

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES
DE NANCY

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

Série II. — Tome XV. — Fascicule XXXII

30^e ANNÉE. — 1897

(AVEC PLANCHES)



BERGER-LEVRAULT ET C^{ie}, ÉDITEURS

PARIS

5, RUE DES BEAUX-ARTS

NANCY

18, RUE DES GLACIS

1898

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

BUREAU ET CONSEIL D'ADMINISTRATION

POUR L'ANNÉE 1897.

| | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| | MM. |
| BUREAU | <i>Président,</i> HENRY. |
| | <i>Vice-président,</i> FLOQUET. |
| | <i>Secrétaire général,</i> MILLOT. |
| | <i>Secrétaire annuel,</i> GRÉLOT. |
| | <i>Trésorier,</i> HELD. |
| <i>Administrateurs.</i> | { FLICHE. |
| | { SCHLAGDENHAUFFEN. |
| | { CHARPENTIER. |
| <i>Secrétaire général honoraire.</i> | D ^r HECHT. |

LISTE DES MEMBRES

COMPOSANT LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Arrêtée au 1^{er} janvier 1897.

I. MEMBRES TITULAIRES

INSCRITS PAR RANG D'ANCIENNETÉ.

1. D^r SCHLAGDENHAUFFEN *, directeur de l'École supérieure de pharmacie. 5 juillet 1859.
2. D^r HECHT *, professeur honoraire de la Faculté de médecine. 3 janvier 1865.
3. D^r GROSS *, professeur à la Faculté de médecine. 16 décembre 1868.
4. D^r BLEICHER *, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 7 juillet 1869.
5. D^r BERNHEIM *, professeur à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
6. DELCOMINÈTE, professeur suppl. à l'École supérieure de pharmacie. 5 janvier 1874.

7. D^r FRIANT, professeur honoraire de la Faculté des sciences.
19 janvier 1874.
8. ROUSSEL, ancien professeur à l'École forestière. 16 mars 1874.
9. FLICHE *, professeur à l'École forestière. 20 avril 1874.
10. BICHAT *, doyen de la Faculté des sciences. 22 janvier 1877.
11. LE MONNIER, professeur à la Faculté des sciences. 18 juin 1877.
12. GAULT, pharmacien de 1^{re} classe. 6 janvier 1879.
13. D^r CHARPENTIER, profess. à la Faculté de médecine. 2 mars 1879.
14. GODFRIN, professeur à l'École supérieure de pharmacie.
24 novembre 1879.
15. FLOQUET, professeur à la Faculté des sciences. 19 janvier 1880.
16. ARTH, professeur à la Faculté des sciences. 19 janvier 1880.
17. D^r LEMAIRE, professeur au Lycée. 15 juillet 1880.
18. DUMONT, docteur en droit, bibliothécaire en chef de la Bibliothèque
universitaire. 16 janvier 1881.
19. D^r STOEBER, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine.
15 mars 1881.
20. VOLMERANGE *, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite.
15 mars 1881.
21. ANDRÉ, architecte du départ^t de Meurthe-et-Moselle. 1^{er} mars 1882.
22. BLONDLOT *, professeur à la Faculté des sciences. 2 juin 1882.
23. HELD, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 2 juin 1882.
24. HENRY, professeur à l'École forestière. 1^{er} décembre 1882.
25. D^r VUILLEMIN, professeur à la Faculté de médecine.
1^{er} décembre 1882.
26. HASSE, professeur honoraire de l'École normale d'instituteurs.
1^{er} mars 1883.
27. MILLOT, ancien officier de marine, chargé d'un cours à la Faculté
des sciences. 17 mai 1883.
28. A. DE METZ-NOBLAT, homme de lettres. 3 juillet 1883.
29. BRUNOTTE, professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie.
15 février 1884.
30. KLOBB, professeur à l'École supérieure de pharmacie.
15 février 1884.
31. Abbé CHEVALIER, licencié ès sciences, ancien professeur à l'École
Saint-Sigisbert. 1^{er} décembre 1884.
32. PÉROT O*, intendant militaire en retraite. 16 janvier 1885.
33. RISTON, docteur en droit. 16 janvier 1885.
34. BERTIN, rentier. 16 janvier 1885.
35. GUNTZ, professeur à la Faculté des sciences. 16 janvier 1885.
36. D^r PRENANT, professeur à la Faculté de médecine. 4 mars 1885.
37. CALINON, directeur gérant du Dépôt des Forges de la Providence,
à Paris. 1^{er} mai 1885.
38. D^r NICOLAS, professeur à la Faculté de médecine. 16 février 1887.

LISTE DES MEMBRES.

VII

39. BOPPE *, directeur de l'École forestière. 1^{er} mars 1887.
 40. MONAL, pharmacien de 1^{re} classe, licencié ès sciences. 1^{er} mars 1887.
 41. DUBAND, professeur à l'École primaire supérieure. 1^{er} mars 1887.
 42. MER, attaché à la Station de recherches de l'École forestière. 16 mai 1887.
 43. D^r KNÉPFLEB, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine. 20 février 1888.
 44. Abbé HARMAND, ancien professeur au Collège de la Malgrange. 16 juin 1888.
 45. WELFLIN, ancien capitaine du génie. 14 janvier 1889.
 46. DE SCHAUMBURG, avocat à la Cour d'appel. 14 janvier 1889.
 47. PETIT, professeur à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
 48. MULLEB, maître de conférences à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
 49. GUYOT, chef des travaux chimiques à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
 50. MINGUIN, chef des travaux chimiques à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
 51. DOREZ, pharmacien de 1^{re} classe. 3 février 1890.
 52. MARX O *, inspecteur général honoraire des ponts et chaussées. 16 janvier 1891.
 53. THOUX *, ingénieur en chef du canal de la Marne au Rhin. 2 mars 1891.
 54. MONGEL, ingénieur civil, manufacturier à Bayon. 1^{er} avril 1892.
 55. IMBEAUX, ingénieur des ponts et chaussées, docteur en médecine. 1^{er} mai 1892.
 56. NICKLÈS, chargé de cours à la Faculté des sciences. 20 juillet 1893.
 57. JOLYET, inspecteur adjoint des forêts, chef des travaux du laboratoire de l'École forestière. 15 mars 1894.
 58. GRÉLOT, docteur ès sciences, préparateur de matière médicale à l'École supér. de pharmacie. 1^{er} mars 1895.
 59. MICHEL, diplômé de l'Institut chimique. 2 mars 1896.
 60. D^r JACQUES, professeur agrégé à la Faculté de médecine. 2 mars 1896.
 61. NOËL, industriel à Liverdun. 16 mars 1896.
 62. BEAUPRÉ (le comte J.), archéologue. 16 mars 1896.

II. MEMBRES ASSOCIÉS

INSCRITS PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

- BERGER-LEVRAULT (Oscar) *, imprimeur à Nancy. 24 mars 1873.
 D^r BUCQUOY O *, médecin-major de 1^{re} classe, en retraite, à Nancy. M. T. 16 janvier 1888.

| | |
|---|----------------------------|
| GAIFFE, constructeur d'appareils de physique à Nancy. | 28 janvier 1882. |
| GOUY DE BELLOCQ, ancien officier d'état-major. | 1 ^{er} mars 1886. |
| D ^r HERRGOTT *, profess. honoraire de la Faculté de médecine de Nancy. | 18 novembre 1878. |
| D ^r HEYDENREICH *, doyen de la Faculté de médecine de Nancy. | 18 novembre 1878. |
| LAEDERICH (Ch.), manufacturier à Épinal. | 16 janvier 1874. |
| LANG (B.), manufacturier à Nancy. | 16 mars 1880. |
| LANG (R.), manufacturier à Nancy. | 16 mars 1880. |
| LANGENHAGEN (de) *, manufacturier à Nancy. | 2 mars 1874. |
| LEDERLIN *, doyen de la Faculté de droit de Nancy. | 24 mars 1873. |
| MARINGEE *, maire de Nancy. | 1 ^{er} mars 1887. |
| DE MONTJOIE, propriétaire à Villers-lès-Nancy. | 2 mars 1888. |
| NOËL, pharmacien de 1 ^{re} classe, à Nancy. | 1 ^{er} juin 1888. |
| NORBERG (J.) O *, imprimeur à Nancy. | 24 mars 1873. |
| REEB, pharmacien à Strasbourg. | 1 ^{er} mars 1887. |
| WEINMANN, pharmacien de 1 ^{re} classe à Épernay. | 2 mars 1888. |
| WURTZ (F.), membre de la Société de pharmacie de Paris. | 1 ^{er} mars 1887. |

III. MEMBRES CORRESPONDANTS

A) NATIONAUX.

| | |
|---|--|
| D ^r BAGNÉBIS, ancien professeur agrégé à la Faculté de médecine de Nancy, à Reims. | M. T. 15 janv. 1884; M. C. 14 janv. 1890. |
| BARDY, pharmacien de 1 ^{re} classe à Saint-Dié. | 15 novembre 1880. |
| BARTET, inspecteur des forêts à Arbois (Jura). | M. T. 2 mars 1888; M. C. février 1892. |
| BARTHÉLEMY, archéologue, à Paris. | M. T. 16 janvier 1888; M. C. 1 ^{er} janvier 1894. |
| BELLEVILLE, colonel en retraite, à Toulouse. | 18 mai 1874. |
| D ^r BECKEL (Eugène) *, prof. agr. à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg, chirurgien en chef de l'hôpital civil. | M. T. 19 mars 1867. |
| D ^r BOUCHARD *, professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux. | M. T. 2 juin 1869. |
| BRILLOUIN, maître de conférences à l'École normale supérieure. | M. T. 16 janvier 1881; M. C. 15 novembre 1882. |
| CASTAN *, colonel d'artillerie. | M. T. 5 juin 1866; M. C. 5 juin 1867. |
| D ^r CHRISTIAN *, médecin en chef de la Maison nationale de Charenton. | M. T. 22 janvier 1877. |
| D ^r COLLIGNON, médecin-major de 1 ^{re} classe. | M. T. 9 juin 1879; M. C. 15 novembre 1881. |
| D ^r ENGEL, professeur au Conservatoire des arts et métiers, à Paris. | M. T. 5 mai 1875. |

- D^r FÉE O ✱, médecin inspecteur de l'armée. M. T. 19 février 1867.
 FIESSINGER, docteur en médecine à Oyonnax (Ain). 1^{er} décembre 1881.
 FRANÇOIS, inspecteur général des mines, à Paris. 9 juin 1868.
 GAY, professeur au Lycée de Montpellier. M. T. 19 février 1867; M. C. 19 juillet 1871.
 D^r GUILLEMIN ✱, médecin en chef de l'hôpital militaire de Nancy. M. T. 1^{er} juillet 1887; M. C. 14 janvier 1889.
 D^r HARO ✱, médecin principal de l'armée en retraite, à Montpellier. M. T. 16 avril 1877; M. C. 3 janvier 1881.
 HERBENSCHMIDT, docteur en médecine à Paris. 15 janv. 1867.
 HIRSCH, ingénieur des ponts et chaussées, à Paris. M. T. 5 mai 1873.
 JOUAN, capitaine de vaisseau, à Cherbourg. 1^{er} décembre 1863.
 JOURDAIN, ancien professeur à la Faculté des sciences de Nancy, à Portbail (Manche). M. T. en 1877; M. C. 8 décembre 1879.
 KELLER, ingénieur des mines, à Paris. 19 juillet 1871.
 KLEIN, ancien pharmacien à Strasbourg. M. T. 4 juillet 1865.
 D^r KÖHLER, professeur à la Faculté des sciences de Lyon. M. T. 2 févr. 1880; M. C. 2 déc. 1889.
 D^r LORTET ✱, doyen de la Faculté de médéc. de Lyon. M. C. déc. 1868.
 MANGIN ✱, professeur au Lycée Louis-le-Grand, à Paris. M. T. 24 novembre 1879; M. C. 15 novembre 1881.
 D^r MILLARDET, professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux. M. T. 5 mai 1869.
 D^r MONOYER, professeur à la Faculté de médecine de Lyon. M. T. 4 juillet 1865.
 MUNTZ, ingénieur des chemins de fer de l'Est, à Paris. M. T. 5 mai 1873.
 PÉROT, professeur à la Faculté des sciences de Marseille. M. T. 1^{er} juin 1886; M. C. 15 mai 1889.
 POINCARÉ ✱, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences de Paris. 1^{er} juin 1891.
 RÖDERER, ingénieur des ponts et chaussées. M. T. 5 mars 1877.
 SAINT-LOUP, doyen de la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand. 15 janv. 1867.
 THOUVENIN, professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Besançon. M. T. 1^{er} mars 1883; M. C. 15 déc. 1890.
 WILLM, professeur à la Faculté des sciences de Lille. M. T. 8 mai 1867.

B) ÉTRANGERS.

- BARBOZA-DUBOCAGE, membre de l'Académie royale de Lisbonne. 12 mars 1862.
 BRUCH (Carl), professeur d'anatomie à Offenbach. 5 janvier 1864.
 MOORE (David), directeur du Jardin botanique de Dublin. 1^{er} août 1865.

- O CASTELLO DA PAIVA, membre de l'Académie royale de Lisbonne. 4 décembre 1866.
GEINITZ (H. B.), prof. à l'École polytechnique de Dresde. 5 fév. 1868.
HELLIER-BAILY, paléontologiste, membre de la Commission géologique de l'Irlande. 4 mars 1868.
GLAZIOU, directeur du Jardin botanique de Rio-Janeiro. 4 mars 1868.
D^r STIRTON (James), à Glasgow. 6 février 1869.
COLLINS (Matth.), professeur à Dublin. 2 juin 1869.
CRÉPIN, directeur du Jardin botanique de l'État, à Bruxelles. 1^{er} mai 1892.

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

ANNÉE 1897

PREMIÈRE PARTIE

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Séance du 15 janvier 1897.

Présidence de M. HENRY, vice-président.

Membres présents : MM. Beaupré, Bertin, Bleicher, Boppe, Fliche, Godfrin, Grélot, Hecht, Henry, Imbeaux, Jolyet, de Metz-Noblat, Millot, Roussel, Wœlflin.

M. Lemaire, président, écrit pour s'excuser de ne pouvoir assister à la séance et, arrivé au terme de son mandat, remercie ses collègues de la sympathie qu'ils lui ont témoignée et de l'honneur qu'ils lui ont fait.

Démission. — Lecture est donnée d'une lettre par laquelle M. des Robert donne sa démission de membre associé.

Candidature. — M. Michaut, ingénieur des ponts et chaussées, présenté par M. de Metz-Noblat et Wœlflin, demande à être admis comme membre titulaire.

Élections. — Sont élus : *vice-président*, M. Floquet ; *secrétaire annuel*, M. Grélot ; *membre du conseil d'administration*, M. Fliche.

Le bureau se trouve donc constitué comme il suit pour l'année 1897 :

Président : M. Henry ;

Vice-président : M. Floquet ;

Secrétaire général : M. Millot ;

Secrétaire annuel : M. Grélot ;

Trésorier : M. Held ;

Administrateurs : MM. Fliche, Schlagdenhauffen, Charpentier ;

Secrétaire général honoraire : M. Hecht.

COMMUNICATION.

M. FLICHE : *Nodules et bois fossiles des grès verts de l'Aube.* — M. Fliche communique les résultats d'une étude qui doit paraître dans les *Mémoires de la Société académique de l'Aube*, sur des nodules et bois fossiles appartenant à cette compagnie. Ces objets proviennent d'une fouille faite à Saint-Parre-les-Vaudes, dans les sables verts de l'Albien ; ils sont de même âge que les fossiles végétaux, objet d'un travail étendu publié l'année dernière dans le *Bulletin* de la Société. La note que va publier M. Fliche est donc, en un sens, un supplément à ce mémoire. Les nodules ressemblent beaucoup d'aspect à ceux connus dans l'Argonne, sous le nom de coquins ; mais ils s'en distinguent par leur pauvreté en phosphate de chaux, ce qui leur enlève toute valeur agricole. Ce caractère n'est pas constant pour les nodules de même provenance. Dans l'Aube, les bois sont également pauvres en phosphate de chaux ; les uns sont noirs, fortement imprégnés de sulfure de fer, et conservant beaucoup de matière organique ; ils ne se prêtent pas à une étude complète, on voit seulement qu'ils appartiennent à des conifères. Les autres sont bruns et ont fourni de bonnes coupes microscopiques dont M. Fliche présente des photographies dues à M. Godfrin. Trois espèces ont été déterminées : deux, un *Cedroxylon* et un *Cupressinoxylon* identiques à celles de l'Argonne, l'autre est nouvelle, c'est l'*Araucaroxyton albianum* ; il est particulièrement intéressant, parce qu'aucun bois de ce type n'avait été rencontré dans l'Argonne, où cependant les Araucariées sont représentées par les feuilles de plusieurs espèces. Cet *Araucaroxyton* est probablement le bois d'un *Araucaria*. Ces fossiles, bien qu'il soit regrettable de n'en pas trouver dans l'Aube d'aussi bien caractérisés que dans l'Argonne, n'en sont pas moins intéressants en ce qu'ils montrent l'identité, à l'époque albienne, de la végétation sur les montagnes qui entourent le golfe anglo-parisien.

Le secrétaire annuel,

WÆLF LIN.

Séance du 1^{er} février 1897.

Présidence de M. HENRY, président.

Membres présents : MM. Bleicher, Blondlot, Brunotte, Bucquoy, Chevalier, Dorez, Fliche, Floquet, Friant, Godfrin, Grélot, Guntz, Hecht, Heydenreich, Imbeaux, Jolyet, Klobb, Knœpfler, de Metz-Noblat, Milot, Nicklès, Prenant, Toux, Wælf lin.

M. le président mentionne avec reconnaissance l'hommage fait à la société, par M. d'Hamonville, d'une brochure traitant du passage des oiseaux à Manonville.

Élection. — Après un rapport verbal de M. de Metz-Noblat, M. Michaut est élu, à l'unanimité, membre titulaire.

COMMUNICATION.

M. IMBEAUX : *Valeur filtrante des galeries captantes de Lunéville, Pont-à-Mousson et Nancy.*

Le secrétaire annuel,
GRÉLOT.

Séance du 15 février 1897.

Présidence de M. HENRY.

Membres présents : MM. Bleicher, Boppe, Fliche, Floquet, Godfrin, Grélot, Hecht, Held, Jacques, Jolyet, Knœpfler, de Metz-Noblat, Michaut, Millot, Prenant, Schlagdenhauffen, Thoux, Wœlflin.

COMMUNICATIONS.

I. M. HELD : *Nouveau procédé de préparation du chlorure de cyanogène.*

Des recherches déjà anciennes nous ont amené, dit M. Held, à préparer des quantités considérables de chlorure de cyanogène. Le procédé était celui indiqué par MM. Cahours et Cloez, consistant à saturer à zéro une solution assez étendue de cyanure de mercure par du chlore gazeux.

Ce procédé offrait plusieurs inconvénients :

1° Il fallait énergiquement refroidir la solution de cyanure de mercure et l'agiter constamment pour favoriser l'absorption du chlore ;

2° Un excès de chlore était nécessaire pour être certain de la saturation complète : il fallait ultérieurement se débarrasser de cet excès en faisant passer le gaz dégagé par la chaleur sur une longue colonne de cuivre ;

3° On n'obtenait jamais que des solutions de chlorure de cyanogène étendues, ce qui nécessitait l'emploi de quantités considérables d'un liquide difficile à manipuler ;

4° Étant donné le prix du cyanure de mercure, le rendement était fort onéreux ;

5° Enfin ces dissolutions sont d'une conservation difficile, même en hiver.

Nous avons cherché à remédier à ces inconvénients en nous adressant à un cyanure commercial et nos recherches ont abouti au résultat suivant :

Le cyanure de potassium mélangé de cyanure de sodium qu'on trouve aujourd'hui dans le commerce, associé à du sulfate de zinc (c'est-à-dire un cyanure double de potassium et de zinc), constitue un excellent véhicule pour la dissolution et la combinaison du chlore.

L'absorption se fait à zéro, sans agitation, instantanément : au bout de peu de temps, il se forme un dépôt cristallin blanc de cyanure de zinc, qui augmente pendant quelque temps, et qui tend à disparaître un peu plus tard sous l'influence du chlore. Quand le liquide est redevenu limpide, l'opération est achevée : si on continue l'action du chlore, la dissolution se colore en jaune, mais l'addition d'un peu de cyanure de potassium permet de se débarrasser facilement de cet excès.

La dissolution est préparée dans les conditions suivantes :

| | |
|---|--------------------------------------|
| Cyanure de potassium commercial à 95 p. 100 . . . | 260 gr. (4 mol.) |
| Sulfate de zinc cristallisé. | 90 gr. ($\frac{1}{3}$ mol. environ) |
| Eau distillée. | 8 litres. |

Cette dissolution a l'avantage, sur celle de cyanure de mercure :

1° D'absorber plus facilement le chlore et de ne pas nécessiter un excès de ce dernier. De plus, la fin de la réaction est nettement indiquée par la redissolution du cyanure de zinc précipité au début ;

2° Elle permet d'obtenir des liqueurs renfermant 30 gr. de chlorure de cyanogène par litre ;

3° Sa conservation est presque indéfinie ;

4° Son prix de revient est beaucoup moins élevé que celui de la préparation à base de mercure ;

5° Enfin, elle permet de supprimer la colonne de cuivre de l'appareil de purification, si on a eu soin d'arrêter l'action du chlore au moment précis où le cyanure de zinc s'est complètement redissous.

II. M. HENRY : *Influence de la sécheresse de l'année 1893 sur la végétation forestière (nouvelles observations)*. Ce travail, destiné au *Bulletin annuel*, sera publié *in extenso*.

Le secrétaire annuel,
GRÉLOT.

Séance du 15 mars 1897.

Présidence de M. HENRY.

Membres présents : MM. Bertin, Bleicher, Blondlot, Fliche, Grélot, Guntz, Hecht, Henry, de Metz-Noblat, Millot, Wœlflin.

La Société reçoit, de la part de l'auteur, M. d'Hamonville, l'hommage d'un travail sur le produit ovarien des *Strix flammea* et *perлата*. M. Fliche veut bien se charger de présenter à M. d'Hamonville les remerciements de la Société.

M. Held, trésorier, s'excuse de ne pouvoir assister à la séance ; le compte rendu financier qu'il devait présenter est remis à une date ultérieure.

COMMUNICATION.

M. GUNTZ : *Action de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique sur l'aluminium.*

Avant d'aborder le sujet de sa communication, M. Guntz tient à réparer une omission qui a été commise dans la rédaction des feuilles de convocation : le travail dont il va parler a été fait *en collaboration avec un de ses élèves, M. Masson.*

En chauffant de l'aluminium en poudre dans un courant d'oxyde de carbone ou d'acide carbonique, l'arrivée de traces de chlorure d'aluminium en vapeurs détermine l'absorption du carbone par l'aluminium, et le produit final est un carbure d'aluminium qui, traité par l'eau chaude, donne un gaz, le méthane. Le chlorure d'aluminium joue ici un rôle curieux qui nécessite encore de nouvelles recherches ; on admet, jusqu'à présent, qu'il se forme des composés organométalliques intermédiaires qui se détruisent en se transformant. En résumé, c'est une méthode nouvelle de fixation de l'hydrogène sur le carbone.

Le secrétaire annuel,
GRÉLOT.

Séance publique du 1^{er} avril 1897.

Présidence de M. HENRY.

Membres présents : MM. Beaupré, Bleicher, Blondlot, Grélot, Guntz, Hecht, Martz, Mer, de Metz-Noblat, Michaut, Millot, Wœllin. De nombreux invités assistent à la séance.

COMMUNICATION.

M. BLEICHER : *Les Mérovingiens de Lorraine, au point de vue anthropologique et ethnographique.*

Le groupe ethnique connu sous le nom de Mérovingiens a fait l'objet de nombreux travaux depuis quelques années, et on en connaît bien aujourd'hui les coutumes, le caractère, la répartition sur l'Europe centrale, la France et l'Angleterre, grâce aux mobiliers funéraires qui

ont été découverts dans de nombreux cimetières caractérisés par des tombes alignées. La découverte de celui du Vieil-Aître, dans Nancy même, a contribué à étendre nos connaissances sur les Mérovingiens qui ont habité notre pays.

Ils ne diffèrent pas de ceux de la Bavière, des bords du Rhin, de l'Austrasie, de la Neustrie, au point de vue anthropologique, non plus qu'au point de vue de l'armement des guerriers, des parures des femmes, si caractéristiques pour ces époques reculées où il semble qu'il y ait eu un retour vers la barbarie des temps préhistoriques, après la civilisation romaine. Mais leurs groupements et la répartition de ceux-ci présentent quelques particularités bien indiquées sur la carte qu'en a dressée M. J. Beaupré, d'après les documents les plus autorisés. C'est surtout le long des rivières, de la Moselle en particulier, des voies romaines ou plus anciennes, dans le fond des vallées qu'on les rencontre; ils sont bien plus rares sur les plateaux où les positions culminantes. Les cimetières ne dépassent pas, le plus souvent, le chiffre de cent sépultures. Pompey, toutefois, est une notable exception à cette règle. Les plus importants d'entre eux paraissent constituer un ensemble qui a pu durer 150 à 200 ans et plus, composé d'un ou plusieurs chefs avec des femmes de leur race et d'un certain nombre d'hommes de race moins noble, guerriers presque tous plutôt qu'agriculteurs, armés d'une manière plus ou moins barbare et par conséquent très caractéristique. Le tout formait un clan toujours prêt à être mobilisé, vivant au milieu des *rustici* gallo-romains, dans lesquels ils se sont fondus peu à peu, et qui d'ailleurs en différaient moins par les caractères anthropologiques que par leur civilisation affinée par trois cents ans de contact avec Rome.

Le secrétaire annuel,

GRÉLOT.

Séance du 1^{er} mai 1897.

Présidence de M. HENRY.

Membres présents : MM. Bichat, Blondlot, abbé Chevalier, Fliche, Floquet, Grélot, Held, Jolyet, de Metz-Noblat, Michaut, Millot, Roussel, Thoux.

Finances. — M. Held, trésorier, donne lecture du compte rendu financier de l'année 1896; en voici le résumé :

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| Total des recettes. | 2,160 ^f 00 |
| Total des dépenses | 2,783 40 |
| Excédent des dépenses. | <u>623^f40</u> |

D'autre part :

| | |
|--|----------------------------|
| En caisse le 15 mai 1896. | 2,222 ^f 96 |
| dont à retrancher. | 623 40 |
| Reste en caisse le 1 ^{er} mai 1897. . . | <u>1,599^f50</u> |

M. Held mentionne la libéralité de M. Fliche, qui a pris à sa charge les frais de composition et de tirage des dix-sept magnifiques planches accompagnant son importante étude sur la flore fossile de l'Argonne, insérée dans le *Bulletin* de 1895.

Les comptes sont approuvés et des remerciements sont votés à MM. Held et Fliche.

COMMUNICATION.

M. FLOQUET : *Influence de la rotation de la terre sur les mouvements à sa surface*. Ce travail est destiné au *Bulletin annuel*.

Le secrétaire annuel,
GRÉLOT.

Séance du 15 mai 1897.

Présidence de M. HENRY.

Membres présents : MM. Bichat, Bleicher, Blondlot, Floquet, Friant, Grélot, Guntz, Mer, Millot, Roussel, Thoux, Wœlflin.

COMMUNICATION.

M. FLOQUET : *Interprétation de l'expérience de Foucault au Panthéon*.

M. Floquet dit que dans la séance précédente, parlant de la rotation de la terre, il s'était cru autorisé à employer le langage courant, mais que, après les observations de M. Blondlot, qui a jugé à propos de signaler ce qu'un tel langage a de métaphysique, il tient à reprendre la question en se plaçant au point de vue exclusivement scientifique. Il interprète en ce sens les expériences de Foucault; il explique comment l'expérience du Panthéon prouve uniquement l'invariabilité du plan d'oscillation du pendule relativement aux étoiles, et il conclut en disant que tout l'intérêt de ces expériences réside en ce fait : qu'elles mettent en évidence, par rapport à des repères purement terrestres, exempts de tout lien apparent avec le ciel, le mouvement de rotation dont la terre est animée relativement aux étoiles.

Le secrétaire annuel,
GRÉLOT.

Séance du 1^{er} juin 1897.

Présidence de M. HENRY.

Membres présents : MM. Bichat, Blondlot, Godfrin, Grélot, Hecht, Jolyet, Mer, de Metz-Noblat, Michaut, Millot, Prenant, Wœlflin.

Nécrologie. — M. le président, rappelant à la Société la mort récente de M. GAIFFE, s'exprime en ces termes :

Depuis notre dernière réunion, nous avons perdu un confrère, M. Gaiffe, opticien, membre associé de notre Société depuis quinze ans. Si les exigences de sa profession le tenaient éloigné de nos séances, il n'en a pas moins été mêlé d'une façon fort active au mouvement scientifique lorrain, et cela dans deux ordres d'idées largement représentées parmi nous. Successeur de son père comme fournisseur et constructeur d'instruments de physique de la Faculté des sciences, M. Gaiffe s'est toujours montré à la hauteur de la savante collaboration qu'on lui demandait. Les progrès merveilleux réalisés dans ces dernières années par l'optique, l'électricité, la photographie, ne l'ont pas pris au dépourvu. Intelligent, épris de son art, il éprouvait la satisfaction la plus vive quand on lui confiait la construction d'un appareil nouveau. Il l'exécutait avec une conscience poussée jusqu'à la minutie : artiste habile, commerçant loyal, il lègue aux siens l'exemple d'une noble vie et un nom respecté.

Nous retrouvons, dans M. Gaiffe géologue, le même amour de la science, joint au plus grand désintéressement. S'étant instruit lui-même, vraiment autodidacte, comme disent les Allemands, il est arrivé néanmoins à des résultats qui ont largement contribué à faire progresser la géologie de la Lorraine. Il a été, de cette façon, conduit à réunir une collection de fossiles dont la réputation s'est étendue hors de notre province ; il l'ouvrait gracieusement aux savants qui venaient de loin la visiter et la mettait généreusement à la disposition de nos confrères. Ceux-ci ont depuis longtemps rendu justice à M. Gaiffe en proclamant la haute estime en laquelle ils le tenaient, combien souvent ils avaient recours à sa sagacité d'observateur et aux matériaux de sa riche collection, considérant enfin cette consultation comme un indispensable appoint dans toute étude d'une question de géologie lorraine. Cette magnifique collection, M. Gaiffe la donne à la Faculté des sciences ; le voilà pour jamais inscrit sur le Livre d'or des bienfaiteurs de notre Université.

M. Gaiffe n'a rien publié ; son esprit droit, sa prudence scientifique l'ont engagé à se méfier d'un manque de connaissances générales ; peut-être sa modestie s'est-elle exagéré cette lacune.

Tel est, Messieurs, le collègue que nous venons de perdre. Il est digne de nos regrets, il est juste que nous gardions son souvenir.

COMMUNICATIONS.

M. PRENANT : *Formes cristallines (cristalloïdes ou cristaux?) des matières albuminoïdes dans les tissus animaux.* Note destinée au *Bulletin des séances.*

M. HENRY : *L'azote et la végétation forestière.* Mémoire destiné au *Bulletin annuel.*

Le secrétaire annuel,

GRÉLOT.

Séance du 15 juin 1897.

Présidence de M. HENRY.

Membres présents : MM. Godfrin, Grélot, Hecht, Henry, Knœpfler, Mer, Millot, Prenant, Schlagdenhauffen.

Démission. — En donnant sa démission de *membre titulaire*, M. Barthélemy, qui a quitté Nancy pour aller résider à Paris, demande à rester attaché à la Société avec le titre de *membre correspondant*. Sa fidélité aux séances, les intéressantes communications qu'il a faites, enfin le service qu'il a rendu à la Société en la représentant au Congrès des naturalistes tenu à Moscou en 1892, légitiment la demande de M. Barthélemy qui est nommé à l'unanimité *membre correspondant*.

COMMUNICATION.

M. GRÉLOT : *Sur l'imperfection des méristèmes staminales chez quelques plantes supérieures.* Mémoire destiné au *Bulletin annuel.*

Le secrétaire annuel,

GRÉLOT.

Séance du 16 novembre 1897.

Présidence de M. HENRY.

Membres présents : MM. Bleicher, abbé Chevalier, Durand, Fliche, Floquet, Godfrin, Guntz, Hecht, Henry, Knœpfler, Michaut, Millot, Prenant, Roussel, de Schauenbourg, Thoux, Wœlllin.

Correspondance. — La Société reçoit avis du maintien, pour l'année 1898, de la *subvention* de 500 fr., votée par le Conseil général; elle vote des remerciements à ce dernier.

La Société scientifique de Bruxelles accepte l'échange des publications.

Ouvrages offerts : Répertoire archéologique pour le département de Meurthe-et-Moselle, par M. Beaupré. — La vapeur d'eau, par M. Millot.

COMMUNICATIONS.

I. M. FLOQUET : *Présentation d'un travail de M. CALINON sur les diverses grandeurs en mathématiques.* Mémoire destiné au *Bulletin annuel* et dont M. Floquet fait ressortir la haute portée philosophique.

II. M. BLEICHER : *Compte rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans les Vosges.*

Pour le secrétaire annuel,

MILLOT.

Séance du 1^{er} décembre 1897.

Présidence de M. FLOQUET, vice-président.

Membres présents : MM. Boppe, Floquet, Grélot, Hecht, Jolyet, de Metz-Noblat, Millot, Schlagdenhauffen.

M. Fliche, qui devait faire une communication, s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

COMMUNICATION.

M. MILLOT : *Tracé sur la sphère terrestre de lignes d'égale variation annuelle de la température.* Mémoire destiné au *Bulletin annuel*.

Le secrétaire annuel,

GRÉLOT.

Séance du 15 décembre 1897.

Présidence de M. HENRY.

Membres présents : MM. Bertin, Bleicher, Boppe, abbé Chevalier, Fliche, Floquet, Godfrin, Grélot, Hecht, Henry, Imbeaux, Jolyet, Marx, de Metz-Noblat, Millot, Schlagdenhauffen, Thoux, Wœlflin.

Correspondance. — L'Académie royale des sciences de Lisbonne informe la Société des sciences que, dans la séance générale du 2 décembre dernier, elle a élu secrétaire général perpétuel M. Adrien-Auguste de Pina Vidal.

La Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France, fondée en 1890 et avec laquelle notre Société est en relation d'échanges de

puis cette époque, demande l'envoi, à titre gracieux, de nos bulletins antérieurs à cette date. Accordé pour les années dont il reste un assez grand nombre d'exemplaires pour qu'on puisse en disposer.

COMMUNICATION.

M. FLICHE : *Les tufs de Brabant (près de Rambervillers) et les variations du noisetier commun.* Mémoire destiné au *Bulletin annuel*.

Le secrétaire annuel,
GRÉLOT.



L'AZOTE ET LA VÉGÉTATION FORESTIÈRE

Par E. HENRY

CHARGÉ DE COURS A L'ÉCOLE FORESTIÈRE¹



Les arbres de nos forêts ont un besoin aussi impérieux d'azote que les plantes agricoles.

Cet élément, associé au carbone et à l'eau, constitue le groupe si varié et si important des matières protéiques, entre autres le protoplasma, l'élément fondamental de toute cellule vivante.

En admettant les chiffres des forestiers bavaois, une forêt de hêtre, la forêt de Haye, par exemple, produit annuellement au moins 3,000 kilogr. de bois et 3,000 kilogr. de feuilles, bois et feuilles supposés desséchés à 100°. Les 3,000 kilogr. de bois renferment de 15 à 25 kilogr. d'azote suivant qu'on admet les taux de 0.5 p. 100 ou de 0.8 p. 100 qui sont à peu près les extrêmes, et les 3,000 kilogr. de feuilles contiennent, à leur chute, 30 kilogr. d'azote d'après des analyses de feuilles de hêtre, chêne, charme de la forêt de Haye. C'est donc un chiffre total de 45 à 55 kilogr. d'azote par hectare que la forêt absorbe et qu'il lui faut trouver sous peine de voir sa production diminuer et les arbres manifester les symptômes de l'inanition azotique.

- La différence capitale avec les plantes agricoles consiste en ce que celles-ci sont, pour la plupart, beaucoup plus exigeantes en azote et qu'elles ne restituent au sol rien ou presque rien des principes albuminoïdes qu'elles ont absorbés, tandis que la forêt, à la fin de chaque saison de végétation, rend au sol, sous forme

1. Communication faite dans la séance du 1^{er} juin 1897.

de feuilles mortes (que les forestiers appellent la couverture), la plus grande partie des matières azotées et minérales empruntées à l'air et au sol. Dans la culture agricole il ne reste au champ que l'azote des racines (céréales, prairies artificielles) et même pas dans certaines récoltes (betteraves). Aussi les agriculteurs sont-ils obligés de rapporter de temps en temps de l'azote combiné (engrais vert, fumier, sels ammoniacaux, nitrates) pour entretenir la fertilité de leurs sols ¹.

On n'apporte jamais d'engrais à la forêt, et malgré les déperditions incessantes d'azote dues à l'enlèvement des bois exploités et aux décompositions chimiques, la vie végétale s'y reproduit indéfiniment et le sol forestier, au lieu de s'appauvrir en azote, s'enrichit, comme il est facile de le constater dans le boisement des sols nus. Il faut donc qu'il y ait des gains qui viennent compenser, et au delà, les pertes.

Quelles sont les causes de gain et de perte d'azote combiné en culture forestière ?

Cette question, d'importance capitale en agriculture, qui a été et qui est encore si ardemment discutée par les chimistes et les agronomes, qui a suscité tant de controverses passionnées et tant de travaux remarquables, qui est du reste loin d'être épuisée aujourd'hui, mérite d'être envisagée spécialement au point de vue de la forêt parce que, en raison de la durée et des exigences des essences forestières, en raison du couvert et de la couverture, de l'absence de culture du sol, et d'autres circonstances encore, les processus chimiques et biologiques y sont souvent autres qu'en plein champ.

Gains. — Le sol forestier peut s'enrichir en azote :

1° Par l'apport aux plantes ou au sol d'azote combiné venant de l'atmosphère ou des eaux météoriques ;

2° Par les matières azotées qui retournent chaque année au sol sous forme de détritux végétaux et animaux ;

3° Enfin par la portion de l'azote gazeux qui pourrait être fixée soit par les plantes vivantes, soit par les matières organiques mortes, soit par les éléments minéraux du sol.

1. Les sols indéfiniment fertiles sans fumure (terres noires de Russie) sont de très rares exceptions.

On ne voit pas d'autres causes possibles d'augmentation dans le taux de l'azote combiné.

Pertes. — Le sol forestier s'appauvrit en azote :

1° Par la consommation des plantes herbacées ou ligneuses qu'il nourrit. Nous venons de dire que cette consommation s'élevait à 50 kilogr. environ d'azote par hectare et par an, dont une vingtaine est contenue dans le bois, c'est-à-dire dans la récolte exportée et ne fait pas retour au sol;

2° Par la portion d'azote combiné non retenue dans les couches superficielles du sol et entraînée avec les eaux de drainage ;

3° Par la portion d'azote combiné qui, dans les divers processus de décomposition des matières organiques, retourne à l'état d'azote gazeux dans l'atmosphère.

On ne voit pas d'autres causes possibles de diminution.

En faisant la balance des gains et des pertes, on saura si le sol de la forêt s'enrichit ou s'appauvrit en cet élément si parcimonieusement départi même aux sols agricoles et d'une si grande importance pour la végétation.

Des analyses chimiques faites à des intervalles suffisamment éloignés permettront de contrôler la première méthode.

Examinons d'abord le côté : *Pertes d'azote.*

Elles résident essentiellement dans la quantité d'azote contenue dans le bois exporté.

Des deux autres causes de déperdition, celle due aux eaux de drainage ne se rencontre pas en culture forestière par la raison qu'il n'y a pas de nitrification dans le sol forestier. Or, c'est seulement l'azote à l'état de nitrate qui est entraîné par les eaux de drainage. Dans les champs cultivés où la nitrification est énergique, surtout après l'épandage des engrais, et dans les terres en jachère, il y a de ce chef une perte très importante d'azote.

M. Dehérain¹ a trouvé dans les eaux de drainage de 4 cases en 1895 de 110 à 130 grammes d'azote nitrique par mètre cube. De ces taux combinés avec la quantité d'eau écoulée, quantité variable suivant que le sol a été ou non travaillé, il conclut que 84 à

1. *La Jachère.* (*Annales agronomiques*, p. 258. 1896.)

144 kilogr. d'azote nitrique par hectare ont été emportés par les eaux de drainage.

Rien de tel ne se passe en forêt où même les sols calcaires, comme je viens de m'en assurer, ne nitrifient pas.

Le 20 mai 1897, j'ai pris 10 échantillons de sols voisins, les uns en plein air, les autres sous bois ; 30 grammes ont été triturés dans 25 centimètres cubes d'eau distillée ; après un jour de macération, une ou deux gouttes projetées dans 4 gouttes de sulfate de diphénylamine donnent une auréole bleue pourvu qu'il y ait une trace de nitrate. Pour apprécier l'extrême sensibilité de ce réactif, dissolvons un centigramme de nitrate de potasse dans un litre d'eau distillée : *une seule goutte* de cette dissolution tombant au milieu de la petite masse liquide formée par les 4 gouttes de diphénylamine y détermine presque immédiatement une auréole d'un bleu intense.

3 échantillons de sol, pris en trois points d'une pièce de terre nue de la pépinière de Bellefontaine, n'ayant pas reçu d'engrais depuis deux ans, ont accusé très nettement la réaction des nitrates ; 2 échantillons de sol pris en même temps dans la forêt, à 50 mètres des précédents, sous un massif plein de hêtres à l'état de haut perchis, n'ont pas donné la moindre coloration bleue ; ils ne nitrifiaient donc point, pas plus qu'un échantillon de sol pris dans la pépinière même, mais sous un gros hêtre couvrant un sol tassé et enherbé ; pas plus que deux autres échantillons pris dans le bois de M. Hinzelin. Au contraire, 2 terres, prises l'une dans un champ fraîchement labouré au-dessous de la pépinière, l'autre aux abords de Maxéville ont montré nettement l'auréole bleue.

Il y a déjà longtemps que Boussingault, au cours de ses belles recherches sur la nitrification, avait constaté la pauvreté en nitrates du sol des forêts d'Alsace.

D'autre part, Ebermayer, l'éminent professeur de Munich, a publié en 1888 un important travail sur la *Teneur en nitrate des sols forestiers et des arbres*¹.

1. Voir *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*. Fascicule du mois d'août 1888, analysé dans *Études agronomiques*, par L. Grandeau, 4^e série (1888-1889).

« L'examen de plus de cent échantillons de sols prélevés en autant de points différents, la plupart dans les montagnes de Bavière, lui a montré que les sols forestiers et les tourbes sont ou absolument exempts de nitrate ou n'en renferment que des traces, tandis que les sols des champs et ceux des jardins, fumés avec des excréments, fumier, purin, se sont, sans exception, montrés très riches en ce précieux aliment des plantes. Le terreau noir, qui s'accumule parfois en masses d'une épaisseur considérable dans certaines forêts des Alpes bavaroises, est lui-même dépourvu de nitrates ou n'en contient que des traces. D'après Ebermayer, il n'existe donc pas de microbes nitrificateurs dans le sol des forêts ni dans la tourbe. En d'autres termes, dans toutes les terres dont l'humus est de provenance exclusivement végétale, les conditions générales sont tout à fait défavorables à la nitrification et la décomposition des principes azotés des végétaux semble être limitée à la formation de l'ammoniaque. » (Grandeau.)

M. Bréal¹ a constaté aussi qu'on ne rencontre de nitrates ni dans la terre des prairies, ni dans le sol des forêts. Comme la nitrification exige la présence dans le sol d'éléments alcalins, il pouvait se faire que l'absence du ferment nitrique fût due à l'absence de chaux dans les sols forestiers expérimentés ou à leur acidité. C'est pourquoi j'ai pensé qu'il n'était pas inutile de refaire ces essais dans la forêt de Haye dont le sol superficiel est si près du calcaire en place et recouvert d'une si faible couche de feuilles mortes. Si de telles forêts ne nitrifient pas, aucune ne doit nitrifier. Les premiers essais ont été négatifs, mais ils sont trop peu nombreux pour que je puisse affirmer qu'il ne se forme pas d'acide nitrique dans le sol des forêts calcaires. Je me propose de reprendre cet examen à une époque plus favorable, à la fin de l'été, quand la nitrification est à son maximum.

S'il ne se forme pas de nitrates dans le sol des forêts, cela tient peut-être à ce qu'il s'y trouve d'autres ferments réducteurs des nitrates.

MM. Gayon et Dupetit, Dehérain et Maquenne ont prouvé que, dans une atmosphère réductrice, la décomposition des nitrates a

1. *Annales agronomiques*, t. XIII, p. 561.

pour agents des organismes microscopiques qu'ils ont appelés *Bacillus denitrificans* puisqu'ils agissent en sens inverse du *Bacillus nitrificans*, cause première de la nitrification. M. Bréal a montré que ces organismes dénitrificateurs qui existent dans les pailles et, sans doute, dans tous les débris végétaux, décomposent les nitrates pour en faire entrer partiellement l'azote dans une combinaison organique et qu'en outre cette transformation est accompagnée d'une perte d'azote qui retourne dans l'atmosphère sous forme de gaz.

« Dans le sol des prairies permanentes et des forêts, qui est si abondamment pourvu de matières végétales mortes, ce ferment aérobic réducteur des nitrates doit être très répandu, dit M. Bréal, et s'opposer à toute nitrification. »

D'autre part, tous les expérimentateurs reconnaissent que dans la nitrification, c'est-à-dire dans la transformation des sels ammoniacaux ou des amines primaires en nitrate, il y a aussi un dégagement d'azote gazeux quand l'oxygène est surabondant.

Donc, qu'il y ait ou non nitrification, une partie de l'azote combiné, partie qu'il est difficile de déterminer, quitte le sol à l'état d'azote gazeux sans profit pour la végétation.

En somme, deux causes de perte :

L'une très importante, résultant de l'enlèvement de la récolte et se chiffrant par une vingtaine de kilogrammes ;

L'autre, moins importante, mais qu'il est impossible d'évaluer rigoureusement, résultant du retour dans l'atmosphère sous forme d'azote libre d'une partie de l'azote organique pendant les multiples transformations de celui-ci.

Voyons maintenant les causes de gain.

Il y en a trois possibles, avons-nous dit, que nous examinerons successivement.

La première est l'apport aux plantes ou au sol d'azote combiné venant de l'atmosphère ou des eaux météoriques.

On sait depuis Liebig, Boussingault et autres, que les eaux météoriques (pluie, brouillard, rosée, neige) renferment de l'ammoniac et de l'acide nitrique. Boussingault a trouvé, comme termes extrêmes dans l'eau de pluie, 0^{ms},11 — 3^{ms},49 d'ammoniac par litre. La moyenne a été, pour 1853, de 0^{ms},42 par litre

et de 0^{ms},18 pour l'acide nitrique. Le brouillard renfermait de 2^{ms},56 à 49^{ms},1 d'ammoniaque par litre d'eau condensée. Dans six stations allemandes, les quantités d'azote combiné trouvées dans l'eau de pluie ont oscillé entre 0^{ms},29 et 13 milligrammes par litre. On voit et on comprend que ces taux sont très variables suivant les localités et les années.

MM. Lawes, Gilbert et Way ont évalué à 8 kilogr. la quantité d'azote combiné reçue par un hectare dans un an :

| | |
|--------------------------------|-----------------|
| A Proskau on a trouvé. | 23 ^k |
| A Regenwalde. | 17 |
| A Insterbourg. | 6,2 |
| A Kuschen | 2,1 |

En tous cas ces quantités, qui varient du simple au décuple, sont faibles.

Il y a aussi dans l'air, quoique en très faible proportion, du carbonate d'ammoniaque qui, d'après les expériences de Sachs, Schlœsing, Mayer, Müntz, etc., peut être absorbé soit par les feuilles, soit par le sol.

M. Schlœsing a trouvé, pour la moyenne générale de toute une année, 2^{ms},25 d'ammoniaque dans 100 mètres cubes d'air. M. Müntz est arrivé au même résultat. Des expériences de M. Müntz, commencées en 1886 et finies en 1895, il résulte que les jus végétaux absorbent l'ammoniaque (qu'ils soient alcalins ou acides) et avec autant d'énergie que de l'acide sulfurique à 2 p. 100 jusqu'au point de saturation. Les feuilles vivantes l'absorbent aussi, mais en proportion *beaucoup moins forte*; ce pouvoir absorbant ne représente que 3 à 5 p. 100 de la faculté absorbante du liquide végétal, et M. Müntz arrive à cette conclusion¹ « que l'agriculture ne saurait compter sur l'ammoniaque atmosphérique pour fournir un appoint sensible d'éléments azotés. Cet appoint existe; mais il ne doit pas être regardé comme supérieur à celui que fournissent les eaux pluviales qui apportent à la végétation de l'ammoniaque et de l'acide nitrique qu'elles ont dissous pendant leur passage dans l'eau. *En évaluant de 5 à 6 kilogr. la*

1. *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, t. 1^{er}, p. 207. 1896.

somme de l'azote apporté à la végétation d'un hectare, tant par l'absorption directe de l'ammoniaque gazeuse que par l'apport des eaux météoriques, j'estime qu'on ne saurait beaucoup s'éloigner de la vérité ».

Il est certain que si l'ammoniaque des eaux météoriques n'est absorbée par les feuilles qu'en proportion insignifiante, tout le reste est fixé par le sol en vertu de son pouvoir absorbant, qui s'exerce sur l'ammoniaque comme sur la potasse et l'acide phosphorique ; il ne s'en perd pas un atome. On ne peut être aussi affirmatif pour les traces d'acide nitrique qui tombent sur le sol forestier ; cependant, en raison de la rareté des nitrates en forêt et de l'avidité des végétaux pour ces sels, il est très probable que tout est absorbé ; nous avons déjà dit qu'on ne trouvait pas d'acide nitrique ou seulement des traces dans les eaux de drainage des sols forestiers.

Ce pouvoir absorbant du sol pour l'ammoniaque est tel qu'il fixe non seulement celle des pluies, mais celle de l'atmosphère qui provient essentiellement, affirme M. Schlœsing, de l'évaporation qui s'exerce à la surface des mers. On connaît les idées ingénieuses que M. Schlœsing a émises sur la circulation de l'azote combiné à la surface du globe.

Des essais faits sur des terres sèches et humides, calcaires ou non, ont montré à M. Schlœsing que le sol emprunte de l'ammoniaque à l'air et ne lui en cède point. Les terres sèches incapables de nitrifier ont absorbé, on le comprend, moins d'ammoniaque que les terres humides où la nitrification est incessante l'été ; dans celles-ci l'ammoniaque est constamment transformée en nitrates ; l'équilibre de tension ne peut donc s'établir, et la terre demeure en état d'absorber indéfiniment l'alcali de l'air. L'absorption est par suite subordonnée à la rapidité de la nitrification.

Deux lots de 50 grammes de terre fine, sèche, inapte à nitrifier, exposée à l'air, mais à l'abri de la pluie, ont passé dans l'espace de un mois et demi (1^{er} août-15 septembre 1875) du taux de 0^{mg},747 à celui de 2^{mg},504 pour une terre calcaire et de 0^{mg},219 à 4^{mg},145 pour une terre non calcaire. Cette absorption est nécessairement limitée par l'équilibre de tension ; il n'en est plus ainsi pour les terres humides aptes à nitrifier. M. Schlœsing a

trouvé qu'un hectare aurait fixé dans un premier essai de 14 jours 2^{es},590 d'ammoniaque, et dans un deuxième essai de 28 jours 4^{es},097, soit en un an 63 kilogr. pour la première terre et 53 kilogr. pour la deuxième. Mais la nitrification n'ayant lieu que l'été, ces chiffres, pour se rapprocher de la réalité, doivent être fort diminués, au moins de moitié. Du reste, nous n'avons pas à nous préoccuper ici de cet appoint d'azote très important pour les terres humides aptes à nitrifier puisque les forêts ne nitrifient pas. Leur sol, même humide et en plein été, se comporte toujours comme des terres nues sèches et nous en restons toujours jusqu'ici, pour les forêts, aux 5 à 6 kilogr. (évaluation de M. Müntz), aux 10 à 15 kilogr. (évaluation de M. Berthelot) fournis par hectare, tant par l'absorption directe de l'ammoniaque gazeuse que par l'apport des eaux météoriques. C'est tout à fait insuffisant pour combler le déficit produit dans le capital azoté primitif par l'exportation des 20 kilogr. d'azote du bois des coupes et par le retour à l'état d'azote gazeux d'une portion de l'azote combiné de la couverture.

Et s'il n'y avait que les causes réparatrices énoncées ci-dessus, les forêts iraient constamment en s'appauvrissant en azote, ce qui n'est pas; il doit donc y en avoir d'autres.

Avant qu'on eût prouvé que certains végétaux avaient le pouvoir de fixer dans leurs tissus l'azote gazeux de l'air, c'est l'apport incessant d'ammoniaque dû surtout aux vents d'ouest pour la France qui compensait, dans les idées de M. Schlœsing, la différence entre la perte d'azote par les récoltes et les eaux souterraines et le gain certainement moindre dû aux effluves électriques.

C'était la théorie admise jusqu'au jour où Hellriegel et Wilfarth ont montré de la façon la plus nette que les légumineuses fixaient dans leurs nodosités, à l'aide des bactéries qui y vivent, l'azote gazeux de l'air et ont prouvé irréfutablement la justesse des idées soutenues par G. Ville d'abord, par M. Berthelot ensuite, mais contestées par le plus grand nombre jusqu'en 1888.

La deuxième cause de gain consiste, avons-nous dit, dans les matières azotées qui retournent chaque année au sol sous forme de détritux végétaux et animaux.

Mais ce n'est pas là une cause d'enrichissement, puisque les principes azotés de la couverture provenaient déjà du sol ; ils ne font qu'y retourner ; c'est une simple restitution, même pas intégrale puisqu'une notable partie des principes azotés émigre dans le bois avant la chute des feuilles et puisqu'il est prouvé que les multiples transformations des matières azotées s'accompagnent toujours d'un dégagement d'azote gazeux.

Il ne pourrait y avoir enrichissement du sol forestier en azote par la couverture, qu'en admettant que la quantité d'azote combiné qui a été puisée dans l'air et les eaux météoriques soit supérieure aux quantités perdues par l'exportation du bois et le départ d'azote libre dans les transformations des matières organiques : ce qui ne peut être, quelque optimisme que l'on montre à cet égard.

Mais il y a une troisième cause de gain possible.

Si le sol ou les plantes pouvaient prendre directement dans l'air une partie de l'azote libre (qui forme les $\frac{4}{5}$ de l'atmosphère) sans qu'il fût besoin que cet azote fût préalablement combiné à l'hydrogène ou à l'oxygène, les craintes légitimes exprimées si souvent sur l'insuffisance des sources de l'azote des végétaux et, par suite, sur l'entretien de la vie animale à la surface du globe s'évanouiraient, les plantes ou le sol ayant à leur disposition un réservoir d'alimentation inépuisable.

On sait que les animaux ne fixent directement dans leur corps ni l'azote gazeux de l'air, ni l'ammoniaque, ni l'acide nitrique ; ils empruntent tout leur azote aux matières protéiques des plantes et, d'autre part, on croyait, jusqu'en 1888, que celles-ci, à leur tour, pouvaient bien utiliser l'ammoniaque et l'acide nitrique de l'air, mais en aucune façon l'azote gazeux.

Voici en quelques mots les principales étapes de la question depuis 1838.

1838. — A cette date, Boussingault a fait ses premières expériences : il constate un léger gain d'azote dans le trèfle et les pois, aucun dans le froment et l'avoine. Sans se prononcer catégoriquement, il penche pour une fixation de l'azote de l'air par les légumineuses.

1849-1852. — M. George Ville affirme, à la suite de ses expériences, que les végétaux assimilent l'azote gazeux.

1851-1853. — Boussingault, dans une seconde série d'essais exécutés avec tout le soin possible, conclut à la non-fixation de l'azote gazeux, même par les légumineuses (lupin, haricot).

1861. — Lawes, Gilbert et Pugh, en présence de ces assertions contradictoires, firent au laboratoire de Rothamsted de nombreuses expériences qui durèrent trois années. Ils s'entourèrent des précautions les plus minutieuses. Les conclusions de leur magistral travail¹ sont conformes à celles de Boussingault.

Il semblait donc qu'on pût dire en toute assurance en 1879, comme le fait M. Grandeau dans son Cours d'agriculture², p. 446 : « La question est désormais vidée : les végétaux n'absorbent pas l'azote libre. »

Cependant, il faut remarquer que les chimistes anglais, dans les conclusions très prudentes de leur beau mémoire, ne parlent pas des légumineuses avec la même assurance que des graminées. Voici ce qu'ils écrivaient en 1861¹ : « En exécutant de nombreux essais sur les graminées et en faisant varier dans de larges limites les conditions de végétation, on n'a jamais reconnu qu'il y eût assimilation d'azote libre.

« Dans les expériences sur les légumineuses, la végétation fut moins satisfaisante et les limites de variation furent moindres ; mais les résultats enregistrés n'indiquent aucune assimilation d'azote libre. *Il serait désirable que de nouvelles expériences fussent reprises sur ces mêmes plantes dans des circonstances plus favorables.* » C'est à Hellriegel et à ses collaborateurs qu'était réservé le grand honneur d'exécuter enfin ces expériences si ardemment désirées par le monde agricole, de les exécuter de telle façon qu'il n'y ait plus de place pour le doute et la controverse, et de jeter enfin la lumière sur cette obscure et difficile question qui, depuis cent ans, depuis Priestley, Ingenhouthz et de Saussure, passionnait les chimistes et les agronomes et avait donné lieu à tant de travaux et tant de discussions.

Le mémoire de Hellriegel, Wilfarth et de leurs collaborateurs est de novembre 1888.

1. On the sources of the nitrogen on vegetation. Phil. Trans. T. II, p. 431-577. 1861.

2. Cours d'agriculture de l'École forestière, par L. Grandeau, Berger-Levrault et Cie. 1879, p. 446.

Les principaux résultats en avaient été annoncés en 1887.

Dans cet intervalle, il a paru un certain nombre de recherches sur la fixation de l'azote par le sol et les plantes. Voici les plus importantes.

1873. — M. Dehérain publie des expériences desquelles il résulterait que l'azote atmosphérique aurait la propriété de se combiner avec certaines substances ternaires, cellulose, glucose, etc., et, par induction, avec les matières organiques du sol en voie de décomposition. Mais M. Schloesing a montré les causes d'erreur de ces expériences et, en les répétant dans de meilleures conditions, n'a obtenu aucune fixation d'azote.

1875. — M. Berthelot affirme que certaines substances organiques non azotées (cellulose, benzine, essence de térébenthine) peuvent, sous l'influence de l'effluve électrique, fixer l'azote gazeux de l'air.

1885. — Dix ans plus tard, M. Berthelot fait connaître une nouvelle condition, plus générale, de fixation de l'azote gazeux : c'est l'action sourde mais incessante des sols argileux et des organismes microscopiques qu'ils renferment.

Dans un second mémoire (1886), il examine la nature et la proportion de la matière organique contenue dans ces terrains, matière qui constitue la trame des êtres vivants microscopiques, aptes à fixer l'azote atmosphérique.

M. Berthelot étudie ensuite la fixation de l'azote, non plus sur des sables argileux et des kaolins, mais sur la terre végétale elle-même et, dans un mémoire postérieur, cette fixation sur la terre végétale avec le concours de la végétation. « En résumé, dit-il, dans ces expériences, il y a eu fixation d'azote en proportion considérable :

« 1° Sur les sables et sols argileux, aussi bien que sur la terre végétale proprement dite, lorsque j'ai opéré en l'absence de la végétation ;

« 2° Sur la terre et la plante réunies, lorsque j'ai opéré en présence de la végétation. »

En somme, au moment où parut le mémoire de Hellriegel, on savait, par les travaux de M. Berthelot, que les sols avec les organismes microscopiques qu'ils renferment pouvaient fixer l'azote

atmosphérique; mais on ne connaissait aucun de ces microorganismes, on ne les avait pas vus, pas isolés; on ne savait rien de leur manière d'agir et enfin leur présence supposée dans le sol n'expliquait pas la faculté remarquable des légumineuses seules de prospérer dans un sol privé d'azote combiné et d'en emmagasiner dans leurs tissus des quantités considérables.

Les botanistes avaient signalé depuis longtemps l'existence de nodosités sur les racines des légumineuses; Woronine le premier, dès 1866, a appelé l'attention sur les innombrables corpuscules de leur protoplasma, corpuscules qui ressemblent beaucoup à des micrococcus, à des bacilles, et il admettait que ce sont en effet des microbes, vivant en symbiose avec les légumineuses et fabriquant des aliments au profit de l'association. Mais personne n'avait songé qu'il y eût une relation entre les tubercules radicaux et la fixation de l'azote. C'est la démonstration absolument nette et convaincante de cette relation qui constitue la grande découverte d'Hellriegel. Voici les principales conclusions de ce mémoire qui marque une date importante dans la science agronomique¹ :

« L'assimilation et la production des céréales, orge et avoine, ont toujours été presque uniformément nulles dans un sol dépourvu d'azote, qu'il fût ou non stérilisé.

« Par une addition de nitrate, une végétation normale se manifestait alors dans ces plantes et leur développement était toujours dans un rapport à peu près direct avec la quantité de nitrate donnée (90 à 100 de substance sèche pour 1 d'azote du sol).

« Rien n'a indiqué que les céréales puisent ou qu'il leur soit possible de puiser dans d'autres sources que le sol une quantité appréciable de l'azote employé à leur nutrition.

« Les légumineuses expérimentées (pois, serradelles, lupins) se sont exactement comportées comme les céréales dans un milieu de culture stérilisé et maintenu en état de stérilisation, c'est-à-dire que la croissance et l'assimilation ont été chez elles toujours et uniformément à peu près nulles.

1. On trouvera une excellente traduction du Mémoire de Hellriegel dans les *Annales de la Science agronomique française et étrangère*. 7^e année, 1890. T. 1^{er}, p. 84-350.

« C'est le cas qui s'est trouvé réalisé dans les expériences de Boussingault (1853).

« Les nitrates y produisaient le même effet que les céréales.

« On était certain d'obtenir la croissance des légumineuses dans un sol dépourvu d'azote en donnant au sol un peu de délayure d'une terre fertile. Non seulement on obtenait ainsi une végétation normale, mais parfois un développement d'une luxuriance étonnante, et, dans ce cas, la récolte accusa constamment un excédent d'azote souvent fort élevé qui ne pouvait avoir son origine dans le sol. »

Il fallait en conclure que la délayure de la terre fertile avait apporté les germes des bactéries qui se fixent sur les racines en y produisant les nodosités et qui savent faire servir l'azote atmosphérique à la constitution des matières azotées des légumineuses.

Ces faits ont été depuis vérifiés maintes fois « et la pratique agricole, ainsi que le dit M. Dehérain, a tiré parti de ces observations. Elle a pu faire développer des légumineuses sur des terres rebelles jusque-là à cette culture en les *terrant* à l'aide de sols fertiles¹. »

Or, les sols forestiers abondent en légumineuses, surtout les sols les plus pauvres, les sols siliceux, et c'est précisément dans ce cas, lorsque le sol ne leur offre pas une dose suffisante d'azote combiné, que les légumineuses complètent ce qui leur manque sous ce rapport en puisant dans l'azote élémentaire de l'atmosphère.

Dans maintes forêts en sol siliceux, tantôt le genêt à balai, tantôt l'ajonc, tantôt les deux mêlés à beaucoup d'autres papilionacées (genêts, cytises, bugranes) forment une bonne partie du sous-bois, tandis que sur les sols calcaires on verra en abondance des calycotomes, des cytises, des coronilles, des genêts, des bugranes, des adénocarpes, des spartiers d'Espagne, pour ne parler que des plantes ligneuses.

1. M. Mazé vient de montrer tout récemment (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. XI, p. 44) que les légumineuses fournissent aux microbes des nodosités l'azote organique indispensable aux premières générations; alors seulement ils peuvent fixer l'azote libre de l'air qui, dans l'expérience de M. Mazé, a fourni jusqu'aux $\frac{2}{3}$ de l'azote contenu dans le milieu à la fin de l'essai.

La découverte d'Hellriegel intéresse donc la culture forestière, puisqu'elle nous fait toucher du doigt une de ces causes compensatrices des pertes d'azote que subissent tous les sols forestiers.

Mais il y en a, je crois, une plus importante et plus générale qui a passé jusqu'alors inaperçue : je veux parler de la fixation de l'azote atmosphérique par les feuilles mortes.

En novembre 1894, j'ai cueilli sur de jeunes chênes et charmes de la forêt de Haye, des feuilles mortes encore adhérentes aux rameaux. Je les ai laissées dessécher à l'air du laboratoire, puis à 100°. Les feuilles de chêne contenaient alors 9.73 p. 100 d'eau et celle de charme 12.70 p. 100, avec un taux d'azote de 1.108 p. 100 pour le chêne et de 0.947 p. 100 pour le charme.

53^{gr},130 de feuilles de chêne séchées à l'air et correspondant à 48^{gr},96 de feuilles à 100° ont été placés dans une caisse en zinc de 0^m,50 de côté dont le fond était garni d'une plaque de calcaire et qui était recouverte d'un grillage en fil de fer galvanisé.

Un autre lot des mêmes feuilles, équivalent à 53^{gr},54 de feuilles desséchées à 100°, fut placé dans une autre caisse en zinc garnie d'une plaque de grès bigarré.

Enfin, deux autres lots de feuilles de charme correspondant tous deux à 43^{gr},65 de feuilles desséchées à 100° furent mis en même temps dans deux autres caisses en zinc pareilles aux précédentes.

Ces caisses furent exposées en plein air sur un support de 0^m,60 de hauteur, à l'abri des émanations du sol et de toute source d'ammoniaque.

Je me proposais, en installant ces essais, un double but : 1° étudier la rapidité de décomposition des feuilles de diverses essences suivant la nature du substratum (calcaire ou grès) ; 2° suivre les modifications qualitatives et quantitatives des matières minérales et organiques jusqu'à leur transformation en humus. Parmi ces matières organiques les principes azotés m'intéressaient surtout.

Étant donné que la décomposition des feuilles mortes en présence de l'air (ou humification) est essentiellement due à des microorganismes, comme je l'ai montré en 1886¹, que, d'autre part,

1. *Intervention des ferments organisés dans la décomposition de la couverture des sols forestiers.* (Association française pour l'avancement des sciences. — Congrès de Nancy, 1886.)

cette décomposition est très active et suppose la présence de myriades de microbes, on pouvait penser que ces microbes, qui ne sont, à vrai dire, chimiquement, que de petites masses de protoplasma, c'est-à-dire de matière azotée, compenseraient les pertes que pouvaient éprouver les feuilles mortes dans leur taux de matière azotée par retour d'une partie à l'état d'azote gazeux, peut-être même qu'ils enrichiraient leurs hôtes, les feuilles, en azote, s'il s'en trouvait, parmi eux, quelques-uns qui eussent la même précieuse faculté que les bactéries des racines des légumineuses.

C'est ce dernier cas qui s'est réalisé dans mes expériences :

En décembre 1895, après un an d'exposition à l'air, les feuilles de chêne sur calcaire renfermaient 1.923 p. 100 d'azote et les feuilles de charme sur grès bigarré 2.246 p. 100, les feuilles étant supposées desséchées à 100°.

Le gain a donc été de 0^{er},815 d'azote par 100 grammes de feuilles de chêne et 1^{er},299 par 100 grammes de feuilles de charme ; les taux primitifs étant de 1.108 pour le chêne et de 0.947 pour le charme, on voit que les feuilles sont devenues environ deux fois plus riches en azote qu'elles ne l'étaient au début.

Pendant cette année, les feuilles de chêne ont perdu 21.62 p. 100 de leur poids primitif à 100° et les feuilles de charme 23.01 p. 100. En nous mettant dans le cas le plus défavorable et en supposant, ce qui n'est guère probable, que la disparition n'ait porté que sur les matières ternaires, qu'il ne se soit formé aucun composé ammoniacal ou nitré ou amidé soluble et entraîné par les eaux aux dépens de l'azote primitif des feuilles, le taux de 1.923, rapporté non plus au poids des feuilles en décembre 1895 mais à leur poids au début de l'expérience, devient 1.508.

De même le taux de 2.246 devient 1.727 avec un gain de 1.508 — 1.108 = 0.400 p. 100 d'azote pour les feuilles de chêne et de 1.727 — 0.947 = 0.780 p. 100 pour les feuilles de charme.

Ainsi, dans les conditions des expériences, les feuilles qui ont passé un an à l'air sont relativement deux fois plus riches en azote que les feuilles mortes qui viennent de tomber sur le sol et elles sont encore plus riches d'une manière absolue. Ce gain d'azote est très important puisqu'il s'élève, même dans ce dernier cas, à la moitié ou aux deux tiers du taux primitif ; il représente, en ad-

mettant que le sol de la forêt reçoive, à chaque automne, 3 300 kilogr. de feuilles mortes, un total de 22^{kg},4 d'azote pour les feuilles de charme et de 13^{kg},2 pour celles de chêne, c'est-à-dire à peu près le quantum d'azote absorbé par la fabrication du bois.

Cette cause principale d'appauvrissement en azote des sols forestiers se trouve immédiatement compensée par l'activité que mettent les feuilles mortes à accaparer l'azote atmosphérique, si bien qu'en dehors de ces déperditions d'azote par suite des transformations successives des matières azotées, déperditions qu'on ne pourra jamais chiffrer exactement, mais qui sont certainement minimales, on n'aperçoit plus que des sources d'enrichissement en azote pour les sols forestiers, et nous voyons clairement une des causes, peut-être la principale, en tous cas la plus générale, pour lesquelles la culture forestière a toujours été considérée comme essentiellement améliorante, comme la seule qui sût accumuler assez de matières nutritives pour permettre au bout d'un certain temps de faire de la culture agricole sur les sols les plus pauvres.

Ainsi, ce lit de feuilles, appelé si justement couverture, qui est déjà si utile par ce que nous connaissons de son rôle physique et chimique, acquiert un nouveau titre à notre reconnaissance par cette remarquable captation d'azote qui est, je crois, mise pour la première fois en lumière¹.

Les feuilles sont réellement des organes admirables. Après avoir activement travaillé toute leur vie à élaborer les matières

1. M. Berthelot a montré en 1885, comme je viens de le rappeler, que, dans ses expériences, il y avait eu fixation d'azote sur des sables, des sols argileux, de la terre végétale. MM. Gautier et Drouin ont établi en 1868 (CR. T. CVI *passim* et T. CXIII, p. 820) « que l'humus et même l'acide humique préparé chimiquement avec le sucre et les acides conférait aux sols naturels ou composés artificiellement de silice, calcaire et kaolin, ensemencés ou non de végétaux, la propriété de s'enrichir en azote assimilable, que les sols nus pourvus de matières organiques, et ceux-là seulement, fixaient l'azote libre ou ammoniacal de l'atmosphère et que la matière humique était une condition nécessaire de cette fixation. » (CR. T. CXXIV, juin 1897.) Il ne s'agit, dans mes expériences, ni de sol, ni d'humus, mais de feuilles mortes encore adhérentes aux rameaux et qui, après deux ans d'exposition à l'air, n'étaient nullement réduites à l'état d'humus, c'est-à-dire d'une substance noire, grumeleuse, ayant perdu toute trace d'organisation végétale. Les feuilles de chêne et de charme étaient devenues noires, mais étaient encore parfaitement

plastiques nécessaires à la vie actuelle et future de l'arbre, elles tombent quand les circonstances atmosphériques les empêchent de continuer à remplir leur rôle ; mais elles ne tombent qu'après avoir mis en réserve, j'allais dire en sûreté, dans l'arbre les matières rares, précieuses (azote, phosphore, potasse) qui serviront au printemps à édifier les nouvelles feuilles, aussi laborieuses que leurs devancières. A leur chute, elles ne renferment plus que le minimum possible de ces matières, le *caput mortuum*, ce qui n'a pu se dissoudre pour émigrer dans le bois des rameaux et des branches. Mais on dirait qu'elles ont hâte, même mortes, de travailler pour l'arbre qui les a produites. Dès qu'arrivent les beaux jours, elles servent de pâture à des myriades de microorganismes dont la présence et l'activité sont attestées par un fort dégagement d'acide carbonique et dont un certain nombre a la faculté d'absorber, outre l'oxygène, l'azote de l'air pour le faire entrer dans la constitution de leur protoplasma.

D'où viendrait cet excédent considérable d'azote dans les feuilles mortes après un an d'exposition à l'air ? Il n'y en a ni dans le zinc, ni dans le calcaire, ni dans le grès qui étaient en contact avec les feuilles, et ce ne sont pas les traces d'ammoniaque et d'acide nitrique contenues dans la pluie qui a mouillé ces feuilles qui ont pu doubler leur taux d'azote, le faire passer de 1.108 à 1.923 p. 100 et de 0.947 à 2.246 p. 100. Il faut donc que la plus grande partie de cet excédent provienne de l'azote élémentaire de l'atmosphère.

Les feuilles des deux autres caisses, celles de chêne sur plaque de grès bigarré et celles de charme sur plaque de calcaire, au lieu de rester un an exposées à l'air, y furent laissées deux ans, de décembre 1894 à décembre 1896.

De plus, en mai 1896, j'ai ajouté à chaque caisse 50 grammes de terre fine de la forêt de Haye, dont j'avais préalablement dosé l'eau et les matières organiques. Les dosages d'azote donnèrent

reconnaissables. Ce n'est donc pas seulement à l'état d'humus, combiné ou non avec le sol, que la matière organique peut fixer l'azote de l'air comme l'ont montré MM. Berthelot, Gautier et Drouin. Dès que la feuille est morte et pendant qu'elle conserve sa forme avant de se transformer en humus, elle jouit de cette précieuse faculté.

des résultats absolument concordants avec les précédents : 1.73 p. 100 de feuilles sèches à 100° pour le chêne sur grès bigarré ; 2.15 p. 100 pour le charme sur calcaire, c'est-à-dire un petit peu moins (0.1 à 0.2 p. 100) que le chiffre trouvé à la fin de la première année, période de grande activité des microbes ; mais ces chiffres sont toujours très supérieurs aux taux primitifs, ils accusent un gain relatif d'azote de 0.6 p. 100 pour le chêne et de 1.1 p. 100 pour le charme.

Pendant ces deux ans, les feuilles de chêne ont perdu 29.64 p. 100 de leur poids à 100° et les feuilles de charme 28.61 p. 100.

En admettant encore, pour rendre la captation d'azote plus évidente, que les 28 à 29 p. 100 perdus ne comprissent pas de matières azotées, il y aurait eu néanmoins un enrichissement absolu de 1.22 — 1.11, soit 0.11 p. 100 du poids initial pour le chêne et de 1.53 — 0.95, soit 0.58 p. 100 pour le charme.

Si l'on trace une courbe représentant les taux d'azote dans une feuille depuis sa naissance jusqu'à sa transformation en humus, on voit qu'elle a son point d'inflexion au moment de la chute, puis qu'elle se relève par suite de la captation d'azote libre.

Voici des chiffres se rapportant aux feuilles de chêne :

| | | |
|-------------------------|------------------|-----------------------------|
| Mai | 25.9 | p. 100 de matières azotées. |
| Juin | 14.6 | — |
| Juillet | 14.0 | — |
| Août | 9.9 | — |
| Septembre | 7.0 | — |
| Octobre | 6.6 ¹ | — |
| Décembre 1894 | 6.9 | — |
| Décembre 1895 | 12.0 | — |
| Décembre 1896 | 10.8 | — |

Ainsi donc, si les choses se passent dans la nature comme dans les essais dont je viens de parler, les 3 300 kilogr. de feuilles mortes annuelles reçues par un hectare contiennent au moment de leur chute 1 p. 100 d'azote, soit 33 kilogr. d'azote ou 206 kilogr. de matières azotées.

Un an après, ces 3 300 kilogr. se sont réduits à 2 640 kilogr. à 2 p. 100 d'azote en moyenne (1.92 pour les feuilles de chêne,

1. Les chiffres précédents sont empruntés à Ebermayer.

2.25 pour celles de charme), ce qui équivaut à 53 kilogr. d'azote ou 331 kilogr. de matières azotées par hectare. Le gain d'azote par hectare s'élève donc à 20 kilogr. correspondant à une fumure de 125 kilogr. de matières azotées.

Au bout de deux ans, les feuilles de chêne et de charme, qui avaient subi comme en forêt toutes les influences atmosphériques et qui reposaient sur une dalle calcaire ou gréseuse presque horizontale, de façon que l'humidité s'y maintint le plus longtemps possible, étaient complètement noires mais parfaitement reconnaissables, les feuilles de charme aussi bien que celles de chêne, malgré ce que l'on dit de leur plus grande altérabilité. Elles étaient loin d'être réduites à l'état d'humus.

Il faudrait, pour épuiser le sujet et lever tous les doutes, pouvoir isoler ceux des microorganismes phyllophages qui fixent l'azote, les élever en culture pure et démontrer directement leur faculté d'absorption par la diminution du volume déterminé d'azote dans lequel on les ferait vivre, comme l'ont fait MM. Schloësing fils et Laurent pour les bactéries des légumineuses¹. Mais ce sont là des points en dehors de ma compétence et qui ne peuvent être élucidés que par des bactériologistes. J'ai remis ces feuilles fixatrices d'azote à M. le professeur Macé, qui a bien voulu se charger de les étudier.

En dehors des bactéries des légumineuses, il n'y a guère à citer, parmi les microorganismes du sol dont le rôle comme fixateur d'azote ait été nettement déterminé, que le *Clostridium pasteurianum* récemment découvert par M. Vinogradsky². Je ne puis mieux faire que de donner l'opinion, sur le sujet qui nous occupe, d'un maître incontesté en bactériologie.

« Vinogradsky part de ce fait que l'assimilation de l'azote est un phénomène très répandu dans le sol des champs et des prairies (nous venons de voir qu'il l'est probablement aussi dans le sol des forêts), pour penser qu'il est difficile de l'attribuer seulement à quelques espèces de plantes supérieures ou aux algues et que cette assimilation doit se faire par des microbes, surtout par

1. G. R. Séance du 10 novembre 1890.

2. Ce travail en langue russe : *Absorption par des microorganismes de l'azote libre de l'air*, est analysé dans les *Annales de Micrographie*, p. 78. 1896.

ceux auxquels suffit un milieu riche en carbone mais pauvre en azote. Il les a donc cherchés et les a isolés par la méthode électrique des cultures.

Voici ses conclusions :

1° Sur 10 microbes extraits du sol, pas un, ni l'*Aspergillus* n'a assimilé d'azote libre ;

2° Pas un des microbes n'a pu se développer dans un milieu totalement dépourvu d'azote et le *Clostridium pasteurianum* est unique à ce point de vue. Lui seul peut fixer l'azote en quantité suffisante pour ses besoins, depuis le commencement jusqu'à la fin de sa végétation.

L'auteur admet, contrairement à l'opinion de M. Berthelot, que la faculté de fixer l'azote libre de l'air n'est pas très répandue dans le monde des microbes et constitue une fonction spéciale d'une seule ou de quelques espèces, mais jusqu'à présent on n'en connaît avec certitude qu'une seule : c'est le *Clostridium pasteurianum*. »

M. Claudio Fermi¹ dit aussi, dans les conclusions d'un travail récent sur le même sujet :

« Parmi les microorganismes que j'ai étudiés, je n'en ai point trouvé, dans ceux que l'on peut cultiver sur solutions de saccharose pure, qui soient capables de fixer l'azote de l'air. A cet égard, mes recherches concordent avec celles de Vinogradsky. »

Quant à la prétendue fixation de l'azote libre par des algues inférieures, fixation qui devrait se manifester aussi en forêt où ces algues existent, elle ne serait pas due, paraît-il, aux algues, comme l'ont cru MM. Schlœsing fils et Laurent, mais aux colonies de bactéries qui y vivent.

« En cultures pures, exemptes de bactéries, dit M. Kossowitch², les algues ne fixent pas l'azote. Mais, à la lumière, associées aux bactéries, elles peuvent influencer directement ce phénomène de la fixation de l'azote en fournissant à ces microorganismes les substances hydrocarbonées nécessaires à leur développement. Mieux nourries, les bactéries se développeront plus vite, et, par

1. *Annales de Micrographie*, p. 520. 1896.

2. In extenso dans *Bot. Zeit.* 1891. 1^{re} partie, p. 97-116, analysé dans les *Annales de Micrographie*, p. 227. 1896.

suite, la proportion d'azote fixée par elles augmentera plus rapidement. »

M. Bouilhac¹ a aussi constaté que la fixation d'azote peut se faire par l'association de certaines algues et de bactéries.

Même certains auteurs, tels que M. Stoklasa de Prague², attribuent, dans l'assimilation de l'azote gazeux par les lupins, un rôle plus actif aux algues et aux bactéries du sol qu'aux bactéroïdes des tubercules.

On voit que si le fait de l'assimilation de l'azote gazeux par la végétation est maintenant hors de conteste, son mécanisme reste encore bien obscur ; on l'entrevoit seulement et on ne connaît avec certitude que quelques-uns de ces organismes, sans doute nombreux, par l'intermédiaire desquels s'établit une des compensations aux pertes que subit incessamment la masse totale d'azote combiné du globe. L'autre cause compensatrice, la seule que l'on pût invoquer, il y a dix ans, était, on le sait, la combinaison de l'azote de l'air à l'oxygène et à l'hydrogène de la vapeur d'eau sous l'action des effluves électriques.

Il semble que les bactériologistes auraient profité à porter leurs investigations sur les feuilles mortes des forêts, à l'époque où elles sont le siège d'une décomposition active due à des micro-organismes aérobies, ceux dont la technique est justement la plus avancée, et il est probable qu'ils enrichiraient de quelques noms la liste encore bien courte des microbes fixateurs d'azote.

En résumé, d'après ces premiers résultats d'essais, que je poursuis en variant le matériel et les conditions d'expérience, je crois avoir montré l'une des raisons, la plus importante peut-être et en tous cas la plus générale, pour lesquelles la forêt enrichit le sol en azote.

Si l'on comprenait cet enrichissement pour les matières minérales qui, grâce aux réactions chimiques plus prolongées et plus intenses en forêt qu'ailleurs, deviennent assimilables en plus forte proportion dans le sol forestier, il ne s'expliquait plus pour l'azote, quoiqu'il fût réel, depuis qu'on était éclairé sur les faibles quan-

1. C. R. T. 123, p. 823.

2. *Landwirtschaftliche Jahrbücher*, t. XXIV, p. 827-863. 1895.

tités d'azote combiné apportées à la forêt par l'atmosphère et les eaux météoriques.

Ainsi, la forêt, la grande bienfaitrice, ne se contente pas de nous fournir, avec le bois et ses multiples dérivés, une foule de produits utiles; de protéger les pentes de nos montagnes contre les dévastations des eaux sauvages, de nous procurer de frais ombrages et de charmer nos yeux par sa verdoyante parure; elle est encore le moyen le plus précieux que l'homme ait à sa disposition, le seul qui ne nécessite aucune dépense, pour enrichir les sols en ces deux groupes de substances si rares et si essentielles à la végétation, les matières azotées et les principes minéraux nutritifs et pour mettre, avec le temps et sans frais, les plus pauvres d'entre eux en état de fournir aux exigences des récoltes agricoles.

SUR LE

FAISCEAU STAMINAL

Par M. Paul GRÉLOT

PHARMACIEN DE 1^{re} CLASSE, LICENCIÉ EN SCIENCES
PRÉPARATEUR A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE NANCY

L'absence de vaisseaux différenciés dans les faisceaux libéro-ligneux d'un organe adulte est à coup sûr un fait digne de remarque et en contradiction avec la définition même du faisceau.

Assez répandue chez les Monocotylédones, cette particularité est considérée par tous les botanistes comme étant très rare chez les Dicotylédones.

Il y a plus d'un demi-siècle déjà que Mohl signalait chez les palmiers la présence de cellules vasculaires imparfaites.

Trente ans plus tard, Carpary¹ décrivait chez *Aldrovandia*, *Monotropa*, *Nelumbium*, des faisceaux composés de cellules allongées, étroites, à membranes sans ponctuations et contenant un liquide coloré et granuleux, *cellules conductrices simples*, et de *vaisseaux imparfaits*, dont les anneaux plus ou moins espacés alternent par groupes avec des tours de spire. Ces derniers vaisseaux se résorbent parfois totalement (*Aldrovandia*, *Nymphaea*) pour ne laisser que des lacunes.

En 1864, M. Prilleux² constatait des faits à peu près identiques dans la tige de l'*Althemia filiformis*.

1. *Monatsberichte der Berliner Academie*. 1862.

2. PRILLEUX, *Recherches sur la végétation et la structure de l'Althemia filiformis*. (*Annales des sciences natur.*, 5^e série, t. II, 1864)

En 1868, M. Van Tieghem¹ étudiait la structure anatomique de la tige de l'Utriculaire commune, où le faisceau unique qui occupe l'axe de la tige possède, outre des *cellules conductrices simples*, un vaisseau central imparfait, à anneaux espacés, mais dont la paroi ne se résorbe pas.

En 1870, le même savant, dans ses *Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires*², signalait des vaisseaux entièrement résorbés dans les faisceaux de la racine chez *Elodea canadensis*, *Najas major*, *Potamogeton lucens*, et enfin des racines ne possédant ni vaisseaux, ni cellules libériennes, ni cellules conjonctives par suite de la destruction hâtive de la cellule mère du cylindre central. (*Vallisneria spiralis*, *Lemna polyrhiza*, *L. minor*, *L. trisulca*.)

Enfin, en 1896, M. Van Tieghem³ signalait un fait encore plus curieux : je veux parler de l'absence de méristèle dans les feuilles florales de certaines phanérogames. Chez *Gaiadendron Tagua* et *G. nitidum* par exemple « les faisceaux libéro-ligneux du calice sont remplacés par tout autant de minces cordons de cellules étroites et longues renfermant une matière colorante jaune brun, mais entièrement dépourvus de vaisseaux et de tubes criblés ».

Tantôt quelques sépales seulement (*Gaiadendron luteum*), tantôt tous les sépales à la fois sont dépourvus de méristèle. (*Gaiadendron punctatum*, *G. puracense*, *Aikinsonia ligustrina*, *Desmaria mutabilis*, ainsi que la plupart des genres qui composent les Loranthacées.) D'autre part, les Arceuthobiacées, les Ginalloacées et les genres *Notoxicos* et *Viscum* possèdent des étamines sans méristèle. Le même fait s'observe aussi dans les carpelles. (*Arceuthobium*.)

En résumé, d'après les exemples cités dans ce court historique, qu'il y ait arrêt de développement, résorption ou même absence complète de vaisseaux, on remarquera que ces faits n'ont été observés que dans des plantes considérées comme possédant une

1. PH. VAN TIEGHEM, *Anatomie de l'Utriculaire commune*. (Annales des sciences natur., 5^e série, t. X. 1868.)

2. PH. VAN TIEGHEM, *Annales des sciences natur.*, 5^e série, t. XIII. 1870.

3. PH. VAN TIEGHEM, *Sur l'existence de feuilles sans méristèle dans la fleur de certaines phanérogames*. (Revue générale de Bot., t. VIII, n^o 96. 1896.)

organisation inférieure (Loranthacées) ou le plus souvent dans des organes adaptés à la vie aquatique.

Je ne sache pas qu'on ait signalé jusqu'ici des faits analogues dans des fleurs appartenant à des familles considérées comme élevées dans la hiérarchie botanique,

Quelques exemples, tirés des Gamopétales supérovariées, feront le sujet de la présente note.

Si on suit attentivement sur des coupes sériées la marche des faisceaux staminaux depuis l'anthère jusqu'au niveau où ils entrent dans le système fibrovasculaire central du réceptacle, on est frappé des modifications nombreuses qu'ils peuvent subir chez certains types, tant dans leurs connexions avec les faisceaux des autres cycles, comme je l'ai laissé entrevoir dans une note précédente¹, que dans la nature des éléments qui les composent.

Examinons d'abord ce qui se passe dans le réceptacle.

Bon nombre de fleurs parfaitement développées, examinées au moment de l'anthèse, présentent dans leurs faisceaux staminaux (et souvent même dans ceux des autres cycles floraux) une interruption brusque des vaisseaux ligneux dans le réceptacle.

