

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES
DE NANCY

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

Série II. — Tome V. — Fascicule XI
13^e ANNÉE. — 1880

AVEC 8 PLANCHES HORS TEXTE



PARIS
BERGER-LEVRAULT ET C^{ie}, LIBRAIRES-ÉDITEURS

Rue des Beaux-Arts, 5

MÊME MAISON A NANCY

1880

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

BUREAU ET CONSEIL D'ADMINISTRATION

POUR L'ANNÉE 1880.

		MM.
BUREAU	{	<i>Président,</i> DELBOS.
		<i>Vice-président,</i> BICHAT.
		<i>Secrétaire général,</i> HECET.
		<i>Secrétaire annuel,</i> WOHLGEMUTH.
		<i>Trésorier,</i> FRIANT.
<i>Administrateurs adjoints,</i>	{	HUMBERT.
		JACQUEMIN.
		HARO.

LISTE DES MEMBRES

COMPOSANT LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Arrêtée au 1^{er} janvier 1880.

I. MEMBRES TITULAIRES

INSCRITS PAR RANG D'ANCIENNETÉ.

1. SCHIMPER (W. Ph.) *, ancien professeur à la Faculté des sciences, directeur du Musée d'histoire naturelle de Strasbourg. 15 octobre 1833.
2. D^r OBERLIN *, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 10 décembre 1855.
3. JACQUEMIN *, directeur de l'École supérieure de pharmacie. 3 février 1857.
4. D^r MOREL, professeur à la Faculté de médecine. 9 juin 1857.
5. D^r SCHLAGDENHAUFFEN, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 5 juillet 1859.
6. BACH *, doyen honoraire de la Faculté des sciences. 9 janv. 1861.

7. D^r ROBERT, rédacteur en chef de la *Revue d'hydrologie médicale française et étrangère*. 31 mars 1863.
8. D^r ENGEL, professeur à la Faculté de médecine. 7 juin 1864.
9. D^r HECHT, professeur à la Faculté de médecine. 3 janvier 1865.
10. D^r FELTZ *, professeur à la Faculté de médecine. 7 février 1865.
11. D^r RITTER, professeur à la Faculté de médecine. 4 décembre 1866.
12. D^r GROSS, professeur à la Faculté de médecine. 16 décembre 1868.
13. D^r BLEICHER *, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 7 juillet 1869.
14. D^r BEAUNIS *, professeur à la Faculté de médecine.
15. D^r BERNHEIM, professeur à la Faculté de médecine.
16. DELBOS, professeur à la Faculté des sciences.
17. D^r GODRON O *, ancien recteur, doyen honoraire de la Faculté des sciences. 5 mai 1873.
18. D^r MARCHAL, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine.
19. D^r SPILLMANN, professeur agrégé à la Faculté de médecine.
20. HUMBERT, docteur en médecine. 30 juin 1873.
21. DELCOMINÈTE, professeur suppl. à l'École supérieure de pharmacie. 5 janvier 1874.
22. D^r FRIANT, maître de conférences à la Faculté des sciences. 19 janvier 1874.
23. ROUSSEL, professeur adjoint à l'École forestière. 16 mars 1874.
24. FLICHE, professeur à l'École forestière. 20 avril 1874.
25. D^r LALLEMENT, professeur à la Faculté de médecine. 26 avril 1875.
26. HALLER, professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie. 8 janvier 1877.
27. BICHAT, professeur à la Faculté des sciences. 22 janvier 1877.
28. DESCAMPS, prof. à l'École supérieure de pharmacie. 22 janv. 1877.
29. D^r HERRGOTT (Alph.), professeur agrégé à la Faculté de médecine. 5 février 1877.
30. D^r HARO *, médecin-major de l'armée. 16 avril 1877.
31. D^r COZE *, professeur à la Faculté de médecine. 7 mai 1877.
32. LE MONNIER, professeur à la Faculté des sciences. 18 juin 1877.
33. MONAL, pharmacien de 1^{re} classe. 2 décembre 1878.
34. GAULT, pharmacien de 1^{re} classe. 6 janvier 1879.
35. WOHLGEMUTH, licencié ès sciences naturelles. 20 janvier 1879.
36. LÉCUYER, pharmacien de 1^{re} classe. 20 janvier 1879.
37. MAILLOT, pharmacien de 1^{re} classe. 17 février 1879.
38. D^r CHARPENTIER, profess. à la Faculté de médecine. 2 mars 1879.
39. D^r COLLIGNON, médecin aide-major de l'armée. 9 juin 1879.
40. MANGIN, professeur au Lycée. 24 novembre 1879.
41. GODFRIN, pharmacien de 1^{re} classe. 24 novembre 1879.

II. MEMBRES ASSOCIÉS

INSCRITS PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

BERGER-LEVRAULT (Oscar) ✱, imprimeur à Nancy.	24 mars 1873.
GOUDCHAUX, banquier à Nancy.	18 juin 1873.
D ^r HERRGOTT, professeur à la Faculté de médecine.	18 novembre 1878.
HEYDENREICH, ancien pharmacien à Strasbourg.	M. T. 31 mai 1864. 10 mars 1873.
D ^r HEYDENREICH, profess. agrégé à la Faculté de médecine.	18 nov. 1878.
HOUBRE, ingénieur des ponts et chaussées à Nancy.	18 novembre 1878.
LAEDERICH (Ch.), manufacturier à Épinal.	16 janvier 1874.
LANGENHAGEN (de), manufacturier à Nancy.	2 mars 1874.
LEDERLIN (E.), professeur à la Faculté de droit de Nancy.	24 mars 1873.
NÉTINGER (F.), à Nancy.	4 mars 1878.
NORBERG (J.) ✱, imprimeur à Nancy.	24 mars 1873.

III. MEMBRES CORRESPONDANTS

A) NATIONAUX.

BABINET ✱, lieutenant-colonel d'artillerie à Poitiers.	M. T. 5 nov. 1865.
BELLEVILLE, colonel en retraite, président de la Société d'histoire naturelle à Toulouse.	18 mai 1874.
BERTIN ✱, directeur de l'École normale supérieure à Paris.	M. T. 6 février 1849.
D ^r BŒCKEL (Eugène) ✱, professeur agrégé 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.
D ^r BOUSSION O ✱, ancien doyen de la Faculté de médecine de Montpellier.	14 août 1838.
BUCHINGER, ancien inspecteur de l'instruction primaire, à Strasbourg.	
CASTAN ✱, capitaine d'artillerie, à la poudrerie du Bouchet.	M. T. 5 juin 1866. — M. C. 5 juin 1867.
D ^r CHRISTIAN, médecin en chef à la Maison nationale de Charenton.	M. T. 22 janvier 1877.
DAUBRÉE C ✱, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, professeur au Jardin des Plantes.	M. A. 9 avril 1839; M. T. 5 avril 1842; M. C. août 1861.
D ^r DELACROIX, inspecteur des eaux de Luxeuil.	9 juin 1868.
DELESSE, ingénieur des mines, à Paris.	8 février 1848.
DES MOULINS, président de la Société linnéenne de Bordeaux.	10 novembre 1857.

