11, rue des Récollets.)
- LUCERNE. — Naturforschende Gesellschaft.
- LUXEMBOURG. — Institut royal grand-ducal de Luxembourg (Section des sciences naturelles et mathématiques).  
— « Fauna », Verein für Luxemburger Naturfreunde.  
— Société botanique.
- MADISON. — Wisconsin Academy of sciences, arts and letters.
- MALAGA. — Sociedad de ciencias físicas y naturales.
- MANCHESTER. — Litterary and philosophical Society.
- MANILLE. — Ethnological Survey for the philippines Islands.
- METZ. — Société d'histoire naturelle.
- MEXICO. — Sociedad científica Antonio Alzate. (Palma, 13.)  
— Observatoire météorologique de Tacubaya.
- MILWAUKEE. — Wisconsin natural history Society.
- MONTEVIDEO. — Musco nacional.
- MOSCOU. — Société impériale des naturalistes.
- MUNICH. — Bayerische botanische Gesellschaft.
- MUNSTER. — Westfälischer Provinzial Verein für Wissenschaft und Kunst.
- NAPLES. — Accademia reale di scienze morali e politiche.  
— Società di naturalisti.  
— Annali di Neurologia.
- NEUCHÂTEL. — Société des sciences naturelles (Suisse).  
— Société neuchâteloise de géographie.
- NEW-YORK. — Academy of sciences.  
— New-York public library.
- OBERLIN (Ohio). — The quaterly journal of ornithology.
- OFFENBACH. — Verein für Naturkunde in Offenbach am Main.
- OSNABRUCK. — Wissenschaftlicher Verein.
- PHILADELPHIE. — Academy of natural sciences of Philadelphia (Pensylvanie).
- PISE. — Società toscana di scienze naturali.
- PORTICI. — Annali della Regia scuola superiori di agricoltura.
- PORTO. — Academia polytechnica.
- PRAGUE. — Königl.-Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag.  
— Societas entomologica Bohemæ.
- PRESBOURG. — Verein für Natur- und Heilkunde.

- RIO-DE-JANEIRO. — Observatoire astronomique et météorologique.  
     — Museo Nacional.  
 ROME. — Accademia reale dei Lincei.  
 SAINT-GALL. — Sankt-Gallische naturwissenschaftliche Gesellschaft.  
 SAINT-LOUIS (Missouri) — Academy of sciences.  
     — Missouri botanical Garden.  
 SAINT-PÉTERSBOURG. — Académie impériale des sciences.  
     — Comité géologique (Institut des Mines).  
     — Institut de médecine expérimentale.  
 SAN-FRANCISCO. — Academy of sciences of California.  
 SASSARI. — Studi Sassari.  
 SION (Suisse). — Société Murithienne du Valais.  
 STOCKHOLM. — Kongl. Svenska Vetenskaps Akademien (Académie royale suédoise des sciences).  
 TOLUCA (Mexique). — Service météorologique de l'État de Mexico.  
 TROÏTZOSSOWSK-KIACHTA. — Société impériale russe de géographie (Sibérie occidentale).  
 UPSAL. — Regia societas scientiarum Upsaliensis.  
 URBANA (Illinois). — State laboratory of natural history.  
 VIENNE. — Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien (mathemat. u. wissenschaftliche Abt.).  
     — Kaiserl.-Königl. naturhistorisches Hofmuseum.  
     — Kaiserl.-Königl. zoologische und botanische Gesellschaft.  
 WASHINGTON (D. C. U. S. A.). — Smithsonian Institution.  
     — Bureau of Ethnology.  
     — Experiment station record (secretary of agriculture).  
 WIESBADEN. — Nassauischer Verein für Naturkunde.  
 WINTERTHUR. — Naturwissenschaftliche Gesellschaft.  
 ZAGRA. — Societas historico-naturalis croatica.  
 ZURICH. — Naturforschende Gesellschaft.



# TABLE DES MATIÈRES

ANNÉE 1907 — SÉRIE III, TOME VIII, FASCICULES I, II, III

	Pages
Bureau et conseil d'administration . . . . .	v
Liste des membres de la Société. . . . .	v
I — PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES . . . . .	xi
II — MÉMOIRES ORIGINAUX	
La véritable nature des <i>Frontaldrüsen</i> des Caprellides, par M. L. BRUNTZ. . . . .	1
Sur l'existence de formations lymphoïdes globuligènes chez les Gammarides, par M. L. BRUNTZ. . . . .	4
Sur l'existence d'organes globuligènes chez les Isopodes, par M. L. BRUNTZ. . . . .	6
Sur quelques primevères et androsaces chinoises, par M. PETITMENGIN. . . . .	8
Esquisse de la structure du Géantoclinal vosgien et du Géosynclinal lorrain, par E. NOËL. . . . .	20
Recherches sur la valeur comparative de divers produits destinés à assurer la conservation des bois, par M. E. HENRY . . . . .	42
Greffe animale chez un coq domestique, par C. BRUNOTTE, professeur à l'Université de Nancy, École supérieure de pharmacie. . . . .	140
Sur deux nouveaux hybrides et quelques nouvelles contributions à la flore lorraine, par M. PETITMENGIN. . . . .	145
Étude des plantes vasculaires récoltées en Grèce (1904), par R. MAIRE et PETITMENGIN. . . . .	149
Dessins représentatifs sur os de la station néolithique du canton Wallis, aux environs de Kleinkems (Bade), par M. Mathieu MIEG. . . . .	193
Note sur l'usure des corps ronds et en particulier des galets, par E. NOËL. . . . .	197
Recherche de l'acide citrique, par G. FAVREL. . . . .	240

	Pages
L'usage du baromètre pour l'étude des régions faiblement plissées, par Henry JOLY . . . . .	242
Des passages de Mercure sur le soleil. Le passage du 14 novembre 1907, par G. FLOQUET . . . . .	253
Observations nouvelles, faites dans les landes de Gascogne et aux Indes, sur le niveau de l'eau souterraine sous bois et hors bois, décrites par M. HENRY . . . . .	276
Quelques nouveautés botaniques du Queyras (Hautes-Alpes), par M. PETITMENGIN . . . . .	280
La flore du vallon de Saint-Fiacre, par M. Paul VUILLEMIN . . . . .	285
Contribution à l'étude des Muscinées de la Grèce, par A. COPPEY . . . . .	293
Le champignon de l'écorce du sapin, <i>Phoma abietina</i> R. Hart. ( <i>Fusicoc- cum abietinum</i> Pr. et Del.) en 1907, dans le haut Jura, par M. E. HENRY . . . . .	361
Le nombre des pétales chez le <i>Phlox subulata</i> L., par M. Paul VUIL- LEMIN. . . . .	379
Nécrologie. — M. Lucien Boppe . . . . .	250
Nécrologie. — M. le professeur Schlagdenhauffen, par M. GODFRIN . . . . .	272
Ouvrages reçus par la Société pendant l'année 1907. . . . .	405
Sociétés correspondantes. . . . .	412