Qu'il soit collatéral, bicollatéral ou concentrique (cette dernière forme est très répandue), le faisceau se trouve alors composé d'un liber normal, en tout semblable à celui des méristèles des autres cycles, et d'un parenchyme à cellules étroites et prismatiques, à membranes minces, cellulósiques et imperforées, au lieu et place des vaisseaux ligneux.

Les exemples suivants nous montrent une gradation croissante de l'imperfection des faisceaux.

Eutoca viscida. — Les faisceaux sépalaires et staminaux sont coalescents jusqu'au-dessus du niveau d'insertion des faisceaux du gynécée (l'ovaire est légèrement semi-infère); les faisceaux staminaux, nettement bifasciculés, perdent sur un court espace leurs vaisseaux ligneux, dès le niveau de courbure des faisceaux sépalaires auxquels ils sont superposés.

Polemonium reptans. — Les vaisseaux différenciés manquent

¹ Recherches sur la nervation carpellaire chez les Gamopétales bicarpellées de Bentham et de Hooker. (C. R. Acad. des Sc., mai 1896.)

dans les faisceaux staminaux dès le niveau de courbure (niveau où le faisceau sort du cylindre central pour se diriger vers l'organe auquel il est destiné) pour reparaitre lorsque ces faisceaux auront gagné la périphérie, c'est-à-dire un peu au-dessous de l'insertion apparente de la corolle. Ces faisceaux staminaux sont concentriques dans le réceptacle. Il en est à peu près de même chez *Lrvandula vera*, *Salpiglossis sinuata* et *Phlox paniculata*.

Erinus alpinus. — Mêmes faits que ci-dessus ; parfois on trouve vers la périphérie un tronçon de vaisseau spiralé très déroulé et très grêle.

Cynoglossum officinale, *Symphytum echinatum*. — Au niveau de courbure des faisceaux staminaux, 1 à 3 vaisseaux spiralés seulement sont entraînés vers la périphérie, puis ils disparaissent bientôt ; les vaisseaux différenciés ne se retrouvent qu'à la base de la corolle.

Pulmonaria saccharata, *Echium pyrenaicum*, *Myosotis alpestris*. — Il existe encore des vaisseaux dans la trace staminale (dans le système central de réceptacle), mais ils manquent dès le niveau de courbure jusqu'à la base de la corolle.

Enfin, les faisceaux pétalaires donnent lieu parfois aux mêmes observations.

Jasminum fruticans. — Dès que les faisceaux pétalaires sont sortis du système central du réceptacle, ils prennent la forme concentrique et les vaisseaux disparaissent complètement ; on n'en retrouve qu'un peu au-dessous du niveau d'insertion de la corolle.

Schizanthus pinnatus. — Sur un court espace dans le réceptacle, les cinq faisceaux pétalaires concentriques ne possèdent pas de vaisseaux. Ceux-ci apparaissent vers la périphérie, un peu au-dessous du niveau où les faisceaux pétalaires se trifurquent avant de pénétrer dans la corolle.

Si maintenant nous montons du réceptacle jusqu'à l'anthère, nous voyons que chez la plupart des exemples cités plus haut, l'imperfection constatée dans le faisceau staminal se retrouve sous une autre forme dans la corolle.

Le groupe des Gamopétales bicarpellées de Bentham et Hooker

sur lequel ont porté mes recherches, nous fournit tous les degrés de soudure du cycle staminal avec le cycle pétalement. On y rencontre des fleurs à étamines libres, de même que des fleurs à anthères sessiles avec tous les termes de passage entre ces deux types extrêmes.

Nous remarquerons dès à présent que c'est surtout chez des fleurs où la concrescence des deux cycles, pétalement et staminal, est le mieux accusée, que l'imperfection du faisceau staminal se montre avec le plus de netteté.

On peut déjà considérer comme un premier degré de dégradation la réduction qu'on observe dans le nombre des vaisseaux ligneux du faisceau staminal. Les files de vaisseaux se réduisent parfois à deux (*Echium grandiflorum*) et même à une seule file (*Heliotropium europæum*, *Caryolopha sempervirens*, *Pulmonaria saccharata*). Les vaisseaux annelés et spiralés ont leurs anneaux espacés et leurs tours de spire déroulés. Ils sont restés grêles, et leurs épaississements ne présentent que très faiblement les réactions caractéristiques du bois.

Il arrive de rencontrer des faisceaux staminaux où les épaississements annelés et spiralés manquent complètement sur une certaine longueur (*Cynoglossum bicolor*, *Cy. officinale*). La différenciation ligneuse va en diminuant progressivement vers la base de la corolle, puis cesse tout à coup, environ vers le tiers inférieur de la hauteur du tube. Si on s'adresse à des sujets jeunes, examinés bien avant l'épanouissement de la corolle, on constate que les faisceaux staminaux ne présentent pas encore de vaisseaux différenciés, alors que les faisceaux pétalement en possèdent déjà depuis longtemps. Il y a un retard dans l'apparition des vaisseaux staminaux.

Mais il arrive aussi que les vaisseaux du faisceau staminal, dans une fleur adulte, ne présentent plus du tout d'épaississements annelés et spiralés. Parfois un court tronçon, avec des épaississements très grêles, témoigne de la nature vasculaire de la cellule examinée.

Prenons comme exemple la corolle de *Nonnea flavescens*.

Dans des corolles jeunes, on trouve dans le filet staminal un tronçon de vaisseau très grêle, étiré, mesurant 3-4 μ . de dia-

mètre environ, avec des bandelettes annelées et spiralées extrêmement ténues ; au-dessous du filet, il n'en existe pas.

A l'état adulte, parfois les épaissements persistent en s'éti- rant de plus en plus ; très rarement, dans le tube, il s'en forme de nouveaux qui sont toujours très courts ($1/10$ de millimètre environ) et semblables à ceux qui se trouvent dans le filet. Toute la partie ligneuse du faisceau ne comprend alors, outre ces tronçons, que des cellules allongées, à membranes cellulósiques, sans ponctuations ni sculptures.

Quant au liber qui accompagne ces vaisseaux imparfaits, il m'a toujours paru semblable à celui des faisceaux normaux du cycle pétalaire, c'est-à-dire qu'il comprend des tubes libériens du *type Courge*¹ et des éléments allongés que l'on peut considérer soit comme des cellules-compagnes, soit comme des cellules de parenchyme libérien.

Les modifications que subit le faisceau peuvent être encore plus profondes, car chez certaines corolles, *dans le filet même*, on ne retrouve plus aucun vestige d'épaississement, alors qu'il en existait dans le filet de la corolle jeune. Il faut donc qu'ils se soient résorbés. Et en effet, des coupes longitudinales au $1/300$ de millimètres m'ont montré que le vaisseau annelé et spiralé subit dans certains cas, outre l'étiement corrélatif à l'accroissement intercalaire de la corolle, une résorption presque toujours totale de sa bandelette d'épaississement, mais sans formation de lacune comme dans les plantes aquatiques étudiées par M. Van Tieghem².

Il m'a été donné d'observer des vaisseaux ligneux spiralés présentant encore des vestiges de bandelette. Celle-ci, qui est restée cellulósique, se résorbe peu à peu et apparaît alors sur la membrane propre du vaisseau sous forme de courts filaments interrompus çà et là, très grêles, amincis par places ; *la membrane primitive cellulósique du vaisseau persiste*, et s'épaissit même légèrement tout en restant cellulósique ; *la bandelette seule disparaît*.

Les mêmes faits se retrouvent à peu près identiques chez

1. LECOMTE, *Contribution à l'étude du liber des angiospermes*. Thèses de Paris. 1889, page 228.

2. Ph. VAN TIEGHEM, *loc. cit.*, page 2.

Nonna rosea et chez plusieurs espèces appartenant au genre *Myosotis*.

Ainsi, la différenciation des faisceaux staminaux se fait d'une manière très imparfaite et longtemps après celle des faisceaux pétalaires chez *Myosotis alpestris*. Dans la fleur adulte, les épaississements annelés et spiralés ne se sont pas faits ou ont complètement disparu, sauf quelques tronçons très grêles dans la partie supérieure du filet. Il en est de même chez *Myosotis sylvatica* (doublé) et *M. hispida*.

Chez *Myosotis azorica*, quelques échantillons possédaient des vestiges de vaisseaux différenciés. La plupart n'en contenaient pas.

L'imperfection vasculaire est plus complète chez *Myosotis intermedia* que chez tous les *Myosotis* cités jusqu'ici. J'ai examiné dans cette espèce un grand nombre de fleurs à tous les états de développement et je n'ai pu trouver qu'une seule fleur jeune avec un vaisseau différencié dans un faisceau staminal. Il est rare d'en découvrir des vestiges dans la fleur adulte.

Toutes les fleurs examinées plus haut appartiennent aux Boraginées. Chez les Scrophulariées, je n'ai encore retrouvé les mêmes faits que chez *Erinus alpinus*.

La fleur est sensiblement zygomorphe et comprend quatre étamines didynames ; la cinquième est totalement avortée. Les deux étamines latérales, qui sont les plus développées, ont un court filet contenant çà et là quelques tronçons de vaisseau spiralé, très peu différenciés, très minces et étirés. On en retrouve encore quelques-uns au-dessous du filet, dans la partie supérieure de la région conrescente.

Dans une corolle très jeune (1 millimètre et demi de long), on trouve une file de vaisseaux spiralés, mesurant 5 μ . de large environ dans chacun des 4 faisceaux staminaux ; ces vaisseaux ont le même diamètre que ceux des faisceaux pétalaires mais présentent déjà çà et là de courtes interruptions avec des régions étirées. Dans la corolle adulte (1 centimètre de long) on remarque que les derniers vaisseaux spiralés formés sont au moins deux fois plus larges que l'unique vaisseau staminal qui a conservé son diamètre primitif.

Les deux étamines postérieures, plus courtes que les latérales, ne contiennent plus aucun vestige d'épaississement, soit dans leur partie libre, soit au-dessous. Là encore ils ont été résorbés.

Enfin les Labiées m'ont offert également un type présentant les mêmes phénomènes.

Chez *Lavandula vera*, les vaisseaux staminaux spiralés et annelés, au nombre de 2-3 files dans le filet sont bientôt réduits au-dessous à une seule file, en même temps que les anneaux s'écartent de plus en plus et que les tours de spire se déroulent. Vers la base de la corolle, ils disparaissent parfois totalement, parfois ne présentent plus qu'un très faible tronçon. Leur diamètre ne dépasse pas 5 μ . tandis que celui des vaisseaux pétales atteint 12-15 μ .

Examinons maintenant les conclusions que l'on peut tirer de ces faits.

On a vu que, dans le réceptacle, il n'y avait pas formation de vaisseaux différenciés. Les cellules qui devraient donner les vaisseaux ligneux restent procambiales. Dans la corolle, au contraire, à l'état jeune, il y a formation de vaisseaux, mais ces vaisseaux, au lieu de suivre les développements successifs des éléments environnants, ne s'accroissent plus; leurs tours de spire s'étirent par suite de l'accroissement intercalaire et le plus souvent disparaissent. Quoi qu'il en soit, dans la corolle, l'état procambial de la partie ligneuse des faisceaux a été dépassé puisqu'il y a eu différenciation en vaisseaux annelés et spiralés.

L'étude du réceptacle nous montre donc que, dans un faisceau, le liber peut se former avant le bois et que ce dernier peut même rester à l'état procambial; cela nous amène à dire qu'il convient d'apporter une restriction à cette proposition de M. Bertrand¹ concernant la formation du faisceau: « Si l'on considère un faisceau d'un organe dans toute son étendue, les premières trachées qui s'y caractérisent se forment dans les régions de cet organe qui n'ont à subir qu'un accroissement ultérieur peu considérable. Il n'y a donc pas lieu de chercher une règle spéciale pour con-

1. G. E. BERTRAND, *Théorie du faisceau*. (Bull. scientif. du département du Nord, fév. 1888. En note, page 55.)

naître si cette formation procède toujours de bas en haut ou de haut en bas. Ce résultat était facile à prévoir *à priori*. »

En effet, une corolle de *Symphytum echinatum* mesurant 3 millimètres et demi de long présente déjà des vaisseaux différenciés dans ses faisceaux staminaux, et il est incontestable que ces faisceaux auront à s'accroître considérablement en longueur jusqu'au moment où la corolle aura atteint sa taille définitive, environ 1 centimètre et demi de long. Dans le réceptacle, au contraire, ces mêmes faisceaux n'auront à subir qu'un très faible accroissement intercalaire, et cependant il ne s'y formera pas de vaisseaux. Le lieu d'apparition des premiers vaisseaux ne représente donc pas toujours le niveau de la plus faible croissance intercalaire, si l'on considère le faisceau dans toute sa longueur.

Et maintenant on peut se demander si cette imperfection ou cette dégénérescence du système vasculaire entrave dans une certaine mesure le développement normal de l'anthère et du grain de pollen.

J'ai pu constater chez les nombreux échantillons que j'ai examinés, dans chacune des espèces citées plus haut, que toujours le grain de pollen avait une structure normale.

On pourra objecter que la fécondation chez ces fleurs peut être faite par des grains de pollen venant d'autres fleurs de la même espèce ne présentant pas cette dégradation vasculaire, et que celle-ci peut être imputée à la nature du sol, à l'exposition spéciale des plantes qui ont fourni les corolles étudiées, etc.

Et d'abord, dans les espèces citées plus haut, je n'ai trouvé aucune corolle adulte présentant un faisceau staminal normal. De plus, j'ai fait l'expérience suivante sur un pied de *Myosotis sylvatica*.

Après avoir supprimé toutes les fleurs flétries et épanouies pour ne laisser subsister que des fleurs en bouton, j'ai placé la plante en observation dans un pot que j'ai entouré complètement de mousseline fine, de façon à opposer un obstacle infranchissable aux insectes et aux poussières atmosphériques; le pot fut placé sur une fenêtre du laboratoire. J'ai pu constater par le développement des ovules après la chute des corolles que la fécondation avait eu lieu. Toutes les corolles ont été recueillies et

examinées; elles présentaient toutes les particularités signalées plus haut.

Ces faits, ajoutés à ceux signalés par M. Van Tieghem chez les Loranthacées, montrent donc clairement que le développement du système vasculaire des étamines n'est pas absolument nécessaire au développement normal de l'anthère et à la formation du grain de pollen parfait. On peut se l'expliquer ainsi : le rôle principal du vaisseau ligneux, surtout chez des organes de nature foliaire, est avant tout de transporter de l'eau avec des matières dissoutes. Or, cette eau se rend surtout aux feuilles végétaives, aux organes verts, pour y être évaporée en grande partie et concourir à la formation des multiples combinaisons chimiques qui s'édifient au niveau du grain de chlorophylle. Les étamines, qui n'ont, comme la corolle, qu'une durée éphémère et dont la masse parenchymateuse est relativement faible et n'offre pas les phénomènes de la chlorovaporisation, n'exigent donc pas un apport considérable d'eau. Ce qu'il leur faut pour assurer le développement de l'anthère, c'est surtout de la sève élaborée qui circule dans le liber. Aussi ce liber existe, comme on l'a vu plus haut, sur tout le parcours des faisceaux staminaux, alors même que les vaisseaux ne se sont pas formés ou ont subi une dégénérescence complète. Les vaisseaux, n'ayant pas à fonctionner, disparaissent¹.

1. Travaux du laboratoire de Matière médicale de l'École supérieure de pharmacie de Nancy.

CARTE
DES
VARIATIONS ANNUELLES
DE LA TEMPÉRATURE

Par C. MILLOT

Quand, pour montrer la distribution de la chaleur à la surface de notre planète et faciliter la recherche des lois de cette distribution, de Humboldt, que l'on peut nommer le père de la Physique du Globe, eut l'idée, en 1817, de mener sur la sphère terrestre des lignes *isothermes*, passant par tous les points où la température moyenne de l'année est la même, il savait bien que cette notion de la moyenne est insuffisante pour caractériser les climats et qu'il est nécessaire d'y joindre la connaissance de l'amplitude de l'oscillation thermométrique de l'été à l'hiver, si variable d'une région à l'autre. Aussi conçut-il en même temps le tracé de lignes *isothères*, ou d'égale température moyenne de juillet, et de lignes *isochimènes*, ou d'égale moyenne de janvier. Cette idée féconde fut aussitôt mise en pratique et l'on s'est borné depuis à dessiner les différentes courbes isothermes avec une exactitude de plus en plus grande, à mesure que les stations thermométriques devenaient plus nombreuses et les observations plus précises.

Or, pour la connaissance des écarts de la température aux points du globe où ont été recueillies les données thermométriques utilisées dans le tracé de ces différentes lignes, les cartes font double emploi avec les traités ou manuels de climatologie qu'elles ne font qu'illustrer. D'autre part, si l'on veut trouver,

par une sorte d'interpolation à vue, les variations de température en des localités pour lesquelles on ne possède pas d'observations, mais surtout si l'on désire se rendre compte de la façon dont sont répartis, à la surface de la terre, les climats considérés au point de vue de l'oscillation thermométrique annuelle et chercher les lois de cette répartition, on n'a qu'une ressource : placer l'une à côté de l'autre une carte d'isothermes de janvier et une carte d'isothermes de juillet, pour pouvoir promener alternativement les yeux de la première à la seconde et de celle-ci à la première, ce qui n'est ni commode ni suggestif. La superposition des isothermes et des isochimènes sur un même planisphère amènerait d'ailleurs une telle confusion de lignes que les recherches y seraient fatigantes et la situation embrouillée au lieu d'être éclaircie.

J'ai pensé qu'il y avait là une lacune à combler et qu'il serait avantageux de mener sur la sphère d'autres lignes, passant par tous les points où la différence de température entre l'été et l'hiver est la même¹.

Deux méthodes se présentaient pour tracer ces courbes par points.

On pouvait, à l'aide de recherches bibliographiques, se procurer les variations annuelles de température du plus grand nombre possible de stations, porter sur une carte, chacun à sa position géographique, les chiffres trouvés et, en se guidant sur eux, dessiner les lignes d'égale différence entre l'été et l'hiver. J'ai reculé, je l'avoue, devant ce travail de bénédictin et préféré le procédé graphique que voici :

Ayant pris un premier calque de la carte des isothermes de janvier, un second calque de la carte des isothermes de juillet, dressées par M. Léon Teisserenc de Bort et publiées dans les *Annales du Bureau central météorologique* de l'année 1881, j'ai superposé les deux dessins et, sur un troisième calque, j'ai marqué d'une petite croix tous les points d'intersection des isothermes avec les isochimènes, en inscrivant à côté de chacun d'eux la différence en degrés entre la température moyenne de juillet et celle de janvier.

1. Il eût été commode de désigner ces courbes nouvelles d'un seul mot, dérivé du grec suivant l'usage, mais n'ayant pu trouver une combinaison suffisamment courte et euphonique, j'y ai renoncé.

J'ai réuni de cette manière un nombre de points assez grand pour que les lignes cherchées pussent être tracées avec une approximation satisfaisante. Il ne restait plus alors qu'à réunir par un trait continu les petites croix portant des nombres égaux et, à l'aide d'un quatrième calque, porter sur un planisphère les courbes ainsi obtenues.

Telle a été la méthode employée pour dresser la carte-croquis ci-jointe, où se voit d'une façon saisissante comment sont distribués sur la terre les *climats continentaux* ou *extrêmes* qui, d'après la classification généralement adoptée, ont une différence de plus de 20° entre les moyennes de juillet et de janvier; les *climats moyens*, pour lesquels cette différence est comprise entre 10° et 20°; et les *climats marins* ou *constants* ayant une différence de moins de 10° entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid.

L'aire occupée par les premiers est limitée par la courbe de 20°; elle couvre probablement toute la calotte polaire boréale et, de là, s'étend sur la majeure partie des deux massifs continentaux de l'hémisphère nord où l'on remarque, à peu près, en coïncidence avec chacun des pôles de froid, une région de variation maximum de la température, atteignant 63° dans la Sibérie nord-orientale et 45° seulement sur le rivage nord de l'Amérique et la partie méridionale de l'archipel polaire qui lui fait face. On reconnaît dans cette différence l'action de la mer, qui atténue les écarts de la température : le pôle asiatique, en terre ferme, subit en hiver un froid plus rigoureux, mais reçoit en été plus de chaleur que le pôle insulaire américain.

A Verchojansk (pôle de froid sibérien), par 67°34' lat. N. et 133°51' long. E. Greenwich, la moyenne de janvier résultant d'une dizaine d'années d'observations est — 51°2; celle de juillet + 15°0 (différence : 66°2), et chacun des cinq mois mai à septembre possède une moyenne supérieure à zéro.

A l'endroit où ont hiverné l'*Alert* et la *Discovery*, commandant Nares, dans le nord du canal de Robeson, par 82°30' lat. N. et 65° long. W., la moyenne du mois le plus froid (mars) a été de — 39°9 et celle du mois de juillet + 3°5 (différence : 43°4); deux mois seulement, juin et juillet, ont fourni une température moyenne supérieure à zéro.

Entre les deux continents l'influence des eaux de l'Atlantique se manifeste par un golfe de climat moyen et même de climat marin, profondément enfoncé vers le nord ; mais, du côté opposé, la faible section du détroit de Behring et le seuil-barrière qui porte la chaîne des îles Aléoutiennes empêchent la pénétration des eaux du Pacifique nord dans les hautes latitudes et, par conséquent, leur action bienfaisante.

Les deux vastes aires continentales de climat extrême sont bordées, sur tout leur périmètre, d'une bande de climat moyen, ayant une largeur très variable et comprise entre les courbes de 10° et de 20°. Elle est remarquablement étroite le long de la côte californienne et de la péninsule scandinave, sans doute à cause des importantes chaînes de montagnes qui longent ces rivages. Elle s'élargit au contraire là où les eaux marines pénètrent, par de larges golfes, profondément dans les terres doublées elles-mêmes de puissants archipels. Nancy, où la différence des moyennes de janvier et de juillet (50 années d'observations, 1841 à 1890) est de 17°88, appartient à cette marge de climat moyen ou tempéré.

Le reste de la surface du globe, c'est-à-dire la large zone inter-tropicale, la majeure partie de l'Atlantique nord et du Pacifique nord, ainsi que toute l'immensité océanique australe, possède un climat marin ou constant. On n'y remarque que trois aires restreintes de climat moyen : sur une portion de l'Amérique du Sud, de l'Afrique méridionale et sur la massive Australie, au centre de laquelle la température varie assez pour qu'on puisse y trouver un climat légèrement continental.

Enfin, dans l'Atlantique équatorial et sur une partie de la Guinée occidentale, se trouve une aire allongée dans le sens de l'est à l'ouest et limitée par la courbe de zéro, où la température moyenne est la même en janvier et en juillet.

On voit donc que, dans l'hémisphère nord du moins, la différence de l'été à l'hiver va en augmentant, sur les continents, à mesure que l'on s'éloigne de l'équateur ; il en est de même dans l'Atlantique nord et le Pacifique septentrional, quand on quitte le milieu de chacun de ces océans pour se diriger soit à l'est, soit à l'ouest, vers le centre de l'un ou de l'autre continent.

Combien les conditions sont différentes dans l'hémisphère sud, occupé presque en entier par les eaux marines !

Nous venons de voir qu'une portion seulement des rares continents de cette moitié de la terre possède un climat moyen. La température dans le cours de l'année est, en effet, si bien égalisée sur l'Océan austral, qu'on trouve, par 50° environ de latitude, une ligne de variation nulle orientée est-ouest et tout entière océanique, au delà de laquelle on retrouverait probablement une différence de température faiblement croissante, à mesure qu'on se rapprocherait du continent polaire voué à une congélation perpétuelle, bien plutôt par l'absence d'été que par la rigueur des hivers, celle-ci étant certainement atténuée dans une forte proportion par les vastes étendues marines qui entourent le pôle sud.

Tels sont quelques-uns des faits principaux, déjà connus il est vrai, remarquablement mis en relief par la carte ci-dessus décrite. Ils seraient plus apparents encore si l'on teintait légèrement de diverses couleurs ou hachures les aires occupées par les trois sortes de climat.

Il y aurait bien d'autres choses à en tirer. En suivant attentivement le parcours de chacune de ces courbes sur le planisphère, on pourrait, par exemple, y chercher la cause de leurs inflexions accentuées et des variations de distance qu'elles présentent entre elles. Mais, pour être fructueuse, cette recherche devrait se faire sur une carte à plus grande échelle, où figureraient les données de la géographie physique et où les lignes d'égale variation de température, au lieu d'être tracées de cinq degrés en cinq degrés, le seraient de degré en degré, avec plus de précision aussi que dans le croquis que j'ai l'honneur de présenter. Moins rares alors sur les océans, ces lignes pourraient en outre rendre des services à l'Océanographie, si intimement liée à la Météorologie.

Je n'ai pas l'intention d'aborder, dans cette courte note, les problèmes que soulève l'examen d'une telle carte et qu'elle peut contribuer à résoudre ; mon but est seulement de faire connaître ces nouvelles courbes et d'indiquer leur utilité pour les études de climatologie et pour l'enseignement.



É T U D E

SUR

LES DIVERSES GRANDEURS

EN MATHÉMATIQUES

Par A. CALINON

CHAPITRE PREMIER

Les Notions de nombre et de grandeur.

Il nous est assez facile de nous représenter dans quel ordre ces notions de nombre et de grandeur se sont formées peu à peu dans l'esprit de l'homme.

D'abord l'homme compara des groupes d'objets différents, par exemple, un groupe de cailloux et un groupe d'arbres; supposons ces groupes tels qu'il y ait un caillou correspondant à chaque arbre, ces groupes différents donnent alors l'idée d'une pluralité commune; ce sont ces diverses pluralités classées et nommées qui devinrent la suite des nombres entiers.

Puis l'homme voulut évaluer, en marchant, le chemin parcouru, il compta alors le nombre de pas faits par lui : c'est ainsi qu'il commença à mesurer les longueurs; son observation devenant plus précise, il s'aperçut ensuite qu'en général un nombre exact de pas n'épuisait pas complètement une longueur et qu'il restait un résidu inférieur à un pas. Pour mesurer ce résidu on le compara alors à une fraction du pas; le nombre fractionnaire est né de là.

L'étude de la géométrie fit faire un pas de plus dans cette voie: on remarqua que, lorsqu'on voulait mesurer, par exemple, la longueur de la diagonale d'un carré, le côté étant pris pour unité, aucun nombre fractionnaire, quelque petite que fût la subdivision de l'unité, n'arrivait à donner exactement cette mesure; pour répondre à ce cas, on créa le nombre irrationnel qui s'intercala dans la série des nombres fractionnaires. De même la comparaison de la longueur de la circonférence à son rayon conduisit au nombre transcendant. Ces diverses séries numériques complétées successivement, depuis la série des nombres fractionnaires, nous ont donné ce qu'on a appelé les divers ordres du continu mathématique; du reste, tous les lecteurs que cette question intéresse ont lu sur ce sujet le très intéressant article de M. H. Poincaré: « Le Continu mathématique ¹. »

Ainsi, en s'en tenant à l'ordre simplement historique, c'est d'abord l'idée du nombre entier qui fut dégagée et fixée; puis c'est la mesure des grandeurs qui conduisit aux nombres fractionnaires, irrationnels et transcendants et par eux au continu mathématique. Mais il n'en résulte nullement que cet ordre soit le meilleur lorsqu'on se place au point de vue rigoureux de la méthode déductive que s'imposent les mathématiciens. M. Poincaré, se plaçant à ce point de vue, dit que la notion du continu mathématique n'est pas tout simplement tirée de l'expérience et il oppose le continu mathématique, pure création de l'esprit, au continu physique qui relève de l'observation.

Cela est très juste, étant bien entendu, comme du reste M. Poincaré le remarque lui-même, que, cette notion du continu mathématique, c'est l'expérience qui nous a fourni l'occasion de la créer. Et, en effet, philosophiquement, le continu mathématique est absolument différent du continu physique; mais, matériellement, les différences entre les deux continus sont tellement petites qu'elles échappent à nos méthodes d'observation; c'est donc le continu physique, observé d'une façon forcément imprécise, qui nous a conduits au continu mathématique; plus tard, les deux continus se sont séparés dans notre esprit; mais, ce qui est fon-

1. *Revue de métaphysique et de morale* (janvier 1893).

damental, l'idée du continu mathématique n'a nullement été atteinte dans cette séparation : je veux dire par là que cette idée, éprouvée à cette pierre de touche du raisonnement mathématique, n'a donné lieu à aucune contradiction.

Prenons un exemple : voici un mètre métallique ; c'est là un continu physique et nous avons cette impression que ce mètre peut être subdivisé autant qu'on le voudra, chaque subdivision pouvant à son tour être subdivisée elle-même, et, cela indéfiniment ; or, c'est précisément cette observation inexacte, mais approchée du continu physique, qui nous donne le continu mathématique.

Mais la science plus avancée a dû reviser l'ordre de son développement historique et c'est ainsi que dans ces dernières années les mathématiciens ont essayé de dégager l'idée de nombre (entier, fractionnaire, etc.) de l'idée de grandeur ; cette recherche a abouti et l'on est arrivé ainsi à constituer la science complète du nombre ou analyse en prenant le nombre entier comme point de départ et en le généralisant par des définitions successives, sans faire aucun emprunt à la notion des grandeurs géométriques ou autres. Parmi les auteurs qui ont traité cette question, je citerai en particulier, avec M. Poincaré, M. Kronecker, de Berlin ; dans cette méthode, les nombres fractionnaires, irrationnels et transcendants, et aussi les nombres algébriques et imaginaires se déduisent par de pures définitions des nombres entiers. On trouvera un exposé complet de ces diverses théories dans un ouvrage que je suis heureux de citer ici : *L'Infini mathématique*, de M. L. Couturat, parce que les lecteurs y verront condensés tous les renseignements relatifs à cette question, avec l'indication consciencieuse des sources et des auteurs.

Enfin M. J. Tannery dans son ouvrage : *Introduction à la théorie des fonctions d'une variable*, nous a montré tout ce qu'on pouvait mettre de rigueur dans cette étude de l'analyse pure et y a rattaché les diverses fonctions, trigonométriques, exponentielles, etc., qu'on a l'habitude de définir à l'aide de considérations géométriques.

On a donc ainsi une analyse rigoureusement déduite, formant, par elle-même et à elle seule, un tout logique, sans aucun emprunt fait à des notions autres que celle du nombre.

Malgré cela, plusieurs mathématiciens éprouvent pour cette conception une certaine répugnance, estimant que l'ordre historique, qui fait intervenir l'idée de grandeur dans la généralisation de l'idée de nombre, est seul rationnel.

Je vais indiquer rapidement les raisons pour lesquelles, après toute réflexion faite, je trouve préférable la constitution préalable, en mathématiques, d'une analyse pure.

D'abord on objecte aux partisans de cette idée qu'il est absolument artificiel de généraliser l'idée du nombre sans appuyer cette généralisation sur l'idée même de grandeur, laquelle, historiquement, a été l'origine et la raison d'être du nombre fractionnaire par exemple, puisque ce nombre fractionnaire a précisément été créé pour exprimer des états de la grandeur, états que ne pouvaient exprimer les nombres entiers. Or, j'avoue que pour mon compte le reproche d'être artificiel dans une théorie me touche très peu : en mathématiques les artifices sont d'un emploi courant et se justifient suffisamment par les résultats auxquels ils conduisent.

Et puis, enfin, cette science du nombre pur est-elle donc si artificielle qu'on veut bien le dire ? Examinons la question à propos de la définition du nombre fractionnaire ; on veut définir la fonction de deux variables $\frac{x}{y}$ où x et y sont des nombres entiers. Que fait-on ? On part du cas où $\frac{x}{y}$ exprime le quotient exact q de deux nombres, x étant divisible par y , et on se dit : comment peut-on définir cette fonction $\frac{x}{y}$ de façon à lui donner un sens généralisé quand x n'est pas divisible à y ? Qu'y a-t-il d'artificiel dans cette façon de poser la question ? Est-ce que, à chaque instant, en analyse, on n'est pas amené, une fonction étant définie pour certaines valeurs de la variable, à étendre la définition pour toutes les valeurs de cette variable ? Dès lors n'est-il pas tout simple de traiter de la même façon la fonction $\frac{x}{y} = q$ définie d'abord comme quotient exact du nombre entier x supposé divisible par le nombre entier y . Maintenant, comment se fait cette généralisation ? Comme

toutes les généralisations du même genre lorsqu'on veut étendre le sens d'une fonction.

Prenons d'abord $\frac{x}{y} = q$ et $\frac{x'}{y'} = q'$ dans le cas où x et x' sont respectivement divisibles par y et y' : la fonction est alors connue et définie ; elle exprime une division et elle jouit des propriétés suivantes qui toutes se démontrent :

L'égalité $q = q'$ équivaut à l'égalité $x y' = x' y$.

L'addition $q + q'$ équivaut à l'expression $\frac{x y' + y x'}{y y'}$.

La multiplication $q \times q'$ équivaut à l'expression $\frac{x \times x'}{y \times y'}$.

Ce sont là, je le répète, des formules démontrables.

Il s'agit de passer de là au cas où x n'est plus divisible par y ; je dirai alors, par définition, que les expressions ci-dessus $x y' = x' y$, $\frac{x y' + y x'}{y y'}$, $\frac{x \times x'}{y \times y'}$ signifient l'égalité, l'addition et la multiplication pour $\frac{x}{y}$ et $\frac{x'}{y'}$, quotients non entiers.

Or l'analyse est pleine de généralisations de ce genre, jamais elles ne se font autrement.

De même pour le nombre algébrique ; là encore il s'agit de définir la fonction $x - y$, connue et étudiée quand x est plus grand que y , dans le cas où x devient plus petit que y . On suit absolument la même marche que précédemment pour la fonction $\frac{x}{y}$.

Voilà les raisons, selon moi très solides, pour lesquelles cette objection d'une théorie accusée d'être artificielle ne m'arrête pas du tout.

J'ajouterai que cette théorie a, à mon avis, le très grand avantage de conduire à une définition absolument rigoureuse du continu numérique, ce qui est très important.

Voyons enfin ce qu'opposent à cette théorie les géomètres qui prennent l'idée de grandeur pour en faire la base de la généralisation du nombre.

Cette théorie, M. Couturat nous l'a exposée dans l'ouvrage que j'ai déjà cité, *L'Infini mathématique*.

On y présente la notion de la grandeur indépendamment de la notion du nombre ; cela exige des développements très étendus et très complexes ; mais, ce que j'objecte surtout à cette méthode, c'est qu'elle ne nous conduit à l'idée complète de la grandeur que par une foule d'axiomes, depuis l'axiome de l'addition jusqu'aux axiomes de la divisibilité et de la continuité ; et, finalement, malgré tous ces axiomes, on reconnaît qu'il reste encore dans cette notion de la grandeur quelque chose d'indéfinissable.

Ainsi, en résumé, on peut, par une marche très simple et à l'aide de définitions successives, sans aucun axiome, tirer directement de la notion des nombres entiers toute la théorie des nombres fractionnaires, irrationnels et transcendants et aboutir à une définition rigoureuse du continu numérique.

Au contraire quand, pour arriver au même résultat, on veut passer par l'intermédiaire de la notion de grandeur, le problème se complique beaucoup et ne se résout qu'à l'aide de plusieurs axiomes importants, inutiles dans la théorie du nombre pur.

La première méthode, outre qu'elle est plus simple, est donc encore, en même temps, seule d'une rigueur parfaite ; mais elle appelle un complément. La seconde méthode nous donne en effet, à la fois, la théorie des grandeurs et des nombres : il s'agit donc maintenant de voir comment la première méthode permet de déduire de la théorie du nombre pur une théorie satisfaisante des grandeurs, cela, bien entendu, sans l'introduction d'aucun axiome. C'est cette théorie des grandeurs que je vais exposer ici en examinant successivement les diverses grandeurs de la géométrie et de la mécanique.

Je précise donc que, dans la suite de cette étude, je considère comme acquise toute la science du nombre pur avec la notion du continu numérique telle que l'ont définie M. Poincaré et M. J. Tannery ainsi que plusieurs géomètres de l'école de Berlin, comme M. Kronecker.

CHAPITRE II

Les Grandeurs géométriques.

§ 1^{er}. — *Le continu géométrique.*

Il faut d'abord que je réponde à une objection qu'on ne manquerait pas de me faire. Si, avant toute géométrie, je considère comme établie la science du nombre, c'est évidemment pour m'appuyer sur cette science et pour introduire le nombre dans l'étude de la géométrie ; c'est en effet mon intention.

Mais c'est une opinion assez courante chez les mathématiciens que la géométrie doit être établie indépendamment de l'arithmétique : ce sont les géomètres modernes, dit-on, qui ont introduit le nombre en géométrie, mais Euclide s'était bien gardé de commettre cette erreur. Or, ce sont là des affirmations absolument inexactes. En ce qui me concerne, j'ai essayé de me passer du nombre en géométrie et je n'ai pu y arriver ; si d'autres croient la chose possible, qu'ils nous la donnent, cette géométrie, pure de la notion du nombre. Mais Euclide ? Euclide fait absolument comme les modernes, et s'appuie sur la notion du nombre dans une foule de démonstrations de sa géométrie. Exemple :

Soient quatre segments de droite a et a' , b et b' proportionnels, ce qui, à l'aide des signes aujourd'hui employés, s'exprime par la formule $\frac{a}{b} = \frac{a'}{b'}$. Voici comment Euclide définit cette proportionnalité : multiplions d'une part a et b par un même nombre entier quelconque m , puis, d'autre part, a' et b' par un second nombre entier quelconque n ; on a évidemment entre ma et na' l'une des trois relations suivantes :

$$ma = na' \text{ ou } ma > na' \text{ ou } ma < na',$$

expressions où ma et na' sont des segments de droite et où les

signes d'égalité et d'inégalité s'entendent au sens purement géométrique.

Il y a proportionnalité, dit Euclide, lorsque chacune des trois relations ci-dessus entraîne l'une des trois autres relations :

$$m b = n b' \text{ ou } m b > n b' \text{ ou } m b < n b'.$$

Cette définition est donc, en raison de l'introduction de nombres entiers quelconques m et n , d'origine essentiellement arithmétique.

On trouve également le nombre dans la démonstration du théorème : « Dans un cercle, les arcs sont proportionnels aux angles au centre. » Euclide considère en effet dans cette démonstration un angle au centre a contenu un certain nombre de fois dans un autre angle a' , puis un arc α (correspondant à l'angle a) contenu le même nombre de fois dans un autre arc α' (correspondant à l'angle a').

C'est donc un point bien établi qu'Euclide, dans sa géométrie, suppose le nombre connu, et je le répète, en ce qui me concerne, je ne vois pas la possibilité de se passer du nombre en géométrie.

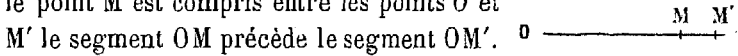
Je vais montrer maintenant combien il est facile, par de simples définitions et sans aucun axiome, de déduire de la série continue du nombre les propriétés fondamentales des grandeurs géométriques.

La définition d'une figure géométrique peut comporter une certaine indétermination en vertu de laquelle cette figure est susceptible d'une infinité d'états ; par exemple, un segment de droite porté sur une droite à partir d'une origine fixe et dont le point terminal est quelconque sur cette droite ; de même, un angle ayant un côté fixe et un côté quelconque ; un cercle de rayon quelconque, etc.

Dans une quelconque de ces figures, chaque état se distingue de tous les autres par ce fait que deux états ou, si l'on veut, deux exemplaires d'un même état se reconnaissent à l'aide du principe de l'égalité géométrique que nous admettons ici et qui consiste, comme on le sait, dans la possibilité de superposer deux figures.

D'autre part, dans ces figures, les divers états peuvent se sérier d'une certaine façon : ainsi soit le segment variable OM , on

peut toujours classer les divers états de OM de telle façon que si le point M est compris entre les points O et



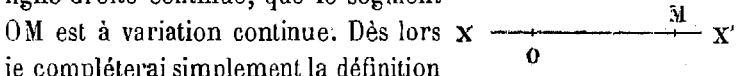
De même pour la circonférence de rayon OM on peut classer ses divers états dans le même ordre que les états du segment OM.

Cela dit, voici comment je définis le continu géométrique à l'aide du continu numérique.

Soient deux états E et E' d'une figure à forme variable, comme celles dont je viens de parler ; les divers états de cette figure étant sériés, je prends un état quelconque e intermédiaire entre E et E' ; je dis que la figure considérée est à variation continue entre les deux états E et E' lorsqu'on établit, soit par définition, soit par démonstration, une correspondance univoque entre chaque état intermédiaire e et un terme de la série continue des nombres. Ainsi E et E' correspondant respectivement aux nombres p et q, par exemple, e correspondra à un nombre compris entre p et q, et réciproquement un nombre quelconque compris entre p et q caractérisera un état compris entre E et E'. En un mot, la correspondance est univoque.

C'est en cela que consiste le continu géométrique. Cette définition qui introduit le nombre en géométrie a une importance capitale sur laquelle je reviendrai¹.

Mais je vais d'abord montrer qu'il suffit de mettre le continu géométrique dans la définition de la ligne droite seulement. Convenons, pour simplifier le langage, d'exprimer par l'expression ligne droite continue, que le segment



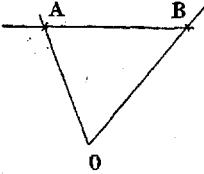
je compléterai simplement la définition ordinaire de la ligne droite en disant : « La ligne droite est une ligne continue telle que deux points la déterminent. »

Cette définition suffit pour introduire le continu numérique dans toute la géométrie.

Prenons en effet un angle variable AOB découpant sur une droite fixe un segment variable AB : à chaque position du point B correspond un angle AOB ; il y a donc une correspondance uni-

1. On peut, bien entendu, envisager aussi, dans la figure géométrique, une série d'états imaginaires correspondant à la série des nombres imaginaires.

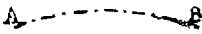
voque entre l'angle AOB et le segment AB ; par conséquent, la correspondance univoque qui existe entre AB et le nombre variable n existe aussi entre ce nombre n et l'angle AOB ; donc cet angle est aussi une figure à variation continue.



On démontre de même, en rattachant l'arc variable d'un cercle donné à l'angle au centre qui intercepte cet arc, que l'arc est, comme l'angle, une figure à variation continue.

En résumé, le continu géométrique une fois défini dans la ligne droite se démontre pour toutes les autres figures.

Ici je ferai une remarque qui montrera bien qu'au fond la méthode que j'indique ne fait que revêtir de définitions précises des notions que les auteurs ont l'habitude d'introduire inconsciemment dans la géométrie. A chaque instant, en effet, les géomètres parlent du milieu d'une droite, de la bissectrice d'un angle; or, on ne pourrait pas être certain de l'existence de ce point milieu ni de cette bissectrice si la ligne droite, par exemple, n'était



pas continue. Dans une ligne discontinue AB il n'y a pas nécessairement un point milieu.

Je dirai même plus : voici deux segments de droite dont les extrémités coïncident deux à deux; on admet alors que les deux segments coïncident point par point dans toute leur étendue, mais cela peut n'avoir pas lieu si la ligne droite n'est pas continue, car il peut arriver que les pleins et les vides des deux segments ne se correspondent pas : dès lors, si l'on n'est pas assuré que deux segments qui ont mêmes extrémités coïncident entièrement point par point, on se trouve arrêté dès la première démonstration de la géométrie.

Donc, puisqu'on est de toute façon obligé d'introduire dans la droite la notion du continu géométrique, n'est-il pas plus rationnel, plus rigoureux de le faire dès le début et explicitement, en donnant tout de suite une définition complète de cette ligne, c'est-à-dire une définition qui comprenne et énonce cette propriété du continu ?

Maintenant, je reviens sur ce point que, pour définir le continu géométrique dans la ligne droite, ce qui suffit pour toute la géo-

métrie, je m'appuie sur le continu numérique. Cela est capital au point de vue où je me suis placé ; la géométrie tout entière est, en effet, subordonnée ainsi à la notion du nombre et du continu numérique. Il est bien évident que les formes pures de la géométrie ne sont plus les formes des corps qu'étudie la physique. Aujourd'hui la science admet volontiers que les corps sont composés de molécules séparées les unes des autres et d'ailleurs en vibration : évidemment la forme purement géométrique est autre chose que cela et cette différence, M. Poincaré nous l'a nettement signalée en opposant le continu mathématique au continu physique. Mais le continu géométrique n'est qu'une simple transposition du continu numérique dans la notion de la forme ; donc, en résumé, c'est le continu numérique, c'est le nombre qui caractérise la forme géométrique et la distingue de la forme physique. La géométrie, c'est la science de la forme arithmétisée, si l'on veut me passer cette expression ; et c'est parce que la géométrie est une application de l'analyse, qu'elle comporte l'emploi du raisonnement mathématique et que toutes les propriétés des figures peuvent se traduire en formules et donner lieu à ce qu'on a appelé la géométrie analytique : j'ajoute que suivant les questions géométriques qu'on étudie on peut se borner à introduire en géométrie le nombre arithmétique, ou, au contraire, avoir avantage à introduire dans la forme le nombre algébrique ou le nombre imaginaire.

Une petite modification dans le langage usuel fera du reste mieux ressortir le lien qui rattache la forme continue au nombre. Prenons la série continue du nombre et appelons chacun de ses termes un état du nombre continu. On voit ainsi que les états successifs de ce que j'ai appelé une forme à variation continue correspondent un à un aux états successifs du nombre et comme finalement les signes concrets par lesquels on convient de figurer les nombres (chiffres arabes, chiffres romains, numération parlée, etc...) sont absolument arbitraires, il est bien évident que les états successifs de cette forme à variation continue sont une écriture particulière du nombre continu.

Ainsi le segment de droite variable, sous ses diverses formes, n'est qu'une façon spéciale d'écrire la série du nombre continu.

§ 2. — *Définition des grandeurs géométriques.*

Soit, dans une figure à variation continue, e un état quelconque auquel correspond le nombre x , ce que je traduirai par l'expression e_x . Prenons une équation $x = f(y)$ exprimant une relation univoque entre x et y ; il est évident que la correspondance univoque qui existe entre e et x en entraîne une seconde du même genre entre e et y . Donc quand il existe une correspondance univoque entre une forme et un nombre, il en existe une infinité. Il y a donc là une indétermination qui permet d'imposer à cette correspondance des conditions supplémentaires.

Ceci dit, je considère le segment de droite; on peut réunir deux segments bout à bout sur une même droite et former ainsi par leur ensemble un troisième segment.

De même pour deux arcs de cercle de même rayon.

De même aussi deux angles ayant leur sommet commun et juxtaposés par un côté forment un troisième angle.

Si donc on considère l'une de ces trois figures, lesquelles sont à variation continue, elle jouit de la propriété suivante :

Deux états quelconques de cette figure peuvent toujours être groupés d'une façon déterminée et donner ainsi par leur ensemble un troisième état de la même figure.

C'est en cela que consiste la propriété fondamentale du groupement, laquelle caractérise seulement un certain nombre de figures géométriques.

Je vais maintenant étudier spécialement les figures géométriques à variation continue qui jouissent de cette propriété du groupement.

Soit e_r l'état qu'on obtient par le groupement des deux états e_p et e_q , p , q et r étant, bien entendu, les nombres qui correspondent à ces trois états. Ainsi que je l'ai dit, cette correspondance entre les nombres et les états est indéterminée, de sorte qu'on peut imposer aux nombres de remplir certaines conditions. Dans le cas actuel j'imposerai aux nombres p , q et r la relation $r = p + q$ qui exprime que, dans le groupement considéré, le nombre de l'état fourni par le groupement est la somme des nombres des

deux premiers états. Mais cette relation ne fait pas encore disparaître complètement l'indétermination, et en effet si la relation $r = p + q$ est satisfaite pour une correspondance, elle l'est aussi pour toutes les autres correspondances qu'on obtient en modifiant proportionnellement à eux-mêmes tous les nombres. Mais l'indétermination cesse lorsque, en même temps qu'on s'impose cette relation, on se donne un état déterminé et le nombre correspondant. Selon l'usage je me donne l'état qui correspond au nombre 1, soit e_1 , que j'appellerai l'état unitaire. Dès lors, chaque état a un nombre bien déterminé et un seul, et inversement. Dans ce système, le nombre d'un état quelconque est ce qu'on appelle sa mesure par rapport à l'état unitaire.

Soit une série d'états $e_\alpha, e_\beta, e_\gamma, e_\delta$, et l'état unitaire e_1 . Remplaçons la correspondance numérique $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ et 1 par une autre correspondance où e_α deviendra l'état unitaire : les deux séries numériques se correspondront donc comme suit :

$$\begin{array}{cccccc} & \alpha & \beta & \gamma & \delta & 1 \\ \text{et} & 1 & \beta' & \gamma' & \delta' & \omega. \end{array}$$

J'ai montré que pour répondre à la relation $r = p + q$ ces deux correspondances devaient avoir leurs termes respectivement proportionnels : on aura donc $\frac{\alpha}{1} = \frac{\beta}{\beta'} = \frac{\gamma}{\gamma'} = \dots = \frac{1}{\omega}$ et par suite $\beta' = \frac{\beta}{\alpha}, \gamma' = \frac{\gamma}{\alpha}$, etc., ce qui exprime cette propriété fondamentale que, lorsqu'on prend l'état e_α pour nouvel état unitaire, la mesure de l'état e_β devient, avec l'état unitaire e_α , $\beta' = \frac{\beta}{\alpha}$, c'est-à-dire la mesure primitive β divisée par le nombre fixe α .

C'est la règle relative au changement de l'état unitaire.

Je rappelle à nouveau que la formule de l'addition $r = p + q$ est absolument indépendante du choix de l'état unitaire.

Ceci dit, je prendrai, et c'est là une définition, les signes de l'addition numérique pour exprimer le groupement des états et j'écrirai $e_r = e_p + e_q$ équivalent à $r = p + q$. Le mot addition, pour les états, remplacera donc simplement le mot groupement. J'écrirai de même $e_p = e_r - e_q$ pour $p = r - q$. Je dirai, toujours

par définition, que le produit d'un état par le nombre n est le produit par n de la mesure de cet état, $n e_p = e_{np}$: toutes les opérations dont je viens de parler jusqu'ici donnent comme résultat un nouvel état ; au contraire, quand je définis le rapport des deux états $\frac{e_p}{e_q}$ le rapport numérique $\frac{p}{q}$, le résultat de l'opération est un nombre.

Ajoutons plusieurs états $e_\alpha + e_\beta + e_\gamma + \dots = e_s$, s étant la somme $\alpha + \beta + \dots$; soit n le nombre des états ajoutés ; si tous ces états sont égaux, on a $\alpha = \beta = \gamma = \dots$ et $s = n \alpha$, d'où $n e_\alpha = e_s = e_{n\alpha}$; c'est la formule précédente où n est un nombre entier ; $e_{n\alpha}$ est ainsi la somme de n états égaux à e_α .

Je n'insiste pas davantage sur ces diverses formules dont les conséquences sont pour ainsi dire évidentes ; c'est ainsi qu'on a, par exemple, $e_\alpha + e_\beta = e_\beta + e_\alpha$ parce qu'on a $\alpha + \beta = \beta + \alpha$.

Mais, pour éviter tout malentendu, je tiens à bien préciser le sens de la formule $e_\alpha = e_\alpha$ correspondant à $\alpha = \alpha$: il faut bien remarquer que cette formule ne définit nullement l'égalité géométrique de deux états, car cette égalité est admise antérieurement à toute cette théorie, sert de base à la définition du continu géométrique et nous permet seule de différencier par des nombres différents des états différents de la figure variable. La formule $e_\alpha = e_\alpha$ emprunte donc simplement le signe $=$ à l'arithmétique pour exprimer (et non définir) l'égalité géométrique de deux états d'une même figure.

On a évidemment reconnu, dans ce qui précède, les propriétés d'un certain nombre de grandeurs géométriques, et ce que j'ai appelé les divers états d'une figure à variation continue jouissant de la propriété du groupement ne diffère pas de ce qu'on appelle habituellement des grandeurs de même espèce.

Mais en géométrie le mot *grandeur* a un sens plus général ; il peut y avoir en effet des grandeurs dans des figures variables qui ne possèdent pas la propriété du groupement : je me bornerai à citer la grandeur désignée sous le nom de longueur d'un arc de courbe. Si l'on prend sur une ellipse, par exemple, deux arcs, en général on ne peut les réunir, sans les déformer, de façon à obtenir un troisième arc de cette même ellipse. Mais on sait qu'on

peut toujours comparer un arc d'ellipse à un segment de droite ; on dit alors, et c'est là une définition, que la longueur du segment de droite est la longueur de l'arc. Je n'ai du reste rien à dire de nouveau sur cette question connue.

§ 3. — *Les aires et les volumes.*

Les aires et les volumes sont des grandeurs qui demandent une mention spéciale en raison des particularités qu'elles présentent. Prenons d'abord les aires. Nous avons tous le sentiment de ce qu'est une aire comprise dans un contour fermé : mais ici, pour être rigoureux, je dois donner une définition exacte ; voici les deux propriétés caractéristiques que je prendrai comme définition.

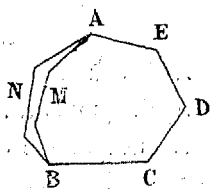
1° Quand deux contours fermés sont égaux, c'est-à-dire superposables, ils enferment des aires égales.

2° Quand deux contours complètement extérieurs l'un à l'autre sont groupés ou juxtaposés de façon à avoir une partie de contour commune, le nouveau contour fermé qu'on obtient en supprimant cette partie commune enferme une aire égale à la somme des aires des deux premiers contours.

Cette seconde propriété, qui est la propriété caractéristique du groupement, range l'aire parmi les grandeurs étudiées précédemment. Cependant je note cette différence que le mode de groupement de deux contours est possible d'une infinité de façons, tandis que, pour les segments de droite, les angles, etc., il n'y a qu'un mode de groupement. De cette indétermination dans le groupement des aires résulte la proposition suivante :

Deux contours fermés qui sont des groupements différents de contours égaux ont même aire, cette aire étant la somme de celles des contours partiels deux à deux égaux dans les deux contours totaux. Ces contours totaux forment ce qu'on appelle des figures équivalentes.

Considérons un contour $AMBN$ qui, à la limite, se réduit à la ligne AMB ; adjoignons à ce contour un contour $ABCDE$ d'aire S , si s est l'aire du con-



tour AMBN et S' l'aire du contour total ANBCDE, on a $S' = S + s$. Mais à la limite, quand le contour AMBN se réduit à la ligne AMB, les deux contours ANBDA et AMBDA deviennent deux figures égales et par conséquent de même aire : on a donc, dans ce cas, $S' = S$ ce qui exige $s = 0$. Ainsi une aire s'annule quand son contour se réduit à une ligne et à plus forte raison à un point.

Ces principes posés, la théorie des aires s'établit à la façon ordinaire. Ainsi deux rectangles ayant un côté commun a et deux bases différentes $b = p\beta$ et $b' = p'\beta$ sont le premier un groupement de p rectangles de côtés a et β et le second de p' de ces mêmes rectangles. Si A , A' et α sont les aires des deux premiers rectangles et du rectangle partiel de côtés a et β , on a $A = p\alpha$ et $A' = p'\alpha$; d'où $\frac{A}{A'} = \frac{p}{p'} = \frac{b}{b'}$. Ces aires des deux rectangles sont donc dans le rapport des deux côtés b et b' .

De là on déduit que les aires de deux rectangles quelconques sont dans le rapport des produits de leurs côtés.

On passe du rectangle au parallélogramme et du parallélogramme au triangle. Je n'insiste pas sur ces démonstrations connues.

La théorie des volumes repose sur des définitions tout à fait analogues.

1° Deux polyèdres égaux, c'est-à-dire superposables, ont même volume.

2° Un groupement de deux polyèdres juxtaposés, complètement extérieurs l'un à l'autre, a pour volume la somme des volumes de ces deux polyèdres.

Ces deux propriétés réunies contiennent la définition complète des volumes.

On en déduit immédiatement la conséquence suivante :

Si deux polyèdres sont des groupements différents de polyèdres partiels deux à deux égaux, ils ont même volume.

Après quoi la théorie des volumes s'établit à la façon ordinaire.

Maintenant que nous avons passé en revue les diverses grandeurs de la géométrie, faut-il essayer d'en déduire une définition générale de ces grandeurs ? Je ne le crois pas et je préfère con-

clure en montrant qu'au contraire il y a dans ces diverses grandeurs trois types bien distincts qui ne peuvent se ramener à une définition unique.

Ces trois types de grandeur ont en commun la propriété fondamentale du continu géométrique.

Le premier type, segment de droite, angle, arc de cercle et arc d'hélice, jouit seul de cette propriété que deux grandeurs de même espèce donnent, par un groupement qui est unique, une troisième grandeur de même espèce, dite somme des deux premières.

Le second type, aires et volumes, jouit également de la propriété du groupement, avec cette différence importante que le groupement de deux aires ou de deux volumes peut se faire d'une infinité de façons, la somme restant la même.

Enfin dans le troisième type, arc de courbe, la propriété du groupement n'a plus de sens.

Voilà donc toutes les grandeurs géométriques classées en trois types parfaitement définis.

CHAPITRE III

Les Grandeurs en Mécanique.

§ 1^{er}. — *Origine de la notion de durée.*

Je vais reprendre ici, sous une forme un peu différente, des idées que j'ai développées plus longuement dans un de mes ouvrages antérieurs : *Étude critique sur la mécanique*, dont l'édition est d'ailleurs actuellement épuisée.

Avant de définir la grandeur qu'on appelle la durée, je voudrais d'abord me débarrasser de toutes les erreurs qui obscurcissent cette notion.

Pour quelques géomètres, la durée mesurable est une simple intuition, laquelle nous révèle d'emblée ce que sont deux temps égaux. Mais comme tout le monde n'a pas cette intuition, il faut évidemment chercher autre chose. C'est en se plaçant à ce point de vue qu'on a été amené à définir deux durées égales ; voici cette définition : lorsque deux phénomènes de mouvement se produisent à des époques différentes, mais dans des conditions rigoureusement identiques, on dit qu'ils sont de même durée.

Or c'est là une véritable pétition de principe ; dans ces deux mouvements, en effet, il y a forcément des vitesses lesquelles font partie des conditions dont on parle et qui doivent être identiques ; or, ces deux vitesses étant des fonctions de la durée, comment peut-on les juger identiques avant de savoir mesurer la durée ? Voilà le cercle vicieux.

Citons un exemple : soit un récipient qu'on remplit d'eau et qu'on laisse ensuite se vider de lui-même par un orifice pratiqué à sa base ; on reproduit plusieurs fois cette expérience ; a-t-elle toujours la même durée ? Or, une des circonstances de ce mouvement est la vitesse de la rotation de la terre ; si cette vitesse de rotation varie, elle constitue, dans la reproduction de ce phéno-

mène, une circonstance qui ne reste plus identique à elle-même. Mais supposer cette vitesse de rotation constante, c'est supposer qu'on sait mesurer le temps.

Cette définition de la mesure du temps est donc sans valeur. J'indiquerai plus loin comment on peut arriver à cette définition d'une façon rigoureuse. Mais voyons d'abord comment l'homme est arrivé pratiquement, en dehors de toute intuition et de toute notion mécanique, à faire choix d'une horloge.

D'abord l'homme s'est préoccupé de couper le temps en tranches, je ne dis pas en tranches égales, mais simplement en tranches ; or les faits les plus commodes pour sectionner ainsi la durée sont évidemment les mouvements périodiques, chaque période s'offrant naturellement à l'esprit comme une partie du temps. Mais, toujours au point de vue pratique de son existence, les deux périodes les plus importantes dans l'univers pour l'homme sont le jour et l'année ; dans tout cela il n'y a pas, remarquons-le bien, l'ombre d'un raisonnement quelconque ; l'homme qui mange le jour et qui dort la nuit, inconsciemment, est amené à attacher à cette période du jour complet une importance considérable. Plus tard, il observera les saisons qui alternent et en raison de leur rôle dans les travaux de la culture, il notera cette période d'une année au bout de laquelle les saisons se reproduisent. Voilà donc le temps évalué en années et l'année en jours, avec cette particularité, expliquée d'ailleurs par la science, que toutes les années comprennent le même nombre de jours. Enfin, le jour correspondant à une révolution apparente de la sphère céleste ou, ce qui revient à peu près au même, à une révolution du soleil autour de la terre, l'idée la plus simple pour diviser le jour était de le diviser proportionnellement à cette révolution. Telle est l'horloge qui fut adoptée par l'homme ; et, je le répète, dans ce choix, ce sont des considérations terre à terre, des préoccupations d'existence matérielle qui ont guidé l'homme : dans tout cela, aucune idée scientifique ou métaphysique, mais un simple point de vue utilitaire qui imposait en quelque sorte le choix auquel on fut amené.

Ce point établi, il est bien évident que la question de la durée mesurable reste, au point de vue scientifique, entièrement à ré-

soudre : je vais donc l'aborder en considérant comme nulle et non avenue la solution d'ordre simplement pratique dont je viens d'indiquer l'origine.

§ 2. — *Définition de la durée.*

Le temps nous apparaît d'abord comme un ordre d'après lequel se classent les faits ou les phénomènes : ainsi deux faits sont simultanés ou bien l'un est antérieur à l'autre. Lorsqu'il s'agit du mouvement des corps dans l'univers, ces corps ont, à un moment donné, des positions simultanées ; à un autre moment, ils auront encore des positions simultanées entre elles, mais postérieures aux premières.

Considérons deux états successifs du temps e et e' , c'est-à-dire deux moments correspondant à deux simultanés successives, j'admettrai d'abord qu'il y a une correspondance univoque entre chacun de ces états et chacun des termes de la série du nombre continu ; j'indique par les expressions e_x et $e_{x'}$, que x et x' sont les deux nombres qui correspondent aux deux états e_x et $e_{x'}$, étant bien entendu que si l'état $e_{x'}$ est postérieur à l'état e_x on a $x' > x$.

Par cette définition j'introduis le continu numérique dans la notion du temps et je crée ainsi le continu mécanique, comme j'ai créé le continu géométrique.

Prenons maintenant un corps quelconque en mouvement, la terre par exemple : ce corps se déplace autour du soleil et tourne en même temps sur lui-même ; réduisons-le par la pensée à un point ; ce point en tournant autour du soleil a une position correspondant à chaque état e_x du temps, et par suite à chaque valeur de x ; il y a donc une correspondance univoque entre cette position variable du point et le nombre x ; il en résulte que l'ensemble de ces positions jouit de la propriété du continu ; on en conclut que le lieu de ces positions est une courbe géométrique ; c'est ce qu'on appelle la trajectoire.

De même et pour la même raison l'angle dont la terre tourne autour de son arc est bien l'angle défini en géométrie et jouit de la propriété du continu.

En résumé, la durée étant envisagée comme un objet continu, tous les objets variables avec elle jouissent également de la propriété du continu. C'est grâce à cette introduction du continu numérique, que la mécanique devient une application des mathématiques pures, c'est-à-dire de l'analyse.

Pour la même raison, les formes qu'on rencontre en mécanique, trajectoires, angles de rotation, jouissant aussi de la propriété du continu, relèvent de la géométrie.

Revenons maintenant à l'expression d'un état du temps e_x ; la correspondance univoque que j'ai supposée entre cet état et le nombre x en entraîne une infinité d'autres; il suffit, en effet, de remplacer, dans e_x , x par y , en supposant entre x et y une relation univoque $x = f(y)$, pour avoir une autre correspondance e_y , e_y désignant le même état du temps que e_x . Cette correspondance univoque est donc au fond indéterminée. Toutefois, je considérerai comme n'étant pas différentes deux correspondances univoques exprimées par e_x et e_y où le rapport $\frac{y}{x}$ reste constant.

J'appellerai d'une façon générale, horloge, un instrument dont l'aiguille tournera sur un cadran d'un angle proportionnel au nombre x de la correspondance e_x ; la correspondance e_y me fournira donc une seconde horloge et, d'après ce qui précède, deux horloges donnant simultanément des angles proportionnels, ce qui correspond au cas de $\frac{x}{y}$ constant, ne seront pas considérées comme distinctes.

Ainsi que je l'ai montré plus haut, nos aïeux, en dehors de toute idée scientifique, ont cherché simplement l'horloge la plus commode eu égard à leurs conditions d'existence.

Ici, me plaçant au seul point de vue scientifique, je vais chercher l'horloge la plus commode pour écrire le plus simplement possible les formules qui exprimeront les lois du mouvement des corps dans l'univers.

Il est donc bien entendu que, dans cette méthode, toutes les horloges sont également légitimes; mais il peut y en avoir une plus simple et plus commode que les autres; c'est celle-là que je choisirai pour mesurer la durée

Cherchons donc si cette horloge plus commode existe et quelle elle est.

Il suffit, à cet effet, d'enregistrer les mouvements des corps dans l'univers et de les traduire en formules aussi simples que possible.

Je remarque d'abord que toutes les planètes et leurs satellites sont animées d'un mouvement de rotation sur eux-mêmes : or les angles simultanément décrits dans toutes ces rotations sont toujours proportionnels : voilà une loi très importante. Soit α l'angle variable d'une de ces rotations ; soit d'autre part θ l'angle décrit simultanément par l'aiguille d'une horloge : si cette horloge est choisie de telle façon que l'on ait $\frac{\alpha}{\theta} = \text{constant}$, on aura aussi, β , γ , δ , etc... étant les angles de rotation de tous les autres corps, planètes ou satellites, $\frac{\beta}{\theta} = \text{constant}$ $\frac{\gamma}{\theta} = \text{constant}$, etc.

Il en résulte que cette horloge particulière que je désignerai, dans la suite, par la lettre H me permet d'exprimer par une simple formule du premier degré, $\alpha = k \theta$, la loi fondamentale dont je viens de parler : dans cette formule, k est, bien entendu, un coefficient ayant une valeur particulière pour chaque corps.

Voici maintenant une seconde loi aussi importante.

Traçons le rayon vecteur qui joint une planète au soleil, ou un satellite à sa planète : ce rayon vecteur décrit une aire ; or, l'observation nous montre que toutes ces aires simultanément décrites sont proportionnelles entre elles, et de plus proportionnelles aux angles de rotation dont il vient d'être question : donc, avec la même horloge H, cette loi des aires s'exprime par la formule du premier degré $\sigma = \lambda \theta$, σ étant l'une de ces aires et λ un coefficient ayant une valeur particulière pour chaque planète ou chaque satellite.

Voilà donc deux lois fondamentales qui, avec cette horloge H, s'expriment par des formules très simples.

Poursuivons cet examen : dans cette méthode, la vitesse et l'accélération se définissent à la façon habituelle ; mais pour chaque position d'un point mobile la vitesse et l'accélération dépendent de l'horloge choisie. La vitesse, toujours dirigée suivant la tan-

gente à la trajectoire, garde sa direction, mais change de grandeur quand on change d'horloge.

Au contraire, on voit aisément, en traçant la figure d'après laquelle on définit l'accélération par la considération de deux vitesses infiniment voisines, que le changement de l'horloge modifie à la fois la grandeur et la direction de l'accélération.

Je rappelle encore ici que deux horloges à marche proportionnelle ne doivent pas être considérées comme distinctes.

Ainsi le choix de l'horloge influe sur la direction de l'accélération.

Ceci dit, je prends le mouvement d'une planète autour du soleil et je note l'accélération de ce mouvement prise avec l'horloge H , précédemment définie; or cette accélération de la planète est toujours dirigée vers le soleil; je viens de montrer qu'une autre horloge modifierait cette direction. Donc c'est seulement cette horloge H qui donne pour les planètes des accélérations dirigées vers le soleil.

Voilà donc une loi fondamentale qui s'énonce très simplement avec cette horloge H ¹.

Enfin je citerai encore la loi suivante dont celle qui précède n'est qu'un cas particulier.

Lorsque deux corps sont en présence, il y a mouvement et les accélérations de ces deux corps sont toujours dirigées suivant la droite qui les joint, les accélérations étant prises avec l'horloge H .

Il est clair qu'avec une autre horloge cette loi sur la direction des accélérations cesse d'être vraie ou, pour mieux dire, s'exprime autrement.

Ce qui précède suffit pour montrer l'intérêt particulier que présente cette horloge H ; il n'en résulte pas que le choix de cette horloge s'impose, mais ce choix comporte de grands avantages pour exprimer d'une façon simple les lois dont je viens de parler.

Ainsi que je l'ai dit, cette horloge est telle que sa marche est proportionnelle à l'angle de rotation de l'une quelconque des planètes; on peut donc, en particulier, prendre l'horloge H qui

1. Cette loi est d'ailleurs une conséquence de la loi précédente sur les aires. On démontre, en effet, que si l'aire par rapport à un point O est proportionnelle au temps, l'accélération évaluée sur la même horloge passe toujours par ce point fixe O .

marque avec son aiguille l'angle de la rotation terrestre. C'est cette horloge qui nous servira, par définition, à mesurer la durée, cela, je le répète, uniquement parce que l'horloge en question est commode.

Maintenant, comment se fait-il qu'on soit ainsi ramené précisément à l'horloge adoptée par nos aïeux pour des raisons si différentes de celles que je viens d'exposer? Cette explication est fournie par un théorème qu'on démontre en mécanique. Supposons qu'il existe dans l'univers une horloge telle que, pour deux corps en présence, elle donne toujours deux accélérations, dirigées suivant la droite qui les joint, et de rapport constant; on démontre alors, comme conséquence de cette loi, qu'un corps, comme la terre ou une planète, tourne sur lui-même d'un angle proportionnel à la marche de cette horloge¹.

C'est grâce à ce théorème que l'angle de la rotation terrestre nous a précisément donné cette horloge.

En résumé, le temps se trouve ainsi défini comme grandeur, mais non de la même façon que les grandeurs géométriques. En réalité, la durée mesurable est une variable, choisie parmi toutes les variables qui se présentent dans l'étude des mouvements, parce qu'elle se prête plus particulièrement à l'expression simple des lois du mouvement.

§ 3. — *Définition de la masse et de la force.*

Ce qui précède me conduit directement à la définition de la masse; je reprends une loi déjà énoncée:

Quand deux points de matière sont en présence, ils se mettent en mouvement et leurs accélérations, évaluées à l'horloge H, sont dirigées en sens inverse suivant la droite qui les joint.

1. Je rappelle l'énoncé de ce théorème:

Lorsqu'un corps est soumis à un système de forces admettant une résultante unique et que cette résultante passe constamment par le centre de gravité G de ce corps, celui-ci tourne à chaque instant autour d'un axe de rotation passant par G et l'axe et la vitesse de cette rotation varient pour chaque position du corps. Toutefois, lorsque cet axe est, à l'origine, un des axes de l'ellipsoïde d'inertie du corps, la rotation continue à s'effectuer autour de cet axe qui reste ainsi de direction fixe; de plus, la vitesse de la rotation est constante.

Cette loi se complète comme suit :

Chaque point de matière a un coefficient numérique fixe, appelé masse, tel que les deux accélérations dont je viens de parler sont toujours dans le rapport inverse des masses.

Ainsi, soient M et M' les deux points, m et j , m' et j' , leurs masses et leurs accélérations : j et j' sont dirigées en sens inverse suivant la droite MM' et l'on a de plus $m j = m' j'$.

Il convient de remarquer que, dans cette expression, j et j' supposent qu'on a choisi l'horloge H ; mais l'existence des coefficients numériques appelés masses ne dépend en rien de ce choix particulier ; le changement de l'horloge n'est en effet pas autre chose qu'un changement de variable dans l'expression $m j = m' j'$; or, une nouvelle variable modifierait la forme de cette expression ; mais les constantes m et m' figureraient encore dans l'équation nouvelle où elles seraient simplement engagées d'une autre façon.

La masse est donc une constante indépendante de la mesure du temps.

La masse jouit de cette propriété que, si l'on réunit deux portions de matière, la masse de l'ensemble est la somme des masses des deux portions : c'est la propriété du groupement, comme pour certaines grandeurs géométriques.

La masse étant ainsi définie, la définition de la force s'en déduit immédiatement.

La force a la direction et le sens de l'accélération et est égale au produit de cette accélération par la masse.

Avec l'introduction de cette notion de la force, la loi fondamentale $m j = m' j'$ dont j'ai parlé plus haut s'énonce plus simplement.

Deux points de matière en présence échangent entre eux deux forces égales et contraires dirigées suivant la droite qui les joint.

On voit que la force, comme l'accélération qui en est un des facteurs, est liée au choix de l'horloge H .

En résumé, je suis arrivé, dans cette rapide étude, à définir successivement toutes les grandeurs qu'on rencontre en géométrie et en mécanique, en les rattachant toutes à la série continue du nombre, ce qui était mon but.

§ 4. — *Les repères en mécanique.*

Mais pour ne pas laisser d'obscurité dans l'esprit du lecteur au sujet de cette question des grandeurs dans la mécanique, je dois dire deux mots de la question des repères. Les repères sont, comme on le sait, un ensemble de points de forme quelconque mais fixe, auxquels on rapporte les diverses positions des points en mouvement. On peut toujours réduire les repères à un système de trois axes de coordonnées; le mouvement se définit alors comme suit :

Un point est en mouvement par rapport à ces axes quand ses coordonnées varient. C'est ce qu'on appelle le mouvement relatif, le seul qu'on connaisse et qu'on étudie en mécanique.

Je précise maintenant tout ce que j'ai dit dans les paragraphes 2 et 3 du présent chapitre, en spécifiant que toutes les lois formulées supposent les mouvements rapportés à des axes de coordonnées solidaires du système des étoiles fixes; en un mot, ce sont ces étoiles fixes qui forment repères.

C'est là un point important, car le changement de repère donne lieu à des vitesses et accélérations partielles qui se composent avec les vitesses et accélérations primitives et en changent ainsi la direction et la valeur. Ainsi, dans la loi suivante :

L'accélération de la terre dans son mouvement autour du soleil passe constamment par le soleil.

On suppose à la fois le temps mesuré sur l'horloge H et les repères pris dans le système des étoiles fixes, une autre horloge ou d'autres repères changeant la direction de cette accélération.

Cette question du mouvement relatif me paraît, à moi, aussi claire que possible; néanmoins, bien des mathématiciens sont encore hantés de cette idée du mouvement absolu ou du moins ont beaucoup de peine à s'en détacher complètement.

L'idée de mouvement est inséparable de l'idée de repère. On dit : un point se meut par rapport à des axes de coordonnées, il a une vitesse, une accélération, etc.; on fait abstraction de ces axes, il n'y a pas de raisons pour que le mouvement ne continue pas avec sa même vitesse, etc.

Au fond cela n'a aucun sens : voici un corps symétrique ayant une droite et une gauche ; on supprime la gauche, que reste-t-il ? La droite, répondra presque tout le monde. En somme, il ne reste qu'un corps dissymétrique dans lequel l'idée de droite et de gauche cesse d'avoir un sens.

Mais, pour bien éclaircir ce point et répondre à une objection qui m'a été faite, je vais examiner un exemple particulier.

Rapportée au système des étoiles fixes comme repères, la terre est animée d'un mouvement de rotation sur elle-même autour d'un axe de direction fixe par rapport aux étoiles, axe qui passe par les pôles de la terre ; enfin celle-ci a la forme d'un ellipsoïde de révolution aplati au pôle et renflé à l'équateur ; or, la théorie établit que c'est précisément la forme que prend une sphère liquide tournant autour d'un axe, sous la double influence de la pesanteur et de la force centrifuge développée par la rotation. Ainsi, toute molécule de la surface est soumise à ces deux forces partielles, l'une constante, la pesanteur, et l'autre variable du pôle à l'équateur ; il en résulte une forme définitive telle qu'en chaque point de la surface la résultante de ces deux forces partielles est toujours normale à cette surface.

Or, disent les partisans du mouvement absolu, supprimez par la pensée les étoiles fixes qui servent de repères, rien n'est changé dans les conditions du mouvement ; il n'y a aucune raison pour que la terre s'arrête, ni pour qu'elle change de forme en la supposant liquide ; et comme cette forme résulte de la pesanteur et de la force centrifuge, cela implique que cette force centrifuge persiste et par suite aussi la rotation qui en est la cause.

Voilà l'objection ; je vais montrer qu'elle repose sur un sophisme : prenons donc la terre liquide et faisons abstraction des étoiles fixes qui ont servi de repères ; il est parfaitement exact que la terre conserve sa forme d'ellipsoïde aplati aux pôles et renflé à l'équateur ; cela implique évidemment que chaque molécule à la surface continue à être soumise à une force totale normale à cette surface.

Sous ce rapport il n'y a rien de changé ; mais ce qui est capital c'est que la décomposition de cette force normale en deux forces partielles (pesanteur et force centrifuge) n'est nullement néces-

saire ; en réalité, si, faute de ces repères, nous n'avions pas observé ce mouvement de la rotation de la terre, nous aurions pris telle quelle cette force normale sans éprouver le besoin de la décomposer en deux autres ; j'ajoute d'ailleurs que cette décomposition de la force totale est un problème indéterminé et qu'on peut faire cette décomposition d'une infinité de manières ; néanmoins, la force normale étant connue, on peut toujours faire cette décomposition en se donnant des conditions supplémentaires. Or voici en particulier comment cette décomposition peut être faite. Les expériences de Plateau sur la rotation des liquides ont montré qu'une sphère liquide en tournant sur elle-même avec une vitesse convenable prend cette forme ellipsoïdale qu'a la terre.

On peut alors se poser le problème suivant : en faisant passer un axe par les deux pôles de la terre, quelle vitesse de rotation devrait avoir la terre supposée liquide, pour prendre la forme résultant des expériences de Plateau ? Cette vitesse trouvée, un second problème se pose : décomposer la force normale en deux composantes dont l'une soit la force centrifuge résultant de la rotation dont le premier problème a déterminé l'axe et la vitesse.

La décomposition dans ces conditions est bien déterminée et nous ramène aux deux composantes partielles, pesanteur et force centrifuge.

Mais, en somme, en nous posant le problème de déterminer une rotation en rapport avec la forme de la terre et la vitesse de cette rotation, nous ne faisons que rechercher les repères mêmes de cette rotation. Et, en effet, la vitesse de la rotation connue, nous en déduisons l'angle de cette rotation, c'est-à-dire l'angle, variable avec le temps, que fait un méridien de la terre avec une position initiale de ce même méridien ; mais cette position initiale n'est pas autre chose que le système de repères par rapport auquel cette rotation s'effectue ; nous sommes donc ainsi ramené purement et simplement à ces repères que nous avons cru supprimer, car j'ai à peine besoin d'ajouter que les repères ainsi retrouvés ne diffèrent pas du système des étoiles fixes.

Je crois cet exemple suffisamment concluant et considère comme bien acquis qu'au point de vue de la mécanique un mouvement n'a de sens que par rapport à des repères.

NOTE

SUR

LES TUF S DU BRABANT (VOSGES)

ET LES VARIATIONS DU NOISETIER COMMUN

(*Corylus avellana L.*)

Par M. FLICHE

PROFESSEUR A L'ÉCOLE FORESTIÈRE

M. Bleicher m'a communiqué, il y a quelque temps déjà, des échantillons d'un tuf calcaire rempli d'empreintes végétales, provenant des environs de la source du ruisseau de Brabant, aux environs de Rambervillers, entre Destort et Sainte-Hélène. Le vallon, dans lequel coule le ruisseau, est entaillé dans le grès bigarré et le fond en est occupé par un dépôt tourbeux. C'est au milieu de celui-ci que se sont formés les tufs calcaires ; ils constituent de petites buttes s'élevant de 2^m,50 à 3 mètres, au-dessus de la surface du sol formé par la tourbe ; elles paraissent d'ailleurs avoir été plus nombreuses ; certaines d'entre elles auraient été détruites par l'exploitation des tufs ; de l'une d'elles sort encore de l'eau, mais avec un très faible débit. De cette dernière circonstance, du fait que les tufs renferment, comme débris animaux, exclusivement des coquilles de mollusques vivant encore aujourd'hui aux environs, il résulte que cette formation appartient à la période actuelle, que le phénomène auquel elle est due se continue encore aujourd'hui.

Mais ce fait qu'une seule butte donne encore de l'eau, le déve-

loppement que toutes présentent, montre que le dépôt de tufs a été beaucoup plus actif autrefois qu'aujourd'hui, qu'il remonte à une époque déjà ancienne, où le pays présentait des conditions et un aspect assez différents de ce qui est aujourd'hui. Ces conditions dissemblables ont influé sur la végétation : alors que, dans la prairie tourbeuse actuelle, la végétation ligneuse fait défaut, tandis que les plantes herbacées des marais abondent, telles que les *Cenante fistulosa*, *Epipactis palustris*, *Eriophorum*, les tufs renferment en abondance des feuilles de végétaux ligneux et les restes de plantes de marais sont au second plan. Rien qu'à ce titre, l'étude des empreintes végétales aurait mérité quelque intérêt ; elle en a, en outre, nous allons le voir, en ce qu'elle appelle l'attention sur une forme remarquable présentée par l'un des arbustes dont ils contiennent des restes.

Comme cela arrive plus ou moins dans les tufs, les organes végétaux, consistant surtout en feuilles, ont laissé leur trace à l'état d'empreintes, sans conservation de la matière organique. La nervation est en général très bien conservée ; mais les feuilles plus ou moins incomplètes, parfois réduites à de simples fragments ou, plus ou moins enroulées, ne se prêtent pas à des déterminations très précises. Cependant, il en est quelques-unes qui sont très bonnes et voici ce que j'ai pu reconnaître.

Monocotylédones.

Peut-être un jonc, certainement des graminées et surtout des *Carex*. Les empreintes de feuilles sont trop fragmentées pour permettre des déterminations plus précises. Cependant, il est visible que les graminées et plus encore les *Carex* appartiennent à des espèces amies des stations humides, sans qu'on trouve les grandes espèces, du dernier genre, spéciales aux marais.

Les restes de monocotylédones ne sont pas rares ; cependant, ainsi qu'il a été dit plus haut, ils restent bien en arrière des dicotylédones.

Dicotylédones.

Rosa arvensis Huds. Une belle foliole.

Rosa, une autre espèce, représentée par un grand fragment de foliole ne laissant aucun doute sur l'attribution générique, mais ne permettant pas une attribution spécifique; il me semble très probable que c'est le *R. canina* L. ou l'une des espèces qu'on en a plus ou moins légitimement détachées.

Betula alba L., probablement la race *VII pubescens* Reg., deux très grands fragments de feuilles.

Corylus avellana L., très nombreuses feuilles et une stipule.

En dehors de ces empreintes de dicotylédones déterminées au moins génériquement, il en est, mais en assez petit nombre, qui appartiennent certainement à d'autres genres.

Cette florule, malgré le petit nombre d'espèces déterminées, montre, comme je l'ai déjà dit, que les conditions de la végétation, aux abords de la source du Brabant, étaient, au moment de la plus grande activité du dépôt des tufs, fort différentes de ce qu'elles sont aujourd'hui. Le sol était humide, les restes de monocotylédones le prouvent, mais l'abondance de la végétation ligneuse, la nature des espèces qui la composent, montrent qu'il n'était point tourbeux. Si le contraste entre la population végétale de la prairie tourbeuse actuelle et celle de la broussaille ancienne, contemporaine du dépôt actif des tufs, est considérable, la flore ancienne de la source du Brabant ne s'en rencontre pas moins, largement représentée, dans toute la région. Il en résulte qu'au point de vue des substitutions de flores, les tufs qui nous occupent n'ont qu'un intérêt tout local et par suite assez secondaire. Mais l'arbuste le plus abondant se trouve sous une forme rare que je ne vois signalée nulle part; elle me semble digne d'être étudiée en détail, à raison des conditions qui paraissent lui donner naissance, pour éviter aussi que, trouvée ailleurs, dans des dépôts plus anciens, elle ne soit considérée comme ayant plus de valeur qu'elle n'en a, et ne conduise, par suite, à des conclusions erronées.

Le noisetier commun (*Corylus avellana*) est en général considéré, par les botanistes descripteurs, comme très stable et ils n'en décrivent point de variétés ; quelques-uns, en très petit nombre, font exception cependant : tel Kirschleger, dans sa *Flore d'Alsace*¹, encore ne semble-t-il viser que les formes cultivées dans les jardins ; ce sont aussi surtout ces dernières qui sont décrites dans le *Prodrome*² sous des noms de variétés. Il m'a donc semblé intéressant, à propos de la forme des tufs du Brabant, de signaler toutes les variations, aussi bien dans le fruit que dans les feuilles, observées par moi sur cette espèce croissant à l'état sauvage.

Le plus simple coup d'œil jeté sur un échantillon un peu grand de tufs, couvert d'empreintes de feuilles de coudrier, montre, comme on peut le voir sur la planche jointe à ce travail, que ces organes sont remarquablement petits, que la forme générale est assez régulièrement ovoïde-pointue, que les nervures sont plus redressées que d'habitude. Cet ensemble de caractères les fait différer beaucoup du type normal plus grand, presque orbiculaire, élargi au-dessous de l'extrémité, à nervures plus étalées. Il en résulte que, en s'éloignant du type habituel, le facies de ces feuilles leur donne, au contraire, de la ressemblance avec d'autres espèces du genre, soit de la même section, le *C. americana* Wallr., soit de sections différentes, le *C. ferox* Wallich. ; mais ce dernier a des nervures plus nombreuses. Chez l'un et chez l'autre, à côté de feuilles de la taille à peu près de celles du Brabant, il y en a d'ailleurs de plus grandes.

La première idée qui m'était venue, en étudiant ces feuilles de caractères si accusés, si différentes du type habituel, avait été d'y voir une variété, due sans doute à des causes locales, mais bien nette et disparue aujourd'hui. Depuis, j'ai eu occasion d'observer deux fois, dans des endroits humides telle qu'était la vallée du Brabant au moment du dépôt actif des tufs, des coudriers à petites feuilles qui, sans être identiques à la forme des tufs, la rappellent cependant.

1. II, p. 82.

2. Tome XVI₂, p. 131.

La première localité est le bois banal de Braucourt, aux environs de Neufchâteau. Les noisetiers, à petites feuilles, s'y trouvent au bord d'un ruisseau qui, au 18 août 1888, était encore plein d'eau ; les limbes sont de taille réduite sensiblement moins que chez le coudrier des tufs, souvent de forme elliptique, et ils ont les nervures redressées. Le fruit, que nous ne connaissons pas pour la forme des tufs, est petit, comprimé, à involucre fortement glanduleux. La seconde localité se trouve dans la forêt du Perche, dans l'Orne, auprès des marais de l'Avre. Le noisetier que j'y ai trouvé ressemblait à la forme des tufs et au précédent par les nervures secondaires très redressées, mais les limbes sont généralement plus élargis et surtout plus lobés à l'extrémité supérieure que chez ceux-ci ; sous ce rapport, ils se rapprochent davantage du type. Ce noisetier ne présentant pas de fruits lorsque je l'ai observé, je ne puis dire si ceux-ci ressemblent à ceux du bois de Braucourt.

En résumé, il me semble bien établi, par ce qui précède, que le *C. avellana* présente une forme à feuilles réduites, qui paraît se rencontrer exclusivement dans les endroits très humides ; cette forme est particulièrement accusée chez le noisetier dont les tufs nous ont conservé les restes ; ses feuilles, par la faible dimension et la forme du limbe, le redressement des nervures, ne sont pas sans rappeler celles du charme ; aussi donnerai-je à cette variété un nom rappelant cette analogie et j'en établirai ainsi la diagnose :

C. avellana L., var. *carpinifolia*, feuilles de petites dimensions à limbe mesurant en général 42-45 millimètres de longueur sur 24-28 millimètres de largeur¹, moins élargi, vers l'extrémité supérieure qui n'est pas ou est très faiblement lobée ; les nervures secondaires fortement redressées forment, avec la médiane, un angle de 30°-40° au lieu de 40°-50° qu'on observe chez le type.

Ce n'est pas seulement dans ses feuilles que le noisetier commun peut présenter des variations de quelque importance ; son fruit en présente également, et déjà en 1864 A. D. Candolle dans le *Prodrome*² rappelait que Doehmahl en avait, sous ce rapport,

1. Sur des échantillons normaux du bois de Maron, aux environs de Nancy, je trouve 77-83 millim. de longueur et 69-76 millim. de largeur.

2. Tome XVI₂, p. 130.

distingué 94 variétés, en se basant sur des caractères tirés surtout de la forme et de la grosseur du fruit, sur le développement de l'involucre par rapport à lui, caractères d'ailleurs non seulement peu importants, mais variant parfois sur le même rameau ; plus récemment, les botanistes scandinaves¹ se sont attachés spécialement à la forme du fruit, dont ils ont reconnu deux types, reliés d'ailleurs par de nombreux intermédiaires : l'un à fruits presque globuleux, l'autre à fruits allongés ; le premier, d'après eux, serait, dans la péninsule scandinave, aussi bien en Suède qu'en Norvège, plus spécialement boréal ; et l'autre, par suite, affecté aux régions situées plus au sud. C'est aussi presque exclusivement sous la première forme que le noisetier aurait apparu, dans ce pays, à l'époque du pin sylvestre.