- DUBRIEU DE MAISONNEUVE, directeur du Jardin botanique, à Bordeaux.
 DUVAL-JOUVE *, ancien inspecteur de l'Académie de Montpellier.
 M. T. 4 avril 1865.
- D^r ENGEL, professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.
 M. T. 5 mai 1875.
- D^r FAUDEL, secrétaire de la Société d'histoire naturelle de Colmar
 (Haut-Rhin). 8 mai 1867.
- FLAMMARION (Camille), astronome et écrivain scientifique, à Paris.
 4 novembre 1868.
- FRANÇOIS (Jules), inspecteur général des mines, à Paris. 9 juin 1868.
- GAY (J.), professeur au Lycée de Montpellier. M. T. 19 février 1867;
 M. C. 19 juillet 1871.
- GRAD (Ch.), naturaliste à Turckheim (Haut-Rhin). 6 février 1869.
- HECKEL, professeur à la Faculté des sciences de Marseille. M. T.
 21 février 1876.
- HEBRENSCHMIDT (E.), docteur en médecine à Strasbourg. M. T.
 15 janvier 1867.
- HIRSCH, ingénieur des ponts et chaussées, à Paris. M. T. 5 mai 1873.
- HOGARD, membre de la Société d'émulation des Vosges, à Epinal.
 1^{er} novembre 1831.
- HUGUENY *, professeur à la Faculté des sciences de Marseille. M. T.
 5 juillet 1859.
- JOUAN, capitaine de vaisseau, à Cherbourg. 1^{er} décembre 1863.
- KELLER, ingénieur des mines, à Paris. M. T. 4 avril 1865; M. C.
 19 juillet 1871.
- KLEIN, pharmacien, à Strasbourg. M. T. 4 juillet 1865.
- D^r KEEBELÉ *, professeur agrégé à l'ancienne Faculté de médecine
 de Strasbourg. M. T. 7 juillet 1857.
- KOSSMANN, docteur ès sciences, à Nancy. 9 janvier 1866.
- LADREY, prof. de chimie à la Faculté des sciences de Dijon. 3 mars 1863.
- LEJEUNE, chef d'escadron d'état-major. 3 juillet 1860.
- LEVALLOIS, ingénieur en chef des mines. 2 février 1830.
- D^r LORTET (L.), doyen de la Faculté de médecine de Lyon. Déc. 1868.
- D^r MANDL *, à Paris. 27 novembre 1839.
- 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 ponts et chaussées, à Langres. M. T. 5 mai 1873.
- NICKLÈS, ancien pharmacien à Benfeld (Bas-Rhin). 5 décembre 1837.
- OLRY, instituteur communal à Allain (Meurthe-et-Moselle). 5 juil. 1875.
- PASTEUR C *, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne, ancien
 professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg. M. T.
 8 janvier 1850; M. C. 1854.

LISTE DES MEMBRES.

V

- QUATREFAGES (A. de) O*, membre de l'Institut, professeur au Jardin des Plantes, à Paris. 2 juin 1835.
- RÖDERER, ingénieur des ponts et chaussées. M. T. 5 mars 1877.
- ROGER, pharmacien-major en retraite. M. T. 3 février 1857; M. C. 1^{er} mars 1859.
- SAINTE-LOUP, professeur à la Faculté des sciences de Besançon. M. T. 15 janvier 1867.
- D^r SCHUTZENBERGER (Ch.) *, professeur à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg. M. T. 1^{er} février 1837.
- D^r SIMONIN (Edm.) *, ancien professeur à la Faculté de médecine de Nancy. 6 novembre 1867.
- WELTEN *, chef d'escadron d'artillerie en retraite.
- D^r WIEGER, professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg. M. T. 9 juin 1837.
- D^r VILLEMEN *, professeur au Val-de-Grâce. 4 août 1857.
- WILLEMEN O*, médecin inspecteur adjoint des eaux de Vichy. M. T. 8 mai 1867; M. C. 19 juillet 1871.
- WILLM, docteur ès sciences, chef des travaux chimiques à la Faculté de médecine, à Paris. M. T. 8 mai 1867.
- D^r WURTZ C*, membre de l'Institut, ancien doyen de la Faculté de médecine de Paris. 2 décembre 1845.
- D^r ZEYSSOLFF, ancien médecin cantonal à Strasbourg. M. T. 15 avril 1834; M. C. 10 mars 1873.

B) ÉTRANGERS.

Allemagne.

- ALTHAUS, ancien directeur de salines, à Fribourg. 30 janvier 1829.
- BRAUN (Al.), professeur à l'Université de Berlin. 21 octobre 1829.
- BRUCH (Carl), professeur d'anatomie à Offenbach. 5 janvier 1864.
- DECHEN, directeur général des mines à Bonn. 5 novembre 1850.
- GEINITZ (H. B.), professeur à l'École polytechnique de Dresde. 5 février 1868.
- LUDWIG, ingénieur civil à Darmstadt. 5 juillet 1859.
- NÆGELI, professeur de botanique à l'Université de Munich. 7 mai 1855.
- SANDBERGER, professeur à l'Université de Würzburg. 4 août 1856.
- SIEBOLD (Th. de), professeur à l'Université de Munich. 8 février 1848.

Amérique du Nord. (États-Unis.)

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

Angleterre, Écosse, Irlande.

- COLLINS (Matth.), professeur à Dublin. 2 juin 1869.
 GOULD (John), membre de la Société royale de Londres. 8 février 1848.
 GRAY (Georges-Robert), inspecteur du Musée britannique. 8 févr. 1848.
 GRAY (John-Edward), directeur du Musée britannique. 8 février 1848.
 HELLIER-BAILY, paléontologiste, membre de la Commission géologique
 de l'Irlande. 4 mars 1868.
 MOORE (David), directeur du Jardin botanique de Dublin. 1^{er} août 1865.
 MOORE (Thomas), directeur du Jardin botanique de Chelsea. 7 mai 1851.
 OWEN (Richard), membre de la Société royale de Londres. 8 février 1848.
 D^r STURTON (James), à Glasgow. 6 février 1869.

Belgique.

- MORBEN (Édouard), professeur de botanique à l'Université de Liège.
 12 janvier 1859.
 THIELENS, naturaliste à Tirlemont. 3 mai 1864.

Brésil.

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

Danemark.

- ESCHRICHT, professeur à Copenhague. 8 février 1848.

Hollande.

- VROLIK, directeur du Musée d'Amsterdam. 8 février 1848.

Italie.

- NARDO (de), professeur à Venise. 6 février 1844.
 NOTARIS (de), professeur de botanique à Rome. 10 novembre 1846.
 PARLATORE, professeur de botanique à Florence. 10 novembre 1846.
 SANTO CAROVAGLIO, professeur de botanique à Pavie. 1^{er} août 1865.
 SECCHI, directeur du Collège Romain de Rome. 4 mars 1868.
 TARGIONI-TOZZETTI, professeur de botanique à Florence. 10 nov. 1846.

Portugal.

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

Russie.

- BRANDT, directeur du Musée de Saint-Pétersbourg. 8 février 1848.
 KUTORGA, professeur à Saint-Pétersbourg. 4 juin 1855.

Suède et Norvège.

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

Suisse.

- COULON (Louis), propriétaire à Neuchâtel (Suisse). 1^{er} décembre 1835.
 FAVRE (Alph.), professeur de géologie à Genève. 2 décembre 1862.
 PICTET (Franç.-Jul.), professeur à l'Académie de Genève. 7 déc. 1841.
 STUDDER, professeur à l'Université de Berne. 21 octobre 1829.
 VALENTIN, professeur à Berne. 8 février 1848.
 WYDLER, professeur à l'Université de Berne. M. A. 23 décembre 1839;
 M. T. 3 mai 1853.

MEMBRES TITULAIRES

DÉCÉDÉS DEPUIS LA FONDATION DE LA SOCIÉTÉ.

- NESTLER (Chr.-Geoffr.), professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg; *membre fondateur*; décédé le 2 octobre 1832.
 ROTH, docteur ès sciences; reçu le 5 novembre 1833; mort le 7 septembre 1834.
 LAUTH (Al.), professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg; *membre fondateur*; mort le 24 mars 1837.
 VOLTZ, inspecteur général des mines; *membre fondateur*; décédé le 30 mars 1840.
 HERRENSCHNEIDER, professeur honoraire à la Faculté des sciences de Strasbourg; reçu le 15 octobre 1833; mort le 29 janvier 1843.
 DUVERNOY (G.-S.), membre de l'Institut, professeur au Jardin des Plantes et au Collège de France, ancien professeur à la Faculté des sciences et agrégé à la Faculté de médecine de Strasbourg; *membre fondateur*; décédé à Paris le 1^{er} mars 1855.
 HECHT (E.), pharmacien, professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie de Strasbourg; reçu le 26 mars 1829; décédé le 1^{er} août 1856.
 GERHARDT (Ch.), professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg; M. C., le 2 juin 1835; décédé le 4 août 1856.
 MUNCH, ancien directeur de l'École industrielle municipale de Strasbourg; reçu le 20 janvier 1835; décédé à Paris le 23 septembre 1857.
 ENGELHARDT (Maurice), ancien chef de division à la mairie de Strasbourg; reçu le 5 juillet 1831; décédé le 8 janvier 1858.
 SAUCEROTTE (Nicolas), bibliothécaire de la Société, conservateur adjoint du Musée d'histoire naturelle de Strasbourg; admis le 1^{er} février 1842; décédé à Lunéville le 27 octobre 1860.
 SARRUS, doyen honoraire de la Faculté des sciences de Strasbourg; reçu le 15 avril 1834; décédé à Saint-Affrique le 20 novembre 1861.

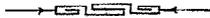
- LEREBoullet ✱, doyen de la Faculté des sciences de Strasbourg, secrétaire perpétuel de la Société; reçu le 14 août 1832; décédé le 13 octobre 1865.
- BECKEL (Théodore), docteur en médecine, ancien secrétaire de la Société; *membre fondateur*; décédé le 6 septembre 1869.
- KIRSCHLEGER, professeur à l'École supérieure de pharmacie et agrégé à la Faculté de médecine de Strasbourg; reçu le 7 juillet 1835; décédé le 15 novembre 1869.
- HEFF ✱, pharmacien de l'hôpital civil de Strasbourg; reçu le 3 mars 1863; décédé le 9 février 1871.
- KUSS (E.), professeur à la Faculté de médecine, dernier maire français de Strasbourg; M. A. 28 mai 1839; M. T. 5 avril 1842; décédé à Bordeaux le 1^{er} mars 1871.
- STEBER (Victor) ✱, professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg; M. C. 19 mai 1835; M. T. le 19 avril 1837; décédé le 5 juin 1871.
- OPFERMANN ✱, directeur de l'École supérieure de pharmacie de Strasbourg; reçu le 15 octobre 1833; décédé le 12 septembre 1872.
- COTTARD ✱, ancien recteur de l'Académie de Strasbourg; reçu le 2 avril 1833; décédé le . . .
- TATFLIEB (Édouard), docteur ès sciences; reçu le 5 février 1833; décédé à Barr (Bas-Rhin) le . . .
- NESTLER (Auguste), pharmacien en chef de l'hôpital civil de Strasbourg; reçu le 26 mars 1829; décédé le . . .
- ENGELHARDT, docteur ès sciences, ancien directeur des forges de Niederbroun; reçu M. C. le 30 janvier 1829, M. T. en 1862; décédé le 14 mars 1874.
- BILLY (de) O✱, inspecteur général des mines; reçu le 20 avril 1836; décédé le 4 avril 1874.
- FÈE (A.) O✱, prof. honoraire de la Faculté de médecine de Strasbourg, membre de l'Académie de médecine; décédé à Paris le 25 mai 1874.
- BAUDELLOT, professeur à la Faculté des sciences de Nancy; M. T. le 9 janvier 1866; décédé à Nancy le 23 février 1875.
- LAUTH (Frédéric), docteur en médecine à Strasbourg; M. T. le 2 mars 1830; décédé le 26 avril 1875.
- SILBERMANN (Gustave) ✱, ancien imprimeur à Strasbourg, *membre fondateur*; décédé à Paris le 13 janvier 1876.
- HIRTZ ✱, professeur à la Faculté de médecine de Nancy, membre de l'Académie de médecine, médecin honoraire des hôpitaux civils de Strasbourg; M. T. le 3 janvier 1865; décédé à Paris le 27 janvier 1878.
- RAMEAUX ✱, professeur à la Faculté de médecine de Nancy; M. A. le 2 août 1842, M. T. le 5 juillet 1859; décédé à Nancy le 5 mai 1878.
- EHRMANN (Charles) O✱, ancien doyen et professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg, membre correspondant de l'Institut; *membre fondateur*; décédé à Strasbourg le 19 juin 1878.

ÉTUDE COMPARÉE

DU PIGNON ET DU RICIN DE L'INDE

PAR

M. ED. MAILLOT



AVANT-PROPOS.

L'étude pharmacognosique des matières premières employées en thérapeutique doit permettre d'établir, d'une façon certaine, l'identité de chaque produit; d'en écarter toute substance similaire; d'en constater enfin la qualité et la pureté. A ces conditions seulement, on pourra compter sur l'action d'une substance médicamenteuse.

Pour atteindre ce triple but, l'examen physique d'une partie quelconque d'un végétal ne saurait suffire dans la plupart des cas. Les caractères tirés de la dimension, de la couleur, de la saveur, etc., manquent de fixité et de constance, puisque la maturité, la nature du sol, etc., peuvent les faire varier à l'infini. Dans les cas normaux, l'analogie extérieure est souvent même si grande entre deux écorces, deux racines, deux graines, etc., que, par une étude objective seule, on n'arrive à les différencier qu'à force de subtilité de langage.

L'examen histologique, c'est-à-dire l'étude de la forme des cellules, de leur contenu, de la structure et de l'arrangement réciproque des tissus, permet de caractériser toute partie d'un végétal. La fixité et la constance de ces caractères permettent, de plus, de différencier les racines, tiges, graines, feuilles, etc.,

issues d'espèces végétales très-voisines, mais l'histologie ne nous donne aucun renseignement sur la constitution chimique et partant, sur la valeur thérapeutique de la substance considérée. Employée seule, l'étude histologique peut même devenir dangereuse, car elle ne nous permet pas de déceler dans les végétaux les principes actifs qui les font rechercher pour l'usage médical. Une graine, une écorce, etc., présente au microscope les mêmes caractères avant et après la destruction accidentelle ou la soustraction volontaire des principes actifs.