Ces deux formes de fruit, comme on peut le constater par comparaison avec les figures données par Gunner Andersen, se trouvent en France ; l'allongée me paraît y être plus commune que la courte, d'après ce que j'ai pu voir sur les échantillons de divers herbiers et dans les collections de l'École forestière ; ce qui donnerait raison, pour notre pays, aux vues exprimées par les naturalistes scandinaves. Cependant, il convient de ne pas s'en exagérer la valeur ; même en France, pays situé déjà si au sud de la grande péninsule, la forme ronde est loin de manquer ; ainsi, dans une petite collection de 16 noisettes faite au bois de Champfêtu dans les environs de Sens, à une altitude variant de 160 à 200 mètres, j'ai trouvé 7 courtes et 9 longues, ce qui marque une bien faible prédominance du second type ; je dois dire que les échantillons d'herbiers en accuseraient une plus forte. Il est possible que la forte proportion de noisettes courtes à Champfêtu tienne à ce que le noisetier s'y trouve particulièrement abondant sur de mauvais sols crayeux ; ce ne serait pas le froid seul, par suite, qui influencerait sur la fréquence de cette forme, mais bien toutes les conditions mauvaises de végétation.

Le fruit ne varie pas seulement en longueur et en largeur, il arrive aussi fréquemment qu'il est méplat, surtout chez la forme

1. SCHÜBELER, cité par GUNNER ANDERSEN, *Die Geschichte der Vegetation Schwedens*, in *Engl. Bot. Jahrb.*, XXII, 1896, p. 508.

courte ; ainsi, dans la petite collection dont je viens de parler, je trouve un fruit, le plus méplat que j'aie rencontré, qui présente 14 millimètres de longueur, 14 millimètres de largeur et seulement 10 millimètres d'épaisseur.

Le fruit ne varie pas seulement dans ses dimensions, et par suite dans la forme générale sur laquelle elles influent, il est, en outre, plus ou moins aigu à son extrémité supérieure ; à base d'insertion plus ou moins bombée ; enfin, sa surface peut être lisse ou présenter des sillons irréguliers plus ou moins accusés.

L'involucre peut également présenter des variations, non seulement dans sa longueur par rapport à celle du fruit, ce qui a déjà été relevé plus haut, mais aussi dans les découpures de son bord, et dans son revêtement ; sous ce dernier rapport, ce que j'ai constaté de plus remarquable est l'abondante villosité composée d'éléments bien développés et glanduleux, que j'ai observée sur le noisetier à petites feuilles ; il me semble très probable qu'il y a là un des caractères de la variété remarquable à laquelle ils appartiennent.

Il peut arriver que plusieurs des caractères que je viens de signaler chez le fruit se réunissent, sur un même sujet, pour donner naissance à des formes purement individuelles, mais remarquables par la façon dont elles s'éloignent fortement du type moyen ; c'est à ce titre qu'il me semble intéressant d'en signaler une que j'ai observée dans le bois de Maron, aux environs de Nancy. Au milieu de nombreux pieds normaux, j'en ai trouvé, en 1866, un qui, ne se distinguant en rien des autres par ses organes de végétation, tiges, rameaux, feuilles, avait des fruits remarquablement allongés, puisque le plus fort présente une longueur de 23 millimètres et une largeur de 13 millimètres, et le plus petit, un de ces fruits quasi abortifs qu'on trouve dans certains trochets, 13 millimètres de longueur et 9 de largeur ; en outre, l'involucre, très grand, très lacinié, à base conique, très charnue, en partie soudé en tube d'un côté, dépasse sensiblement le fruit. Il ne paraît y avoir eu aucune influence hybride d'une espèce cultivée. C'est donc, comme je viens de le dire, une variation purement individuelle, puisqu'elle se manifeste sur un seul pied. Il m'a semblé toutefois utile de la signaler, non seulement à cause de son éloi-

gnement du type, mais pour le motif que j'invoquais au début de ce travail, pour mettre les paléontologistes, surtout ceux qui s'occupent des terrains les plus récents, en garde contre la création de nouvelles espèces, sur le vu d'un trop petit nombre d'échantillons. Nul doute, en effet, qu'une noisette telle que celle de Maron, trouvée à l'état fossile, n'eût semblé à beaucoup devoir être séparée légitimement du *C. avellana*.



INFLUENCE
DE LA
SÉCHERESSE DE 1893
SUR
LA VÉGÉTATION FORESTIÈRE

(NOUVELLES OBSERVATIONS)

Par E. HENRY

CHARGÉ DE COURS A L'ÉCOLE FORESTIÈRE¹

Dans la séance du 1^{er} décembre 1894², j'ai fait connaître à la Société le résultat de mes observations sur la végétation forestière de la plaine lorraine pendant l'année 1893, dont l'extraordinaire sécheresse a diminué, dans une énorme proportion, la récolte des céréales et surtout des prairies. A cette époque, le sujet avait de l'actualité ; on était encore sous l'impression de la forte crise agricole provoquée par cet accident météorique heureusement fort rare : aujourd'hui le souvenir s'en efface de plus en plus et l'on ne trouve plus la trace du désastre que dans les statistiques ou dans les inventaires des agriculteurs. Mais il n'en est pas de même pour les propriétaires de forêts qui ont eu aussi grandement à souffrir. Pour eux, la récolte de 1893 n'est pas encore faite en général et le déficit peut s'apprécier aussi bien en ce moment qu'en septembre 1893 ; c'est ce qui m'a engagé à continuer mes observations en les étendant à d'autres régions et à d'autres sols, notamment aux sols siliceux.

1. Communication faite dans la séance du 15 février 1897.

2. Voir *Bulletin de la Société des sciences*, p. 223-227, 1894, et *Revue générale de botanique*, t. VII, p. 49-71. 1895.

Qu'est en effet la récolte pour le propriétaire de bois? C'est le volume du manteau ligneux qui se forme chaque année autour de tous les axes, augmenté du volume des pousses de l'année. On peut donc distinguer, dans cet accroissement total, l'accroissement en hauteur et l'accroissement en diamètre. Le premier qui résulte de l'allongement du bourgeon terminal est, en général, rapide et facile à mesurer dans la jeunesse ; mais une fois que l'arbre a acquis à peu près sa taille, que sa cime s'est développée et a constitué de grosses branches qui doivent durer jusqu'à l'exploitation, quand l'arbre est *fait*, comme on dit, l'accroissement en hauteur, et même l'accroissement dû au volume des pousses de l'année, devient moins important et difficile, sinon impossible, à mesurer ; celui de la cime même n'a qu'un intérêt secondaire. Toute l'attention du sylviculteur se concentre alors sur l'accroissement en diamètre du fût qui est la partie de beaucoup la plus précieuse de l'arbre. Chaque année le diamètre de ce fût s'accroît de l'épaisseur de l'anneau ligneux qui vient de se former. Plus cet anneau sera large, plus vite l'arbre arrivera aux dimensions convenables pour l'exploitation, plus vite aussi le propriétaire pourra réaliser sa récolte.

L'accroissement annuel total d'une plante ligneuse saine, intacte, c'est-à-dire non attaquée par les insectes ou les champignons, dépend d'un certain nombre de facteurs qui sont :

1° *L'espèce.* Chacun sait que, toutes conditions égales d'ailleurs, certaines espèces croissent plus vite que d'autres ; d'où la division des plantes ligneuses en sous-arbrisseaux, arbrisseaux et arbres. En ce qui concerne les espèces forestières vivant en massif, on a exprimé l'idée que la production en volume sur une surface donnée variait, il est vrai, avec l'espèce, mais que la production en matière, en poids, était sensiblement la même, les essences à végétation rapide ayant d'ordinaire un bois plus léger que les arbres appelés *bois durs* en langage forestier et qui ont une croissance généralement lente. Ce n'est pas exact. Dans une même station, rapporte Hartig¹, un peuplement d'épicéa de 60 ans com-

1. *Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen*, par Dr Robert Hartig. Berlin, 1891.

paré à un peuplement de hêtre de même âge a produit 2,78 fois plus de bois en volume et 1,80 fois plus en substance sèche ;

2° *L'origine de l'individu*. Ainsi l'on a démontré par l'expérience que les plants provenant de gros glands croissaient plus vite que ceux qui étaient issus de petits. La graine d'épicéa de Norwège, qui est remarquablement petite, semée en Allemagne à côté de graines de ce pays, donne des plants qui ont, du moins dans les premières années, une mauvaise végétation¹ ;

3° *Le sol*. Il est par trop évident que les qualités physiques et chimiques du sol exercent la plus grande influence sur l'accroissement ;

4° *Le peuplement environnant* ; suivant sa taille, sa densité, son enracinement, il gênera plus ou moins l'arbre considéré ;

5° *La fructification*. Hartig a montré² que les hêtres chargés de fânes ont un accroissement de moitié plus mince que les hêtres voisins qui n'ont pas fructifié. J'ai vérifié ce fait plusieurs fois ;

6° *L'âge*. L'accroissement annuel total augmente jusqu'à un âge très avancé, quelquefois jusqu'à 250 à 300 ans sur des épicéas, sapins, chênes isolés ;

7° Enfin, *les circonstances climatériques*. L'intensité, la durée, la distribution de la chaleur, l'humidité de l'air, sa pureté, l'abondance et la répartition des eaux météoriques sous forme de pluie ou de neige, l'époque et l'intensité des gelées, etc., influent aussi de la façon la plus nette sur la végétation.

Si donc on examine un grand nombre d'arbres sains de même espèce, de même âge et de même origine, ayant crû sur le même sol et dans les mêmes conditions de voisinage et de fructification, les différences que l'on pourra constater dans l'accroissement d'une année à l'autre, ne devront être attribuées qu'aux circonstances climatériques.

Les différences d'accroissement en hauteur sont, nous venons de le dire, difficiles à mesurer et du reste insignifiantes sur les arbres faits. Il n'en est pas de même pour l'accroissement diamétral, beaucoup plus important. Celui-ci se prête à une détermina-

1. V. HARTIG, *loc. cit.*, p. 26.

2. *Das Holz der Rothbuche*. Berlin, 1888.

tion exacte, grâce à la distinction généralement facile des couches ligneuses annuelles chez nos arbres indigènes. Leur épaisseur peut être mesurée à 1/10 de millimètre près, à l'aide d'un pied à coulisse divisé en millimètres et muni d'un vernier donnant le dixième de millimètre. Les chiffres suivants se rapportent tous (comme ceux de mes précédentes mensurations) à des épaisseurs d'anneaux ligneux mesurées suivant un même rayon sur une section transversale de la tige faite à 1^m,30 au-dessus du sol ; c'est la section dite à *hauteur d'homme*, en langage forestier.

De cette donnée unique, on ne peut évidemment déduire le quantum de l'accroissement diamétral de l'arbre, puisque l'épaisseur aussi bien que la surface annulaire d'une couche ligneuse annuelle varient aux diverses hauteurs du fût ; aussi n'est-ce pas notre but¹ ; nous voulons seulement constater des rapports et pour cela une seule mensuration suffit ; le point essentiel est de la répéter sur un grand nombre d'arbres pour avoir une moyenne qui se rapproche autant que possible de la réalité.

Si l'on examine sur une section transversale, prise près du sol, les couches ligneuses d'un arbre ayant crû toujours dans les mêmes conditions, on voit, au centre, des couches minces auxquelles succèdent des anneaux plus larges, atteignant bientôt un maximum à partir duquel ils vont en s'amincissant progressivement jusqu'à la périphérie. Comme l'arbre grossit chaque année, il est évident que cette diminution dans l'épaisseur des couches n'est pas incompatible avec une augmentation d'accroissement de la surface de section (accroissement circulaire). Pour fixer les idées, supposons que l'arbre s'accroisse chaque année d'un volume égal, représenté par un cylindre de 0^m,10 de rayon, volume de la tige au bout de la 1^{re} année. A la 10^e année, l'épaisseur de l'anneau ligneux équivalent à ce volume sera de 0^m,0162

A la 20^e année, elle sera de. 0^m,0114

1. La mesure des accroissements annuels et moyens des arbres, la recherche des lois de l'accroissement en hauteur et en volume soit des arbres, soit des peuplements, constituent une partie importante de la science forestière. On trouvera un excellent résumé de l'état actuel de nos connaissances sur ces divers points dans le récent ouvrage de M. Huffel, chargé de cours à l'École nationale forestière : *Les Arbres et les peuplements forestiers. Formation de leur volume et de leur valeur*. Berger-Levrault et C^{ie}, 1893.

| | |
|--|-----------------------------------|
| A la 30 ^e année, elle sera de | 0 ^m ,0092 |
| 40 ^e — — — — — | 0 ^m ,0080 |
| 50 ^e — — — — — | 0 ^m ,0071 |
| 60 ^e — — — — — | 0 ^m ,0064 ¹ |

On voit que, même pour des anneaux très larges (7 millimètres), la diminution normale d'épaisseur tenant à l'étalement d'un même volume sur un cylindre de diamètre croissant est de moins de $\frac{1}{10}$ de millimètre par an.

Si, au lieu de cette diminution extrêmement lente, on constate sur des brins de semence² de même âge ayant leurs cimes isolées au-dessus d'un taillis où l'on n'a fait depuis 20 ou 30 ans aucune opération culturale, des variations brusques et générales, il est impossible de ne pas admettre qu'elles soient dues aux circonstances climatériques. Ainsi la diminution considérable d'épaisseur de l'anneau ligneux de 1893, diminution que j'ai constatée, dans mes premières recherches, sur tous les arbres (feuillus ou résineux) des forêts de la plaine lorraine ne peut être attribuée qu'à l'extrême sécheresse de cette année, où pendant 50 jours (du 20 mars au 10 mai) il n'est pas tombé une goutte d'eau.

Voici, du reste, les conclusions que je me suis cru autorisé à formuler en 1894 :

1° La sécheresse extraordinaire de 1893 a influé, d'une manière évidente, en Lorraine, sur la végétation de tous les arbres (feuillus ou résineux) des forêts de plaine aussi bien que sur la plupart des cultures agricoles;

2° La production ligneuse de cette année a été, par ce fait, réduite à un chiffre variant entre 30 p. 100 et 76 p. 100 du rendement d'une année normale ;

3° Cette baisse de production dépend essentiellement de l'enracinement de l'espèce considérée, fort peu de la nature du sol ;

4° Enfin, en Lorraine du moins, les pluies qui surviennent pendant la saison de végétation ont, toutes choses égales d'ailleurs,

1. Je dois ces chiffres à l'obligeance de M. Petitcollot, professeur à l'École nationale forestière.

2. En langage forestier, on appelle *brin de semence* ou seulement *brin* l'arbre qui provient directement d'une semence.

plus d'influence sur la végétation forestière que les pluies hivernales.

Je n'avais pu observer en 1894 que des arbres végétant sur des sols calcaires (oolithe inférieure, corallien) ou argileux (lias). Les sols siliceux examinés (grès infraliasique de la forêt d'Hymont, près Mirecourt) à grains très fins, fortement mélangés d'argile, se rapprochaient tellement par leurs propriétés physiques, des sols argileux du lias, qu'ils ne pouvaient servir comme type de sols siliceux. Il était intéressant de savoir comment s'était comportée la végétation forestière dans cette catégorie de sols, si bien pourvus de forêts et si différents des sols calcaires ou argileux par leur teneur en eau et surtout par le rôle capital qu'y joue l'eau à l'état capillaire.

Cette fois je me suis adressé aux sols siliceux bien nets de l'important étage vosgien, lequel est presque entièrement constitué par des grès siliceux, soit à gros grains avec ciment argilo-ferrugineux rare (grès vosgien), soit à petits grains avec paillettes de mica et ciment argileux abondant (grès bigarré). Cet étage affleure à des altitudes variant entre 300 et 1,000 mètres et porte, dans les parties basses (collines sous-vosgiennes), des forêts feuillues de chêne et de hêtre, dans les parties élevées (chaîne des basses Vosges), des forêts de sapin, épicéa et hêtre. J'ai fait quelques observations sur la végétation de ces forêts siliceuses soit de colline, soit de montagne, et je vais en donner les résultats.

Pour constater l'influence de la sécheresse sur les sols siliceux et pouvoir la comparer à son action sur les sols calcaires, il fallait trouver côte à côte des taillis sous futaie de chêne et hêtre en sol calcaire bien net, comme l'est celui de la forêt de Haye, par exemple, et d'autres en sol siliceux franc. Ces conditions se trouvent réunies sur certains points des environs de Héricourt (Haute-Saône), où les bois des communes de Byans, Trémoins, Verlans, situés sur les calcaires oolithiques, avoisinent d'autres (Champey) situés sur le grès bigarré¹. Grâce à l'extrême obligeance de M. Seyrig, garde général des forêts à Héricourt, auquel j'adresse ici mes bien sincères remerciements, j'ai eu en ma

1. C'est à M. Jolyet, garde général des forêts attaché à l'École forestière, que je dois ce précieux renseignement.

possession une dizaine de spécimens de chacune des deux essences, hêtre et chêne, sur chaque sol. Ces spécimens pris à 1^m,30 au-dessus du sol, dans les forêts susnommées, sur des *modernes*¹ hêtre et chêne, consistaient en de petits cylindres de bois extraits de l'arbre suivant le rayon à l'aide de la sonde de Pressler. Ces arbres croissaient à une altitude variant entre 400 et 450 mètres dans des coupes âgées de 25 à 30 ans, où, pendant ce laps de temps, il ne s'est fait aucune opération culturale. Voici les résultats relatifs aux anneaux ligneux des 4 ou 5 dernières années:

| | SOL. | 1894. | 1893. | 1892. | 1891. | 1890. |
|-----------------|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 9 hêtres . . . | Siliceux. | 23 ^{mm} ,5 | 13 ^{mm} ,5 | 19 ^{mm} ,9 | 25 ^{mm} ,3 | 26 ^{mm} ,5 |
| 8 chênes. . . | Siliceux. | 10 ^{mm} ,4 | 8 ^{mm} ,4 | 10 ^{mm} ,9 | 12 ^{mm} ,1 | » |
| 10 hêtres . . . | Calcaire. | 21 ^{mm} ,5 | 8 ^{mm} ,7 | 16 ^{mm} ,9 | 34 ^{mm} ,2 | 31 ^{mm} ,9 |
| 6 chênes. . . | Calcaire. | 6 ^{mm} ,0 | 4 ^{mm} ,4 | 5 ^{mm} ,7 | 7 ^{mm} ,4 | 7 ^{mm} ,8 |

Ce tableau comprend, comme ceux de mes premières recherches, *tous* les arbres examinés. Seulement parmi les chênes envoyés, 1 en sol siliceux et 3 en sol calcaire avaient des anneaux trop minces pour pouvoir être mesurés. On voit, du reste, au premier coup d'œil, que, dans cette partie de la Haute-Saône, les chênes, soit en sol siliceux, soit en sol calcaire, ont une végétation beaucoup moins active que les hêtres, dont le mesurage a toujours été possible.

Dans la forêt de Champey située sur le grès bigarré, 9 modernes hêtres pris au hasard dans un taillis âgé de 30 ans se sont accrus, en totalité, sur le rayon, de 13^{mm},5 en 1893 et de 25^{mm},3 en 1891, qui représente à peu près, comme on le voit par les chiffres de 1894 et de 1890, une année normale.

L'accroissement en 1893 n'a donc été que la moitié (exactement les 53.35 p. 100) de celui de 1891 pris comme unité, tandis que pour les chênes il s'est élevé aux $\frac{70}{100}$ de celui de 1891. Le fléchissement a été sensiblement moindre que pour les hêtres

1. Les *modernes* sont les arbres de réserve qui, au moment de l'exploitation, ont deux révolutions.

et absolument le même que celui que j'ai constaté sur les chênes du bois communal de Rosières-aux-Salines, situé aussi en sol siliceux (alluvions quaternaires de la Meurthe). Là, 9 chênes ont donné un accroissement total, suivant le rayon, de 20^{mm},2 en 1893; 21^{mm},1 en 1892 et 23^{mm},6 en 1891. La production de 1893 égale les $\frac{70,6}{100}$ de celle de 1891.

Si l'on examine maintenant les forêts calcaires de la Haute-Saône situées dans le voisinage immédiat des forêts précédentes sur grès bigarré, on voit de suite qu'elles ont été bien plus éprouvées.

En 1893 l'accroissement des hêtres sur la section prise à 1^m,30 au-dessus du sol n'est que le $\frac{1}{4}$ (exactement les 25.43 p. 100) de celui de 1891. La production a été plus réduite encore que dans nos forêts lorraines, où elle a atteint 36.7 p. 100 de 1891 (forêt de Haye), 42.6 p. 100 (autres forêts de l'oolithe inférieure), 30 p. 100 (forêts du corallien).

Le rendement de ces forêts de la Haute-Saône est le plus faible que j'aie constaté jusqu'ici; ce fait confirme l'observation de M. Jolyet qui m'avait dit que la sécheresse avait été très intense sur ces points. Là, *les deux années 1892 et 1893 n'ont produit, sur la section de la tige à hauteur d'homme, que les $\frac{3}{4}$ du bois fabriqué dans la seule année 1891 ou 1890!*

Il en a été de même en Champagne s'il faut en croire la végétation de deux châtaigniers du domaine de Champfêtu, au bord septentrional du plateau de la forêt d'Othe. Ces deux brins de 7 et 10 centimètres de diamètre se sont accrus, en somme, sur le rayon, de 5^{mm},5 en 1894; 2^{mm},8 en 1893; 1^{mm},9 en 1892 et 6^{mm},6 en 1891.

J'avais donc raison d'affirmer, dans ma première note ¹, « que les circonstances climatiques des années 1892 et 1893 avaient eu la plus fâcheuse influence sur la végétation du hêtre dans les forêts lorraines en sol calcaire », puisque mes premiers résultats se confirment même pour les forêts de régions voisines de la Lorraine.

Quant aux chênes des forêts calcaires de ce point de la Haute-Saône, leur production ligneuse en 1893, sur la surface de

1. Voir *Revue générale de botanique*, t. VII, p. 57. 1895.

section à hauteur d'homme, a été les 6/10 (exactement les 59.45 p. 100) de celle de 1891.

En résumé, ces nouvelles constatations viennent corroborer, de tous points, les premières :

1° Le chêne, dont les racines pivotantes peuvent puiser l'eau des couches profondes, a moins souffert dans les sols calcaires et siliceux que le hêtre à enracinement superficiel. Son rendement s'est élevé dans les sols siliceux aux $\frac{70}{100}$, dans les sols calcaires aux $\frac{60}{100}$ de celui de 1891, tandis que la production du hêtre n'a été que les $\frac{53}{100}$ de celle de 1891 sur sol siliceux et s'est abaissée jusqu'aux $\frac{25}{100}$ pour les sols calcaires. Cette circonstance de l'enracinement¹ a beaucoup plus d'importance ici que la nature du sol, comme il ressort du tableau suivant où figurent des sols argileux, siliceux et calcaires. Si l'on compare les accroissements de 1893 sur la section prise à 1^m,30 au-dessus du sol à ceux de 1891 pris comme unité, on trouve les rapports suivants :

| | 1893. | 1891. |
|--|---------------------|-------|
| Chênes. | | |
| Sol calcaire de la Haute-Saône | 59 ^{mm} ,4 | 100 |
| Sol calcaire de la forêt de Haye | 61 ^{mm} ,8 | 100 |
| Sol siliceux de la Haute-Saône | 70 ^{mm} ,0 | 100 |
| Sol argileux du lias | 71 ^{mm} ,2 | 100 |
| Sol calcaire oolithique (Meurthe-et-Moselle) | 73 ^{mm} ,5 | 100 |
| Sol calcaire corallien | 74 ^{mm} ,6 | 100 |
| Sol siliceux (grès argileux de l'infralias) | 76 ^{mm} ,5 | 100 |
| Hêtres. | | |
| Sol calcaire de la Haute-Saône | 25 ^{mm} ,4 | 100 |
| Sol calcaire corallien | 30 ^{mm} ,0 | 100 |
| Sol calcaire de la forêt de Haye | 36 ^{mm} ,7 | 100 |
| Sol argileux du lias | 41 ^{mm} ,0 | 100 |
| Sol calcaire oolithique (Meurthe-et-Moselle) | 42 ^{mm} ,6 | 100 |
| Sol siliceux de la Haute-Saône | 53 ^{mm} ,4 | 100 |

1. A laquelle s'ajoutent peut-être d'autres dont nous ne connaissons pas les relations avec l'état physique du sol.

Ainsi, quelle que soit la nature du sol, le rendement du chêne en 1893 a oscillé entre 60 p. 100 et 76 p. 100 de celui de 1891, avec un écart de 16 unités seulement entre les chiffres extrêmes, tandis que celui du hêtre a fléchi au point de n'atteindre que du quart à la moitié de celui de 1891 avec un écart de 28 unités entre le minimum et le maximum. Le hêtre constitue donc un instrument bien plus sensible que le chêne pour la mesure de l'influence des faits climatiques en question, et c'est lui qu'on devra choisir de préférence pour l'étude de cet ordre de phénomènes.

2° Que conclure de sa végétation sur les divers sols forestiers examinés, sinon qu'il a trouvé dans le sol profond du grès bigarré de la Haute-Saône (rendement maximum = 53.4 p. 100) l'eau qui lui a tant fait défaut sur les sols calcaires, superficiels et filtrants d'à côté (rendement minimum = 25.4 p. 100)? Ces forêts voisines, à même altitude, ont subi les mêmes influences atmosphériques; dès lors, les différences dans la végétation d'arbres de même espèce, même âge, même origine, croissant dans des peuplements restés vierges depuis 25 ou 30 ans ne sont imputables qu'au sol. Le grès bigarré est resté bien plus humecté à la surface que le calcaire oolithique; l'eau, emmagasinée en grande quantité dans les couches profondes de ce sol poreux, a pu aisément remonter par capillarité jusqu'aux racines des hêtres, pour fournir, sans la satisfaire, à leur énorme évaporation. On a calculé qu'un massif plein de hêtres renfermant, par hectare, de 400 à 600 tiges de 100 à 120 ans évaporait, dans la saison de végétation, de 3,500,000 à 5,400,000 kilogr. d'eau; par suite, le besoin en eau du massif serait satisfait par une lame d'eau de 50 centimètres en admettant que tout fût absorbé par les racines. Or, il n'est tombé à Nancy que 24 centimètres pendant la saison de végétation au lieu de 40, chiffre moyen. Une bien faible partie de ces 24 centimètres de pluies d'été a pu pénétrer jusqu'aux racines qui ont dû se contenter de la réserve du sol, et il faudrait admettre que ce sol fût bien profond, amplement pourvu d'eau hivernale pouvant remonter toute par capillarité pour que les hêtres n'eussent pas eu à souffrir de la soif¹.

1. Si l'on calcule, dit Ramann, le rapport entre l'eau fixée par le sol et la quantité des précipitations annuelles, on arrive à ce résultat que pour Eberswalde, où

D'après quelques observations faites aussi sur des sols siliceux, mais à plus haute altitude que les précédents, le long de la crête des basses Vosges, du Schneeberg au Grand-Brocard, l'année 1893 a été, parmi les dix dernières, celle de moindre rendement pour le hêtre et le sapin. J'ai mesuré les accroissements de 20 sapins et de 13 hêtres, et j'ai trouvé que l'année 1893 avait fourni les $\frac{68}{100}$ de la production de 1891 pour le sapin et les $\frac{58}{100}$ seulement pour le hêtre, c'est-à-dire à peu près le même chiffre que sur le grès bigarré de la Haute-Saône ($\frac{53,4}{100}$). Parmi ces sapins, 5 ont été pris au bord du lac de La Maix ; leur pied baignait dans l'eau ; néanmoins ils ont si mal végété que leur accroissement n'a été que les $\frac{57}{100}$ de celui qu'ils avaient pris en 1891¹.

Si l'on interroge, non plus les sapins des crêtes, mais ceux des basses altitudes, ceux des environs de Raon-l'Étape, on obtient une réponse analogue : 28 sapins pris au hasard dans la forêt depuis le pied de la côte de la Roche-Saint-Blaise jusqu'au sommet, n'ont donné, en 1893, que les $\frac{60,8}{100}$ de la production de 1891.

D'après ces chiffres ($\frac{68}{100}$ dans le haut, $\frac{61}{100}$ dans le bas des Vosges gréseuses), on est en droit d'affirmer que, là aussi, la production ligneuse du sapin a été fortement diminuée par la sécheresse de 1893.

M. Mer, qui s'est occupé, après moi, de cette question, ayant constaté que, sur le granit, l'accroissement diamétral du sapin a été aussi entravé par la sécheresse², on peut affirmer que, à toutes

il tombe 60 centimètres d'eau, une couche de sol sablonneux de 7 à 8 mètres d'épaisseur renferme autant d'eau qu'il en tombe annuellement.

1. Le lac était bien rempli au moment de la prise des échantillons ; mais il a été presque à sec pendant la saison de végétation de 1893.

2. Les recherches de M. Mer n'ont malheureusement porté que sur un très petit nombre de sujets, 2 sapins et 1 épicéa de la forêt de Gérardmer, 2 sapins de la forêt de Remiremont, et l'auteur reconnaît avec raison que ce sont là des données insuffisantes pour estimer la diminution de production ligneuse. Mes mesurations, qui ont porté sur 560 arbres placés dans les conditions de station les plus diverses, me permettent d'être plus affirmatif. En comparant l'accroissement en 1893 de ces

les altitudes et sur tous les sols de la Lorraine, la sécheresse de 1893 a diminué dans une forte proportion, très variable, d'ailleurs, la production ligneuse de toutes les essences forestières. Il en a été de même pour les régions avoisinant la Lorraine; mais je me garderais bien d'étendre ces résultats à toute la France; je connais au contraire des régions où la végétation en 1893 a été normale.

Influence des années pluvieuses et froides. — Si, en 1893, c'est le manque d'eau pendant la saison de végétation qui a nui à la production ligneuse, d'autres années ce pourra être l'excès d'eau joint à une température insuffisante, comme il est arrivé en 1888.

« En mars 1888¹, le retard de la végétation est considérable. En juin il tombe une grande quantité d'eau (119 millimètres), plus encore en juillet (137 millimètres) qui a été en même temps très froid. La végétation a beaucoup souffert, l'année ayant été très pluvieuse et très froide, justement au moment de la plus grande activité physiologique. La moyenne de température de l'année n'a été à Nancy que de 7°,91, inférieure de 1°,43 à la température normale. »

Ces mauvaises conditions climatériques ont eu leur répercussion sur la végétation des arbres.

D'après Hartig, le rendement du hêtre a subi, cette année-là, une forte diminution, tandis que l'épicéa dans la même station formait un anneau normal. M. Mer a constaté qu'aux environs de Gérardmer les sapins accusaient en 1888 une couche plus étroite que les adjacentes et à tous les niveaux. J'ai vu qu'il en avait été de même pour les hêtres et les sapins de notre région, comme il ressort du tableau ci-contre.

TABLEAU.

4 sapins sur le rayon de la section faite à 1 mètre au-dessus du sol à celui de 1891, pris comme unité, on a le rapport $\frac{73}{100}$, voisin de celui $\left(\frac{68}{100}\right)$ que j'ai trouvé pour les sapins des Vosges gréseuses.

1. *Bulletin météorologique de Meurthe-et-Moselle.*

| | SOMME DES ACCROISSEMENTS DANS LES ANNÉES | | | | | | | | |
|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1895. | 1894. | 1893. | 1892. | 1891. | 1890. | 1889. | 1888. | 1887. |
| Hêtres. | | | | | | | | | |
| 7 hêtres. Champenoux (argileux) | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 10 hêtres. Haute-Saône (calcaire) | » | 13,9 | 6,7 | 13,9 | 21,1 | 19,1 | 16,2 | 11,3 | 19,3 |
| 9 hêtres. Haute-Saône (grès bigarré) | » | 21,5 | 8,7 | 16,9 | 34,2 | 31,9 | 25,2 | 17,7 | 22,9 |
| 10 hêtres. G ^e Remenau- mont (calcaire) | » | 23,5 | 13,5 | 19,9 | 25,3 | 26,5 | 21,6 | 16,8 | 23,0 |
| 9 hêtres. Fourasses de Velaine (calcaire) | 23,2 | 21,5 | 15,6 | 17,8 | 21,5 | 17,9 | 15,4 | 13,7 | 23,3 |
| 13 hêtres. Vosges gré- seuses | » | 20,8 | 8,8 | 17,2 | 27,2 | 21,5 | 19,9 | 17,2 | 17,3 |
| Sapins. | | | | | | | | | |
| 20 sapins. Vosges gré- seuses | 23,5 | 19,3 | 12,8 | 20,4 | 22,1 | 25,6 | 26,9 | 19,0 | 23,3 |
| | 40,2 | 37,7 | 28,9 | 33,4 | 42,5 | 48,2 | 43,8 | 34,1 | 38,2 |
| | | 158,2 | 95,0 | 139,5 | 193,9 | 190,7 | 169,0 | 129,8 | 167,3 |

En comparant les sommes des accroissements de ces 78 arbres, on remarque qu'après 1893 c'est 1888 qui a été l'année de moindre production; vient ensuite 1892 qui s'est distinguée, comme la suivante, quoique à un moindre degré, par la rareté des pluies pendant la saison de végétation. S'il n'est tombé à Nancy pendant cette saison, que je considère comme correspondant au printemps et à l'été météorologiques (du 1^{er} mars au 1^{er} septembre), que 244 millimètres d'eau en 1893, le sol n'en a reçu que 280 millimètres en 1892, quand la moyenne des 28 années précédentes (1866-1893) a été de 381 millimètres.

Il est à noter que, depuis 1881, c'est pendant ces deux saisons de végétation que la température a été le plus élevée; la somme des moyennes mensuelles a été de 94°,7 en 1893 et de 84°,8 en 1892. Ces deux saisons sèches et chaudes ont été séparées par des pluies hivernales abondantes. Pendant le repos de la végétation (automne et hiver météorologiques du 1^{er} septembre au 1^{er} mars), il est tombé, en 1891-1892, 510 millimètres d'eau et en 1892-1893, 490 millimètres, tandis que la moyenne des 28 années précédentes n'a été que de 405 millimètres. Par contre, les sai-

sons de végétation de 1891 et 1890 qui ont été favorables à la production ligneuse et qui ont reçu le taux d'eau moyen, l'une 390 millimètres, l'autre 380 millimètres, ont été précédées des périodes hivernales les plus sèches qu'on ait vues à Nancy depuis 1866¹. Dans ces périodes de repos, 1889-1890 et 1890-1891, le sol de Nancy n'a reçu que 283 millimètres et 280 millimètres d'eau, la moyenne étant de 405 millimètres. Ce qui semble indiquer qu'en Lorraine et pour tous les sols, comme je l'ai déjà fait remarquer, la végétation forestière a beaucoup plus à compter avec les pluies de printemps et d'été qu'avec celles d'automne et d'hiver.

L'examen du tableau précédent montre encore que si les épicéas n'ont pas souffert en 1888 en Bavière, au dire de Hartig, il n'en a pas été de même pour les sapins des Vosges. Il serait intéressant de vérifier comment se sont comportés nos épicéas en 1888 ; des circonstances climatiques, par exemple les gelées, peuvent être nuisibles à une essence et indifférentes à une autre. On sait encore fort peu de chose à ce sujet et c'est seulement par l'examen attentif, minutieux, des faits météoriques aux diverses phases de la végétation combiné avec l'étude de l'anneau ligneux qu'on pourra déterminer les conditions optima de la végétation de chaque essence et affirmer la nocuité ou l'innocuité de tel ou tel phénomène.

On voit, par ces deux exemples des années 1888 et 1893, que l'arbre enregistre fidèlement dans ses couches annuelles les diverses circonstances qui ont influé sur sa végétation, et l'on peut retrouver dans son corps ligneux, à des centaines d'années d'intervalle, la trace des faits météoriques ou des opérations culturales dont la forêt a été le théâtre.

C'est ainsi que nous constatons encore aujourd'hui dans nos chênes, sous forme de lunure, l'effet du rigoureux hiver de 1789 aussi nettement que celui de l'hiver 1879-1880. C'est ainsi que nous pouvons préciser la date exacte des exploitations dans les taillis sous futaie, par les larges accroissements que prennent les arbres de réserve dans les années qui suivent de près l'abatage

1. Je n'ai pu remonter plus haut ; 1866 est la date de la fondation du *Bulletin météorologique de Meurthe-et-Moselle*.

du taillis. Que si l'on ratisse la couverture morte des forêts en sol pauvre pour en faire la litière des bestiaux, comme il arrive en mainte localité d'Allemagne, l'anneau ligneux manifestera bientôt par son amincissement progressif que c'est là un procédé déplorable des plus nuisibles au propriétaire de la forêt.

Les dégâts des insectes se traduisent souvent aussi dans le corps de l'arbre par une diminution d'épaisseur et une moindre lignification de l'anneau ligneux formé dans l'année où le dégât s'est produit. On sait, par exemple, que les invasions de hannetons se reproduisent tous les trois ans; les chênes défeuillés par les hannetons montreront de trois en trois anneaux ligneux un anneau mince correspondant à l'année de grande multiplication de ces insectes.

En somme, quand on veut bien se donner la peine de lire dans le bois des arbres, on peut apprendre beaucoup de choses sur les circonstances de leur vie; mais il est indispensable, pour y lire avec netteté, d'observer rigoureusement tout d'abord la règle capitale en expérimentation qui est de laisser fixes toutes les conditions déterminantes d'un phénomène, sauf celle dont on veut étudier l'action.

LE BOIS VERDI¹

Par Paul VUILLEMIN

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE

INTRODUCTION

Les fragments de bois ou les souches abandonnés en forêt présentent parfois une coloration d'un vert intense. Le verdissement a été observé sur les essences les plus diverses : hêtre, chêne, charme, châtaignier, bouleau blanc, bouleau verruqueux, aune, épicéa, sapin blanc ; il se produit à toutes les altitudes, depuis les plaines jusqu'aux hautes régions montagneuses, pourvu que le milieu présente une humidité persistante. La teinte verte est aussi prononcée dans la profondeur du bois que sur les surfaces exposées à l'air et à la lumière. Tantôt elle est uniforme, tantôt des veines sombres alternent avec des portions plus pâles ou jaunâtres.

Un phénomène aussi insolite est nécessairement soumis à un déterminisme assez étroit. Cependant, malgré le nombre et la valeur des savants qui se sont préoccupés des causes du verdissement du bois, l'accord n'est pas réalisé sur les points les plus essentiels. Les uns admettent que le bois élabore lui-même la matière verte, soit par une transformation purement chimique, soit par un effet indirect de la nutrition de l'arbre. Pour d'autres, la bois subit cette modification sous l'influence de certains champignons. D'autres encore attribuent aux champignons eux-mêmes

1. Ce travail a été communiqué à la Société des sciences, dans la séance du 16 novembre 1896.

la faculté d'élaborer le pigment, dont le bois est imprégné passivement ; ces derniers ne nous apprennent pas comment le champignon fabrique le pigment, et les faits qu'ils relatent s'expliqueraient aussi bien par l'intervention d'organismes plus inférieurs, ou d'agents inertes capables de répandre le pigment à la fois dans les champignons et dans leur support.

Il nous a donc semblé utile de faire une étude minutieuse du bois verdi et des organismes qui l'envahissent, afin de préciser les faits qui militent en faveur de chaque opinion et de dégager la part de vérité qu'elle renferme. Ce problème présente avant tout un intérêt biologique. Sa solution comporte pourtant des applications d'ordre économique, dont nous allons tout d'abord dire un mot, en indiquant brièvement les qualités du bois verdi et les propriétés de sa matière colorante.

La coloration verte n'est pas un symptôme de maladie ; elle se montre seulement dans le bois mort ou déjà altéré, et si la partie verte est encore adhérente à l'arbre vivant, la teinte spéciale ne se propage pas aux organes actifs et vigoureux.

Les forestiers désignent communément cette modification dans la couleur du bois sous le nom de *pourriture verte*. Une telle expression implique une altération profonde de la matière ligneuse. On aurait tort cependant de l'accepter à la lettre ; le bois verdi n'est pas nécessairement ramolli, aqueux, friable, partant privé de toutes les qualités requises pour le bois d'œuvre ou même pour le bois de chauffage. Dans les fonds humides où s'accomplit le phénomène du verdissement, les agents vulgaires de la putréfaction trouvent évidemment des conditions propices à l'exercice de leur action destructive. Les fragments verts, abandonnés depuis des années dans les forêts, ne sauraient échapper indéfiniment aux causes multiples qui ramènent tous les débris organiques à une composition plus élémentaire. Cependant, la pourriture est indépendante du verdissement. Récolté de bonne heure et soustrait aux causes banales de décomposition, le bois verdi se distingue par sa dureté et son indestructibilité. Loin d'être une forme particulière de pourriture, le verdissement paraît conférer au bois une résistance spéciale. Ces qualités exceptionnelles trouveront leur explication dans la nature même

du pigment. Rommier a pu extraire du bois coloré une matière verte, qui forme avec la chaux et la magnésie une laque verte insoluble dans l'eau. C'est sans doute un composé de ce genre que l'on observe au microscope sous forme d'un enduit d'un vert sombre tapissant la surface interne des cellules et des vaisseaux, augmentant la densité du bois et entravant la pénétration des agents destructeurs.

Au rapport de R. Hartig¹, on chercherait à employer dans l'industrie le bois verdi en raison de son indestructibilité. On a fait des essais pour produire artificiellement en grande quantité du bois présentant ce caractère. D'après Berkeley², les tourneurs anglais ont depuis longtemps utilisé le bois verdi pour décorer leurs œuvres.

Les amateurs de marqueterie tireront un excellent parti de ce brillant produit naturel. Une fois desséché, le bois verdi ne s'altère, ni à l'air, ni à lumière. L'eau, l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, la benzine, la plupart des acides étendus ne modifient pas sensiblement ses propriétés.

Le bois verdi pourrait également fournir des produits utilisables dans la teinturerie. Rommier³ a signalé un fait intéressant à cet égard. Le précipité vert obtenu en traitant par un acide de la potasse dans laquelle on a fait macérer du bois coloré, se fixe très facilement et sans mordant sur la soie et la laine et leur communique une teinte bleu-vert très brillante.

Les applications tinctoriales du bois verdi ne sauraient être déterminées tant que l'on n'aura pas élucidé complètement les propriétés de la matière colorante. Bien que de nombreux chimistes, depuis Vauquelin, se soient appliqués à résoudre ce problème, il reste encore quelques lacunes dans l'histoire de ce produit. L'étude chimique du pigment vert ne rentre pas dans le cadre de notre étude. Nous ne pouvons cependant nous dispenser de mentionner les principaux résultats obtenus. Cette révision

1. R. HARTIG, *Traité des maladies des arbres*. (Traduction fr., 1891, p. 213.)

2. BERKELEY, cité par TULASNE, *Selecta fungorum carpologia*, t. III, p. 188.

3. A. ROMMIER, *Sur une nouvelle matière colorante appelée xylyndéine et extraite de certains bois morts*. (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 13 janvier 1868.)

nous a été facilitée par l'obligeance de M. le professeur Haller, qui nous a ouvert sa riche bibliothèque et fourni de précieuses indications. Nous lui adressons nos vifs remerciements, ainsi qu'à M. G. Guérin, qui a bien voulu vérifier sur nos échantillons les propriétés attribuées à la matière qui colore le bois.

Propriétés chimiques du pigment.

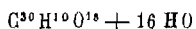
Des analyses ont été publiées successivement par Bley (1858), Fordos (1863), Rommier (1868), Liebermann (1874). Le mémoire de Bley est passé sous silence par les trois auteurs suivants. Cette lacune a lieu de nous surprendre, du moins de la part de Fordos; ce serait par un bien singulier hasard que le pigment aurait reçu des deux auteurs un nom presque identique. Cependant, si l'on tient compte de la diversité des procédés employés et des résultats obtenus, on est porté à croire que Fordos n'a dû connaître le mémoire de Bley que par ouï-dire.

D'après Bley le Jeune¹, les alcalis étendus décolorent le bois en se combinant avec une substance verte. Celle-ci est précipitée en flocons verts quand la combinaison ammoniacale est additionnée d'un acide. La substance verte ainsi isolée est décomposée par la chaleur, sans fusion préalable et sans ramollissement, en dégageant des vapeurs acides. L'acide sulfurique la décompose en se colorant en noir.

Redissoute dans l'ammoniaque et redevenue neutre par évaporation à l'air de l'excès d'alcali, la matière colorante est précipitée par l'acétate neutre de plomb.

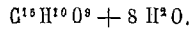
La recherche de l'azote, effectuée sur la combinaison plombique, a donné un résultat négatif. L'auteur en conclut que l'azote trouvé dans le pigment brut appartient à un autre corps.

D'après l'analyse de sa combinaison plombique, la matière verte aurait, d'après Bley, pour formule rationnelle, en équivalents :



1. L. BLEY JUNIOR, *Chemische Untersuchung eines eigenthümlichen grünen Farbstoffs in abgestorbenen Holze.* (Archiv der Pharmacie, zweite Reihe, 94 Bd., p. 129-136; Hannover, 1858.)

ou, avec la notation atomique :



Pour rappeler son origine, sa couleur et sa nature acide, Bley propose de la nommer *Xylochlorsäure* (*acide xylochlorique*).

Quelques années plus tard, Fordos¹ annonce la découverte, dans le bois coloré en vert, d'une nouvelle matière colorante qu'il « propose de désigner sous le nom d'*acide xylochloréique*, nom qui rappelle son origine, sa couleur et la propriété qu'elle a de s'unir aux bases ».

Le non d'*acide xylochloréique* est doublement critiquable, au point de vue grammatical et au point de vue historique. On ne voit pas pourquoi Fordos emprunte le radical à la forme poétique $\chi\lambda\omicron\rho\acute{o}\varsigma$, puisque tous les mots français de composition analogue sont tirés du terme courant $\chi\lambda\omega\rho\acute{o}\varsigma$, qui se traduit par *chloro*. *Xylochloréique* n'est qu'une forme incorrecte de *xylochlorique*. Par conséquent, son emploi antérieur par Bley rend illégitime l'usage qu'en fait Fordos. A plus forte raison devons-nous rejeter le nom d'*acide xylochloréique*, nouveau barbarisme introduit par Prillieux², par erreur de copie.

Si le produit obtenu par Fordos avait été identique à celui de Bley, il fallait traduire littéralement *Xylochlorsäure* par *acide xylochlorique*. S'il en est distinct, l'adjonction d'une voyelle ne suffisait pas à éviter la confusion, et la création d'un terme nouveau devait l'opposer à un nom déjà employé.

Le vert de Fordos, extrait du bois par le chloroforme, donne avec l'ammoniaque un composé insoluble dans l'eau, tandis que l'acide xylochlorique de Bley donne une combinaison ammoniacale soluble dans l'eau.

Le bois verdi cède en outre au chloroforme, d'après Fordos, une matière colorante rouge, formant avec l'ammoniaque un composé vert foncé, insoluble dans l'eau et le chloroforme. Cette substance peut être facilement séparée de la précédente, grâce

1. FORDOS, *Recherches sur la coloration en vert du bois mort; nouvelle matière colorante, acide xylochloréique*. (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 6 juillet 1863.)

2. PRILLIEUX, *Sur la Coloration en vert du bois mort*. (*Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXIV, p. 167-171; 11 mai 1877.)

à sa solubilité dans l'alcool. La combinaison ammoniacale est décomposée par les acides et la matière colorante rouge est rendue au chloroforme. Rommier¹ reprend les procédés d'épuisement direct du bois par les solutions alcalines. Tandis que Bley s'était servi surtout d'ammoniaque à 5 p. 100, tout en constatant des résultats analogues avec la potasse, Rommier donne la préférence aux solutions de soude ou de potasse au centième. Comme l'auteur allemand, il précipite par l'acide chlorhydrique la combinaison alcaline (recueillie par filtration et par compression à travers une toile). Il lave le précipité avec de l'eau légèrement acide.

Avec des procédés d'extraction aussi semblables, il n'est pas surprenant que Rommier trouve à la matière verte diverses propriétés attribuées par Bley à son acide xylochlorique. Ignorant la description de cette dernière substance, l'auteur se contente de faire ressortir les différences qui opposent son produit à l'acide xylochlorique de Fordos.

Rommier signale plusieurs propriétés intéressantes qui avaient échappé à Bley. Le pigment, isolé de sa combinaison alcaline par précipitation au moyen d'un acide, puis purifié, forme avec la chaux et la magnésie une laque verte et tout à fait insoluble dans l'eau, l'alcool, etc. Il se fixe très facilement et sans mordant sur la soie et la laine et leur communique une teinte bleu-vert très brillante.

En présence de la potasse et du glycose, il se réduit dans l'alcool à 85°; la dissolution, qui passe d'abord au brun, devient verte au contact de l'air et abandonne bientôt la matière qui se dépose sous forme gélatineuse.

Par ces dernières propriétés, la matière verte du bois se rapproche de l'indigo. Pour rappeler cette analogie en même temps que son origine, Rommier l'appelle *xyloindéine*.

Malgré les discordances dans les résultats des analyses et surtout dans les interprétations, Bley et Rommier, grâce à l'analogie des procédés employés, semblent avoir étudié une même substance. C'est une matière colorante à fonction acide. Rommier hésite à la considérer comme une espèce chimique: « Les caractères,

1. *Loc. cit.*

dit-il, bien que remarquables, ne sont pas assez tranchés pour aller jusque-là, et nous croyons qu'il est prudent de la laisser au rang des matières colorantes du genre indigo, qui ne sont pas encore bien déterminées. »

En présence de ces conclusions si réservées, on pourra regretter que le nom de *xylyndéine* semble en dépasser la portée et la précision. Nous devons du moins, pour nous conformer à l'esprit des conclusions de l'auteur, n'y voir que l'expression d'une analogie et non d'une parenté avec l'indigo.

Pour Liebermann¹ les méthodes employées jusqu'ici n'ont donné qu'une matière colorante très impure. Il a obtenu un produit assez différent, beaucoup plus difficilement soluble. Il a dû épuiser le bois par le phénol à froid. La matière colorante s'y dissout avec une couleur d'un vert sombre pur; elle en est précipitée par l'alcool et l'éther en flocons vert sombre. Desséchée dans le vide, la substance contient pour 100 :

58,65 C; 5,66 H; 2,45 Az.

Le corps ainsi obtenu par l'alcool aqueux n'est probablement pas le pigment pur, mais un hydrate de cette substance. Liebermann a réussi à obtenir une matière verte cristallisée. Pour cela on redissout la substance précipitée dans la moindre quantité possible de phénol chauffé à 50° et l'on filtre au bain-marie. Les cristaux qui se forment progressivement sont petits, d'un fort éclat cuivré, en plaquettes quadrangulaires qui, lavées au phénol puis à l'éther, ne paraissent pas différer par l'éclat et la couleur du cœrulignon ou de l'indigo sublimé. Ces cristaux sont insolubles dans la plupart des réactifs, ils se dissolvent dans l'acide sulfurique concentré avec une couleur vert-pré, dans le phénol et dans l'aniline avec une belle couleur vert sombre. La composition de la substance desséchée à 110° a donné pour 100 :

65,48 C; 4,71 H; 1 Az.

L'auteur ne se croit pas à même d'assigner une formule à la xylyndéine définie par cette analyse.

1. G. LIEBERMANN, *Ueber Xylindein*. (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, Bd. VII, p. 1102-1103; 27 juillet 1874.)

Dans un travail ultérieur, fait en collaboration avec O. Fischer¹, Liebermann a trouvé parmi les dérivés de l'acide chrysophanique, un corps qui ressemble par ses caractères extérieurs à la xylindéine, sans en avoir exactement les propriétés chimiques. Cette substance, dont la parenté avec la xylindéine n'est pas improbable, a été obtenue en traitant par l'anhydride acétique la combinaison ammoniacale d'une imide de l'acide chrysophanique.

Propriétés optiques.

D'après Fordos, la matière colorante, vue en masse, est vert foncé tirant sur le bleu, avec un reflet cuivré; examinée en couches minces sur une capsule de verre, elle est d'un beau vert-bleu, demi-transparente, avec un reflet rougeâtre. Ces propriétés se rapportent au mélange obtenu par évaporation spontanée de la dissolution chloroformique.

Prillieux² donne plus de détails sur les propriétés optiques d'une matière verte qu'il considère comme identique à la fois à l'acide xylochlorique de Fordos et à la xylindéine de Rommier. C'est dire qu'il n'a pas lu avec attention les mémoires de ces auteurs. En réalité, il s'adresse à la solution chloroformique qui contenait à la fois le vert et le rouge de Fordos, et peut-être d'autres impuretés. Cette solution dans le chloroforme est d'un vert-bleu rappelant les Oscillaires, très faiblement fluorescente. La lumière de fluorescence est d'un vert jaunâtre avec un peu de rouge. Elle présente à l'analyse spectrale deux bandes d'absorption: l'une dans le rouge, plus large et moins nette que la bande I de la chlorophylle, l'autre plus pâle, couvrant tout le jaune.

Pour être plus affirmatives, les conclusions de Tschirch³ n'en reposent pas sur des données moins vagues. Il rattache la xylindéine au groupe chlorophylle. Quoiqu'il n'insiste pas sur son procédé

1. G. LIEBERMANN et O. FISCHER, *I. Ueber Chrysophansäure; II. Amide der Chrysophansäure. (Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, t. VIII, p. 1102-1107; 1875.)*

2. *Loc. cit.*

3. A. TSCHIRCH, *Untersuchungen über das Chlorophyll; III. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. I, Hft. 3, 5.)*

opératoire, il est probable qu'il a étudié, comme Prillieux, la solution chloroformique. Il remarque, en effet, que ce pigment, qu'il appelle xylindéine, se dissout aisément dans le chloroforme, non dans l'alcool. Après avoir constaté, en étendant les recherches de Pringsheim, que divers pigments des fleurs et des fruits présentent la bande spécifique de la chlorophylle et donnent les autres bandes plus ou moins apparentes, il déclare que la relation génétique de ces substances avec la chlorophylle ressort de ce fait qu'elles proviennent directement des corps chlorophylliens. Puis il rattache au même groupe les pigments des racines de radis et de carotte et il ajoute : « Ce qui est plus frappant encore, c'est que la solution du pigment vert-bleu du bois atteint de pourriture verte présente la bande de la chlorophylle. Des couches très minces ne laissent aucun doute sur la présence des bandes I et II de la chlorophylle. »

Les propriétés optiques de la matière verte du bois sont, en somme, encore moins bien précisées que ses propriétés chimiques, et les conclusions qu'on a voulu en tirer sur la nature de cette substance sont prématurées.

Les travaux de Liebermann sont ceux qui ont le plus avancé nos connaissances sur ce sujet, puisqu'il a isolé un produit cristallisable. L'acception nouvelle assignée au mot « xylindéine » en a totalement dénaturé le sens étymologique. Il semblerait dès lors indiqué d'en revenir au terme antérieurement proposé par Bley. Mais si le nom d'acide xylochlorique a pour lui la priorité, il ne semble pas mieux justifié. Le mot *xylochlorine* aurait l'avantage de ne pas préjuger la nature chimique du pigment vert. Il ne serait pourtant pas à l'abri de la critique ; comme tous les autres mots tirés du radical ξύλον, il implique entre la substance du bois et le pigment une relation génétique infirmée par de récents travaux. Quand il sera bien établi que la matière verte qui colore le bois provient d'un champignon, le mot *mycochlorine* semblera sans doute préférable aux termes actuellement en usage.

Au reste, il nous importe peu que le pigment soit décoré d'un nom aussi impropre au point de vue chimique qu'au point de vue biologique. Dans les recherches morphologiques qui font l'objet de ce mémoire, l'essentiel est de définir exactement la localisa-

tion de la matière verte et les divers aspects qu'elle présente à l'examen microscopique.

La matière verte ne se produit pas dans la substance du bois.

Plusieurs auteurs admettent que la matière verte résulte d'une transformation de la substance ligneuse. Ce phénomène a été interprété de trois façons différentes : ou bien le verdissement s'accomplit dans le bois mort par le jeu de forces physico-chimiques inhérentes à la nature de la matière ligneuse ; ou bien il se produit dans les portions nécrosées encore adhérentes à l'arbre quand elles se sont imbibées de sucS élaborés par les parties vivantes ; ou bien enfin c'est une altération pathologique liée à une action parasitaire.

La première opinion repose surtout sur une donnée négative. L. Bley, avec l'aide de Sendtner¹, n'a vu dans le bois verdi ni champignon ni algue inférieure. Fordos invoque l'autorité de Mussat², qui n'a pu déceler aucune formation cryptogamique dans des fragments du bois vivement colorés. Gumbel est du même avis. De Bary³, qui rappelle l'opinion de cet auteur, est porté à la partager, parce qu'il a cherché, sans résultats, des filaments de champignon dans des portions étendues du bois coloré. De Bary n'ignorait pas l'existence fréquente sur le bois verdi d'une Pézize présentant la même teinte que son support. Mais, au lieu de la considérer, avec divers auteurs, comme la cause du phénomène, il pense au contraire que la Pézize emprunte son pigment au bois préalablement verdi. Nous aurons à examiner ultérieurement les arguments invoqués par de Bary à l'appui de cette interprétation.

Si la matière verte provient d'une simple transformation du bois, l'examen microscopique doit permettre de constater sa substitution à la substance ligneuse. Tous les auteurs qui ont exa-

1. Observation mentionnée par BLEY (*loc. cit.*).

2. Observation mentionnée par FORDOS (*loc. cit.*).

3. DE BARY, *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze*, p. 15. 1884.

miné cette question, les partisans du verdissement spontané, comme les partisans d'une intervention cryptogamique, admettent que les parois des vaisseaux, des fibres, des cellules composant les rayons médullaires, sont colorées en vert. Fordos, Mus-sat, Tulasne¹, Frank², de Bary, Sorauer³, Hartig sont également affirmatifs sur ce point. Prillieux dit aussi que la matière verte imprègne les parois; mais, ayant remarqué sur certains éléments une coloration incomplète, il pense que l'imprégnation progresse à partir de la surface limitant la cavité de l'élément anatomique. Prillieux signale, en outre, dans les cellules des rayons médullaires et les vaisseaux, des amas de matière amorphe très fortement colorés en vert, sur la nature desquels il n'est pas fixé.

Bien que Prillieux ne croie pas à une substitution de la matière verte à la lignine, les faits qu'il a cru observer ne sont pas défavorables à l'idée d'une telle substitution, car le bois verdi de chêne et de hêtre lui « a toujours présenté la même corrosion interne des parois des fibres que le bois rongé par la pourriture blanche ». Il établit ainsi un parallélisme entre la progression centrifuge de la coloration et la régression de la paroi corrodée de dedans en dehors.

Sans nier explicitement la coloration primitive des parois des éléments ligneux, Rommier s'exprime de façon à faire supposer qu'il ne l'a pas constatée d'une manière générale. Il « distingue au milieu des fibres, colorées d'ailleurs de diverses manières, des sporules ovoïdes vertes et disposées en chapelet qui, sous l'influence du chloroforme, se désagrègent et disparaissent en teignant alors uniformément le bois en vert ».

Un échantillon de bois de hêtre verdi, examiné à l'aide des plus puissants objectifs apochromatiques construits par la maison Zeiss, ne m'a offert sur aucune préparation la moindre trace de coloration dans les parois des vaisseaux ni des autres éléments du bois. Les membranes vues en coupe transversale se sont toujours montrées incolores dans toute leur épaisseur. La matière verte est contenue dans l'intérieur des cellules. Elle s'y trouve en

1. TULASNE, *Selecta fungorum carpologia*, t. III, p. 188.

2. B. FRANK, *Die Krankheiten der Pflanzen*, p. 144. 1880.

3. P. SORAUER, *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*, t. II, p. 269-270. 1886.

masses variables de forme et de dimension ; elle tapisse les membranes d'enduits plus ou moins continus, pénétrant dans les dépressions de la surface telles que les ponctuations aréolées. Ces enduits se distinguent sûrement de la membrane et leur matière colorante ne diffuse pas dans la substance ligneuse. Cependant, avec des grossissements moyens, il n'est pas toujours facile de se prononcer avec certitude et l'on pourrait croire que la membrane commence à verdir sur la surface limitant la cavité de la cellule ou du vaisseau. En d'autres termes, on aurait l'illusion de ce que M. Prillieux considère comme la réalité dans les exemplaires qu'il a étudiés. Quand l'enduit est uniforme sur une certaine étendue, il masque les membranes vues de face et semble se confondre avec elles.

L'opinion si généralement répandue d'une coloration des membranes du bois doit-elle être imputée à l'insuffisance de l'observation ou à l'imperfection du pouvoir définissant des objectifs utilisés dans ce genre de recherches ? Je ne saurais l'affirmer. Je croirai même volontiers que l'on rencontre des vaisseaux à membrane verte. Ce qui me porte à le croire, c'est que le pigment est soluble dans les liquides ammoniacaux, et les phénomènes de putréfaction, qui amènent à la longue la destruction du bois verdi et des organismes qui l'habitent, peuvent s'accompagner d'un dégagement d'ammoniaque.

Cependant, je n'ai pas réussi à vérifier cette supposition. J'ai examiné du bois dont une extrémité avait séjourné plusieurs mois dans l'eau. La surface était ramollie et noircie, tandis que la coloration verte s'était conservée dans la profondeur. Le pigment avait gardé sa répartition normale dans les parties vertes et à leur limite, où il était seulement plus rare ; il avait disparu des portions noircies. Les membranes étaient partout incolores. Il est vrai que l'échantillon pourrissant offrait une réaction neutre ou très légèrement acide.

Il est possible également que, sur les préparations mal fixées, le pigment dissous par les réactifs imbibe les membranes ligneuses. On peut donc avoir observé des éléments du bois à parois vertes sans que cette coloration soit une propriété normale du bois verdi.

L'essentiel n'est pas de démontrer que les membranes ne verdissent jamais ; il nous suffit de savoir que la coloration du bois peut se montrer sur des échantillons dont les membranes sont incolores, pour être en droit de conclure que le verdissement n'est pas une conséquence nécessaire d'une altération spéciale de la substance ligneuse.

On m'objectera peut-être que je m'appuie sur une donnée négative, sur un défaut d'observation. Mais, en admettant qu'une teinte verdâtre très pâle ait été méconnue, il est clair que cette teinte insaisissable au microscope ne rendrait pas compte de la coloration intense qui frappe les regards à l'examen direct du bois. D'ailleurs, nous voyons nettement l'enduit vert appliqué à la surface des membranes incolores, et cette donnée positive fait tomber l'objection.

Ainsi donc, dans le bois fortement coloré en vert que j'ai étudié, les membranes lignifiées ont gardé leur épaisseur et leur structure ; leur surface interne est exempte de corrosion ; la coloration verte leur est étrangère.

La présence du pigment dans les membranes lignifiées pouvait être considérée comme un indice favorable à la théorie de la transformation directe de leur substance en matière verte, mais non comme une preuve de cette transformation. On l'attribuerait avec autant de raison à une imprégnation secondaire par un pigment élaboré en dehors d'elles. Telle est précisément l'opinion de Tulasne, Fordos, Prillieux, R. Hartig. L'existence dûment constatée de bois verdi à membranes incolores nous autorise à affirmer que la coloration du bois est indépendante d'une transformation des membranes lignifiées.

On ne saurait soutenir que les amas ou les enduits verts proviennent d'une transformation directe du contenu cellulaire. Ils s'observent en effet dans les vaisseaux aussi bien que dans les cellules, dont le contenu est très différent. Le contenu des vaisseaux du bois mort est certainement trop pauvre pour fournir les matériaux d'une formation aussi importante.

Fordos, à qui l'examen microscopique n'a rien indiqué de particulier, si ce n'est une coloration uniforme des vaisseaux et des fibres ligneuses, ne croit pas à une transformation des mem-

branes; il attribue la coloration à un phénomène de teinture. La matière colorante proviendrait d'une modification des substances contenues dans les cellules; mais, reconnaissant la difficulté de faire intervenir les substances astringentes contenues dans le bois au moment de la mort, il pense que la matière verte provient des sucres de l'arbre pénétrant par imbibition dans le bois mort.

Cette théorie se distingue de la précédente en ce qu'elle invoque l'intervention de phénomènes biologiques, tandis que la première explication était purement chimique. L'auteur compare la formation du vert du bois à la formation du vert des feuilles: « Si, comme je le suppose, dit-il, la matière verte du bois a été apportée par les sucres propres de l'arbre, ne pourrait-on pas admettre que les éléments qui donnent naissance à la chlorophylle dans les feuilles et les parties vertes des plantes, ont produit, dans le bois, la matière colorante verte, et ne trouverait-on pas alors dans l'observation de ces faits la preuve que la chlorophylle, ou du moins ses éléments, sont fournis par la sève des plantes? »

La plupart des fragments de bois soumis à l'examen de l'auteur avaient été pris sur des arbres. Mais il est bien établi que des échantillons semblables, recueillis à terre, n'étaient pas encore colorés quand ils y sont tombés, comme l'auteur le suppose pour les besoins de sa thèse. Quant à admettre que la sève qui se transforme en chlorophylle dans les feuilles colore le bois en vert quand elle monte dans des branches mortes, c'est là une hypothèse que les données les mieux établies de la physiologie rendent insoutenable.

Nous ne trouvons donc, ni dans le bois mort, ni dans les arbres dont il provient, les agents capables de nous expliquer l'origine du verdissement. La rareté relative du phénomène, la variété des espèces qui y sont sujettes pouvaient déjà faire prévoir l'intervention d'un agent spécifique, étranger au bois.

On a depuis longtemps songé à attribuer un rôle dans la production du verdissement du bois aux Pézizes vertes dont nous avons déjà mentionné l'existence sur le bois de même couleur. Sorauer¹, hésitant entre l'opinion de de Bary, basée sur l'absence

1. *Loc. cit.*

de mycélium dans des fragments affectés de pourriture verte, et l'explication de Cornu¹, qui songe à la destruction possible de filaments préexistants, cherche un terrain de conciliation sur lequel les diverses théories pourraient s'accorder. La production du pigment dans le corps ligneux lui-même lui paraît plus probable que son élaboration dans le champignon d'où il passerait dans les fibres ligneuses. Mais elle pourrait être l'effet d'une altération provoquée par l'introduction du mycélium du champignon, qui fixerait ensuite le pigment dans ses propres éléments. Dans cette hypothèse, que l'auteur signale, sans la soutenir avec conviction, le champignon se comporterait à l'égard du bois comme les ferments à l'égard des composés fermentescibles. La Pézize serait le facteur actif du phénomène; mais en somme la transformation s'accomplirait dans le bois.

C. Liebermann (1874) exprime une opinion analogue. La xylindéine, dit-il, se développe souvent dans le bois mourant du hêtre, du chêne, du bouleau, sous l'influence pathologique du *Peziza aeruginosa*. Il se propose de rechercher si l'on n'a pas affaire ici à un produit de transformation d'un élément chimique commun à beaucoup d'essences ligneuses.

Il suffit de rappeler les faits incompatibles avec l'hypothèse d'une transformation spontanée des éléments du bois pour détruire ce compromis, qui ferait de l'agent étranger un simple provocateur du travail chimique accompli dans la substance de l'arbre.

La xylindéine n'est donc pas un produit de transformation de la substance ligneuse; elle ne s'y forme ni par le jeu des actions chimiques de la décomposition, ni sous l'influence biologique des parties vivantes de l'arbre, ni sous l'impulsion d'organismes pathogènes.

D'autre part, la complexité de cette substance organique ne nous permet pas d'en attribuer la formation à des agents inertes. C'est parmi les organismes étrangers développés sur le bois verdi que nous devons chercher l'agent de la coloration verte.

1. M. CORNU, *Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXIV, p. 171; 11 mai 1877.)

La matière verte existe dans des champignons
développés sur le bois coloré.

Plusieurs espèces de champignons présentent une couleur analogue à celle du bois verdi et la teinte érugineuse se retrouve dans leur support.

Parmi les Stictidées, on a signalé le *Propolidium atrocyaneum* Rehm (*Xylographa atrocyanea* Fries), reposant sur de petites taches verdâtres du bois décortiqué du tremble; le *Nævia ceruginosa* Rehm (*Trochila ceruginosa* Fuckel), sur des taches semblables des tiges mortes de tanaïsie. Sorauer range dans la même catégorie le *Phragmonævia caulicola* Rehm (*Xylographa caulicola* Fuckel) des tiges putrescentes de la valériane officinale.

R. Hartig attribue le bleuissement des bois de Conifères à une Sphériacée, le *Ceratostoma piliferum* Fuckel, dont le mycélium est coloré en brun.

Parmi les Tuberculariées, G. Delacroix¹ décrit sous le nom de *Fusarium ceruginosum* un champignon vert qui se développe sur les tubercules de pomme de terre.

Ces diverses espèces, dont il est inutile d'allonger la liste, n'ont pas été l'objet de recherches spéciales. Leur rôle dans la production des colorations des débris végétaux est mal défini; nous pouvons, sans inconvénient, les négliger, puisqu'elles ne se rencontrent pas sur le bois des arbres feuillus dont nous faisons ici l'étude. Nous les laisserons de côté pour concentrer notre attention sur les Pézizes vertes fréquemment observées sur les bois atteints de « pourriture verte » et considérées par Tulasne, Prillieux, Cornu, R. Hartig, Brefeld, etc., comme les agents de ce mode spécial d'altération.

La matière colorante donne à ces champignons une allure remarquable qui les distingue dans le groupe si complexe des Pézizes. Aussi de Notaris a-t-il proposé d'en faire un genre à part, dont le nom, *Chlorosplenium*, rappelait le caractère le plus frappant.

1. G. DELACROIX, *Espèces nouvelles de champignons inférieurs*. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, t. VII, p. 110. 1891.)

panf. Le type du nouveau genre est l'*Helvella æruginosa* Ceder, déjà ramené par Persoon dans les *Peziza*.

Mais un caractère de coloration ne suffit pas pour définir un groupe naturel. La couleur verte peut être due à des matières diverses par leur composition chimique, à des éléments variés par leur structure histologique. Et même un pigment bien défini par sa nature et par son origine peut se retrouver chez des végétaux qui n'ont d'ailleurs que de lointaines analogies. Il n'est donc pas surprenant que le genre *Chlorosplenium* ait réuni des espèces disparates. Les frères Tulasne attachent une grande importance à la présence de spores accessoires contenues dans des spermogonies. C'est là, sans doute, un caractère de haute valeur ; mais il n'est pas d'un emploi commode, car on ne rencontre pas toujours les spermogonies à côté des fructifications ascosporeées, et, même dans ce cas, il est difficile de décider si les conidies et les apothèques appartiennent à une même espèce. Il en résulte que l'on n'est pas en droit de séparer les espèces munies de conidies de celles où ce caractère accessoire est inconnu, méconnu ou réellement absent. Fuckel¹ avait déjà signalé l'infidélité de cette donnée.

La forme des fructifications, la consistance de leurs tissus, les caractères des paraphyses, des asques et des spores avaient déjà permis à Fries² de rattacher le *Peziza æruginosa* au genre *Helotium*. Fuckel est du même avis.

Comme Tulasne, de Notaris, Karsten et plusieurs auteurs récents gardent le nom de *Chlorosplenium æruginosum*. Sorauer, après avoir rappelé les opinions émises sur les rapports du *Peziza æruginosa* Pers. (*Chlorosplenium æruginosum* Tul.) avec la pourriture verte, cite l'*Helotium æruginosum* parmi les autres champignons qui peuvent colorer leur support. Il y a là un double emploi. Brefeld³, comme Tulasne, attache une grande valeur aux conidies pour distinguer le genre *Chlorosplenium*.

Boudier⁴ ne se contente pas de séparer le *Chlorosplenium*

1. FÜCKEL, *Symbolæ mycologicæ*, p. 314. 1869.

2. FRIES, *Summa vegetabilium Scandinaviæ*, 1849.

3. BREFELD, *Untersuchungen, etc.*, t. X, p. 313. 1891.

4. E. BOUDIER, *Considérations générales et pratiques sur l'éhule microscopique des champignons*. (*Bulletin de la Soc. mycol.*, n° 3, p. 190. 1886.)

eruginosum du genre *Helotium*, il le rapproche davantage des *Phialea*, dont les spores prennent souvent plusieurs cloisons à la fin. Mais la différence indiquée entre les *Phialea* et les *Chlorosplenium* d'une part, les *Helotium* de l'autre, est légère et bien peu saisissable. L'extrémité des spores serait moins obtuse chez les *Helotium*, les granules qu'elles renferment moins nombreux, manquant quelquefois, le plus souvent réunis aux extrémités, laissant un espace libre au milieu, tandis que dans les deux premiers genres les spores sont très granuleuses intérieurement. Or, dans la Pézize que Tulasne a étudiée sous le nom d'*eruginosum*, les granulations font toujours défaut au centre, occupé par le noyau. Le contenu n'offre donc pas de différence primordiale. Quant à la forme des spores, il ne s'agit que d'une question de plus ou de moins. Le seul caractère distinctif est la couleur verte.

A côté du *Chlorosplenium eruginosum*, Boudier place le *Chlorosplenium versiforme* de Notaris. Berkeley en faisait un *Helotium*. Rehm, Schroeter veulent en faire un *Coryne* en raison de la consistance gélatineuse et de la structure des fructifications. Je ne sais si la mollesse des tissus a beaucoup plus de valeur en elle-même que la coloration, pour fixer les affinités. Le *Peziza versiformis* Persoon n'a pas de tendance à cloisonner ses spores comme les *Coryne* typiques. Brefeld a trouvé, d'autre part, des liens de parenté entre les *Coryne* et les *Chlorosplenium* par l'étude des appareils conidiens. Le rapprochement proposé par Boudier n'est peut-être pas injustifié, mais il paraît moins propre à démontrer l'autonomie des *Chlorosplenium* qu'à élargir le cadre du genre *Helotium* pour y faire entrer d'autres espèces critiques à la suite des vrais champignons verts.

Par contre, le *Chlorosplenium atrovirens* de Not., dont Tulasne avait fait un *Coryne* sous le nom, spécifiquement inexact, de *Coryne virescens*, rectifié par Saccardo sous le nom de *Coryne atrovirens*, est écarté par Boudier des familles qui contiennent les *Chlorosplenium*, les *Helotium* et les *Coryne* pour devenir le type des *Corynella*, nouveau genre de *Calloriées*.

La famille des Bulgariées doit hériter, d'après Rehm, non seulement du *Chlorosplenium versiforme* (*Coryne versiformis*

Rehm) et du *Chlorosplenium atrovirens* (*Coryne atrovirens* Saccardo), mais en outre des *Chlorosplenium lividum* et *nigrescenti-olivaceum* de Karsten, qui rentreraient tous deux dans le *Peziza tuberosa* β *strobilina* Alb. et Schw., devenu l'*Ombrophila strobilina* Rehm. Cette espèce ne doit pas être confondue avec le *Peziza strobilina* Fries, qui a été aussi nommée *Ombrophila strobilina* par Karsten, *Ombrophila strobilorum* par Rehm. Ce champignon, qui est un *Helotium* pour Fuckel, doit, d'après Rehm, prendre définitivement le nom de *Phialea strobilina* Saccardo. Il n'a rien de commun avec les *Chlorosplenium* ni avec les Bulgariées. Enfin, le *Chlorosplenium amenticolium* Karst. (*Revue myc.*, 1887) avait été décrit antérieurement par Rehm sous le nom d'*Ombrophila Bäumléri* (*Hedwigia*, 1885). Bien que Saccardo le nomme *Helotium amenti*, *forma alni*, il doit rester parmi les Bulgariées.

Les *Bulgariées* sont généralement considérées comme une famille bien distincte des *Hélotiées*. Pourtant Schroeter n'en fait, sous le nom d'*Ombrophileæ*, qu'une sous-famille des *Helotiacei*, caractérisée par la consistance de la fructification, cartilagineo-gélatineuse à l'état frais, cornée à l'état sec. Les autres sous-familles sont les *Sarcoscyphææ* et les *Helotiææ*, qui se distinguent par un fruit plus charnu, plus fragile dans la première que dans la seconde. Dans les *Sarcoscyphææ*, telles que les comprend Schræter, rentreront plusieurs champignons décrits sous le nom de *Chlorosplenium*.

Le *Chlorosplenium luteovirens* Sacc.¹ est synonyme du *Ciboria luteovirens* du même auteur². C'est ce nom qui doit être conservé, d'après Rehm³, bien que cette espèce ait été rapportée, sous d'autres noms, au genre *Helotium* par Karsten (*H. luteovirescens* et *H. subolivaceum*) et par Lambotte (*H. pallidovirens*). C'était le *Peziza luteovirens* Rob.⁴.

C'est dans le même genre *Ciboria* qu'il faudrait classer, d'après Schræter, le *Chlorosplenium elatinum* de Saccardo. Rehm le

1. SACCARDO, *Sylloge fungorum*. — *Dyscomycetes*, p. 320.

2. *Loc. cit.*, p. 206.

3. REHM (*in* RABENHORST, *Kryptogamen-Flora*, 1893).

4. DESMAZIÈRES, *Annales des sciences nat.*; *Botan.*, t. VIII, p. 188. 1847.

place dans le genre *Rutstroemia* de Karsten, que Schröeter ne sépare pas des *Ciboria*.

Les *Chlorosplenium elatinum* et *Kriegerianum* de Saccardo sont, d'après Winter¹, une seule espèce décrite par Alb. et Schwein. sous le nom de *Peziza elatina*, par Rabenhorst² sous celui d'*Ombrophila Kriegeriana*. Rabenhorst³ avait même songé à en faire, sous le nom de *Kriegeria olivacea*, le type d'un nouveau genre caractérisé par la structure très spéciale de l'enveloppe externe de l'apothèce, qui est formée de filaments verdâtres, épais de 6 à 8 μ , serrés, agencés en séries longitudinales, articulés, transversalement striés et plissés. Quélet en fait un *Helotium elatinum*.

Rehm, qui l'avait d'abord rattaché au genre *Ciboria* (*C. Kriegeriana*; *Hedwigia*, 1883, n° 3), croit enfin (*Krypt. Fl.*, 1893) devoir en faire un *Rutstroemia elatina*, bien que les spores ne lui aient pas offert de cloisonnement tardif, caractéristique de ce genre.

Rehm attribue au genre *Chlorosplenium* l'extension très restreinte que comportent ces nombreuses éliminations. Tout en le plaçant parmi les *Euhelotieæ*, il le range dans la section des *Cyathoideæ*, tandis que les *Helotium* constituent la section des *Hymenoscyphæ*. Les menues différences qui distinguent ces deux sections sont particulièrement affaiblies chez les champignons verts. Leurs apothèces ont une consistance cireuse et compacte comme les *Hymenoscyphæ*. Ils sont également atténués en un pied court et épais. A peine peut-on dire qu'ils prennent moins rapidement une forme de coupe aplatie. Ils n'ont en somme d'autre caractère nettement différentiel que la coloration commune à leurs fructifications et au bois qui les porte.

L'insuffisance de cette définition nous engage à nous ranger à l'avis de Schröeter [d'ailleurs conforme à celui de Fries] et à considérer les *Chlorosplenium* comme un sous-genre du genre *Helotium*.

Les *Helotium* de la section *Chlorosplenium* ont été longtemps

1. *Hedwigia*, 1881, p. 70.

2. *Hedwigia*, 1878, p. 31.

3. Sched. ad: *Fungi europæi*.

considérés comme formant une seule espèce. On n'y distingue pas de différences sensibles à l'œil nu. C'est l'*Helwella æruginosa* Eder, rapportée par Persoon aux *Peziza*.

L'examen microscopique a démontré à Nylander que dans les champignons du bois verdi, les asques et les spores répondent par leurs dimensions à deux types tranchés, irréductibles l'un à l'autre. Comme l'espèce à grandes spores répond à l'*Helotium æruginosum* Fries, il nomme l'autre *Peziza æruginascens* (*Chlorosplenium æruginascens* Karsten, *Helotium æruginascens* Schrøeter).

Les deux espèces vivent dans les mêmes conditions, sur les mêmes essences; leur support est également coloré. On les a observées toutes deux sur le chêne et le hêtre. L'*Helotium æruginascens* a été distingué sur les *Betula alba* et *verrucosa*, l'*Helotium æruginosum* sur l'aune, l'épicéa, le sapin blanc. Nous laissons de côté les observations dans lesquelles les caractères du champignon n'ont pas été précisés.

Dans l'*Helotium æruginosum* (Eder) Fries, les asques mesurent 50-90 μ sur 6-6,5; les ascospores 14 μ sur 3 d'après Fuckel, 10-14 μ sur 2,5-3,5 d'après Rehm et Schrøeter.

Dans l'*Helotium æruginascens* (Nyl.) Schrøeter, les asques mesurent 45-60 μ sur 3,5-4 d'après Schrøeter, les ascospores 6-8 μ sur 1,5-2.

La distinction de ces deux espèces a été contestée par les frères Tulasne. Ayant reçu de Nylander des exemplaires authentiques d'*Helotium æruginascens*, ils n'ont pu établir aucune différence certaine entre ces exemplaires et ceux qu'ils avaient étudiés. Mais leur description minutieuse prouve que c'est précisément l'*Helotium æruginascens* qu'ils avaient décrit sous le nom de *Peziza æruginosa*. Ils assignent, en effet, aux asques 60 μ sur 3,5, aux ascospores 5-7 μ sur 1,5.

Dans les échantillons que j'ai étudiés, les ascospores mûres et déjà éjaculées ne dépassent pas 8-9 μ sur 1,6-1,7; elles sont arrondies aux extrémités et contiennent, au voisinage de chaque pôle, une sphère réfringente d'environ un μ de diamètre. Parfois les sphères sont plus nombreuses, petites et irrégulières. On trouve aussi des spores plus courtes et plus larges, ayant par

exemple 7 μ sur 1,9. Une spore commençant à germer mesurait seulement 6 μ sur 1,6, une autre 7^r,5 sur 1,85. Pour les asques, la largeur courante oscille entre 3 et 4 μ . A la maturité, quand les spores se pressent sur deux rangs vers l'orifice, l'extrémité qui les renferme atteint 4^r,75 de largeur. La longueur, plus inconstante, varie de 46 à 80 μ .

Les caractères des asques et des spores sont ceux de l'*Helotium æruginascens*.

La fructification ascosporee n'est pas le seul appareil reproducteur connu chez les Pézizes du bois verdi. Les frères Tulasne ont trouvé à la surface du bois des coussinets sessiles, globuleux, atteignant 1-2 millimètres de diamètre, solitaires ou groupés en séries linéaires, ou entassés en amas. Ces boules ont la même couleur, la même texture que la fructification ascosporee. Elles ont une structure méandrique; les parois des innombrables logettes portent des touffes de stérigmates rameux long de 16 μ , chargés de conidies droites, indivises, longues d'environ 3,5-5 μ . Elles appartiennent à cette catégorie de spores exiguës que l'on a nommées spermaties. Les conceptacles qui les contiennent sont par conséquent des spermogonies. Les spermogonies de Tulasne, comme les apothèces, doivent être rapportées à l'*Helotium æruginascens*.

Brefeld considère comme identiques aux spermaties de Tulasne des conidies qu'il a obtenues en semant des ascospores d'*Helotium æruginosum*. Mais le champignon étudié par Brefeld n'appartient pas à la même espèce que celui de Tulasne.

Brefeld ne mentionne pas les dimensions des asques ni des ascospores; mais on peut les mesurer sur les figures qui accompagnent son ouvrage. Nous trouvons ainsi pour l'asque 83 μ sur 9,5, pour les spores 10,3-12^r,3 sur 3,7-4,5. En tenant compte de l'approximation de la gravure, ces dimensions concordent avec la diagnose de l'*Helotium æruginosum*. Ces conidies ne sont donc pas identiques avec les spermaties de Tulasne qui appartiennent à l'*Helotium æruginascens*. Elles diffèrent peu de ces dernières par leurs dimensions, puisque Brefeld leur assigne 3-4 μ sur 1 μ . Il semble d'ailleurs que l'*Helotium æruginosum* possède aussi des spermogonies, si l'on s'en rapporte à la mention trop

sommaire de Schröter qui attribue à cette espèce des coussinets aplatis contenant des conidies en bâtonnet qui mesurent, comme celles de Brefeld, 3-4 μ . sur 1 μ .

De nouvelles recherches sont nécessaires pour nous apprendre si les spores accessoires fournissent un nouveau caractère différentiel entre l'*Helotium æruginosum* et l'*Helotium æruginascens*.

A la section *Chlorosplenium* il convient d'ajouter le *Peziza æruginella* Nylander (*Chlorosplenium æruginellum* Karsten), que nous nommerons *Helotium æruginellum*. Cette espèce ne vient pas sur les grands arbres comme les deux autres; elle envahit les tiges pourrissantes de *Spiræa ulmaria*. Son support prend aussi, mais dans une aire plus restreinte, la couleur caractéristique. Sur les taches vert-de-gris sont groupés des apothécies de même couleur, plus petits que chez les espèces arboricoles. Les ascques sont plus trapus que chez ces dernières; ils mesurent 50-60 μ sur 7-8. Les spores diffèrent peu de celles de l'*Helotium æruginosum*: la forme est la même, les dimensions sont de 9-11 sur 2,5-3 μ . Les paraphyses sont verdâtres.

L'*Helotium æruginellum* n'a pour notre sujet qu'une importance accessoire. L'*Helotium æruginosum* et l'*Helotium æruginascens* offrent un tout autre intérêt, puisqu'ils sont fréquemment considérés comme les agents de la pourriture verte. Comme la distinction spécifique a échappé à la majorité des auteurs, on ne saurait dire à quelle espèce se rattachent divers travaux concernant l'*Helotium æruginosum*. Cette confusion n'a d'ailleurs pas de sérieuses conséquences, car les deux espèces ont de si étroites ressemblances morphologiques et biologiques, que le rôle démontré pour l'une deviendra très probable pour l'autre.

Mes recherches personnelles ont porté sur l'*Helotium æruginascens*. Les fructifications se sont développées, à partir du mois d'octobre, sur un morceau de hêtre verdi, récolté en avril par M. G. Thiry près du col de la Schlucht dans les Vosges. Le bois avait été placé dans un bocal contenant un peu d'eau et conservé à la lumière diffuse d'un laboratoire depuis cette époque.

**Relations de la matière verte avec les éléments
histologiques de l'*Helotium æruginascens*.**

La plupart des auteurs ont négligé d'indiquer la localisation du pigment dans le champignon. Sorauer parle d'imprégnation de la membrane, de Bary dit que la couleur verte existe toujours dans la membrane, peut-être aussi dans l'intérieur des filaments du champignon. Cornu observe que le mycélium est très fugace, comme celui des Ustilaginées, et que la matière colorante pourrait former des amas dans le bois, à la suite de la déliquescence des filaments. Quoique l'auteur ne dise pas formellement que c'est la membrane qui est délquescence, il semble admettre implicitement que la matière colorante susceptible de former des pelotes en est distincte.

Les filaments d'*Helotium æruginascens* ont, comme les éléments du bois, une membrane incolore. Si parfois elle paraît avoir subi une imprégnation de matière verdâtre, la teinte est si pâle qu'elle ne saurait contribuer d'une manière efficace à la coloration apparente du bois. La transparence des membranes est générale : nous l'avons constatée aussi bien dans la fructification que dans les filaments qui parcourent le bois coloré.

Je n'ai rencontré deux exceptions qui ne sauraient infirmer la règle. Dans les deux cas, la coloration verte de la membrane était circonscrite à une région très limitée dans laquelle la membrane normale présente une constitution chimique particulière. Le premier cas concerne les asques. Ceux-ci sont le plus souvent incolores (fig. 32) ; pourtant ils renferment du pigment dans des circonstances que nous aurons à préciser ultérieurement. Quand l'asque est très riche en matière verte, la membrane est colorée dans la zone qui entoure le pore éjaculateur (fig. 28, 29). Sur les asques incolores (fig. 32) et sur une partie des asques colorés (fig. 30, 31), la membrane renferme à ce niveau une série de petits grains qui deviennent d'un beau bleu sous l'influence de l'eau iodée. La matière verte s'est donc substituée, non pas aux substances fondamentales qui constituent les membranes ordi-

naires du champignon, mais à l'amidon qui se localise au sommet de l'asque.

Je l'ai observée, en outre, sur les cloisons transversales des filaments de la cupule. La coloration n'existe que sur les membranes minces et jeunes (fig. 8, 9). Elle forme un cadre étroit autour de la ponctuation centrale, qui semble perforer la cloison à cette période et se présente au microscope sous l'aspect de deux points variant de $0^{\mu},1$ à $0^{\mu},33$. Sur les cloisons un peu plus épaisses, la teinte verte devient plus diffuse (fig. 10), pour disparaître quand la cloison est complètement développée (fig. 6).

Le thalle d'où sortent les apothèces de la Pézize est logé dans l'épaisseur du bois. La pénétration des filaments doit être très précoce, car à la surface des fragments où les ascospores se ressemblent spontanément, les thalles encore libres sont représentés uniquement par de petits pelotons microscopiques (fig. 1). Les filaments du champignon sont très délicats, de calibre inégal. Les plus gros (fig. 6) atteignent $2^{\mu},6$ dans les fructifications; ils ne dépassent guère 2μ dans l'appareil végétatif. Le diamètre des plus fins (fig. 2, 3) tombe à $0^{\mu},25$ et même plus bas encore dans les portions étranglées.

Le contenu des filaments n'est pas uniformément teinté de vert. La coloration fait défaut aux jeunes rameaux qui viennent de naître des tubes principaux et qui n'ont que $0^{\mu},2$ d'épaisseur. Elle manque en général aux extrémités déliées des tubes en voie d'allongement.

Dans beaucoup de filaments ne dépassant pas le calibre moyen, le pigment se montre exclusivement sur de petits corps sphériques ou elliptiques, à contours nets, mesurant de $0^{\mu},2$ à $0^{\mu},4$ de diamètre. Ces corps verts (fig. 1, 2) sont isolés ou rapprochés par paires ou même incomplètement séparés; ils ne représentent pas de simples amas de pigment, mais des portions condensées de protoplasme, définies dans leur forme, dans leur taille, se multipliant par bipartition. Débarrassés par le chloroforme de la matière verte qui les imprègne, ils gardent leur forme et se colorent en jaune brunâtre par l'iode.

La matière verte contenue dans les filaments n'est pas toujours aussi nettement circonscrite. Quelques tubes, surtout ceux de

taille moyenne (fig. 3), ont leur cavité obstruée par des amas d'un vert intense, plus ou moins fragmentés et séparés par de petites lacunes. Une observation attentive permet de résoudre un certain nombre de ces amas en un tas de corps verts répondant à la description précédente. Lors même que l'accumulation est trop dense pour permettre cette analyse, les taches vertes persistent, après dissolution du pigment dans le chloroforme, avec leur forme primitive, et se colorent par l'iode comme les corps verts isolés.

Le contenu des plus gros filaments (fig. 6-10) est incolore. La membrane, également incolore, est revêtue chez certains d'entre eux de croûtes vertes qui forment autour du tube une gaine tantôt continue, tantôt réduite à des plaques disséminées. Ces croûtes sont d'épaisseur inégale, en sorte que leur surface externe est souvent bosselée, tandis que la surface interne est moulée sur la paroi du filament. Cette gaine de substance verte, amorphe, pourrait en imposer pour une coloration propre de la membrane, si l'on avait recours à des grossissements moyens. Avec de forts apochromatiques à immersion homogène, on distingue nettement la membrane incolore, sous le manteau vert. On réussit très bien à dépouiller la membrane de son enduit en frottant énergiquement un fragment de cupule entre deux lamelles de verre. Les croûtes détachées flottent comme des pellicules vertes, à côté des tubes incolores.

La confusion serait particulièrement explicable en présence de certaines figures offertes par les sections des éléments ligneux. On y trouve en effet des tubes vides, irréguliers, dont la paroi, plus ou moins bosselée, est entièrement verte. Mais, par comparaison avec les types qui viennent d'être définis, il est facile de comprendre que ces tubes verts ne sont autre chose que les gaines amorphes survivant à la destruction des filaments sur lesquels elles étaient moulées. Les plaques vertes, extérieures aux filaments, sont amorphes, sans action sur la lumière polarisée. Elles n'ont jamais la forme définie des corps verts auxquels elles succèdent; elles proviennent de ces derniers par exsudation du pigment qui était d'abord fixé sur eux. Dans des filaments de taille intermédiaire entre les éléments à grains verts et les élé-

ments à pigment engageant, on trouve à la fois des grains verts à l'intérieur et des excroissances vertes irrégulières qui hérissent la face externe de la paroi (fig. 4). L'excrétion est en quelque sorte prise sur le fait. Les petits corps verts de forme et de taille définie contenus dans les filaments jeunes sont donc l'origine de toute la matière verte qui colore l'*Helotium æruginascens*.

Répartition de la matière verte dans le corps de l'*Helotium*.

La matière colorante verte n'existe pas à tout âge chez l'*Helotium æruginascens*; elle fait défaut aux deux périodes extrêmes de l'évolution. D'après de Bary, le sommet des apothèces est parfois incolore. Il semble donc que l'hyménium, c'est-à-dire la dernière formation qui clôt l'évolution individuelle, est dépourvu de matière verte. Mais de Bary ne mentionne que l'apparence des fructifications à l'œil nu. Il faudra donc préciser ces données sommaires par des recherches microscopiques.

D'un autre côté, les semis d'ascospores réalisés par Brefeld ont donné des cultures généralement incolores. Dans l'unique échantillon qui s'est teinté de vert, l'auteur ne nous dit pas si la coloration était primitive ou si elle s'est montrée au bout de quelque temps dans des filaments d'abord incolores.

Les auteurs sont d'accord pour décrire comme incolores les ascospores, c'est-à-dire l'élément qui relie les générations successives.

J'ai pourtant rencontré quelques ascospores vertes (fig. 15-18). Ces spores vertes étaient si rares, qu'elles formaient une minorité négligeable en regard des innombrables spores incolores que j'ai observées.

Dans la règle, le caractère de coloration ne passe pas directement d'un champignon vert à ses descendants. L'*Helotium æruginascens* naît incolore. Je ne suis même pas en mesure d'affirmer que cette règle souffre des exceptions, car les spores vertes n'ont pas été vues en germination et rien ne prouve qu'elles ne soient pas des formations monstrueuses et stériles.

Ce premier stade incolore présente une durée variable, si l'on en juge d'après les résultats des expériences de Brefeld. Dans la nature, l'apparition du pigment est parfois très précoce. A la surface du bois chargé d'apothèques du *Chlorosplenium æruginascens*, j'ai rencontré une ascospore (fig. 20) ressemée spontanément. Elle avait émis, sans se cloisonner, un unique tube, long de 3 μ , terminé par trois conidies incolores comme lui.

Dans le voisinage, on trouvait les filaments pelotonnés représentant de très jeunes individus du champignon. L'un de ces pelotons (fig. 1) n'atteignait pas 28 μ dans son plus grand diamètre. Il était formé d'un seul tube non ramifié, autant du moins que j'ai pu résoudre l'enchevêtrement complexe de ses lacets. Des pelotons à peine plus grands portaient plusieurs rameaux beaucoup plus grêles que le tube principal. Son calibre, un peu irrégulier, oscillait entre 1,5 et 2 μ , sans atténuation sensible aux deux bouts. Aucun renflement notable ne trahissait la présence d'une ascospore. Plusieurs cloisons transversales étaient visibles. Enfin des corps verts, d'une grande régularité, étaient disséminés dans les articles; les uns étaient des sphères de 0,3 de diamètre; les autres, tout en gardant la même largeur, s'allongeaient en ellipse, s'étrangeaient en 8; d'autres enfin étaient rapprochés par paires, dont les individus étaient tantôt adhérents, tantôt faiblement écartés. J'ai distingué dans le peloton neuf corps isolés et sept paires de corps plus ou moins étroitement associés. Cette proportion dénote une active bipartition des corps verts à cette période précoce de la vie du champignon.

Il n'est malheureusement pas aisé de multiplier les observations directes des stades jeunes du champignon développé spontanément. Son extrême ténuité ne permet pas de le découvrir à cet âge dans la nature, aussi souvent qu'il le faudrait pour en compléter l'histoire. L'étude des germinations artificielles comblera cette lacune dans une certaine mesure.

Dans les milieux liquides employés par Brefeld, l'ascospore pousse deux tubes germinatifs qui s'accroissent lentement et forment un thalle délicat, incolore, submergé, au milieu duquel la spore prend une cloison transversale. Au bout de quelques jours, le thalle se couvre d'abondants bouquets de rameaux

coniques, qui servent de support à des spores secondaires, ou conidies, rassemblées en petits capitules. Les conidies sont des bâtonnets droits, longs de 3-4 μ , épais de 1 μ .

L'auteur attache une grande importance à ces appareils conidiens, et pense qu'on peut définir les affinités des champignons, en tenant compte de l'insertion des conidies sur les ascospores ou sur un appareil filamenteux plus ou moins développé. Brefeld semble oublier que ces rapports sont commandés le plus souvent par la richesse nutritive du milieu. Les ascospores, de certains *Aleuria* donnent dans la nature un thalle très abondant sur lequel les conidies ou les nouveaux fruits ascospores sont si éloignés dans le temps et dans l'espace du filament germinatif, que la simple observation ne permet pas toujours de constater leur provenance. Si au contraire on les force à germer sur des milieux artificiels moins favorables à la végétation, le thalle se réduit et l'on voit des rameaux chargés de conidies ou les conidies elles-mêmes sortir directement de l'ascospore.

Brefeld, en choisissant un milieu constant, met en évidence des réactions spécifiques fort intéressantes de chaque champignon à l'égard de ce milieu ; mais, comme le choix du liquide de culture est arbitraire, il n'est pas en droit de conclure que l'insertion directe ou indirecte des conidies sur les ascospores est un caractère constant de l'espèce. Ses conclusions taxinomiques dépassent donc la portée de son procédé.

Nous ne savons pas si dans les conditions naturelles, les ascospores d'*Helotium* ne sont pas capables de produire, directement et sans l'interposition des conidies, un appareil végétatif assez puissant pour aboutir directement à la production du fruit ascospore. Dans un milieu médiocre comme un liquide où le thalle est d'abord submergé, les premières ressources acquises après la germination sont consacrées à former un appareil migrateur, à donner en quelque sorte la monnaie de la spore, qui multipliera les chances d'un établissement convenable pour la nouvelle génération.

J'ai observé la germination des ascospores (fig. 19, 21-23) sur du coton humide, où j'avais déposé un fragment de bois portant des fructifications. Ce milieu était certainement plus pauvre

que les solutions de Brefeld, mais peut-être moins anormal, en ce sens que les filaments n'étaient pas submergés. Le développement du thalle ne pouvait s'y poursuivre longtemps. Conformément à la règle que nous venons de rappeler, l'apparition des conidies y fut très précoce.

L'émission de filaments aux deux extrémités de l'ascospore n'est pas simultanée. Au début de la germination, un seul pôle s'allonge en un tube court (fig. 19). Plus tard, les deux filaments, séparés par la spore, restent inégaux (fig. 21). Souvent la spore épuise ses réserves dans la formation du premier tube, et le second fait défaut (fig. 22). Quand la végétation est assez robuste, les filaments germinatifs sont cylindriques, arrondis au sommet; leur diamètre atteint $1\ \mu$ (fig. 22). Quand elle est plus faible, les filaments s'atténuent rapidement jusqu'à un calibre de $0^{\ast},35$ et paraissent incapables de poursuivre leur développement.

Les filaments les plus vigoureux ne tardent pas à se dilater en un renflement conidiophore (improprement nommé baside), long de $5,5-7^{\ast},5$, large de $1^{\ast},75$ environ; ce support se termine par deux ou trois conidies ovales mesurant $2,4-3\ \mu$ sur $1,3-1^{\ast},4$, qui lui sont rattachées par un court stérigmate (fig. 20, 22). La végétation est le plus souvent terminée par cette formation. Parfois un rameau délicat se détache sous le renflement conidiophore et donnerait sans doute un second appareil semblable si l'alimentation lui fournissait les matériaux nécessaires (fig. 22). Quelquefois le renflement est inséré directement sur la spore. J'ai même observé une ascospore qui avait émis d'un côté un tube, de l'autre, une simple boule qui semblait être une conidie (fig. 23). L'appareil filamenteux (promycélium des auteurs) peut donc être supprimé dans des conditions défavorables à la nutrition.

Les conidies sont incolores comme les ascospores et tout l'appareil interposé entre ces deux organes disséminateurs est également dépourvu de matière verte.

Aussitôt tombées sur le coton, les conidies émettent un seul filament germinatif à l'une de leurs extrémités. Ce filament ne reste pas longtemps cylindrique. A une distance de 8 à $14\ \mu$ de son origine (fig. 25, 26), parfois même au voisinage immédiat de la conidie (fig. 24), il se dilate en un renflement fusiforme,

mesurant 5-6 μ . de longueur sur 1,5-2 μ . de largeur. Cette vésicule paraît assez souvent terminale, parce que sa formation arrête pour quelque temps l'accroissement du tube en longueur.

Les premiers corps verts apparaissent dans ce renflement fusiforme. Leur agencement régulier témoigne d'une bipartition répétée dans les directions perpendiculaire et parallèle à l'axe du fuseau. Ils forment un groupe médian dans la partie renflée et un groupe à chaque pôle. Le groupe médian est le plus important et paraît être la souche des deux autres. Il comprend déjà quatre corps verts accolés comme les éléments d'une sarcine quand les groupes polaires sont encore réduits à un seul corps vert. Au stade suivant, chaque pôle présente 2, puis 3, 4 corps ; ensuite le groupe principal se sépare en deux tétrades. Je n'en ai pas observé davantage. Après cette période d'arrêt, le filament reprend son allongement et le renflement devient intercalaire. Tantôt le filament reprend la forme cylindrique et reste incolore, tantôt il se ramifie en formant de nouvelles dilatations plus ou moins riches en corps verts.

Je n'ai pas pu suivre directement le développement ultérieur des produits de la germination des conidies, parce que ces spores délicates se flétrissent dès que le filament possède quelque vigueur. On ne peut donc pas constater par la simple observation l'origine des thalles de quelque étendue. J'ai obtenu trop peu de conidies pour les isoler sûrement des ascospores et obtenir des cultures pures ayant pour point de départ les conidies. C'est une expérience à reprendre quand on rencontrera des conidies développées spontanément en grande quantité, par exemple dans les spermogonies, si les spores formées dans ces conceptacles sont réellement identiques aux conidies des jeunes plantes.

Les fibres du coton sont enlacées par des filaments longs et ramifiés, riches en grains verts dans toute leur étendue ; mais leur origine n'est pas révélée par la simple inspection ; il faut se garder de considérer comme les restes des ascospores des renflements allongés, incolores, qui apparaissent de distance en distance. On en voit plusieurs sur le trajet d'un seul filament et leur taille n'a pas la fixité qui caractérise les spores.

Des états intermédiaires relient ces formes robustes de fila-

ments verts aux formes jeunes, dont on constate le lien morphologique et génétique avec les conidies.

Dans le thalle développé spontanément à l'intérieur du bois (fig. 5), le champignon se présente sous la forme que nous venons d'observer dans les jeunes individus vivant en liberté ; les filaments portent souvent des varicosités, des excroissances rondes ou coralloïdes (fig. 33), suivant les obstacles que leur opposent les membranes cellulaires. Ils cheminent d'un élément à l'autre en perforant les ponctuations (fig. 5). Partout où les filaments ont gardé une paroi bien distincte, la matière verte se présente sous forme de grains, d'amas ou de plaques exsudées, en un mot, elle présente des caractères communs dans tout l'appareil végétatif.

Malgré la belle couleur verte qu'elle offre à l'œil nu, la fructification est beaucoup plus pauvre en pigment que le thalle du champignon. Le pied est formé de filaments incolores, de calibre inégal, constituant un tissu assez dense. Seule l'assise périphérique forme une écorce très mince, dont les membranes sont enduites d'un pigment exsudé de bonne heure à leur surface. Les éléments robustes de la couche protectrice sont les terminaisons des filaments hyalins qui constituent le tissu fondamental du pied.

Immédiatement au-dessous d'eux, on retrouve, même sur des apothèques presque mûrs, des filaments très déliés (fig. 41), dans lesquels le pigment est encore enfermé à l'état de corps verts semblables à ceux du thalle. Ces filaments à contenu coloré descendent jusqu'à $0^{\mu},5$ de diamètre, tandis que dans la couche protectrice à pigment externe, ils dépassent parfois 2μ . Un léger duvet couvre l'écorce verte. Ses filaments ont un diamètre variant de 1μ à $1^{\mu},5$; la plupart sont droits ; quelques-uns ont l'extrémité enroulée en tire-bouchon.

La cupule est limitée par un anneau vert bien plus épais que l'écorce du pied. Sur une coupe longitudinale de l'apothèque, cet anneau offre la forme d'un triangle. La plus large base, tournée vers l'extérieur, continue la croûte verte qui enveloppe le pied ; il en part de gros filaments convergant vers l'intérieur. Beaucoup de ces filaments rayonnants dépassent l'épaisseur de $2^{\mu},5$; ils sont reliés par des rameaux plus fins ; leurs contours

sont souvent anguleux; leur ensemble constitue un pseudo-parenchyme. La matière verte amorphe, excrétée à leur surface, ressemble à une substance intercellulaire dans laquelle seraient plongées les cellules; elle présente une faible adhérence aux filaments. En frottant vivement entre deux lames de verre un petit fragment de ce tissu, on décortique les tubes et l'enduit se détache par lambeaux, laissant les filaments incolores. Les filaments engainés contiennent un protoplasme dense, granuleux, se colorant en rose par le carmin; ceux de la périphérie émettent parfois, au sommet ou sous les cloisons, des bourgeons qui font éruption à travers la gaine verte déchirée et rabattue (fig. 7). Le bord externe du triangle est revêtu d'une efflorescence blanche semblable à celle du pied; elle s'en distingue pourtant par la proportion plus considérable de tubes enroulés en tire-bouchon (fig. 12); la base de ces sortes de poils est parfois garnie de plaques vertes.

L'angle supérieur du triangle est formé d'une touffe serrée de filaments étroits, engainés de vert, incurvés en dedans de façon à protéger l'hyménium. Le bord supérieur du triangle est concave; l'angle interne aboutit à un tissu lâche séparant le pied de la cupule. Ce tissu se compose de filaments tortueux, incolores, de 1 μ . à 1^μ,7, dans lesquels rampent de gros tubes d'environ 2^μ,6 (fig. 6). Ceux-ci sont revêtus de gaines vertes continues ou fragmentées en plaques. Leurs cloisons offrent parfois les points verts signalés plus haut (fig. 8, 9); elles peuvent être accompagnées de boucles. Les gros tubes verts continuent le pseudo-parenchyme de l'anneau périphérique; ils se perdent dans le pied en devenant plus étroits et décolorés sur les apothèques mûrs; quelques-uns se dressent à la face supérieure pour traverser la couche subhyméniale et se perdre dans l'hyménium parmi les paraphyses dont leurs terminaisons se distinguent à peine.

La couche subhyméniale ne renferme pas d'autres éléments colorés. C'est un coussin homogène dont les filaments, régulièrement feutrés, sont identiques à ceux de la couche précédente, mais bien plus serrés.

La présence du pigment est inconstante dans l'hyménium. Quand il existe dans les paraphyses, il est de bonne heure excrété

et forme des enduits qui engainent la partie moyenne du filament, tandis que le sommet et la base s'en dégagent incolores.

Dans les asques jeunes, le pigment est uni à des grains verts (fig. 30) bien circonscrits. Cette disposition se maintient après l'apparition des spores, mais seulement dans le cas où la matière colorante est peu abondante. La matière verte, d'abord localisée à la base, se dissémine ensuite et quand les asques approchent de la maturité, elle s'entasse au sommet (fig. 31). Elle reste associée au protoplasme de choix destiné, dans les asques ordinaires, à la formation des spores. L'épiplasme de la moitié inférieure est fragmenté en gouttes plus ou moins confluentes. Sous l'action des solutions iodées, ces gouttes se colorent en brun assez pâle, tirant moins sur le rouge que l'épiplasme homogène des asques ordinaires, essentiellement formé de glycogène.

La matière verte, localisée dans la moitié supérieure de l'asque, se condense de plus en plus au voisinage du sommet. Disposée en fragments inégaux et irréguliers dans la région moyenne, elle obstrue souvent d'une façon complète la région supérieure. Dans ces conditions, le pigment en excès se comporte comme dans les vieux filaments du thalle ou de l'enveloppe de l'apothèce. Il exsude à travers la membrane et forme des croûtes amorphes appliquées à la surface extérieure (fig. 29). La membrane elle-même reste incolore sous cette écorce verte, sauf au pourtour du pore éjaculateur. La portion de la membrane qui présente normalement les réactions de l'amidon est la seule qui soit susceptible d'offrir la coloration du pigment vert; le « point amylicé » des auteurs est ici remplacé par un point vert. Parfois ce point vert offre exactement le même aspect que le point qui se colore en bleu par l'iode (fig. 28). Il lui arrive aussi d'être un peu plus volumineux (fig. 29), sans pourtant en excéder notablement les limites, du moins dans tous les cas où l'observation est possible. Je fais cette réserve parce que le sommet de certains asques est entièrement d'un vert sombre. Dans ce cas, il est impossible de définir ce qui appartient à la membrane elle-même et ce qui fait partie de la gaine appliquée à sa surface.

La présence de la matière verte dans les asques n'entraîne pas leur stérilité et n'en modifie pas sensiblement les caractères. Les

asques verts munis de spores sont en moyenne plus larges que les asques incolores du même âge. Leur diamètre s'élève assez souvent à $4^{\mu},33$, tandis que les asques privés de pigment ne dépassent pas 4μ . La longueur subit les mêmes variations dans les asques incolores et dans les asques colorés. Parmi ces derniers, j'en ai vu qui atteignaient 70μ sur 4 avant l'apparition des spores. Un autre déjà mûr mesurait 57μ sur $4,35$.

Les spores contenues dans les asques colorés atteignent $7-8 \mu$ sur $1^{\mu},6$; elles ne dépassent pas le maximum observé à l'intérieur des asques incolores (fig. 13, 14), mais la moyenne des résultats est en leur faveur. Nous ne savons si cette supériorité résulte d'une vigueur plus grande des spores dans les asques verts ou si elle doit être imputée à la rétention des produits mûrs dans ces derniers. Les asques incolores à peine mûrs se vident en effet très facilement, tandis que la persistance des produits solides dans l'épiplasma vert et la modification du pore éjaculateur opposent un double obstacle à l'expulsion des spores des asques colorés. Il est généralement avantageux de faire porter les mensurations sur les ascospores libérées. Malheureusement, ce procédé n'est pas applicable dans le cas actuel, puisque les spores des asques colorés sont en général incolores comme les autres et ne s'en distinguent plus après leur expulsion.

Les rares ascospores colorées que j'ai rencontrées autour des asques variaient de 5 à 6μ ; elles avaient donc les dimensions courantes des spores incolores. J'en ai rencontré une seule qui mesurait 9μ sur $2,6$ (fig. 18); elle provenait certainement de l'*Helotium aeruginascens*, puisqu'elle avait la même forme que les autres et que son contenu était uniformément imprégné de matière verte, sauf dans la région du noyau. Mais cette unique spore géante pouvait provenir d'une division incomplète du contenu de l'asque; elle renfermait peut-être les matériaux de deux ascospores ordinaires. En somme, les données positives n'établissent pas de différence notable entre les spores formées dans les asques verts et les spores des asques normaux.

La matière verte ne présente pas dans les spores une disposition uniforme (fig. 15-17). Je n'ai pas rencontré de corps verts bien limités; parfois pourtant une rosace disposée de chaque côté de

l'aire centrale occupée par le noyau avait des lobes de la dimension des corps verts et pouvait être considérée comme un amas de ces corps (fig. 15). Plus souvent la coloration des spores est diffuse. Ici tout le contenu est uniformément coloré, sauf le noyau entouré d'une zone sombre (fig. 16); là quelques vacuoles claires interrompent le fond vert (fig. 17); ailleurs des amas d'un vert sombre, plus grands et moins réguliers que les grains verts isolés, tranchent sur le protoplasme teinté d'un vert pâle (fig. 17).

Le pigment qui imprègne la masse fondamentale de la spore provient peut-être de la matière verte des asques, qui souvent est dissoute dans la partie supérieure de cet organe. Les amas plus sombres ne seraient que des condensations du produit introduit, par osmose, de l'asque dans la spore. La membrane reste incolore. L'existence de corps verts et la fabrication du pigment par la spore elle-même ne sont pas démontrées. En tout cas, la coloration des spores est assez rare pour être considérée comme une exception ou une anomalie.

La matière verte contenue dans l'*Helotium* ne provient pas d'un organisme différent.

L'*Helotium æruginosum* et l'*Helotium æruginascens* se rencontrent habituellement sur le bois verdi. Ajoutons que la matière colorante du champignon est identique à celle du bois; il est naturel de supposer que cette coloration commune relève d'une cause unique; cette cause reste à déterminer.

De Bary admet que le champignon emprunte au bois sa matière colorante. Deux arguments sont invoqués à l'appui de cette thèse; le premier est négatif, le second positif. D'une part, l'auteur n'a pas réussi à déceler des filaments de champignon dans des fragments considérables de bois verdi; d'autre part, quelques fructifications d'*Helotium* étaient d'un blanc pur dans la partie la plus éloignée du bois. Le bois serait donc coloré en l'absence de champignon, tandis que les organes de ce dernier seraient incolores quand ils ne sont pas à portée des pigments du bois. En réduisant le problème à un dilemme, de Bary a su donner à son

raisonnement la forme d'une logique rigoureuse. Mais les faits sur lesquels il raisonne sont beaucoup moins nettement démontrés. S'il n'a pas distingué de filaments dans des morceaux de bois verdi, il n'a pas établi l'absence de tout organisme étranger au bois à ce niveau ; s'il a signalé des tissus incolores dans la fructification de l'*Helotium*, il n'en a précisé ni l'étendue ni l'âge. Et certes, les exemples ne manquent pas de champignons dont les pigments propres sont inégalement répartis au sommet et à la base.

Sans sortir du domaine hypothétique où de Bary nous transporte, nous pouvons aisément échapper à son dilemme, puisqu'il n'a pas prouvé que la matière verte vient nécessairement du bois ou du champignon. Pourquoi ne supposerait-on pas l'existence d'un troisième facteur, d'un agent chromogène distinct, qui répandrait son pigment à la fois dans le bois et dans les champignons qui envahissent le bois ?

De Bary était trop bon observateur pour ne pas s'apercevoir que son raisonnement reposait sur une base chancelante. Il signale lui-même des observations peu compatibles avec sa manière de voir et fait appel aux expériences de culture qui pourraient aisément mettre fin à la discussion.

Ces expériences ont été réalisées par Brefeld, qui se flatte d'avoir tranché définitivement la question. Je crois au contraire qu'il n'y a introduit qu'une nouvelle cause d'incertitude. Les ascospores semées dans les solutions nutritives ont donné un thalle délicat se chargeant de conidies quelques jours plus tard. Ces jeunes champignons étaient habituellement incolores. Une seule fois, sans que l'auteur ait pu déceler de différences entre cette culture et les autres, les filaments prirent une coloration verte qui se répandit même dans le liquide ambiant. De cet unique résultat positif mis en regard de tant de données contradictoires, l'auteur est-il bien en droit de conclure que ce fait clôt le débat sur la question de l'origine de la pourriture verte ? Il a prouvé ce que la simple observation suffit à établir : à savoir que la matière colorante du champignon ne provient pas du bois. L'expérience de Brefeld démontre pourtant quelque chose de plus, c'est que la substance du bois n'est pas l'aliment nécessaire de l'orga-

nisme chromogène, et que celui-ci peut vivre et accomplir sa fonction en dehors du bois mort ou vivant. Mais l'inconstance du verdissement dans le champignon laisse supposer que le pigment a été fabriqué par quelque microbe introduit fortuitement dans une culture et manquant dans les autres milieux.

M. G. Thiry s'est mis en quête du microbe sur l'échantillon même qui a servi à mes recherches. Des rognures de bois, prises avec les précautions requises d'aseptie dans la profondeur du fragment verdi, ont servi à ensementer des plaques de gélatine à 15 p. 100, additionnée de 2 p. 100 de peptone, très légèrement alcalinisée à la soude. Aucun organisme spécial ne s'est développé. Toutes les colonies observées sur la gélatine appartenaient à des Bactéries vulgaires, telles que le *Bacillus subtilis*, le Bacille rouge de Globig, deux espèces dont les spores résistantes viennent souiller fréquemment les cultures. Le *Bacillus fluorescens liquefaciens* de Flügge, assez abondant, était la seule bactérie capable de produire une matière verte. Mais son pigment, très soluble dans les bouillons, décoloré par les acides, récupérant sa couleur par neutralisation, devenant plus vert sous l'action des alcalis, n'a rien de commun avec celui du bois verdi.

Comme on pouvait s'y attendre, M. Thiry n'a obtenu aucun résultat en semant ce bacille vulgaire sur de la sciure de hêtre stérilisée.

Nous ne saurions pourtant, en raison de ces résultats négatifs, rejeter immédiatement l'hypothèse d'une intervention microbienne. Les voies expérimentales ne conduisent pas toujours à la solution des problèmes, que la morphologie et l'observation des faits naturels suffisent à résoudre.

La coloration verte de certains animaux, notamment des Planaires vertes (*Convoluta roscoffensis*), est due à des corpuscules que l'on est en droit de considérer comme des Algues, parce que leur structure les rattache par une série de formes intermédiaires aux Algues typiques qui vivent en liberté. Et pourtant leur existence est si étroitement enchaînée à celle de leurs hôtes, les adaptations à la vie en commun ont si profondément altéré dans ces corpuscules verts les organes nécessaires à la vie indépendante,

que l'on a vainement cherché à les isoler et à les cultiver en dehors de leurs hôtes.

Les corps verts des *Helotium* ont, dans leurs dimensions, leur forme, leur mode de multiplication, quelque analogie avec les *Micrococcus*. Ne représentent-ils pas des parasites obligés comme les Algues qui vivent en symbiose avec les animaux verts? Cette hypothèse rendrait compte de l'impossibilité de les trouver en liberté et de les cultiver. Avant de me prononcer, j'ai cherché les corps verts dans divers organismes qui accompagnaient l'*Helotium* sur le fragment de hêtre coloré. Cet échantillon portait plusieurs fructifications de *Mollisia cinerea*. Cette Pézize a d'étroites affinités avec les *Helotium* : ses asques ont une forme analogue, leur pore terminal est également entouré d'amidon, les spores sont de même forme et de taille intermédiaire entre l'*Helotium aruginosum* et l'*Helotium aruginascens* ; les tissus de la cupule ont une consistance semblable.

Cette espèce était donc prédisposée à héberger les mêmes parasites, à s'associer aux mêmes organismes inférieurs que l'*Helotium*. La recherche des corps verts dans ses tissus a donné un résultat complètement négatif. Si la théorie de de Bary n'était pas suffisamment réfutée, ce fait achèverait de la ruiner. On ne voit pas pourquoi une matière colorante provenant du dehors infiltrerait les tissus de l'*Helotium* et non ceux du *Mollisia* ; si les corps verts étaient un parasite obligé des *Helotium*, la promiscuité des deux espèces exposerait singulièrement la seconde à être contaminée par l'organisme qui remplit la première.

J'ai poursuivi mon enquête par l'étude d'un Pyrénomycète dont les périthèces noirâtres couvraient par places la surface dénudée du hêtre. Ses filaments pénétraient dans la profondeur du bois ; ils se distinguaient aisément des filaments d'*Helotium*, auxquels ils étaient mélangés, grâce à leur membrane brune, épaisse de 0^r,2 à 0^r,3, à leur aspect plus robuste, à leur calibre de 1,5 à 3 μ . Ils s'étiraient en tubes étroits pour traverser les punctuations, tout en gardant leur couleur brune.

J'ai éprouvé quelque surprise en retrouvant les corps verts dans l'intérieur de ces filaments de Pyrénomycète. Ils étaient toujours bien limités, souvent rapprochés par paires ; les amas les plus

volumineux se laissaient résoudre : c'était incontestablement les mêmes corps verts que dans l'*Helotium*. Mais leur répartition était différente : au lieu d'être uniformément répandus d'un bout à l'autre, ils n'apparaissaient qu'à titre exceptionnel ; dans les filaments les mieux partagés, quelques segments seulement en possédaient ; les autres étaient privés de pigment. Les corps verts sont-ils des *Micrococcus* parasites des *Helotium* et des Pyrénomycètes ? On pourrait à la rigueur comprendre que la membrane rigide du champignon brun leur oppose un obstacle plus rarement surmonté que la délicate pellicule qui limite les cellules de la Pézize. En y regardant de très près, j'ai pu me convaincre que les grains verts du Pyrénomycète ne s'étaient pas introduits individuellement, mais qu'ils provenaient de l'*Helotium*. J'ai réussi rarement à découvrir le filament très délicat renfermant les corps verts, dans l'intérieur même du tube brun (fig. 35). Plus souvent son existence est indirectement attestée par la disposition linéaire que les boules pigmentées gardent dans la cavité de l'élément envahi (fig. 34, 37). Au voisinage des cloisons transversales qui n'ont pas été franchies, des amas plus volumineux montrent les vestiges du pelotonnement de l'*Helotium* arrêté par l'obstacle (fig. 34).

Les tubes délicats qui perforent les membranes lignifiées du hêtre peuvent aussi pénétrer à travers les parois rigides d'un autre champignon. A la surface des filaments bruns contenant des corps verts, on voit souvent des filaments d'*Helotium* qui leur forment un manteau plus ou moins continu. Il est une circonstance qui facilite singulièrement leur pénétration. Quand les tubes bruns sont emprisonnés dans des vaisseaux ou d'autres cellules à parois épaisses et lignifiées, ils cherchent à s'échapper par les ponctuations aréolées. Avant qu'ils aient pu surmonter cet obstacle, la croissance, entravée au sommet qui s'épure dans le pore, est rejetée latéralement ; des branches irrégulières rampent contre la membrane et s'insinuent dans les ponctuations voisines (fig. 33). L'extrémité du tube irrégulièrement boursoufflée s'amincit et devient très délicate dans la petite pointe appliquée sur la lamelle qui sépare les deux cellules au niveau de la ponctuation (fig. 38). Cet amincissement favorise l'action des sucs diges-

tifs du Pyrénomycète sur la lamelle ; mais en même temps il affaiblit la protection mécanique que la membrane ferme assure au champignon brun. Les filaments verts de l'*Helotium* cheminent également de cellule en cellule en perforant les punctuations aréolées. On en voit souvent qui se trouvent en présence de la pointe amincie du tube brun sortant de la cellule voisine (fig. 33). L'invasion s'opère aisément par ce point faible. Ailleurs, en effet, on rencontre sur les filaments bruns des rameaux renflés, dont la cavité est bourrée de corps verts, et dont le sommet, orné d'un mamelon à paroi mince, atteste la tentative d'effraction dirigée contre une punctuation aréolée. Sous l'influence irritante du parasite vert, le rameau s'est gonflé et a dû lâcher prise (fig. 37). J'ai vu aussi un filament d'*Helotium* introduit dans le tube brun par une fissure de la membrane (fig. 35).

Nous savons donc que les corps verts des Pyrénomycètes du hêtre proviennent des *Helotium*, et nous sommes même suffisamment renseignés sur leur mode de pénétration.

J'ai enfin observé des corps verts dans des corps amiboïdes de 4-10 μ . qui me paraissent appartenir à une Chytridinée et dans des Amibes de 2,6 à 3*,9 (fig. 39). Dans ce dernier cas, les corps verts étaient parfois mélangés de corps bruns de même aspect ou remplacés par de semblables corps bruns qui pourraient bien représenter des corps verts en cours de digestion¹. Ces corps verts provenaient certainement des filaments d'*Helotium* que les corps amiboïdes avaient englobés, au même titre que d'autres corps étrangers répandus à la surface du bois. J'ai distingué plusieurs fois des restes de membrane des filaments autour d'eux.

La matière verte est un élément constitutif de l'*Helotium*.

Les corps verts se rencontrent donc exclusivement chez l'*Helotium*. Une preuve positive de leur nature parasitaire nous échappe, puisqu'ils dédaignent l'hospitalité que des espèces fort voisines de

1. Dans la figure 39, l'amibe dessinée à droite contient des corps bruns qui ont été distingués des corps verts par une ombre uniforme.

leur support habituel mettent à leur portée. Cependant, nous ne sommes pas encore en droit de rejeter l'hypothèse d'un parasitisme strictement limité aux *Helotium*.

Leurs caractères morphologiques ne sont pas exactement ceux des *Micrococcus* ni d'aucun autre organisme connu. Je ne parle pas de leur coloration, car nous ne connaissons pas tous les pigments bactériens. L'impossibilité de discerner une membrane pourrait être imputée à leur excessive finesse ; leur immobilité peut s'expliquer par une adaptation parasitaire. Mais, en somme, aucun de leurs caractères n'est spécial aux microbes. Dans l'impossibilité de démontrer leur nature parasitaire, nous devons chercher à prouver par des caractères positifs qu'ils sont autre chose que des parasites, c'est-à-dire des organes propres de l'*Helotium*.

Les corps verts de l'*Helotium æruginascens* ont une parfaite analogie avec les leucites chromogènes. Ils s'y rattachent par les caractères qui rappellent les *Micrococcus* : forme, coloration, bipartition, comme par les caractères qui les en éloignent : immobilité, absence de membrane. Ces portions différenciées du protoplasme sont universellement répandues chez les plantes à chlorophylle. Leur présence chez les champignons est moins bien connue. Leur excessive finesse les a sans doute fait confondre, quand ils sont incolores, avec de simples granulations du protoplasme fondamental.

L'existence de leucites colorés chez les champignons n'est pas un fait absolument nouveau. A l'époque où les spores commencent à se former dans les asques du *Saccobolus depauperatus*, tout l'épipleme est constitué par une substance hyaline, contenant de petites sphères assez espacées, mesurant à peu près 0^μ,33 à 0^μ,5, vivement colorées en violet. Ces granulations violettes deviennent plus abondantes, puis disparaissent en donnant naissance à l'épispore. Les spores à ce moment présentent une belle teinte violette qui passe au brun à la maturité. Ces granulations violettes des asques de *Saccobolus* sont comparables aux corps verts de l'*Helotium æruginascens*¹. On sait d'autre part que les

1. P. VUILLEMIN, *Études biologiques sur les Champignons*. (Bulletin de la Société des sciences de Nancy, fasc. XX, p. 147. 1886.)

champignons possèdent des leucites incolores qui, dans quelques cas, fonctionnent comme ceux des plantes vertes en élaborant des grains d'amidon. Belzung¹, le premier, a signalé ces leucites producteurs d'amidon dans les sclérotés germants du *Coprinus stercorearius* et du *Claviceps purpurea*, par conséquent chez des représentants des deux ordres principaux des champignons supérieurs.

Les germinations de l'*Helotium aeruginascens* sur du coton nous ont montré des filaments incolores, issus des ascospores, et des filaments colorés issus des conidies. Cette succession, réalisée dans les conditions particulières de l'expérience, n'implique pas une alternance de générations incolores et vertes procédant respectivement des ascospores et des conidies. Cette interprétation est condamnée d'avance par ce fait que les conidies qui se forment dans la nature à l'intérieur des spermogonies, prennent naissance dans un tissu aussi vivement coloré en vert que les apothèces.

A défaut de ce puissant appareil qui ne pouvait se développer dans la courte période qui sépare la germination des ascospores de la production des conidies, j'ai observé une fois des grains verts dans un filament qui provenait de l'ascospore sans interposition de spores secondaires (fig. 22). La germination unilatérale de l'ascospore avait fourni d'emblée un gros boyau rappelant les conidiophores ordinaires, mais bifurqué au sommet. Une des branches de la bifurcation, courte et robuste (elle avait 1^{re},4 de diamètre sur 2 μ de longueur), portait trois conidies; l'autre formait un filament de 26 μ progressivement élargi dans son second quart et présentait à ce niveau un petit amas de grains verts. On ne peut donc pas admettre que les filaments sont incolores par le seul fait qu'ils sortent des ascospores.

Si l'on considère que trois conidies n'ont pas un volume supérieur à une ascospore et que, dans nos cultures rabougries, la spore initiale et le tube qui en part se vident en grande partie au profit des spores secondaires, on voit que la substitution des

1. BELZUNG, *Sur la Formation d'amidon pendant la germination des sclérotés de champignons*. (Bulletin de la Société botanique de France, t. XXXIII, p. 199. 1886.)

spores légères à l'ascospore s'est effectuée sans apport sensible de matériaux extérieurs autres que l'eau. La première période de l'évolution qui aboutit à la formation des conidies est une période d'inanition; la jeune plante a simplement modifié la répartition des réserves accumulées par la plante-mère dans l'ascospore. L'absence de matière verte correspond à l'absence de recettes alimentaires, à l'impossibilité de faire des économies et de préparer un développement ultérieur de l'individu.

Le filament issu de l'ascospore ne met pas immédiatement en exploitation le milieu sur lequel s'est effectuée la germination. En donnant, sous forme de conidies, le plus rapidement possible, la monnaie de l'organe disséminateur, cet appareil multiplie les chances d'un établissement plus favorable.

Ce n'est pas que le coton imbibé de sucs provenant du bois verdi soit un milieu absolument impropre au développement de l'*Helotium*, puisque nous avons vu des filaments verts assez considérables appliqués à la surface des fibres. Le champignon s'y accoutume dès le début dans l'exemple cité plus haut, où le tube germinatif se dédoublait en un appareil conidien et un filament verdissant. Ce premier pas franchi, rien ne semble s'opposer à ce que le produit direct de l'ascospore devienne un thalle vert et normal. C'est là une simple question de convenance ou d'adaptation entre l'organisme et le milieu alimentaire.

Les ascospores, dont la membrane est relativement résistante, germent dans un milieu quelconque, pourvu qu'elles y trouvent réalisées certaines conditions d'humidité, de température, etc. Leurs réserves suffisent à la première période végétative. Leur germination est indépendante des qualités alimentaires du milieu. Il en est autrement des conidies à parois très minces qui ne sont pas des organes de conservation, mais des cellules végétatives migratrices. Leur germination est un simple phénomène de croissance lié directement à leur alimentation; elle témoigne des échanges nutritifs déjà établis entre elles et leur milieu.

L'apparition précoce des corps verts sur le filament issu de la conidie est en rapport avec l'activité de la nutrition. L'arrêt momentané que subit l'allongement du filament pour former un renflement fusiforme, où les corps verts se multiplient, indique

nettement qu'il se produit alors une accumulation de matériaux destinés à la croissance ultérieure.

La matière verte fait donc sa première apparition au lieu et au moment où se constituent les premières réserves du champignon.

La rupture accidentelle d'un filament s'accompagne d'une accumulation de corps verts, comme l'arrêt spontané de l'allongement. Parmi les jeunes individus germés sur du coton, j'ai observé un filament visible sur une longueur de 18 μ (fig. 27). Son origine était masquée; son sommet était brisé; trois cloisons se succédaient dans la moitié supérieure, la dernière au voisinage de la troncature. Sous la première cloison, un bourgeon court, ovale, se détachait d'un renflement du tube principal; sous le troisième naissaient successivement deux bourgeons inégaux; le plus gros était rempli de petits grains de la taille des corps verts, mais incolores. Le segment moyen, compris entre les deux cloisons inférieures, renfermait seul quelques grains verts; il se prolongeait latéralement en un renflement fusiforme, semblable à ceux qui se forment à la germination des conidies, rempli comme eux de corps verts, étiré à son sommet en un filament incolore mesurant déjà 17 μ .

Les corps verts ne proviennent pas d'une infestation par la blessure; s'il en était ainsi, le segment terminal n'en serait pas exempt. Ce segment, particulièrement atteint par la lésion, s'épuise à donner deux bourgeons peu vigoureux. L'activité de la végétation s'est concentrée sur le segment suivant, qui a fourni un rameau robuste à la suite d'une accumulation notable de corps verts.

L'émission de ce tube latéral à une faible distance de la troncature rappelle ce qui se passe chez les plantes supérieures; une tige brisée se régénère en poussant un rameau au-dessous de la section, au niveau d'un nœud dans lequel se sont entassées des réserves d'amidon. Les corps verts dans le premier cas, l'amidon dans le second apparaissent dans les mêmes conditions et jouent apparemment le même rôle.

Les boules incolores qui remplissent le bourgeon supérieur ressemblent beaucoup aux leucites qui servent de support au pigment. J'en ai vu d'analogues dans des filaments chargés de coni-

dies, dans les conidies elles-mêmes, où elles restaient isolées. Représentent-elles les leucites destinés à se colorer en vert? Nous n'osons l'affirmer, bien que cette interprétation nous semble probable. Si elle se vérifiait, la formation des corps verts s'effectuerait en deux temps: le premier temps correspondant à la constitution d'un corps plasmatique spécialisé, le second à une élaboration des matériaux nutritifs dans la masse de ce corps; le pigment serait un des produits de ces transformations chimiques. Bien qu'il soit le seul apparent, on ne saurait dire s'il est lui-même assimilable ou s'il représente un des déchets du travail chimique de l'assimilation. En tout cas, la matière verte est un témoin visible d'une transformation chimique qui a pour effet une accumulation de réserves nutritives.

Ainsi les corps verts manquent tant que le champignon grandit aux dépens des réserves de la spore; leur première apparition est liée à la mise en exploitation du milieu extérieur; ils se multiplient dans les points où la croissance n'utilise pas tout l'aliment absorbé. Les différences dans la coloration des jeunes plantes ne sont pas congénitales, elles ne sont pas l'expression d'une sorte d'albinisme; dès les premiers stades de l'existence, elles trouvent leur explication dans la physiologie de la nutrition.

Le développement de la matière verte offre aussi des variations dans le thalle développé spontanément à l'intérieur du bois.

Dans les filaments jeunes, dont le diamètre n'excède pas 0^m,65, les corps verts sont bien séparés. Quand l'allongement est rapide, par exemple dans les tubes qui sont libres dans la cavité des vaisseaux, les corps verts sont clairsemés et font défaut sur de grandes étendues. Nous avons de même observé un grand écartement entre les corps verts des jeunes individus encore libres à la surface du bois, malgré l'active bipartition de ces corps.

Ils s'accumulent en amas serrés, formant même des taches difficiles à résoudre en granulations arrondies dans les points où un obstacle quelconque arrête l'allongement des tubes. C'est ce qui se passe quand l'extrémité appliquée à la paroi d'une cellule ou d'un vaisseau prend un aspect digité, comme si elle était en quête d'une issue. Il en est de même quand cette extrémité engagée dans une ponctuation aréolée presse la mince cloison qui

sépare deux cellules à ce niveau. L'obstacle franchi, l'extrémité du filament qui a traversé la ponctuation se renfle parfois, dans la cellule qu'il vient d'aborder, en une boule d' $1^{\mu},5$ à 2μ de diamètre, entièrement bourrée de matière verte. La même observation est facile à faire sur les filaments qui se sont introduits dans les tubes bruns d'un *Pyrenomycète*. La matière verte, dont les grains sont éparés dans la plus grande partie du tube, forme de véritables bouchons au voisinage des cloisons du champignon envahi (fig. 34). Si l'*Helotium* se trouve emprisonné dans un rameau court de ce dernier, les grains verts l'obstruent plus ou moins complètement (fig. 37). Mieux encore que sur les germinations, nous voyons donc les corps verts s'accumuler partout où les matériaux nutritifs ne trouvent pas un emploi immédiat dans l'allongement.

La présence des corps verts dans les asques n'est pas constante. Sur certains apothèces, tous les asques en sont dépourvus; cette absence se rencontre dans des fructifications arrivées à divers degrés de maturité et dans des hyméniums renfermant des asques de toute taille, depuis de simples rudiments jusqu'à des organes qui avaient déjà expulsé leurs spores. Ce n'est donc pas une question d'âge.

En général, les apothèces privées de corps verts dans les asques sont ceux qui forment les cupules les plus régulières. Au contraire, les asques verts sont relativement nombreux dans des fructifications développées dans des anfractuosités du bois; l'aspect difforme des apothèces trahit les obstacles qui se sont opposés à leur libre expansion.

Dans l'asque comme dans le thalle, l'accumulation du pigment ne dénote pas une dégénérescence; elle est liée à un arrêt ou à un retard du développement. Les apothèces irréguliers, riches en asques verts, dépassent souvent la taille moyenne. Nous avons vu aussi que la moyenne des asques verts l'emporte un peu en longueur et en épaisseur sur les asques incolores. Cette supériorité tient à l'augmentation des réserves.

La présence et la proportion des corps verts dans les divers organes et aux diverses périodes de la vie nous ont permis de leur assigner le rôle de réserves nutritives. Cette conclusion s'ap-

plique au corps vert pris en bloc. Or, nous savons qu'il se compose de deux parties : le leucite qui en forme la masse fondamentale et le pigment vert désigné sous le nom impropre de xylindéine. Par sa nature albuminoïde, le leucite est éminemment propre à fonctionner comme substance plastique. La xylindéine est-elle assimilable? Nous ne saurions le dire, tant que nous ignorons sa nature et les transformations chimiques dont elle est susceptible. L'observation directe nous fournit peu de renseignements : la quantité du pigment ne semble décroître dans aucune partie du champignon ; sa résorption est problématique. Il n'est pourtant pas permis d'en nier la possibilité. La coloration fugace des jeunes cloisons transversales l'établit d'une façon positive, quoique dans des proportions restreintes. La coloration de certains asques prouve également que le pigment abandonne parfois les corps verts pour se répandre dans le suc cellulaire. Il serait possible que la persistance apparente de la matière verte résultât de sa régénération incessante. De même, l'amidon se renouvelle continuellement dans certains organes. Le pigment vert présente plus d'un trait commun avec l'amidon : par exemple, sa formation dans les leucites et sa localisation au voisinage du pore éjaculateur de l'asque où il se substitue à l'anneau amylicé.

Mais l'amidon lui-même ne fonctionne pas nécessairement comme réserve. Il est consacré à une différenciation durable de la membrane, notamment dans l'anneau amylicé des asques d'*Helotium*. Ailleurs, il reste sans emploi ou persiste sans se modifier jusqu'à la mort, ou se laisse éliminer avec les parties caduques de la plante.

Comme je l'ai fait observer ailleurs, il n'est pas une substance qui mérite sans restriction le nom de réserve, si l'on entend par là une substance que des transformations ultérieures introduiront dans la matière vivante. Un terme qui implique une *destinée* problématique, subordonnée aux circonstances, n'a pas la rigueur requise dans les sciences biologiques. Des matériaux susceptibles d'être utilisés comme réserves, ou de servir à la consolidation des tissus, ou d'être abandonnés comme déchets, sont simplement des *accumulations*. L'amidon fait partie de l'appareil accu-

mulateur et fonctionne souvent comme réserve. La xyloxydine appartient également à l'appareil accumulateur; elle joue le rôle de réserve dans une mesure indéterminée; elle représente un simple déchet quand elle est exsudée à travers les membranes; mais l'excrétion du pigment correspond à une période où la vitalité du tube se ralentit et où le protoplasme est sur le point d'abandonner les parties vieilles; alors la membrane des tubes vides n'est plus elle-même qu'un déchet. La xyloxydine sert en outre à consolider les tissus du champignon.

En dehors des circonstances très restreintes où elle entre dans la constitution même de la membrane (jeunes cloisons, sommet de l'asque), elle joue ce rôle mécanique quand elle est exsudée à travers les membranes et qu'elle forme une gaine solide, sans doute en se combinant à quelque sel pour former une pellicule rigide, imperméable et insoluble. Ce rôle est insignifiant dans le thalle généralement protégé par sa situation même dans la profondeur du bois; il ne ferait qu'entraver sans profit les échanges osmotiques. Il se manifeste surtout dans la couche périphérique de l'apothèque. La face stérile de la cupule, qui tend à devenir inférieure lors de l'épanouissement complet, et le pied sont protégés par une sorte d'écorce dont les filaments sont cimentés par l'enduit vert semblable à une substance intercellulaire. Tout le pigment est de bonne heure expulsé de la cellule, et suivant son abondance la gaine est réduite à des plaques espacées, à des anneaux, ou bien elle est continuée et renforcée par places de verrues ou de saillies irrégulières. Le duvet blanchâtre qui recouvre l'écorce est formé de filaments robustes, généralement incolores vers leur sommet entortillé en tire-bouchon, mais garnis de plaques vertes rarement confluentes vers la base (fig. 12).

Le pigment vert est beaucoup moins abondant dans le reste de la fructification; la masse fondamentale du pied et de la cupule est presque incolore. Le pigment ne sort pas toujours des filaments et ses grains restent en partie distincts dans les couches qui précèdent l'hyménium. Son développement est très inégal dans l'hyménium lui-même; quand il est considérable, la matière verte tend à former des gaines extérieures aux tubes comme dans les autres régions superficielles de l'apothèque. Dans certaines

fructifications, la portion moyenne des paraphyses est complètement plongée dans un étui vert, qui disparaît à la base et dans le tiers supérieur après s'être dissocié en plaques. Dans les asques où la xylindéine s'entasse au sommet, c'est seulement dans le tiers supérieur que le pigment est parfois excrété et forme des plaques amorphes renforçant la face externe de la membrane.

Le rôle protecteur dont il vient d'être question relève des propriétés mécaniques du pigment excrété et probablement combiné à quelque substance minérale. En consolidant l'écorce de l'apothèce, la xylindéine est utile et permet au champignon d'économiser des matériaux plus précieux. Une protection d'un autre ordre résulte de cette remarquable coloration qui a fixé l'attention de tous les observateurs. L'écran vert qui enveloppe la fructification oppose un obstacle à l'action des radiations lumineuses. Cette protection optique ne s'exerce naturellement que dans les portions libres du champignon et non dans le thalle enfermé dans le bois. Elle ne semble pas avoir d'utilité pour la plante, puisque l'écran est surtout développé à la face inférieure. Les espèces voisines ne souffrent pas de l'absence de pigment ou de la substitution d'une couleur différente à la matière verte de notre *Helotium*.

On se demandera peut-être si la xylindéine que Tschirch a voulu rapprocher de la chlorophylle, ne joue pas, dans la nutrition du champignon, un rôle en rapport avec ses propriétés optiques. Il est de mode de songer à des fonctions photochimiques, dès que l'on observe un pigment chez des êtres vivants. Pour peu que ce pigment arrête des radiations contenues dans les bandes d'absorption de la chlorophylle ou dans leur voisinage, on lui attribue volontiers la faculté de réaliser de puissantes synthèses organiques, à l'aide de l'énergie solaire fixée. Cette hypothèse manque de base chez les *Helotium*; puisque les organes verts actifs se trouvent surtout dans les filaments développés dans les profondeurs du bois, la radiation solaire ne saurait exercer la moindre influence sur leur formation ni sur leur fonctionnement.

Les composés organiques, comme les minéraux, ont leur couleur propre par le seul fait de leur constitution chimique; cette propriété est indépendante des adaptations secondaires qui pour-

raient être réalisées dans des conditions spéciales. Chez l'*Helotium aeruginascens*, l'immense majorité des corps verts n'a aucune occasion d'exercer sa faculté d'absorber certains rayons. Ceux qui sont au jour ne semblent pas procurer au champignon d'avantages spéciaux : les filaments éclairés ne diffèrent pas des filaments soustraits à la lumière ; si l'on écarte les déformations dues à des obstacles mécaniques, les fructifications sont les mêmes dans les forêts ou dans le demi-jour d'un appartement ; j'ai pu voir des apothèques sortir du bois et mûrir régulièrement dans un flacon de verre, de couleur fumée, conservé à l'ombre.

En résumé, la xylandéine prend une part peu importante à la constitution des membranes ; associée aux leucites en corps verts, elle participe aux fonctions nutritives de l'*Helotium*. Une fois excretée, elle consolide les tissus comme une substance intercellulaire et protège contre les actions extérieures les parties libres de la plante. Elle est bien un produit de l'activité du champignon et en représente un élément spécifique.

La matière verte observée dans le bois provient de l'*Helotium*.

Dès le début de cette étude, nous avons constaté que la matière qui colore le bois en vert est et reste distincte des membranes lignifiées. Nous savons maintenant que l'*Helotium aeruginascens* fabrique la xylandéine par l'exercice normal de ses fonctions nutritives. Les filaments de l'*Helotium* ont été observés en grand nombre dans la profondeur de la masse ligneuse avec leur pigment encore fixé sur les corps verts ou accumulé en amas informe dans la cavité des filaments ou exsudé à la surface externe de leurs membranes. Ces constatations nous autorisent à dire que l'*Helotium aeruginascens* prend une part directe et active à la coloration du bois. Ce que nous disons de l'*Helotium aeruginascens* s'applique assurément à *Helotium aeruginosum*, qui en diffère à peine par ses caractères morphologiques, qui présente la même couleur et se développe dans les mêmes circonstances. Il reste à prouver que l'*Helotium* est l'unique agent du verdisse-

ment du bois. Prillieux a remarqué des amas de matière verte amorphe sur la nature desquels il n'est pas fixé. Cornu pense que la présence de ces pelotes s'expliquerait par la déliquescence du mycélium, très fugace à son avis. Les filaments sont, en réalité, bien moins éphémères que ceux des Ustilaginées. Leur paroi garde longtemps un contour net et une apparence ferme ; toutefois elle ne se conserve pas intacte aussi longtemps que le bois. Elle s'altère à la longue. Il est très important pour notre sujet de saisir les divers stades et les principaux aspects de cette dégénérescence.

Les filaments qui cheminent dans le bois sont le plus souvent cylindriques ; ils se déforment pour s'engager dans les punctuations aréolées et se renflent plus ou moins avant de s'étirer dans la filière qui sépare deux éléments. J'ai vu des tubes égarés dans un angle sans issue, se gonfler notablement en prenant des formes bizarres (fig. 33, à gauche). Ailleurs, sans qu'on puisse invoquer un semblable obstacle mécanique, il se forme des sortes de pelotons ; en même temps, la membrane, qui d'habitude est d'une finesse excessive, se gonfle en une masse d'aspect muqueux et l'on passe ainsi à des pelotes irrégulièrement lobulées dans lesquelles les grains verts ou des amas plus considérables de matière colorée sont disséminés sans ordre (fig. 40). Parfois, ces masses muqueuses se continuent par un filament normal qui ne laisse aucun doute sur leur origine. Ailleurs on ne discerne plus d'éléments cylindriques, mais les amas sont tellement identiques aux précédents, qu'il n'est pas possible de méconnaître leur nature. Enfin on trouve des pelotons dont les éléments ont gardé la forme tubulaire, tout en gonflant régulièrement leur paroi (fig. 41) ; les corps verts qui les remplissent montrent suffisamment qu'il s'agit encore du thalle de l'*Helotium*.

Cette dégénérescence par gonflement des membranes était relativement rare dans mes échantillons, sans doute parce que le bois soustrait à la pourriture n'avait pas exposé le champignon à un excès d'humidité. J'ai rencontré plus habituellement des filaments desséchés. S'ils restent tendus d'une paroi à l'autre, ou flottant dans la cavité cellulaire, les gros filaments qui dépassent 2 μ restent tubuleux, grâce à la fermeté de leur membrane con-

solidée par les enduits verts. Dans les plus fins, la membrane s'affaisse sur son contenu, se moule sur les amas verts et dans les intervalles n'est plus distincte que par endroits. D'autres filaments se collent à la paroi cellulaire et s'aplatissent en rubans irréguliers, moulés sur les anfractuosités de leur support. Ici les contours sont encore marqués par des lignes nettes, là ils cessent d'être distincts sur une partie ou sur la totalité du ruban ; ailleurs, l'alignement des corps verts ou des amas est le seul témoin de leur formation à l'intérieur d'un tube ; plus loin, les filaments persistants sont flanqués de grains verts anguleux, semblables à ceux que nous voyons exsuder à travers la paroi des éléments du champignon ou de plaques vertes amorphes séparées de la membrane du tube.

Tous les aspects sous lesquels la matière verte se présente dans le bois : grains arrondis ou anguleux, amas informes, lamelles, rubans, enduits appliqués à la surface des parois, pelotons mucilagineux parsemés de corpuscules colorés, se retrouvent donc en continuité avec les filaments. Ils correspondent à des produits normaux du champignon ou à des restes dissociés, dégénérés ou altérés de ses filaments.

La matière verte qui colore le bois est donc un produit de l'activité de l'*Helotium* ou, pour mieux dire, ce qui est coloré dans le bois, c'est le thalle qui le pénètre.

CONCLUSIONS

Le verdissement du bois n'est pas une pourriture. Le bois verdi est dur, susceptible d'être utilisé dans la marqueterie et l'ébénisterie.

La matière colorante, appelée *xylyndéine*, mérite d'être étudiée au point de vue des applications tinctoriales.

La substance ligneuse ne produit pas la *xylyndéine* par une transformation spontanée, ni sous l'influence des parties vivantes de l'arbre, ni sous l'action des parasites. Les modifications chimi-

ques, biologiques ou pathologiques du bois n'expliquent pas l'origine de la matière verte.

Les bois colorés portent des champignons de même couleur. L'*Helotium ceruginosum* et l'*Helotium ceruginascens* renferment un pigment identique à la xylindéine du bois verdi.

Dans le thalle et l'apothèce de l'*Helotium ceruginascens*, la matière verte est d'abord contenue dans les filaments et dans les asques; elle est fixée au début sur des corps de nature albuminoïde, définis dans leur forme, dans leur taille, se multipliant par bipartition; ces corps verts, d'abord isolés, forment ensuite des amas. Les filaments plus âgés sont revêtus d'un enduit excrété par les corps verts et formant à leur surface externe des gaines ou des plaques. Les membranes du champignon sont incolores, sauf les jeunes cloisons transversales qui se teignent de vert au voisinage du pore médian et les asques dans lesquels la xylindéine se substitue quelquefois à l'amidon autour du pore éjaculateur. Le pigment est en partie dissous dans quelques asques et quelques spores.

Les ascospores et le tube germinatif sont presque toujours incolores. Le pigment apparaît sous forme de corps verts dans des renflements du tube issu des conidies. L'apothèce est formé d'un tissu incolore protégé par une écorce verte plus épaisse dans la cupule que dans le pied. Le pigment est de bonne heure excrété en gaine dans la portion végétative de l'apothèce. Les paraphyses sont partiellement engainées. Le pigment, plus rare dans les asques, reste presque toujours à l'intérieur; on trouve parfois des enduits sur le tiers supérieur.

Les corps verts, d'où provient le pigment de l'*Helotium*, n'existent pas en dehors du champignon et ne peuvent être cultivés. Les organismes différents où ils ont été observés étaient envahis par les filaments de l'*Helotium*. Le *Mollisia cinerea* reste incolore en se développant sur le bois verdi.

Les corps verts ne sont pas des microbes vivant dans la condition du parasitisme obligatoire. Ce sont des leucites chromogènes dont l'évolution se rattache aux fonctions nutritives du champignon.

Les leucites verts contiennent des réserves de substance nutri-

tive. La xylindéine est un *produit accumulé*, dont une partie est abandonnée comme déchet, tandis que, pour une autre part, elle contribue à l'assimilation, à la différenciation des membranes. Elle joue un rôle plus considérable pour protéger et consolider les fructifications. Elle représente un produit de l'activité du champignon; c'est un élément propre de l'*Helotium ceruginascens*.

La matière verte qui colore le bois provient entièrement du champignon. Même dans les parties où l'on ne distingue pas de formes filamenteuses, les amas de xylindéine sont des débris du thalle de l'*Helotium* qui a vécu dans la profondeur des éléments ligneux.

En résumé, il n'existe pas de pourriture verte ni de verdissement du bois. Le bois paraît vert quand ses éléments propres sont traversés par le thalle coloré de l'*Helotium ceruginascens* ou de champignons analogues.

Le pigment étant un produit du champignon et non du bois est appelé à tort xylindéine; le nom de mycochlorine lui conviendrait mieux.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Toutes les figures, dessinées à la chambre claire au grossissement de 2,300 diamètres, ont été ramenées par la photographie à l'échelle de 2,000.

- FIG. 1. — Jeune thalle d'*Helotium ceruginascens* développé spontanément à la surface du bois. Corps verts dans les filaments du peloton.
- FIG. 2. — Jeune filament libre dans un vaisseau. Corps verts.
- FIG. 3. — Thalle dans un vaisseau. Corps verts et amas en partie réductibles en corps verts. Jeunes rameaux incolores.
- FIG. 4. — Filament provenant du bois, présentant des corps verts à l'intérieur et du pigment amorphe excrété.
- FIG. 5. — Thalle perforant les trachéides. Les gros filaments sont engainés par un enduit vert; les plus petits contiennent quelques corps verts.
- FIG. 6. — Gros tube de l'apothèque partiellement engainé. Il ne contient plus de pigment dans son intérieur.
- FIG. 7. — Gros tubes de l'anneau cortical de la cupule. Ils émettent des bourgeons incolores à travers la gaine verte.

- FIG. 8, 9, 10. — Gros tubes de l'apothèque. Cloisons transversales munies de points verts.
- FIG. 11. — Tube cortical engainé de vert et se continuant à l'intérieur du pied par un filament délicat contenant des corps verts.
- FIG. 12. — Poil en tire-bouchon de la cupule.
- FIG. 13, 14. — Ascospores incolores.
- FIG. 15, 16, 17, 18. — Ascospores à contenu vert.
- FIG. 19, 20, 21, 22, 23. — Germination des ascospores.
- FIG. 24, 25, 26. — Germination des conidies. Apparition des corps verts dans les renflements fusiformes.
- FIG. 27. — Fragment brisé d'une plantule. Le bourgeon *a* contient des sphères incolores, le renflement *b* renferme des corps verts.
- FIG. 28, 29. — Substitution du pigment vert à l'anneau amylicé dans des asques remplis de matière verte.
- FIG. 30. — Jeune asque renfermant des corps verts.
- FIG. 31. — Asque à contenu vert en partie dissous.
- FIG. 32. — Asque incolore.
- FIG. 33. — Filaments bruns d'un Pyrénomycète abordés par l'*Helotium* à travers une ponctuation aréolée.
- FIG. 34, 35, 36, 37, 38. — Filaments bruns d'un Pyrénomycète logés dans les vaisseaux et envahis par l'*Helotium*.
- FIG. 39. — Amibes ayant englobé des fragments d'*Helotium* à la surface du bois.
- FIG. 40. — Dégénérescence mucilagineuse du thalle d'*Helotium*.
- FIG. 41. — Thalle pelotonné et gélifié à l'intérieur d'un vaisseau.



SUR LE MOUVEMENT D'UN POINT OU D'UN FIL

GLISSANT SUR UN PLAN HORIZONTAL FIXE

LORSQU'ON TIENT COMPTE

DE LA ROTATION DE LA TERRE ET DU FROTTEMENT

Par M. G. FLOQUET



Considérons un point o , fixe à la surface de la terre, et un plan horizontal π , également fixe, passant par ce point. Je vais étudier le mouvement, dans le plan π et à proximité du point o , d'abord d'un point matériel, puis d'un fil homogène, flexible et inextensible, mais conservant une figure permanente de forme et de position. Je tiendrai compte de la pesanteur, *du frottement* et de la rotation de la terre. En ce qui concerne le mouvement du fil, je me bornerai ici à obtenir la figure de repos apparent, réservant pour une note ultérieure l'étude détaillée du mouvement.

Les axes liés au globe terrestre qui me serviront de repères seront les trois axes rectangulaires suivants : ox tangent au méridien du point o et dirigé vers le nord, oy tangent au parallèle et dirigé vers l'est, oz vertical et dirigé vers le zénith.

J'appellerai λ la latitude positive, nulle ou négative du lieu o . Je désignerai par g l'accélération due à la pesanteur en ce lieu, par f le coefficient de frottement et par ω la vitesse angulaire de la terre. On sait que, si l'unité de temps est la seconde de temps moyen, on a :

$$\omega = \frac{2\pi}{86164,09} = 0,000\,073.$$

Enfin ω_1 et ω_2 représenteront respectivement les projections $\omega \sin \lambda$ et $\omega \cos \lambda$ du vecteur ω sur la verticale descendante zo et sur la méridienne xo dirigée vers le sud.

Par exemple, pour Nancy, qui est à la latitude de $48^\circ 41' 31''$ et à l'altitude de 210 mètres, on a :

$$g = 9^m,8086, \quad \omega_1 = 0,000\ 055, \quad \omega_2 = 0,000\ 048.$$

Remarquons que, comme nous limitons notre étude du mouvement aux environs du lieu o , le poids du mobile pourra être regardé comme constamment parallèle à zo et égal au produit de sa masse par g .

Quant à la force centrifuge composée, si μ désigne la masse de l'élément matériel (qu'il s'agisse d'un élément de fil ou d'un point unique), comme le z de cet élément est toujours nul par hypothèse, elle aura pour composantes suivant ox , oy , oz :

$$- 2\mu\omega_1 \frac{dy}{dt}, \quad + 2\mu\omega_1 \frac{dx}{dt}, \quad + 2\mu\omega_2 \frac{dy}{dt},$$

ce qui s'écrit :

$$2\mu\omega_1 V \cos\left(\alpha + \frac{\pi}{2}\right), \quad 2\mu\omega_1 V \sin\left(\alpha + \frac{\pi}{2}\right), \quad 2\mu\omega_2 V \sin\alpha,$$

V désignant la valeur algébrique de la vitesse et α l'angle, compté de ox vers oy , que fait avec ox la tangente à la trajectoire menée dans le sens positif. D'après cela, les projections de la force centrifuge composée sur oz et sur la normale horizontale à la trajectoire seront $2\mu\omega_2 V \sin\alpha$ et $\pm 2\mu\omega_1 V$, en prenant le signe $+$ ou le signe $-$ selon que cette normale est dirigée à droite ou à gauche de la tangente positive.

Je supposerai la liaison unilatérale, c'est-à-dire que le mobile glisse sur le plan π avec la liberté de s'élever au-dessus de ce plan, de sorte que la réaction normale du plan π , si elle n'est pas nulle, est nécessairement dirigée vers le haut. Enfin, j'admettrai que la grandeur de la vitesse initiale est de l'ordre de celles que nous savons réaliser pratiquement sur notre planète.

Mouvement d'un point.

A un moment donné, un point matériel, de masse m , est lancé du point o avec une vitesse horizontale connue de grandeur et de direction : étudier dans les environs du point o le mouvement du mobile sur le plan π .

On va voir en effet que, par suite de notre supposition que la grandeur de la vitesse au départ est de l'ordre de celles que l'on sait réaliser, toujours le mouvement du mobile a bien lieu sur le plan π .

Ayant adopté arbitrairement une origine du temps, qui sera, par exemple, l'instant où on lance le projectile, je définirai la position M de ce projectile à l'époque t par son abscisse curviligne σ , comptée sur la trajectoire à partir d'une origine et dans un sens choisis à volonté, cette origine étant, par exemple, le point o . La vitesse V sera considérée comme positive ou comme négative selon qu'elle sera dirigée dans le sens positif ou dans le sens négatif des σ , de sorte qu'elle sera représentée en grandeur et en signe par la dérivée $\frac{d\sigma}{dt}$.

Cela posé, admettons qu'effectivement le mobile commence à se mouvoir sur le plan π et supposons que sa position M à l'époque t appartienne à cette période du mouvement. En M menons à la trajectoire plane la tangente Mx_1 , dans le sens positif, et la normale My_1 , dans un sens quelconque ; puis projetons sur Mx_1 , My_1 et oz : nous obtiendrons ainsi les équations intrinsèques du mouvement :

$$m \frac{dV}{dt} = \Sigma X_1, \quad \frac{mV^2}{\rho} = \Sigma Y_1, \quad \Sigma Z = 0,$$

où ρ désigne le rayon de courbure en M , affecté du signe $+$ ou du signe $-$ selon qu'il est dirigé dans le sens My_1 ou dans le sens opposé. Or, les forces qui sollicitent le mobile, regardé comme libre et en mouvement absolu, sont le poids, la réaction normale du plan π , la force de frottement et la force centrifuge composée. Pour le poids, X_1 et Y_1 sont nuls et Z est égal à $-mg$. Pour la réaction normale, X_1 et Y_1 sont encore nuls et Z est cette

réaction elle-même N , N étant positif ou nul. En ce qui concerne la force de frottement, Y_1 et Z sont nuls; quant à X_1 , il est égal à $-\varepsilon fN$, ε étant $+1$ ou -1 selon que le mobile marche dans le sens positif ou dans le sens négatif, tel par conséquent que ε ait le signe de V ; en outre, si V s'annule, comme la force centrifuge composée s'annule en même temps, ε doit être pris égal à zéro, puisqu'à ce moment, aucune force horizontale n'agissant sur le mobile, le frottement au repos n'existe pas. Enfin, la force centrifuge composée a pour projections :

$$X_1 = 0, \quad Y_1 = \pm 2m\omega_1 V, \quad Z = 2m\omega_2 V \sin \alpha,$$

en adoptant le signe $+$ ou le signe $-$ dans Y_1 , selon que My_1 est dirigé à droite ou à gauche de la tangente positive. Dirigeons-le à droite, c'est-à-dire de façon que Mx_1 , My_1 présentent la même orientation que ox , oy . Les trois équations intrinsèques s'écriront alors :

$$m \frac{dV}{dt} = -\varepsilon fN, \quad \frac{mV^2}{\rho} = +2m\omega_1 V, \quad N - mg + 2m\omega_2 V \sin \alpha = 0.$$

On a aussi avec cette direction de My_1 :

$$\rho = \frac{d\sigma}{d\alpha}.$$

D'ailleurs, on a déjà écrit plus haut :

$$V = \frac{d\sigma}{dt}.$$

Précisons maintenant le sens positif des σ et des V qui, jusqu'à présent, a été laissé arbitraire; prenons comme sens positif sur la trajectoire celui de la vitesse initiale V_0 qui est défini par la valeur initiale α_0 de α . Par suite de ce choix, V_0 est positif, de sorte que, V commençant par prendre des valeurs positives, ε est d'abord égal à $+1$, et les équations qui conviennent à cette phase initiale du mouvement sont les suivantes :

$$(1) \quad m \frac{dV}{dt} = -fN,$$

$$(2) \quad V = 2\omega_1 \rho,$$

$$(3) N = m(g - 2\omega_2 V \sin \alpha),$$

$$(4) \rho = \frac{d\sigma}{d\alpha},$$

$$(5) V = \frac{d\sigma}{dt},$$

quelle que soit la latitude du lieu o . Cette phase dure tant que, le mobile restant sur le plan π , sa vitesse ne s'annule pas. Elle serait nulle si le projectile s'élevait tout de suite au-dessus du plan.

Réciproquement, à toute solution particulière du système des cinq équations qui précèdent correspond une phase de mouvement sur le plan π , durant depuis l'instant initial jusqu'à l'époque t_1 au moins, sous la condition que pour ces valeurs de t on ait simultanément :

$$N \geq 0, \quad V > 0.$$

Considérons en particulier la solution pour laquelle les valeurs initiales de V et de α coïncident avec les valeurs données V_0 et α_0 , dont la première est positive. Si pour cette solution les deux inégalités précédentes sont satisfaites quand t croît de 0 à t_1 , et qu'à l'instant initial on lance le mobile du point o avec la vitesse horizontale définie par V_0 et α_0 , on produira un mouvement qui s'effectuera sur le plan π jusqu'à l'époque t_1 au moins. Dans le cas où la valeur initiale N_0 de N serait négative, cette phase n'existerait pas et le mobile quitterait tout de suite le plan. Mais la formule (3) donnant :

$$N_0 = m(g - 2\omega_2 V_0 \sin \alpha_0)$$

montre que N_0 est positif : pour que N_0 ne le soit pas, il faudrait en effet que l'on eût au moins :

$$V_0 \geq \frac{g}{2\omega_2} \text{ et à fortiori } V_0 \geq \frac{g}{2\omega},$$

ce qui est contraire à notre hypothèse, car $\frac{g}{2\omega}$ vaut plus de 67 kilomètres et dépasse par conséquent de beaucoup la limite que nous avons imposée à V_0 par la condition d'être pratiquement réalisable. Ainsi, N commençant par être positif comme V , il existe une phase de mouvement sur le plan π . Remarquons que,

dans cette phase, V est constamment décroissant, d'après la formule (1), et par suite moindre que V_0 et à fortiori que $\frac{g}{2\omega}$. La phase finira soit que V s'annule, soit que N passe du positif au négatif. Or, ce passage ne peut avoir lieu avant que V s'annule, car d'après (3) il faudrait que V atteignît au moins la valeur $\frac{g}{2\omega}$, tandis qu'il lui reste inférieur. D'autre part, si V s'annule, tout mouvement cesse et le mobile s'arrête définitivement, aucune force n'agissant plus sur lui. Il résulte de là que la phase considérée constitue à elle seule tout le mouvement, qui par conséquent est donné complètement par les cinq équations écrites.

Il n'y a plus qu'à intégrer ces équations. On peut faire auparavant quelques remarques résultant de l'équation (2). Cette équation montre d'abord que, si ω_1 est nul, ρ est constamment infini pendant le mouvement, c'est-à-dire que, si le point o est à l'équateur, la trajectoire est rectiligne. Elle montre ensuite que ρ et ω_1 sont de même signe, puisque, avons-nous vu, V est positif; autrement dit, dans l'hémisphère boréal, la trajectoire tourne sa concavité du côté de My_1 , c'est-à-dire à droite de Mx_1 , ou encore à droite de la direction du mouvement, tandis que dans l'hémisphère austral la trajectoire est à gauche de la vitesse. Ceci est d'ailleurs une conséquence immédiate de ce fait bien connu que la direction de la force entraîne le sens de la concavité, car la composante horizontale de la force centrifuge composée est à droite ou à gauche de la vitesse selon que le point o appartient à l'hémisphère nord ou à l'hémisphère sud. Enfin, comme V décroît constamment, la même équation (2) montre que, dans les deux hémisphères, le rayon de courbure décroît lui-même constamment, jusqu'à s'annuler si la vitesse s'annule, auquel cas le point d'arrêt est par conséquent un point de rebroussement de la trajectoire. Passons maintenant à l'intégration des équations, qui fera connaître complètement le mouvement.

Je supposerai en premier lieu que le point o soit situé sur l'équateur, de sorte que, λ étant nul, ω_1 et ω_2 se réduisent à 0 et à ω . Comme je l'ai dit plus haut, la trajectoire est alors rectiligne, d'après l'équation (2); par suite, α reste égal à α_0 , ainsi que l'in-

dique d'ailleurs la formule (4). En éliminant N entre (1) et (3), il vient :

$$(6) \frac{dV}{dt} - 2f\omega \sin \alpha_0 V = -fg$$

qui donne V ; (3) et (5) donneront ensuite N et σ .

Observons d'abord que, si $\sin \alpha_0$ est nul, c'est-à-dire si le mobile est lancé suivant la méridienne, ces trois équations conduisent aux valeurs :

$$V = V_0 - fgt, \quad N = mg, \quad \sigma = V_0 t - \frac{fg}{2} t^2,$$

indépendantes de la rotation de la terre. Le mouvement rectiligne est donc uniformément retardé; la réaction normale est constante et égale au poids; le mobile s'arrête à l'époque $\theta = \frac{V_0}{fg}$, pour demeurer éternellement immobile, après avoir parcouru l'espace $\frac{V_0^2}{2fg}$.

Si maintenant $\sin \alpha_0$ n'est pas nul, la formule (6) conduit à :

$$V = \frac{g}{2\omega \sin \alpha_0} - \left(\frac{g}{2\omega \sin \alpha_0} - V_0 \right) e^{2f\omega t \sin \alpha_0};$$

(3) et (5) donnent ensuite :

$$N = 2m\omega \sin \alpha_0 \left(\frac{g}{2\omega \sin \alpha_0} - V_0 \right) e^{2f\omega t \sin \alpha_0}$$

$$\sigma = \frac{gt}{2\omega \sin \alpha_0} - \frac{1}{2f\omega \sin \alpha_0} \left(\frac{g}{2\omega \sin \alpha_0} - V_0 \right) \left(e^{2f\omega t \sin \alpha_0} - 1 \right),$$

expressions qui définissent le mouvement rectiligne du mobile et la réaction normale du plan. La vitesse s'annule et le projectile s'arrête définitivement au bout d'un temps θ que j'écrirai :

$$\theta = \frac{1}{2f\omega \sin \alpha_0} \text{Log} \left(1 + \frac{2\omega V_0 \sin \alpha_0}{g - 2\omega V_0 \sin \alpha_0} \right)$$

si $\sin \alpha_0$ est positif, et

$$\theta = -\frac{1}{2f\omega \sin \alpha_0} \text{Log} \left(1 - \frac{2\omega V_0 \sin \alpha_0}{g} \right)$$

si $\sin \alpha_0$ est négatif. L'espace parcouru s'obtiendrait en remplaçant t par θ dans l'expression de σ .

Comme ω est très petit, on obtient une approximation suffisante en développant V , N , σ en séries entières en ω et se bornant aux premiers termes. Si l'on néglige ω^3 dans les développements, on trouve ainsi comme valeurs approchées de V , N , σ :

$$\begin{aligned} V &= V_0 - (g - 2\omega V_0 \sin \alpha_0) ft - g \omega \sin \alpha_0 f^2 t^2, \\ N &= m (g - 2\omega V_0 \sin \alpha_0 + 2g \omega \sin \alpha_0 ft), \\ \sigma &= V_0 t - \frac{1}{2} (g - 2\omega V_0 \sin \alpha_0) ft^2 - \frac{1}{3} g \omega \sin \alpha_0 f^2 t^3. \end{aligned}$$

Je vais supposer en second lieu que le point o coïncide avec un pôle, par exemple avec le pôle nord, auquel cas, λ étant de $+90^\circ$, ω_1 et ω_2 se réduisent à ω et 0. Comme on l'a dit, la trajectoire est alors curviligne, et, φ étant positif, elle tourne en tout point sa concavité vers la droite de la vitesse; en outre, le rayon de courbure décroît constamment comme la vitesse, et, si cette vitesse devient nulle, c'est en un point de rebroussement de la trajectoire. L'équation (3) montre qu'ici N est sans cesse égal à mg , de sorte que (1) donne :

$$V = V_0 - fgt,$$

d'où l'on déduit par (5) :

$$\sigma = V_0 t - \frac{fg}{2} t^2.$$

Le mouvement curviligne est donc uniformément retardé, et le mobile s'arrête définitivement à l'époque $\theta = \frac{V_0}{fg}$, après avoir parcouru l'espace $\frac{V_0^2}{2fg}$. Les formules (2), (4) et (5) donnent d'ailleurs :

$$d\alpha = 2\omega dt, \text{ et par suite } \alpha = \alpha_0 + 2\omega t.$$

Quant à la trajectoire, elle se conclut de (2) et de l'expression de V en fonction de α . On a en effet par la relation précédente :

$$t = \frac{\alpha - \alpha_0}{2\omega},$$

et par conséquent :

$$V = \frac{2 \omega V_0 + fg \alpha_0 - fg \alpha}{2 \omega},$$

d'où, à cause de (2) :

$$\rho = \frac{2 \omega V_0 + fg \alpha_0 - fg \alpha}{4 \omega^2}.$$

Si l'on pose :

$$\frac{fg}{4 \omega^2} = a, \quad \frac{2 \omega V_0 + fg \alpha_0}{4 \omega^2} = b,$$

cette équation s'écrit :

$$\rho = b - a \alpha.$$

La courbe est donc une développante de cercle.

Il est aisé de la construire en remarquant que les équations :

$$\begin{aligned} dx &= \rho d\alpha \cos \alpha = (b - a \alpha) \cos \alpha d\alpha, \\ dy &= \rho d\alpha \sin \alpha = (b - a \alpha) \sin \alpha d\alpha, \end{aligned}$$

font connaître les coordonnées x et y du mobile :

$$\begin{aligned} x &= p - a \cos \alpha + (b - a \alpha) \sin \alpha, \\ y &= q - a \sin \alpha - (b - a \alpha) \cos \alpha, \end{aligned}$$

où p et q désignent les constantes :

$$\begin{aligned} p &= a \cos \alpha_0 - (b - a \alpha_0) \sin \alpha_0, \\ q &= a \sin \alpha_0 + (b - a \alpha_0) \cos \alpha_0. \end{aligned}$$

Observons d'abord que si, de l'origine comme centre, avec a pour rayon, on décrit une circonférence (fig. 1), puis que l'on mène la tangente au point $x = a \cos \alpha_0$, $y = a \sin \alpha_0$, de cette circonférence, et que sur cette tangente, à partir du point de contact, on porte dans le sens $\alpha_0 + \frac{\pi}{2}$ le segment $b - a \alpha_0$, l'extrémité O' de ce segment sera le point (p, q) . Ce point une fois construit, décrivons maintenant une circonférence de centre O' et de rayon a (fig. 2); sur cette circonférence, à partir de l'extrémité A du diamètre parallèle à ox , portons l'arc $A_0 B_0 BC$ égal à b , l'arc AB_0 égal à $a \alpha_0$, et l'arc $AB_0 B$ égal à $a \alpha$; puis, sur la tangente en B , portons, dans le même sens, le segment $b - a \alpha$:

l'extrémité M de ce segment est la position du mobile, car ses coordonnées coïncident avec les expressions d' x et d' y écrites

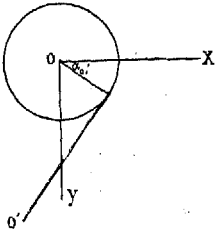


Fig. 1.

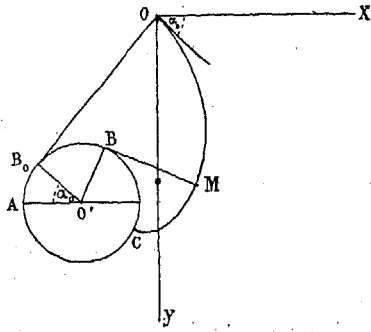


Fig. 2.

plus haut. La développante cherchée est donc la développante du cercle O' décrite par le point M , dont le point de rebroussement est le point C .

Par conséquent, la trajectoire est l'arc de développante OMC , limité au point C où le mobile s'arrête définitivement. Remarquons que a , qui est égal à $\frac{f}{g} \left(\frac{g}{2\omega} \right)^2$, est plus grand que $\frac{f}{g} \times 4\,489\,000$ kilomètres, et par conséquent supérieur à $448\,900^{\text{kilom}} \times f$; $b - a\alpha_0 = \frac{V_0}{g} \times \frac{g}{2\omega} = \frac{V_0}{g} 67085$ mètres est supérieur à $6\,708^{\text{m}} \times V_0$.

J'ai supposé que le pôle considéré était le pôle nord. Il est clair que, si c'est avec le pôle sud que le point O coïncide, les résultats seront les mêmes; seulement, la développante tournera ici sa concavité vers la gauche de la vitesse.

Enfin, je supposerai en troisième lieu que le point O ne soit ni à l'équateur, ni en un pôle, mais en un point quelconque de l'hémisphère nord ou de l'hémisphère sud. Admettons, par exemple, qu'il appartienne à l'hémisphère nord, auquel cas la trajectoire sera concave vers la droite de la vitesse. Les formules (2), (4) et (5) donnent :

$$(7) \quad d\alpha = 2\omega_1 dt, \text{ et par suite } \alpha = \alpha_0 + 2\omega_1 t.$$

Éliminant ensuite N entre (1) et (3), il vient :

$$\frac{dV}{dt} - 2f\omega_2 \sin \alpha V = -fg,$$

ou, en tenant compte de (7) et de (2) :

$$4\omega_1^2 \frac{d\varphi}{d\alpha} - 4f\omega_1\omega_2 \sin \alpha \varphi = -fg,$$

équation linéaire qui donne pour la trajectoire :

$$(8) \varphi = \frac{fg}{4\omega_1^2} e^{-\frac{f\omega_2}{\omega_1} \cos \alpha} \left[c - \int_{\alpha_0}^{\alpha} e^{\frac{f\omega_2}{\omega_1} \cos \alpha} d\alpha \right],$$

où la constante C a pour valeur :

$$C = \frac{4\omega_1^2}{fg} \varphi_0 e^{\frac{f\omega_2}{\omega_1} \cos \alpha_0} = \frac{2\omega_1}{fg} V_0 e^{\frac{f\omega_2}{\omega_1} \cos \alpha_0}$$

Ayant ainsi φ en fonction de α , on en conclut V en fonction de α par la formule (2), puis V en fonction de t en remplaçant α par sa valeur (7) :

$$(9) V = \frac{fg}{2\omega_1} e^{-\frac{f\omega_2}{\omega_1} \cos (2\omega_1 t + \alpha_0)} \left[c - 2\omega_1 \int_0^t e^{\frac{f\omega_2}{\omega_1} \cos (2\omega_1 t + \alpha_0)} dt \right].$$

On a ensuite N en fonction de α ou de t par l'expression (3) :

$$N = m (g - 2\omega_2 V \sin \alpha).$$

On voit que la valeur (9) de la vitesse s'annule à l'époque t définie par l'équation :

$$\int_0^t e^{\frac{f\omega_2}{\omega_1} \cos (2\omega_1 t + \alpha_0)} dt = \frac{c}{2\omega_1},$$

équation qui a manifestement une racine positive et une seule. Comme on l'a vu, φ s'annulera en même temps, ainsi que le montre d'ailleurs l'équation (8), et le mobile s'arrêtera définitivement au point de rebroussement.