L'étude chimique est plus précise, puisqu'elle permet de constater et même de doser, dans un végétal, les différentes substances qui s'y trouvent réunies. Mais la nature de bien des composés chimiques (principes extractifs) nous est encore inconnue ; nous ne savons que les doser collectivement sans pouvoir les séparer. En outre, de deux plantes qui ont même constitution chimique et paraissent identiques, l'une est employée en thérapeutique, l'autre est rejetée.

L'étude pharmacognosique d'une substance médicamenteuse est donc incomplète, à notre sens, si elle est faite uniquement à l'un de ces trois points de vue, en faisant exclusion des deux autres. Si elle puise, au contraire, à ces trois sources, l'examen physique joint à l'étude histologique permettra toujours d'affirmer l'identité du produit considéré ; l'étude chimique, de répondre de sa composition, de sa pureté et par suite de son efficacité. Ces trois genres d'étude différents se prêtent un secours mutuel et indispensable, et si, selon les cas, on peut donner la préférence à la méthode qui fournit les résultats les plus prompts et les plus précis, il faut toujours se garder de négliger les précieux renseignements fournis par les deux autres.

Ces quelques mots expliquent le but de notre travail et le sens que nous nous sommes efforcé de lui donner.

Le Ricin et le Pignon d'Inde sont deux semences voisines, souvent confondues entre elles et avec plusieurs graines appartenant aussi aux Euphorbiacées. Toutes deux fournis-

sent une notable proportion d'huile : la semence et l'huile de Ricin ont fait l'objet d'importants travaux ; le gros Pignon d'Inde et les produits qui en dérivent n'ont pas été étudiés. Notre but est donc de faire une étude comparée des caractères botaniques, histologiques et chimiques de ces deux graines.

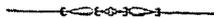
Notre travail comprendra quatre grands chapitres subdivisés à leur tour :

1° Étude botanique et histologique du Pignon et du Ricin de l'Inde ;

2° Analyse des graines et des tourteaux ;

3° Étude comparée des huiles fournies par ces deux graines ;

4° Étude d'un acide qui dérive de chacune d'elles et permet de les caractériser : l'acide sébacique.



CHAPITRE I.

ÉTUDE BOTANIQUE ET HISTOLOGIQUE.

Le Pignon d'Inde (*Jatropha Curcas* L.; *Curcas purgans* Adans) est un arbrisseau qui croît dans les contrées chaudes de l'Amérique, de l'Asie, dans les îles du Cap-Vert, sur la côte occidentale de l'Afrique.

Il appartient à la grande famille des Euphorbiacées (*Dicotylédones angiospermes monochlamydées*. De Candolle). Baillon a divisé les Euphorbiacées en Uniovulées et Biovulées, selon que l'on trouve une ou deux graines dans chacune des trois loges dont se compose le fruit capsulaire. Le genre *Jatropha* ou mieux la tribu des Jatrophées compose avec les Euphorbiées, les Ricinées, les Crotonées et les Excæcariées, la grande division des Uniovulées, à laquelle appartiennent du reste les quelques graines dont nous aurons à nous occuper dans ce travail.

Germination. — J'ai pu faire germer un certain nombre de graines importées récemment à Marseille et suivre ainsi le développement de l'arbuste jusqu'à un état assez avancé. Ces graines, placées dans la mousse humide à une température de 25° à 30°, ont mis trois semaines environ à germer. L'enveloppe épaisse de la graine résiste longtemps à l'imbibition et, une fois éclatée, laisse échapper la radicule qui se recourbe et s'enfonce dans le sol presque à angle droit. Près du collet, on aperçoit quatre mamelons qui donneront autant de radicelles hérissées de fins poils absorbants. (*Fig. I.*)

L'axe hypocotylé se redresse peu à peu, continue à grandir: les cotylédons restent enfouis à l'intérieur de la graine, étroitement appliqués contre l'endosperme huileux qu'ils absorbent.

Pendant la germination, l'albumen entre en activité, donne naissance à de nouvelles cellules et s'accroît d'un cinquième environ de son volume primitif. Le même fait avait déjà été observé sur le Ricin. Les cotylédons, qui mesurent à peine dans la graine 2 centimètres de long sur 1 de large, s'accroissent aussi considérablement, se froissent et lors de leur épanouissement atteignent 5 centimètres de long sur 3 $\frac{1}{2}$ de large. Ils sortent lentement de la graine réduite dès lors à ses enveloppes : à ce moment, l'axe hypocotylé, fortement conique, mesure environ 8 centimètres de haut : la première feuille de la gemmule est entièrement formée. (*Fig. II.*)

Je ferai remarquer en passant que, par sa forte dimension, le Pignon d'Inde est bien préférable au Ricin pour l'étude de la germination et du développement de la tige. Cette tige est ferme, ne contient que quatre faisceaux fibro-vasculaires parfaitement distincts ; on peut y observer, avec la plus grande netteté, les files de cellules cambiales, la couche amyli-fère protectrice, la formation du bois et des îlots libériens. La tige du Ricin est grêle, molle, parcourue de huit faisceaux fibro-vasculaires qui se confondent.

Le développement considérable de l'albumen paraît aussi très-favorable pour faire de nouvelles recherches physiologiques sur la germination des graines oléagineuses. On dit généralement que l'huile est absorbée sans altération par les cotylédons. Or, en faisant des coupes dans ces feuilles encore enfouies dans l'albumen, vers le milieu de la germination, je n'ai jamais pu y constater le plus petit globule graisseux. Dans l'albumen, au contraire, l'huile est fortement émulsionnée et possède une réaction acide. J'ai pu constater de plus que la proportion de sucre réduisant la liqueur de Barresvill était à ce moment considérable : or, on verra plus loin qu'avant la germination, la graine n'en renferme que des traces.

Axe feuillé. — Les cotylédons se fanent et tombent. Dès lors, l'accroissement de la tige se fait en sympode. Cette tige est creuse, lisse extérieurement, formée par une série d'en-

tre-nœuds rapprochés, au niveau desquels se développe une feuille avec son bourgeon axillaire qui s'accroît très-lentement. Sur la tige âgée apparaissent des poils urticants, cassants, et rappelant les stimuli des Orties ; mais ici le pied est enfoncé dans le tissu et recouvert par les cellules de l'épiderme.

Les feuilles sont alternes, longuement pétiolées, pourvues à leur base de deux stipules caducs. Elles sont palmatilobées, finement dentées sur leurs bords, à nervure médiane très-saillante.

Inflorescence. — La plante ne fleurit sans doute que la troisième ou quatrième année. Toutefois, sur des pieds malades, j'ai pu obtenir des inflorescences parfaitement développées vers la fin de la deuxième année, et en étudier les caractères.