Si le point O appartenait à l'hémisphère austral, le même mouvement se produirait, sur une courbe pareille, mais concave vers la gauche du mouvement.

Figure de repos apparent d'un fil.

Un fil homogène, flexible et inextensible, d'épaisseur constante, se meut sur le plan π en conservant une figure permanente de forme et de position, c'est-à-dire en glissant sur une courbe fixe (C) : trouver la nature de cette courbe.

On va voir en effet que, sous l'action des forces considérées, le mouvement du fil peut consister en un glissement de ce genre, les deux points extrêmes du fil étant, bien entendu, sollicités par deux forces qui équilibrent les tensions en ces points.

J'appellerai m la masse de l'unité de longueur du fil, et je prendrai comme variables indépendantes le temps t et l'abscisse curviligne σ d'un élément M du fil, cette abscisse étant comptée sur (C), dans un sens choisi à volonté, à partir d'un point déterminé fixe dans le plan π . Je désignerai par V la vitesse de l'élément M, considérée comme positive ou comme négative selon qu'elle est dirigée dans le sens positif ou dans le sens négatif des σ , vitesse qui dépend uniquement de t . Enfin T représentera la tension de l'élément M, tension qui est fonction de t et de σ et qui ne doit pas être négative.

Menons à la courbe (C) la tangente Mx_1 dans le sens positif et la normale My_1 dans un sens quelconque; puis projetons sur Mx_1 , My_1 , oz : nous obtiendrons ainsi les équations intrinsèques du mouvement :

$$m \frac{dV}{dt} - \frac{dT}{d\sigma} = m \Sigma X_1, \quad \frac{mV^2 - T}{\rho} = m \Sigma Y_1, \quad \Sigma Z = 0,$$

où les quantités X_1 , Y_1 , Z , sont les projections des forces extérieures rapportées à l'unité de masse, et où ρ désigne le rayon de courbure affecté du signe + ou du signe —, selon qu'il est dirigé dans le sens My_1 , ou dans le sens opposé, rayon qui dépend seulement de σ .

Appelons N la réaction normale du plan π , rapportée à l'unité de masse, réaction qui est fonction de t et de σ , et qui doit être positive ou nulle; soit α l'angle que fait avec ox la tangente positive en M et qui dépend uniquement de σ . Puis désignons

par ε une quantité qui est $+1$, -1 , ou 0 , selon que V est positif, négatif ou nul. Si alors nous dirigeons My_1 vers la droite de la tangente positive, les trois équations intrinsèques sont ici :

$$m \frac{dV}{dt} - \frac{dT}{d\sigma} = -m \varepsilon fN,$$

$$(1) \quad mV^2 - T = 2m\omega_1 \rho V,$$

$$(2) \quad N = g - 2\omega_2 V \sin \alpha.$$

On a d'ailleurs, avec cette direction de My_1 :

$$(3) \quad \frac{d\alpha}{d\sigma} = \frac{1}{\rho}.$$

Je ne m'étendrai pas sur le cas où le point o est situé sur l'équateur. Dans ce cas ω_1 étant nul, l'équation (1) donne pour ρ une valeur infinie, et les équations précédentes montrent qu'il existe une figure de repos apparent qui est une ligne droite, arbitraire d'ailleurs.

Supposant donc ω_1 non nul, dérivons (1) par rapport à σ :

$$-\frac{dT}{d\sigma} = m\omega_1 V \frac{d\rho}{d\sigma}.$$

En substituant cette valeur et l'expression (2) de N dans la première des équations, il vient :

$$\frac{dV}{dt} + \varepsilon fg + 2V \left(\omega_1 \frac{d\rho}{d\sigma} - \varepsilon f \omega_2 \sin \alpha \right) = 0,$$

équation de la forme :

$$\varphi + \varphi_1 \psi = 0,$$

où φ et φ_1 sont des fonctions de t seulement, et ψ une fonction de σ seulement, qui est par conséquent satisfaite de la manière la plus générale en posant :

$$\varphi + n\varphi_1 = 0, \quad \psi = n,$$

n désignant une constante arbitraire, de sorte qu'on a :

$$(4) \quad \frac{dV}{dt} + 2nV = -\varepsilon fg,$$

$$(5) \quad \omega_1 \frac{d\rho}{d\sigma} - \varepsilon f \omega_2 \sin \alpha = n.$$

On a donc finalement les cinq équations (1), (2), (3), (4), (5), pour calculer V , φ , α , N et T . Remarquons que (4) montre que, si V s'annule, comme alors ε doit être pris égal à zéro, $\frac{dV}{dt}$ est lui-même nul, ce qui prouve que le fil s'arrête définitivement, arrêt bienévident *à priori*.

Précisons maintenant, sur la courbe (C), le sens positif des σ et des V , qui, jusqu'à présent, a été laissé arbitraire. Prenons comme sens positif celui de la vitesse initiale V_0 . Par suite de ce choix, V_0 est positif, de sorte que, V commençant par prendre des valeurs positives, ε est d'abord $+1$, et les équations qui conviennent à cette phase initiale du mouvement sont les suivantes, quelle que soit la latitude du lieu σ :

$$(6) \quad \frac{dV}{dt} + 2nV = -fg,$$

$$(7) \quad \omega_1 \frac{d\varphi}{d\alpha} - f\omega_2 \sin \alpha - n = 0,$$

$$(3) \quad \frac{d\alpha}{d\sigma} = \frac{1}{\varphi},$$

$$(2) \quad N = g - 2\omega_2 V \sin \alpha,$$

$$(1) \quad T = mV(V - 2\omega_1 \varphi).$$

Cette phase dure tant que, le fil restant tendu et demeurant en entier sur le plan π , sa vitesse ne s'annule pas.

Réciproquement, à toute solution particulière V , φ , α , N , T de ces cinq équations, correspond une phase de mouvement sur le plan π , avec fil tendu, durant de l'instant initial à l'époque t , au moins, sous la condition que, pour ces valeurs de t , V soit positif, et que, pour chacune de ces valeurs, on ait :

$$N \geq 0 \text{ et } T \geq 0$$

quel que soit σ appartenant au fil. Une solution particulière peut d'ailleurs être regardée comme caractérisée par V_0 , valeur initiale positive de V et par α_0 , φ_0 , φ'_0 valeurs de α , φ , $\frac{d\varphi}{d\sigma}$, au point de (C) origine des σ .

Si nous remarquons que, lorsque le fil, glissant sur le plan π

en restant tendu, sa vitesse vient à s'annuler, le fil entre en repos définitif, on voit que ce n'est pas seulement une phase de ce glissement que représentent les équations (6), (7), (3), (2), (1), mais ce mouvement de glissement tout entier. On obtiendra ainsi les mouvements de figure permanente du fil en trouvant les solutions des cinq équations satisfaisant aux trois conditions dites :

$$V > 0, \quad N \geq 0, \quad T \geq 0.$$

Il existe une infinité de mouvements de cette nature. Par exemple, toute solution particulière ($V_0, \alpha_0, \rho_0, \rho'_0$) où V_0 est positif et où ρ_0 est de signe contraire à ω_1 en donne un, quelle que soit la longueur du fil. En effet, remarquons d'abord qu'à l'instant initial la réaction normale N est positive tout le long du fil, quelle que soit sa longueur, car la formule (2) montre qu'elle est égale à $g - 2\omega_3 V_0 \sin \alpha$, quantité positive quel que soit α , en raison de notre supposition que V_0 est pratiquement réalisable. Observons ensuite que, si ρ_0 est de signe contraire à ω_1 , la valeur (1) de T est aussi positive, à l'instant initial, tout le long du fil, quelle que soit sa longueur. Donc, pendant un certain temps au moins, V , N et T demeureront positifs, et le mouvement sera par conséquent de la nature indiquée.

Je dis maintenant que tous ces mouvements s'effectuent suivant des courbes (C) de même espèce, et je vais obtenir leur équation générale. La formule (3) donne :

$$\frac{d\rho}{d\sigma} = -\frac{\frac{d^2\alpha}{d\sigma^2}}{\left(\frac{d\alpha}{d\sigma}\right)^2},$$

d'où, en remplaçant dans (7) :

$$\omega_1 \frac{\frac{d^2\alpha}{d\sigma^2}}{\frac{d\alpha}{d\sigma}} + f\omega_2 \sin \alpha \frac{d\alpha}{d\sigma} + n \frac{d\alpha}{d\sigma} = 0,$$

qui donne en intégrant :

$$\frac{d\alpha}{d\sigma} = \frac{1}{K} e^{\frac{f\omega_2 \cos \alpha - n\alpha}{\omega_1}}.$$

on en conclut par (3) :

$$\varphi = K e^{\frac{n\alpha - r\omega_2 \cos \alpha}{\omega_1}},$$

K désignant une constante arbitraire. Telle est l'équation générale des courbes (C).

En particulier, si nous nous supposons à l'un des deux pôles, ω_2 est nul, et il vient :

$$\varphi = K e^{\pm \frac{n\alpha}{\omega_1}},$$

équation d'une spirale logarithmique.

CATALOGUE DESCRIPTIF
DES LICHENS
OBSERVÉS DANS LA LORRAINE

Par l'Abbé J. HARMAND

AUMÔNIER DES SOURDS-MURTS DE L'INSTITUTION DE LA MALGRANGE

(Suite ¹.)

5^e Sous-série. — LÉCANO-LÉCIDÉODÉÉS Nyl.

Syn. *Placodées* Nyl., *pro maximâ parte*; *Kryoblastés* Müll., *pro maximâ parte*.

Thalle crustacé, étroitement appliqué sur le substratum, amorphe ou squameux ou lobé-rayonnant, parfois très mince ou invisible. Apothécies plus ou moins régulièrement arrondies, lécanorines ou lécidéines.

16^e Tribu. — PANNARINÉÉS Nyl.

Thalle pourvu de gonimies (*Polycoccus*, *Scytonema*). Paraphyses disjointes, ordinairement articulées, cloisonnées transversalement; spermogonies à arthrosterigmates.

- Apothécies lécanorines : *Pannaria* Del. (1)
Apothécies lécidéines ou biatorines : *Pannularia* Nyl. (2)

I. PANNARIA Del. in herb.

1. Lobes du centre couverts, et ceux de la circonférence bordés de sorédies granuleuses, bleuâtres : *P. rubiginosa* var. *conoplea* (Ach.) Fr. (1)
Thalle dépourvu de sorédies bleuâtres 2
2. Thalle cendré ou cendré-bleuâtre foncé, complètement granuleux ou sub-granuleux : *P. nebulosa* (Hffm.) Nyl. (3)
Thalle brunâtre, squamuleux-lobulé : *P. brunnea* (Sw.) Mass. (2)

1. Voir *Bulletin de la Société des sciences de Nancy*, fascicules XXIX, 1894; XXX, 1895, et XXXI, 1896.

1. *P. rubiginosa* (Thunb., *Prodr.*, cap. 176, *Lichen rubiginosus*) Del., in *Dict. class.*, XIII, p. 20.

V. conoplea (Ach., *L. U.*, p. 467, *Parmelia conoplea*) Fr., *L. E.*, p. 88.

Thalle brunâtre-pâle-livide ou grisâtre-pâle-glaucescant, profondément lacinié-lobulé, à lobules irrégulièrement crénelés, appliqué, à bords un peu relevés, plissés, surtout ceux de la circonférence; les lobes du centre sont couverts et bordés de sorédies subgranuleuses, bleuâtres, lesquelles se retrouvent sur le bord des lobes de la circonférence, dont la surface est ordinairement entière; gonimies très pâles, isolées ou par groupes, de différentes formes et de différentes grandeurs (Pl. 15, fig. 10).

Apothécies rares, à disque brun châtain, à bord plissé-relevé, envahi par les granulations du thalle; spores ellipsoïdes, longues de 0,016-20 et larges de 0,007-12 (Nyl.); gélatine hyméniale I + bleu.

Lieux montagneux des terrains siliceux, au bord des bois, sur les écorces nues ou sur les mousses et les hépatiques qui les revêtent. Peu commun.

Vosges: Épinal, dans la forêt de Chanteraine; Gérardmer; Saulxures (D^r Berher); près de la cascade de Tendon (V. et H. Claudel).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 347, fertile; *Lich. Lorr.* n° 416, stérile.

2. *P. brunnea* (Sw., in *N. Act. Upsal.*, 4, p. 247, *Lichen brunneus*) Mass., *Ric.*, p. 113, pr. p.; Nyl., *Prodr.*, p. 67.

Thalle cendré-brunâtre ou brun-vineux, squamuleux, à squamules lobulées, ordinairement imbriquées-serrées, ce qui les transforme en une sorte de croûte lobulée-subgranuleuse; gonimies de mêmes formes et de mêmes dimensions que dans la *var. conoplea* ci-dessus, mais plus foncées, du moins celles que j'ai examinées.

Apothécies souvent nombreuses et pressées, à disque plan, rouge-testacé, souvent, avec l'âge, d'un brun-vineux foncé, à bord thallin plus ou moins crénelé-granuleux (Pl. 15, fig. 12); spores ellipsoïdes, à parois épaisses, longues de 0,0183-0,020 et larges de 0,007-8 (Pl. 15, fig. 11); gélatine hyméniale I + bleu persistant.

Sur la terre, sur les rochers terreux et à la base des troncs moussus. Peu commun.

Vosges: à la Schlucht; au Hohneck, sur les rochers du Schæfferthal (V. et H. Claudel, Harmand); Épinal (D^r Berher).

Lorr. ann.: Bitche, rochers humides qui bordent la route de Bitche à Breidenbach (Abbé Kieffer).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 639, sub *Lecanora brunnea* Ach.; *Lich. Lorr.* n° 417.

Le dessin des spores que j'ai donné dans mes *Exsiccata* est défectueux; il représente mal des spores non mûres et pleines de granulations: on pourrait croire à tort que ces spores sont cloisonnées.

3. *P. nebulosa* (Hffm., *Pl. Lich.*, t. 40, f. 1, *Patellaria nebulosa*) Nyl., *Prodr.*, p. 67.

Diffère du *P. brunnea* par son thalle cendré ou cendré-bleuâtre foncé, uniformément et complètement granulé, ne présentant pas les squamules lobulées en éventail que l'on observe chez le *P. brunnea* ¹.

Apothécies ordinairement de couleur plus foncée, un peu moins larges que celles du *P. brunnea*; spores longues de 0,010-20 et larges de 0,0055-0,008 (Pl. 15, fig. 13); gélatine hyméniale I + bleu persistant.

La var. *coronata* (Flk., *D. L.*, 151, *Lecanora coronata*) Nyl., *Scand.*, p. 125, à apothécies bordées par les granulations du thalle, mérite à peine d'être mentionnée.

Sur la terre, surtout sur les talus. Peu commun en Lorraine.

Le type. — *Lorr. ann.*: Bitche, dans le bois de Guessling (Abbé Kieffer).

V. coronata (Flk.) Nyl. — *Vosges*: Épinal (D^r Berher).

Lorr. ann.: entre Bitche et Schorbach; le long d'un chemin creux au Welschthal; sur la lisière du bois, entre Forsthaus, Neubach et la route de Schorbach; le long d'un sentier, près de Stockbronn et à Guessling (Abbé Kieffer).

Alsace: en montant au Haut-Kœnigsbourg, par Saint-Hippolyte (Harmand).

J'ai distribué sous le nom de *P. nebulosa* un certain nombre d'exemplaires du *Leptogium byssinum* Zw., venant de Montaigu; je profite de l'occasion présente pour rectifier cette erreur.

II. PANNULARIA Nyl.

1. Thalle monophylle ou à peu près (*Occocarpia* Nyl.): *P. plumbea* (Lightf.) Nyl. (4)
Thalle divisé, lobulé ou granulé 2
2. Spores oblongues-fusifformes, simples ou uniseptées (*Massalongia* Krb.): *P. muscorum* (Ach.) Del. (3)
Spores ellipsoïdes non cloisonnées. 3
3. Thalle nettement squameux-lobulé, au moins à la circonférence: *P. triptophylla* (Ach.) Nyl. (2)
Thalle granulé ou à squamules lobulées très petites: *P. nigra* (Huds.) Nyl. (1).

1. *P. nigra* (Huds., *Fl. Angl.*, p. 524, *Lichen niger*) Nyl., *Scand.*, p. 126.

Thalle cendré plus ou moins foncé, quelquefois presque noir ou brunâtre, à squames élégamment et finement divisées-lobulées-crénelées, formant une croûte d'apparence granulée ou isidiée, à lobules ordinairement appliqués, quelquefois dressés, serrés, limité par un hypothalle noir-bleuâtre ordinairement très visible; goumies assez grandes (Pl. 15, fig. 14).

Apothécies noires ou brunes, d'abord planes avec un rebord saillant, ensuite convexes avec rebord oblitéré; épithécium ordinairement plus ou moins bleuâtre; hypothécium d'un brun plus ou moins foncé; gélatine hyméniale I + bleu persis-

1. M. l'Abbé Kieffer (*Notice sur les Lichens de Bitche*) s'est sans doute trompé en signalant dans cette espèce des squames à bord crénelé.

tant; spores hyalines, ellipsoïdes ou oblongues, simples ou à 1-3 cloisons, longues de 0,011-18 et larges de 0,0045-0,007 (Pl. 15, fig. 15).

F. triseptata.

Spores à 3 cloisons, atteignant tout au plus 0,018 en longueur (Pl. 15, fig. 16); hypothécium du type, excepté dans un exemplaire recueilli aux Fonds-de-Toul, où l'hypothécium est d'un brun très foncé.

F. obscura.

Thalle presque complètement noir; épithécium bleu sur une grande épaisseur, le bleu envahissant presque tout le thécium; hypothécium brun très foncé.

F. densata.

Thalle cendré-foncé-brunâtre, à divisions plus courtes, plus fines, dressées, pressées.

Sur les pierres calcaires, sur les tuiles, rarement sur les roches siliceuses et sur les vieilles écorces. Très commun.

Le type. — Vosges: Épinal (Dr Berher).

M.-et-M.: côte de Ludres; côte Sainte-Barbe, à Pont-Saint-Vincent (Abbé Hue); Houdemont; la Malgrange; Essey-la-Côte; Fonds-de-Toul; Pierre-la-Treiche; Fonds-de-Montvaux; Housselmont; Audun-le-Roman; Gerbéviller (Harmand).

Meuse: Commercy (Harmand).

F. triseptata. — *M.-et-M.*: Saint-Max, sur le mortier des murs; Saulxures-lès-Vannes, sur les écorces; Audun-le-Roman; sur le plateau de Pont-Saint-Vincent; La Malgrange; Gondreville (Harmand).

Lorr. ann.: Moyenvic, sur des écorces (Harmand); Bitche, sur des écorces (Abbé Kieffer).

F. obscura. — *M.-et-M.*: Clairlieu, près de Nancy, sur des pierres calcaires (Harmand).

F. densata. — *M.-et-M.*: au-dessus de Vandières; Essey-la-Côte, sur le sommet de la côte (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

La *f. triseptata* adoptée ici n'est pas tout à fait la *v. triseptata* Nyl., *Scand.*, p. 126; les spores sont moins longues et l'hypothécium est plus pâle.

Ma *f. obscura* ne répond pas non plus complètement à la *v. caesia* (Duf.) Nyl.

J'ai de Briey et de Bitche une *f.* tendant à la *v. psotina* (Ach.); l'hypothécium est très bruni, tandis que l'épithécium est très bleu.

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 552 b, sub *Lecidea microphylla*, *v. corallinoides* Flk.; *Lich. Lorr.* n° 462, le type, la *f. triseptata*, sub *v. triseptata* Malbr.

2. *P. triptophylla* (Ach., *L. U.*, p. 215, *Lecidea triptophylla*) Nyl., *Prodr.*, p. 67.

Thalle bai-châtain-pâle ou brun ou plus ou moins foncé ou cendré, membraneux, squamuleux, lacinié-lobulé, à laciniures très fines, isidioïdes, ordinairement très nombreuses et pressées-dressées au centre, moins nombreuses vers la circonférence, où les squamules sont plus visibles (Pl. 15, fig. 17).

Apothécies d'abord concaves, à disque brun, un peu rougeâtre, à bord un peu plus pâle, puis convexes, livides-noirâtres ou noires-brunâtres, sans rebord, souvent comme enfoncées dans le thalle et entourées de granulations isidioïdes; hypothécium brun; gélatine hyméniale I + bleu; spores ellipsoïdes, se terminant presque en pointe subobtus, simples, longues de 0,0135-0,0185 et larges de 0,005-8 (Pl. 15, fig. 18); spermaties droites, longues de 0,0032 et larges de 0,001 (Linds.).

Ordinairement à la base des troncs d'arbres, surtout des Hêtres, rarement sur le granit. Assez commun.

Vosges : à la Schlucht, en montant au Kruppenfels, à la source de la Meurthe; sur les Hautes-Ghaumes; au Hohneck, sur le granit (V. et H. Claudel, Harmand); au Ballon de Servance (Harmand); Épinal (D^r Berher).

M.-et-M. : Nancy (Vincent et D^r Berher); forêt de Saint-Amon; Saulxures-lès-Vannes (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 419, sub *Lecidea microphylla* Ach.; *Lich. Lorr.* n° 419.

3. *P. muscorum* (Ach., *Syn.*, p. 193, *Lecanora muscorum*) Del., in *Dict. class.*, XIII, p. 20.

Thalle brun-châtain ou brun-cendré, squameux-squamuleux, membraneux, à bords ordinairement granulés-crispés, presque blanc en dessous.

Apothécies d'abord un peu concaves, carnées-pâtes, puis planes, brunes, plus pâles sur le bord; hypothécium incolore; gélatine hyméniale I + bleu; spores oblongues ou subfusiformes, longues de 0,016-25 et larges de 0,005-6 (Pl. 15, fig. 19).

Sur roches siliceuses moussues. Peu commun.

Vosges : Hohneck; Tête-des-Cuveaux (V. et H. Claudel, Harmand); Bussang; Ballon de Servance; Rotabac; Plainfaing; Vagney (Harmand); au Saint-Mont (Abbé Hue).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 424.

J'ai distribué sous le n° 421 quelques exemplaires de cette espèce attribués par erreur au *P. microphylla* (Sw.) Mass. Le *P. microphylla* n'a pas encore été, que je sache, rencontré en Lorraine.

4. *P. plumbea* (Light., *Scot.*, 826, t. 26, *Lichen plumbeus*), *Coccocarpia plumbea* Nyl., *Scand.*, p. 128.

Thalle cendré ou cendré-plombé, submonophylle, orbiculaire, incisé-lobé, à lobes lobulés-crénelés, hypothalle bleuâtre.

Apothécies à disque d'abord châtain clair, puis brun foncé, à bord mince, plus

pâle et toujours visible; hypothécium incolore, paraphyses brunies à l'extrémité, sur une longueur de 0,005 millim.; spores ellipsoïdes, longues de 0,0165-0,024 et larges de 0,0055-0,0065 (Pl. 15, fig. 20).

Sur les troncs d'arbres. Très rare.

Alsace : au sommet du Schnéeberg, sur le *Sorbus aria* (Mougeot).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 939, sub *Parmelia plumbea* Ach.

17^e Tribu. — LÉCANO-LÉCIDÉÉES Nyl.

Thalle à gonidies.

- | | |
|---|-----|
| 1. Apothécies ordinairement lécanorines | 2 |
| Apothécies ordinairement lécidéïnes ou biatorines : Lécidéées Nyl. (4) | |
| 2. Spores murales : Thélotrémées Nyl. (<i>Thelotrema</i> Ach., <i>Phlyctis</i> Wallr.) | (3) |
| Spores non murales | 3 |
| 3. Spores hyalines ou brunes, unicloisonnées | 4 |
| Spores brunes à plusieurs cloisons : Thélotrémées Nyl. (<i>Urceolaria</i> Ach.) | (3) |
| 4. Apothécies plus ou moins incluses dans les verrues du thalle | 5 |
| Apothécies non incluses dans les verrues du thalle : Lécanorées Nyl. (1) | |
| 5. Paraphyses libres, lâchement unies, simples et très grêles : Pertusariées Nyl. | (2) |
| Paraphyses articulées : Lécanorées Nyl. (<i>Aspicilia</i> Mass.) | (1) |

1^{re} Sous-tribu. — LÉCANORÉES Nyl.

Apothécies pourvues généralement d'un bord thallin, c'est-à-dire contenant des gonidies jusque vers le niveau des thèques.

LECANORA (Ach., *L. U.*, p. 77, pr. p.) Nyl.

Caractères de la sous-tribu.

- | | |
|--|----|
| 1. Thalle non uniforme, radié-lobulé au pourtour, à lobules arrondis en dessus ou un peu aplatis | 2 |
| Thalle à peu près uniforme, écailleux-squameux, à écailles du pourtour peu rayonnantes, ou même légèrement concaves, ou consistant en compartiments bombés, mais non en bourrelet. | 15 |
| Thalle crustacé, appliqué, continu ou aréolé, entier ou pulvérulent. | 20 |
| 2. Thalle K + rouge ou rouge-sang ou violet | 3 |
| Thalle K + jaune, Ca Cl. + rouge : <i>L. gelida</i> (L.) Ach. (45) | |
| Thalle K — ou très peu jaunâtre | 12 |
| 3. Spores placodiomorphes (Pl. 15, fig. 21, 23). | 4 |
| Spores simples. | 11 |
| 4. Thalle épais, divisé en compartiments gonflés, sorédiés çà et là; lobes du bord peu développés : <i>L. decipiens</i> (Wedd.) Arn. (6) | |
| Thalle non sorédié, ou sorédié et à lobes bien développés au bord. | 5 |

| | |
|---|----|
| 5. Lobes du pourtour plats en dessus, convexes seulement vers leur bord. | 6 |
| Lobes du pourtour régulièrement convexes. | 7 |
| 6. Lobes du pourtour non dilatés à leur extrémité, thalle assez finement granulé : <i>L. granulosa</i> (Muell.) Hepp. (2) | |
| Lobes du pourtour dilatés à l'extrémité, thalle non granulé, spores quadrangulaires (Pl. 15, fig. 45) : <i>L. aurantia</i> (Pers.) Hue. (8) | |
| 7. Spores quadrangulaires (Pl. 15, fig. 45) : <i>L. Heppiana</i> (Müll.) Hue (9) | |
| Spores non quadrangulaires | 8 |
| 8. Lobes du pourtour serrés les uns contre les autres | 9 |
| Lobes du pourtour un peu écartés. | 10 |
| 9. Spores longues de 0,009-15 et larges de 0,004-7 (Pl. 15, fig. 30, 31) : <i>L. murorum</i> (Hoffm.) Nyl. (4) | |
| Spores longues de 0,009-11 et larges de 0,003 (Pl. 15, fig. 31) : <i>L. tegularis</i> (Ehrh.) Nyl. (5) | |
| 10. Thalle sorédié : <i>L. cirrochroa</i> Ach. (7) | |
| Thalle non sorédié : <i>L. elegans</i> (Link.) Ach. (1) | |
| 11. Thalle gris sombre, K + rouge, vers la couche gonidiale : <i>L. subcircinata</i> Nyl. (91) | |
| Thalle blanc-jaunâtre, K + rouge vineux puis violet : <i>L. fulgens</i> (Sw.) Ach. (11) | |
| 12. Spores placadiomorphes : <i>L. teicholyta</i> Ach. (10) | |
| Spores simples. | 13 |
| 13. Thalle jaune-vitellin, au moins au pourtour : <i>L. medians</i> Nyl. (29) | |
| Thalle non jaune. | 14 |
| 14. Thalle pâle-blanchâtre ou jaunâtre : <i>L. saxicola</i> (Pollich.) Stenh. (49) | |
| Thalle gris plus ou moins foncé : <i>L. circinata</i> (Pers.) Ach. (92) | |
| 15. Thalle écailleux, même au milieu (écailles à bord relevé). | 16 |
| Thalle aréolé au milieu (compartiments appliqués), lobé-rayonnant ou non au pourtour | 18 |
| 16. Thalle se continuant du bord au milieu, abondamment blanc-pruineux vers le centre : <i>L. lentigera</i> (Web.) Ach. (47) | |
| Thalle non continu du bord au milieu | 17 |
| 17. Écailles brunâtres ou brunâtres-verdâtres, à peu près aussi longues que larges : <i>L. crassa</i> (Huds.) Ach. (46) | |
| Écailles verdâtres-jaunâtres, plus longues que larges : <i>L. cartilaginea</i> Ach. (48) | |
| 18. Thalle portant vers le milieu une ou plusieurs céphalodies : <i>L. gelida</i> (L.) Ach. (45) | |
| Thalle dépourvu de céphalodies | 19 |
| 19. Thalle jaunâtre-verdâtre, à lobes ordinairement allongés, étroits : <i>L. saxicola</i> (Pollich.) Stenh. (49) | |
| Thalle blanc ou blanchâtre ou blanchâtre-brunâtre : <i>L. galactina</i> (Ach.) Hepp. (50) | |
| 20. Thalle visible, jaune ou jaune-citrin ou vitellin ou orangé ou rougeâtre ou jaunâtre-verdâtre. | 21 |
| Thalle presque nul ou non jaune ni orangé ni rougeâtre | 50 |

| | |
|--|----|
| 21. Thalle et apothécies CaCl. + jaune-orangé : <i>L. glaucobutescens</i> Nyl. (62) | |
| Thalle et apothécies CaCl. | 22 |
| 22. Thalle K + rouge-sang | 23 |
| Thalle K + jaune ou — | 29 |
| 23. Thalle granulé-pulvérulent ou pulvérulent | 24 |
| Thalle non pulvérulent | 25 |
| 24. Thalle jaune-citrin, sur les pierres ou sur le mortier des murs : <i>L. citrina</i> Ach. (12) | |
| Thalle jaunâtre-verdâtre, corticole ou lignicole : <i>L. phlogina</i> (Ach.) Nyl (17) | |
| 25. Thalle continu ou fendillé-aréolé : <i>L. aurantiaca</i> (Lightf.) Ach. (14) | |
| Thalle granulé ou verruqueux | 26 |
| 26. Corticole ou lignicole : <i>L. aurantiaca</i> (Lightf.) Ach. (14) | |
| Sur les pierres ou sur le mortier des murs | 27 |
| 27. Thalle granulé : <i>L. granulosa</i> (Müll.) Hepp. (?) | |
| Thalle verruqueux ou subsquamuleux. | 28 |
| 28. Thalle ordinairement fertile, subsquamuleux, paraissant souvent avoir coulé sur le substratum : <i>L. lobulata</i> Sommt. (3) | |
| Thalle ordinairement stérile : <i>L. incrustans</i> Ach. (13) | |
| 29. Spores brunes : <i>L. Hueiana</i> (31) | |
| Spores hyalines | 30 |
| 30. Spores simples. | 31 |
| Spores cloisonnées | 45 |
| 31. Plus de 8 spores dans chaque thèque. | 32 |
| 8 spores au moins dans chaque thèque | 33 |
| 32. Thalle jaune-vitellin lacinié-granulé, sur les écorces ou sur le bois : <i>L. laciniosa</i> (Duf.) Nyl. (30) | |
| Thalle verdâtre pâle ou cendré-verdâtre, surtout à l'état humide, sur la terre et sur les pierres : <i>L. smaragdula</i> (Wnbg.) Nyl. (105) | |
| 33. Saxicole | 34 |
| Corticole ou lignicole | 36 |
| 34. Apothécies à la fin noires ou noirâtres | 35 |
| Apothécies non noires ou noirâtres à la fin | 36 |
| 35. Apothécies à la fin convexes-subconiques : <i>L. sulphurea</i> Ach. (78) | |
| Apothécies non convexes-subconiques à la fin : <i>L. intricata</i> (Schrad.) Ach. (67) | |
| 36. Thalle plus ou moins sorédié-pulvérulent : <i>L. orosthea</i> Ach. (68) | |
| Thalle non sorédié-pulvérulent | 37 |
| 37. Épithécium CaCl. — : <i>L. polytropa</i> (Ehrh.) Th. Fr. (66) | |
| Épithécium CaCl. + jaune : <i>L. sulphurata</i> (Ach.) Nyl. (63) | |
| 38. Thalle vert obscur : <i>L. viridicans</i> Nyl. (80) | |
| Thalle non vert obscur | 39 |
| 39. Bord des apothécies disparaissant à la fin | 40 |
| Bord des apothécies persistant | 42 |
| 40. Épithécium CaCl. + rougeâtre : <i>L. symniola</i> Ach. (73) | |
| Épithécium CaCl. — | 41 |

41. Apothécies petites, ne dépassant guère 0,5 millim. : *L. piniperda* Krb. (76)
 Apothécies dépassant ordinairement 0,5 millim. : *L. symmetrica* Nyl. (70)
42. Apothécies atteignant ou dépassant 1 millim. en diamètre. 43
 Apothécies n'atteignant pas ordinairement 1 millim. en diamètre. 44
43. Apothécies atteignant 2 millim. en diamètre : *L. varia* (Ehrh.) Ach. (65)
 Apothécies ne dépassant guère 1 millim. en diamètre : *L. sarcopis* (Wnbg.) Ach. (74)
44. Disque brun-rougeâtre : *L. effusa* (Pers.) Ach. (75)
 Disque carné-pâle-rougeâtre, rarement brun : *L. conizæa* (Ach.) Nyl. (69)
 Disque pâle-livide puis rougeâtre puis noirâtre : *L. piniperda* Krb. (76)
45. Spores fusiformes, à plusieurs cloisons transversales : *L. hæmatomma* (Ehrh.) Ach. (114)
 Spores ovoïdes ou ellipsoïdes 46
46. Spores polariloculaires (Pl. 15, fig. 42). 47
 Spores à loges rapprochées du milieu (Pl. 15, fig. 43). 49
47. Thalle pulvérulent : *L. phlogina* (Ach.) Nyl. (17)
 Thalle non pulvérulent 48
48. Disque rouge ou rouge-ferrugineux : *L. ferruginea* (Huds.) Nyl. (18)
 Disque orangé ou rouge-brun : *L. aurantiaca* (Lightf.) Ach. (14)
49. Spores 8 ou moins dans chaque thèque : *L. epixantha* (Ach.) Nyl. (27)
 Plus de 8 spores dans chaque thèque. 50
50. Thalle à granulations petites, subpulvérulent : *L. xanthostigma* (Pers.) Nyl. (26)
 Thalle granulé : *L. vitellina* (Ehrh.) Nyl. (25)
51. Spores brunes. 52
 Spores hyalines 63
52. Verrues du thalle et bord des apothécies jaunes : *L. Hueiana* (31)
 Thalle et bord des apothécies non jaunes 53
53. Spores à zone médiane plus foncée (Pl. 16, fig. 40) : *L. Bl.choffii* (Hepp.) Nyl. (41)
 Spores de teinte à peu près uniforme. 54
54. Thalle et épithécium K + violet : *L. colobina* Ach. (40)
 Thalle et épithécium K — 55
55. Thalle K + jaune 56
 Thalle K — 59
56. Thalle K Ca Cl. + rouge 57
 Thalle Ca Cl. — 58
57. Spores longues de 0,015-17 et larges de 0,008 (Pl. 16, fig. 38) :
L. Victoris (39)
 Spores atteignant 0,026 de longueur et 0,0085 de largeur (Pl. 16, fig. 32, 34) : *L. atrocinerea* Nyl. (38)
58. Corticole : *L. roboris* Duf. (36)
 Saxicole : *L. confragosa* (Ach.) Nyl. (37)

| | | |
|---|-------|----|
| 59. Spores à 2 noyaux dans chaque loge (Pl. 16, fig. 26) : <i>L. archæa</i> Ach. | (?2) | |
| Spores à 1 noyau dans chaque loge | | 60 |
| 60. Thalle brun ou brun-fauve obscur | | 61 |
| Thalle cendré ou cendré obscur : <i>L. exigua</i> (Ach.) Nyl | (35) | |
| 61. Spores ne dépassant pas ordinairement 0,015 en longueur : <i>L. ocellata</i> (Ach.) Nyl. | (42) | |
| Spores dépassant ordinairement 0,015 en longueur | | 62 |
| 62. Spores dépassant 0,022 en longueur : <i>L. málvina</i> (Whimb.) Ach. | (33) | |
| Spores ne dépassant pas ordinairement 0,022 en longueur : <i>L. sophodes</i> Ach. | (34) | |
| 63. Spores cloisonnées | | 64 |
| Spores simples. | | 79 |
| 64. Spores placodiomorphes | | 65 |
| Spores non placodiomorphes | | 74 |
| 65. Apothécies noires : <i>L. variabilis</i> (Pers.) Ach. | (23) | |
| Apothécies non noires. | | 66 |
| 66. Spores à loges rapprochées du milieu (Pl. 16, fig. 17). | | 67 |
| Spores polariloculaires | | 68 |
| 67. Spores longues de 0,015 et larges de 0,005 : <i>L. subdeflexa</i> Nyl. | (28) | |
| Spores longues de 0,016-18 et larges de 0,006 : <i>L. lactea</i> Mass. | (22) | |
| 68. Apothécies jaunes ou orangées | | 69 |
| Apothécies rouges ou ferrugineuses ou noirâtres | | 71 |
| 69. Bord des apothécies jaune : <i>L. aurantiaca</i> (Lightf.) Arn. | (14) | |
| Bord des apothécies blanc ou gris ou bleuâtre ou noirâtre | | 70 |
| 70. Disque couleur de cire : <i>L. cerina</i> (Ehrh.) Ach. | (15) | |
| Disque orangé : <i>L. pyracea</i> (Ach.) Nyl. | (16) | |
| 71. Muscicole : <i>L. leucorea</i> (Ach.) Nyl. | (19) | |
| Saxicole ou corticole ou lignicole | | 72 |
| 72. Spores assez étroites, larges de 0,004-7 (Pl. 16, fig. 13) : <i>L. lamprocheila</i> (DC.) Nyl. | (21) | |
| Spores larges de 0,008-9 | | 73 |
| 73. Apothécies conservant ordinairement la couleur rouge ou rongesafran : <i>L. ferruginea</i> (Huds.) Nyl. | (18) | |
| Apothécies devenant ordinairement d'un brun ferrugineux plus ou moins foncé : <i>L. cæsiourufa</i> Ach. | (20) | |
| 74. Spores à plusieurs cloisons transversales | | 75 |
| Spores unicloisonnées : <i>L. erysibe</i> (Ach.) Nyl. | (110) | |
| 75. Spores ovoïdes ou ellipsoïdes | | 76 |
| Spores fusiformes | | 78 |
| 76. Spores assez grandes, longues de 0,015-22 et larges de 0,006-9 : <i>L. rubra</i> Ach. | (113) | |
| Spores n'atteignant pas 0,006 en largeur | | 77 |
| 77. Corticole <i>L. syringea</i> Ach. | (111) | |
| Saxicole : <i>L. Nylanderiana</i> Mass. | (112) | |
| 78. Thalle blanchâtre-jaunâtre; spores larges de 0,006-7 : <i>L. hæmatomma</i> (Ehrh.) Ach. | (114) | |

| | |
|---|-------|
| Thalle cendré-brunâtre; spores larges de 0,004-5 : <i>L. ventosa</i> Ach. | (115) |
| 79. Épithécium K + rouge-sang : <i>L. rupestris</i> (Scap.) | (24) |
| Épithécium K ± jaune ou — | 80 |
| 80. Plus de 8 spores dans chaque thèque. | 81 |
| 8 spores ou moins dans chaque thèque. | 90 |
| 81. 30 spores au plus dans chaque thèque | 82 |
| Beaucoup plus de 30 spores dans chaque thèque | 83 |
| 82. 8 à 16 spores dans chaque thèque, thalle K — : <i>L. sambuci</i> (Pers.) Nyl. | (83) |
| Jusque 30 spores dans chaque thèque, thalle K + jaune : <i>L. constants</i> Nyl. | (84) |
| 83. Thalle nul | 84 |
| Thalle visible, cartilagineux ou subsquameux. | 85 |
| 84. Apothécies régulières ou à peu près : <i>L. pruinoso</i> (Sm.) Nyl. (109) Apothécies à la fin plissées, rugueuses-papilleuses : <i>L. simplex</i> (Dav.) Nyl. | (108) |
| 85. Aréoles thallines souvent épaisses, gonflées surtout autour des apo- thécies : <i>L. discreta</i> (Ach.) | (104) |
| Aréoles thallines plates | 86 |
| 86. Apothécies saillantes, thalle ordinairement non complètement appli- qué : <i>L. glaucocarpa</i> (Wnbg.) Ach. | (102) |
| Thalle complètement appliqué, apothécies non ou très peu saillantes. | 87 |
| 87. Thalle K CaCl. + rouge dans la couche corticale. | 88 |
| Thalle K CaCl. — | 89 |
| 88. Thalle brun ou brun-rouge plus ou moins foncé : <i>L. fuscata</i> (Schrad.) Nyl. | (103) |
| Thalle pâle-cendré blanchâtre ou un peu verdâtre : <i>L. cineracea</i> Nyl. | (106) |
| 89. Thalle débordant visiblement les apothécies, olivâtre-brunâtre plus ou moins foncé : <i>L. smaragdula</i> (Wnbg.) Nyl. | (105) |
| Thalle à squamules entièrement ou presque entièrement occupées par les apothécies, ocracé ou brunâtre : <i>L. Heppii</i> (Næg.) Nyl. (107) | |
| 90. Apothécies toujours ou longtemps innées-urcéolées, paraphyses en chapelet | 91 |
| Apothécies ne présentant pas ces caractères | 99 |
| 91. Corticole ou lignicole | 92 |
| Saxicole | 93 |
| 92. Spores longues de 0,035-46 et larges de 0,025-26 : <i>L. mutabilis</i> (Ach.) Nyl. | (99) |
| Spores longues de 0,018-30 et larges de 0,014-22 : <i>L. calcarea</i> (L.) Samft. | (100) |
| 93. Couche gonidiale CaCl. + rouge : <i>L. Bockii</i> (Rodig.) Nyl. | (93) |
| Couche gonidiale CaCl. | 94 |
| 94. Thalle K + nettement jaune, puis rouge ferrugineux : <i>L. cinerea</i> (L.) Nyl. | (94) |
| Thalle K — ou presque rien | 95 |
| 95. Spores ne dépassant guère 0,015 en longueur et 0,010 en largeur. | 96 |

| | |
|---|-------|
| Spores atteignant au moins 0,020 en longueur | 97 |
| 96. Spores subglobuleuses : <i>L. complanata</i> Krh. | (98) |
| Spores ellipsoïdes : <i>L. farinosa</i> (Flk.) Nyl. | (101) |
| 97. Thalle très mince, cendré-plombé-noirâtre : <i>L. lusca</i> Nyl. | (97) |
| Thalle plus ou moins épais. | 98 |
| 98. Apothécies à disque pruineux : <i>L. calcarea</i> (L.) Smult. | (100) |
| Apothécies à disque non pruineux | (100) |
| 99. Aréoles thallines presque planes : <i>L. subdepressa</i> Nyl. | (96) |
| Aréoles thallines gonflées-verruqueuses : <i>L. gibbosa</i> (Ach.) Nyl. | (95) |
| 100. Épithécium Ca Cl. + jaune. | 101 |
| Épithécium Ca Cl. — | 102 |
| 101. Corticole : <i>L. angulosa</i> (Schreb.) Ach. | (59) |
| Saxicole : <i>L. glaucoma</i> (Hoffm.) Ach. | (64) |
| 102. Thalle brun ou brun-châtain ou brun-noirâtre | 103 |
| Thalle non brun | 104 |
| 103. Thalle brun-châtain, K + jaune : <i>L. badia</i> Ach. | (43) |
| Thalle brun-noir ou noir, K — ou presque rien : <i>L. picca</i> (Dicks.) | (44) |
| 104. Thalle Ca Cl. + rouge ou rougeâtre au moins sous l'écorce | 105 |
| Thalle Ca Cl. — | 107 |
| 105. Spores longues de 0,012-20 et larges de 0,010 : <i>L. Bockii</i> (Rodig.) Nyl. | (93) |
| Spores longues de 0,030-70 et larges de 0,020-35 | 106 |
| 106. Thalle plus ou moins sorédié : <i>L. subtartarea</i> Nyl. | (87) |
| Thalle non sorédié : <i>L. tartarea</i> (L.) Ach. | (86) |
| 107. Apothécies y compris le rebord K Ca Cl. + rouge : <i>L. pallescens</i> (L.) Ach. | (88) |
| Apothécies à l'exclusion du rebord K Ca Cl. + rouge : <i>L. parella</i> (L.) Ach. | (89) |
| Apothécies Ca Cl. — | 108 |
| 108. Spores grandes, longues de 0,050-80 et larges de 0,025-10 : <i>L. Up-</i> <i>saliensis</i> (L.) Ach. Muscicole. | (90) |
| Spores petites ou moyennes | 109 |
| 109. Thalle K + jaune puis rouge-sang ou rouge-ferrugineux | 110 |
| Thalle K + jaune persistant ou — | 111 |
| 110. Thalle K + jaune puis rouge-ferrugineux : <i>L. præpostera</i> Nyl. | (61) |
| Thalle K + jaune puis rouge-sang : <i>L. vicaria</i> Th. Fr. | (116) |
| 111. Thalle K + | 112 |
| Thalle K — | 124 |
| 112. Thécium K + un beau violet : <i>L. atra</i> (Huds.) Ach. | (85) |
| Thécium K non violet. | 113 |
| 113. Disque carné pâle ou un peu rougeâtre ou jaunâtre | 114 |
| Disque brunâtre ou brun ou noirâtre ou noir | 116 |
| 114. Corticole | 115 |
| Saxicole : <i>L. subcarnea</i> (Sw.) Ach. | (60) |
| 115. Disque pruineux : <i>L. albella</i> (Pers.) Ach. | (58) |
| Disque non pruineux : <i>L. subruida</i> Nyl. | (72) |
| 116. Spores ne dépassant pas 0,004 en largeur. | 117 |

| | |
|---|-----|
| Spores dépassant 0,004 en largeur | 120 |
| 117. Thalle bien développé, disque brun-noirâtre, luisant : <i>L. badia</i> Ach. (43) | |
| Thalle presque nul, disque d'abord pâle, livide ou brunâtre rougeâtre. | 118 |
| 118. Apothécies à la fin très convexes, brunes-ferrugineuses ou brunes- noirâtres : <i>V. leucoræoides</i> (71) | |
| Apothécies non ferrugineuses-brunes à la fin | 119 |
| 119. Thalle et bord des apothécies jaunâtres : <i>L. piniperda</i> Krb. (76) | |
| Bord des apothécies blanchâtre ou pâle-verdâtre : <i>L. subintricata</i> Nyl. (71) | |
| Apothécies plus livides et plutôt convexes ; jaune nul ou presque insensible : <i>L. glaucella</i> Flot. (77) | |
| 120. Disque d'abord livide, plus ou moins prumineux | 121 |
| Disque non livide | 122 |
| 121. Corticole : <i>L. intumescens</i> Rebut. (57) | |
| Saxicole : <i>L. cenisia</i> Ach. (55) | |
| 122. Apothécies de bonne heure noires ou presque noires. | 123 |
| Apothécies ne devenant pas noires, ou seulement à la fin : <i>L. sub-</i> <i>fusca</i> Ach. (53) | |
| 123. Thalle verruqueux ou grossièrement granuleux : <i>L. gangaleoides</i> Nyl. (54) | |
| Thalle continu, rugueux ou finement granuleux : <i>L. collocarpa</i> (Ach.) Nyl. (56) | |
| 124. Bord des apothécies divisé en petites pièces rayonnantes (Pl. 16, fig. 49) : <i>L. crenulata</i> (Dicks.) Nyl. (52) | |
| Bord des apothécies simplement crénelé ou entier. | 125 |
| 125. Spores longuement ellipsoïdes. | 126 |
| Spores ovoïdes ou ellipsoïdes | 128 |
| 126. Thalle couvert par les apothécies pressées, à disque bientôt convexe, roussâtre : <i>L. conferta</i> (Dub.) Nyl. (82) | |
| Thalle plus ou moins visible, apothécies moins pressées et moins convexes. | 127 |
| 127. Thalle cendré-obscur, apothécies à disque rouge-brun, non prumineux, spermaties longues de 0,018-24 : <i>L. umbrina</i> (Ehrh.) Nyl. (81) | |
| Thalle cendré-blanchâtre, disque souvent prumineux, spermaties lon- gues de 0,012-15 : <i>L. Hageni</i> Ach. (79) | |
| 128. Bord des apothécies non prumineux : <i>L. galactina</i> (Ach.) Hepp. (50) | |
| Bord des apothécies prumineux : <i>L. dispersa</i> (Pers.) Flk. . (51) | |

A) Sous-genre *Placodium* DC. Nyl.

Thalle normalement non uniforme, radié-lobé-lobulé au pourtour ; 8 spores dans chaque thèque ; spermaties droites, oblongues ou bacillaires ; arthrosterigmatés brièvement articulés. (Nyl., *Fl.*, 1881, p. 454.)

1. Spores placodiomorphes.

1. *L. elegans* (Link., *Ann. Bot.*, I, p. 37, *Lichen elegans*) Ach.,
Vet. Ak. Handl., p. 158 a.

Thalle variant du jaune vitellin au rouge vermillon plus ou moins foncé, appliqué, radié, à divisions linéaires, peu écartées ou non, flexueuses, convexes, souvent subnoduleuses, à lobes terminaux contigus ou non, voûtés ou subaplatis, lobulés-crênelés à l'extrémité K + rouge-sang¹.

Apothécies à disque concolore au thalle, presque toujours planes ou un peu concaves, à bord entier, rarement crênelé; paraphyses articulées, les 2 ou 3 cellules supérieures étant plus renflées et étranglées à l'articulation, parfois rameuses vers le sommet (Hue); spores longues de 0,011-16 et larges de 0,006-8 (Pl. 15, fig. 33), gélatine hyméniale I + bleu; spermaties oblongues, longues de 0,0025 et larges de 0,001 (Arn.).

Sur les pierres, les cailloux, les tuiles, les crasses des hauts-fourneaux. Commun.

Vosges : Épinal (D^r Berber); Thaon, sur les tuiles, thalle d'un jaune vitellin, et sur les cailloux de la Moselle (H. Claudel); La Schlucht (Harmand).

M.-et-M. : Nancy, sur les tuiles qui recouvrent les murs des jardins (Godron); Pont-Saint-Vincent, sur les cailloux d'un ancien lit de la Moselle (Le Monnier); Messein (Abbé Hue); Maxéville, sur les laitiers des hauts-fourneaux; Pierre-la-Troiche, sur les pierres du talus de la Moselle; Chartreuse de Bosserville, sur les tuiles des toits; la Malgrange, sur les tuiles (Harmand).

Lorr. am. : sur des murs aux environs de Metz (Abbé Kieffer).

Exs. St. Vog.-Rhen. n° 354, sub *Lecanora mintala* Ach.; Lich. Lorr. n° 457 et n° 458, sub *Lecanora murorum* var. *pulvinata*, f. *cinnabarina* Nyl.

Il n'est pas rare de rencontrer dans la même rosette des lobes presque aplatis, tandis que les autres sont voûtés.

Les formes des auteurs fondées sur le thalle, *orbicularis* Schær., *lenis* Th. Fr., *compacta* Arn., ont peu d'importance.

2. *L. granulosa* (Muell.) Hepp., *Fl. Europ.*, n° 908.

« Thalle de nuance jaune d'œuf, complètement granulé dans la partie du milieu, et parfois sur toute sa superficie; granules de mince dimension, assez souvent crênelés, disséminés ou agglomérés par groupes non continus, squamules thallines du contour peu développées, courtes, anguleuses-arrondies, planes ou convexes.

« Apothécies sessiles, à bord d'abord entier, puis plus ou moins crênelé; spores ellipsoïdes, souvent au nombre de 8, spermaties oblongues-ellipsoïdes.

« Lorsque les lobules du thalle manquent complètement, ou sont peu accentués, on serait tenté de le rapprocher, soit du *L. citrina*, soit de quelques autres Lichens du même groupe. » (Lamy, *Lichens de Causerets et de Lourdes*, n° 214.)

A cette description, que j'ai tenu à citer textuellement à cause de son exactitude, j'ajoute que les granulations thallines ressemblent parfois à celles du *L. vitellina*; elles varient du jaune-soufre à l'orangé; elles sont de dimensions variables et peuvent être en partie ou totalement sorédiées-pulvérulentes; dans ce cas, les spores seules peuvent faire distinguer cette espèce du *L. citrina*; quelquefois les granulations sont très rares et les apothécies relativement nombreuses.

1. M. l'Abbé Hue, *Lichens des grèves de la Moselle*, n° 20, dit que le thalle et l'épithécium deviennent d'un rouge-brique par Ca Cl.; je n'ai pu obtenir ce résultat.

Les paraphyses sont en partie rameuses et un peu articulées, renflées en bouton à l'extrémité (Pl. 16, fig. 2); les thèques sont celles du groupe; mais les spores sont caractéristiques; elles sont largement ovoïdes, à logettes petites, correspondant ou non par un tube axillaire, un peu éloignées des extrémités, tandis que dans les spores placodiomorphes du groupe, les logettes sont exactement aux extrémités; elles sont longues de 0,011-19 et larges de 0,007-9 (Pl. 16, fig. 1).

Grâce à l'obligeance de M. l'Abbé Hue, j'ai eu sous les yeux l'exemplaire de Hepp, n° 908, et celui de Lamy, n° 1149; les miens sont presque conformes.

Sur les pierres calcaires et sur le mortier des murs. Assez rare.

M.-et-M. : murs de la Chartreuse de Bosserville; murs de Brabois, près de Nancy; murs de la Malgrange; Heillecourt, sur une borne; Coyviller, sur une borne (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 472.

*3. *L. lobulata* Sommf., *Suppl.*, p. 87.

Thalle aréolé ou divisé en petits lobules et presque squamuleux, jamais radié, paraissant quelquefois avoir coulé sur le substratum, de couleur vitelline ou orangée-rouge K + rouge-sang.

Spores placodiomorphes avec tube axillaire très visible, ellipsoïdes, longues de 0,010-14 et larges de 0,005-6 (Pl. 16, fig. 4); paraphyses articulées, rameuses, renflées au sommet en une cellule arrondie de 0,007 de diamètre; spermaties longues de 0,002-3 et larges de 0,0005-7. (Voir Hue, *Lichens de Canisy*, n° 123.)

F. a).

Thalle de couleur vitelline, en partie blanchi, comme dans certaines formes du *L. callopisma*, spores du type, longues de 0,012-13 et larges de 0,006-0,0065.

F. b).

Thalle rouge de minium, spores plus étroites que dans le type, larges de 0,0043-5 (Pl. 16, fig. 5), ce qui rapproche cette forme du *L. miniatula* Nyl., *Fl.*, 1883, p. 98.

Sur le grès, sur le granit, sur les schistes et sur les murs. Assez rare.

Le type. — *Vosges* : Épinal; Dinozé (D^r Berher).

M.-et-M. : Houdemont; sur les murs du parc du château (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche, sur les rochers à l'Erbsefelsen, au Kachlerfelsen et à Haiselbourg (Abbé Kieffer).

F. a) Dussang, sur les schistes (V. et H. Claudel, Harmand).

F. b) Cheniménil, sur les murs du moulin de M^{me} Claudel (V. et H. Claudel, Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 458 bis, la *f. a)* et la *f. b)*.

4. *L. murorum* (Hoffm., *Enum.*, p. 63, *Lichen murorum*) Nyl., *Fl.*, 1883, p. 106.

Thalle jaune-vitellin ou citrin ou orangé ou couleur de minium ou rouge-brun, souvent obscurci, prûneux ou non, aréolé-verruqueux dans la partie centrale, lobé-

plissé au pourtour, à lobes linéaires, convexes, tronqués ou arrondis-crênelés à l'extrémité K + rouge-sang.

Cette description s'applique à la forme normale ; mais il n'est pas rare de rencontrer cette espèce avec un thalle presque oblitéré, présentant de rares lobules rapprochés, rayonnants. A ce propos, M. l'Abbé Hue (*Lichens de Canisy*, 2^e partie, p. 55) dit que tous les exemplaires qui présentent au moins une partie du thalle à lobes radiés à la circonférence, doivent être rapportés au *L. murorum* (Hoffm.). Il est impossible de déterminer d'une manière certaine les exemplaires où le thalle fait complètement défaut.

Apothécies à disque orangé, d'abord plan, puis convexe, à bord concolore au thalle, d'abord proéminent, puis recouvert plus ou moins complètement par le disque ; paraphyses articulées ou non, renflées à l'extrémité en un bouton terminal ayant 0,006-10 de diamètre (Hue, *l. c.*) [Pl. 15, fig. 32] ; thèques allongées, renflées au-dessus du milieu (Pl. 15, fig. 32) ; spores longues de 0,009-15 et larges de 0,004-7 (Hue) [Pl. 15, fig. 33 et 31] ; spermaties longues de 0,004-5 (Nyl.), de 0,0025-30 (Hue), et larges de 0,001 (Nyl.), 0,0005 (Hue).

V. radiata Hue, *Lichens de Canisy*, 2^e partie, p. 55.

Cette variété comprend tous les échantillons nommés autrefois *v. lobulata* et *v. obtiterata*, et qui ne peuvent pas rentrer dans le *L. lobulata* Sommf., c'est-à-dire qui présentent au moins çà et là quelques traces de lobes périphériques rayonnants. (*Vid.* Hue, *l. c.*)

Sur les pierres calcaires ou siliceuses, sur le mortier des murs et sur les tuiles. Peu commun.

Le type. — Vosges : Certilleux (D^r Berher).

M.-et-M. : Neuviller-sur-Moselle ; Chartreuse de Bosserville ; Laneuveville-devant-Nancy ; la Malgrange ; Pont-à-Mousson ; Houdemont ; au-dessus de Vandières ; Malzéville (Harmand).

Lorr. ann. : sur des barres de fer à l'entrée de Thionville et à l'entrée du château de Lagrange (Abbé Kieffer).

V. radiata Hue. — *Lorr. ann.* : Bitché (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 458, sous deux formes dont j'ai nommé l'une *v. pusilla* Mass. ; mais les spores sont celles du type ; ce que j'ai distribué sous le même numéro et nommé *v. pulvinata*, *f. cinnabartina*, appartient au *L. elegans* Nyl.

*5. *L. tegularis* (Ehrh., *Plant. crypt.*, n° 304, *Lichen tegularis*) Nyl., *Fl.*, 1883, p. 106.

Ne diffère du *L. murorum* que par ses spores plus petites, longues de 0,009-11 et larges de 0,0035-0,005 (Pl. 15, fig. 31).

Cette sous-espèce comprend en partie le *L. pusilla* des auteurs et la *v. microscopica* Hepp, *Flecht. Europ.*, 397.

Sur les pierres calcaires ou siliceuses et sur les tuiles. Peu commun.

Vosges : Épinal, roches siliceuses ; Dinozé, rochers granitiques (D^r Berher).

M.-et-M. : murs de la ferme de Drabois, près de Nancy (Harmand).

Lorr. ann. : Bitché, vallée de Schorbach, Waldeck, Cantelfelsen, Erbsenfelsen (Abbé Kieffer).

6. *L. decipiens* (Wedd., *Amph.*, p. 7, *Lecanora murorum* α *major*, f. *decipiens*) Arn., *Fl.*, 1866.

Thalle jaune vitellin ou presque orangé ou jaune-verdâtre-obscur, quelquefois cendré-bleuâtre au centre, fragmenté, subverruqueux, dans la partie centrale, à fragments irréguliers, gonflés, souvent plus ou moins sorédiés-isidiés, à lobes périphériques courts, gonflés, appliqués; K + rouge.

Apothécies manquant souvent, petites, ayant au plus 0,5 millim. de diamètre, à bord cendré, entier, légèrement pulvérulent, à disque orangé; spores longues de 0,013-16 et larges de 0,007-8 (Pl. 15, fig. 34).

Sur les pierres calcaires dures. Peu commun.

M.-et-M.: Chartreuse de Bosserville, sur des pierres taillées, fertile; la Malgrange, sur les murs du pare; Neuviller-sur-Moselle, sur les murs de la ferme; pont sur la ligne de Vézelize, près de Houdemont; Bouxières-sous-Froidmont (Harmand); Nancy (D^r Berher).

Lorr. ann.: à Boulay et à Faulquemont (Abbé Kieffer).

Alsace: Haut-Kœnigsbourg (Harmand).

Exs. Lich. Lorr. n° 460.

J'ai distribué par erreur, sous le même numéro, comme étant le *L. decipiens* v. *rudorum*, le *L. murorum*.

7. *L. cirrochroa* Ach., *Syn.*, p. 181.

Thalle jaune-orangé, carné, en rosettes plus ou moins régulières, à lobules rayonnants, gonflés-convexes, appliqués, de 1-2 millim. de longueur, à sorédiés d'un jaune citrin vif, K + rouge-sang.

Apothécies petites, à disque orangé-pâle, paraphyses rameuses, articulées, renflées en bouton à l'extrémité; spores longues de 0,015 et larges de 0,0066.

V. leprosa Lamy, *Lich. de Caut. et de Lourdes*, n° 210.

Thalle complètement sorédié, sans lobes visibles.

Sur les roches calcaires. Rare.

Le type. — *Vosges*: Villars (D^r Berher).

V. leprosa Lamy. — *M.-et-M.*: Neuviller-sur-Moselle, murs de la ferme (Harmand).

Je ne suis pas absolument certain de la variété. Ce Lichen forme de petites taches arrondies, larges au plus d'un centimètre: le thalle est aréolé, envahi presque totalement par une algue obscure-noirâtre; les bords seuls sont bien visibles; ils sont complètement sorédiés, lépreux, citrins, peut-être serait-ce une forme de *L. citrina*.

8. *L. aurantia* (Pers., *Ust. Annal.*, II, p. 14, *Lichen aurantius*) Hue, *Lichens d'Aix-les-Bains*, p. 17: *Syn.*, *L. callopisma* Ach., *L. U.*, p. 437.

Thalle étroitement appliqué, orangé, orangé-brun foncé ou jaune-orangé ou orangé-ferrugineux, ou couleur de minium, ou blanchâtre, ordinairement plus pâle et d'un beau jaune citrin ou vitellin à la circonférence, aréolé-subgranulé au centre, lobé-rayonné à la circonférence, à lobes contigus, aplatis, peu imbriqués; K + rouge-sang.

Apothécies nombreuses, réunies dans la partie centrale, pressées-anguleuses, à disque un peu concave ou plan ou subconvexe, orangé ou orangé-fauve ou brun ou noirâtre, à bord thallin concolore au thalle, toujours visible et entier ou presque entier; spores presque arrondies, subquadrangulaires, longues de 0,012-16 et larges de 0,007-12 (Pl. 15, fig. 45); paraphyses articulées, peu renflées à l'extrémité (Pl. 15, fig. 45); spermaties bacilliformes, longues de 0,0045 et larges de 0,0006-8.

F. leucothallum Malbr., *Lich. Norm.*, Suppl., p. 28.

Thalle pâle, blanchâtre, pruneux, brièvement rayonnant au pourtour, où reparait la couleur typique orangée.

Sur les roches calcaires, sur les murs et sur les tuiles. Très commun.

Le type. — *Vosges*: Rambervillers, Châtel, Dompaire (Mougeot); Neufchâteau (Harmand).

M.-et-M.: Nancy (Godron); Messein (Abbé Hue); Malzéville; Chartreuse de Bosserville; Vandières; Pont-à-Mousson; Dieulouard; Pompey; entrée des trous Sainte-Reine près de Pierre-la-Treïche; Bouxières-sous-Froidmont (Harmand).

Lorr. ann.: environs de Boulay, de Metz, de Faulquemont, de Thionville (Abbé Kieffer).

F. leucothallum Malbr. — *Vosges*: Villars (D^r Berber).

M.-et-M.: trous Sainte-Reine, près de Toul (Harmand); Messein (Abbé Hue).

Exs. Lich. Lorr., n° 469, sub *L. callopisma* Ach.

9. **L. Heppiana** (Müll. Arg., *Princip. classif. Lich. Genève*, p. 39, *Amphiloma Heppianum*) Hue, *Lichens d'Aix-les-Bains*, p. 18.

Thalle jaune-orangé ou citrin, souvent brun-obscur au centre ou blanc-pruneux, lobé-plissé à la circonférence, à lobes convexes, contigus, subimbriqués, crénelés à l'extrémité; K + rouge-sang.

Apothécies à disque orangé ou brun-ferrugineux, quelquefois d'un jaune sale obscur, à la fin convexe, quelquefois ombiliqué, à bord concolore ou plus pâle, disparaissant à la fin; spores de la forme d'un citron, subapiculées, longues de 0,010-15 et larges de 0,007-11; spermaties longues de 0,004-6 et larges de 0,0006-8 (Martindale) [Pl. 15, fig. 29].

F. aurantiaca.

Thalle orangé.

F. mesoleuca.

Thalle blanc ou blanchâtre au centre.

F. detrita Malbr., *Lich. Norm.*, Suppl., p. 28.

Thalle jaune de soufre, livide.

Sur les pierres et sur le mortier des murs. Commun.

Le type. — *Vosges* : Villars ; Épinal (D^r Berher) ; Neufchâteau (Harmand).

M.-et-M. : La Malgrange ; Vandières ; Chartreuse de Bosserville ; Bouxières-sous-Froidmont (Harmand).

Meuse : Commercy ; Pagny-la-Blanche-Côte (Harmand).

Lorr. ann. : Guénétrange ; Thionville ; Grande-Hettange (Abbé Kieffer).

F. aurantiaca. — *M.-et-M.* : La Malgrange (Harmand).

F. mesoleuca. — *M.-et-M.* : Liverdun ; couvent de Sainte-Marie, au-dessus de Vandières ; Dieulouard (Harmand),

F. detrita Malbr. — *M.-et-M.* : La Malgrange (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 471 et n° 469, sub *L. caltopisma* v. *Heppiana*.

« Cette espèce se distingue du *L. caltopisma* Ach. par les lobes de son thalle « plus convexes, moins exactement appliqués sur le substratum. » (Hue, *Lichens de Canisy*, 2^e partie, p. 56.)

10. L. teicholyta Ach., *L. U.*, p. 425.

Thalle cendré-blanchâtre ou un peu bleuâtre, en une croûte plus ou moins épaisse, inégale, granulée-pulvérolente, surtout vers le centre, lobée au pourtour, à lobes étroitement appliqués et un peu imbriqués, ou sans lobes visibles, ou en granulations plus ou moins rares, quelquefois presque nulles ; K —.

Apothécies à disque d'un beau rouge foncé, ferrugineux, plan, à bord assez épais, orangé-rouge, souvent plus ou moins couvert d'une pruine blanche ; spores longues de 0,012-18 et larges de 0,008-10 ; spermaties ellipsoïdes ou ovoïdes, longues de 0,003 (Linds.).

Sur le mortier et sur les pierres des murs. Commun, mais assez rarement fertile.

M.-et-M. : Nancy (Godron et D^r Berher) ; la Malgrange ; route de Pont-à-Mousson à Champey, sur les murs d'une ferme (Harmand).

Lorr. ann. : environs de Boulay, de Metz, de Faulquemont, de Thionville ; fructifié sur les murs des vignes à Guénétrange et à Grande-Hettange (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 477.

2. Spores simples.**11. L. fulgens** (Sw., in *N. Act. Ups.*, IV, p. 246, *Lichen fulgens*) Ach., *L. U.*, p. 437.

Thalle crustacé-membraneux, submonophylle, en rosette, lâchement appliqué, jaune-pâle ou citrin ou presque blanc, mat, souvent un peu pulvérolent, lacinié-divisé au pourtour, à lobes crénelés-lobulés, K + rouge-vineux, puis violet.

Apothécies sessiles, à disque orangé, plan ou un peu convexe, K + rouge vineux foncé, à bord propre plus pâle, entier ou sinué-crênelé ; hypothécium incolore, paraphyses simples, un peu renflées à l'extrémité (Pl. 16, fig. 6) ; thèques allongées-oblongues, régulières, spores ellipsoïdes, simples, longues de 0,007-16 et larges de 0,004-5 (Pl. 16, fig. 7) ; gélatine hyméniale I + bleu persistant ; spermaties longues de 0,003 et larges de 0,001 (Th. Fr.).

Sur les mousses recouvrant la terre calcaire ou les murs. Très rare en Lorraine, Vosges : environs de Bains. (Je ne puis me rappeler ni où ni par qui j'ai vu cette localité citée.)

Lorr. ann. : Bitche ; Moulins-lès-Metz et Thionville (Abbé Kieffer).

Exs. St. Vog.-Rhen. n° 1052 ; Lich. Lorr. n° 453.

Les exemplaires que Mougeot a distribués viennent non pas de Lorraine, mais des environs de Strasbourg.

B) Groupe du *L. cerina* Ach. (Sous-genre *Callopisma* De Not., pr. maxim. p.)

Thalle crustacé, verruqueux ou granuleux, non ou indistinctement lobé-rayonnant ; spermaties droites, arthrostérigmates.

1. Spores placodiomorphes.

a) Apothécies non noires.

α) Spores à loges écartées.

12. *L. citrina* Ach., *L. U.*, p. 402.

Thalle jaune-pâle ou vert-jaunâtre ou jaune-orangé ou cendré-verdâtre, ordinairement en croûte plus ou moins épaisse, fendue-aréolée, quelquefois réduit à des granulations éparses, à hypothalle blanc, peu visible ; K + rouge-sang.

Apothécies ne dépassant guère 1 millim. de diamètre, à disque plan, à la fin convexe, orangé ou jaune-brunâtre ou brun-rougeâtre, à bord propre souvent visible, d'apparence pulvérulente ou pulvérulente-granuleuse ; épithécium et extrémité des paraphyses K + rouge-sang ; thèques oblongues, renflées au milieu (Pl. 15, fig. 22) ; spores ellipsoïdes, longues de 0,011-14 et larges de 0,0055-0,008 (Pl. 15, fig. 21).

À la base des murs, sur le mortier et sur les pierres, sur les bornes des champs. Commun.

Vosges : Épinal ; Châtel ; Gervilleux (D^r Berher).

M.-et-M. : ferme de Brabois, près de Nancy ; la Malgrange ; Chartreuse de Boscerville ; Heillecourt ; Neuville-sur-Moselle (Harmand).

Meuse : Pagny-la-Blanche-Côte (Harmand).

Lorr. ann. : Metz ; Boulay ; Faulquemont ; Thionville (Abbé Kieffer).

Exs. St. Vog.-Rhen. n° 742 ; Lich. Lorr. n° 479.

Sous ce même n° 479, j'ai distribué le *L. phlogina*-type.

Un fait digne de remarque, c'est que les granulations thallines peuvent prendre naissance sur l'épithécium et l'envahir complètement.

J'ai trouvé les apothécies de cette espèce à disque livide, et probablement envahi par un parasite.

J'ai rencontré à Pagny-la-Blanche-Côte, dans la Meuse, ce Lichen avec un thalle membraneux, presque vert, par plaques de 1

à 1,5 millim. en diamètre, ce qui prouverait que l'état sorédié est bien un état anormal.

13. *L. incrustans* Ach., *Syn.*, p. 174.

Thalle d'un jaune de soufre pâle, crustacé-aréolé, subverruqueux, légèrement pulvérulent; K + rouge-vineux.

Mes exemplaires sont stériles. Voici la description de l'appareil reproducteur telle que la donne Lamy (*Lichens de Lourdes et de Caunterets*, n° 217) : « Apothécies très saillantes, d'un jaune plus foncé que la surface thalline, à bord épais, tantôt entier, tantôt fortement crénelé; spermaties oblongues ou subellipsoïdes, longues de 0,0020-25 et larges de 0,0005-7. »

M. l'Abbé Hue a eu la bonté de me communiquer l'exemplaire recueilli par Nylander à Gentilly, en 1883; il est conforme aux miens; M. Hue y a ajouté la mesure des spores, longues de 0,011-12 et larges de 0,008. Le bord des apothécies est remarquablement épais et subpulvérulent.

F. *depauperata*.

Thalle consistant en granulations éparses, d'un jaune pâle comme dans le type ou presque orangées, d'un diamètre de 0,3-0,4 millim. Je considère cette forme comme intermédiaire entre le *L. incrustans* et le *L. granulosa*.

Sur le mortier des murs. Très rare.

M.-et-M. : mur de la Chartreuse de Bosserville, le type et la *f. depauperata* (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 481, le type.

14. *L. aurantiaca* (Lightf., *Fl. Scot.*, II, p. 810, *Lichen aurantiacus*) Ach., *Vel. Ak. Handl.*, p. 148.

Thalle jaune-verdâtre ou cendré-blanchâtre en une croûte cartilagineuse plus ou moins luisante, granulée-verruqueuse continue ou fendillée-aréolée, quelquefois manquant complètement, K + rouge-sang dans les parties jaunes; hypothalle cendré obscur, peu visible.

Apothécies nombreuses et serrées ou rares et éparses, à disque orangé ou orangé-ferrugineux, ou rouge-brun, mat ou luisant, plan, à la fin plus ou moins convexe, à bord propre plus pâle ou subconcolore, K + rouge-sang, à bord thallin très mince disparaissant presque complètement ou persistant et granulé-crénelé; spores ellipsoïdes, longues de 0,012-21 et larges de 0,007-10 (Pl. 15, fig. 27); arthrospores rigmates; spermaties longues de 0,0025-32 et larges de 0,001.

V. *erythrella* (Ach., *Prodr.*, p. 43, *Lichen erythrellus*) Nyl., *Alger*, p. 325.

Thalle jaune-verdâtre ou ochracé ou rouge-ferrugineux, souvent obscur ou noirâtre accidentellement, parfois cendré, crevasse-aréolé; apothécies ordinairement à disque convexe, orangé-ferrugineux ou rouge-livide ou jaune presque vitellin, presque toujours dépourvues du bord thallin.

V. ochracea (Schær., *Enum.*, p. 149, *Lecidea aurantiaca* v. *ochracea*) Nyl., *Alger*, p. 325.

Thalle jaune-ochracé, très mince, continu ou finement fendillé ou presque nul; apothécies petites, 0,03-0,4 millim. de diamètre, orangées-brunâtres ou rougeâtres.

V. inalpina Ach., *L. U.*, p. 388.

Thalle cendré, aréolé.

Sur les écorces, les bois et les pierres, surtout calcaires. Assez commun.

Le type. — *M.-et-M.* : Nancy, route de Toul, sur des Peupliers; Saulxures-lès-Vannes, sur des palissades; Brabois, Brichaubeau et Renémont, près de Nancy, sur des Peupliers; Valcourt, près de Toul; chemin de Vandœuvre à Houdemont, sur des Frènes (Harmand); Nancy, sur les Ormes de la Pépinière (Godron).

Meuse : Pagny-la-Blanche-Côte, sur des clôtures en Chêne, dans la prairie (Harmand).

Lorr. ann. : sur les Pruniers et les Noyers qui bordent la route depuis Metz jusqu'aux Étangs d'une part, et jusque Hayes d'autre part; à la côte de Guénéfrange, sur des Peupliers (Abbé Kieffer).

V. erythrella (Ach.) Nyl. — *Vosges* : Bruyères (Mougeot); Épinal (D^r Berher).

M.-et-M. : Messein, près de la ferme Saint-Joseph (Abbés Hue et Harmand); à Bellefontaine, près de Nancy; Sandronviller; Gerbéviller; Vandœuvre; Saint-Max; Heillecourt; au-dessus de Vandières (Harmand).

Meuse : la Côte blanche, à Pagny-la-Blanche-Côte (Harmand).

Lorr. ann. : à l'Ochsenmühle; à la Rosselle; au Kochlerfelsen et au Falkenstein (Abbé Kieffer).

Alsace : Ballon de Guebwiller (Harmand).

V. ochracea (Schær.) Nyl. — *Meuse* : Pagny-la-Blanche-Côte (Harmand).

V. inalpina Ach. — *Vosges* : Épinal (D^r Berher); Archettes (V. et H. Gtaudel, Harmand).

Lorr. ann. : Montpelé, près d'OEutrange (Abbé Kieffer).

Exs. St. Vog.-Rhen. n° 1151, le type, sub *Lecidea aurantiaca* Ach.; *Lich. Lorr.* n° 484, le type, la *v. erythrella* et la *v. ochracea*.

J'ai distribué sous le même numéro, et comme forme athalline de la *v. erythrella* (*f. ecrustacea*), un Lichen qui appartient, je crois, au *L. lactea* Mass.

J'ai recueilli à Saint-Max, sur les murs des vignes, une forme avec des apothécies grandes, à bord assez épais, d'un beau jaune citrin et subpulvérulent; les paraphyses sont épaisses, ramcuses et à nombreux articles (Pl. 16, fig. 8).

Arnold (*Zur Lichenenflora von München*, p. 44) partage le *L. aurantiaca* en 3 espèces : 1° *Callopisma flavovirescens* Wulf., 2° *C. salicinum* Schrad., 3° *C. aurantiacum* (Lghtf.) Arn. La 1^{re} et la 3° sont renfermées dans la *v. erythrella*; la 2° correspon au type.

15. *L. cerina* (Ehrh., *Exs.* n° 216, *Lichen cerinus*) Ach., *Vel. Ak. Handl.*, p. 144.

Thalle cendré ou cendré-noirâtre, granulé ou lépreux, parfois peu visible, quelquefois assez épais et formant une croûte subaréolée; hypothalle noir-bleuâtre, K —.

Apothécies à disque plan puis convexe, couleur de cire, quelquefois très pâle, quelquefois aussi rouge ou rougeâtre, K + rouge-sang, à bord plus ou moins visible, blanchâtre ou cendré-foncé-bleuâtre, ordinairement pruineux; spores longues de 0,012-18 et larges de 0,006-9; spermaties droites, longues de 0,003 et larges de 0,0015.

V. hæmatites (Chaubard *in* Saint-Amand, *Flor. Agen.*, *Lecanora hæmatites*).

Thalle granulé-verruqueux, noirâtre-bleuâtre; apothécies à disque rouge ou rouge-brun obscur.

F. cyanolepra (DC., *Fl. Fr.*, *Patelluria cyanolepra*) Fr., *L. E.*, p. 169.

Thalle cendré-bleuâtre; apothécies à bord blanchâtre ou cendré ou noirâtre.

F. chlorina (Fw., *Lich. Sil.*, p. 126, n° 56, *Zeora cerina*, **chlorina*) Th. Fr., *L. Scand.*, p. 174.

Thalle assez épais, fendillé, cendré-obscur, un peu verdâtre, surtout à l'état frais; disque des apothécies un peu obscurci. C'est la *f. obscurata* Nyl., *Not. Sallsk.*, p. 181.

F. umbilicata.

Thalle presque nul; apothécies d'abord convexes avec un bord peu visible, puis pliées en deux et ombiliquées, paraissant tenir au substratum par un point unique.

F. hæmatitoides.

Thalle assez épais, à granulations subpulvérulentes, bleu-cendré; apothécies pétilées, à disque rougeâtre, à bord moins épais que dans la *v. hæmatites*.

Sur les écorces, où il est commun; plus rarement sur le bois et sur les murs.

Le type. — *Vosges*: Certilleux (D^r Berher); Tête-des-Cuveaux (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M.: route de Méréville (Abbé Hue); Valcourt, près de Toul; Saulxures-lès-Vannes; Heillecourt; la Malgrange; Gerbéviller; Nancy, route de Toul; Chartrouse de Bosserville (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer); Moncourt (Harmand).

v. hæmatites (Chaub.) — *Vosges*: Épinal (D^r Berher).

M.-et-M.: Barisey-la-Côte; Heillecourt; Montaigny, près de Nancy (Harmand).

Lorr. ann.: Moncourt (Abbé Nicotas).

F. cyanolepra (DC.) Fr. — *Vosges* : Épinal ; Gérardmer (D^r Berher) ; Docelles ; Tête-des-Cuveaux (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Saulxures-lès-Vaunes ; Heillecourt, la Malgrange ; Neuville-sur-Moselle (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Alsace : Wesserling (Harmand).

F. chlorina (Fw.) Th. Fr. — *Vosges* : Docelles, mur du jardin potager de M^{me} Claudel (V. et H. Claudel).

F. umbilicata. — *M.-et-M.* : Montaigu, près de Nancy, sur le bois de Saule (Harmand).

Meuse : Pagny-la-Blanche-Côte, clôtures en Chêne de la prairie (Harmand).

F. hamatoides. — *M.-et-M.* : La Malgrange, avenue de la maison de santé, sur un Érable (Harmand).

Exs. *Stimp. Vog.-Rhen.* n° 460, le type ; *Lich. Lorr.* n° 502, le type, la *f. cyanolepra* et la *f. chlorina*.

Il est possible que la *f. umbilicata* ci-dessus se rapporte à la *v. gilva* Ach., *L. U.*, p. 391.

16. *L. pyracea* (Ach., *Meth.*, p. 176, *Parmelia cerina* ζ *pyracea*) Nyl., *Scand.*, p. 145.

Thalle invisible ou en une couche très mince, cendrée ou cendrée-blanchâtre.

Apothécies ordinairement nombreuses, petites, à disque jaune-pâle ou vitellin ou orangé, d'abord plan ou un peu concave, puis convexe, à bord jaunâtre, quelquefois assez épais et très visible, mais ordinairement très mince ou invisible et à la fin refoulé ainsi que le bord propre, qui est entier et concolore ; hypothécium incolore, paraphyses irrégulières, articulées, rameuses ou non (Pl. 15, fig. 41), épithécium brunâtre, K + rouge-sang ; spores à tube axillaire visible, oblongues-ellipsoïdes ou ovoïdes, longues de 0,011-16 et larges de 0,005-8 (Pl. 15, fig. 42).

F. holocarpa (Ehrh., *Plant. crypt.*, n° 284, *Lichen holocarpus*) Nyl., *Scand.*, p. 145.

Thalle nul ; apothécies rapprochées, serrées et souvent déformées-anguleuses, orangées-rouges ou orangées-ferrugineuses.

F. picta Tayl. Mack., *Flor. hibern.*, n° 130.

Thalle nul ; apothécies très petites, d'un rouge-orangé vif. Grâce à l'obligeance de M. l'abbé Hue, j'ai pu comparer mes exemplaires avec celui de Hepp, n° 1200.

F. orbicularis Mass., *Sched.*, p. 132.

Thalle orbiculaire, visible ; apothécies nombreuses, rapprochées.

F. xanthopis Nyl., *Fl.*, 1881, p. 453.

Apothécies vitellines, spores longues de 0,016-20 et larges de 0,006-9 (Pl. 15, fig. 43), à loges rapprochées.

Sur les murs, sur les bois, sur les tuiles et sur les pierres. Commun.

Le type corticole ou lignicole. — *Vosges* : Châtel; Épinal (Dr Berher); Docelles (V. et H. Claudel).

M.-et-M. : La Malgrange; Valcourt, près de Toul; Houdemont; Renémont; Pont-Saint-Vincent; Nancy, route de Toul; Laneuveville-devant-Nancy; Saulxures-lès-Vannes; Chartreuse de Bosserville; Ceintrey (Harmand).

Meuse : Traveron (Harmand).

Lorr. ann. : Bitché (Abbé Kieffer).

Le type saxicole. — *Vosges* : Neufchâteau; Bussang (Harmand).

M.-et-M. : Pont-Saint-Vincent (Abbés Hue et Harmand); Fléville; Messein; Saulxerotte (Harmand).

F. holocarpa (Ehrh.) Nyl. — *Vosges* : Docelles (V. et H. Claudel).

M.-et-M. : Jarville; la Malgrange (Harmand).

F. picta Tayl. — *Vosges* : Thaon (H. Claudel; Neufchâteau (Harmand).

M.-et-M. : Pont-Saint-Vincent, à la Côte Sainte-Barbe; Messein (Abbé Hue); Essey-la-Côte; Heillecourt; Benney; Neuville-sur-Moselle; plateau de Malzéville; Pierre-la-Treiche; Vandœuvre; la Malgrange; route de Toul, près des Daraques; Houdemont; Gerbéviller; Audun-le-Roman; Art-sur-Meurthe (Harmand).

F. orbicularis Mass. — *M.-et-M.* : Nancy, suivant la route de Toul; Barisey-la-Côte (Harmand).

F. xanthopis Nyl. — *M.-et-M.* : Pont-Saint-Vincent, près du fort (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1150, le type corticole; *Lich.-Lorr.* n° 507, le type corticole, le type saxicole, la *f. holocarpa*, la *f. picta*.

J'ai distribué sous le même n° 507, comme étant une forme particulière du *L. pyracea*, un Lichen recueilli sur les tuiles de la Malgrange, avec des apothécies assez grandes, orangé vif, et des spores un peu plus larges que dans le type, muni d'un thalle jaunâtre, visible surtout à l'état humide; tout bien considéré, c'est plutôt un *L. aurantiaca*, v. *erythrella*, diminué.

La *f. pyrithroma* Ach., *L. U.*, p. 106, est le *L. pyracea* calcicole; elle diffère très peu de la *f. picta*.

La *f. xanthopis* Nyl. paraît se confondre avec la *f. aestimabilis* Arn. du *L. lactea* Mass.

17. *L. phlogina* (Ach., *Meth.*, p. 180, *Lecanora citrina* v. *phlogina*) Nyl., *L. P.*, 121.

Thalle jaune-pâle, pulvérulent, en une croûte très mince, ou par plaques irrégulières, séparées, K — ou un peu rougeâtre. (Voir les gonidies, pl. 15, fig. 24.)

Apothécies à disque orangé ou orangé-brunâtre K + rouge-sang, plan, à bord un peu plus pâle presque toujours visible; spores longues de 0,013 et larges de 0,006.

Sur les écorces. Assez commun.

Vosges : Épinal (Dr Berher).

M.-et-M. : Sandronviller ; Saulxures-lès-Vannes : Chartreuse de Bosserville ; avenue de la Malgrange ; Coyviller ; route de Pont-à-Mousson à Dieulouard ; Montaignu, près de Nancy (Harmand).

Meuse : Pagny-la-Blanche-Côte ; Traveron (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 513, une f. à thalle presque nul et n° 479, le type, sub *L. citrina*, f. *corticola*.

C'est à tort qu'on a confondu cette espèce avec le *L. citrina*.

18. *L. ferruginea* (Huds., *Fl. Angl.*, 2, p. 526, *Lichen ferrugineus*) Nyl., *Prodr.*, p. 76.

Thalle cendré ou cendré-foncé ou cendré-blanchâtre, ordinairement peu épais, parfois presque nul, parfois aussi dominé par l'hypothalle qui donne à la croûte une couleur foncée-bleuâtre, rugueux, granuleux ou subverruqueux, continu ou aréolé, à hypothalle bleuâtre, K —.

Apothécies de différentes grandeurs, à la fin anguleuses, difformes, à disque plan ou convexe, quelquefois rugueux-granulé, couleur de safran ferrugineux ou rouge-orangé, devenant quelquefois brun ou brun-noirâtre ou noir ou livide ou livide-orangé, à bord propre ordinairement persistant, souvent luisant, quelquefois subgranulé, assez souvent entouré d'un bord thallin plus ou moins visible, K + rouge-sang ; hypothécium incolore ; au-dessous de l'épithécium les gonidies sont tantôt rares et par glomérules épars, tantôt abondantes et en couche plus ou moins continue et plus ou moins épaisse, épithécium épais, granuleux ; paraphyses articulées, noueuses, un peu renflées à l'extrémité (Pl. 16, fig. 12) ; spores ellipsoïdes, quelquefois ovoïdes, de grandeur et de forme variables dans la même apothécie, longues de 0,010-17 et larges de 0,006-9 ; spermaties droites, longues de 0,0025-0,003 et larges de 0,0015.

F. lignicola.

Sur les palissades ou sur les troncs d'arbres dénudés.

F. lecanorina.

Apothécies bordées visiblement par le thalle surtout dans leur jeunesse.

F. athallina.

Thalle nul ou presque nul, l'hypothalle lui-même ne paraissant pas.

F. hypothallina.

Thalle très mince, dominé par l'hypothalle.

F. subflavens, Lamy, *Lich. M^t-Dore*, p. 61.

Thalle mince, granulé, jaunâtre.

V. festiva (Fr., *L. E.*, p. 172, *Parmelia ferruginea* γ *festiva*).

Le type saxicole à thalle cendré ou cendré-blanchâtre, ordinairement peu développé ou presque nul ou presque réduit à l'hypothalle.

Sur les écorces, sur les bois, sur les pierres. Assez commun.

Le type, qui n'est autre chose que la *V. genuina* (Körb., *Syst.*, p. 184, *Blasenia ferruginea* α *genuina*). — Vosges : Docelles, au Haut-du-Bois et près du village, sur un Peuplier; Bussang, sur des Frênes (V. et H. Claudel, Harmand); Gérardmer, sur un Cerisier (D^r Berher).

M.-et-M. : route d'Azélot, sur un Peuplier (Abbé Hue); Thiancourt; Saulxures-lès-Vannes; Valcourt, près de Toul; Neuville-sur-Moselle, sur un Cerisier, ainsi que dans les localités précédentes; Heillecourt, sur un Charme; ferme de Brabois, près de Nancy, sur un Frêne; Montaigu, près de Nancy, sur un Saule; Sandronviller, sur un Peuplier; la Malgrange, sur un Vernis de Chine; Chartreuse de Besserville et moulin de Xures, sur un Peuplier; Vandœuvre, sur un Noyer (Harmand).

F. lignicola. — *M.-et-M.* : Gerbéviller; Saulxures-lès-Vannes; parc de la Malgrange (Harmand).

Lorr. ann. : Moncourt; Moyenvic (Harmand).

F. lecanorina. — Vosges : Épinal (D^r Berher).

M.-et-M. : Ferme de Brabois, près de Nancy, sur un Bouleau; Gerbéviller, sur un Prunier; Saulxures-lès-Vannes, sur un Noyer (Harmand).

Lorr. ann. : Moyenvic, sur un Cerisier (Harmand); Moncourt (Abbé Nicolas).

F. alhallina. — *M.-et-M.* : Saulxures-lès-Vannes, sur un Érable champêtre, dans la forêt (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

F. hypothallina. — Vosges : Docelles, au Haut-du-Bois; Tête-des-Cuveaux (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Saulxerotte, sur un Hêtre, au bord du bois (Harmand).

F. subflavens Lamy. — *M.-et-M.* : Essey-la-Côte, sur le *Prunus spinosa*; bois du parc de la Malgrange; Saulxures-lès-Vannes (Harmand).

Lorr. ann. : Moncourt (Harmand).

Exs. *Sl. Vog.-Rhen.* n° 1055, sub *Lecidea cinereofusca* Ach.; *Lich. Lorr.*, n° 487, le type.

Je signale en outre :

1° Une forme probablement accidentelle, à apothécies livides, avec des taches orangées ou ferrugineuses; elle vient de Pouxes (Vosges);

2° Une forme à thalle cendré très mince, continu, finement granulé, à apothécies très petites, ne dépassant pas 0,35 millim. en diamètre, d'abord cupuliformes, à bord plus foncé que le disque, ce qui est extraordinaire; paraphyses très grêles, un peu articulées, presque égales sur toute leur longueur (Pl. 16, fig. 10); spores subovoïdes, à logettes petites, placées tout à fait aux extrémités, longues de 0,0135 et larges de 0,008 (Pl. 16, fig. 11). Cette forme a été recueillie à Bitche, sur de vieilles écorces, par M. l'Abbé Kieffer.

*19. *L. leucoræa* (Ach., *L. U.*, p. 198, *Lecidea fusco-lutea* v. *leucoræa*) Nyl., *Scand.*, p. 146.

Thalle blanchâtre, en une couche granuleuse ou subgranuleuse K —. Apothécies petites, n'atteignant pas 1 millim. en diamètre, bientôt convexes-semiglobuleuses, d'un rouge ferrugineux plus ou moins obscur, à surface subpulvérulente K + rouge-sang; spores longues de 0,012-18 et larges de 0,008-13.

Sur les mousses. Très rare en Lorraine.

Exs. *Lich. Lorr.* n° 487, sub *L. ferruginea* v. *musciicola* Schær.

Mougeot dit avoir rencontré cette espèce à Bruyères; il en fait mention dans son *Tableau des Plantes qui croissent spontanément dans le département des Vosges*, p. 429, sub *Lecidea ferruginea* Schær. v. *sinapisperma* DC.; ni mes amis ni moi ne l'avons jamais trouvée; je l'ai distribuée venant du Righi et recueillie par M. l'Abbé Mougenot et moi. Pour ne rien omettre, je dois dire que j'ai vu dans des herbiers lorrains des exemplaires nommés *Lecanora sinapisperma* DC.; mais c'était tout autre chose. Les lichénologues qui veulent se passer du microscope tombent inévitablement dans les plus grossières erreurs.

*20. *L. cæsiarufa* Ach., *Prodr.*, p. 45.

Thalle cendré-blanchâtre ou cendré ou noir-brun ou presque noir, en une croûte granulée, aréolée ou en glomérules disséminés.

Apothécies à bord orangé-écarlate, à disque plus foncé, ferrugineux, à la fin brun-ferrugineux plus ou moins obscur; hypothécium reposant sur une couche épaisse de gonidies quelquefois visible à la loupe; spores longues de 0,0123-0,023, et larges de 0,0056-0,008.

Sur les grès. Assez rare.

Vosges : Épinal (Dr Berher).

Lor. ann. : Bitche, au Hundskopf et au Grand-Otterbiel (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 493.

M. l'Abbé Hue, *Add.*, n° 491, dit de cette espèce : « Distinguitur a *L. ferruginea* hypothecio alio »; il m'a été impossible de constater cette différence, à moins, peut-être, que, par hypothécium, il ne faille entendre la couche gonidiale qui est sous-jacente.

*21. *L. lamprocheila* (DC., *Fl. Fr.*, II, p. 357, *Patellaria lamprocheila*) Nyl. apud Lamy, *Catal. Lich. M-Dore*, n° 234.

Thalle noirâtre et mince ou rare, du moins dans les exemplaires que j'ai vus.

Apothécies ressemblant tantôt à celles du *L. ferruginea*, tantôt à celles du *L. cæsiarufa*; spores plus étroites que dans ces deux espèces; c'est le seul signe

caractéristique que l'on puisse signaler; spores longues de 0,014-17 et larges de 0,004-7 (Pl. 16, fig. 13).

Sur les schistes.

Je n'ai vu, de Lorraine, aucun exemplaire bien typique de cette espèce; le seul échantillon qui paraît s'en rapprocher vient de Bitche; les spores sont longues de 0,014 et larges de 0,006 (Pl. 16, fig. 14); elles peuvent appartenir aussi à la *f. festivella* Nyl.

§) Spores à loges rapprochées (*Gyalolechia* Mass. Ric., p. 17).

22. *L. lactea* Mass.; Arn., *Jura*, n° 132.

Thalle très mince, blanc, farineux, souvent nul, K —.

Apothécies orangées-ochracées, parfois vitellines; spores longues de 0,016-18 et larges de 0,06-7 (Pl. 15, fig. 43).

Var. *ecrustacea*.

Thalle nul; apothécies disséminées, ochracées.

F. æstimabilis Arn., *Jura*, n° 132.

Apothécies vitellines; thalle nul.

Sur les pierres, surtout des terrains calcaires. Le type est rare, ainsi que la *f. æstimabilis*; la var. *ecrustacea* est assez commune.

Le type. — *M.-et-M.*: Saulxerotte, vieilles carrières (Harmand).

Var. ecrustacea. — *Vosges*: Épinal (D^r Berher).

M.-et-M.: Plateau de Malzéville (D^r Berher); Sandronviller; Audun-le-Romans; Nancy, route de Toul; Saulxures-lès-Vannes; Coyviller; Vandœuvre; Pont-à-Mousson; au-dessus de Vandières; ferme de Beauregard, près de Nancy; plateau de Pont-Saint-Vincent; Houdemont; Pierre-la-Treiche; la Malgrange; Heillecourt (Harmand).

Meuse: Pagny-la-Blanche-Côte (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

F. æstimabilis Arn. — Pont-Saint-Vincent, près du fort (Harmand).

Exs. Lich. Lorr. n° 484, la *f. ecrustacea*, sub *L. aurantiaca* var. *erythrella*, *f. ecrustacea*.

§) Apothécies noires.

23. *L. variabilis* (Pers. in *Ust. Ann.*, p. 26, *Lichen variabilis*) Ach., *L. U.*, p. 369.

Thalle en une croûte aréolée ou subcontinue subeffigurée ou non au pourtour, cendrée ou brunâtre ou noirâtre, K —; hypothalle noir.

Apothécies d'abord innées, comme dans l'*aspicilia calcarea*, ou simplement sessiles, à disque plus ou moins convexe, noir ou brun foncé, nu ou glauque-pruineux, à bord blanc ou blanchâtre, entier ou finement crénelé, épithécium ochracé-verdâtre, ne devenant pas violet par K, contrairement à ce que dit Th.

Fr., *L. Scand.*, p. 173, et après lui d'autres auteurs; paraphyses complètement hyalines, articulées, peu renflées à l'extrémité (Pl. 15, fig. 37); spores longues de 0,012-17 et larges de 0,007-9 (Pl. 15, fig. 37); spermaties oblongues ou subellipsoïdes, très petites.

Sur les pierres calcaires et sur le mortier des murs. Commun.

Vosges : Neufchâteau, suivant la route d'Épinal (Harmand).

M.-et-M. : Houdemont (Abbés Hue et Harmand); Nancy (D^r Berher); la Malgrange; Malzéville; Messcin; Chartreuse de Bosserville; Saulxerotte; Neuvillers-sur-Moselle; Heillecourt; ferme de Beauregard, près de Nancy; Bouxières-sous-Froidmont; au-dessus de Vandières (Harmand).

Meuse : Commercy (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 578.

3. Spores simples.

24. *L. rupestris* Scop., *Fl. Carn.*, II, p. 364.

Thalle en une croûte tantôt mince ou confondue avec la pierre et de couleur blanchâtre ou cendrée, tantôt plus épaisse et de couleur vert-olive-obscur K —.

Apothécies biatorines, appliquées ou enfoncées dans la pierre, à disque orangé ou brun, testacé ou brun-obscur, quelquefois presque noir, convexe, sans bord, parfois tuberculeux, K + rouge-sang; hypothécium incolore ou légèrement verdâtre, paraphyses hyalines non ou peu articulées; spores ellipsoïdes, longues de 0,010-16 et larges de 0,006-8 (Pl. 15, fig. 40); spermogonies à arthrostérigmates, spermaties cylindriques, longues de 0,005-6 et larges de 0,001 (Nyl. Scand.).

V. calva (Dicks., *Crypt.*, II, 18, t. 6, f. 4, *Lichen calvus*) Schær., *Enum.*, p. 46.

Apothécies très convexes.

V. rufescens (Hoffm., *Pl. Lich.*, 1, 80, t. 17, f. 1, *Verrucaria rufescens*) Schær., *Enum.*, p. 146.

Thalle cendré-obscur, ou vert-olivâtre-obscur, finement aréolé.

V. incrustans (DC., *Fl. Fr.*, II, 361, *Patellaria incrustans*) Schær., *Enum.*, p. 146.

Apothécies petites, enfoncées dans la pierre, à disque ordinairement orangé.

Sur les pierres, surtout sur les pierres calcaires. Commun.

V. calva (Dicks.) Schær. — *Vosges* : Épinal, au Saut-le-Gerf; Châtel; Certilleux (D^r Berher).

M.-et-M. : sur la côte Barine, près de Toul (Abbé Hue); grotte de Saint-Amon, bois de Favières; Saulxerotte; Houdemont; Vandœuvre; Fléville; Housselmont; Pierre-la-Treiche; au-dessus de Chavigny; Fonds-de-Toul (Harmand).

Meuse : Commercy (Abbés Mougnot et Harmand); Pagny-la-Blanche-Côte (Harmand).

V. rufescens (Hoffm.) Schær. — *Vosges* : Épinal, au Saut-le-Gerf (D^r Berher).

M.-et-M. : La Malgrange ; Art-sur-Meurthe ; Messein ; Chartreuse de Bosserville ; Belle-Fontaine, près de Nancy ; Audun-le-Roman (Harmand).

Meuse : Commercy (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

V. incrustans (DC.) Schær. — *M.-et-M.* : Ludres (Abbé Hue) ; murs de la ferme de Beauregard, près de Nancy ; au-dessus de Vandières ; la Malgrange ; Fonds-de-Toul (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 944, *v. calva* et *v. incrustans* ; *Lich. Lorr.* n° 510, *v. rufescens*, sub *L. irrubata* Nyl.¹ et n° 512, la *v. calva* et la *v. incrustans*, sub *L. calva* Nyl.

C) Sous-genre *Candelaria* Nyl.

Thalle jaune, insensible à K ; stérigmates longs, simples.

25. *L. vitellina* (Ehr., exs., n° 155, *Lichen vitellinus*) Nyl., *Lapp. or.*, p. 130.

Thalle répandu, jaune-vitellin, en granulations parfois subsquamuleuses, plus ou moins serrées, quelquefois très rares, souvent fendillé-aréolé, K —.

Apothécies sessiles, à disque d'abord plan, puis convexe ou subconvexe, jaune-vitellin ou livide ou noirâtre, K — ou + rouge-vineux, à bord toujours visible dans la plupart des formes, concolore au thalle, régulier ou sinué, entier ou granulé-crénéolé, quelquefois disparaissant à la fin ; épithécium granulé, paraphyses un peu renflées vers l'extrémité (Pl. 15, fig. 26) ; thèques enflées, claviformes (Pl. 15, fig. 26) ; spores hyalines, au nombre de 24-32 dans chaque thèque, à la fin placodimorphes, les logettes ne communiquant pas par un tube axillaire (Pl. 15, fig. 26), longues de 0,008-14 et larges de 0,004-6 ; stérigmates simples ; spermatis droites (Nyl.).

F. a).

Granulations thallines de différentes dimensions, généralement petites, quelquefois éparses, ordinairement rapprochées, serrées ; apothécies petites, à bord ordinairement crénéolé, disparaissant à la fin ; spores petites et nombreuses, longues de 0,010-11 et larges de 0,004. Diffère peu du type et tend au *L. xanthostigma*.

F. b).

Thalle presque nul.

F. *arcuata* Hoffm.

Granulations ordinairement grosses, subverruqueuses ou subsquamuleuses, rapprochées en une croûte fendillée-aréolée ; apothécies ordinairement grandes, nom-

1. La *v. irrubata* Ach., d'après l'herbier de cet auteur, a le thalle plus épais ; mais Acharius *Syn.*, p. 40, comprend évidemment dans son *L. irrubata* la *f. rufescens* Hoffm.

breuses, à la fin très irrégulières, à bord sinué-plissé, granulé, à disque d'un fauve sale. Lorsque les apothécies sont concolores ou subconcolores au thalle, c'est la *f. coruscans* Ach. ; mais elle mérite à peine d'être signalée. La *f. arcuata* est quelquefois presque dépourvue de thalle ; alors chaque granulation donne naissance à une apothécie. Cette forme se rencontre encore avec des apothécies brunes, luisantes.

Sur les écorces, sur les bois et sur les pierres. Commun.

Le type. — Vosges : Épinal (D^r Berher) ; Viramont (V. et H. Claudel) ; Saint-Dié (Harmand).

M.-et-M. : Vandœuvre ; Houdemont ; Fléville ; Neuville-sur-Moselle (Harmand).

Meuse : Prairie de Pagny-la-Blanche-Côte, sur des clôtures en Chêne (Harmand).

Lorr. ann. : sur des barres de fer au château de Lagrange et à l'entrée de Thionville (Abbé Kieffer).

F. a) Renémont, près de Nancy, sur l'écorce de *Salix alba* (Harmand).

F. b) La Malgrange, sur des lattes en Sapin (Harmand).

F. arcuata Hoffm. — Vosges : Docelles ; Cheniménil (V. et H. Claudel, Harmand) ; Archettes (V. Claudel, Harmand) ; Gérardmer ; Épinal (D^r Berher) ; au Hohneck ; Vagney (Harmand).

M.-et-M. : La Malgrange ; Jarville (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 741, le type ; *Lich. Lorr.* n° 526, le type, la *f. arcuata* avec la *f. coruscans*, la *f. a)*.

On rencontre quelquefois sur les apothécies de cette espèce le parasite *Lecidea vitellinaria* Nyl.

*26. *L. xanthostigma* (Pers., in *Ach. Univ.*, p. 403, *Lichen xanthostigma*) Nyl., *Lapp. or.*, p. 130.

Thalle jaune-vitellin, sublépreux ou à granulations très petites, ordinairement éparses, pulvérulentes ou non ; K —.

Spores petites, simples ou unicloisonnées, longues de 0,010 et larges de 0,004 (Pl. 15, fig. 49).

Sur les écorces et sur les bois. Peu commun.

Vosges : Épinal (D^r Berher).

M.-et-M. : Valcourt, près de Toul ; Neuville-sur-Moselle ; Maxéville ; chemin de Vandœuvre à Houdemont (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 531.

J'ai déjà fait remarquer que ma *f. a* du *L. vitellina* tend au *L. xanthostigma*.

27. *L. epixantha* (Ach., *Syn.*, p. 48, *Lecidea epixantha*) Nyl., *Lapp. or.*, p. 127.

Thalle jaune-citrin ou jaune verdâtre, granulé, souvent nul, K —.

Apothécies à bord entier ou crénelé, d'abord visible puis, à la fin, refoulé, à disque jaune pâle ou citrin, à la fin un peu convexe ; paraphyses très peu renflées à l'extrémité, à articulations peu visibles (Pl. 16, fig. 16) ; thèques ellipsoïdes

(Pl. 16, fig. 15); spores, 8 ou moins, allongées, simples ou ordinairement à deux logettes très rapprochées, longues de 0,014-16-21 et larges de 0,005-7 (Pl. 16, fig. 17).

Sur les pierres, plus rarement sur les bois et sur les écorces. Peu commun.

Vosges : Saint-Dié; Neufchâteau (Harmand).

M.-et-M. : Laneuveville-devant-Nancy; la Malgrange; Maxéville; Houdemont; Benney; Chartreuse de Bosserville; Audun-le-Roman; Vandœuvre; Valcourt, près de Toul (Harmand); Chavigny (Abbé Hue).

Meuse : Commercy (Harmand).

Alsace : En montant au Haut-Kœnigsbourg (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 529.

28. *L. subdeflexa* Nyl., *Fl.*, 1879, p. 355.

Thalle cendré-blanchâtre, granuleux, un peu pulvérulent, paraissant surtout sur le bord des jeunes apothécies, où il est pulvérulent, K —.

Apothécies à disque jaune pâle, peu convexe, à bord presque visible, thèques oblongues (pl. 16, fig. 19), épithécium granuleux, jaune-brun, hypothécium incolore; spores 8 ou moins dans chaque thèque, oblongues, à deux logettes très rapprochées, longues de 0,015 et larges de 0,005 (Pl. 16, fig. 18).

Sur les pierres calcaires. Rare.

Vosges : Neufchâteau (Harmand).

29. *L. medians* Nyl., *Fl.*, 1881, p. 454.

Thalle épais, boursoufflé, ordinairement granulé-aréolé, cendré dans la partie centrale, lobé, jaunâtre ou jaune d'or au pourtour, plus ou moins sorédié, K —. A l'ombre, le thalle est presque complètement cendré.

Apothécies à disque plan ou peu convexe, jaune plus ou moins orangé, à bord ordinairement crénelé; paraphyses épaisses, terminées par un bouton, articulées, quelques-unes un peu rameuses (Pl. 16, fig. 20), spores simples ou à deux logettes plus ou moins rapprochées, longues de 0,012-14 et larges de 0,004-0,0065 (Pl. 16, fig. 21).

Sur les pierres calcaires et sur les grès, rarement sur les écorces et sur les bois. Assez commun.

Vosges : Châtel, sur un Peuplier (D^r Berher).

M.-et-M. : Heillecourt, sur une borne et sur un mur; Chartreuse de Bosserville, sur un mur et sur des pierres taillées; la Malgrange, sur une borne et sur des pierres taillées (Harmand).

Lorr. ann. : Murs de l'église de Schorbach; roches de Falkenstein, de Waldeck; fertile à Ramsteinbourg et sur murs et pierres calcaires à Boulay, Thionville et Moulins-lès-Metz; stérile, sur des barres de fer, à l'entrée de Thionville (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 528.

30. *L. iacinosa* (Duf.) Nyl., *Fl.*, 1881, p. 454.

Thalle d'un beau jaune-citrin, finement et élégamment lacinié-crénelé, à divisions ordinairement dressées, munies en dessous de rhizines blanches, quelquefois appli-

quées et boursouffées; le bord des divisions est souvent granulé, et parfois le thalle tout entier paraît être granulé-subsorédié, K —.

Apothécies à disque couleur d'ambre, plan, à bord plus pâle, entier ou crénelé ou même sublobulé, paraphyses articulées, renflées à l'extrémité et terminées par un bouton allongé; spores très nombreuses, petites, ovoïdes, longues de 0,008-9 et larges de 0,0045-0,005 (Pl. 16, fig. 22).

F. granulosa.

Thalle abondamment granulé-subsorédié.

F. adpressa.

Thalle plus épais, plus appliqué.

Sur les écorces et sur le bois, principalement le long des routes. Commun, mais assez rarement fructifié.

Le type. — Vosges : Épinal (Dr Berher).

M.-et-M. : Benney, sur un Peuplier (Abbé Mougenot); Saulxures-lès-Vannes, sur un Cerisier; Nancy, route de Toul, sur des Peupliers et sur des Ormes; Valcourt, près de Toul; la Malgrange, sur un Acacia; Houdemont, sur un Peuplier; Pont-à-Mousson, sur un Orme; Bouxières-sous-Froidmont, sur des Peupliers (Harmand).

F. granulosa. — *M.-et-M.* : Richardménil, sur un Chêne (Abbé Hue); Heillecourt, sur un Peuplier; Nancy, route de Vézelize, sur un Frêne; la Malgrange, sur un Poirier (Harmand).

F. adpressa. — Vosges : Bois de Charmois, sur des jongermannes (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 743 a), la *f. granulosa*; *Lich. Lorr.* n° 530, le type mêlé à la *f. granulosa*.

Il est à remarquer : 1° que le thalle de cette espèce varie comme celui du *Physcia lychnea*; 2° que, dans le cas où le thalle est peu développé, stérile et presque entièrement granulé, il est très difficile de distinguer le *L. laciniosa* du *L. xanthostigma*.

D) Groupe du *Lecanora sophodes* Ach. (Sous-genre *Rinodina* Ach., *L. U.*, p. 334.)

Spermaties petites, droites, arthrostérigmates; spores brunes.

31. *L. Hueiana*.

Thalle par verrues ou fragments dispersés, larges tout au plus d'un millimètre, lisses ou sorédiés, la plupart fertiles, d'un beau jaune citrin, K —.

Apothécies pouvant atteindre 1-2 millim. de diamètre, à bord concolore au thalle, élevé, à la fin inégal, crénelé, persistant, à disque brun plus ou moins foncé; épithécium brun, hypothécium incolore, paraphyses lâchement soudées, thèques largement ovoïdes; spores 8 dans chaque thèque, d'abord presque hyalines, puis brunes, un peu fuligineuses, uniseptées, longues de 0,015-20 et larges de 0,008-9 (Pl. 16, fig. 23).

Parasite sur le thalle vieux du *Parmelia saxatilis*. Très rare.

Vosges : En montant au Ballon d'Alsace depuis Saint-Maurice, sur un Bouleau (Harmand).

32. *L. archæa* Ach., *L. U.*, p. 357.

Thalle brun ou brun-noirâtre, peu développé, irrégulièrement granulé ou subquamuleux.

Apothécies petites, 0,04 millim. de diamètre, à bord thallin persistant et entier; paraphyses terminées par un petit bouton noirci à l'extrémité (Pl. 16, fig. 27); épithécium brun, hypothécium incolore; spores grandes, brun foncé, à une cloison et à deux noyaux dans chaque loge, longues de 0,030-35 et larges de 0,010-11 (Pl. 16, fig. 26).

Sur les écorces et sur les bois. Très rare.

Vosges : La Schlucht, sur une vieille souche de Hêtre (Harmand).

Par le bord uni des apothécies, ce lichen se rapproche du *L. turfacea* (Whlnb.) Ach.

33. *L. milvina* (Whlnb. in Ach., *Meth. Suppl.*, p. 34, *Parmelia milvina*) Ach., *Vel. Ak. Handl.*, p. 71.

Thalle brun obscur, irrégulièrement granulé-verruqueux, K —.

Apothécies saillantes, ne dépassant pas 0,5 millim. en diamètre, à bord thallin assez épais, entier, à disque noirâtre-brunâtre; épithécium brun, hypothécium incolore; spores brunes, unicloisonnées, longues de 0,0235-0,0265 et larges de 0,008-11 (Pl. 16, fig. 24).

Sur les pierres siliceuses. Rare.

Vosges : Cheniménil, sur des blocs de granit baignés par la Vologne (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Essey-la-Côte, terrain volcanique (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche, sur les tuiles (Abbé Kieffer).

Exs. Lich. Lorr. n° 545.

34. *L. sopherodes* Ach., *L. U.*, p. 37 a).

Thalle brun, irrégulièrement granulé-verruqueux-subquamuleux, K —.

Apothécies atteignant au plus 0,5 millim. en diamètre, à bord thallin lisse, entier, persistant, à disque noir, paraphyses brunes à l'extrémité, hypothécium incolore; spores brunes, unicloisonnées, longues de 0,013-17 et larges de 0,007-0,0095 (Pl. 16, fig. 25).

V. submilvina Nyl., *Scand.*, p. 149.

Thalle brun obscur.

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

35. *L. exigua* (Ach., *Prodr.*, p. 69, *Lichen exiguus*) Nyl., *Fl.*, 1874, p. 307.

Thalle peu développé, quelquefois presque nul, cendré-obscur, ou noirâtre, ou verdâtre, ou brunâtre, inégalement granulé-aréolé, K — ou peu de chose.

Apothécies larges au plus de 0,5 millim., à bord thallin refoulé à la fin et à disque d'abord plan puis convexe: épithécium brun, hypothécium incolore; spores brunes unicloisonnées, longues de 0,0116-0,017-21 et larges de 0,0075-0,013 (Pl. 16, fig. 28). On rencontre souvent dans cette espèce des spores altérées, de plus grande dimension, libres ou soudées entre elles (Pl. 16, fig. 29).

V. pyrina (Ach., *Meth.*, p. 156, *Parmelia sophodes*, v. *pyrina*) Th. Fr., *Lich. Scand.*, p. 201, non Arn., *Jura*, n° 169.

Thalle K + un peu jaune.

V. demissa (Kærnb., *Syst.*, p. 124, *Rinodina metabolica* β *demissa*) Th. Fr., *Arct.*, p. 129.

Hypothalle ordinairement invisible ou peu visible.

V. lecideina Nyl. in *Herb.*; *Mus. Fenn.*, p. 87.

Thalle invisible.

Sur les pierres, sur les écorces et sur les bois. La *v. pyrina* habite de préférence sur les écorces et sur les bois. Commun.

V. pyrina (Ach.) Th. Fr. — *M.-et-M.*: Richardménéil, sur les tuiles du presbytère (Abbé Hue); Messein, sur les cailloux du bord de la Moselle (Abbés Hue et Harmand); Chartreuse de Bosserville, sur les tuiles et sur les murs; la Malgrange, sur les tuiles; Neuviller-sur-Moselle, sur les murs de la ferme; Maxéville, sur les laitiers des hauts fourneaux (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

V. pyrina (Ach.) Th. Fr. — *Vosges*: Épinal, sur les Ormes (D^r Berher); Duclles, sur des cloisons en Sapin (V. et H. Claudel, Harmand); Bussang, sur des Frênes (Harmand).

M.-et-M.: La Malgrange, sur des lattes en sapin; Chartreuse de Bosserville, sur un Peuplier et sur la barque du passage; Gerbéviller, sur des perches à houblon (Harmand).

V. lecideina Nyl. — *Vosges*: Mugeot.

M.-et-M.: Renémont, près de Nancy, sur un Peuplier (Harmand).

Exs. St. Vog.-Rhen. n° 1331, la *v. lecideina*, sub *L. lævigata* Ach.; *Lich. Lorr.* n° 537, la *v. demissa* et la *v. pyrina*.

36. **L. roboris** Duf.; Nyl., *Fl.*, 1869, p. 412.

Thalle blanc ou cendré-blanchâtre, assez développé, contigu ou aréolé-granulé, K + jaune.

Apothécies à bord thallin persistant; paraphyses, lâchement soudées, noircies à l'extrémité (Pl. 16, fig. 31); hypothécium incolore; spores comme dans le *L. exigua* (Pl. 16, fig. 30), longues de 0,0135-0,023 et larges de 0,006-11.

Sur les écorces. Assez rare.

Vosges: Sans indication de localité, sur l'écorce d'un arbre vert (D^r Berher).

M.-et-M.: Sandronvillers, sur un Tilleul du château (Harmand).

Lorr. ann.: A la Rosselle, sur des Tilleuls (Abbé Kieffer).

37. *L. confragosa* (Ach., *Meth. Suppl.*, p. 33, *Parmelia confragosa*) Nyl., *Fl.*, 1870, p. 38.

Thalle blanchâtre, granulé-subsquamuleux ou presque uni, aréolé, K + jaune Ca Cl. —.

Apothécies saillantes ou étroitement appliquées, à bord thallin persistant, à disque noir, à la fin convexe; épithécium brun, hypothécium incolore; paraphyses assez lâchement unies, noircies à l'extrémité; spores brunes, unicloisonnées, longues de 0,020 et larges de 0,0085 (Pl. 16, fig. 33).

Sur les roches siliceuses. Peu commun.

Vosges : Saint-Dié (Harmand); Jarménil (V. et H. Claudel, Harmand).

Lorr. ann. : Sur les rochers de Hundskopf, Waldeck, Cantelfelsen, Erbsenfelsen (Abbé Kieffer).

Alsace : Wesserling (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 542.

38. *L. atrocinerea* Nyl., *Not. Sällsk.*

Thalle blanchâtre ou blanc, verruqueux-aréolé ou à verrues dispersées, gonflés (Pl. 14, fig. 9), K + jaune Ca Cl + un peu rouge, du moins par endroits.

Apothécies d'abord innées puis sessiles, à bord assez épais, proéminent, persistant, à disque plan, noir, rugueux; épithécium brun, hypothécium incolore; spores souvent anormales et déformées, pouvant atteindre 0,026 en longueur et 0,0085 en largeur (Pl. 16, fig. 32, 34 et 36); spermaties longues de 0,005 et larges de 0,0008.

Sur des silex et sur des granits. Rare.

Vosges : Docelles, les Têtes; Jarménil (V. et H. Claudel, Harmand); Plainfaing; Vagney (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 552.

Ce Lichen, que j'ai distribué tient, pour ainsi dire, le milieu entre le *L. confragosa* et le *L. atrocinerea*.

*39. *L. Victoris*.

Thalle cendré, très mince, presque invisible, dominé par l'hypothalle, qui est noir, K + jaune Ca Cl + un beau rouge.

Apothécies très petites, 0,25 millim. en diamètre, à bord thallin saillant, persistant; épithécium brun; paraphyses soudées, brunies à l'extrémité; spores brunes, unicloisonnées, longues de 0,015-0,0166 et larges de 0,008 (Pl. 16, fig. 37); thèques claviformes, renflées (Pl. 16, fig. 38).

Sur les grès. Très rare.

Vosges : Docelles, les Têtes (Harmand).

40. *L. colobina* Ach., *L. U.*, p. 358.

Thalle cendré-noirâtre-bleuâtre, finement granulé-aréolé, K + violet.

Apothécies petites, appliquées, à bord thallin épais, proéminent, cendré-bleuâtre, à disque noir; épithécium K + violet, hypothécium incolore; spores brunes, unicloisonnées, longues de 0,015-21 et larges de 0,0085-0,011 (Pl. 16, fig. 39).

Sur les vieilles écorces et sur les vieux bois. Peu commun, surtout à l'état fertile.

Vosges : Épinal (D^r Berher).

M.-et-M. : La Malgrange, sur de vieilles écorces d'Orme et sur des Frênes; Renémont, près de Nancy, sur de vieux Saules et sur un Peuplier; Heillecourt, sur un Orme (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 547.

41. *L. Bischoffii* (Hepp., *L. Europ.*, n° 81, *Psora Bischoffii*) Nyl. in *Stizenb. Hyperb.*, p. 29.

Thalle presque nul et confondu avec la pierre ou très mince, brunâtre-ochracé.

Apothécies d'abord innées-gyalectiformes, à bord élevé, blanchâtre, mais bientôt planes, puis convexes, élevées, à la fin subglobuleuses, sans rebord; épithécium brun, hypothécium incolore, gélatine hyméniale I+ bleu-obscur; paraphyses nettement articulées, renflées-capitées et brunies à l'extrémité (Pl. 16, fig. 41); spores brunes, mais avec une zone centrale plus foncée, longues de 0,0166-0,0183 et larges de 0,0116-0,0123 (Pl. 16, fig. 40).

Sur les pierres calcaires. Assez rare.

M.-et-M. : Saulxures-lès-Vannes; Houdemont; au-dessus de Messein, près de la croix; Vandœuvre; chemin d'Art-sur-Meurthe (Harmand).

Meuse : Pagny-la-Blanche-Côte (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 541.

42. *L. ocellata* (Ach., *Prodr.*, p. 61, *Lichen ocellatus*) Nyl., *Pyr.-Or.*, p. 18.

Thalle brun-fauve-obscur, finement granulé-aréolé.

Apothécies très petites, d'abord entourées d'un bord thallin, puis ne présentant plus à la fin qu'un bord propre noir, et paraissant complètement lécidéines; épithécium granuleux, brun foncé, hypothécium brun pâle; paraphyses capitées, un peu noircies à l'extrémité; spores brunes, unicloisonnées, longues de 0,0125-0,015 et larges de 0,0055-0,0075 (Pl. 16, fig. 42).

E) Groupe du *L. badia* Ach.

Spores incolores, simples; spermogonies à arthrosterigmatés et à spermaties bacillaires.

43. *L. badia* (Pers. in *Ust. Ann.*, VII, p. 27, *Lichen badius*) Ach., *Prodr.*, p. 67.

Thalle typiquement châtain, exceptionnellement cendré ou plus ou moins noirâtre, granulé-verruqueux ou presque lisse, aréolé, K + jannie Ca Cl —.

Apothécies assez grandes, à bord thallin persistant, lisse, entier ou légèrement crénelé, à disque brun-noirâtre, luisant; épithécium jaune-brunâtre, comprenant

une mince couche superficielle incolore; hypothécium incolore; paraphyses articulées; spores ovoïdes ou ellipsoïdes, longues de 0,012-13 et larges de 0,0035-0,004 (Pl. 16, fig. 43); spermaties longues de 0,008-10.

F. cinerascens Nyl., *Scand.*, p. 107.

Thalle cendré.

Le type. — *Vosges*: Hohneck; Tanache; Rotabac (Mougeot); la Schlucht; au Kruppenfels; Bussang (Harmand); Docelles; cascade de Tendon (V. et H. Claudel, Harmand); Épinal (Dr Berher).

F. cinerascens Nyl. — *Vosges*: Bussang (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.*, n° 654.

*44. **L. picea** (Dicks.) Nyl., *Fl.*, 1868, p. 478.

Thalle noir et noir-brunâtre, luisant, verruqueux-aréolé, K — Ca Cl —, hypothalle noir.

Apothécies d'abord concaves, puis planes, et, à la fin, convexes, à bord mince, entier ou finement crénelé, à disque concolore ou un peu plus foncé que le thalle, lisse ou finement chagriné; épithécium brunâtre, hypothécium incolore; paraphyses épaisses, articulées, rameuses, capitées, gélatine hyméniale I + bleu non persistant; thèques piriformes; spores oblongues-ellipsoïdes, paraissant unicloisonnées dans leur jeunesse, longues de 0,0116-0,0135 et larges de 0,0035-0,0043; spermaties longues de 0,008-10.

Rochers granitiques. Rare.

Vosges: Hautes-Chaumes, sur un grand rocher, près du petit Thanet; à la Schlucht, au Kruppenfels (V. et H. Claudel, Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 654 bis.

F) Placopsis Nyl.

Thalle aréolé au centre, lobé-rayonné à la circonférence; spores 8, simples; stérigmates simples; spermaties arquées ou presque droites.

45. **L. gelida** (L., *Mant.*, II, p. 133, *Lichen gelidus*) Ach., *L. U.*, p. 428.

Thalle blanchâtre ou cendré-blanchâtre ou brun-olive-obscur, appliqué, aréolé au centre, lacinié-rayonnant au pourtour, à lobes irréguliers, aplatis, arrondis-crénelés à l'extrémité, ayant au centre une ou plusieurs céphalodies cornées, verruqueuses ou gonflées, irrégulières, se plissant à la fin en rayons et imitant le thalle, K + jaune CaCl + rougeâtre; gonidies arrondies, irrégulières, ayant 0,005-6 en diamètre (Pl. 15, fig. 46). Les céphalodies contiennent ordinairement une sorte d'algue appartenant au genre *Scytonema* (Pl. 15, fig. 48).

Sur les rochers siliceux des hautes montagnes. Rare.

Vosges: Gérardmer (Dr Berher); la Schlucht, suivant la route de Munster; Bussang (V. et H. Claudel, Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 447.

Sur plusieurs céphalodies j'ai trouvé un *Lecidea* (?) parasite, à spores noirâtres, un peu plus pâles au milieu, oblongues, uniseptées, sans paraphyses distinctes, à thèques allongées (Pl. 15, fig. 47).

G) Squamaria DC.

Thalle squameux; spores simples, incolores; spermaties très longues, courbes; stérigmates simples.

46. *L. crassa* (Huds., *Fl. Angl.*, II, p. 530, *Lichen crassus*) Ach., *L. U.*, p. 413.

Thalle lâchement appliqué, épais, squameux, à squames irrégulièrement imbriquées-incisées-crênelées, brunes en dessous, ordinairement blanches sur les bords, déprimées, brunâtres, livides ou poudrées de blanc en dessus; hypothalle noir.

Apothécies à disque testacé-brunâtre, d'abord plan puis convexe, à bord blanc ou blanchâtre proéminent puis refoulé par le disque; spores ellipsoïdes, longues de 0,012-18 et larges de 0,005-8 (Pl. 15, fig. 36); spermaties courbes, longues de 0,032-38 et larges de 0,001 (Tul.).

Sur les plateaux élevés des terrains calcaires. Peu commun.

M.-et-M.: Pont-Saint-Vincent, sur la côte Sainte-Barbe (Abbé Hue).

Meuse: Pagny-la-Blanche-Côte (Abbé Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1051; *Lich. Lorr.* n° 435.

47. *L. lentigera* Web., *Spic.*, p. 192, *Lichen lentigerus*) Ach., *L. U.*, p. 423.

Thalle blanc ou un peu brunâtre-verdâtre, en rosette, à squames arrondies, lobulées, à bord souvent relevé, subpruineuses, K + un peu jaune ochracé Ca Cl. —.

Apothécies de 1-1,5 millim. en diamètre, planes ou un peu convexes, à bord mince, blanchâtre, persistant, mais peu saillant, à disque roux-brunâtre ou roux-corné; paraphyses soudées; épithécium jaunâtre-olivâtre, hypothécium incolore; spores longues de 0,012 et larges de 0,004-5 (Pl. 16, fig. 45).

Sur la terre moussue et sur les roches calcaires terreuses. Assez commun sur les plateaux arides des terrains calcaires.

Vosges: Neufchâteau (Mougeot).

M.-et-M.: Pont-Saint-Vincent, sur la côte Sainte-Barbe; Villers-lès-Nancy, sur le plateau (Abbé Hue); Baraques-de-Toul (Harmand).

Lorr. ann.: Mégange, au-dessus des vignes, sur la lisière du bois (Abbé Kieffer).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 68; *Lich. Lorr.* n° 437.

48. *L. cartilaginea* Ach., *L. U.*, p. 415.

Thalle cendré-blanchâtre, ordinairement un peu jaune-paille-verdâtre, blanchâtre en dessous, à squames imbriquées, plissées, lobées, crênelées, très lâchement appliquées (Pl. 13, fig. 10), K + un peu jaune Ca Cl. —.

Apothécies grandes, atteignant 5 millim. en diamètre, à la fin irrégulières, à

bord thallin infléchi, persistant, entier ou crénelé, à disque plan, roux ou pâle carné; épithécium jaunâtre-brunâtre; paraphyses soudées; spores ovoïdes, longues de 0,012-14 et larges de 0,006-0,0065 (Pl. 16, fig. 46).

Sur les rochers quartzeux des montagnes. Rare.

Vosges: Versant oriental du Hohneck (Mougeot); Gérardmer (D^r Berher); Cheniménil, sur des roches granitiques baignées par la Vologne (V. et H. Claudel).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1050, sub *Lecanora saxicola*, v. *Vogesiaca*; *Lich. Lorr.* n° 443.

49. *L. saxicola* (Pollich., *Pl. palat.*, p. 225, *Lichen saxicola*) Stenh., *Sched. crit.*, p. 12.

Thalle cartilagineux, crustacé-appliqué ou à bords relevés, aréolé-squameux au centre, radié-lobé au pourtour, à lobes crénelés-lobulés, jaunâtre-verdâtre ou olivâtre ou cendré ou blanc-cendré-olivâtre ou un peu roussâtre, souvent obscurci au centre, K —.

Apothécies nombreuses, ne dépassant pas ordinairement 2 millim. en diamètre, à disque d'abord plan, pâle-olivâtre ou roussâtre ou brunâtre ou brun-roussâtre, à la fin convexe, à bord presque concolore au thalle, d'abord proéminent et entier, à la fin sinué-crénelé et complètement refoulé; spores ellipsoïdes, longues de 0,010-16 et larges de 0,0055-0,007 (Pl. 5, fig. 35); épithécium brunâtre; stérigmates simples; spermaties courbes, longues de 0,020-25 et larges de 0,001 (Tulasne).

V. diffracta (Ach., *Prodr.*, p. 63, *Lichen diffractus*).

Thalle en croûte fondue-aérolée, les aéroles étant bordées d'une ligne noire.

V. albomarginata Nyl., in *Not. Sällsk.*

Squames ou lobes épaissis, à bord relevé et blanchâtre.

V. albobulverulenta Schær., *Enum.*, p. 67.

Thalle blanc ou blanc-jaunâtre, plus ou moins pulvérulent.

Sur les pierres, sur les détritits de végétaux et sur les bois. Commun.

Le type. — *Vosges*: La Schlucht; Cheniménil, sur des lattes en Sapin; Bus-sang (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M.: Messein, sur des cailloux de la Moselle (Abbé Hue); Chartreuse de Bosserville, sur des tuiles; la Malgrange, sur des tuiles et sur des lattes en Sapin; Bouxières-sous-Froidmont; Essey-la-Côte (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

V. diffracta (Ach.). — *Vosges*: Épinal (D^r Berher).

V. albomarginata Nyl. — *Vosges*: Neufchâteau (D^r Berher).

M.-et-M.: Vandœuvre (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

V. albobulverulenta Schær. — *M.-et-M.*: Côte Barine, près de Toul (Abbé Hue); Clairlieu; la Malgrange; plateau de Malzéville; Heillecourt; Fléville (Harmand).

Meuse: Pagny-la-Blanche-Côte (Harmand).

Lorr. ann. : Bitché (Abbé Kieffer).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 67, le type; *Lich. Lorr.* n° 444, le type et la v. *albo-pulverulenta*.

H) Groupe du *L. subfusca* Ach.

Spores généralement au nombre de 8 dans chaque thèque, incolores, simples, rarement unicloisonnées; spermaties aciculaires, courtes; stérigmates simples.

a) Thalle blanc ou blanchâtre K —.

50. *L. galactina* (Ach., *Meth.*, p. 190, *Parmelia galactina*) Hepp., *Fl. Eur.*, 180.

Thalle d'un beau blanc de lait ou plus ordinairement d'un blanc sale ou cendré ou brunâtre-jaunâtre, continu ou fendillé-aréolé ou verruqueux, quelquefois sub-cartilagineux et presque lisse, lobulé-crénelé au pourtour, K —.

Apothécies de grandeur variable, à bord épais, entier ou crénelé ou sinué, à disque brunâtre-pâle ou brun ou livide, nu ou pruneux; épithécium finement granulé, brunâtre, hypothécium incolore; paraphyses épaisses de 0,0010-15, non articulées, très peu épaissies à l'extrémité; spores ellipsoïdes ou exceptionnellement ovoïdes, longues de 0,010-15 et larges de 0,005,6 (Pl. 15, fig. 25).

Sur les pierres calcaires et sur le mortier des murs. Très commun.

Vosges : Épinal; Certilleux (D^r Berher).

M.-et-M. : Nancy (Godron et D^r Berher); Méréville, murs du cimetière (Abbé Hue); Villers-lès-Nancy; Chartreuse de Bosserville; Coyviller; Valcourt, près de Toul; Vandières; Laneuveville-devant-Nancy; Vandœuvre; Houdemont; la Malgrange; Saulxures-lès-Yannes (Harmand).

Meuse : Pagny-la-Blanche-Côte; Commercy (Harmand).

Lorr. ann. : Thionville et les environs (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 564.

J'ai, de Neuville-sur-Moselle, un exemplaire dont les spores atteignent 0,017 en longueur et 0,009 en épaisseur.

Sur les apothécies de cette espèce on rencontre souvent le parasite *Arthonia subvarians* Nyl.

51. *L. dispersa* (Pers. in *Ust. Ann.*, VII, p. 27, *Lichen dispersus*) Flk., *D. Fl.*, III, p. 4.

Thalle blanc ou blanchâtre, ordinairement peu visible et consistant en verrues éparses, K — ou presque rien.

Apothécies atteignant 1 millim. en diamètre, à bord blanc, assez épais, pulvérulent, élégamment crénelé ou presque entier, à disque pâle-jaunâtre ou fauve plus ou moins obscur ou rougeâtre, ou noirâtre, nu ou pruneux. Il est facile de remarquer que le bord de l'apothécie et souvent le disque ne sont pas complètement insensibles à la potasse qui les fait jaunir légèrement. Épithécium granulé, brun-jaunâtre-pâle ou brun; hypothécium incolore; paraphyses très grêles, articulées ou

non, rameuses ou non, légèrement capitées (Pl. 16, fig. 48); spores ellipsoïdes ou subovoïdes, longues de 0,0095-0,012 et larges de 0,0045-0,0056 (Pl. 16, fig. 47).

V. pruinosa Anzi. Exs., 276.

Disque des apothécies d'un bleu pâle, prumineux; bord épais, non ou faiblement crénelé; les granulations qui recouvrent l'épithécium sont beaucoup plus abondantes que dans le type.

Sur les pierres surtout calcaires. Très commun.

Le type. — *M.-el-M.* : Pont-Saint-Vincent, côte Sainte-Barbe (Abbé Hue); Meusein, cailloux de la Moselle (Abbés Hue et Harmand); Essey-la-Côte; Denney; Bayon; ferme de Beauregard, près Nancy; Audun-le-Roman; Houdemont; Maxéville, sur des laitiers des hauts fourneaux; Neuviller-sur-Moselle; la Malgrange; Gerbéviller (Harmand).

Lorr. ann. : Schorbach; Cantelfelsen; Erbsenfelsen, au presbytère de Garbourg (Abbé Kieffer).

V. pruinosa Anzi. — *Vosges* : Épinal; Certilleux (D^r Berher).

M.-el-M. : Saulxerotte; Heillecourt (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 567, le type et la var.

Il n'est pas toujours facile de distinguer cette espèce des *L. galactina* et *L. Hageni*.

52. *L. crenulata* (Dicks.) Nyl., *Fl.*, 1872, p. 250.

Se distingue du *L. dispersa* surtout par le bord des apothécies qui est comme partagé en petites pièces de marqueterie rayonnantes (Pl. 16, fig. 49).

Spores un peu plus grandes que celles du *L. dispersa*; elles sont longues de 0,0135-14 et larges de 0,0055-65; l'épithécium est finement granulé sur une faible épaisseur.

Vosges : Neufchâteau (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

b) Thalle cendré ou cendré-blanchâtre ou cendré-obscur, rarement jaunâtre ou verdâtre K + jaune.

53. *L. subfusca* (L., *Succ.*, p. 409, *Lichen subfuscus*) Ach., *L. U.*, p. 393.

Thalle blanchâtre ou presque blanc ou cendré-verdâtre ou blanchâtre-jaunâtre, mince ou assez épais, fendillé-fragmenté ou rarement continu, uni ou rugueux ou granuleux ou subverruqueux, parfois subpulvérulent, ordinairement un peu luisant, K + jaune Ca Cl. —

Apothécies sessiles, variant en diamètre, régulièrement arrondies ou irrégulièrement plissées-anguleuses, à disque plan ou subconvexe ou convexe, pâle-carné ou rougeâtre-brunâtre ou brun ou brun-foncé ou presque noir, à bord mince ou épais, lisse ou rugueux, égal ou sinue, entier ou crénelé, quelquefois subfarineux; épithécium olivâtre ou brun-olive, hypothécium incolore; paraphyses d'épaisseur et de forme variables, ordinairement simples, quelquefois rameuses, un peu articulées, un

peu plus grosses à l'extrémité, quelquefois nettement capitées, souvent olivâtres vers l'extrémité; spores 8, ellipsoïdes, longues de 0,012-22 et larges de 0,007-12; stérigmates simples; spermaties aciculaires, courbes ou presque droites, longues de 0,017-25 et larges de 0,001 (Linds.).

A. *V. glabrata* Ach., *L. U.*, p. 393; syn. *V. argentata* Ach., *Meth.*, p. 159.

Thalle mince, rarement nul, blanchâtre ou presque blanc, quelquefois un peu jaunâtre, rarement cendré-grisâtre, égal ou presque égal, un peu luisant, rarement continu, ordinairement fendillé-fragmenté, mais ni granulé ni verruqueux.

Apothécies ordinairement petites, espacées et régulièrement arrondies, à disque subconvexe ou convexe, variant du carné-roussâtre au brun-noirâtre, souvent un peu luisant, à bord entier et égal (Pl. 14, fig. 11, 12); spores ne dépassant guère 0,0165 en largeur et 0,0085 en longueur (Pl. 16, fig. 57).

α. *F. aspicilioides.*

Thalle très finement fendillé; apothécies incluses, ne paraissant que par un pore arrondi, ponctiforme, ce qui donne à cette forme l'aspect d'un *Aspicilia* ou même d'un *Verrucaria*.

β. *F. microspora.*

Thalle blanchâtre, rugueux, subfarineux; apothécies moyennes, disque jaunâtre-livide; spores longues de 0,010-0,0135 et larges de 0,0065-7 (Pl. 16, fig. 56); épithécium presque incolore, paraphyses en partie rameuses.

La v. *glabrata* se présente aussi sous la f. accidentelle *dehrita* Ach., dont les apothécies ont le disque rongé et privé du thécium.

On trouve aussi des apothécies dénudées en partie et d'autres sur le réceptacle desquelles de nouvelles apothécies se sont formées.

Dans le type, un certain nombre d'apothécies deviennent presque noires totalement ou en partie et paraissent envahies par un parasite; mais l'examen microscopique fait voir que l'épithécium est seulement plus foncé, sans qu'on remarque aucune production étrangère.

B. *V. rugosa* (Pers. in herb. Ach., *Lichen rugosus*) Nyl., *Scand.*, p. 160.

Thalle ordinairement assez épais, granulé-subverruqueux ou plus rarement fragmenté-fendillé, blanchâtre ou cendré-pâle ou blanc-jaunâtre ou blanc de lait (Pl. 14, fig. 14 et 15).

Apothécies à disque plan ou convexe, brun-pâle ou brun ou brun-noirâtre, pouvant atteindre 3 millim. en diamètre, à bord épais, toujours plus ou moins crénelé, au moins à la fin; épithécium un peu granuleux; paraphyses et spores comme dans la var. précédente, toutefois les spores peuvent atteindre exceptionnellement 0,022 en longueur et 0,008 en largeur (Pl. 16, fig. 18).

Cette variété doit être prise dans un sens large; elle comprend les formes suivantes.

α. *F. chlarona* (Nyl.) non Ach.

Thalle peu développé; apothécies ordinairement rapprochées, à disque brun-rougeâtre-pâle, bord finement et peu visiblement crénelé; épithécium nettement granuleux; mais ce caractère se retrouve plus ou moins nettement accusé dans les différentes formes du *L. subfusca*, ce ne peut donc être un caractère distinctif; les paraphyses sont minces et un peu articulées vers l'extrémité; les spores ont 0,014-17 de longueur et 0,006-7 de largeur.

S. f. geographica Mass.

Thalle sillonné de lignes noires.

S. f. pinastri Schær., *Enum.*, p. 74.

Thalle très mince, un peu granulé, cendré, un peu verdâtre, subpulvérulent; apothécies petites, à disque rougeâtre, à bord presque entier.

La *F. chlarona* (Nyl.) est une transition entre la *v. glabrata* et la *v. rugosa* type.

Il paraît par la définition d'Ach., *L. U.*, p. 597 et *Syn.*, p. 158, que l'on comprend généralement aujourd'hui la *f. chlarona* autrement que cet auteur. Acharius dit en effet: « Color disci vix fuscescens et margo apotheciorum fere ab initio crenulatus », caractères qui conviennent assez bien au *L. angulosa*. Aussi Th. Fr., qui a vu l'herbier d'Acharius, et d'autres lichénologues avec lui rangent-ils la *v. chlarona* Ach. sous le *L. angulosa*.

β. *F. cretacea* Malbr., *Cat. L. N.*, p. 151.

Thalle épais, granulé-subverruqueux, ordinairement d'un blanc de lait; apothécies ordinairement rapprochées, à disque plan ou subconcave ou subconvexe, à bord épais, plus ou moins grossièrement granulé (Pl. 14, fig. 16).

Cette forme se rencontre particulièrement sur les bois et sur les vieilles écorces.

γ. *F. allophana* Ach., *L. U.*, p. 395.

Thalle ordinairement granulé, rarement simplement inégal, fendillé ou non, blanchâtre, ou cendré, ou cendré-foncé, rarement un peu brunâtre.

Apothécies à la fin grandes, souvent pézizoïdes, plus ou moins rapprochées, atteignant 4,5 millim. en diamètre, à disque concave ou plan ou plus souvent convexe, rarement pâle-carné, ordinairement rouge-brun ou châtain ou brun ou brun-foncé-noirâtre, souvent un peu brillant, à bord épais, flexueux-plissé, irrégulièrement crénelé, souvent comme infléchi sur le disque, surtout dans sa jeunesse (Pl. 14, fig. 18); spores relativement grandes, ellipsoïdes, longues de 0,013-22 et larges de 0,008-12 (Pl. 16, fig. 58); paraphyses grêles, non visiblement articulées et peu rameuses; épithécium plus ou moins brunâtre-olivâtre; spermaties longues de 0,023; cette forme semble préférer les écorces de différentes essences (Peuplier, Noyer, Tilleul); on la trouve très rarement sur les bois.

Lorsque les apothécies sont rongées, c'est la *f. detrita* Ach.

La fig. 3 b de la Pl. IV de Schær., *Enum.*, représente exactement la *f. allophana* et prouve que cette forme est comprise dans la *v. a) vulgaris* du même auteur.

δ. *F. campestris* Schaer., *Spic.*, 394.

Thalle en rosette, blanchâtre ou cendré-verdâtre, presque blanc sur les bords, granuleux-rugueux, souvent aréolé, quelquefois envahi par une algue verdâtre.

Apothécies à disque brun ou brun-noir, concave ou plan ou convexe, à bord épais, finement et irrégulièrement crénelé (Pl. 14, fig. 17); épithécium pâle-jau-nâtre-olivâtre, granuleux; paraphyses très peu renflées à l'extrémité, articulées, mais peu visiblement, quelquefois rameuses-noueuses; spores longues de 0,010-17 et larges de 0,0056-0,008 (Pl. 16, fig. 60). Se rencontre sur les pierres siliceuses ou calcaires.

Lorsque les apothécies sont noires, c'est la s.-f. *atrata* (Nyl., *Lichens des environs de Paris*, p. 57).

La f. *campestris* ressemble quelquefois parfaitement à la f. *allophana* et se distingue difficilement du *L. atrinea* Ach.

ε. *F. horiza* Ach., *L. U.*, p. 394, pr. p.; Nyl., *Fl.*, 1881, p. 107.

Thalle rugueux-granulé ou très mince, inégal, cendré ou cendré-foncé. Apothécies nombreuses et pressées, à disque d'abord un peu concave, puis plan ou un peu convexe, brun ou brun-foncé ou presque noir, rarement pâle, à bord assez épais, rugueux, flexueux, irrégulièrement crénelé (Pl. 14, fig. 18); paraphyses plus épaisses que dans la f. *allophana*, ordinairement capitées (Pl. 15, fig. 53), articulées; mais ces trois caractères ne paraissent pas constants; spores moins grandes que dans la f. *allophana*, longues de 0,010-18 et larges de 0,007-10 (Nyl.) [Pl. 15, fig. 52].

Le seul caractère distinctif que signale Arnold (*Zur Lichenenfl. von München*, p. 55) est une plus grande épaisseur de la couche gonidiale. Sur les écorces, sur les bois et sur les pierres. Très commun.

A. *V. glabrata*. — *Vosges*: Gérardmer (D^r Berher); près du lac de Lispach (Abbé Hue); Docelles; la Schlucht; au Drumont (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M.: Favières; Saulxures-lès-Vannes; la Malgrange (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

α. *F. aspicilioides*. — *M.-et-M.*: Saulxerotte, forêt du Grand-Rinchard, sur le *Salix caprea* (Harmand).

β. *F. microspora*. — *M.-et-M.*: Bois de Xures, sur un Frêne (Harmand).

B. *V. rugosa* (Pers.) Nyl. *Le type*. — *Vosges*: Épinal (D^r Berher); Docelles, au Haut-du-Bois (V. et H. Claudel, Harmand); Ballon de Servance (Harmand).

M.-et-M.: Bennet (Abbé Mougnot); bois de Bagneux; Saulxures-lès-Vannes; la Malgrange; Brabois, près de Nancy; Vessein; Pont-à-Mousson; Nancy, route de Vézelize (Harmand).

Meuse: Pagny-la-Blanche-Côte (Harmand).

Lorr. ann.: Moncourt (Harmand); Bitche (Abbé Kieffer).

α. *F. chlorona* Nyl. — *Vosges*: Épinal; Gérardmer (D^r Berher); Allarmont (Abbé Mougnot); la Schlucht; Docelles (V. et H. Claudel, Harmand); Vagnev (Harmand).

M.-et-M.: Flavigny-sur-Moselle, bois de la Petite-Croix (Abbé Hue); la Malgrange; Saulxures-lès-Vannes; forêt de Saint-Amon; Montaignu, près de Nancy; Neuville-sur-Moselle; Nancy, route du Montet; Essey-la-Côte; Vandœuvre, Ger-

béviller; Bayon; Chartreuse de Bosserville; Houdemont; Heillecourt; Fléville; Fonds-de-Montvaux (Harmand).

Lorr. ann. : Moncourt (Harmand); Bitche (Abbé Kieffer).

Alsace : Du Hohwald au Champ-du-Feu (Harmand).

β. F. cretacea Malbr. — *Vosges* : Docelles (V. et H. Claudel, Harmand); Épinal; Certilleux (D^r Berher).

M.-et-M. : Saulxures-lès-Vannes; la Malgrange; bois de Vandœuvre; Messein; Fléville; Brabois, près de Nancy; Laneuveville-devant-Nancy; la Chartreuse de Bosserville; Bouxières-sous-Froidmont; Jarville (Harmand).

Lorr. ann. : Moncourt (Harmand); Bitche (Abbé Kieffer).

γ. F. allophana Ach. — *Vosges* : Épinal; Gérardmer (D^r Berher); la Schlucht; Tendon (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Bois de Richardménil (Abbé Hue); la Malgrange; Fléville; Nancy, route de Vézelize; Malzéville; Brabois, près de Nancy; Saulxures-lès-Vannes; Thiaucourt; Messein; Heillecourt (Harmand).

Lorr. ann. : Moncourt; Moyenvic (Harmand).

δ. F. campestris Schær. — *Vosges* : Épinal (D^r Berher); Docelles (V. et H. Claudel).

M.-et-M. : Neuviller-sur-Moselle; Chartreuse de Bosserville; Flin; Coyviller; la Malgrange; Saulxerotte (Harmand).

Meuse : Commercy (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Alsace : En montant au Haut-Kœnigsbourg; Thauviller (Harmand).

S. f. atrata Nyl. : Épinal, rochers siliceux (D^r Berher).

ε. F. horiza Ach. Nyl. — *M.-et-M.* : Bric Chambeau, près de Nancy; avenue de la Malgrange; Valcourt, près de Toul; Heillecourt; Brabois, près de Nancy (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 740, *v. glabrata*, à l'exception de *a* qui est le *L. intumescens*; *Lich. Lorr.* n° 568, *v. glabrata*, *f. detrita*, *f. cretacea*, et la *f. pinastri*; 570 *f. campestris*; 576 *f. horiza*; 577 *v. rugosa*, type et *f. allophana*.

*54. *L. gangaleoides* Nyl., *Fl.*, 1872, p. 354.

Thalle blanchâtre, épais, verruqueux ou grossièrement granuleux.

Apothécies atteignant 1,5 millim. en diamètre, à disque plan ou convexe, noir, à bord épais, grossièrement crénelé ou sinué (Pl. 17, fig. 1); épithécium finement granuleux, olive-foncé, un peu noirâtre; paraphyses grêles ou assez épaisses, un peu renflées vers l'extrémité ou nettement capitées, un peu noueuses et peu visiblement articulées (Pl. 16, fig. 62); spores longues de 0,015-16 et larges de 0,006-0,0066 (Pl. 16, fig. 61).

Sur les pierres siliceuses. Peu rare.

Vosges : Docelle, au bois de l'Encerf (V. et H. Claudel, Harmand); Saint-Dié, au Mont-Saint-Martin (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Si je ne me trompe, cette espèce, du moins dans les exemplaires que je possède, se rapproche beaucoup du *L. atrymea*, et peut-être n'en diffère-t-elle pas.

Exs. *Lich. Lorr.* n° 579.

*55. *L. cenisia* Ach., *L. U.*, p. 361.

Thalle blanchâtre ou presque blanc, granulé-subverruqueux.

Apothécies grandes, atteignant 3 millim. en diamètre, à la fin irrégulières et flexueuses, à disque ordinairement convexe, noirâtre-fuligineux ou livide-brunâtre, plus ou moins pruneux, à bord assez mince, irrégulièrement sinué-crênelé (Pl. 17, fig. 2); épithécium olivâtre, en partie granuleux; paraphyses un peu renflées vers l'extrémité; spores longues de 0,014-17 et larges de 0,0066 (Pl. 16, fig. 63); spermaties longues de 0,021-30, de 0,015-18 (Arnold).

V. atrynea Ach., *L. U.*, p. 395.

Ne diffère du type que par des apothécies ordinairement moins développées, plus régulières et non ou peu pruneuses; spermaties longues de 0,024-26 (Arn.).

Sur les grès. Le type est rare; la var. assez commune.

Le type. — *Vosges*: Docelles (V. et H. Claudel, Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

Alsace: Au sommet du Schneeberg (Abbé Renaud).

V. atrynea Ach. — *Alsace*: Thanviller (Harmand).

Malbranche (*Lich. Norm.*, Supplém.) commet une erreur lorsqu'il dit que le thalle de la *v. atrynea* est insensible à la potasse.

56. *L. coilocarpa* (Ach., *L. U.*, p. 393, *L. subfusca* β *coilocarpa*) Nyl. in Lamy, *Catal.*, 72.

Thalle cendré ou presque blanc, contigu, rugueux, finement subgranuleux ou granuleux.

Apothécies d'abord petites, innées, concaves, à bord saillant, puis atteignant 1 millim. de diamètre, à disque plan ou un peu convexe, noir ou noirâtre, à bord finement crênelé; épithécium brun-olivâtre, granulé; paraphyses peu renflées à l'extrémité, peu visiblement articulées; spores longues de 0,012-0,0185 et larges de 0,0053-0,006 (Pl. 16, fig. 64).

Sur les branches d'arbres, sur les bois, sur les pierres. Peu commun.

M.-et-M.: Heillecourt, sur une borne; plateau de Pont-Saint-Vincent, sur des roches calcaires (Harmand); Messein, sur des cailloux de la Moselle (Abbés Hue, Harmand).

57. *L. intumescens* Rebentisch.

Thalle cendré ou blanchâtre ou blanc de lait, uni ou rugueux-inégal, fendillé.

Apothécies atteignant 2 millim. en diamètre, à disque livide ou brunâtre ou rougeâtre ou brun, souvent pruneux, à bord très épais, flexueux, à la fin presque entièrement refoulé (Pl. 17, fig. 3); épithécium jaunâtre, granuleux; paraphyses assez lâchement unies; spores longues de 0,012-18 et larges de 0,0065-0,008; spermaties longues de 0,021-24.

Sur les écorces. Assez commun.

Vosges: Gérardmer; Épinal (D^r Berher); Docelles, Château-Robin et Haut-du-Bois (V. et H. Claudel, Harmand); la Schlucht; Vagny (Harmand).

M.-et-M.: Art-sur-Meurthe; Saulxures-lès-Vannes; Messein; au-dessus de Hous-selmont (Harmand); Méréville, à Moulin-Bois (Abbé Hue).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 740, a, sub *L. subfusca* v. *argentata* Ach.; *Lich. Lorr.* n° 569.

J'ai rencontré cette espèce avec un thalle jaune-verdâtre, probablement envahi par une algue.

58. *L. albella* (Pers. in *Ust. Ann.*, XI, p. 18, *Lichen albellus*) Ach., *L. U.*, p. 369.

Thalle très mince, cendré-blanchâtre ou presque blanc, presque lisse ou fendillé, inégal ou un peu granulé, rarement un peu farineux ou sorédié (Pl. 17, fig. 4).

Apothécies éparses, régulières, rarement pressées-anguleuses, petites ou moyennes, à bord entier, toujours visible, ou disparaissant à la fin, à disque plan ou convexe, carné-pâle, prulineux K + jaune CaCl —; épithécium presque incolore, paraphyses non capitées, gélatine hyméniale I + un beau bleu persistant (*L. subalbella* Nyl., *Fl.*, 1872, p. 365 et 366) ou I + bleu puis incolore ou jaunâtre (*L. albella* Nyl., *l. c.*) ou I + bleu puis rouge-vineux (*L. peralbella* Nyl., *l. c.*); spores longues de 0,0116-0,0125 et larges de 0,0066-0,0073 (Pl. 16, fig. 65); spermaties longues de 0,016-22 (Nyl.).

V. chondrotypa (Ach., *L. U.*, p. 365, *Lecanora chondrotypa*).

Disque des apothécies convexe refoulant presque totalement le bord.

Sur les écorces; plus rarement sur les bois. Commun.

Le type. — *Vosges*: Tête-des-Cuveaux; Docelles (Y. et H. Claudel, Harmand); Gérardmer; Épinal (D^r Berher); Allarmont (Abbé Mougenot); Vagney (Harmand).

M.-ét-M.: Richardménil, bois de la Petite-Croix (Abbé Hue); Neuville-sur-Moselle; Gerbéviller; Forêt de Vitrimont; Saulxures-lès-Vannes; Vaucourt; Sandronviller; Fonds-de-Toul; Xures; Mont-sur-Meurthe; Heillecourt; Chartreuse de Bosserwillé (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

V. chondrotypa (Ach.). — *Vosges*: Gérardmer (D^r Berher).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1054, le type; *Lich. Lorr.* n° 583, le type et n° 584, la f. *subalbella*.

Le *L. subalbella* Nyl. et le *L. peralbella* Nyl. doivent être considérés, d'après l'auteur lui-même, comme de simples formes de *L. albella* (Vid. Hue, *Add.*, p. 333).

59. *L. angulosa* (Schreb., *Spicil.*, p. 136, *Lichen angulosus*) Ach., *L. U.*, p. 364.

Thalle cendré-foncé ou cendré ou cendré-blanchâtre ou presque blanc, toujours plus pâle sur le bord, continu ou aréolé vers le centre, rarement totalement granulé-aréolé, K + jaune pâle; hypothalle blanchâtre (Pl. 17, fig. 5 et 6).

Apothécies nombreuses, pressées-anguleuses ou distantes-arrondies, à disque plan ou convexe, livide-rougeâtre ou pâle-carné, ordinairement prulineux, blan-

châtre ou bleuâtre, Ca Cl + jaune-citrin, à bord assez épais, rugueux ou lisse, sinueux, quelquefois subfarineux; épithécium incolore ou presque incolore; paraphyses de différentes sortes, rameuses ou non, renflées ou non à l'extrémité, articulées ou non; spores longues de 0,009-15 et larges de 0,005-7 (Pl. 16, fig. 67); spermaties longues de 0,015-16.

V. cærulata¹ Ach., *L. U.*, p. 362.

Thalle ordinairement cendré-noirâtre au centre et zoné-blanchâtre à la circonférence; disque de l'apothécie glauque-bleuâtre (Pl. 17, fig. 7).

V. cinerella Flk., *D. L.*, n° 88.

Apothécies ordinairement petites, espacées, présentant avec le thalle cendré-pâle l'aspect du *L. albella*.

V. leptyroides Nyl., *Fl.*, 1874.

Thalle presque blanc, donnant avec les apothécies l'aspect du *L. intumescens* diminué.

V. pseudocenisia.

Thalle régulièrement granulé-aréolé, pâle; apothécies rares, flexueuses-irrégulières, généralement grandes, atteignant 2 millim. en diamètre, à disque brun, à pruine blanchâtre.

Sur les écorces et sur les bois. Commun.

Le type. — *Vosges*: Tendon (V. et H. Claudel, Harmand); Épinal, Gérardmer (D^r Berher); Docelles; Ballon de Servance; le Drumont (Harmand).

M.-et-M.: Chartreuse de Bosserville; Bayon; Essey-la-Côte; Gerbéviller; Heillecourt; Pont-à-Mousson; la Malgrange; au Montet, près de Nancy; Laneuveville-devant-Nancy; Montaigu, près de Nancy; Mont-sur-Meurthe; Valcourt; Villers-lès-Nancy; Messein; Jarville; Malzéville (Harmand).

Lorr. ann.: Moncourt (Harmand); Bitché (Abbé Kieffer).

V. cærulata Ach. — *Vosges*: Épinal (D^r Berher); Thaon (H. Claudel); la Schlucht (Harmand).

M.-et-M.: Route de Fléville; Vandœuvre; Houdemont; la Malgrange; Chartreuse de Bosserville; Colombey-les-Belles (Harmand).

V. cinerella Flk. — *Vosges*: Gérardmer; Épinal (D^r Berher); Haut-du-Tôt (Harmand).

M.-et-M.: La Malgrange; Dieulouard; Neuviller-sur-Moselle; Thiaucourt (Harmand); bois de Richardménil (Abbé Hue).

Lorr. ann.: Bitché (Abbé Kieffer); Moncourt (Harmand).

V. leptyroides Nyl. — *M.-et-M.*: Heillecourt, sur un Saule; Art-sur-Meurthe, sur un Érable (Harmand).

V. pseudocenisia. — *Vosges*: Gérardmer (D^r Berher); Allarmont (Abbé Mougenot); Thiaucourt (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 586, le type, la *v. cinerella*, la *v. cærulata* ou du moins une f. approchant.

1. C'est *cæruleata* qu'il fallait écrire.

60. *L. subcarnea* (Sw. in *Vet. Ak. Handl.*, 1791, p. 126, *Lichen subcarneus*) Ach., *ibid.*, 1810, p. 74.

Thalle blanchâtre ou un peu jaunâtre ou cendré-blanchâtre, aréolé, un peu rayonnant au bord; hypothalle blanc (Pl. 17, fig. 8). Apothécies ordinairement plissées-irrégulières, atteignant 2 millim. en diamètre, à disque carné, rarement brun-rougeâtre, plan ou convexe, plus ou moins couvert d'une pruine blanchâtre, rarement bleuâtre CaCl —, K + jaune, à bord thallin plus ou moins visible; épithécium incolore, granuleux; paraphyses grêles, soudées, très peu renflées à l'extrémité, non ou peu visiblement articulées, plusieurs terminées par une petite tête arrondie, précédée d'une articulation; spores longues de 0,010-13 et larges de 0,0058-0,008.

F. cærulescens.

Thalle cendré-foncé; apothécies convexes, d'un brun rougeâtre, couvertes d'une pruine bleuâtre.

Sur les pierres siliceuses des montagnes, rarement sur les tuiles. Assez commun.

Le type. — *Vosges*: Docelles, bois de l'Éneurf; les Têtes; Château-Robin; Tête-des-Cuveaux (V. et H. Claudel, Harmand); Épinal (D^r Berher); Saint-Dié; Mont-Saint-Martin (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (rochers du Cantelfelsen, de l'Ersensfelsen, du Falkenberg (Abbé Kieffer).

Alsace: Wesserling; Andlau; Ballon de Guebwiller (Harmand).

F. cærulescens. — *Vosges*: Tête-des-Cuveaux (V. et H. Claudel, Harmand).

Exs. Lich. Lorr. n° 592.

*61. *L. præpostera* Nyl., *Fl.*, 1873, p. 19.

Diffère du *L. subcarnea* uniquement par la couleur et la réaction de son thalle. Celui-ci est brunâtre et par K devient d'abord jaune puis assez vite rouge-ferrugineux; il en est de même du disque et des apothécies. Mais si l'on considère que le *L. subcarnea* type devient aussi rouge-ferrugineux assez longtemps après l'application de la potasse, on sera moins tenté d'accorder trop d'importance à cette sous-espèce.

Sur les rochers granitiques. Rare

Vosges: Petite cascade de Tendon (V. et H. Claudel, Harmand).

*62. *L. glaucolutescens* Nyl., *Fl.*, 1880, p. 389.

Thalle jaune-paille ou cendré-glauc, épais, tartareux-verruqueux, subpailleux, irrégulier; hypothalle blanc. Thalle K + jaune assez fugace CaCl + orangé persistant.

Apothécies assez grandes, souvent plissées-irrégulières, à bord épais dans les jeunes, puis s'effaçant un peu avec l'âge, à disque pruineux, glauc à peine carné, puis glauc-blanchâtre, plan puis convexe; paraphyses très rameuses, assez lâchement soudées; hypothécium incolore, épithécium à peu près incolore; spores longues de 0,010-11 et larges de 0,0035-0,005 (Pl. 16, fig. 68).

Sur les grès caillouteux. Paraît rare.

Vosges : Tête-des-Cuveaux (V. et H. Claudel, Harmand).
 Exs. *Lich. Lorr.* n° 592^{bis}.

*63. *L. sulphurata* Ach. : Nyl. ; Hue, *Add.*, n° 618.

Thalle jaunâtre-verdâtre, finement papilleux-lépreux-subsquamuleux, K + jaune, CaCl presque rien.

Apothécies à la fin convexes subglobuleuses, sans rebord apparent, à disque livide ou bleuâtre ou rougeâtre, couvert d'une pruine épaisse, CaCl + jaune citrin; épithécium légèrement jaunâtre; spores ovoïdes, longues de 0,0125-0,013 et larges de 0,0066.

Sur les grès. Rare.

Vosges : Tête-des-Cuveaux (V. et H. Claudel, Harmand).

C'est avec quelque doute que je signale cette espèce; les réactions de mes exemplaires ne concordent pas avec celles qu'indique Nylander (Hue, *Add.*, n° 618).

64. *L. glaucoma* (Hoffm., *D. Fl.*, II, p. 172, *Verrucaria glaucoma*) Ach., *L. U.*, p. 362.

Thalle cendré plus ou moins foncé, en une croûte assez épaisse, rugueuse, aréolée, K + jaune¹ (Pl. 17, fig. 9).

Apothécies innées et dépassant très peu le thalle ou protubérantes, sessiles, à disque plan ou plus ou moins convexe, carné ou brun ou glauque-noirâtre, CaCl + jaune-citrin, à bord assez mince, inégal, sinué, farineux ou lisse-luisant; épithécium presque incolore ou un peu olivâtre; paraphyses assez lâchement soudées, plusieurs terminées par une petite tête arrondie; spores longues de 0,0116-0,013 et larges de 0,007; spermaties longues de 0,014-25 et larges à peine de 0,001.

V. *Swartzii* (Ach., *L. U.*, p. 363.

Thalle rayonnant et figuré au bord.

F. *pseudosubcarnea*.

Apothécies du *L. subcarnea*.

Sur les roches siliceuses dures; rarement sur les tuiles. Assez commun.

Le type. — Vosges : Ballon de Guebwiller (Abbé Hue); Remiremont; Gérardmer; Dinozé; Épinal (Dr Berher); Hohnneck; Jarménil (V. et H. Claudel, Harmand); Bussang; Ballon d'Alsace; Vagney (Harmand).

M.-et-M. : Essey-la-Côte, sur des pierres noires d'origine volcanique (Harmand).

V. *Swartzii* Ach. — Vosges : Docelles, bois de l'Encerf et Château-Robin (V. et H. Claudel, Harmand).

F. *pseudosubcarnea*. — Vosges : Docelles, sur des blocs de granit (V. et H. Claudel).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 547; *Lich. Lorr.* n° 588, le type et la v. *Swartzii*.

1. J'ai, de Jersey, recueilli par M. l'abbé Mougenot, un exemplaire de cette espèce, dont le thalle devient rouge-ferrugineux par K. Ce serait, pour le *L. glaucoma*, l'analogue du *L. præpostera* pour le *L. subcarnea*.

On rencontre assez souvent les apothécies de cette espèce envahies par le parasite *Arthonia varians* Nyl.

c) Thalle jaune ou jaunâtre K + jaune.

65. *L. varia* (Ehrh., Exs., n° 68, *Lichen varius*) Ach., *L. U.*, p. 377, α et β .

Thalle jaune-paille, souvent un peu verdâtre, granuleux, souvent mince ou presque nul (Pl. 17, fig. 10).

Apothécies atteignant 2 millim. en diamètre, plissées-irrégulières, à disque lisse, verdâtre ou jaunâtre ou brunâtre, plan ou convexe, à bord entier ou finement crénelé, jaunâtre, persistant; épithécium presque incolore; paraphyses soudées, rameuses, coudées-articulées, généralement terminées par un petit bouton; spores subovoïdes, longues de 0,0085-0,011 et larges de 0,004-5 (Pl. 10, fig. 70 et 81); stérigmates simples; spermaties longues de 0,023-25 et larges de 0,001 (Arn.).

Sur les bois, plus rarement sur les écorces. Commun.

Vosges: Docelles; Bussang (V. et H. Claudel, Harmand); Gérardmer: Épinal (D^r Berher).

M.-et-M.: Essey-la-Côte; Saulxures-lès-Vannes; Frenelle-la-Grande; Gerbéviller; Nancy, suivant la ligne de Vézelize, sur les palissades; Valcourt, près de Toul; Houdemont; Houssemont (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 840; *Lich. Lorr.* n° 609.

66. *L. polytropa* (Ehrh., Exs., n° 294, *Lichen polytropus*) Th. Fr., *Arct.*, p. 110.

Thalle jaune-pâle ou un peu verdâtre, souvent un peu obscur, aréolé, quelquefois subsquamuleux, K + un peu jaune CaCl —.

Apothécies atteignant 1 millim. en diamètre, à bord rarement un peu épais, un peu luisant, à la fin refoulé par le disque, qui est plus ou moins convexe, rarement plan, pâle-jaunâtre-verdâtre ou pâle-carné ou un peu rougeâtre-testacé; épithécium incolore; paraphyses soudées, articulées; spores longues de 0,0116 et larges de 0,005 (Pl. 16, fig. 71 et 72); stérigmates simples ou presque simples; spermaties longues de 0,017-25 (Linds.).

F. illusoria Ach., *L. U.*, p. 380.

Thalle peu développé, à granulations éparses, ou presque nul; c'est la *f. ecrustacea* Schær., *En.*, p. 81.

Sur les roches siliceuses. Commun, surtout sous la *f. illusoria*.

Le type. — Vosges: Hohnneck, près de la métairie (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche, Erbsenfelsen (Abbé Kieffer).

F. illusoria Ach. — Vosges: Rotabac (Abbé Hue); Hautes-Chaumes; Docelles (V. et H. Claudel, Harmand); Épinal (D^r Berher); Saint-Maurice; Vagney (Harmand).

Alsace: Sainte-Odile (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 748; sub *Lecidea Ehrhartiana* v. *polytropa* Ach. avec le *L. Lecanora intricata* (Schrad.) Ach.; *Lich. Lorr.* n° 627, le type et la *f. illusoria*.

67. *L. intricata* (Schrad., *Journ. f. Bot.*, 1801, p. 72, *Lichen intricatus*) Ach., *L. U.*, p. 380.

Thalle jaunâtre-verdâtre, aréolé-subsquamuleux.

Apothécies atteignant au plus 0,8 millim. en diamètre, à disque plan, livide-brunâtre ou noirâtre, à bord concolore au thalle, flexueux, persistant; épithécium jaunâtre-ainsi que le thécium; paraphyses un peu renflées à l'extrémité, noueuses-articulées; spores longues de 0,0116-0,0135 et larges de 0,0055-0,0058; spermatis longes de 0,023-24 et larges de 0,001 (Arn.).

V. *ustulata* Fw.

Thalle plus jaune qu'à l'ordinaire, bordé de noir.

Sur les roches siliceuses dures. Rare.

Le type. — *Vosges* : Hohneck (V. et H. Claudel, Harmand); Épinal (D^r Berher); Vagny; Bussang (Harmand).

Alsace : Haut-Kœnigsbourg; Champ-du-Feu; Ballon de Guebwiller (Harmand).

V. ustulata Fw. — *Vosges* : Bussang, au-dessus des sources (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 748, avec le *L. polytropa*, du moins dans mon exemplaire, sub *Lecidea Ehrhartiana*, v. *polytropa* Ach.; *Lich. Lorr.* n° 628, les huit premiers numéros et n° 10.

68. *L. orosthea* Ach., *L. U.*, p. 400.

Thalle jaune-ochracé ou jaune-verdâtre obscur, en une croûte mince, finement aréolée, entière ou çà et là ou entièrement pulvérulente, blanchâtre-jaunâtre.

Apothécies irrégulières, convexes, à disque carné-rougeâtre ou livide, avec ou sans bord visible; spores longues de 0,013 et larges de 0,006; le reste comme dans le *L. polytropa*.

V. *glaucocharpa*.

Thalle assez épais, en partie sorédié; apothécies petites, subcontiguës, agglomérées, à disque noirâtre comme dans le *L. sulphurea*.

Sur les parois ombragées des rochers siliceux. Peu commun.

Le type. — *Vosges* : Docelles, bois de l'Encerf; Tête-des-Cuveaux (V. et H. Claudel, Harmand); Hohneck (D^r Berher).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

V. glaucocharpa. — *Vosges* : Docelles, les Têtes.

Exs. *Lich. Lorr.* n° 610.

Ce Lichen se rapproche beaucoup du *L. sulphurea*.

69. *L. conizæa* (Ach., *L. U.*, p. 374, *Lecanora expallens* β *conizæa*) Nyl., *Fl.*, 1872, p. 249.

Thalle blanchâtre-jaunâtre ou jaune-ochracé, granulé-verruqueux, à verrues subgranulées et souvent pulvérulentes (Pl. 17, fig. 12).

Apothécies petites, à disque carné-pâle-rougeâtre ou brun, plan ou rarement convexe, à bord persistant, irrégulièrement granulé-crênelé ou souvent pulvérulent; épithécium incolore; paraphyses un peu renflées en massue à l'extrémité, ra-

meuses ou simples, généralement non articulées; spores ellipsoïdes, allongées, longues de 0,0083-0,0142 et larges de 0,0035-0,0042 (Pl. 16, fig. 72).

F. strobilina Ach.

Sur les cônes des Pins.

Sur les écorces, surtout du Pin. Commun.

Le type. — Vosges : Épinal (D^r Berher); Docelles, les Têtes et bois de l'Encerf (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Baccarat (Abbé Mougnot); la Malgrange; forêt de Vitrimont; Valcourt, près de Toul; Gerbéviller (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer); Moncourt (Harmand).

F. strobilina Ach. — Bitche (Abbé Kieffer).

Exs. Lich. Lorr. n° 612.

70. **L. symmictera** Nyl., *Fl.*, 1872, p. 249.

Thalle blanc-jaunâtre, irrégulièrement granulé, CaCl —.

Apothécies appliquées, irrégulières, convexes, bientôt sans bord thallin apparent, pâle-carné ou livide ou verdâtre-noirâtre ou noir; épithécium finement granuleux, incolore ou un peu jaunâtre ou bleuâtre; paraphyses articulées-ramenses; spores oblongues, souvent un peu courbes, longues de 0,0116-0,0135 et larges de 0,0035-0,005 (Pl. 16, fig. 74).

V. sæpincola (Ach., *Syn.*, p. 35, *Lecidea sæpincola*) Nyl., *Scand.*, p. 164.

Apothécies devenant livides-noirâtres ou presque noires.

V. viticola.

Thalle finement granuleux-pulvérulent; apothécies petites, atteignant 0,025 millim. en diamètre.

Le type. — Vosges : Docelles (V. et H. Claudel, Harmand); Épinal (D^r Berher).

M.-et-M. : Gerbéviller; Frenelle-la-Grande; Laneuveville-devant-Nancy; Valcourt, près de Toul; Malleloy; Essey-la-Côte (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche, à la Haardt (Kieffer).

V. sæpincola (Ach.) Nyl. — Vosges : Hohneck; la Schlucht; Hautes-Chaumes (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

V. viticola. — *M.-et-M.* : Sur un cep de vigne, à la Malgrange (Harmand).

71. **L. subintricata** (Nyl., *Fl.*, 1868, p. 478) Th. Fr., *Scand.*, p. 265.

Thalle nul ou presque nul, pulvérulent, verdâtre CaCl —.

Apothécies atteignant au plus 0,5 millim., à bord thallin pâle-verdâtre, plus ou moins visible ou disparaissant quelquefois, entier, non pulvérulent, à disque d'abord verdâtre, plus foncé que le bord, concave ou plan, puis convexe, carné-brunâtre ou livide ou noirâtre, CaCl —; épithécium incolore; paraphyses grêles, courtes, sinuées, articulées, noueuses-subrameuses; spores longuement ellipsoïdes,

longues de 0,0085-0,0109 et larges de 0,003-0,0038 (Pl. 16, fig. 79,80); spermaties longues de 0,008-6 (Th. Fr.).

V. leucoræoides.

Thalle très mince, rugueux, blanchâtre, K + un peu jaune.

Apothécies de bonne heure convexes, à bord invisible, à disque brun-roussâtre foncé; à la fin noir; hypothécium incolore, épithécium brunâtre, un peu fuligineux; spores ovoïdes ou ellipsoïdes longues de 0,0066-0,0116 et larges de 0,0033-0,0035 (Pl. 22, fig. 58).

Sur l'écorce des Sapins. Paraît assez rare, mais passe facilement inaperçu.

Le type. — Vosges : Hohneck; Docelles (Harmand).

Ÿ. *leucoræoides*. — Vosges : Au pied du Ballon de Servance, lieu dit Plain-du-Canon (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 621^{bis}, le type.

72. *L. subbravida* Nyl., *Fl.*, 1892, p. 250.

Thalle pâle-carné, granuleux-subverruqueux comme dans le *L. varia*, peu développé, K + un peu jaune.

Apothécies atteignant 1 millim. en diamètre, agrégées, à disque pâle-jaunâtre ou carné, d'abord plan puis convexe, souvent comme ombiliqué, à bord assez épais, luisant, presque entier, refoulé ensuite plus ou moins par le disque; épithécium presque incolore; paraphyses grêles, non libres; spores plus ou moins longuement ellipsoïdes, longues de 0,0085-0,0135 et larges de 0,005 (Pl. 16, fig. 75).

Bois ouvragés. Rare.