Les fleurs naissent à l'aisselle des feuilles, à partir du septième ou huitième entre-nœud ; elles sont disposées en corymbes composés dans lesquels les fleurs femelles sont centrales et peu nombreuses, les fleurs mâles périphériques et en nombre 4 à 5 fois plus considérable. Elles possèdent une teinte rose pâle uniforme.

Dans toutes les fleurs, le périanthe est formé de deux verticilles concentriques composés chacun de cinq pièces. Chez les fleurs mâles, les cinq pièces du premier verticille sont peu développées, légèrement soudées à la base. Les cinq pièces internes sont bien plus grandes, alternent avec les premières et se soudent à peu près vers le milieu de leur longueur. Le périanthe se boursoufle considérablement à ce niveau et donne à l'ensemble un aspect campanuliforme.

Les étamines sont au nombre de dix, disposées sur deux rangs.

Les cinq étamines du cycle intérieur sont beaucoup plus longues que les autres et font saillie hors de la corolle. Les filets sont fortement dilatés à la base, légèrement soudés entre eux et s'insèrent sur un disque charnu et glanduleux, à cinq lobes, qui entoure la base de l'ovaire. Les anthères

sont allongées, introrses, et s'ouvrent par deux fentes longitudinales.

Le pollen est gros, sphérique, recouvert d'une exine épaisse, couverte de tubérosités qui lui donnent une apparence chagrinée. C'est un pollen à pores. (*Fig. III.*)

Dans la fleur femelle, les pièces du périanthe sont presque entièrement libres jusqu'à la base. L'androcée est représentée par cinq grosses glandes du disque que l'on aperçoit à peine chez la fleur mâle. Au centre du disque, s'insère l'ovaire supérieur, à trois loges, surmonté de trois styles terminés chacun par un stigmate bifide, couvert d'un nombre considérable de papilles. (*Fig. IV.*)

La plante dans son ensemble est représentée *fig. V.*

Fruit. — Le fruit est une capsule à trois loges, de forme ovoïde, possédant la grosseur d'une petite noix. Je n'ai pu en suivre le développement, car la fécondation ne se produit pas sur les plants en fleur. Toutefois, dans les graines de Pignon importées, j'ai pu trouver quelques fruits intacts et observer les caractères suivants : la capsule est d'un brun noirâtre à l'extérieur, couverte de rugosités. Les trois sillons limitant les loges sont profonds : la déhiscence est loculicide. Sous cette couche mince et coriace qui représente l'épicarpe du fruit, on rencontre un parenchyme lâche qui a en partie disparu et met à nu un réseau très-serré de faisceaux fibro-vasculaires. Ce parenchyme, qui représente le mésocarpe, se gonfle considérablement dans l'eau ; sur une coupe mince, on aperçoit de nombreux laticifères qui le parcourent en tous sens. D'après la structure de ce mésocarpe, il est évident qu'à l'état frais, la capsule doit être légèrement charnue.

En dessous de ce parenchyme vient une pellicule mince, d'un gris jaunâtre, anhyste et facile à détacher, composée de cellules vides qui, par dessiccation et compression, ont subi une déformation complète. Cette pellicule est étroitement appliquée sur la graine, mais sans y adhérer ; le retrait des cellules pendant la dessiccation a rompu d'autre part tous les

points d'attache de cette membrane avec le parenchyme. Elle n'est pas continue : une fente médiane parallèle à la longueur de la graine la divise en son milieu en deux valves égales qui emboîtent exactement la graine par leur réunion. Cette pellicule représente l'endocarpe.

Le fruit normal du *Jatropha Curcas* est à trois loges ; mais souvent l'une avorte et alors le fruit, déformé, devient biloculaire.

J'ai pu constater un seul cas de fruit tétraloculaire. (*Fig. VI et VII.*)

Graine. — La columelle située au centre du fruit est assez développée. Au sommet de l'angle interne de chacune des trois loges s'insère une graine descendante, fixée à la columelle par un court funicule qui se dessèche à la maturité et laisse la graine libre dans la capsule. Chaque loge ne contient qu'une semence qui la remplit presque entièrement : d'où la place des Jatrophées parmi les Uniovulées.

Les graines de Pignon d'Inde sont noirâtres, ovales, allongées, mesurent 2 centimètres de longueur environ sur 12 millimètres de largeur et 8 d'épaisseur. Leur surface extérieure n'est pas unie, mais parsemée de taches blanchâtres, qui à la loupe apparaissent comme autant de fentes, de craquelures microscopiques. On dit généralement qu'elles sont dues à la dessiccation, à un déchirement des tissus : il n'en est rien, et l'étude histologique leur attribue une origine tout autre.

Les téguments dans leur ensemble sont épais, très-durs, se brisent difficilement et possèdent une cassure résineuse. Quant à la dimension des graines, à l'aspect extérieur de leurs enveloppes, elles sont très-variables ; beaucoup de graines ne dépassent pas le volume des ricins d'Amérique ; la plupart possèdent extérieurement une teinte jaune ocreuse uniforme, due à la disparition de la première couche noirâtre des téguments ; quelques semences sont enveloppées dans la pellicule grisâtre ou endocarpe du fruit.

La graine du *Jatropha* est anatrope : elle n'est pas dépour-

vue de caroncule, comme le disent les traités de matière médicale; le micropyle est toujours coiffé d'un obturateur épais, peu visible sur la semence sèche, mais qui se gonfle et devient très-net par un court séjour dans l'eau. Cette caroncule est conique, bilobée au sommet, rougeâtre, traversée en son milieu par le canal micropylaire.

Le faisceau vasculaire du funicule descend sur toute la longueur de la partie dorsale et plane de la graine: il y forme ainsi un raphé saillant très-visible. Ce raphé contourne la graine à son extrémité, logé dans une sorte de gouttière formée par une dépression des téguments: il pénètre immédiatement à l'intérieur, en traversant la couche ossifiée, par l'intermédiaire du canal chalazique très-étroit. Sur la partie osseuse de la graine, on aperçoit facilement une légère dépression qui limite l'entrée de ce canal.

Dès lors, le raphé pénètre dans la pellicule argentée au sortir de ce canal et à partir de ce point, se ramifie et envoie des branches dans toutes les directions. Toutefois, les trachées ne parviennent pas au sommet du nucelle et ne s'étendent que sur les $\frac{4}{5}$ environ de la longueur totale de la pellicule.

La partie ventrale de la graine, opposée au raphé, est fortement bombée et possède en son milieu un angle saillant.

L'intérieur de la graine est rempli d'un albumen blanc, huileux, sur lequel s'applique étroitement la pellicule argentée parcourue de trachées. Au milieu de l'albumen, s'étalent les deux cotylédons minces, aplatis, appliqués l'un contre l'autre: un gros embryon conique porte ces cotylédons; il est situé au sommet de la graine, la radicule dirigée vers la caroncule et le micropyle. (*Fig. VIII.*)

En observant avec soin les caractères que je viens d'exposer, il est facile de distinguer le gros Pignon d'Inde des autres semences d'Euphorbiacées employées en thérapeutique. Souvent toutefois, on le confond avec le Ricin, les semences de Médecinier (*Croton Tiglium L.*), les graines d'Épurga (*Euphorbia Lathyris L.*).