Vosges : Docelles, sur une clôture en Sapin dans la propriété de M^{me} Claudel (V. et H. Claudel); Epinal, lattes en Sapin (D^r Berher).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

On peut voir par la description qui précède que ce Lichen s'éloigne quelque peu, du moins en apparence, du *L. subbravida* Nyl. Cependant, tout en reconnaissant qu'il se rapproche un peu du *L. polytropa*, je maintiens ma détermination. L'exemplaire d'Arnold, n° 1384, ne diffère guère. Quant au *L. subbravida* de M. l'Abbé Hue (*Lichens de Canisy*, p. 66), dont les spores atteignent 0,008 et 0,009 de largeur, je le crois, si j'en juge par l'exemplaire que j'ai eu sous les yeux, bien plus près du *L. subfusca* que de l'espèce en question.

Dans l'*Exsiccata* d'Arnold, que je viens de mentionner, le bord des apothécies devient réellement jaune par K, contrairement à ce qui est dit à la page 58 de *Zur Lichenenflora von München*.

73. *L. symmicta* Ach., *Syn.*, p. 340.

Thalle verdâtre, finement granuleux-subpulvérulent, K + presque rien, Ca Cl — ou très peu rougeâtre.

Apothécies dépourvues de bord thallin dès leur jeunesse, à disque convexe, glauque-pâle-livide, CaCl + rouge-testacé; épithécium granuleux, légèrement jaunâtre; spores longuement ellipsoïdes, quelques-unes fabiformes (Pl. 16, fig. 78), longues de 0,012-13 et larges de 0,0035-0,0038.

Sur les branches du Pin sylvestre et sur l'écorce du Bouleau. Rare.

Exs. *Lich. Lorr.* n° 615.

Ce Lichen, tel que je l'ai distribué, diffère du *L. symmictera* Nyl. par la réaction du disque; il diffère du *L. symmicta* Nyl. par l'insensibilité presque complète du thalle à CaCl.

74. *L. sarcopis* (Wnbg. in Ach., *Meth. Suppl.*, p. 40, *Parmelia sarcopis*) Ach., *Syn.*, p. 177; Nyl., *Fl.*, 1869, p. 412, et 1881, p. 181.

Thalle pâle-brunâtre, granulé, rare ou nul.

Apothécies atteignant 1 millimètre en diamètre, à disque d'abord un peu concave, puis plan, puis convexe, couleur noisette, à bord assez épais, sinué-crênelé, persistant, concolore au disque; paraphyses épaisses, articulées (Pl. 22, fig. 16); spores petites, ovoïdes, longues de 0,007-0,0083 et larges de 0,004-5 (Pl. 22, fig. 17). D'après Nylander, *L. c.*, les spermaties sont oblongues, un peu courbes, longues de 0,007-8 et épaisses de 0,001-2.

Ce Lichen, tel qu'il est décrit ici, n'est pas le type de l'espèce; mais c'est la *v. apochræa* (Ach., *Syn.*, p. 162, *Lecanora apochræa*); Nyl., *Fl.*, 1872, p. 251.

Sur les vieux bois. Rare.

Vosges: Docelles, vieilles cloisons en Sapin, dans le jardin de M^{me} Claudel.

75. *L. effusa* (Pers. in Hoffm., *D. Fl.*, p. 174, *Verrucaria effusa*) Ach., *L. U.*, p. 386.

Thalle cendré-blanchâtre ou un peu jaunâtre, mince, irrégulièrement subgrau-leux.

Apothécies atteignant 0,5 millim., nombreuses, innées ou appliquées, à bord un peu jaunâtre, irrégulièrement crênelé, parfois subpulvérulent K + jaune, à disque brunâtre-rougeâtre, plan ou un peu convexe; épithécium finement granuleux, un peu jaunâtre; paraphyses faiblement capitées, articulées; spores ellipsoïdes, longues de 0,007-0,0116 et larges de 0,004-5 (Pl. 16, fig. 76); stylospores longues de 0,009-12 et larges de 0,002 (Arn.).

Sur les bois et sur les écorces. Commun.

Vosges: Épinal; Gérardmer (D^r Berher); Hohneck, sur un poteau du Club alpin (Harmand).

M.-et-M.: La Malgrange; Laneuveville-devant-Nancy; Gerbéviller; Einvaux; Audun-le-Roman; Heillecourt; Saint-Nicolas-de-Port; Ludres; Saulxures-lès-Vannes; Nancy, suivant la ligne de Strasbourg (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 633 et n° 631, sub *L. sarcopis* Whnbg., les 24 premiers numéros.

Parfois le thalle est un peu plus épais, les apothécies plus

grandes et à bord entier, ce qui constitue une forme tendant au *L. subbravida*.

76. *L. piniperda* Krb., *Prg.*, p. 81.

Thalle nul ou presque nul; les petites verrues blanches-jaunâtres que l'on aperçoit entre les apothécies sont des commencements d'apothécies; ces verrues deviennent jaunes par K, ainsi que le bord thallin et le disque des apothécies jeunes, CaCl —.

Apothécies petites, ne dépassant pas 0,5 millim., très nombreuses, à bord pâle, un peu jaunâtre, relativement épais, dépassant le disque, subérénéolé, subpersistant, disque d'abord plan, pâle, livide, puis rougeâtre-brunâtre et plus ou moins convexe; épithécium olivâtre-pâle; paraphyses capitées; spores oblongues, longues de 0,0066-0,0135 et larges de 0,003-0,0035 (Pl. 16, fig. 74); spermaties longues de 0,012-16 et épaisses de 0,002 (Nyl.)

F. detrita.

Apothécies enfoncées dans le bois et dépourvues de bord thallin.

Sur l'écorce de Pins. Probablement assez commun.

Le type. — *Vosges*: Épinal (D^r Berher); Thaon (H. Claudel).

M.-et-M.: Fléville (Harmand).

F. detrita. — *M.-et-M.*: Fléville (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 617.

*77. *L. glaucella* Flot., *L.*, 348.

Diffère du précédent auquel il ressemble beaucoup par ses apothécies à disque plus glauque-pruineux, devenant plus tôt convexe et excluant presque le bord, celui-ci en outre est plus blanc et plus entier.

Sur l'écorce du Pin, rarement sur d'autres écorces. Paraît assez commun.

Vosges: Épinal (D^r Berher).

M.-et-M.: Fléville (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche, sur l'écorce du Tremble (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 617 bis.

Les apothécies de cette sous-espèce sont tantôt nombreuses et rapprochées, tantôt rares et disséminées.

78. *L. sulphurea* Ach., *L. U.*, p. 399, a.

Thalle jaunâtre, aréolé, CaCl —.

Apothécies d'abord innées, à la fin saillantes, dépourvues de bonne heure de bord thallin, à disque ordinairement bleuâtre-noirâtre, plus pâle sur le bord, convexe ou subconique; épithécium olivâtre-verdâtre; paraphyses capitées, articulées; spores ellipsoïdes, longues de 0,0093-12 et larges de 0,0039-0,0045; spermaties longues de 0,015 et larges à peine de 0,001.

Sur les roches siliceuses dures des montagnes. Assez commun.

Vosges: Gérardmer; Épinal (D^r Berher); Plainfaing; Haut-du-Tôt; Bussang (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 608.

d) Thalle cendré K —.

79. **L. Hageni** Ach., *L. U.*, p. 367.

Thalle cendré ou blanchâtre, granulé-verruqueux-irégulier, ordinairement très mince, souvent presque nul, K — ou un peu jaune non persistant.

Apothécies de grandeur variable, mais n'atteignant guère 1 millim. en diamètre, tantôt éparses, tantôt rassemblées et pressées, à bord blanchâtre ou cendré, crénelé ou entier, plus ou moins pulvérulent, à disque rougeâtre, ou fauve ou noirâtre, prulineux ou non, plan ou convexe; épithécium finement granulé, brun ou brun-pâle ou presque incolore, hypothécium incolore; paraphyses soudées, les unes entières, d'autres articulées vers l'extrémité et plus ou moins capitées (Pl. 16, fig. 51); spores longuement ellipsoïdes, longues de 0,007-16 et larges de 0,004-0,0065 (Pl. 16, fig. 50); spermatis longues de 0,012-15 (Arn.) de 0,016-18 dans les spermogonies que j'ai examinées (Pl. 16, fig. 52).

F. saxicola.

Sur les pierres et sur le mortier des murs.

F. lignicola.

Sur les écorces et sur le bois.

S. f. lecideina.

Apothécies à la fin sublécidéines.

V. nigrescens Th. Fries, *Spitzb.*, p. 22.

Apothécies noires à l'état sec.

Sur les écorces, sur les bois, sur les végétaux morts, sur les pierres. Commun.

F. saxicola. — Vosges : Sur le mortier des murs (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Messein, cailloux de la Moselle (Abbé Hue et Harmand).

F. lignicola. — Vosges : Certilleux, sur l'écorce des Saules (D^r Berher); Docelles, sur l'écorce d'une Clématite cultivée (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Chartreuse de Bosserville; Saulxures-lès-Vannes; Houdemont; Heillecourt; Montaigu, près de Nancy (Harmand).

Meuse : Traveron (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche, sur des bois et sur un *Polyporus* (Abbé Kieffer).

S. f. lecideina. — Docelles (V. et H. Claudel, Harmand).

V. nigrescens Th. Fr. — Gerbéviller, mur de la cure (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1053; *Lich. Lorr.* n° 593, le type lignicole, une f. à apothécies agglomérées, la *s. f. lecideina*.

Je mentionne à part un Lichen qui me paraît être une forme du *L. Hageni* dont il se distingue par ses spores plus petites, longues de 0,0085-10 et larges de 0,0035 (Pl. 16, fig. 55), et par ses paraphyses plus visiblement articulées (Pl. 16, fig. 55); il a été recueilli à Bitche, sur l'écorce du Pin, par M. l'Abbé Kieffer.

*80. *L. viridicans* Nyl., *Fl.*, 1875, p. 361.

Diffère du *L. Hageni* par son thalle qui est d'un vert obscur, semblable à une lépre, et par ses apothécies qui sont d'un brun rougeâtre, à bord plus pâle, irrégulièrement et peu visiblement crénelé; épithécium brunâtre; paraphyses peu renflées à l'extrémité, non ou peu visiblement articulées; spores longues de 0,010-0,0125 et larges de 0,004-0,0045 (Pl. 16, fig. 69).

Sur les vieilles écorces. Rare.

Vosges : Épinal (D^r Berher).

*81. *L. umbrina* (Ehrh.) Nyl., *Fl.*, 1872, p. 250.

Thalle cendré-obscur. Très mince.

Apothécies atteignant 8 millim., à bord entier, subpulvérulent, un peu bleuâtre, à disque plan, rouge-brun, non ou peu pruneux; épithécium granulé, brunâtre; paraphyses non ou peu articulées; spores longues de 0,0115-0,012 et larges de 0,005; spermaties longues de 0,018-24 et larges de 0,0005 (Nyl.).

Je n'ai pas vu de spermogonies dans mes exemplaires; mais ils sont exactement semblables pour le reste à celui que M. Carl Stenholm m'a envoyé de Suède.

Sur les pierres. Peu commun.

M.-et-M. : Essey-la-Côte.

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

*82. *L. conferta* (Dub., *B. G.*, p. 654, *Patellaria conferta*) Nyl., *Prodr.*, p. 88.

Thalle à peu près nul.

Apothécies petites, pressées, à disque bientôt convexe, roux, à bord presque blanc, peu visible, K - un peu jaune; épithécium jaunâtre; paraphyses ordinairement capitées, articulées; spores longuement ellipsoïdes, quelques-unes un peu courbes (Pl. 16, fig. 84).

Sur les grès tendres. Rare.

Vosges : Docelles, les Têtes (V. et H. Claudel, Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 649 bis.

83. *L. sambuci* (Pers. in *Ust. Ann.*, VII, p. 26, *Lichen sambuci*) Nyl., *Scand.*, p. 168.

Thalle mince, cendré-blanchâtre, granulé-subpulvérulent.

Apothécies petites, pâles-carnées, à la fin brunes ou brunes-obscurées, planes, avec un rebord très mince, irrégulier, ou convexe presque sans bord ou à bord crénelé; épithécium incolore ou brunâtre, hypothécium incolore; paraphyses soudées, capitées, simples (Pl. 16, fig. 54); spores hyalines, au nombre de 8-16 dans chaque thèque, unicloisonnées dans les thèques, et souvent aussi hors des thèques, longues de 0,0083-0,010 et larges de 0,0025-0,0035 (Pl. 16, fig. 53); spermaties longues de 0,010-12 (Arn.).

Sur les écorces et sur les bois. Assez commun.

Vosges : Épinal, sur l'écorce du Poirier (D^r Berher).

M.-et-M. : Renémont, sur l'écorce du Saule; Chartreuse de Bosserville, sur

l'écorce du Peuplier; Saulxures-lès-Vannes, sur une palissade en Chêne; ferme de Beuregard, près de Nancy, sur un vieux Sureau; la Malgrange, sur un Sureau (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche, route de Sturzelbronn, sur des Peupliers (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 638.

e) Thèques polyspores.

84. *L. constans* Nyl., *Classif.*, 2, p. 199.

Thalle blanchâtre-verdâtre foncé, grossièrement granulé-boursoufflé-verruqueux, sorédié ou non par endroits, à sorédies jaunes-verdâtres, K + jaune (Pl. 17, fig. 13).

Apothécies à bord épais, dépassant le disque, sinué, irrégulier, infléchi, à disque noir, un peu rougeâtre à l'état humide, mat, plan; épithécium brun-obscur, hypothécium incolore; spores assez nombreuses dans chaque thèque, j'en ai compté 26, oblongues, longues de 0,004 et larges de 0,0025 (Pl. 16, fig. 82).

Sur les écorces. Peu commun.

Vosges : Docelles, au Haut-du-Bois et aux Têtes, surtout sur des Hêtres (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Houdemont, sur un Prunier (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche, dans le Rothlambach et le Mausbach, sur des Hêtres (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 640.

1) Groupe du *Lecanora atra* Ach.

Spores 8, incolores; spermaties droites, stérigmates simples.

85. *L. atra* (Huds., *Fl. Angl.*, p. 530, *Lichen ater*) Ach., *L. U.*, p. 344, excl. var.

Thalle cendré ou cendré-blanchâtre, granuleux ou subverruqueux, K + jaune CaCl —; hypothalle noirâtre (Pl. 17, fig. 14).

Apothécies atteignant en moyenne de 1 à 1,5 millim., souvent pressées, irrégulières, à bord saillant, sinueux ou finement crenelé, à disque d'un noir mat ou luisant; thécium entièrement violet, épithécium noirâtre; paraphyses étroitement soudées, épaisses; spores longues de 0,010-14 et larges de 0,007-8 (Pl. 16, fig. 83); spermaties longues de 0,018-25 (Th. Fr.).

V. grumosa (Pers., in *Ust. Ann.*, XI, p. 15, *Lichen grumosus*) Ach., *L. U.*, p. 344.

Thalle épais d'environ 2 millim., bleuâtre, surface pulvérulente, sorédié-blanchâtre çà et là.

F. flavescens.

Thalle jaunâtre.

Sur les écorces, sur les pierres et sur les tuiles. Assez commun.

Le type. — *Vosges* : Tendon ; Docelles, au Haut-du-Bois et aux Têtes (V. et H. Claudel, Harmand) ; Épinal ; Gérardmer (D^r Berher) ; Vagney ; Haut-du-Tôt ; Bus-sang (Harmand).

M.-et-M. : Montaign, près de Nancy ; Heillecourt ; Houdemont ; Valcourt, près de Toul ; la Malgrange ; Saulxures-lès-Vannes ; Malzéville ; Fléville ; Neuwiller-sur-Moselle ; Sandronviller ; Gerbéviller (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer ; Moncourt (Harmand).

Alsace : Wangenburg (Abbé Renauld) ; Wesserling ; Ballon de Guebviller (Harmand).

V. grumosa (Pers.) Ach. — *Vosges* : Tête-des-Cuveaux ; Jarménil ; Docelles (V. et H. Claudel, Harmand).

F. flavescens. — Docelles, papeterie de Vraichamp, sur un Anne (Harmand).

Exs. St. Vog.-Rhen. n° 458, le type et, n° 1435, la *v. grumosa* ; *Lich. Lorr.* n° 652, le type et la *v. grumosa*.

J) Groupe du *L. tartarea* Ach. (*Ochrolechia* Mass. Ric., p. 39).

Apothécies pâles, à bord thallin épais ; spores simples, grandes, ordinairement moins de 8 dans chaque thèque ; spermaties aciculaires, stérigmates simples.

86. *L. tartarea* (L., *Spec. plant.*, p. 1141, *Lichen tartareus*) Ach., *L. U.*, p. 371.

Thalle cendré ou cendré-blanchâtre ou presque blanc, en une croûte épaisse, inégale, granuleuse ou verruqueuse, souvent unie sous l'action des agents physiques, souvent aussi munie de glomérules volumineux, très saillants, brunâtres, assez finement granulés ou sorédiés, K + un peu jaune, CaCl + rouge (Pl. 17, fig. 16).

Apothécies sessiles ou subinnées, grandes, pouvant atteindre 10 millim. en diamètre, ordinairement plissées-irrégulières, à disque testacé, plan, à bord épais, normalement entier, mais rugueux ; paraphyses grêles, sinueuses et lâchement unies ; spores peu nombreuses dans chaque thèque, longues de 0,030-70 et larges de 0,020-35 (Pl. 18, fig. 1).

***F. frigida* (Sw.) Ach., *Meth.*, p. 166.**

Thalle blanc, subfruticuleux.

Sur les rochers siliceux des hautes montagnes, où il est assez commun.

Type. — *Vosges* : Hohneck, rochers du Schæfferthal et du Frankenthal (Abbés Hue et Harmand) ; Gérardmer (D^r Berher).

Alsace : Ballon de Guebwiller ; Sainte-Odile (Harmand).

F. frigida (Sw.) Ach. — *Vosges* : La Schlucht (Harmand).

Exs. St. Vog.-Rhen. n° 69 ; *Lich. Lorr.* n° 662, le type et une forme à thalle luisant et à papilles usées.

87. *L. subtartarea* Nyl., *Pyr.-Or.*, p. 21, nota.

Diffère du *L. tartarea* par son thalle variolé ou complètement lépreux (Pl. 17, fig. 17, a et b).

Sur les vieilles écorces, sur les mousses et sur les rochers moussus. Assez commun dans la région montagnueuse des Vosges; rarement fertile.

L'état lépreux se rencontre plus ordinairement dans la plaine.

Vosges : Docelles, au Château-Robin, fertile (V. et H. Claudel); source de la Meurthe, fertile; la Schlucht; Vagney (Harmand); Épinal (D^r Berher).

M.-et-M. : Malzéville; Messein (Harmand).

Lorr. ann. : Moncourt (Abbé Nicolas); Bitche (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 663, la *f. saxicole* et la *f. corticole*.

88. *L. pallescens* (L., *Suec.*, p. 409, *Lichen pallescens*) Ach., *L. U.*, p. 370; *Nyl., Fl.*, 1881, p. 454.

Thalle très mince, presque uni, blanchâtre, K — ou peu de chose, K Ca Cl —.

Apothécies ne dépassant guère 1 millim. en diamètre, à disque couvert d'une épaisse couche de pruine jaunâtre, K Ca Cl + rouge, à bord épais entier, Ca Cl + rougeâtre; épithécium incolore, granuleux; paraphyses grêles, étroitement unies; spores 4 dans chaque thèque, atteignant 0,038 en longueur et 0,23 en largeur.

Sur les écorces. Très rare.

Vosges : Épinal (D^r Berher); sans indication de localité (Mougeot).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1146.

89. *L. parella* (L., *Mont.*, p. 132, *Lichen parellus*) Ach., *L. U.*, p. 370.

Thalle variant en épaisseur, cendré ou blanchâtre, granulé, K —, Ca Cl —, plus pâle et subradié au bord.

Apothécies atteignant 3 millim. en diamètre, à disque couvert d'une pruine épaisse, K Ca Cl + rouge, à bord épais, égal, K Ca Cl — (Pl. 17, fig. 18); épithécium incolore; paraphyses grêles, plus ou moins lâchement unies; spores longues de 0,050-80 et larges de 0,025-40; spermaties droites, longues de 0,0036 et larges de 0,0013 (Linds.).

V. Turneri (Ach., *Meth.*, p. 165, *Parmelia Turneri*).

Thalle entièrement sorédié-lépreux.

F. sorediosa Schær., *Enum.*, p. 79.

Thalle muni de sorédies arrondies, éparses.

Sur les rochers siliceux et sur les écorces. Assez commun.

Le type corticole. — *Vosges* : Épinal; Gérardmer (D^r Berher); Docelles, sur un Chêne et sur un Cerisier (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : La Malgrange; Saulxures-lès-Vannes; Houdemont (Harmand).

Alsace : Wesserling (Abbé Hue).

Le type saxicole. — *Lorr. ann.* : Bitche (Abbé Kieffer).

V. Turneri (Ach.). — *Vosges* : La Schlucht; Épinal (D^r Berher).

M.-et-M. : La Malgrange, suivant la route de Vézelize (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche, sur écorces, fertile (Abbé Kieffer).

F. sorediosa Schær. — *Vosges* : La Schlucht, sur les Sapins (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1145, le type saxicole; *Lich. Lorr.* n° 665, le type

90. *L. Upsaliensis* (L., *Fl. Suec.*, n° 1073, *Lichen Upsaliensis*) Ach., *L. U.*, p. 371.

Se distingue des précédents par son habitat et par l'insensibilité de toute l'apothécie à K CaCl.

Sur les mousses et sur les débris de végétaux, sur les hautes montagnes. Très rare.

Vosges : Au Hohneck (Mougeot).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1147.

Les exemplaires que Mougeot a distribués viennent du Jura et des Cévennes.

K) Groupe du *L. alphoplaca* Ach.

Spores 8, incolores, simples; paraphyses articulées; spermaties cylindriques, médiocres, droites; stérigmates simples ou brièvement articulés.

Ce groupe est peu distinct du suivant.

91. *L. subcircinata* Nyl., *Fl.*, 1873, p. 18.

Thalle cendré ou cendré-noirâtre, toujours plus pâle à la circonférence, étroitement appliqué, en rosette, verruqueux-aréolé au centre, plissé-lobé au pourtour, à lobes contigus, légèrement crénelés à l'extrémité, K + rouge, la réaction se produisant seulement dans la couche gonidiale.

Apothécies innées, souvent nombreuses, pressées-anguleuses, à disque, déprimé, puis plan, brun-noirâtre ou presque noir égalant à la fin le bord, qui est concolore au thalle; paraphyses en partie distinctement articulées, spores ellipsoïdes, longues de 0,011-15 et larges de 0,006-8 (Pl. 15, fig. 28), spermaties longues de 0,006-7 et larges de 0,001 (Th. Fr.).

Sur les pierres calcaires, rarement sur le grès. Très commun.

Vosges : Gertilleux (D^r Berher); Archettes, sur le grès (V. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Messein (Abbés Hue et Harmand); Villers-lès-Nancy; Gerbéviller; plateau de Malzéville; Clairlieu, près de Nancy; Chartreuse de Bosserville; Houdefont; Bouxières-sous-Froidmont (Harmand).

Meuse : Pagny-la-Blanche-Côte (Harmand).

Lorr. ann. : Bitché (Abbé Kieffer).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 457; *Lich. Lorr.* n° 563.

*92. *L. circinata* (Pers. in *Ust. Ann.*, VII, p. 25) Ach., *L. U.*, p. 425.

Ne diffère du précédent que par l'insensibilité du thalle à K.

M.-et-M. : Pont-à-Mousson, sur le mur du potager du Petit-Séminaire; Chartreuse de Bosserville, sur l'escalier du potager; entre Vandières et la ferme Sainte-Marie (Harmand).

L) Groupe du *L. cinerea* (L.) Smft. (*Aspicilia* Mass. Ric., p. 36, pr. p.)

Apothécies d'abord innées-urcéolées, stérigmates simples, spermaties aciculaires, droites, paraphyses en chapelet.

93. **L. Bockii** (Rodig.; E. Fr., *Syst. Orb. vég.*, p. 285, *Fumelia Bockii*) Nyl., *Fl.*, 1879, p. 204, nota).

Thalle cendré-brunâtre ou brun, consistant en verrues plus ou moins papilleuses, rapprochées ou éparses, souvent brisées à la partie supérieure, qui est alors jaunâtre et devient jaune par K et rouge par CaCl, hypothalle noir.

Apothécies rares, atteignant 1 millim. en diamètre, souvent irrégulières, à bord épais, proéminent, à disque noir, grossièrement papilleux (Pl. 18, fig. 8); épithécium brunâtre, hypothécium brun-foncé, une grande partie du thécium est ordinairement brune ou brunâtre; spores simples, ellipsoïdes, longues de 0,012-20 et larges de 0,0085-0,0096 (Pl. 18, fig. 9); spermaties longues de 0,0045 et larges de 0,0005 (Nyl.).

Sur les roches granitiques des hautes montagnes. Très rare.

Vosges : Escarpements du Kruppenfels (Harmand).

94. **L. cinerea** (L., *Mont.*, 1, p. 132, *Lichen cinereus*) Nyl., *Fl.*, 1869, p. 413.

Thalle cendré, parfois un peu rougeâtre, nu ou un peu prumineux, aréolé, à aréoles d'abord un peu convexes, puis planes, mais devenant convexes à l'état fertile, K + jaune puis rouge-ferrugineux.

Apothécies 1-3 par aréole, d'abord innées-urcéolées, puis un peu saillantes, à disque noir ou brun-noir, plan, égalant ou dépassant le bord et paraissant muni d'un bord propre, à bord thallin presque toujours visible; épithécium brun ou brunâtre; paraphyses lâchement unies, en chapelet, à articles inférieurs plus grêles et plus allongés (Pl. 16, fig. 88); spores 8, ellipsoïdes, longues de 0,0183-0,0216 et larges de 0,0073-0,009, présentant souvent deux noyaux (Pl. 16, fig. 87), gélat. hym. 1 + bleu disparaissant bientôt; spermaties longues de 0,014-0,0166-20 et larges à peine de 0,001 (Pl. 16, fig. 89).

Sur les roches siliceuses des montagnes. Peu commun.

Vosges : Remiremont (Abbé Hue et D^r Berher); Tendon (V. et H. Claudel, Harmand); Épinal (D^r Berher); la Schlucht; Plainfaing; Hohneck (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 669.

95. **L. gibbosa** (Ach., *Prodr.*, p. 30, *Lichen gibbosus*) Nyl., *Lapp. Or.*, p. 137.

Thalle cendré-blanchâtre ou verdâtre ou plus ou moins noirâtre, selon qu'il est plus ou moins exposé au soleil, aréolé, à aréoles convexes, K + un peu jaunâtre, hypothalle noirâtre (Pl. 19, fig. 1).

Apothécies d'abord innées-urcéolées, à la fin planes, à disque noir, nu, à bord thallin rugueux ou subcrénéolé; épithécium olivâtre, hypothécium incolore; paraphyses assez lâchement unies, gélatine hyméniale I + bleu persistant; spores grandes, hyalines, simples, 4-8 dans chaque thèque, contenant ordinairement de grosses granulations, de formes diverses, quelquefois presque globuleuses, longues de 0,0225-0,0283 et larges de 0,0113-0,015 (Pl. 18, fig. 2); spermaties longues de 0,009-11.

F. porinoidea Flot.

Aréoles gonflées-subconiques; apothécies visibles seulement par un pore.

Sur les roches siliceuses. Commun.

Le type. — Vosges : Remiremont, au Saint-Mont (Abbé Hue) ; Tête-des-Guveaux ; Jarménil ; Viramont ; Docelles ; Archettes (V. et H. Claudel, Harmand) ; Épinal ; Gérardmer (D^r Berher) ; Bussang ; Vagney (Harmand).

M.-et-M. : Baccarat (Abbé Mougenot) ; La Malgrange, sur des tuiles (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Alsace : Gensburg (Abbé Renauld) ; Wesserling (Harmand).

F. porinoidea Flot. — Vosges : Docelles (V. et H. Claudel, Harmand) ; Vagney (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 676, le type.

96. *L. subdepressa* Nyl., *Pyr.-Or.*, p. 24.

Thalle ordinairement cendré-noirâtre, un peu moins épais que chez le *L. gibbosa*, à aréoles presque planes, K —.

Spores longues de 0,018-20, et larges de 0,012-0,0135 (Pl. 16, fig. 90), le reste comme chez le *L. gibbosa*.

Sur les roches siliceuses des montagnes. Assez rare.

Vosges : Épinal (D^r Berher) ; Bussang ; Jarménil ; la Schlucht, au Kruppenfels ; Hohneck (V. et H. Claudel, Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 677.

97. *L. lusca* Nyl., *Pyr.-Or.*, p. 34, nota.

Thalle cendré-plombé-noirâtre, très mince, K + un peu jaune et ensuite un peu rouge-ferrugineux.

Apothécies innées-urcéolées, à disque noirâtre, à bord thallin, épais, égal ; épithécium olivâtre, spores ovoïdes-ellipsoïdes, longues de 0,020-22 et larges de 0,009 (Pl. 18, fig. 3), spermaties longues de 0,018-21 (Pl. 18, fig. 4).

Sur les roches siliceuses des montagnes. Peu commun.

Vosges : Jarménil ; Tête-des-Guveaux ; Docelles, Basse-des-Gombes (V. et H. Claudel, Harmand) ; Hohneck ; Vagney ; Ballon de Servance (Harmand).

Alsace : Sainte-Odile (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 678.

98. *L. complanata* Körb., *Prg.*, p. 84.

Thalle cendré ou un peu brunâtre, souvent légèrement prumineux, épais, aréolé-fragmenté, à aréoles comme subsquamuleuses-crénelées K —, K Ca Cl. — (Pl. 19, fig. 2).

Apothécies occupant ordinairement presque toute la surface des aréoles, à disque plan, brun-obscur ou noirâtre, à bord entier ou rugueux ; épithécium brunâtre ; paraphyses remarquablement épaisses et articulées en chapelet (Pl. 18, fig. 5) ; spores subglobuleuses, longues de 0,010-0,0115 et larges de 0,0075-0,010 (Pl. 18, fig. 6) ; spermaties souvent un peu courbes, longues de 0,0135-0,015 et larges de 0,0006 (Pl. 18, fig. 7).

Sur les rochers siliceux des montagnes. Peu commun.

Vosges : Jarménil ; Docelles, au Petit-Château et aux Freilles (V. et H. Claudel, Harmand) ; Bussang (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 688.

99. *L. mutabilis* (Ach., *L. U.*, p. 355, *Urceolaria mutabilis*) Nyl., *Lich. de l'Algér.*, p. 324.

Thalle cendré-plombé-obscur, un peu luisant, inégal, plissé-ridé, subcontinu ou finement fendillé et fragmenté, K —, Ca Cl. —.

Apothécies petites, atteignant rarement 1 millim. en diamètre, urcéolées, à disque noir, à bord thallin très uni; spores de 4 à 8 dans chaque thèque, longues de 0,035-46 et larges de 0,025-26 (Pl. 18, fig. 10).

Sur les écorces. Très rare.

M.-et-M.: Bricambeau, près de Nancy, suivant la route de Vézolise, sur un Frêne (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 697.

J'ai examiné attentivement tous les arbres de la même route, sur une longueur de plusieurs kilomètres; je n'ai trouvé ce Lichen que sur un seul Frêne, où il continue à végéter.

100. *L. calcarea* (L., *Sp. plant.*, p. 1140, *Lichen calcareus*) Smrft., *Suppl.*, p. 102.

Thalle tartareux ou subfarineux, en une couche ordinairement assez mince, continue ou fendillée-aréolée, quelquefois figurée-sublobée au bord, blanche ou blanche-bleuâtre ou cendrée-bleue ou glauque-verdâtre ou ochracée, à hypothalle cendré ou cendré-bleuâtre, K —.

Apothécies d'abord innées-urcéolées, puis planes, souvent anguleuses-irrégulières ou lirelliformes (dans certaines formes, plusieurs apothécies sont rapprochées sur la même aréole), à disque noir plus ou moins prumineux, à bord thallin épais, blanc, farineux, proéminent; paraphyses articulées en chapelet, irrégulières, souvent rameuses, complètement hyalines (Pl. 15, fig. 38, et Pl. 18, fig. 11); épithécium olivâtre, hypothécium incolore; thèques allongées-gonflées, à 3-7 rarement 8 spores, grandes, ovoïdes ou ellipsoïdes, quelquefois arrondies, ordinairement déformées-irrégulières, longues de 0,018-30 et larges de 0,014-22 (Pl. 15, fig. 39); stérigmates presque simples; spermaties droites, longues de 0,007 et larges de 0,001 (Arn.).

V. concreta Schær., *Enum.*, p. 91.

Thalle blanc, continu ou aréolé.

F. farinosa.

Thalle farineux, continu, rugueux; apothécies petites, à disque très enfoncé, punctiforme, mais à bord thallin épais, proéminent; spores arrondies.

F. opegraphoides DC.

Apothécies petites, d'apparence lirelline.

V. contorta (Flk., *D. L.*, n° 30, *Urceolaria contorta*).

Thalle blanc ou blanchâtre, à aréoles plus ou moins séparées (Pl. 19, fig. 3), souvent élevées au centre; apothécies ordinairement prumineuses.

V. Hoffmanni (Ach., *Prodr.*, p. 31, *Lichen Hoffmanni*).

Diffère de la v. *contorta* par son thalle verdâtre.

F. Lundensis (Fr.) Nyl., *Scand.*, p. 154.

C'est la variété *contorta* sur bois.

Les v. *concreta* et *contorta* sont tellement fréquentes sur les pierres des terrains calcaires et sur le mortier des murs, que je m'abstiens de signaler des localités.

V. Hoffmanni (Ach.). — *Vosges* : Épinal, sur des grès (D^r Berher).

M.-et-M. : Pont-Saint-Vincent (Abbés Hue et Harmand) ; la Malgrange ; Saulxures-lès-Vannes ; Vandœuvre ; Fléville ; Essèy-la-Côte (Harmand).

Meuse : Commercy (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

F. Lundensis (Fr.) Nyl. — *M.-et-M.* : Saulxures-lès-Vannes, sur de vieilles cloisons en Chêne (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 695, la v. *concreta*, la f. *farinosa*, la v. *contorta* et la v. *Hoffmanni*.

101. L. farinosa (Flk.) Nyl., *Fl.*, 1878, p. 248.

Thalle blanc-farineux, assez épais, fendillé-aréolé, K —, Méd. I + bleu.

Apothécies innées, semblables à celles de *L. calcarea* ; épithécium brun ; paraphyses en chapelet ; spores 8, longues de 0,0115-0,015 et larges de 0,006-0,066 (Pl. 18, fig. 12) ; spermaties longues de 0,005-7 (Nyl.).

Sur les pierres calcaires. Très rare.

M.-et-M. : Bouxières-sous-Froidmont, près de la Vierge (Harmand).

Les exemplaires que j'ai distribués sous le n° 696 ne représentent pas le vrai *L. farinosa* Flk., mais la f. *farinosa* de la var. *concreta* du *L. calcarea*.

M) Groupe du L. cervina (Pers.) Ach. (*Acarospora* Mass., *Ric.*, p. 29, pr. maxim. p.)

Thalle ordinairement visible ; apothécies d'abord innées, bordées par le thalle ; spores très petites et très nombreuses, à l'exception d'une seule espèce ; spermaties oblongues-ellipsoïdes, stérigmates simples.

102. L. glaucocarpa (Wnbg.) Ach., *Vet. Ak. Handl.*, 1810, p. 151.

Thalle en squames épaissés, ordinairement non appliquées et un peu relevées sur les bords, blanches en dessous, brunâtres ou glauques-verdâtres en dessus.

Apothécies grandes, 1 par squame ; à disque plan, roux-brun, pruineux ou non ; spores longues de 0,004-5 et larges de 0,0015-0,002.

Sur les roches calcaires. Rare.

Meuse : Pagny-la-Blanche-Côte (Harmand).

103. *L. fuscata* (Schrad., *Spicil. Fl. Germ.*, p. 83, *Lichen fuscatus*) Nyl., *Scand.*, p. 175.

Thalle brun-clair ou brun-rougeâtre, aréolé-fragmenté, plan, ou en squames séparées, ordinairement plus ou moins luisant, noir en dessous; cette couleur est visible sur la partie inférieure du bord; nu ou rarement pruneux, K Ca Cl + rouge dans la couche corticale (Pl. 18, fig. 13).

Apothécies d'abord innées, puis à disque concave ou plan, égalant le thalle, brun rougeâtre, un peu rugueux-subpapilleux, irrégulier, imitant souvent le disque de certains *Gyrophora*; épithécium brun; spores très nombreuses, oblongues, longues de 0,005-0,0055 et larges de 0,001 (Pl. 18, fig. 14).

V. albopruinosa.

Thalle couvert presque entièrement d'une pruine blanchâtre assez épaisse.

F. pallescens.

Thalle cendré-blanchâtre-verdâtre, imitant celui du *L. cineracea*.

F. cinnabarina.

Thalle d'un beau rouge.

F. macra.

Thalle très peu développé, enfoncé dans les anfractuosités de la pierre, cendré-obscur.

Sur les pierres siliceuses. Commun.

Le type. — Vosges : Tête-des-Cuveaux; Hautes-Chaumes; Viramont; Archettes; Hohnack; Jarménil; Docelles (V. et H. Claudel, Harmand); Bussang; Vagney (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche; vallée de Schorbach; plateau d'Exil; Erbsenfelsen (Abbé Kieffer).

Alsace : Wesserling (Harmand).

V. albopruinosa. — *Lorr. ann.* : Bitche (Abbé Kieffer).

F. pallescens. — Vosges : Jarménil; Archettes (V. et H. Claudel, Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

F. cinnabarina. — Vosges : Viramont; Archettes (V. et H. Claudel, Harmand).

F. macra. — Vosges : Cheniménil (V. et H. Claudel, Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 709, le type et la *f. macra*.

104. *L. discreta* (Ach., *Meth. Suppl.*, p. 41, *Parmelia squamulosa*, γ *discreta*) Th. Fr., *Scand.*, p. 217.

Thalle peu développé, en petites squames atteignant au plus 1,5 millim. en diamètre, scabre, d'abord d'un brun pâle, ou, à l'ombre, verdâtres, puis brunes-rougeâtres, et, à la fin, noirâtres, devenant nettement convexes à l'état humide, portant 1-6 apothécies arrondies, d'abord enfoncées, concaves, puis égalant le thalle, à disque rougeâtre, très finement chagriné, munies d'un bord saillant; épithécium brun; paraphyses grêles, flexueuses, brièvement articulées; spores plus petites et moins allongées que celles du *L. fusca* (Pl. 18, fig. 15).

F. lignicola.

Sur du bois.

Sur des cailloux siliceux, sur des tuiles. Peut-être assez commun.

Le type. — *M.-et-M.* : Houdemont, le long de la ligne de Vézelize ; la Malgrange ; Essey-la-Côte ; Messein (Harmand).

F. lignicola. — *Vosges* : Docelles, sur des palissades du jardin de M^{me} Claudel (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 712 bis.

Les squames jeunes étant plus pâles, il est plus facile d'y observer l'effet des réactifs ; or, CaCl, succédant à K, produit une couleur pourpre, comme dans le thalle du *L. fuscata*.

Ce Lichen ne diffère pas comme espèce du *L. admissa* Nyl.

105. **L. smaragdula** (Wnbg., *Suec.*, p. 849, *Lichen cervinus*, β *smaragdulus*) Nyl., *Pyr.-Or.*, p. 10.

« Thalle formé de petites squamules arrondies, en dessus, brunes ou olivâtres ou parfois noirâtres, et, en dessous, blanches, dispersées ou parfois quelques-unes agglomérées, étalées sur la surface de la pierre, ou se cachant dans les anfractuosités, portant des apothécies punctiformes, restant le plus souvent urcéolées, s'élevant parfois au-dessus du thalle, à bord entier et à disque brun ; paraphyses épaisses de 0,0015 environ, ni articulées ni épaissies au sommet ; spores très nombreuses dans chaque thèque, longues de 0,0035 et larges de 0,001-0,0015 ; l'iode rend la gélatine hyméniale rouge-vineux. »

J'ai emprunté cette description à M. l'Abbé Hue (*Lichens des grèves de la Moselle*, n° 32) ; j'ajouterai seulement que ce Lichen diffère peu du *L. discreta*, qui se rencontre au même endroit. La couleur vert-obscur ou noirâtre à l'état sec aide cependant à le distinguer. À l'état sec, les apothécies ressemblent à celles du *L. fuscata* ; à l'état humide, le disque est plus visiblement chagriné que celui du *L. discreta*.

Sur les cailloux siliceux. Rare.

M.-et-M. : Messein, sur des cailloux d'un ancien lit de la Moselle (Abbés Hue et Harmand).

106. **L. cineracea** Nyl., *Fl.*, 1870, p. 38.

Thalle pâle, cendré-blanchâtre ou un peu verdâtre ou brunâtre, semblable au thalle du *L. fuscata* sauf la couleur, CaCl + rose-brunâtre, K CaCl + rouge. Le reste comme chez le *L. fuscata*.

Vosges : Localité indécise (Harmand).

M.-et-M. : Messein, sur des cailloux d'un ancien lit de la Moselle (Abbé Hue).

Je dois dire que sur plusieurs exemplaires qui me paraissent bien appartenir à cette espèce, mes essais par CaCl ont été sans résultat.

107. **L. Heppii** (Næg. in Hepp., *Exc.*, n° 57, *Myriospora Heppii*) Nyl., *Lapp. or.*, p. 182.

Thalle très peu développé, par squamules arrondies, pâles, ochracées ou brunâtres, ne dépassant pas ordinairement 0,3 millim. en diamètre, entièrement occupées par une apothécie urcéolée, à disque brunâtre-obscur, à bord thallin proéminent, entier; spores très petites, longues de 0,004-0,0045 et larges de 0,0015.

Sur des pierres calcaires. Rare.

M.-et-M. : Fléville; Vandœuvre; Bruley, sur une coquille d'*Ostrea magna* (Harmand).

Exc. Lich. Lorr. n° 715.

N) Groupe du L. simplex (Dav.) [Sarcogyne, Flot., *Lich. Sil.*, p. 129, *Psora*, sect. 2, Sarcogyne; Mass., *Geneac.*, 1854, p. 10].

Thalle ordinairement nul ou presque nul; spores simples, incolores, très nombreuses dans chaque thèque; spermaties très petites, ellipsoïdes, stérigmates simples.

108. **L. simplex** (Dav., *Trans. Linn. Soc.*, II, p. 283, *Lichen simplex*) Nyl., *Scand.*, p. 176.

Thalle invisible.

Apothécies noires, atteignant 1 millim. en diamètre, d'abord arrondies puis irrégulières, à disque papilleux-rugueux, rougeâtre-noirâtre, à bord noir, grossièrement crénelé; hypothécium incolore ou un peu jaunâtre, épithécium brunâtre; spores très nombreuses, longues de 0,003-6 et larges de 0,001-2 (Th. Fr.).

Sur les pierres siliceuses. Assez rare.

Vosges : Tête-des-Cuveaux; Docelles, aux Têtes (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Roude mont, le long de la ligne de Vézelize; la Malgrange, sur du grès (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Exc. Lich. Lorr. n° 718.

109. **L. pruinosa** (Sm. in *Engl. Bot.*, XXXII, Tab. 2244, *Lichen pruinusus*) Nyl., *Scand.*, p. 176.

Thalle confondu avec la pierre.

Apothécies enfoncées dans la pierre, gyalectiformes ou planes, munies d'un bord propre noir comme le disque, couvertes plus ou moins d'une pruine glauque à l'état sec; à l'état humide, le disque parait d'un brun-rouge foncé; épithécium brun, hypothécium incolore; paraphyses soudées; spores très nombreuses, ellipsoïdes-oblongues, longues de 0,005 et larges de 0,0015.

F. nuda.

Disque non pruinoux.

Sur les pierres calcaires et sur les mortiers des murs. Très commun partout.

Exc. Lich. Lorr. n° 717, le type et la *f. nuda*.

Q) Groupe du *L. erysibe* (Ach.) Nyl.; *Lecania* Mass., *Alc. gen.*, 1853, p. 12.

Spores presque toujours 1-3 septées; spermaties courbes, stérigmates simples.

110. *L. erysibe* (Ach., *Prodr.*, p. 50, *Lichen erysibe*) Nyl., *Not. Sällsk.*

Thalle de l'épaisseur d'un demi-millim., cendré-brunâtre ou verdâtre ou blanchâtre, en une croûte lépreuse-granulée, fragmentée-aréolée, K —, CaCl —.

Apothécies ayant au plus 0,7 millim. de diamètre, d'abord presque innées, puis appliquées, munies au commencement d'un bord blanc-farineux, crénelé, très mince, disparaissant à la fin, à disque d'abord plan, puis convexe ou semiglobuleux, brun-rougeâtre, légèrement blanc-pruveux; épithécium presque incolore ou brun-vineux, hypothécium incolore; paraphyses à articulations rares, grossies en massue à l'extrémité; spores 8-16 dans chaque thèque, ellipsoïdes-oblongues, simples ou unicloisonnées, obtuses aux extrémités, ou quelquefois prolongées en bec à un bout, longues de 0,010-15 et larges de 0,004-5 (Pl. 18, fig. 16).

V. alba.

Thalle blanc, mince, un peu rugueux, finement aréolé, chaque aréole portant 1-3 apothécies.

Apothécies enfoncées, subbiatorines, presque noires, à l'état sec, convexes; épithécium brun, un peu vineux, ainsi que la partie supérieure du thécium, paraphyses étroitement unies, hypothécium incolore; spores longues de 0,010-14 et larges de 0,0045-6; spermaties courbes, longues de 0,014-17 (Pl. 18, fig. 17).

Sur le mortier des murs et sur les pierres calcaires. Assez commun.

Le type. — *Vosges*: Docelles, mur du jardin de M^{me} Claudel (V. et H. Claudel).

M.-et-M.: Chartreuse de Bosserville; Vandœuvre; la Malgrange; Magnières; Messein, sur les murs de la ferme Saint-Joseph (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

V. alba. — *M.-et-M.*: La Malgrange, mur du parc (Harmand).

Exs. Lich. Lorr. n° 641.

La *v. alba* ne se rapporte exactement à aucune des sous-espèces ou variétés décrites par les auteurs; voilà pourquoi je l'ai signalée sous un nom nouveau.

111. *L. syringea* Ach., *Vet. Ak. Handl.*, 1810, p. 75.

Thalle blanchâtre, très mince, un peu granulé.

Apothécies d'abord roussâtres-pâles, entourées d'un bord thallin visible, puis bientôt convexes, subglobuleuses, sans bord thallin, munies souvent d'un bord propre brun-noirâtre, à disque rougeâtre ou fauve-obscur ou brun ou noirâtre, souvent bigarrées ou ponctuées de très petits points bruns ou noirs; épithécium presque incolore ou légèrement brunâtre; thécium en partie taché de brun fuligineux; paraphyses étroitement soudées; spores droites ou un peu courbes, 8-16 dans chaque thèque, la plupart à 3 cloisons; mais on en trouve de parfaitement mûres

à une seule cloison, longues de 0,0115-0,020 et larges de 0,0045-0,005 (Pl. 18, fig. 18).

Sur les écorces. Assez commun.

Vosges : Tête-des-Cuveaux (V. et H. Claudel, Harmand) ; Épinal (D^r Berher).

M.-et-M. : Montaigu, près de Nancy ; la Malgrange ; Pont-Saint-Vincent, sur le *Sarothamnus scoparius* ; Bayon ; Houdemont ; Chartreuse de Bosserville ; Saulxures-lès-Vannes (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer) ; Moncourt (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 643 et n° 648, sub *L. athroocarpa* Nyl.

Cette espèce, comme elle est entendue ici, comprend à la fois le *L. syringeae* Ach., spores 8-16, souvent courbes, le *L. athroocarpa* Dub., *Bot. Gall.*, II, p. 669, spores 8, moins souvent courbes, et le *L. metabolica* Ach., *Syn.*, p. 153, f. lécidéine du *L. syringeae*.

112. *L. Nylanderiana* Mass., *Sched. crit.*, p. 152.

Thalle mince, cendré-brunâtre, subgranuleux.

Apothécies d'abord planes puis convexes, à disque brun-vineux ou brun, pruinéux ou presque nu ; épithécium brun-terre d'ombre, hypothécium incolore ; paraphyses capitées, brunies à l'extrémité ; spores 8 dans chaque thèque, droites, obtuses ou subaiguës, à 3 cloisons, longues de 0,0125-0,015 et larges de 0,0035-0,0055 (Pl. 18, fig. 19) ; spermaties courbes, longues de 0,015 et larges de 0,001.

Sur les pierres calcaires des murs. Peu commun.

Vosges : Docelles, mur du potager de M^{me} Claudel (V. et H. Claudel) ; Épinal (D^r Berher).

M.-et-M. : Gerbéviller, mur du jardin de la cure ; la Malgrange, mur de la vigne (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 648 bis.

Cette sous-espèce est la f. *saxicole* du *L. athroocarpa* Nyl.

P) Groupe du *L. rubra* Ach. (*Phyalopsis* Korb., *Syst.*, p. 169).

Chrysoгонидies ; apothécies à double réceptacle, l'intérieur rose-carné ; spores 8, incolores, à 3 cloisons.

113. *L. rubra* Ach., *L. U.*, p. 589.

Thalle blanchâtre, mince, subgranulé, parfois subpulvérulent, K + un peu jaune, Ca Cl — (Pl. 19, fig. 4).

Apothécies saillantes, d'abord presque fermées et gyalectiformes, puis évasées, toujours plus ou moins concaves, à disque rouge-carné ou rouge-testacé, à bord élégamment crénelé, pulvérulent ; spores longues de 0,015-22 et larges de 0,006-9 (Pl. 18, fig. 21).

Sur les vieilles écorces, dans les lieux montagneux. Peu commun.

M.-et-M. : Forêt de Haye (Abbé Hue) ; Saulxures-lès-Vannes ; Audun-le-Roman ; Jezainville ; Fonds-de-Toul (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 459 ; *Lich. Lorr.* n° 659.

Q) Groupe du L. ventosa (*Hematomma* Mass., *Rich.*, pr. max. p.).

Spores grandes, allongées-fusiformes, cloisonnées transversalement; spermaties droites, stérigmates simples.

114. **L. hæmatomma** (Ehrh.), *Hannov. Mag.*, 1786, p. 225)
Ach., *L. U.*, p. 388.

Thalle blanchâtre-jaunâtre ou jaune de soufre, pulvérulent, K + jaune, Ca Cl — (Pl. 19, fig. 5).

Apothécies atteignant 2 millim. en diamètre, innées, à disque rouge, plus ou moins convexe, à bord thallin pulvérulent, d'abord infléchi puis se confondant avec le thalle; spores longues de 0,040-65 et larges de 0,006-7 (Pl. 18, fig. 22).

F. ochroleuca (Neck., *Meth. musc.*, p. 52, *Lichen ochroleucus*).

Thalle jaune.

Sur les parois des rochers siliceux. Assez commun.

Le type. — *Vosges*: Tête-des-Cuveaux; Docelles, à Château-Robin (V. et H. Claudel, Harmand); la Schlucht (Abbé Hue); Saint-Dié, au mont Saint-Martin (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

Alsace: Sainte-Odile (Harmand).

F. ochroleuca (Neck.). — *Vosges*: Docelles, au bois de l'Encerf (V. et H. Claudel, Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 638; *Lich. Lorr.* n° 661, le type et la *f. ochroleuca*.

115. **L. ventosa** (Ach., *L. U.*, p. 399).

Thalle épais, grossièrement verruqueux, aréolé, cendré-brunâtre, K + jaune, Ca Cl — (Pl. 19, fig. 6).

Apothécies appliquées, à bord très mince, égalant à peine le disque, celui-ci plan ou peu convexe, rouge-pourpre, un peu noirâtre au centre, devenant violet-bleuâtre foncé par K; au microscope, cette couleur est d'un beau bleu violet qui atteint surtout les thèques; hypothécium incolore, paraphyses assez lâchement unies, contrairement à ce que dit Th. Fries, *Scand.*, p. 297; spores fusiformes aciculaires à 5-7 cloisons transversales, aiguës, longues de 0,040-0,053 et larges de 0,004-5 (Pl. 18, fig. 23).

Sur les rochers granitiques des hautes montagnes exposés au vent. Peu commun.

Vosges: Hohneck; Hautes-Ghaumes (Abbés Hue et Harmand, V. et H. Claudel, D^r Berher); Plainfaing (Harmand).

Alsace: Grosmann (Abbé Renauld).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 256; *Lich. Lorr.* n° 660.

R) Groupe du L. Rhypariza Nyl.

116. **L. vicaria** Th. Fr., *L. Sc.*, p. 271.

Thalle granulé-verruqueux, à granulations éparses, quelquefois subglobulées, blanc ou blanchâtre, K + jaune puis rouge-sang.

Apothécies d'abord planes puis convexes, à bord thallin non visible, mais munies d'un bord propre concolore au disque, qui est rouge-brun foncé, rugueux; épithécium jaune-olivâtre, hypothécium incolore; paraphyses soudées, renflées en massue à l'extrémité; spores au nombre de 8, incolores, simples, petites, ovoïdes ou ellipsoïdes, longues de 0,0116-0,015 et larges de 0,0035 (Pl. 18, fig. 27).

Sur les roches schisteuses. Rare.

Vosges : Bussang; Wesserling (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 661 bis.

2^e Sous-tribu. — PERTUSARIÉES Nyl. ¹.

Thalle crustacé, continu; gonidies appartenant, selon les algo-lichénistes, au genre *Pleurococcus*; apothécies plus ou moins incluses dans les verrues du thalle; spores incolores, simples, grandes, à paroi épaisse, 1-8 dans chaque thèque; paraphyses longues, flexueuses, libres ou lâchement unies, gélatine hyméniale (presque toujours les théques seules) 1 + bleu intense; spermaties aciculaires.

PERTUSARIA DC., *Fl. Fr.*, II, p. 319.

Caractères de la sous-tribu ².

| | |
|--|------|
| 1. Thalle K + jaune puis rouge-sang | 2 |
| Thalle K + jaune persistant ou — | 3 |
| 2. Thalle à papilles très minces, ordinairement pressées, corticole : <i>P. coccodes</i> (Ach.) Nyl. | (3) |
| Thalle à papilles d'abord subglobuleuses puis s'allongeant peu à peu, plus épaisses, moins pressées et toujours brunies à l'extrémité, ordinairement saxicole : <i>P. Westringii</i> (Ach.) Nyl. | (8) |
| 3. Thalle papilleux-isidié | 4 |
| Thalle non papilleux | 8 |
| 4. Corticole | 5 |
| Saxicole | 6 |
| 5. Thalle jaune : <i>P. lutescens</i> (Hoffm.) Lamy | (20) |
| Thalle cendré ou peu brunâtre : <i>P. coronata</i> (Ach.) Nyl. | (17) |
| 6. Thalle K + un beau jaune rapidement | 7 |

1. Comme je me suis proposé de suivre Nylander aussi près que possible, je restreins cette sous-tribu au genre *Pertusaria*, tandis que de bons auteurs, s'appuyant sur de bonnes raisons, rangent ensemble, sous le nom de *Pertusariés*, outre le genre *Pertusaria*, le sous-genre *Ochrolechia* Mass. [*L. parrella* (L.) Ach., *L. pallescens* (L.) Ach., *L. tartarea* (L.) Ach.], le sous-genre *Megalospora* Mass. (*Lecida sanguinaria*) et le genre *Phlyctis* Wallr.

2. On connaît sans doute les deux excellents travaux suivants, concernant les *Pertusaria* : 1^o *Les Pertusaria de la flore française*, par M. l'abbé Hue, Paris, 1890; 2^o *Die Deutschen Pertusarieten mit besonderer Berücksichtigung ihrer Soredienbildung*, par M. Darbishire, Leipzig, 1897.

Je signale aussi une étude sur les *Pertusaria* de la flore française, par M. l'abbé Olivier, *Bulletin de la Société française de Botanique*, janvier 1890.

| | |
|--|------|
| Thalle K + jaune assez lentement et surtout à l'extrémité des papilles et sur la médulle : <i>P. areolata</i> (Clem.) Nyl. | (2) |
| 7. Médulle I + bleu-pâle : <i>P. corallina</i> (L.) Arn. | (5) |
| Médulle I — <i>P. subdubia</i> Nyl. | (6) |
| 8. Thalle non sorédié. | 9 |
| Thalle sorédié. | 15 |
| 9. Thalle K + jaune | 10 |
| Thalle K — | 13 |
| 10. Thalle assez épais, K + un peu jaune dans la couche corticale, K + jaune-orangé dans la couche médullaire, thèques à 2 spores : <i>P. communis</i> DC. | (1) |
| Thalle assez épais, K Ca Cl + jaunâtre, thèques à 8 spores : <i>P. Wilfenii</i> D G. | (18) |
| Thalle hypophléodé ou très mince | 11 |
| 11. Thèques à 3-4 spores : <i>P. leioplaca</i> v. <i>trifera</i> Nyl. | (16) |
| Thèques à 2 spores. | 12 |
| 12. Apothécies saillantes, sublécaneorines et subsorédiformes : <i>P. lævigata</i> Nyl. | (9) |
| Apothécies incluses, confluentes, à disque noir : <i>P. pustulata</i> (Ach.) Nyl. | (4) |
| 13. Spore solitaire dans chaque thèque : <i>P. ophthalmiza</i> (Nyl.) | (13) |
| 4-8 spores dans chaque thèque | 14 |
| 14. Saxicole : <i>P. inguinata</i> (Ach.) Th. Fr. | (21) |
| Corticole : <i>P. leioplaca</i> (Ach.) Schær. | (18) |
| 15. Thalle ou sorédies Ca Cl ou K Ca Cl +. | 16 |
| Thalle ou sorédies Ca Cl ou K Ca Cl — | 18 |
| 16. Thalle et sorédies Ca Cl + : <i>P. velata</i> Nyl. | (10) |
| Thalle Ca Cl — | 17 |
| 17. Sorédies Ca Cl + : <i>F. lactea</i> Nyl. | (15) |
| Sorédies K Ca Cl + : <i>P. amara</i> (Ach.) Nyl. | 18 |
| 18. Sorédies et thalle jaunâtres : <i>P. rupicola</i> (Schær.) | (19) |
| Sorédies blanches ou blanchâtres | 19 |
| 19. Sorédies K + jaune : <i>P. leucosora</i> Nyl. | (7) |
| Sorédies et thalle K — | 20 |
| 20. Spores longues de 0,090-150 : <i>P. multipuncta</i> (Turn.) Nyl. | (11) |
| Spores longues de 0,207-276 : <i>P. globulifera</i> (Turn.) Nyl. | (12) |

A) Thèques normalement à 1-2 spores.

1. *P. communis* DC., *Fl. Fr.*, II, p. 320.

Thalle cendré ou cendré-verdâtre ou un peu jaunâtre ou plombé ou cendré-obscur ou plus ou moins blanchâtre, non sorédié, inégal, rugueux, plus ou moins grossièrement plissé, plus pâle et quelquefois subrayonnant sur le bord, entouré, à l'état normal, d'une ligne zonale blanchâtre, large d'environ 1 millim.¹, à ver-

1. M. l'Abbé Olivier (*Exposé systématique*, etc., p. 325) dit que cette ligne blanchâtre est parfois bordée d'une ligne grisâtre; je n'ai jamais vu cette ligne grisâtre.

rues rapprochées ou plus ou moins espacées, subglobuleuses-déprimées (Pl. 19, fig. 7, a, b), K + un peu jaune, méd. K + un beau jaune auquel CaCl donne une légère teinte rougeâtre très fugace.

Apothécies renfermées 1-9 dans chaque verrue, et ne paraissant à l'extérieur que par de petits ostioles arrondis, variant peu en diamètre, déprimés, noirâtres ou noirs; épithécium K + violet; spores ordinairement 1-2 rarement 3-4 dans chaque thèque, non pas exactement bout à bout, longuement ellipsoïdes, très grandes, longues de 0,130-205 et larges de 0,045-84 (Pl. 18, fig. 25).

F. leiotera Nyl., *Fl.*, 1875, p. 303.

Thalle très mince, ressemblant à celui du *P. leioplaca*.

F. plumbea Dub., *Bot. Gall.*, II, p. 672.

Thalle bleuâtre, à verrues plus pâles autour des ostioles.

V. rupestris DC., *l. c.*; Nyl., *Fl.*, 1881, p. 456.

Forme saxicole à thalle ordinairement épais, profondément fragmenté-aréolé (Pl. 19, fig. 8).

Le type et ses deux premières formes sur les écorces. Commun. La *v. rupestris* sur les rochers siliceux des montagnes. Assez commun.

Le type. — *Vosges*: Tête-des-Cuveaux, sur des Érables; Docelles, sur des Sapins (V. et H. Claudel, Harmand); Gérardmer et Épinal, sur des Hêtres (D^r Berher).

M.-et-M.: Ludres, sur un Chêne et sur un Hêtre (Abbé Hue); Benney, sur un Chêne (Abbé Mougenot); Saulxures-lès-Vannes et Malzéville, sur un Cerisier et sur un Noyer; Fléville, sur un Peuplier; Audun-le-Roman; Sandronviller; Briey; Fonds-de-Toul; la Malgrange; Messein, sur Hêtres et sur Chênes (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche, le type et une f. à 4 spores (Abbé Kieffer); Moncourt, sur un Chêne (Abbé Nicolas).

Alsace: Gensbourg, sur un Hêtre (Abbé Renauld).

F. leiotera Nyl. — *M.-et-M.*: Bagnaux, sur un Chêne; Saulxures-lès-Vannes, sur un Hêtre (Harmand).

F. plumbea Dub. — *M.-et-M.*: Montaigu, près de Nancy, sur un Peuplier; la Malgrange, maison des Sourds-Muets, sur un Charme (Harmand).

V. rupestris DC. — *Vosges*: Bruyères (Abbé Hue); Docelles, au bois de l'Encerf, au Château-Robin; Jarménil; Tête-des-Cuveaux (V. et H. Claudel, Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

Alsace: Sainte-Odile; Haut-Kœnigsbourg (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 171, a; *Lich.* *Lorr.* n° 726, le type et la *v. rupestris*.

2. P. areolata (Clem.) Nyl., *Fl.*, 1881, p. 456.

Thalle cendré ou cendré-blanchâtre, papilleux, à papilles plus serrées que chez le *P. corallina*, blanchâtres ou presque blanches à l'extrémité; souvent elles sont comme brisées-tronquées et subsorédiées, ou creusées en entonnoir. Ordinairement l'ensemble du thalle est très visiblement et assez régulièrement aréolé (Pl. 19, fig. 10), K + jaune; la potasse agit surtout sur l'extrémité des papilles, qui devient assez rapidement jaune, et sur la médulle. Verrues fertiles, apothécies et os-

tioles comme dans la v. *rupestris* du *P. communis*; spores 2-4, longues de 0,131-142 et larges de 0,052-60 (Pl. 18, fig. 28), ordinairement sur un seul rang; mais j'ai vu une thèque à 4 spores où les spores étaient, il est vrai, sur un seul rang, mais toutes placées subtransversalement, et une autre également à 4 spores, où celles-ci étaient placées sans ordre.

Sur les rochers siliceux des montagnes. Rare.

Vosges : Jarménil; Docelles (V. et H. Claudel, Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 727.

Bien que toute l'épaisseur du thalle ne soit pas également sensible à la potasse, je n'hésite pas à rapporter cette espèce au *P. areolata* Nyl. Elle se distingue très facilement du *P. communis*, f. *rupestris*, par ses papilles, qui la feraient prendre pour le *P. corallina*, et de ce dernier, par la réaction bien moins jaune et moins uniforme et par les papilles plus serrées et un peu plus petites.

Sur les roches de grès. Parait assez commun.

3. *P. coccodes* (Ach., *Prodr.*, p. 10, *Lichen coccinus*) Nyl., *Scand.*, p. 178.

Thalle cendré, pâle ou blanchâtre, souvent un peu jaunâtre, fendillé-aréolé, ordinairement plus ou moins subfarineux-granulé, K + jaune puis bientôt rouge-sang.

Sur les écorces, surtout du Hêtre et sur les bois. Peu commun et toujours stérile dans notre région.

Vosges : Bussang; Docelles (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Saulxures-lès-Vannes; Valcourt, près de Toul, sur de vieilles palissades en chêne, avec quelques sorédies (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 467; *Lich. Lorr.* n° 752 bis.

4. *P. pustulata* (Ach., *L. U.*, p. 309, *Porina pustulata*) Nyl., *Prodr.*, p. 194.

Thalle mince, cendré ou un peu plombé ou presque blanc, uni ou un peu ridé, continu, K + un peu jaune, K Ca Cl + jaune un peu rougeâtre.

Verrues fertiles ordinairement peu ou très peu saillantes, contenant plusieurs apothécies dont les ostioles noirs (épithécium) sont confluent et forment un épithécium communément anguleux, difforme; spores 2, placées bout à bout dans chaque thèque, longues de 0,060-140 et larges de 0,034-50 (Pl. 18, fig. 26).

F. melaleuca Dub., *Bot. Gall.*, p. 637.

Thalle très mince, verrues fertiles peu saillantes; ostioles punctiformes.

F. glabrata Garow., *Pert.*, p. 12.

Thalle blanc de lait, continu, lisse, brillant.

Sur les écorces lisses. Assez rare; toujours fertile.

Le type. — Vosges : Épinal (D^r Berher).

F. melaleuca Dub. — Vosges : Épinal (D^r Berher) ; Tête-des-Guveaux (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Au-dessus de Dieulouard ; Neuville-sur-Moselle (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer) ; Moncourt (Harmand).

F. glabrata Garow. — Vosges : (Mougeot), d'après le témoignage de Garowaglio, qui a vu ce lichen représenté au n^o 847 d'un exsiccata de Mougeot.

Exs. *Lich. Lorr.* n^o 746, la *f. melaleuca*.

5. *P. corallina* (L., *Mant.*, p. 131, *Lichen corallinus*) Arn.,
Exs., n^o 204.

Thalle cendré, quelquefois un peu plombé, plus ou moins papilleux-isdidié, K + un beau jaune d'or.

Apothécies agglomérées dans des verrues très saillantes, à disque plan, atteignant 1 millim. de diamètre, pulvérulent, présentant la même réaction que le thalle, verdâtre-bleuâtre, bordé de blanc (Pl. 19, fig. 9) ; spores ellipsoïdes, 2 dans chaque thèque, situées bout à bout, longues de 0,051-150 et larges de 0,022-82 (Pl. 18, fig. 27).

Sur les rochers, surtout de grès. Commun, mais rarement fertile.

Vosges : Docelles, bois de l'Encerf, fertile ; Viramont (V. et H. Claudel, Harmand) ; Plainfaing ; Saint-Dié, au Mont-Saint-Martin ; Vagney ; Ballon d'Alsace (Harmand) ; Épinal (D^r Berher).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Alsace : Gensburg (Abbé Renauld) ; Sainte-Odile (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n^o 755, fertile.

Lorsque les papilles manquent, c'est le *P. dealbata* (Ach., *Prodr.*, p. 29, *Lichen dealbatus*) Nyl., *Scand.*, p. 180.

On trouve souvent le thalle de cette espèce envahi par son parasite *Spiloma sphaerale* Ach.

6. *P. subdubia* Nyl., *Fl.*, 1880, p. 390.

Thalle cendré, granulé-verruqueux-papilleux, à papilles obtuses, verruciformes, aréolé, ressemblant assez au thalle du *P. Westringii*, K + un beau jaune, méd. I —.

Se rapporte exactement à la description du *P. subdulia* Nyl. ; il n'y a de différence que pour l'habitat.

Sur le granit. Rare.

Vosges : Au Hohneck (Harmand).

Ce Lichen est une sous-espèce du *P. dealbata* Ach.

7. *P. leucosora* Nyl., *Fl.*, 1877, p. 223.

Thalle cendré-foncé-plombé, rugueux-granulé, aréolé, muni de sorédies de différentes dimensions, convexes ou aplaties, devenant, ainsi que la médulle, jaunes sous l'action de la potasse, CaCl —.

Sur les roches siliceuses. Assez rare.

Vosges : Épinal (D^r Berher); Docelles, les Têtes (V. et H. Claudel, Harmand).
Exs. *Lich. Lorr.* n° 744.

8. *P. Westringii* (Ach., *Vet. Ak.*, p. 179, *Lichen Westringii*)
Nyl., *Pyr.-Or.*, p. 35.

Thalle blanchâtre, un peu brunâtre, plus ou moins épais, luisant sur les bords, aréolé, papilleux, à papilles d'abord subglobuleuses, puis allongées et toujours brunes à l'extrémité, entouré d'une ligne zonale noirâtre, large environ d'un millim., K + jaune puis rouge-écarlate. Les papilles sont souvent rompues ou avortées et sont remplacées par un petit mamelon paraissant sorédié au sommet et ordinairement creusé en entonnoir. Je n'ai pas vu de fruits.

Sur des rochers siliceux, sur les écorces et sur les bois. Rare.

M.-et-M. : Burthecourt, sur l'écorce d'un Gerisier (Abbé Hue).

Alsace : Au-dessus de Wesserling (Harmand); Bitche, sur des bois (Kieffer).

9. *P. lævigata* Nyl., *les Lichens des environs de Paris*, p. 71.

Thalle cendré ou cendré-blanchâtre, uni, presque continu ou finement aréolé, presque entièrement hypophléodé, K + jaune, CaCl —.

Apothécies saillantes, sublécaneorines, subsorédiiformes, n'atteignant pas 1 millim. en diamètre; spores 2 par thèque, longues de 0,060-135 et larges de 0,034-54. Les hyphes sous les apothécies sont sensibles à l'iode.

Sur les écorces lisses. Rare.

Vosges : Épinal (D^r Berher).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

B) Thèques normalement à 1 spore.

10. *P. velata* Nyl., *Scand.*, p. 179.

Thalle presque blanc de lait, lisse à la circonférence, presque entièrement couvert de sorédies de dimension variable, subarrondies, un peu déprimées, atteignant rarement 2 millim. en diamètre, K —, CaCl + rouge, ainsi que les sorédies.

Sur les écorces. Très rare et toujours stérile.

Vosges : La Schlucht, sur l'écorce des Sapins (V. et H. Claudel, Harmand).

Il faut se garder de confondre cette espèce avec certains états du *Lecanora subtartarea*, qui s'en distingue ordinairement par des sorédies jaunâtres.

11. *P. multipuncta* (Turn. in *Transact. Linn. Soc.*, IX, p. 137,
Variolaria multipuncta) Nyl., *Scand.*, p. 179.

Thalle cendré ou cendré-blanchâtre ou blanc de lait, rarement cendré-plombé ou foncé, presque lisse sur les bords, où il est ordinairement un peu brunâtre, plissé-rugueux-inégal dans la partie centrale, qui est plus ou moins couverte de sorédies arrondies, atteignant 4 millim. en diamètre, le plus souvent sublécaneorines et munies d'un rebord mince. Dans les exemplaires complets on remarque parfois, mais moins souvent que dans l'espèce suivante, des bandes zonales concen-

triques de différentes couleurs, la périphérique étant toujours bleuâtre (bande hypothalline) [Pl. 19, fig. 11 et 12], K —, CaCl. —.

Sur les écorces, sur la mousse, rarement sur les pierres siliceuses et sur les vieux bois. Commun et toujours stérile en Lorraine.

Vosges : La Schlucht; Docelles (V. et H. Claudel, Harmand); Épinal (D^r Berher).

M.-et-M. : Neuviller-sur-Moselle; la Malgrange; route de Marbach à Saizerais; Fléville; Heillecourt; Fonds-de-Toul; Montaigu, près de Nancy; Essey-la-Côte; Mont-sur-Meurthe (Harmand); Benney (Abbé Mougenot).

Lorr. ann. : Moncourt (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 731.

Cette espèce, telle qu'elle est entendue ici, est le *P. scutellaris* Hue (*Les Pertusaria de la Flore française*, p. 14). M. l'Abbé Hue, s'appuyant sur de bonnes raisons, a séparé cet état constamment stérile de l'état fertile qui en diffère passablement.

Quant à réunir ce Lichen au *P. communis*, ce n'est guère possible; ce dernier en effet a une réaction différente, est presque toujours fertile et n'a jamais de sorédies.

*12. *P. globulifera* (Turn., *Lich. Brit.*, p. 59, *Variolaria globulifera*) Nyl., *Scand.*, p. 180.

Diffère de l'espèce précédente surtout par ses spores qui sont longues de 0,0207-276 et larges de 0,050-80, tandis que dans le *P. multipuncta* elles sont longues de 0,090-150 et larges de 0,028-63; mais comme les deux espèces sont toujours stériles chez nous, il est souvent impossible de les distinguer sûrement. Il est à remarquer toutefois qu'ici le thalle est ordinairement plus foncé et plus rugueux-verruqueux ou granuleux, et qu'on y trouve plus souvent, au pourtour, les bandes concentriques diversicolores dont j'ai parlé plus haut (Pl. 18, fig. 29, et Pl. 19, fig. 13, 14).

Même habitat que le précédent. Très commun.

Exs. *Lich. Lorr.* n° 733.

A Brichambeau, près de Nancy, sur un Orme, j'ai recueilli cette espèce avec son parasite *Spiloma sphaerale* Ach.

13. *P. ophthalmiza* (Nyl., *Scand.*, p. 180, *Pertusaria multipuncta* v. *ophthalmiza*).

Thalle hypophléodé, lisse, cendré, K —, CaCl —.

Verrues fertiles petites, 0,8 millim. de diamètre, assez régulièrement disséminées, contenant ordinairement une apothécie, et, par exception, 2-3, à bord relativement épais, sorédié ou non, à disque souvent punctiforme, noirâtre, prulineux; spores solitaires dans chaque thèque, longues de 0,100-134 et larges de 0,050-60 (Darbshire).

Sur les écorces. Très rare.

Vosges : La Schlucht, sur un Hêtre (Harmand).

Mes exemplaires sont fertiles ; mais les spores sont mal développées.

14. *P. amara* (Ach., *L. U.*, p. 324, *Variolaria amara*) Nyl., *Fl.*, 1873, p. 22.

Thalle cendré ou blanchâtre ou presque blanc ou noirâtre, mince, presque uni ou rugueux, muni de sorédies blanches, subarrondies, déprimées, plus ou moins grandes, atteignant jusqu'à 12 millim. en diamètre plus ou moins rapprochées et devenant violettes par KCaCl. (Pl. 20, fig. 1, 2, 3).

Corticole, saxicole, muscicole et lignicole. Commun et toujours stérile en Lorraine.

Vosges : Épinal (D^r Berher) ; sources de la Meurthe ; Docelles ; la Schlucht (V. et H. Claudel, Harmand) ; Ballon d'Alsace ; Saint-Dié (Harmand).

M.-et-M. : Fonds-de-Toni ; Gerbéviller, Messein ; Vandœuvre ; Emberménil ; Fléville ; Jezainville ; Saulxures-lès-Vannes ; Neuville-sur-Moselle ; route de Marbache à Saizerais (Harmand).

Lorr. ann. : Moncourt (Harmand) ; Bitche (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 734.

15. *P. lactea* Nyl., *Fl.*, 1881, p. 539.

Thalle blanc de lait ou cendré-plombé ou cendré-noirâtre, plus pâle et comme carné à la circonférence, où il est lobé à la manière des *Placodium*, plissé, presque lisse et luisant ou plus ou moins rugueux, muni ordinairement vers le centre de sorédies blanches, semi-globuleuses, devenant rouges sous l'action de CaCl (Pl. 20, fig. 4 et 5).

Saxicole ; rarement corticole. Assez commun et toujours stérile dans les montagnes des Vosges.

Vosges : La Schlucht, corticole ; Archettes ; Tête-des-Cuveaux ; Docelles, au bois de l'Encerf, corticole et saxicole ; petite cascade de Tendon (V. et H. Claudel, Harmand) ; au pied du Ballon d'Alsace (Abbé Hue) ; Épinal, corticole (D^r Berher) ; Gérardmer ; Vagney ; Bussang (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche, corticole et saxicole (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 735.

C) Thèques normalement à 4 spores.

16. *P. leioplaca* (Ach., *Vet. Ak.*, p. 159, *Porina leioplaca*) Schær., *Spicil.*, p. 66.

Thalle hypophléodé, cendré ou un peu jaunâtre ou blanc de lait ou plombé-bleuâtre, K — ou plus ou moins jaune, médulle K — ou plus ou moins jaune.

Verrues fertiles ordinairement très saillantes et semi-globuleuses ou rarement plus ou moins déprimées et peu saillantes, renfermant 1-7 apothécies à disque noirâtre, ostioles ordinairement punctiformes, arrondis et peu visibles ; il n'est pas rare de trouver les verrues fertiles creusées-rongées au sommet en entonnoir assez évasé, ce qui les fait ressembler à celles du *P. pustulata*, ou à celles du *P. Wulfenii* (Pl. 20, fig. 6, 7).

Spores hyalines, le plus souvent par 4, sur un seul rang et bout à bout dans

chaque thèque; mais il faut dire qu'en réalité leur nombre peut varier de 2 à 8 et qu'on en trouve quelquefois qui sont placées transversalement; elles sont longues de 0,040-100 et larges de 0,020-50 (Pl. 18, fig. 30, 31, et Pl. 21, fig. 1 et 2); spermaties aiguës à chaque extrémité, longues de 0,009 et larges de 0,001.

F. plumbea.

Thalle plombé-bleuâtre.

V. trifera (Nyl., *Supplém. aux Lichens des environs de Paris*, p. 9, *P. trifera*).

Thalle ± jaune; ordinairement 3 spores dans chaque thèque, ostiole ou disque incolore ou à peu près.

V. octospora Nyl., *Scand.*, p. 182.

La plupart des thèques à 8 spores (Pl. 21, fig. 1).

V. pseudopustulata.

Thalle ordinairement jaunâtre, par taches disséminées, à verrues fertiles peu saillantes, élargies au sommet en un entonnoir plus ou moins évasé.

V. juglandis Garow., *Pert.*, p. 23.

Thalle blanc de lait; verrues fertiles serrées, à un seul ostiole assez dilaté, et surface subpulvérulente.

Sur les écorces. Le type est commun, les variétés et la forme sont assez rares.

Le type. — *Vosges*: Épinal (D^r Berher).

M.-et-M.: Saulxures-lès-Vannes; la Malgrange (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

Alsace: Andlau; Sainte-Odile (Harmand).

F. plumbea. — *M.-et-M.*: Institution des sourds-muets de la Malgrange, sur des Charmes (Harmand).

V. trifera Nyl. — *Lorr. ann.*: Bitche (Abbé Kieffer).

V. octospora Nyl. — *Vosges*: La Schlucht; Retournemer (V. et H. Claudel, Harmand).

V. pseudopustulata. — *Vosges*: La Schlucht; Retournemer (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M.: Richardmémil (Abbé Hue); Neuville-sur-Moselle; Gerbéviller; Fonds-de-Toul (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

V. juglandis Garow. — *Vosges*: Bruyères, jardin de M. Mougeot (Harmand).

M.-et-M.: Saulxures-lès-Vannes; Houdemont (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 847; *Lich. Lorr.* n° 747, le type, la *v. octospora* et la *v. pseudopustulata*.

La *v. pseudopustulata* se confondrait facilement avec le *P. Wulfenii* v. *glabrescens* Nyl.

17. *P. coronata* (Ach., *Syn.*, p. 111, *Porina coronata*) Nyl., *Bull. Soc. bot.*, 1881, p. xcvi.

Thalle cendré-blanchâtre ou un peu jaunâtre-verdâtre, rarement cendré, plus ou moins aréolé, plus ou moins sorédié-farineux ou non, finement isidié, à isidium plus ou moins serré et plus ou moins allongé, K + jaune, méd. K + jaune-orangé. Verrues fertiles saillantes comme dans le *P. communis*, mais plissées-anguleuses, souvent couvertes d'isidium, munies d'ostioles assez évasés; spores 2-8 par thèque, longues de 0,116-140 et larges de 0,035-37 (Pl. 21, fig. 3); spermaties longues de 0,005-9 et larges de 0,0005.

F. detonsa.

Isidium court et espacé, subgranuliforme, thalle non pulvérulent.

Sur les écorces. Assez commun, mais rarement fertile.

Le type. — Vosges : Docelles, Basse-des-Combes, fertile, bois de Chênes, sur la route de Tendon; la Schlucht (V. et H. Claudel, Harmand); Épinal (D^r Berher).

M.-et-M. : Bois de Flavigny-sur-Moselle; bois de Gerbéviller; bois de Saulxrotte, fertile (Harmand).

F. detonsa. — Vosges : La Schlucht (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 757 bis.

Cette espèce se confondrait facilement avec le *P. coccodes*, si l'on négligeait la réaction, et avec le *P. lutescens*, qui se distingue par sa teinte nettement jaune.

D) Théques normalement à 8 spores.

18. *P. Wulfenii* DC., *Fl. fr.*, II, p. 320.

Thalle ordinairement blanchâtre, un peu jaunâtre, rarement cendré-foncé ou plombé, quelquefois blanc de lait, mince ou assez épais, granuleux, ridé ou non, subcontinu ou aréolé, K Ca Cl + jaune ou jaunâtre.

Verrues fertiles petites espacées ou rapprochées, à ostiole d'abord punctiforme, puis élargi ce qui rend la verrue sublécaneorine, avec un disque noirâtre et un bord épais, roulé en dedans (Pl. 20, fig. 8); spores 4-8 par thèque, placées sans ordre, longues de 0,076-113 et larges de 0,036-48 (Pl. 21, fig. 4); spermaties longues de 0,016-23 et larges de 0,0005.

Selon que le thalle est mince et presque lisse ou épais et boursoufflé-verruqueux, on peut distinguer avec Nyl. la v. *glabrescens* Nyl., *Pyr.-Or.*, p. 37, et la v. *rugosa* (Ach., *Syn.*, p. 110, *Porina rugosa*) Nyl., l. c.

De même, en considérant la couleur du thalle, on pourra reconnaître une *f. lactea* et une *f. plumbea*; mais ces différents états dus ordinairement à la nature du substratum ou à l'habitat me semblent de peu d'importance.

Sur les écorces où il est assez commun; rarement sur les roches siliceuses.

Vosges : Docelles, au Haut-du-Bois; la Schlucht (V. et H. Claudel, Harmand); Gérardmer (D^r Berher).

M.-et-M. : Vandœuvre; Saulxures-lès-Vannes; Messein; Neuville-sur-Moselle; Houdemont; Audun-le-Roman; la Malgrange (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer) ; Moncourt (Abbé Nicolas).
Exs. Lich. Lorr. n° 745.

19. *P. rupicola* (Schær., *Enum.*, p. 229, *Pertusaria sulphurea*, β *rupicola*).

Thalle verdâtre-jaunâtre ou rarement cendré, plus ou moins épais, aréolé, muni de grosses sorédiés éparses, blanchâtres, subgranuleuses ; c'est la f. *variolosa* de Schærer.

Sur les roches siliceuses des montagnes. Rare et toujours stérile.
Vosges : Bussang ; Docelles ; Archettes (V. et H. Claudel, Harmand).
Exs. Lich. Lorr. n° 745, sub *P. Wulfenii* v. *rupicola* Schær.

Mes exemplaires sont conformes à celui qui a été distribué par Arnold, sous le n° 1388.

Darbishire (*Die Deutschen Pertusariaceen*, p. 609), tout en admettant le *P. rupicola* comme variété du *P. Wulfenii*, affirme que ce dernier n'est jamais sorédié ; cet auteur, si estimable d'ailleurs, devra donc revenir sur son assertion ; il devra, en outre, ou renoncer à son sous-genre *variolaria*, ou y ranger le *P. rupicola*, après l'avoir retiré du sous-genre *Pertusaria* ; car autrement le *P. Wulfenii* renfermerait des représentants de deux sous-genres.

20. *P. lutescens* (Hoffm., *Pl. Lich.*, t. 23, f. 1, 2, *Lepra lutescens*) Lamy, *Lich. du M^e-Dore et de la H^e-Vienne*, p. 91.

Thalle jaunâtre ou plus ou moins jaune-souffré, uni et continu ou rugueux-verruqueux-aréolé, pulvérulent, finement et brièvement isidié, K + un beau jaune.

Sur les écorces, dans les forêts. Commun, mais toujours stérile.
Vosges : Épinal, sur des Chênes ; Gérardmer, sur des Chênes (D^e Berher) ; Allarmont, sur un Hêtre (Abbé Mougenot) ; Jarménil ; Docelles, sur des Chênes (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Pont-Saint-Vincent, sur des Chênes (Abbé Hue) ; forêt de Saint-Amon ; Bouxières-aux-Dames ; Gerbéviller ; Messein ; bois de Fléville, sur des Chênes (Harmand).

Lorr. ann. : Moncourt, sur des Chênes (Harmand) ; Bitche (Abbé Kieffer).
Exs. Lich. Lorr. n° 752.

21. *P. inquinatá* (Ach., *L. U.*, p. 353, *Lecanora coarctata* δ *inquinata*) Th. Fr., in *Bot. nat.*, 1867, p. 108.

Thalle cendré, aréolé, ordinairement peu développé, K —, Ca Cl —.

Apothécies innées dans les aréoles du thalle, à ostioles disciformes, noirs, difformes ou arrondis, solitaires ou plusieurs sur chaque aréole, munis d'un bord mince, persistant, plus pâle que le thalle ; épithécium K + violet ; thèques subey-

lindriques, contenant 8 spores hyalines non unisériées, longues de 0,025-30 et larges de 0,014-20.

Sur les roches siliceuses. Rare.

Vosges : Bussang (Harmand).

3° Sous-Tribu. — THÉLOTRÉMÉES Nyl.

Cette sous-tribu diffère des Pertusariées par l'épithécium moins enfermé, par les spores pluriloculaires et par les spermaties plus courtes et plus grêles; stérigmates simples.

- 1. Spores fusiformes : *Thelotrema* Ach. (2)
- Spores non fusiformes 2
- 2. Spores brunes : *Urceolaria* Ach. (3)
- Spores hyalines : *Phlyctis* Wallr. (1)

1. PHLYCTIS Wallr.

Thalle mince, continu ou pulvérulent, finement aréolé; apothécies d'abord innées puis se faisant jour à travers le thalle, difformes, à bord thallin plus ou moins visible; spores hyalines, grandes, pluriloculaires.

Thèques à 2 spores apiculées aux extrémités ne dépassant guère 0,080 en longueur : *Phl. agelæa* (Ach.) Krb. (1)

Thèques à une spore non apiculée, atteignant 0,140 en longueur : *Phl. argena* (Ach.) Krb. (2)

1. *Phl. agelæa* (Ach., *Meth.*, p. 150, *Urceolaria agelæa*, pr. p.) Korb., *Syst.*, p. 391.

Thalle cendré ou cendré-blanchâtre, ou cendré-glaucou verdâtre, mince ou assez épais, entier, continu, à la fin granulé, pulvérulent par places, K + jaune puis un peu après rouge ou rouge-sang (Pl. 20, fig. 9).

Apothécies par 3-4 enfoncées dans le thalle, plissées-irrégulières, plus ou moins couvertes d'une couche épaisse, pulvérulente, à la fin plus saillantes, à disque plus ou moins étalé, brun, noirâtre ou presque noir, thèques à 2 spores murales, apiculées à chaque extrémité (Pl. 21, fig. 5), longues de 0,042-80 et larges de 0,014-30.

Écorces diverses. Commun.

Vosges : Épinal, sur des Chênes et sur des Hêtres (D^r Berher); la Schlucht; Cheniménil (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Bois de Frolois, sur un Érable (Abbé Hue); Neuville-sur-Moselle, sur un Tremble; Valcourt; Briey; Messein, sur un Noyer; la Malgrange; Mont-sur-Meurthe; Bayon, sur un Peuplier; Audun-le-Roman, sur un Charme; bois de Xoudailles; bois de Flavigny; bois de Saulxures-lès-Yannes; Vandœuvre (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer); Moncourt (Abbé Nicolas).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 758.

2. *Phl. argena* (Ach., *Prodr.*, p. 8, *Lichen argenus*) Korb., *Syst.*, p. 391.

Diffère du précédent surtout par ses spores solitaires, non apiculées et bien plus grandes, longues de 0,100-140 et larges de 0,027-50 (Pl. 21, fig. 6).

Sans l'usage du microscope il est donc presque impossible de distinguer infailliblement ces deux espèces. Je dirai toutefois qu'un lichénologue expérimenté reconnaîtra presque toujours sans se tromper le *Phl. argena*; le thalle est plus mince, beaucoup plus pulvérulent et plus ordinairement rougeâtre; les apothécies demeurent moins longtemps enfoncées, leur disque s'étale plus tôt, est un peu plus grand et plus souvent muni d'un bord mince, pâle, régulier (Pl. 20, fig. 10).