Pour éviter toute confusion et bien caractériser le Pignon et le Ricin, qui nous occupent plus spécialement, je crois nécessaire de rappeler en quelques mots les caractères physiques de ces graines si souvent confondues. L'étude histologique détaillée de chacune d'elles nous permettra ensuite de les différencier à coup sûr l'une de l'autre.

Ricins de l'Inde et de Syrie. — L'irrégularité des saisons a fait abandonner depuis longtemps les cultures de Ricin dans le midi de la France et même en Italie.

Les graines importées de l'Inde et plus rarement de Syrie servent uniquement aujourd'hui, dans toutes les fabriques, à la préparation de l'huile médicinale : tous les échantillons que j'ai pu me procurer dans les différentes fabriques sont absolument identiques.

Il s'ensuit que, pour le moment du moins, les huiles importées directement de l'Inde et vendues sous cachet, celles fabriquées en Italie ou dans le midi de la France, proviennent toutes de l'expression des mêmes graines.

Ces deux Ricins n'étant décrits dans aucun traité de matière médicale, je crois devoir en donner ici les caractères.

Ricin de l'Inde. — Ces semences sont petites, luisantes, mesurent environ 12 millimètres de long sur 7 millimètres de large. Elles sont parsemées de taches irrégulières très-rapprochées, d'un brun foncé, ressortant nettement sur un fond blanc.

Ricin de Syrie. — Il a la même taille que le précédent, mais il est couvert de marbrures à contours moins bien définis, de couleur brun pâle, atténuée de plus par une teinte grisâtre générale qui s'aperçoit nettement si on examine dans leur ensemble une poignée de ces graines. Dans ces deux Ricins, le raphé est peu visible, la caroncule très-nette.

Ce sont là assurément deux variétés très-voisines, un peu modifiées sans doute par la nature différente du sol et du climat.

J'ai cultivé ces deux graines : les plants entièrement déve-

loppés n'ont pas dépassé 1^m,30 à 1^m,60 : les tiges présentent une teinte vert pâle uniforme. La différence réside dans l'aspect et la dimension des capsules.

Les capsules du Ricin de Syrie sont ellipsoïdes, couvertes d'aiguillons courts, très-serrés : elles mesurent 20 millimètres de long sur 13 millimètres de large. Ces caractères sont ceux du *Ricinus communis lividus* décrit par de Candolle.

Les capsules du Ricin de l'Inde mesurent environ 17 millimètres de long sur 16 millimètres de large. Elles sont presque sphériques : fruits et graines se rapportent entièrement à la description du *Ricinus communis africanus* D. C.

Semences de Croton Tiglium. — Les semences de Croton mesurent 12 à 14 millimètres de long sur 7 à 9 millimètres de largeur et 6 à 8 d'épaisseur. Elles sont couvertes d'un épiderme jaunâtre uniforme qui a disparu la plupart du temps et laisse à nu la partie osseuse noirâtre sous-jacente.

Les deux faces de la graine sont fortement bombées et portent en leur milieu un angle saillant. Deux autres nervures très-saillantes parcourent aussi les côtés de la graine et coupent les premières à angle droit. Il s'ensuit que dans son ensemble le Croton a une apparence tétragonale caractéristique.

Semences d'Épurga. — Ces semences sont presque sphériques, tronquées obliquement à chaque extrémité, dépourvues en général de la caroncule, qui se détache et tombe à la maturité. Elles sont rugueuses extérieurement, couvertes d'un réseau irrégulier et serré formé par des saillies du tégument.

La graine possède une teinte tantôt brune, tantôt grisâtre selon la maturité qu'elle avait acquise lors de la dessiccation des capsules : elle se brise sous la moindre pression des doigts.

Le raphé est très-large et bien visible. La dimension de ces graines est très-faible, ne dépasse pas 5 millimètres de longueur sur 4 millimètres de largeur et autant d'épaisseur. (*Fig. IX, X et XI.*)

Toutes ces semences ont entre elles beaucoup d'analogie et les caractères tirés de la dimension, de l'aspect extérieur des téguments, permettent uniquement de caractériser chacune d'elles. Or, ces caractères sont sujets aux plus grandes variations : l'étude histologique va nous fournir des moyens de différenciation beaucoup plus précis.

Étude histologique.

Pignon d'Inde. — Si, pendant quelques jours, on abandonne la graine dans l'eau froide, les téguments se gonflent, se ramollissent et se laissent couper au rasoir.

Sur une coupe tangentielle, on aperçoit une série de cellules, irrégulièrement pentagonales ou hexagonales, à membranes incolores, épaisses et intimement soudées l'une à l'autre. L'intérieur de chaque cellule est rempli d'une matière pigmentée d'un brun noirâtre, très-abondante : les membranes cellulaires se sont légèrement accrues vers l'extérieur et rendent la surface rugueuse. Aussi le contour des cellules est-il peu net : le plus souvent on n'aperçoit qu'un amas de taches noirâtres irrégulières sans découvrir les membranes cellulaires limitantes.

La couche est interrompue, à intervalles très-rapprochés, par des espaces vides qui correspondent précisément aux taches blanchâtres signalées plus haut sur toute la surface externe de la graine. Ces espaces sont ovales ou sphériques, nettement limités par une ceinture régulière de cellules plus allongées que les voisines et le plus souvent tétraogonales.

Cette régularité des cellules limitantes écarte de suite l'idée d'un déchirement des tissus qui serait dû à la dessiccation, car dans ce cas, il n'y aurait pas de cellules limitantes spéciales, le vide serait irrégulier, les cellules avoisinantes arrachées et séparées sans ordre.

La dimension de ces cavités est très-variable : les unes, vues au microscope, se réduisent à un point, les autres sont

très-développées et par transparence laissent apercevoir le parenchyme sous-jacent.

Il faut sans doute attribuer ces ouvertures à des poils caducs, ou, ce qui paraît plus admissible, à des stomates. La dessiccation ne permet plus d'apercevoir les cellules de bordure, mais le cordon régulier de cellules déjà signalées, l'existence, à ce niveau, d'une lacune dans le parenchyme sous-jacent, me paraissent très-favorables à cette dernière hypothèse.

Pour trancher la question, l'observation d'ovales jeunes en voie de développement est indispensable. (*Fig. XII.*)

Sur la coupe transversale, ces cellules tégumentaires sont allongées, prismatiques, limitées par des membranes épaisses, un peu renflées vers l'extérieur, gorgées de matière pigmentée. La file unique de ces cellules est interrompue par les cavités ci-dessus signalées : les deux cellules limitantes sont intactes et un espace vide assez considérable s'étend à ce niveau dans le parenchyme, représentant sans doute la chambre respiratoire du stomate.

En faisant bouillir ces coupes avec la mixture de Schultze¹, les cellules sont désagrégées et se présentent alors sous forme de prismes allongés à 5 ou 6 pans, remplis intérieurement de matière colorante. (*Fig. XIII.*)

Sous cette unique rangée de cellules tégumentaires, on aperçoit un parenchyme formé de 9 à 10 rangs de cellules sphériques ou ovales, vides, intimement unies, diminuant progressivement de diamètre de l'extérieur à l'intérieur. A un fort grossissement, elles présentent des ponctuations très-nettes.

Sur la partie dorsale et plane de la graine, ce parenchyme est traversé à peu près en son milieu par le faisceau fibrovasculaire ou raphé. Il est formé surtout de vaisseaux trachéens qui se touchent intimement et sont remplis de trachées en partie déroulées ; toutefois, vers l'extérieur, le

1. Chlorate de potassium + acide azotique.

faisceau est recouvert par places d'une bande étroite de fibres libériennes allongées, disposées sur 5 à 6 rangs.

La coupe transversale du raphé est fusiforme; renflé fortement en son milieu, il se termine en pointe à ses deux extrémités. (*Fig. XIV, XV et XVI.*)

Sur les coupes transversales précédentes, on aperçoit aussi çà et là, dans toutes les directions du parenchyme, des sections sphériques, limitées par une membrane plus épaisse et remplies intérieurement d'un dépôt de matière brunâtre. Ces sections sont surtout nombreuses à la base du parenchyme.

On peut observer aussi que çà et là, on aperçoit des débris de vaisseaux, remplis en partie d'un suc brun desséché. Ces sections, ces lambeaux, appartiennent aux nombreux laticifères qui parcourent le parenchyme en tous sens. (*Fig. XIII à XVI.*)

Pour apercevoir facilement ces vaisseaux, il suffit de faire en un point quelconque de la graine, une coupe tangentielle dans le parenchyme: ils sont surtout nombreux au voisinage du raphé dans les assises les plus voisines de la partie osseuse du Pignon. On observe alors nettement de gros vaisseaux, à parois épaisses, sans ornementation, ramifiés dichotomiquement dans toute l'épaisseur du parenchyme, remplis de distance en distance d'un suc brunâtre fortement desséché. (*Fig. XVII.*)

C'est la première fois, à ma connaissance, qu'on signale dans la graine, la présence de vaisseaux laticifères. Le fait est bon à noter et me paraît d'autant plus intéressant, que les plantes les plus riches en latex (Papavéracées, Composées, Ombellifères, etc.), toutes celles qui possèdent des laticifères dans leur tige, leurs feuilles, leurs fleurs et même leurs fruits, n'en présentent jamais dans les enveloppes tégumentaires de leur graine.

Les vaisseaux laticifères sont du reste très-abondants dans toutes les parties du *Jatropha*. Ils forment, dans la tige, un lacis très-serré adossé aux fibres libériennes; ils sont peu

nombreux dans la feuille et la fleur, mais on les retrouve en abondance dans le mésocarpe du fruit, d'où ils vont se répandre jusque dans la graine. Le latex frais est violacé, devient brun par dessiccation : dans le liquide aqueux qui possède cette teinte particulière sont tenus en suspension les granules incolores du latex et des bâtonnets coniques d'amidon.

Au parenchyme fait suite une troisième enveloppe osseuse, très-dure, qui donne à l'ensemble des téguments toute leur solidité. On ne peut y pratiquer de coupes au rasoir, mais on arrive à en étudier la structure en dissociant les cellules par une ébullition prolongée dans le réactif de Schultze. Cette couche est formée de fibres cylindriques brunâtres, disposées radialement, renflées à leur sommet et fortement atténuées en pointe à la base. Pour observer la section transversale de ces fibres, il faut user à l'émeri un mince fragment d'enveloppe enchâssé dans de la cire à cacheter : les sections sont sphériques et se touchent intimement sans interposition de méats ; les membranes cellulaires sont épaisses, régulièrement stratifiées ; au centre, un étroit lumen qui correspond à la cavité interne de la fibre. (*Fig. XVIII et XIX.*)

La dernière couche des téguments est représentée par une pellicule argentée, mince et transparente qui s'applique étroitement sur l'albumen. On ne peut apercevoir la structure des cellules qui la composent : par suite de la dessiccation en effet, ces cellules se sont vidées et les membranes fortement comprimées se sont soudées l'une à l'autre sans régularité. C'est à la dessiccation qu'il faut attribuer sans doute aussi la séparation complète qui existe entre cette pellicule et la couche osseuse précédente, car à l'extrémité des fibres sont fixés des lambeaux de cellules arrachées. Dans cette pellicule se ramifient en tous sens, à partir de la chalaze, les nombreuses trachées provenant du raphé. Dans la plupart des graines, il est vrai, les faisceaux ne parcourent que la primine, représentée ici par la couche de cellules prismatiques et le parenchyme sous-jacent. Mais dans les

Euphorbiacées, les trachées pénètrent de plus dans la seconde, représentée ici par la couche osseuse et la pellicule argentée. Cette répartition des vaisseaux autorise à considérer cette membrane anhydre comme faisant partie des téguments de la graine, car jamais les faisceaux ne se ramifient dans les enveloppes du nucelle.

Les trachées s'étendent environ sur les $\frac{4}{5}$ de cette pellicule: à leur extrémité, sur toute la portion qui correspond au sommet du nucelle, on aperçoit un nombre considérable de cristaux, de forme octaédrique. Ils sont insolubles dans l'acide acétique, solubles sans dégagement de gaz dans les acides chlorhydrique et azotique; ils sont constitués par de l'oxalate de chaux. A ces cristaux s'entremêlent de nombreuses granulations cristallines, d'apparence framboisée, solubles sans dégagement de gaz dans l'acide acétique. Ce sont des concrétions de phosphate de chaux et de magnésie rappelant les globoïdes de l'aleurone. L'analyse chimique d'un certain nombre de pellicules détachées avec soin a confirmé l'existence de ces deux sels. (*Fig. XX.*)

L'intérieur de la graine est rempli par un albumen très-développé, formé d'un tissu serré de cellules ovales gorgées de grains d'*Aleurone*. Ces grains sont composés, comme ceux du Ricin étudiés par Hartig :

1° De *Cristalloïdes* : matière azotée cristallisée, représentant dans les graines oléagineuses le protoplasma ;

2° De *Globoïdes* : grains arrondis formés de phosphate double de chaux et de magnésie, accolés à un des angles du cristalloïde.

Dans chaque cellule, les grains d'aleurone sont de plus enveloppés, séparés l'un de l'autre, par une matière albuminoïde amorphe qui renferme dans sa masse les gouttelettes d'huile.

Les grains d'aleurone sont très-petits, au nombre de 15 à 20 dans chaque cellule chez le *Jatropha*.

Au centre de l'albumen, se trouvent les deux cotylédons plats et foliacés, supportés par l'embryon conique. Dans

toutes leurs parties, on peut constater la présence de l'aleurone.

J'ai dit plus haut que le micropyle du Pignon était surmonté d'une épaisse caroncule, très-développée après un court séjour dans l'eau. Elle est conique, bilobée, de teinte rougeâtre. Sur une coupe radiale, on aperçoit une seule assise continue de cellules prismatiques allongées, identiques à celles qui revêtent extérieurement la graine. Au centre, une dépression des tissus correspond au canal micropylaire en partie oblitéré à sa base. Il est tapissé sur toute sa longueur par la couche de cellules protectrices qui diminuent graduellement de volume et d'épaisseur. L'intérieur est occupé par un parenchyme vide, sauf dans le voisinage du canal micropylaire où des groupes irréguliers de cellules sont pigmentés. (*Fig.* XXI..)