Sur les différentes écorces. Moins commun que le précédent et moins ordinairement fructifié

Vosges: Épinal (D^r Berher); Docelles, sur des Hêtres et des Chênes; la Schlucht; au-dessus de Retournevier; Cheniménil, sur des Sapins (V. et H. Clandel, Harmand).

M.-et-M.: Audun-le-Roman, sur un Érable-faux-platane; au-dessus de Dieulouard; Saulxures-lès-Vannes (Harmand):

Exs. *Lich. Lorr.* n° 759.

II. THELOTREMA Ach.

Thalle assez mince, continu; apothécies à bord double, l'un intérieur, membraneux, enveloppant tout d'abord toute l'apothécie, puis se déchirant, l'autre extérieur, assez épais, un peu courbé en dedans, spores fusiformes, murales.

Th. lepadinum Ach., *L. U.*, p. 312.

Thalle blanchâtre, souvent un peu jaunâtre ou brunâtre, lisse ou un peu rugueux, K + jaune puis rouge-écarlate ou rouge-brique (Pl. 20, fig. 11).

Apothécies saillantes, à bord extérieur subconnivent, à disque presque plan, noirâtre et pruineux: spores 2-8 par thèque, longues de 0,035-70 et larges de 0,011-16 (Nyl.) [Pl. 21, fig. 7].

Sur les vieilles écorces, très rarement sur le bois. Peu commun.

Vosges: Gérardmer, sur un Sapin (D^r Berher, Harmand); Épinal (D^r Berher); Allarmont (Abbé Mougnot); la Schlucht (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche, au Rothlambach, sur un Hêtre (Abbé Kieffer); Moncourt, sur de vieux bois (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 257; *Lich. Lorr.* n° 760.

III. URCEOLARIA Ach. pr. p.; Nyl.

Thalle crustacé; apothécies innées-urcéolées; spores 8 dans chaque thèque, cloisonnées, brunes; stérigmates un peu rameux, spermaties cylindriques.

Thalle K + jaune puis rouge: *U. ocellata* (Vill.) DC. (1)

Thalle K + jaune persistant, CaCl + pourpre: *U. scruposa* (L.) Ach. (2)

1. *U. ocellata* (Vill., *Delph.*, 3, p. 988, t. 55, *Lichen ocellatus*) DC., *Fl. Fr.*, II, p. 372.

Thalle blanc, subverruqueux, aréolé, à surface pulvérulente, K + jaune puis rouge de minium.

Apothécies à disque bientôt étalé, glauque, grisâtre, un peu verdâtre, à surface

pulvérulente, à bords épais, irréguliers; spores bruns, longues de 0,024-27 et larges de 0,0106-0,011 (Pl. 18, fig. 32, 33).

Sur les rochers et sur la terre des terrains calcaires.

Vosges ?? (Mougeot).

Exs *St. Vog.-Rhen.* n° 942, sub *Lecanora Villarsii* Ach.

Mougeot dit avoir rencontré cette espèce en Lorraine, sans indication de localité. « Raro apud nos in terra calcarea. » (*St. Vog.-Rhen.*, n° 942.)

D'autre part, dans son *Tableau des plantes qui croissent spontanément dans le département des Vosges*, le même auteur indique *U. ocellata* sur les rochers de granit et de grès de la région montagneuse; il y a là quelque contradiction. En tout cas, je n'ai vu aucun exemplaire authentique venant de Lorraine. Le Lichen distribué par Mougeot n'est pas de Lorraine; j'ai bien vu dans des herbiers lorrains un *Urceolaria* nommé *ocellata*; mais c'était tout simplement la *f. flavescens* de l'*U. scruposa*.

2. U. scruposa (L., *Mant.*, 231, *Lichen scruposus*) Ach., *Prodr.*, p. 32.

Thalle cendré ou cendré-noirâtre ou cendré-blanchâtre ou blanc, quelquefois rougi par l'oxyde de fer ou jauni par une algue, lisse et mat, ou luisant ou plus ou moins pulvérulent, aréolé ou subcontinu ou continu, verruqueux, à verrues entières ou granuleuses, K + jaune, CaCl † pourpre, méd. I + ou —.

Apothécies enfoncées-urcéolées, d'abord punctiformes et subglobuleuses, à bord thallin subconvnivent, puis développées, à disque concave ou plat, noir, plus ou moins glauque-pruineux, à bord propre noir, pruineux, entier ou plus ou moins distinctement strié-rayonnant, recouvert ou non par le bord thallin, quelquefois complètement libre; paraphyses très minces, simples, hyalines, non ou très peu renflées à l'extrémité; hypothécium un peu brunâtre, gélatine hyméniale l—, thèques allongées (Pl. 15, fig. 44); spores obscures ou noirâtres, ordinairement à 5 cloisons transversales auxquelles s'ajoutent quelques cloisons partielles longitudinales, longues de 0,022-38 et larges de 0,012-17 (Pl. 15, fig. 44); stérigmates rameux à la base; spermaties cylindriques et non oblongues, longues de 0,004-9 et larges de 0,001-2.

V. vulgaris Kœrb.

Thalle cendré, aréolé-verruqueux, non pulvérulent ni granuleux; cette variété peut être considérée comme le type.

F. granulosa.

Thalle à verrues granuleuses.

F. plumbea Ach., *Meth.*, p. 147.

Thalle cendré-plombé-foncé.

F. flavescens.

Thalle jaunâtre, sans doute envahi par une algue.

V. dealbata Ach., *Vel. Ak. Hand.*, p. 169.

Thalle blanchâtre, croissant sur les murs ou sur terre et servant comme de transition à la v. suivante; apothécies à bord thallin épais, à superficie pulvéru-lente.

V. bryophila Ach., *Meth.*, p. 148.

Thalle ordinairement très mince et croissant sur les mousses ou sur les *Cladonia*. La surface du thalle offre de nombreuses variations; le bord propre de l'apothécie se sépare rarement du bord thallin et le disque est ordinairement très concave, semi-globuleux, rarement aplati.

V. gypsacea Sommerf., *Suppl.*, p. 100; *Albissima* Ach., *Meth.*, p. 147.

Thalle blanc de craie, continu, pulvérulent, assez épais.

Sur les pierres, sur les grès tendres, sur la terre, sur les mousses, sur les *Cladonia*, sur les détritux de végétaux, rarement sur les écorces et sur les bois. Assez commun.

V. vulgaris Kærh. — *Vosges* : Docelles, sur le grès et sur le granit; petite cascade de Tendon; Jarménil (V. et H. Claudel, Harmand); Épinal (D^r Berher); la Schlucht; Haut-du-Tôt; Ballon d'Alsace (Harmand).

Alsace : Wesserling; Andlau; la Vancelle (Harmand).

F. granulosa. — *M.-et-M.* : La Malgrange, sur les tuiles (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

F. plumbea Ach. — *Vosges* : Épinal (D^r Berher).

Alsace : Ballon de Guebwiller (Harmand); Gensburg (Abbé Renauld).

F. flavescens. — *Vosges* : Viramont; Tête-des-Cuveaux (V. et H. Claudel, Harmand); Épinal (D^r Berher).

F. dealbata Ach. — *Vosges* : Épinal, murs et rochers siliceux (D^r Berher).

M.-et-M. : La Malgrange; la Chartreuse de Bosserville, sur les murs du potager (Harmand).

Alsace : En montant au Haut-Kœnigsbourg, sur la terre sablonneuse (Harmand).

V. bryophila Ach. — *Vosges* : Hohnneck (Abbé Hue); Épinal (D^r Berher); Bus-sang; Docelles (V. et H. Claudel, Harmand); Plainfaing (Harmand).

M.-et-M. : Vandœuvre; Baraques-de-Toul; Thiaucourt; Liverdun : Saulxures-lès-Vannès (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

J'ai, en outre, de Bitche et du Haut-Kœnigsbourg une forme à thalle rougi par l'oxyde de fer et de Bitche une autre forme à apothécies envahies par un parasite.

V. gypsacea Sommerf. — Indiqué par Mongeot à Neufchâteau et, au pied des

Vasges, en Alsace. Je n'ai pas vu cette variété en Lorraine; je l'ai rapportée parfaitement caractérisée du sommet du Righi, Suisse.

Exs. *St. Vog-Rhen.* n° 169, le type avec une forme granulée, pulvérulente; n° 170, la v. *bryophila*; *Lich. Lorr.* n° 762, le type, la *f. dealbata*, sub v. *cretacea* Schær., n° 763, la v. *gypsacca* et n° 764, la v. *bryophila*.

Le n° 766 *bis* que j'ai distribué sous le nom de *U. violaria* Nyl. n'est autre chose que la v. *vulgatis*.

La *f. dealbata* Ach. a été prise par plusieurs auteurs pour la v. *gypsacea*; mais elle s'en distingue par son thalle blanchâtre, non absolument continu.

EXPLICATION DES FIGURES

Planche XIV.

- Fig. 1. — Fragment de thalle de *Ricasolia glomulifera*.
 Fig. 2. — Fragment de thalle de *Nephromium lævigatum*.
 Fig. 3. — *Peltigera horizontalis*.
 Fig. 4. — Lobule du thalle de *Pelt. canina*, v. *leucorrhiza*, vu en dessous.
 Fig. 5. — Fragment du thalle de *Pelt. canina*, v. *ulorrhiza*, vu en dessous.
 Fig. 6. — Thalle fructifié de *Peltidea venosa*.
 Fig. 7. — Thalle de *Solorina saccata*.
 Fig. 8. — *Lecanora subfusca*, v. *allophana*.
 Fig. 9. — *Lecanora atrocinerea*.
 Fig. 10. — Fragment d'une rosette de *Lecanora cartilaginea*.
 Fig. 11. — *Lecanora subfusca*, v. *glabrata*.
 Fig. 12. — Idem.
 Fig. 13. — *Lecanora subfusca*, v. *rugosa*, f. *chlarona*.
 Fig. 14. — *Lecanora subfusca*, v. *rugosa*, type.
 Fig. 15. — Idem.
 Fig. 16. — *Lecanora subfusca*, v. *rugosa*, f. *cretacea*.
 Fig. 17. — *Lecanora subfusca*, v. *rugosa*, f. *campestris*.
 Fig. 18. — *Lecanora subfusca*, v. *horiza*.

Planche XV.

- Fig. 1. — Coupe du bord d'une apothécie de *Solorina saccata*, d'après Reinke.
 Fig. 2. — 3 spores polariloculaires de *Physcia parietina*, $\frac{480}{1}$.
 Fig. 3. — 2 spores de *Ph. ciliaris*, $\frac{500}{1}$.
 Fig. 4. — 2 spores de *Ph. pulverulenta*, $\frac{500}{1}$.
 Fig. 5. — Apothécies de *Gyrophora proboscidea*, d'après Tulasne.
 Fig. 6. — Spore d'*Umbilicaria pustulata*, d'après Tulasne.
 Fig. 7. — Arthrostérigmates et spermaties, du même, d'après Tulasne.
 Fig. 8. — 2 spores de *Gyrophora spodochoa*, $\frac{480}{1}$.
 Fig. 9. — 2 spores de *G. cylindrica*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 10. — Gonimies de *Pannaria rubiginosa*, v. *conoplea*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 11. — Spores de *P. brunnea*.

- Fig. 12. — Coupe d'une apothécie du même, d'après Reinke, $\frac{20}{1}$.
- Fig. 13. — Spores de *Pannaria nebulosa*.
- Fig. 14. — Gonimies de *P. nigra*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 15. — Spores du même, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 16. — Spores triseptées du même, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 17. — Coupe d'une apothécie et d'une partie du thalle du *P. triptophylla*, d'après Reinke, $\frac{40}{1}$.
- Fig. 18. — 2 spores du même, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 19. — 2 spores de *P. muscorum*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 20. — 2 spores de *P. plumbea*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 21. — 3 spores de *Lecanora citrina*, $\frac{580}{1}$.
- Fig. 22. — 1 thèque du même.
- Fig. 23. — 1 spore de *Lecanora phlogina*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 24. — 2 gonidies du même.
- Fig. 25. — 1 thèque et 3 spores de *Lecanora galactina*.
- Fig. 26. — 1 thèque, 2 paraphyses et 4 spores de *L. vitellina*.
- Fig. 27. — 5 spores de *L. aurantiaca*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 28. — 2 spores de *L. subcircinata*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 29. — 3 spores de *L. sympagea*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 30. — 5 spores de *L. murorum*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 31. — 3 spores de *L. murorum*, v. *legularis*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 32. — 2 paraphyses et 1 thèque de *L. murorum*.
- Fig. 33. — 1 spore de *L. elegans*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 34. — 2 spores de *L. decipiens*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 35. — 3 spores de *L. saxicola*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 36. — 3 spores de *L. crassa*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 37. — 2 spores et 1 paraphyse de *L. variabilis*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 38. — 2 paraphyses de *L. calcarea*.

- Fig. 39. — 2 thèques de *L. calcarea*.
 Fig. 40. — 2 spores de *L. rupestris*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 41. — 2 paraphyses de *L. pyracea*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 42. — 2 spores du même.
 Fig. 43. — 2 spores de *L. pyracea*, f. *xanthopis*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 44. — Spore et thèque d'*Urceolaria scruposa*.
 Fig. 45. — 2 spores et 1 paraphyse de *L. callopisma*.
 Fig. 46. — Gonidies de *L. gelida*.
 Fig. 47. — Spore et thèque d'un *Lecida* parasite des céphalodies de *L. gelida*.
 Fig. 48. — Algue des céphalodies de *L. gelida*.
 Fig. 49. — 2 spores de *L. xanthostigma*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 50. — Spermaties de *L. subfusca*, v. *allophana*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 51. — 2 spores du même, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 52. — 2 spores de *L. subfusca*, v. *horiza*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 53. — Paraphyse capitée du même.

Planche XVI.

- Fig. 1. — 4 spores de *Lecanora granulosa*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 2. — 2 paraphyses du même.
 Fig. 3. — 1 thèque du même.
 Fig. 4. — 2 spores de *L. lobulata*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 5. — 1 spore du même, f. *b*.
 Fig. 6. — Paraphyse de *L. fulgens*.
 Fig. 7. — Thèque et spores du même.
 Fig. 8. — Paraphyses d'une f. de *L. aurantiaca*.
 Fig. 9. — 2 spores de *L. ferruginea*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 10. — 1 spore d'une f. du même.
 Fig. 11. — 1 paraphyse du même.
 Fig. 12. — 1 paraphyse de *L. ferruginea*, type.
 Fig. 13. — 2 spores de *L. lamprocheila*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 14. — 1 spore du même.
 Fig. 15. — Thèque de *L. epixantha*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 16. — 1 paraphyse du même.
 Fig. 17. — 2 spores du même.

- Fig. 18. — 1 spore de *L. subdeflexa*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 19. — 1 thèque du même.
 Fig. 20. — 1 paraphyse de *L. medians*.
 Fig. 21. — 3 spores du même, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 22. — 2 spores de *L. laciniosa*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 23. — 2 spores de *L. Hueiana*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 24. — 2 spores de *L. milvina*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 25. — 2 spores de *L. saphodes*, v. *submilvina*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 26. — 2 spores de *L. archæa*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 27. — Extrémité d'une paraphyse du même.
 Fig. 28. — 3 spores de *L. exigua*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 29. — 1 spore anormale de *L. exigua*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 30. — 5 spores de *L. roboris*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 31. — Extrémité d'une paraphyse du même.
 Fig. 32. — 1 spore anormale de *L. atrocinerea*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 33. — 1 spore de *L. confragosa*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 34. — 1 spore de *L. atrocinerea*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 35. — 2 spermaties de *L. atrocinerea*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 36. — 1 spore du même, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 37. — 1 spore de *L. Victoris*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 38. — 1 thèque du même.
 Fig. 39. — 3 spores de *L. colobina*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 40. — 1 spore de *L. Bischoffii*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 41. — 1 paraphyse du même.
 Fig. 42. — 2 spores de *L. ocellata*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 43. — 2 spores de *L. badia*, $\frac{600}{1}$.
 Fig. 44. — 1 thèque et 1 paraphyse de *L. picca*.
 Fig. 45. — 1 spore de *L. lentigera*, $\frac{600}{1}$.

- Fig. 46. — 1 spore de *L. cartilaginea*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 47. — 3 spores de *L. dispersa*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 48. — 1 paraphyse du même.
- Fig. 49. — Apothécie de *L. crenulata*.
- Fig. 50. — 3 spores de *L. Hageni*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 51. — 1 paraphyse capitée et articulée du même.
- Fig. 52. — 2 spermaties du même, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 53. — Thèque et spores de *L. sambuci*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 54. — 1 paraphyse du même.
- Fig. 55. — 2 spores et 1 paraphyse d'une f. de *L. Hageni*.
- Fig. 56. — 2 spores de *L. subfusca*, v. *glabrata*, f. *microspora*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 57. — 2 spores de *L. subfusca*, v. *glabrata*, type, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 58. — 3 spores de *L. subfusca*, v. *rugosa*, type, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 59. — 1 spermatie du même, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 60. — 2 spores de *L. campestris*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 61. — 2 spores de *L. gangaleoides*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 62. — 2 paraphyses du même.
- Fig. 63. — 1 spore de *L. cenisia*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 64. — 1 spore de *L. coilocarpa*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 65. — 1 spore de *L. albella*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 66. — Thèque avec spores du même.
- Fig. 67. — 2 spores de *L. angulosa*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 68. — 2 spores de *L. glaucolithescens*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 69. — 2 spores de *L. viridicans*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 70. — 3 spores de *L. varia*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 71. — Thèque de *L. polytropa*.
- Fig. 72. — Spore du même, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 73. — 2 spores de *L. conizawa*, $\frac{600}{1}$.

- Fig. 74. — 4 spores de *L. symmictera*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 75. — 2 spores de *L. subravida*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 76. — 2 spores de *L. effusa*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 77. — 2 spores de *L. piniperda*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 78. — 2 spores de *L. symmicta*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 79. — 2 spores de *L. subintricata*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 80. — 1 thèque du même.
- Fig. 81. — 1 thèque de *L. varia* avec ses spores, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 82. — Thèque et spores de *L. constans*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 83. — 2 spores de *L. atra*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 84. — 3 spores de *L. conferta*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 85. — Thèque et spores de *L. coarctata*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 86. — Thèque et spores de *Bæomyces icmodaphilus*.
- Fig. 87. — Thèque remplie et spore isolée de *L. cinerea*.
- Fig. 88. — 1 paraphyse du même.
- Fig. 89. — 2 spermaties du même, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 90. — 2 spermaties du *L. subdepressa*, $\frac{600}{1}$.

Planche XVII.

- Fig. 1. — *Lecanora gangaleoides*.
- Fig. 2. — *L. cenisia*.
- Fig. 3. — *L. intumescens*.
- Fig. 4. — *L. albella*.
- Fig. 5. — *L. angulosa*.
- Fig. 6. — *Id.*
- Fig. 7. — *Id.*, v. *cærutata*.
- Fig. 8. — *L. subcarnea*.
- Fig. 9. — *L. glaucoma*.
- Fig. 10. — *L. varia*.
- Fig. 11. — *L. polytropa*, f. *illusoria*.
- Fig. 12. — *L. consæa*.
- Fig. 13. — *L. constans*.
- Fig. 14. — *L. atra*.
- Fig. 15. — *L. coarctata*.

Fig. 16. — *L. tartarea*.

Fig. 17. — *L. subtartarea*, a. b.

Fig. 18. — *L. parella*, f. *corticola*.

Planche XVIII.

Fig. 1. — 2 spores de *L. tartarea*, $\frac{600}{1}$.

Fig. 2. — 2 spores de *L. gibbosa*, $\frac{600}{1}$.

Fig. 3. — 2 spores de *L. lusca*, $\frac{600}{1}$.

Fig. 4. — 2 spermaties du même, $\frac{600}{1}$.

Fig. 5. — 1 paraphyse de *L. complanata*, $\frac{600}{1}$.

Fig. 6. — 3 spores du même, $\frac{600}{1}$.

Fig. 7. — 2 spermaties du même, $\frac{600}{1}$.

Fig. 8. — 1 apothécie de *L. Bockii*, $\frac{600}{1}$.

Fig. 9. — 2 spores du même, $\frac{600}{1}$.

Fig. 10. — 1 spore de *L. mutabilis*, $\frac{600}{1}$.

Fig. 11. — 2 spores de *L. calcarea*, $\frac{600}{1}$.

Fig. 12. — 2 spores de *L. farinosa*, $\frac{600}{1}$.

Fig. 13. — Aréoles du thalle et fruits de *L. fuscata*, $\frac{2,5}{1}$.

Fig. 14. — 1 spore du même, $\frac{600}{1}$.

Fig. 15. — 1 spore de *L. discreta*, $\frac{600}{1}$.

Fig. 16. — 3 spores de *L. erysibe*, $\frac{600}{1}$.

Fig. 17. — 2 spermaties du même, $\frac{600}{1}$.

Fig. 18. — 3 spores de *L. syringea*, $\frac{600}{1}$.

Fig. 19. — 2 spores de *L. Nylanderiana*, $\frac{600}{1}$.

Fig. 20. — 2 spores de *L. cyrtella*, $\frac{600}{1}$.

Fig. 21. — 1 spore de *L. rubra*, $\frac{600}{1}$.

- Fig. 22. — 2 spores de *L. hæmatomma*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 23. — 2 spores de *L. ventosa*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 24. — 1 spore de *L. vicarta*.
- Fig. 25. — 1 thèque avec 2 spores de *P. communis*, $\frac{320}{1}$.
- Fig. 26. — Thèque à 2 spores de *P. melaleuca*, $\frac{600}{1}$.
- Fig. 27. — Thèque à 2 spores de *P. corallina*, $\frac{320}{1}$.
- Fig. 28. — Thèque à 2 spores de *P. areolata*, $\frac{320}{1}$.
- Fig. 29. — Zones concentriques du pourtour du thalle de *L. globulifera*, $\frac{3}{1}$.
- Fig. 30. — Thèque à 4 spores de *P. leioplaca*, $\frac{320}{1}$.
- Fig. 31. — 1 spore isolée du même, $\frac{320}{1}$.
- Fig. 32. — Spore d'*Urceolaria ocellata*, $\frac{600}{1}$.

Planche XIX.

- Fig. 1. — *L. gibbosa*.
- Fig. 2. — *L. complanata*.
- Fig. 3. — *L. calcarea*, v. *contorta*.
- Fig. 4. — *L. rubra*.
- Fig. 5. — *L. hæmatomma*.
- Fig. 6. — *L. ventosa*.
- Fig. 7. — a. b. *Pertusaria communis*.
- Fig. 8. — Le même, f. *rupestris*.
- Fig. 9. — *Pertusaria corallina*, fertile.
- Fig. 10. — *Pertusaria areolata*.
- Fig. 11. — *Pertusaria multipuncta*.
- Fig. 12. — *Id.*
- Fig. 13. — *Pertusaria globulifera*.
- Fig. 14. — *Id.*

SUR UNE GÉNÉRALISATION DES FONCTIONS PÉRIODIQUES

Par M. G. FLOQUET

Considérons l'équation

$$(1) \quad w^m + \varphi_1(z)w^{m-1} + \varphi_2(z)w^{m-2} + \dots + \varphi_m(z) = 0,$$

où m désigne un nombre entier positif et où les $\varphi(z)$ sont des fonctions de z méromorphes dans tout le plan et périodiques, de même période ω . Si m est l'unité, l'équation (1) définit u comme fonction rationnelle périodique de z . Si m est supérieur à l'unité, la fonction multiforme u , définie par l'équation (1), pourra donc être regardée comme une fonction plus générale au point de vue de la périodicité. Me plaçant dans ce cas, je vais établir que le plan des z peut être décomposé en bandes à l'intérieur de chacune desquelles toute branche de la fonction u est holomorphe et périodique, avec une certaine période. J'appliquerai ensuite à un exemple particulier.

I.

Soient

$$z_1 + m_1\omega, \quad z_2 + m_2\omega, \quad \dots \quad z_n + m_n\omega, \quad \dots$$

les affixes des points singuliers de la fonction multiforme u , les m_n recevant toutes les valeurs entières positives, nulles, négatives. Soient respectivement

$$\xi_1, \quad \xi_2, \quad \dots \quad \xi_n, \quad \dots$$

leurs abscisses par rapport aux deux axes suivants : $o\eta$ dirigé

suivant $o\omega$ et $o\xi$ mené perpendiculairement de telle façon que $o\xi$, $o\eta$ présentent la même disposition que $o\alpha$, $o\gamma$ (fig. 1). Supposons ces appellations faites de manière que la suite

$$\xi_1, \xi_2, \xi_3, \dots, \xi_n, \dots$$

soit non décroissante, et considérons les parallèles à $o\omega$:

$$\xi = -\infty, \xi = \xi_1, \xi = \xi_2, \dots, \xi = \xi_n, \dots, \xi = +\infty.$$

Elles décomposent le plan en bandes

$$(-\infty, \xi_1), (\xi_1, \xi_2), \dots, (\xi_n, \xi_{n+1}), \dots$$

dont plusieurs peuvent être nulles. Mais chacune des m branches de la fonction u , étant envisagée à l'intérieur d'une bande non nulle, y est manifestement holomorphe. Nous allons voir qu'elle y est aussi périodique.

Pour cela, effectuons le changement de variable

$$(2) \quad e^{\frac{2\pi iz}{w}} = t.$$

Les fonctions $\varphi(z)$ deviennent par là des fonctions $\psi(t)$ uniformes analytiques dans tout le plan $x'o'y'$ des t (fig. 2), avec un seul point singulier essentiel possible à distance finie, le point $t=0$, et la transformée de l'équation (1) est ainsi

$$(3) \quad w^m + \psi_1(t)w^{m-1} + \psi_2(t)w^{m-2} + \dots + \psi_m(t) = 0.$$

Les points singuliers de la fonction u , définie par l'équation (3), sont alors

$$t_1 = e^{\frac{2\pi iz_1}{w}}, \quad t_2 = e^{\frac{2\pi iz_2}{w}}, \quad \dots, \quad t_n = e^{\frac{2\pi iz_n}{w}}, \quad \dots$$

dont aucun n'est à l'origine, et aussi, en général, l'origine $t=0$. On a d'ailleurs

$$(4) \quad |t| = e^{\frac{2\pi \xi}{|w|}},$$

de sorte que, comme $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ forment une suite non décroissante, il en est de même de $|t_1|, |t_2|, \dots, |t_n|, \dots$; de plus, si ξ_n et ξ_{n+1} coïncident, $|t_n|$ et $|t_{n+1}|$ coïncident aussi, et inversement. La parallèle ξ à $o\omega$, sur le plan des z , et la circon-

férence concentrique à l'origine o' , sur le plan des t , de rayon $e \frac{2\pi \xi}{|\omega|}$, se correspondent. Si donc, du point o' comme centre, on décrit des circonférences passant par les points $t_1, t_2, \dots, t_n, \dots$; on décompose le plan des t en couronnes circulaires qui correspondent respectivement aux bandes obtenues sur le plan des z ,

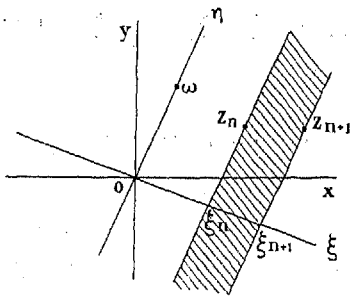


Fig. 1.

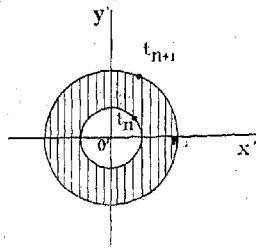


Fig. 2.

la couronne $(t_n t_{n+1})$ étant corrélatrice de la bande $(\xi_n \xi_{n+1})$, les deux étant nulles en même temps. J'ajoute que, lorsque le point z va du point z_0 au point $z_0 + p\omega$, à l'intérieur d'une bande, en suivant le chemin rectiligne, le point t part du point t_0 et y revient, après avoir décrit p fois, dans le sens positif, la circonférence $(o' t_0)$, et réciproquement.

Cela posé, soient $(\xi_n \xi_{n+1})$ une bande non nulle quelconque et z_0 un point intérieur à cette bande. Considérons la couronne circulaire correspondante $(t_n t_{n+1})$, qui n'est pas nulle non plus, et le point intérieur t_0 corrélatif du point z_0 . Soit $u(z)$ la branche de la fonction u qui est définie par l'équation (1) et par sa valeur $u(z_0)$ au point z_0 . Comme $u(z)$, envisagée à l'intérieur de la bande $(\xi_n \xi_{n+1})$, est holomorphe, pour obtenir sa valeur au point $z_0 + p\omega$, on peut employer un chemin arbitraire, intérieur à cette bande. Adoptons le chemin rectiligne. Quand z décrit ce chemin, le point t décrit p fois, dans le sens positif, la circonférence $(o' t_0)$ intérieure à la couronne $(t_n t_{n+1})$, et réciproquement. Or, on sait qu'après un nombre déterminé de tours effectués par t à l'intérieur de la couronne $(t_n t_{n+1})$, la branche $u(z)$, regardée maintenant comme une fonction de t définie par (3) et par sa valeur initiale $u(z_0)$, reprend cette valeur initiale. Si donc K désigne ce

nombre déterminé, on aura, quel que soit z_0 intérieur à la bande,

$$u(z_0 + K\omega) = u(z_0),$$

et, par conséquent, $u(z)$ est périodique, de période $K\omega$. On pourra développer $u(z)$ par la série de Fourier.

Remarquons que le nombre K peut être l'unité, et que, s'il est plus grand, la branche $u(z)$ se permute au point $z_0 + \omega$ avec une autre branche. Le mode de permutation des diverses branches de la fonction multiforme u , au point $z_0 + \omega$, se déduira immédiatement du mode de permutation des racines de l'équation (3), lorsque t tourne une fois, autour du point o' et dans le sens positif, à l'intérieur de la couronne circulaire $(t_n t_{n+1})$.

II.

Je vais appliquer ces considérations à la racine $m^{\text{ème}}$ d'une fonction rationnelle algébrique de $\sin z$ et de $\cos z$, c'est-à-dire que l'équation (1) sera

$$(5) \quad u^m = \varphi(z),$$

$\varphi(z)$ étant le quotient de deux polynômes entiers en $\sin z$ et $\cos z$, admettant par conséquent la période $\omega = 2\pi$. Je supposerai que ces deux polynômes n'ont ni zéros communs, ni zéros multiples.

La formule (2) du changement de variable est ici

$$(6) \quad e^{iz} = t,$$

qui donne

$$\sin z = \frac{i(1 - t^2)}{2t}, \quad \cos z = \frac{1 + t^2}{2t}.$$

La formule (4) se réduit à

$$(7) \quad |t| = e^{\xi}.$$

Quant à l'équation transformée (3), elle devient

$$(8) \quad u^m = \psi(t),$$

$\psi(t)$ étant une fonction rationnelle algébrique de t .

Les points singuliers de la fonction u de z , définie par l'équa-

tion (5), se composent des zéros et des pôles de $\varphi(z)$ qui, par hypothèse, sont tous simples; soient $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_\nu$ leurs abscisses ξ , dont le nombre ν est limité. Les points singuliers de u , considérée comme une fonction de t définie par (8), seront d'après (6) les points

$$t_1 = e^{i\xi_1}, \quad t_2 = e^{i\xi_2}, \quad \dots, \quad t_\nu = e^{i\xi_\nu},$$

dont aucun n'est à l'origine o' , et souvent aussi le point $t=0$; tous ces points sont les zéros et les pôles de $\varphi(t)$, zéros et pôles qui sont tous simples, d'après notre hypothèse sur $\varphi(z)$, sauf le pôle $t=0$, qui peut être multiple. En chacun d'eux, l'équation (8) a ses m racines nulles, ou ses m racines infinies. Les rayons des circonférences qui limitent les couronnes circulaires sur le plan des t sont d'ailleurs donnés par (7). On a ainsi les $\nu + 1$ bandes

$$(-\infty, \xi_1), \quad (\xi_1, \xi_2), \quad \dots, \quad (\xi_{\nu-1}, \xi_\nu), \quad (\xi_\nu, \infty),$$

sur le plan des z , et les $\nu + 1$ couronnes circulaires associées

$$(o' t_1) \quad (t_1 t_2), \quad (t_{\nu-1} t_\nu), \quad (t_\nu \infty),$$

sur le plan des t .

Plaçons-nous dans le cas où $t=0$ n'est pas un pôle de $\psi(t)$, les autres cas se ramenant aisément à celui-là par le changement de la variable u . Les ν points singuliers t_1, t_2, \dots, t_ν étant tous des zéros ou des pôles simples de $\psi(t)$, les m racines de l'équation (8) forment autour de chacun d'eux un système circulaire unique. Il va donc être facile de reconnaître au bout de combien de tours, effectués par le point t dans une couronne quelconque, chaque branche de la fonction u reprend sa valeur initiale, et par suite d'obtenir le nombre K qui détermine la période $2K\pi$ dans la bande correspondante.

Soit t_0 un point quelconque du plan des t , mais intérieur à une couronne; appelons u_1, u_2, \dots, u_m , les m fonctions de t , satisfaisant à (8), qui se déduisent respectivement pour $t=t_0$ des m racines r_1, r_2, \dots, r_m de l'équation

$$u^m = \psi(t_0),$$

et voyons ce qu'elles deviennent après une ou plusieurs révolu-

tions du point t , dans le sens positif, à l'intérieur de la couronne considérée.

Si t_0 tombe à l'intérieur de la première couronne ($o't_1$), le point t ne contourne aucun point singulier, et, par suite, après une révolution, chaque fonction $u_1 u_2 \dots u_m$ reprend sa valeur initiale. Donc $K = 1$.

Supposons que, $(t_1 t_2)$ n'étant pas nulle, t_0 tombe à l'intérieur de cette couronne. Alors le point t contourne un point singulier t_1 , et, par suite, après m révolutions, chacune des fonctions u reprend sa valeur initiale. Donc $K = m$.

Supposons maintenant que, $(t_2 t_3)$ n'étant pas nulle, t_0 tombe à l'intérieur de cette couronne. Que $(t_1 t_2)$ soit nulle ou non, le point t contourne alors deux points singuliers t_1 et t_2 , et, par suite, il y a lieu de distinguer le cas où t_1 et t_2 sont l'un un zéro, l'autre un pôle de $\psi(t)$, et le cas où t_1 et t_2 sont deux zéros ou deux pôles. Dans le premier cas, chaque branche u reprend sa valeur initiale au bout d'une révolution, de sorte qu'on a $K = 1$. Dans le second, chaque branche reprend sa valeur initiale au bout de $\frac{m}{2}$ révolutions, si m est pair, et au bout de m seulement, si m est impair, de sorte que K est égal à $\frac{m}{2}$ ou à m .

Supposons encore que $(t_3 t_4)$ n'étant pas nulle, t_0 tombe à l'intérieur de cette couronne. Que $(t_1 t_2)$, $(t_2 t_3)$ soient nulles ou non, le point t contournera trois points singuliers t_1, t_2, t_3 . Dans le cas où ces trois points ne sont pas de même nature relativement à $\psi(t)$, chaque branche u reprend sa valeur initiale au bout de m révolutions, de sorte qu'on a $K = m$. Dans le cas, au contraire, où t_1, t_2, t_3 sont ou trois zéros, ou trois pôles de $\psi(t)$, chaque branche reprend sa valeur initiale au bout de $\frac{m}{3}$ révolutions, si m est multiple de 3, et au bout de m seulement, si m n'est pas multiple de 3, de sorte que K est égal à $\frac{m}{3}$ ou à m .

D'une manière générale, supposons que, $(t_n t_{n+1})$ n'étant pas nulle, t_0 tombe à l'intérieur de cette couronne. Le point t contourne alors toujours les n points singuliers $t_1 t_2 \dots t_n$. Soient α le

nombre des zéros de $\psi(t)$ qui figurent parmi ces n points, et $\beta = n - \alpha$ celui des pôles. Chacune des branches u_1, u_2, \dots, u_m reprendra sa valeur initiale au bout d'un nombre de révolutions égal à $\frac{m}{D}$, D étant le plus grand commun diviseur de m et de $|\alpha - \beta|$, de sorte que K est égal à $\frac{m}{D}$.

D'après cela, si l'on se reporte au plan des z , et aux $\nu + 1$ bandes

$$(-\infty, \xi_1), \quad (\xi_1, \xi_2), \quad \dots, \quad (\xi_{\nu-1}, \xi_\nu), \quad (\xi_\nu, \infty),$$

on conclut de ce qui a été dit que chaque branche de la racine $m^{\text{ème}}$ de $\varphi(z)$, étant envisagée à l'intérieur de l'une quelconque (ξ_n, ξ_{n+1}) de ces bandes, supposée non nulle, y est holomorphe, périodique, de période $2\frac{m}{D}\pi$, D étant le plus grand commun diviseur entre m et $|\alpha - \beta|$; cette dernière quantité représente la différence entre le nombre des abscisses $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$, distinctes ou confondues, qui répondent à des zéros de $\varphi(z)$ et le nombre de ces abscisses qui répondent à des pôles. Dans la première bande $(-\infty, \xi_1)$, la période est 2π .

NÉCROLOGIE

Paroles prononcées, le 18 mai 1897, sur la tombe de
M. GAIFFE, par M. Bichat, Conseiller général,
Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université
de Nancy.

C'est avec une grande tristesse et une profonde émotion que je viens dire un dernier adieu à M. Gaiffe, au nom de ses nombreux amis de l'Université de Nancy.

D'une race probe, patiente et modeste, Gaiffe appartenait à une vieille famille de mécaniciens habiles, qui ont rendu de grands services à tous ceux qui s'intéressent aux sciences expérimentales et, particulièrement, aux sciences physiques.

Son père, esprit très ingénieux et inventif, fut autrefois le collaborateur de M. de Haldat, et notre Faculté des sciences possède encore un certain nombre d'instruments signés de son nom et qui lui font le plus grand honneur. Les deux fils, élevés à bonne école, devinrent à leur tour d'habiles praticiens et de véritables savants.

L'aîné s'installa à Paris, où il fonda une maison dont la réputation est aujourd'hui universellement établie. L'autre se contenta de la vie plus modeste de province et reprit la succession du père dans le magasin bien connu de la rue Stanislas, dans ce magasin où, tant de fois, je me suis arrêté pour faire avec lui de longues causeries qui me faisaient oublier l'heure et qui, dans les derniers temps du moins, lui faisaient oublier une partie de ses souffrances.

L'aîné fut enlevé d'abord par un mal soudain, encore jeune, quand il songeait à prendre un repos bien mérité, au moment où il pouvait remettre en toute confiance, à son digne fils, la maison qu'il avait fondée.

C'est aujourd'hui le tour de Denis Gaiffe qui s'en va, lui aussi,

avant l'heure, à 52 ans, après avoir souffert de longues années, sans avoir eu, hélas ! la douce consolation d'assister à la réalisation de son plus cher désir, de voir son fils lui succéder.

Gaiffe n'était pas seulement un opticien de valeur, un mécanicien habile ; il était aussi un véritable savant. En géologie notamment, sous la direction de Godron, l'ancien doyen de la Faculté des sciences, et avec l'aide de M. Schlumberger, ingénieur de la marine (en résidence à Nancy au temps où l'on employait encore, sur une vaste échelle, les sapins des Vosges à la construction des mâts des vaisseaux), il avait acquis peu à peu une véritable notoriété. Il trouvait dans l'étude de cette science, dans les courses qu'elle exigeait, une distraction à son obscur et nécessaire labeur de chaque jour.

Il a recueilli dans le jurassique des environs de Nancy une collection aussi remarquable par la rareté de ses échantillons que par le soin avec lequel il l'avait classée. Ne se bornant pas à être un habile collectionneur, il ne perdit jamais de vue l'intérêt scientifique des documents qu'il recueillait, soit au point de vue paléontologique, soit au point de vue stratigraphique.

A une époque où le sol de la Lorraine était peu connu, il avait relevé très exactement une série de coupes qui auraient mérité d'être publiées ; il aurait pu ainsi devancer de longtemps les travaux qui ont été faits depuis.

Les savants les plus connus en géologie : Deslongchamps, Cotteau et tant d'autres, sont venus successivement visiter cette belle collection et ont décrit certaines pièces uniques qu'elle contient.

Ne voulant pas que sa précieuse collection soit dispersée, il l'a léguée, en mourant, à la Faculté des sciences, qui lui en est fort reconnaissante ; il peut être assuré qu'elle sera conservée avec un soin jaloux.

Grâce au monument impérissable qu'il laisse après lui, son souvenir et son nom se perpétueront, même quand nous aurons tous disparu à notre tour, pour faire place à d'autres, suivant la loi inexorable de la vie.

Que dirai-je maintenant de l'homme ? C'était un caractère droit, loyal et sûr. Il était d'un désintéressement rare. Quand

nous lui demandions de nous aider dans la construction de nos appareils de recherches, il ne songeait pas un instant au profit, d'ailleurs fort problématique, qu'il pouvait en tirer ; il ne voyait que le but scientifique à atteindre, heureux de pouvoir nous être de quelque utilité dans nos travaux.

Il n'était pas commerçant dans le sens que l'on attache trop souvent à ce mot aujourd'hui. Il avait horreur de la réclame et il possédait au plus haut degré la conscience professionnelle.

Depuis près de dix ans, Gaille souffrait d'un mal implacable qui ne lui donnait un peu de répit qu'à de trop rares intervalles. Malgré les soins les plus empressés d'une femme aimante et dévouée, d'enfants qui étaient à juste titre son orgueil, la douceur de ses jours, le mal a fini par l'emporter.

Il a été brusquement arraché à cette famille, qui devait être l'espoir de sa vieillesse, et qui n'a pu qu'adoucir l'amertume des souffrances de son âge mûr.

Devant cet écroulement, devant cette tombe si prématurément ouverte, nous ne pouvons que pleurer et partager la douleur de cette veuve éplorée et de ces enfants que la mort impitoyable a si cruellement éprouvés.

SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES.

- AMIENS. — Société linnéenne du Nord de la France.
— Société industrielle d'Amiens.
- AMSTERDAM. — Koninklijke Akademie der Wetenschappen (Académie royale des sciences).
- ANGERS. — Société d'études scientifiques d'Angers.
— Société industrielle et agricole d'Angers et du département de Maine-et-Loire.
- ARCACHON. — Société scientifique et station d'Arcachon.
- BALE. — Naturforschende Gesellschaft in Basel.
- BATAVIA. — Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen (Société des arts et sciences de Batavia).
- BELFORT. — Société Belfortaine d'émulation.
- BERGEN. — Museum's Aarsberetning.
- BERLIN. — Königl. Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin.
- BERNE. — Naturforschende Gesellschaft in Bern.
— Schweizerische naturforschende Gesellschaft.
- BESANÇON. — Société d'émulation du Doubs.
- BÉZIERS. — Société d'études des sciences naturelles de Béziers.
- BONN. — Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westfalens.
— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
- BORDEAUX. — Société linnéenne de Bordeaux.
— Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.
- BOSTON. — American Academy of Arts and Sciences of Boston (Massachusetts).
- BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.
- BRUNN. — Naturforschender Verein in Brünn.
- BRUXELLES. — Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.
— Société royale de botanique de Belgique.
— Société scientifique.
- BUENOS-AIRES. — Anales del Museo nacional de Buenos-Aires.
- CAEN. — Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres de Caen.
— Société linnéenne de Normandie.
— Laboratoire de zoologie de la Faculté des sciences.
- CARLSRUHE. — Naturwissenschaftlicher Verein.
- CHALON-SUR-SAÔNE. — Société des sciences naturelles de Saône-et-Loire.
- CHEMNITZ (Saxe). — Naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Chemnitz.
- CHERBOURG. — Société nationale des sciences naturelles de Cherbourg.
- GOIRE. — Naturforschende Gesellschaft Graubündens.
- COLMAR. — Société d'histoire naturelle de Colmar.
- COPENHAGUE. — Kongelige danske videnskaberne selskab Kjøbenhavn (Société royale danoise des sciences).
- COSTA-RICA. — Museo nacional de Costa-Rica.

- CRACOVIE. — Académie des sciences.
- DANZIG. — Naturforschende Gesellschaft in Danzig
- DORPAT. — Université.
- ÉPINAL. — Société d'émulation du département des Vosges.
- ÉYREUX. — Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de l'Eure.
- FRANCFORT-SUR-ODER. — Societatum litter.
- FRAUENFELD. — Thurgauische naturforschende Gesellschaft.
- FRIBOURG. — Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau (grand-duché de Bade)
- GÈNES. — Società di scienze naturali e geografiche di Genova.
- GIESSEN. — Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
- GÖRLITZ (Silésie). — Naturforschende Gesellschaft zu Gœrlitz.
- GRANVILLE (Ohio). — Scientific Association of Denison University.
- GUÉRET. — Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.
- HALIFAX. — Institute of sciences. Nova Scotia, Canada.
- HALLE. — Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolinæ Germanicæ naturæ curiosorum.
- HAMBOURG-ALTONA. — Wissenschaftlicher Verein von Hamburg-Altona.
- HARLEM. — Hollandsche Maatschapij der Wetenschappen (Société hollandaise des sciences).
- HAYRE (Le). — Société des arts agricoles et horticoles du Havre.
- HELSINGFORS. — Vetenskaps-Societetens af Finska (Société des sciences de la Finlande).
 — Sällskapet pro Faunâ et Florâ fennicâ (Société pour la faune et la flore de la Finlande).
 — Vetenskapliga Meddelanden of geografiska förningar-Finland.
- INSBRUCK. — Ferdinandeum für Tyrol und Vorarlberg.
- 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 in Leipzig.
 — Verein für Erdkunde.
- LIÈGE. — Société géologique de Belgique.
 — Société royale des sciences.
- LISBONNE. — Academia real das sciencias de Lisboa.
- LIVERPOOL. — Biological Society.
- LUXEMBOURG. — Institut royal grand-ducal de Luxembourg (Section des sciences naturelles et mathématiques).
 — « Fauna », Verein für Luxemburger Naturfreunde.
- LYON. — Société linéenne de Lyon.
 — Société botanique de Lyon.
- MANCHESTER. — Literary and philosophical Society of Manchester.
- MARSEILLE. — Société scientifique industrielle de Marseille.
 — Annales de la Faculté des sciences de Marseille.
- METZ. — Société d'histoire naturelle de Metz.
- MEXICO. — Sociedad científica Antonio Alzate.
 — Observatoire météorologique de Tacubaya.
- MONTAUBAN. — Académie des sciences, lettres et arts de Tarn-et-Garonne.
- MONTBÉLIARD. — Société d'émulation de Montbéliard.
- MONTÉVIDEO. — Museo nacional de Montevideo.

- MONTPELLIER. — Académie des sciences et lettres de Montpellier (Section des sciences).
- MOSCOU. — Société impériale des naturalistes de Moscou.
- MÜNICH. — Königl. Baiersche Akademie der Wissenschaften (mathem. u. physik. Abth.).
- Bayerische botanische Gesellschaft.
- MUNSTER. — Westfälischer Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst.
- NANCY. — Académie de Stanislas.
- Société de médecine.
- Société de géographie de l'Est.
- Commission météorologique du département de Meurthe-et-Moselle.
- Société lorraine de photographie.
- NANTES. — Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France.
- NAPLES. — Accademia reale di scienze morali e politiche.
- Società di naturalisti.
- NEUCHÂTEL. — Société des sciences naturelles de Neuchâtel (Suisse).
- NEW-YORK. — Academy of sciences.
- NIMES. — Société d'études des sciences naturelles de Nîmes.
- NIORT. — Société botanique des Deux-Sèvres.
- OFFENBACH. — Verein für Naturkunde in Offenbach a/Main.
- OSNABRÜCK. — Wissenschaftlicher Verein.
- PARIS. — Académie des sciences.
- Association française pour l'avancement des sciences.
- La Feuille des Jeunes Naturalistes.
- Muséum d'histoire naturelle.
- Revue des travaux scientifiques (publiée par le ministère de l'Instruction publique).
- Bibliothèque universitaire de la Sorbonne.
- PERPIGNAN. — Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales.
- PHILADELPHIE. — Akademie of natural sciences of Philadelphia (Pensylvanie).
- PISE. — Società toscana di scienze naturali in Pisa.
- PRAGUE. — Königl. Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag.
- RIO-DE-JANEIRO. — Observatoire astronomique et météorologique.
- Museo Nacional.
- ROME. — Accademia reale dei Lincei.
- ROUEN. — Société des Amis des sciences naturelles de Rouen.
- SAINT-DIÉ. — Société philomathique vosgienne de Saint-Dié.
- SAINT-GALL. — St. Gallische naturwissenschaftliche Gesellschaft.
- SAINT-LOUIS. — Academy of sciences of Saint-Louis (Missouri).
- SAINT-PÉTERSBOURG. — Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg.
- Comité géologique (Institut des Mines).
- Institut de médecine expérimentale.
- SAN-FRANCISCO. — Akademy of sciences of California.
- STOCKHOLM. — Kong. Svenska Vetenskaps Akademi (Académie royale suédoise des sciences).
- TOULOUSE. — Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse.
- Société académique hispano-portugaise.
- Revue de botanique.

- TOURS. — Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire.
- TROITZNOSSOWSK-KIACHTA. — Société impériale russe de géographie (Sibérie occidentale).
- UPSAL. — Regia societas scientiarum Upsaliensis.
- VERDUN. — Société philomathique de Verdun.
- VERSAILLES. — Société des sciences naturelles et médicales de Seine-et-Oise.
- VIENNE. — Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien (mathemat. u. wissenschaftliche Abth.).
- Kaiserl.-Königl. naturhistorisches Hofmuseum.
 - Kaiserl.-Königl. zoologische und botanische Gesellschaft in Wien.
- WASHINGTON (D. C. U. S. A.). — Smithsonian Institution.
- Bureau of Ethnology.
- WIESBADEN. — Nassauischer Verein für Naturkunde.
- ZÜRICH. — Naturforschende Gesellschaft in Zürich.

O U V R A G E S

REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ PENDANT L'ANNÉE 1897.

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.

- AMIENS. — Bulletin de la Société linnéenne du Nord de la France. 1896-97, t. XIII.
— Bulletin de la Société industrielle d'Amiens. 1896, n° 6 ; 1897, nos 1-4.
- AMSTERDAM. — Verslagen en Mededeelingen der D. V. 1896-97.
— Verhandelingen der Koninklijke Akademie der Wetenschappen. 1^{re} section, D. V., nos 3 à 8. 2^e section, D. II ; D. V., nos 4 à 10.
- ANGERS. — Bulletin de la Société d'études scientifiques, 25^e année, 1895 ; 26^e année, 1896.
- BALE. — Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft. T. XI, H. 3.
- BATAVIA. — Naturkundig Tijdschrift voor neerlandischen Indie. D. LVI.
- BELFORT. — Bulletin de la Société belfortaine d'émulation. 1897.
- BERGEN. — Museums Aarsberetning. 1896.
- BERLIN. — Comptes rendus de l'Académie royale des sciences. 1896, nos 40 à 53 ; 1897, nos 1 à 38.
- BERNE. — Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft, 1373-1398 ; 1399-1436.
- BESANÇON. — Mémoires de la Société d'émulation du Doubs. 1895, 10^e volume.
- BONN. — Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens. 1897, H. 1, 2.
— Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn. 1896, 2 ; 1897, 1, 2.
- BORDEAUX. — Actes de la Société linnéenne de Bordeaux. T. 10.
— Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux. 5^e série, t. I, fasc. 1-2 ; t. II, fasc. 1-2.
Procès-verbaux, 1894-95 ; 1895-96 ; 1896-97.
Observations pluviométriques, 1894-95 ; 1895-96 ; 1896-97.
- BOSTON. — Proceedings of the American Academy of arts and sciences. 1895-96.
- BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1896, 74. J.
- BRUXELLES. — Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, t. 29, 30, 31, 32, 33.
Mémoires couronnés, in-8°, t. 48, 49, 50, 53, 54.
Mémoires couronnés, in-4°. 1896, t. 54.
Annuaire, 1896-97.
Notice biographique des membres de l'Académie.
Règlement.
— Comptes rendus de la Société scientifique. 1897, fasc. 1, 2, 3, 4.

- BRUXELLES. — Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique. 1895, t. 34 ; 1896, t. 35.
- BUENOS-AIRES. — Anales del Museo nacional, t. V, 1896.
- CAEN. — Bulletin de la Société linnéenne de Normandie. 1896, t. 10.
- CHALON-SUR-SAÔNE. — Bulletin de la Société des sciences naturelles de Saône-et-Loire. 1897, n^{os} 2 à 12.
- CHEMNITZ. — Bericht der naturwissenschaftlichen Gesellschaft. 1^{er} juillet 1892-31 décembre 1895.
- CHERBOURG. — Mémoires de la Société nationale des sciences naturelles. T. 30.
- COIRE. — Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. 1896-1897, 40. B.
- COLMAR. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle. 1895-96.
- COPENHAGUE. — Oversigt over del kongelige danske videnskaberne selskab. 1896, n^o 6 ; 1897, n^{os} 1 à 5.
— Mémoires, T. 8, n^{os} 3, 4, 5.
- CRACOVIE. — Bulletin international de l'Académie des sciences. 1897, n^{os} 1 à 12.
- DANZIG. — Schriften der naturforschenden Gesellschaft. B. 10, H. 2.
- ÉPINAL. — Annales de la Société d'émulation des Vosges. 1897.
- FRANCFORT-SUR-ODER. — Societatum litter. 1896, 1897, 1-6.
— Helios. 1896.
- GÈNES. — Atti della Società ligustica di scienze naturali e geografiche. Vol. VII, 3-4 ; vol. VIII, 1.
- GIESSEN. — Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 1896, 3. B.
- GRANVILLE (Ohio). — Journal of the scientific Laboratory of Denison University. Vol. IX.
— Journal. 1896, décembre ; 1897, avril, septembre.
- GUÉRET. — Mémoires de la Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse. 1897, t. 5.
- HALIFAX. — Nova scotian Institute of natural science. 1894-1895, vol. IX, n^o 2.
- HAMBURG-ALTONA. — Abhandlungen des wissenschaftlicher Verein von Hamburg-Altona. XV. B.
— Verhandlungen. 4, 1896.
- HARLEM. — Société hollandaise des sciences. T. 30, liv. 4, 5 ; série II, t. 1, liv. 1, 2, 3.
- HAVRE (LE). — Bulletin de la Société géologique de Normandie. 1894-1895, t. XVII.
- HELSINGFORS. — Vetenskaps-Societens af Finska. 1895-1896.
— Sällskapets pro Faunä et Florä fennicä. T. 21, 1896.
- INSBRUCK. — Zeitschrift der Ferdinandeum für Tyrol und Vorariberg. 1894, 38. H. ; 1895, 39. H. ; 1896, 40. H. (tables de 1-40) ; 1897, 41. H.
- KIEFF. — Mémoires de la Société des naturalistes. T. XIV, liv. 2 ; t. XV, liv. 1.
- LAUSANNE. — Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles. N^{os} 122 à 125.
- LEIPSICK. — Mittheilungen des Vereins für Erdkunde. 1896.
— Wissenschaftliche. 1897, 3. 1. 2.
— Berichte über der Verhandlungen der König.-Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig. 1897, 1-6.
— Abhandlungen. B. 23, 4, 6 ; B. 24, 1 ; Register. 1846-1895.
- LIEGE. — Société géologique de Belgique. T. XXII, XXIII.
— Mémoires de la Société royale des sciences. T. XIX.

- LIVERPOOL. — Proceedings of the Liverpool biological Society. 1895-96, vol. 10; 1896-97, vol. II.
- LUCERNE. — Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Luzern. 1895-96.
- LUXEMBOURG. — Institut royal grand-ducal de Luxembourg. 1896, t. 25.
— « Fauna », Verein Luxemburger Naturfreunde. 1896.
- LYON. — Actes de la Société linnéenne. 1896.
— Annales de la Société de botanique. 1896, 1-4.
- MÂCON. — Bulletin trimestriel de la Société d'histoire naturelle de Mâcon. 1896, n^{os} 6, 7.
- MANCHESTER. — Memoirs literary and philosophical Society. Vol. 41, n^{os} 2, 3, 4.
- MARSEILLE. — Annales de la Faculté des sciences. T. VIII, fasc. 1, 2, 3, 4.
— Bulletin de la Société scientifique industrielle de Marseille. 1896, 2, 3, 4; 1897, 1.
- MEXICO. — Bulletin mensuel de l'observatoire météorologique-magnétique central. 1897, 1 à 9.
— Institut géologique. 4 à 9.
— Memorias de la Sociedad científica Antonio Alzate. 1896-1897, 1 à 4.
- MONTAUBAN. — Recueil de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Tarn-et-Garonne. 1896.
- MONTEVIDEO. — Anales del Museo nacional de Montevideo. 1897, 6.
- MONTPELLIER. — Mémoires de l'Académie des sciences et lettres. T. II, 2, 3, 4.
- MOSCOU. — Bulletin de la Société impériale des naturalistes. 1896, 2, 3.
- MUNSTER. — Jahresbericht der Westfälischer Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst. 1895-1896.
- NANCY. — Mémoires de l'Académie de Stanislas. 1896.
— Mémoires de la Société de médecine. 1895-96.
— Bulletin de la Société lorraine de photographie. 1896, 4; 1897, 1, 2, 3, 4.
— Bulletin de la Société de géographie de l'Est. 1896, 4; 1897, 1, 2, 3.
— Bulletin de la Commission météorologique de Meurthe-et-Moselle. 1896.
- NANTES. — Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France. T. VI, n^o 4; t. VII, n^{os} 1, 2, 3.
- NAPLES. — Atti della Reale Accademia di scienze morali e politiche. 1897, 28.
— Comptes rendus. 1896, 1.
- NEW-YORK. — Proceedings of the Academy of sciences. T. XXXII, n^{os} 10 à 17; t. XXXIII, n^{os} 1 à 4.
- NÎMES. — Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles. 1896, 4; 1897, 1, 2, 3.
- NIORT. — Bulletin de la Société botanique des Deux-Sèvres. 1896.
- OSNABRUCK. — Jahresbericht des naturwissenschaftlichen Vereins. 1895-96.
- PARIS. — Revue des travaux scientifiques. T. XVII, n^{os} 1 à 9.
— Feuille des jeunes naturalistes. N^{os} 316 à 327.
— Catalogue de la Bibliothèque. N^{os} 20, 21, 22.
— Association française pour l'avancement des sciences. 1^{re} partie, Tunis; 2^e partie, Carthage.
— Informations. 1897, n^{os} 12 à 21.
- PERPICNAN. — Mémoires de la Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales. 1897, t. 28.

- PHILADELPHIE (Pensylvanie). — Proceedings of the Academy of natural sciences. 1896, p. 2, 3; 1897, p. 1, 2.
 — Journal. T. X, part. 4; t. XI. part. 1.
- PISE. — Atti della Società toscana di Scienze naturali. Vol. XV.
 — Processi verbali, p. 169 à 242.
- RIO-DE-JANEIRO. — Archivos do Musco nacional. 1892, vol. VIII.
 — Annuaire publié par l'Observatoire. 1897.
- ROME. — Atti della Reale Accademia dei Lincei. Vol. VI, n^{os} 1 à 12 (1^{er} sem.); vol. VI, n^{os} 1 à 12 (2^e sem.). — Séance solennelle du 5 juin 1897.
- SAINT-DIÉ. — Bulletin de la Société philomathique vosgienne. 1896-97.
- SAINT-GALL. — Naturwissenschaftliche Gesellschaft. 1894-1895.
- SAINT-LOUIS. — The transactions of the Academy of sciences. T. VII, n^{os} 4 à 16.
- SAINT-PÉTERSBOURG. — Mémoires de l'Académie impériale des sciences. 8^e série, vol. I, n^{os} 1 à 9; vol. II, n^{os} 1 à 9; vol. III, n^{os} 1 à 10; vol. IV, n^{os} 1 à 4; vol. V. n^{os} 1, 2.
 — Bulletin... T. III, n^{os} 2 à 5; t. IV, n^{os} 1 à 5; t. V, n^{os} 1 à 5; t. VI, n^{os} 1, 2, 3.
 — Archives des sciences biologiques. T. V, n^{os} 1-5.
 — Mémoires du Comité géologique. Vol. XIX, n^{os} 2, 4; vol. XV, suppl.
 — Bibliothèque... 1895.
- STOCKHOLM. — Kong. Svenska Vetenskaps Akademi.
 — Bihang till... T. 22, 1-4.
 — Oversigt... T. 53.
 — Kongliga svenska... T. 28, 1895-96.
- TOULOUSE. — Mémoires de l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres. T. VIII.
 — Rapport annuel des travaux des Facultés. 1895-1896.
 — Annuaire. 1896-1897.
- TOURS. — Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres d'Indre-et-Loire. T. LXXX, n^{os} 8-12; t. LXXXI, n^{os} 1-12.
- TROITZKOSSAWSK-KIARKHA. — Relation de la Société impériale russe de géographie. (Sibérie orientale.) 1896.
- UPSAL. — Nova acta Regiæ Societatis scientiarum. Vol. XVII, n^o 1.
- VIENNE. — Dankschriften kaiserlicher Akademie der Wissenschaften. 1896, LXIII. B.
 — Sitzungsberichte....
 Mathematik. 1896, CV B., 10 H.
 Mineralogie. 1896, CV B., 10 H.
 Physiologie. 1896, CV B., 10 H.
 Chimie. 1896, CV B., 10 H.
 — Verhandlungen der K. K. zoologische und botanische Gesellschaft. XLVI. B., 10.
- WASHINGTON. — Smithsonian Institution. 1893, p. 2; 1894, p. 2; 1895, p. 1.
 — Annual report of the Bureau of ethnology. 1892-1893, 1-2; 1893-94; 1894-95.
- WIESBADEN. — Nassauischer Verein für Naturkunde. J. 50.
- ZÜRICH. — Naturforschende Gesellschaft in Zürich. 41, 42, 1-2.
 — Verhandlungen. 1896.

II. — MÉMOIRES ORIGINAUX.

- BEAUPRÉ (C^{te} J.), Répertoire archéologique pour le département de Meurthe-et-Moselle. Époques préhistorique, gallo-romaine, mérovingienne. Nancy, 1897. 1 vol. in-18.
- BIOLEY, Moluscos terrestres y fluviátiles de la meseta central de Costa-Rica. San José de Costa-Rica, 1897. 1 br. in-18.
- BREICHER et BEAUPRÉ, Guide pour les recherches archéologiques dans l'Est de la France. Nancy, 1896. 1 vol. in-18, cart.
- DENIKER, Bibliographie des travaux scientifiques. T. I. liv. 2. Paris, 1897. 1 vol. in-4°.
- D'HAMONVILLE (B^{on}), Passage des oiseaux à Manonville. Automne 1895 et printemps 1896. Budapest, 1896. 1 br. in-4°.
- Sur le produit ovarien des *Strix flammea* et *perlaia*. 1896. 1 pl. in-8°.
- HUBER, Geschichte der Kais. Akademie der Wissenschaften. Wien, 1897. 1 vol. in-8°.
- IMBEAUX (Ed.), Les Eaux potables et leur rôle hygiénique dans le département de Meurthe-et-Moselle (texte et atlas). Nancy, 1897. 2 vol. in-f° et in-8°.
- Rapport sur un avant-projet de captation des eaux souterraines de la forêt de Haye. Nancy, 1897. 1 vol. in-8°.
- MER (E.), Influence de l'état climatique sur la croissance des sapins. Paris, 1897. 1 br. in-8°.
- Nouvelles recherches sur la formation du bois parfait. Paris, 1895. 1 br. in-8°.
- MILLOT (C.), La Vapeur d'eau, pochade météorologique. (Extrait des *Mémoires de l'Académie de Stanislas*, 1896.) 1 br. in-8°.
- NOCARD, La Tuberculose bovine, ses dangers, ses progrès, ses rapports avec la tuberculose humaine, sa prophylaxie par la tuberculine. Poitiers, 1897. 1 br. in-8°.
- OUDEMANS (Dr J. A. G.), Die Triangulation von Java ausgeführt vom Personal des geographischen Dienstes in Niederländisch-Ost-Indien. Haag, 1897. 1 vol. in-f°, cart.
- PATROUILLARD, Catalogue raisonné des plantes cellulaires de la Tunisie. Paris, 1897. 1 vol. in-8°.
- RÉUNION extraordinaire dans les Vosges et à Belfort de la Société géologique de France, avec clôture à Porrentruy (Suisse), du 30 août au 6 septembre 1897. 1 br. in-8°.
- ROBINSON et GREEMANN, Contributions from the gray herbarium of Harvard University. 1 br. in-8°.
- DE TALKO-HRYNCIEWICZ (J.), Le Climat de Troitzkossarsk-Kiakhta en rapport avec l'hygiène. 1897. 1 vol. in-8°.
- TRISTAN, Insectos de Costa-Rica. San José de Costa-Rica, 1897. 1 br. in-18.
- VERBECK et FENNEMA, Description géologique de Java et Madoura. Amsterdam, 1896. 2 vol. in-8°, cart., et atlas cart. in-4° oblong.
- WESSEL (C.), Essai sur la représentation analytique de la direction. Copenhague, 1897. 1 vol. in-4°.

TABLE DES MATIÈRES

ANNÉE 1897. TOME XV DU BULLETIN ANNUEL.

FASCICULE XXXII.

| | Pages. |
|--|--------|
| Liste des membres de la Société. | v |
| I. — PROCÈS-VERBAUX. | |
| | xi |
| II. — MÉMOIRES ORIGINAUX. | |
| 1 ^o Mathématiques. | |
| Etude sur les diverses grandeurs en mathématiques, par M. A. Caliuon. | 39 |
| Sur le mouvement d'un point ou d'un fil glissant sur un plan horizontal fixe, lorsqu'on tient compte de la rotation de la terre et du frottement, par M. G. Floquet. | 146 |
| Sur une généralisation des fonctions périodiques, par M. G. Floquet. | 260 |
| 2 ^o Botanique et Sylviculture. | |
| L'Azote et la végétation forestière, par M. E. Henry | 1 |
| Sur le faisceau staminal, par M. P. Grélot | 24 |
| Note sur les tufs de Brabant (Vosges) et les variations du noisetier commun, par M. P. Fliche. | 67 |
| Influence de la sécheresse de 1893 sur la végétation forestière (nouvelles observations), par M. E. Henry. | 75 |
| Le Bois verdi, par M. P. Vuillemin | 90 |
| Catalogue descriptif des lichens observés dans la Lorraine, par M. l'abbé J. Harmand | 162 |
| 3 ^o Météorologie. | |
| Carte des variations annuelles de la température, par M. C. Millot | 34 |
| 4 ^o Nécrologie. | |
| Denis GaiFFE, par M. Bichat | 267 |

| | Pages. |
|--|--------|
| Sociétés correspondantes | 270 |
| Ouvrages reçus par la Société pendant l'année 1897 | 274 |

BULLETIN DES SÉANCES, 9^e ANNÉE, 1897.

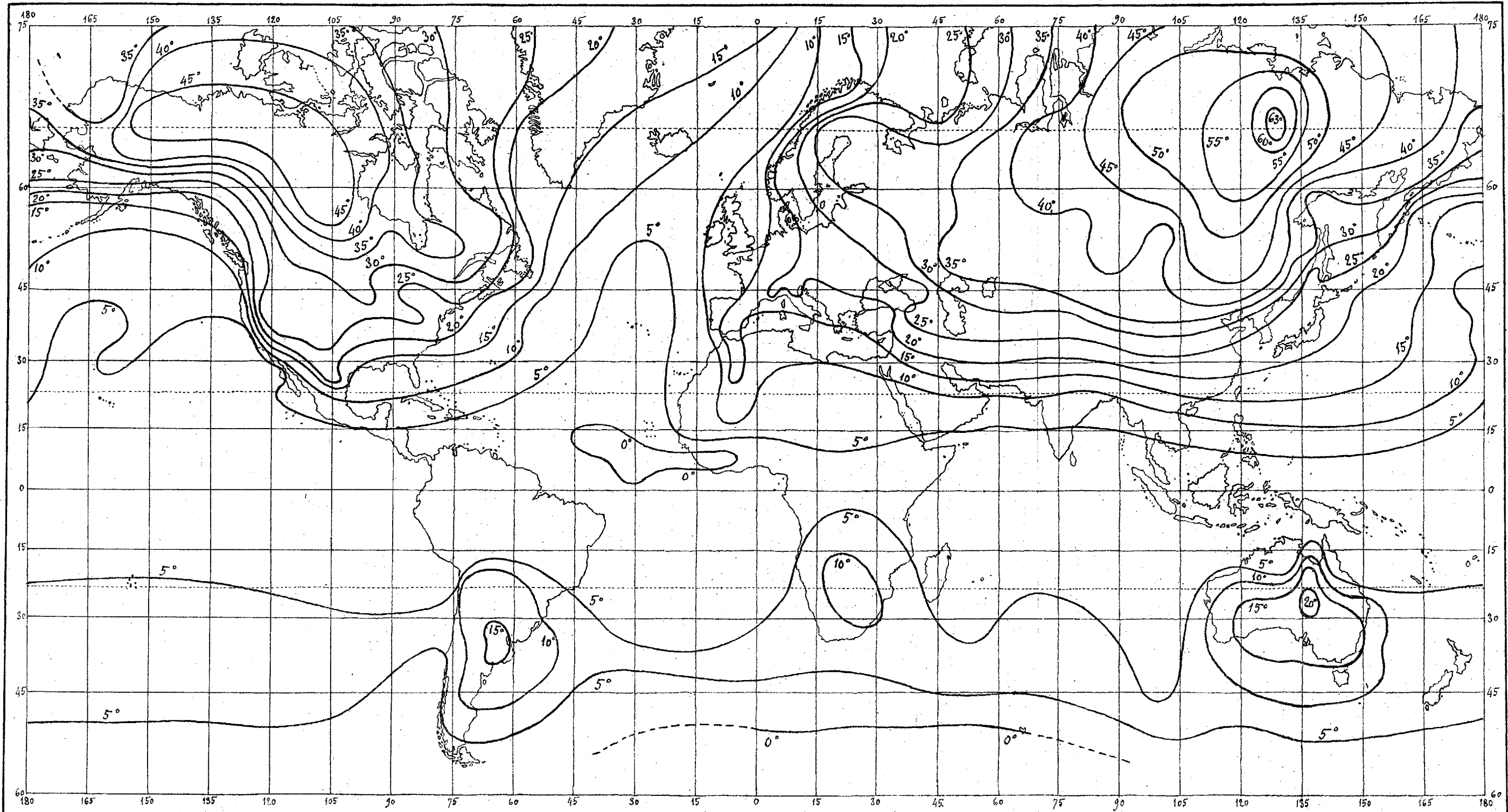
(Numéro unique.)

| | |
|---|---|
| Formes cristallines (cristalloïdes ou cristaux?) des matières albumi- noïdes dans les tissus animaux, par A. Prenant | 1 |
|---|---|

LIGNES D'ÉGALE VARIATION ANNUELLE DE LA TEMPÉRATURE

(DIFFÉRENCE ENTRE LA MOYENNE DE JANVIER ET CELLE DE JUILLET)

PAR C. MILLOT

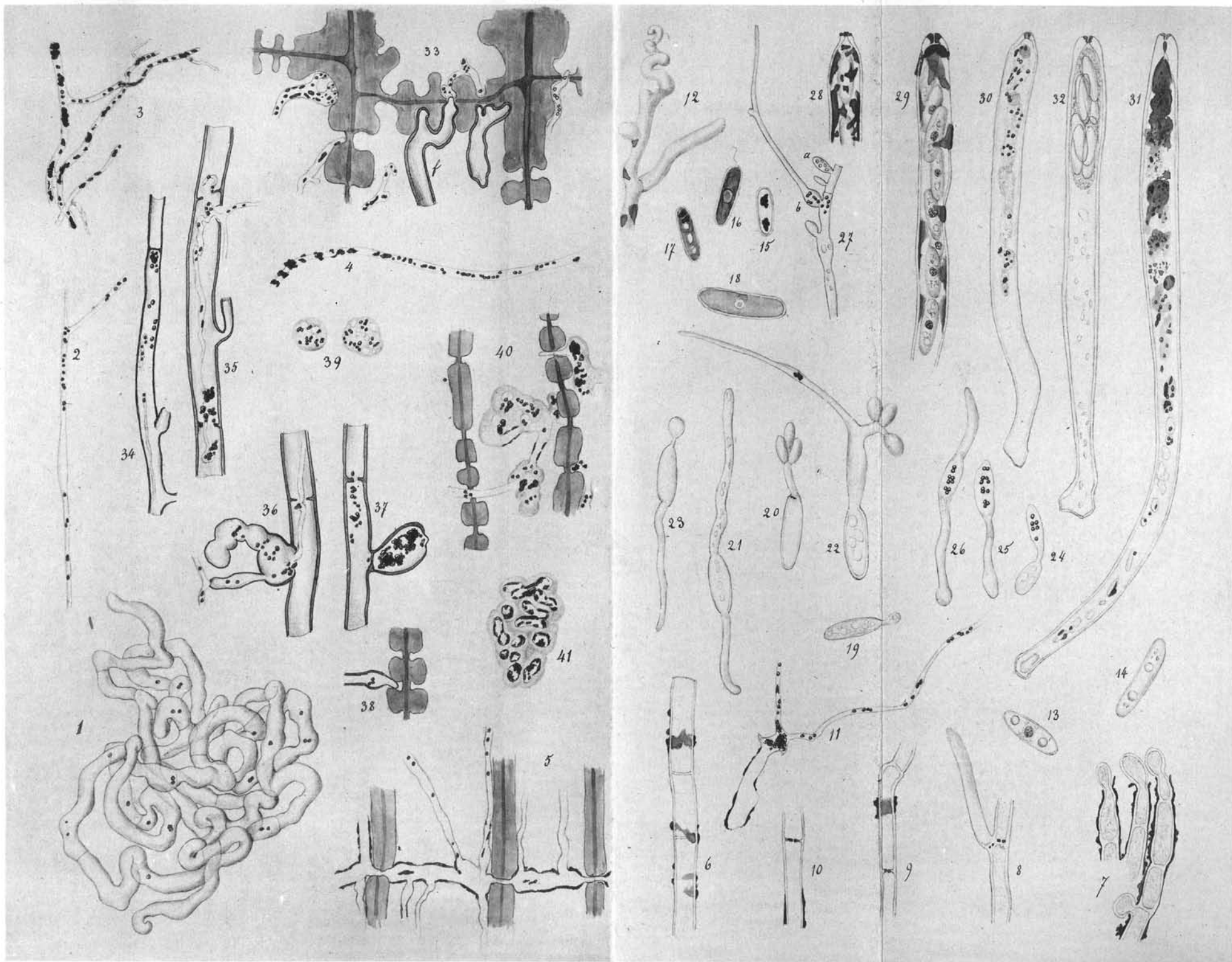


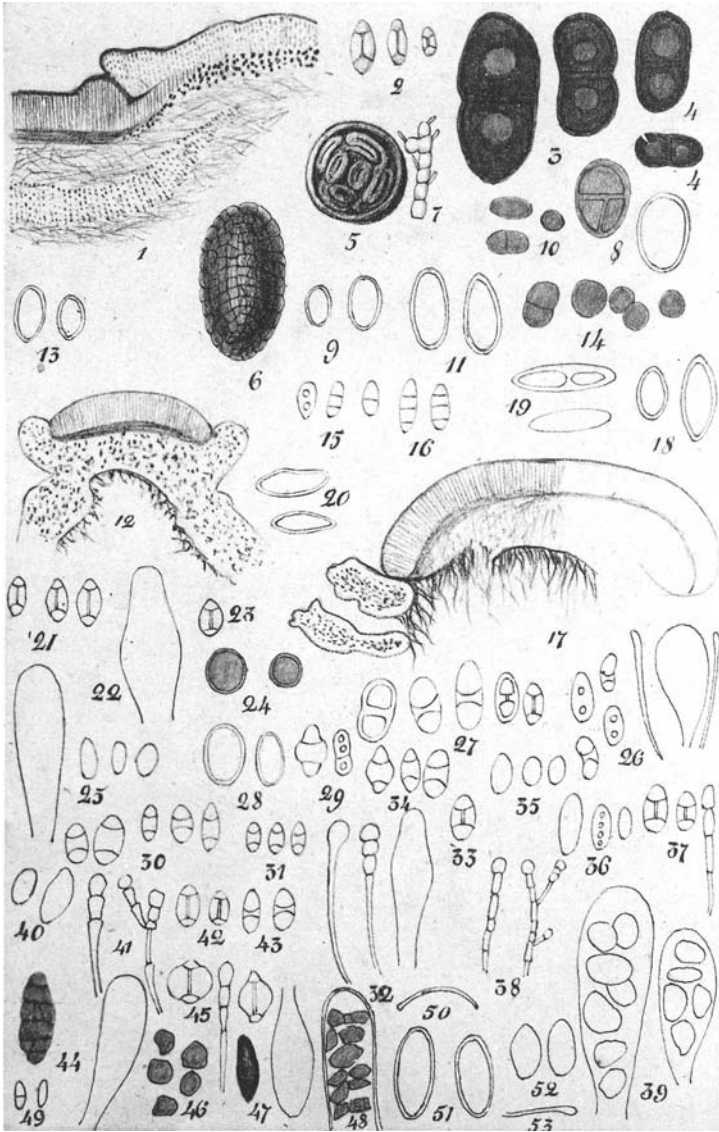


Cliché de M. V. Biston.

Phototypie J. Royer, Nancy.

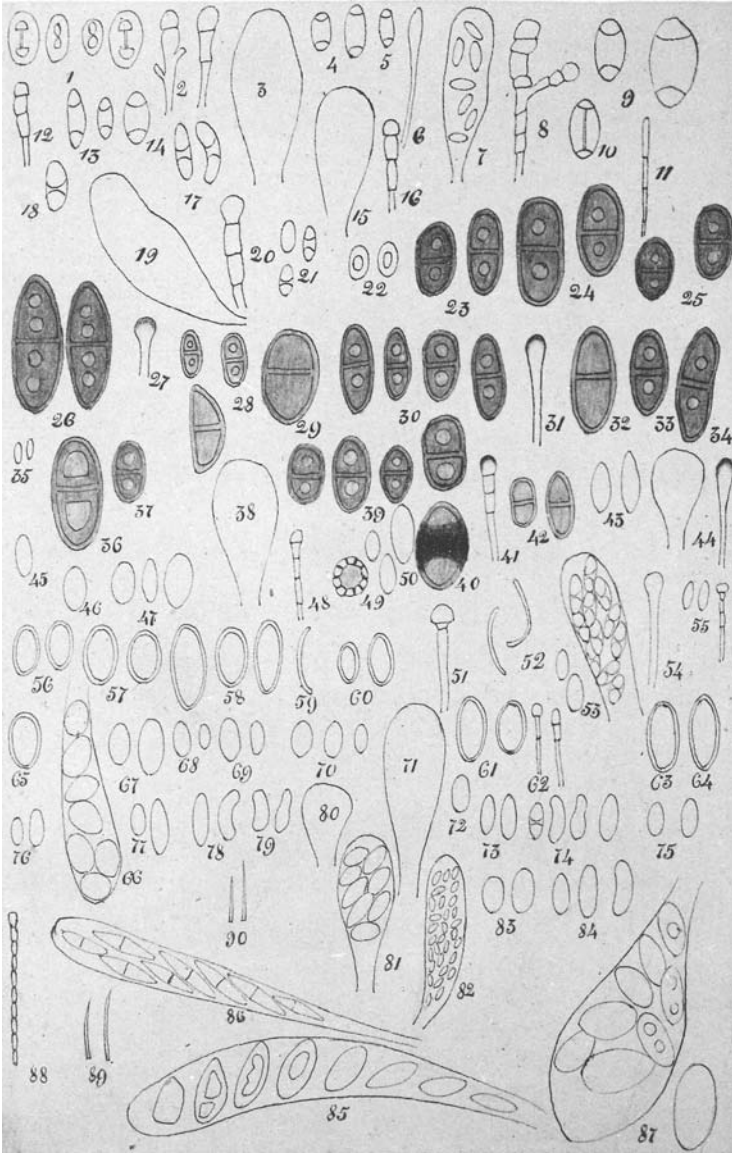
TUF DE BRABANT (gr. nat.)





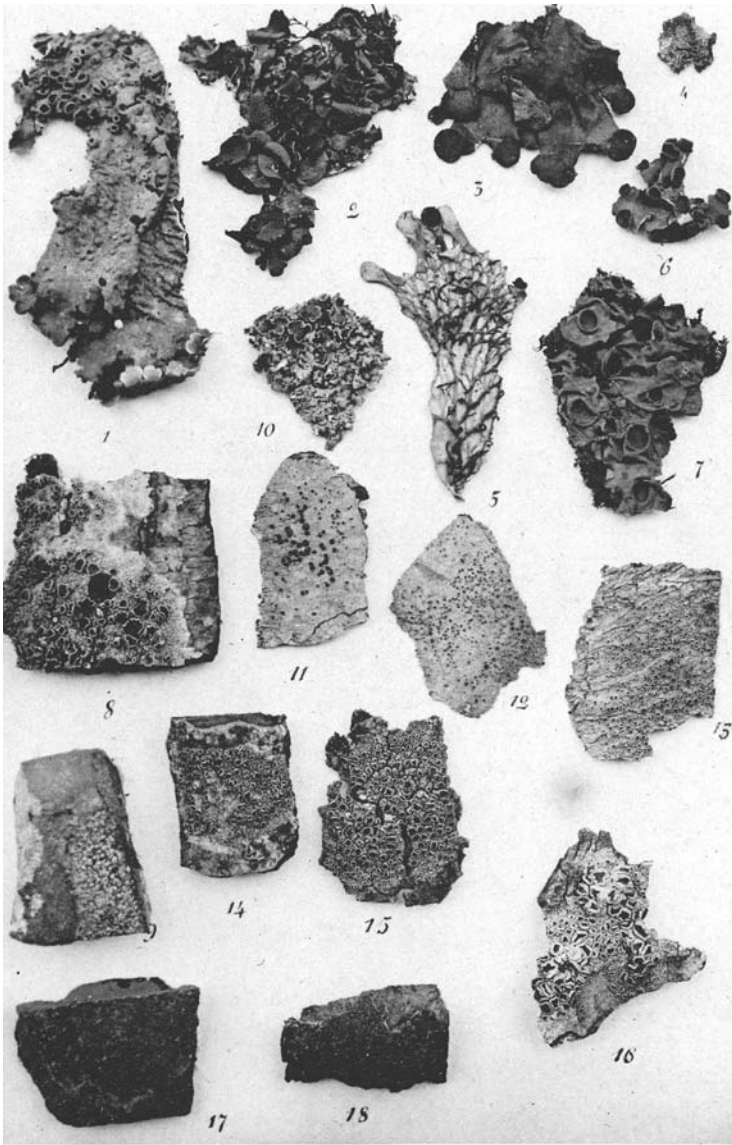
Abbé Harmand, del.

Phototypie J. Royer, Nancy.

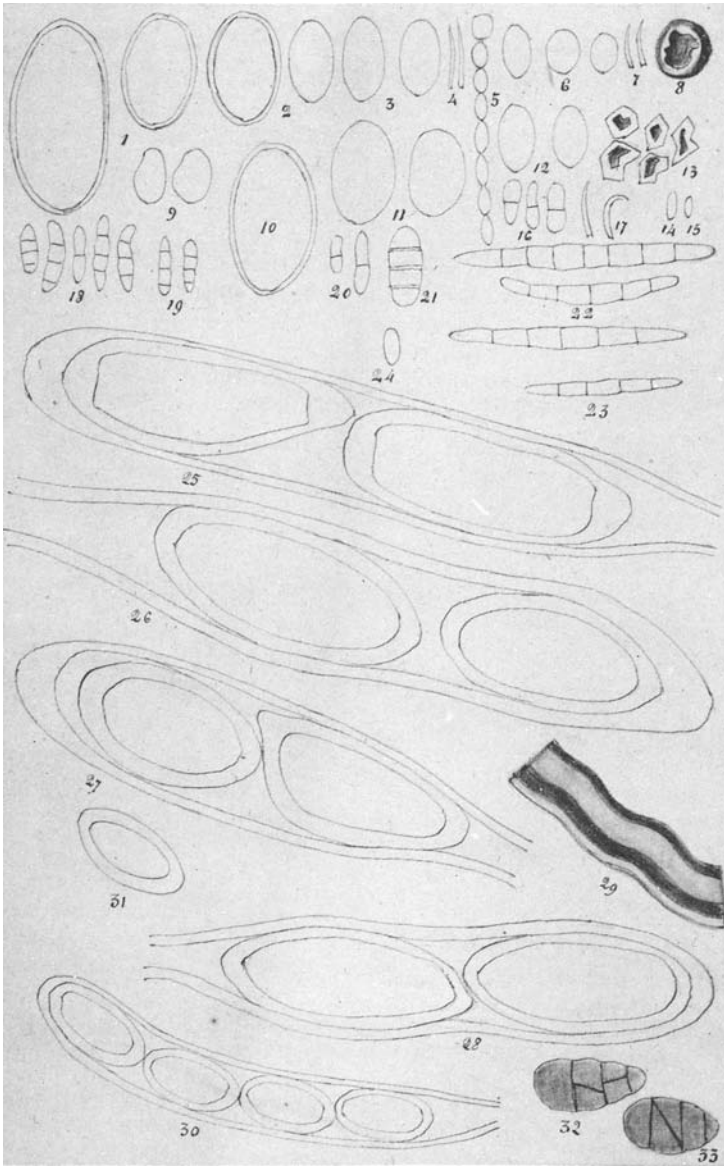


Abbé Harmand, del.

Phototypie J. Royer, Nancy.

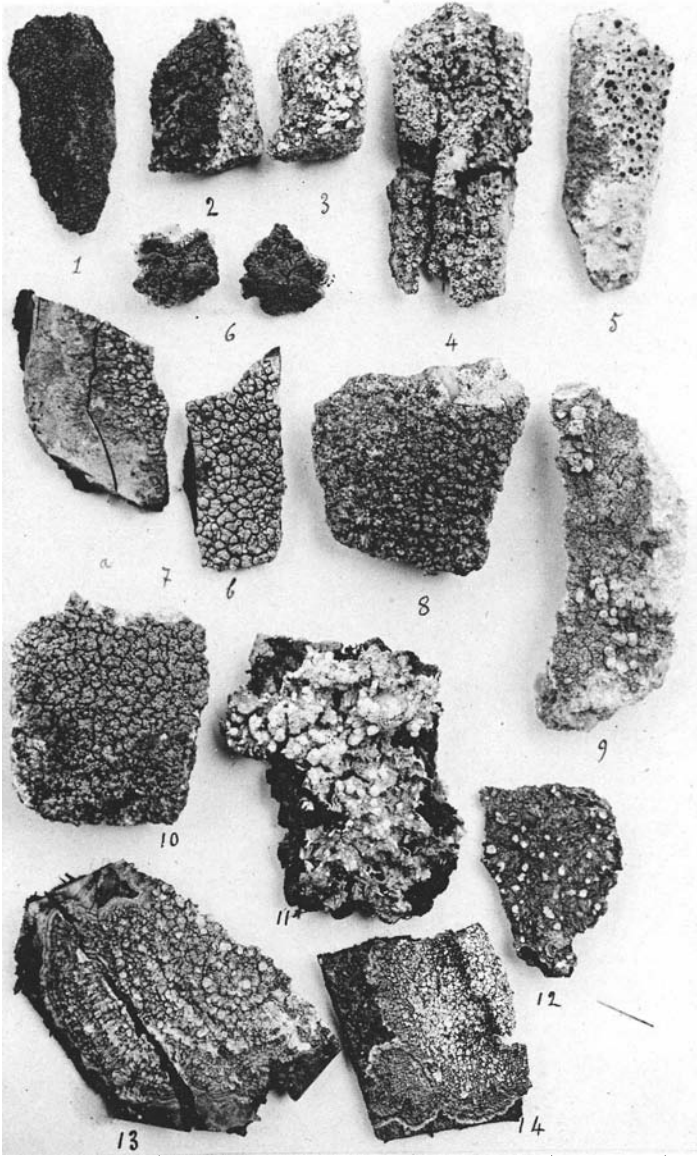


Cliché de MM. V. et H. Clauzel.



Abbé Harmand, del.

Phototypie J. Royer, Nancy.



Cliché de MM. Y. et H. Claudel.