En résumé, la graine de Pignon d'Inde est constituée par :

1° Une enveloppe tégumentaire épaisse comprenant quatre couches distinctes :

a) Un épiderme de cellules prismatiques pigmentées, disposées sur un seul rang, interrompues de distance en distance par des espaces vides réguliers, où il existait sans doute des stomates.

b) Un parenchyme de 8 à 10 rangs de cellules vides, ponctuées, traversé en son milieu du côté dorsal par un raphé fusiforme, parcouru dans tous les sens par de nombreux laticifères.

c) Un sclérenchyme très-dur, composé de fibres cylindriques stratifiées, à lumen étroit, fortement effilées à la base. Ces fibres sont disposées radialement, pressées, entrelacées dans tous les sens.

d) Une pellicule argentée, formée de cellules vides, déformées par la compression et la dessiccation. Des trachées s'y ramifient sur les $\frac{4}{5}$ de sa longueur. A leur extrémité existent de nombreux cristaux octaédriques d'oxalate de chaux entremêlés de concrétions framboisées de phosphates.

2° Une partie interne comprenant :

a) Un albumen gorgé d'aleurone. Les grains, très-petits, sont au nombre de 15 à 20 dans chaque cellule ;

b) Au centre, un embryon conique supportant deux larges cotylédons foliacés et plats sur lesquels se moule l'albumen.

Le tout est gorgé d'aleurone.

Ricin de l'Inde et de Syrie. — La première enveloppe tégumentaire est lisse, brillante, parsemée de taches brunes plus ou moins foncées. Par macération dans l'eau, cette mince pellicule se détache aisément : elle est formée de cellules prismatiques à sections pentagonales ou hexagonales, vides et devenues tabulaires par la dessiccation. De distance en distance, des groupes irréguliers et de dimension variable, sont entièrement gorgés d'une matière colorante brune, et ces amas correspondent précisément aux marbrures que l'on aperçoit à l'œil nu sur la surface de la graine. La forme de toutes les cellules est identique ; mais dans les groupes colorés en brun, on peut observer aisément les membranes propres de chaque cellule ; chez les voisines, au contraire, par suite même de l'absence de coloration, les contours sont à peine visibles et par place la pellicule paraît anhyste et sans traces d'organisation. La surface de toutes ces cellules paraît chagrinée : sur des ovules jeunes, il est facile de constater que cette première couche est formée de cellules ponctuées ; l'aspect chagriné n'est donc dû qu'aux punctuations devenues peu nettes sur la graine mûre par suite de la dessiccation des cellules et de l'accolement réciproque des membranes. (Fig. XXII.)

La structure de la caroncule et du raphé, la distribution de ce dernier dans la graine rappelle exactement ce que nous avons vu dans le Pignon.

A cette première couche, fait immédiatement suite, chez le Ricin, la partie sclérenchymateuse. Elle est formée de fibres radiales qui, par leur structure et leur disposition, rappellent

entièrement ce que nous avons vu chez le Pignon. Leur diamètre, leur longueur sont toutefois un peu moins considérables. (*Fig. B XVIII et XIX.*)

La troisième couche tégumentaire est représentée par la pellicule argentée adossée à l'albumen. Elle est formée de cellules vides desséchées, déformées par la compression et l'accrolement des membranes. Les trachées s'y ramifient aussi sur les $\frac{4}{5}$ environ de la longueur, mais il n'y a pas à ce niveau de cristaux ni de concrétions.

L'intérieur de la graine est rempli par un albumen qui a servi à la découverte et à l'étude de l'aleurone. L'embryon et les deux cotylédons plats et foliacés en occupent la partie médiane.

En résumé, les téguments du Ricin sont formés par la superposition des trois couches suivantes :

1° Une assise d'une seule rangée de cellules tabulaires, pentagonales ou hexagonales, ponctuées, déformées et aplaties par la dessiccation. Des groupes irréguliers de ces cellules sont gorgés d'une matière colorante brune et correspondent aux marbrures extérieures de la graine.

2° Une rangée de fibres radiales, cylindriques, à membrane épaisse, stratifiée et lumen étroit, fortement effilées en pointe.

3° Une pellicule anhydre parcourue de trachées sur les $\frac{4}{5}$ de sa longueur.

On peut observer qu'ici la couche parenchymateuse du Pignon parcourue par le raphé et les laticifères n'est pas représentée.

Ces caractères sont ceux du Ricin de l'Inde. Ils peuvent s'appliquer aussi bien à celui de Syrie: la seule différence consiste en ce que les groupes de cellules colorées de l'épiderme sont bien moins nombreux et possèdent une teinte grisâtre uniforme.

Croton Tiglium. — Ces graines sont tantôt jaunes, tantôt noires extérieurement. C'est que, le plus souvent, la première enveloppe jaune a disparu et laisse à nu la partie osseuse

noirâtre. Sur une semence intacte, on observe les couches tégumentaires suivantes :

La première enveloppe est formée par la superposition de deux rangées de cellules sphériques ou ovales. La première assise est pourvue de membranes épaisses, accolées intimement l'une à l'autre sans méats. Toutes ces cellules sont gorgées uniformément d'une matière colorante jaunâtre. (*Fig. XXIII.*)

Les cellules de la deuxième rangée sont plus petites, vides, incolores, lâchement unies entre elles et aux couches avoisinantes. Si la première couche vient à se rompre, on conçoit alors aisément que la graine perde cette première enveloppe.

La partie osseuse qui fait suite est formée aussi de fibres radiales allongées : leur diamètre excède celui des fibres des deux graines précédentes, mais elles sont plus courtes et moins effilées qu'elles. (*Fig. XVIII C.*)

La troisième couche tégumentaire est représentée par la pellicule argentée, sans structure bien nette ; mais dans le Croton elle est parcourue sur toute sa longueur, jusqu'au point correspondant au sommet du nucelle, par de nombreuses trachées, sans traces de cristaux.

Les grains d'aleurone de l'albumen sont aussi gros et aussi nets que ceux du Ricin, au nombre de 8 à 10 dans chaque cellule ; mais sur une coupe mince, on aperçoit de plus, de distance en distance, des amas de cristaux tout différents des globoïdes. En traitant les coupes d'albumen par une solution concentrée de potasse caustique, les grains d'aleurone, la matière grasse, disparaissent et mettent à nu les cellules ovales qui forment par leur réunion le tissu de l'albumen. Dans ce parenchyme vide, des cellules sphériques, assez rapprochées, sont entièrement remplies par les rosettes cristallines signalées plus haut.

Ce sont des amas de cristaux prismatiques, terminés par des pyramides : ils sont insolubles dans l'acide acétique, solubles dans les acides minéraux sans dégagement de gaz, et possèdent tous les caractères de l'oxalate de chaux.

L'incinération de l'albumen fournit du reste un résidu de carbonate de chaux abondant et facile à caractériser. (*Fig. XXIV.*)

On trouve en résumé dans le *Croton Tiglium* :

1° Une enveloppe tégumentaire formée de :

a) Un parenchyme de deux assises de cellules ovales.

La couche externe est composée de cellules à membranes épaisses, adhérentes l'une à l'autre ; elle est gorgée uniformément d'une matière colorante brune. Les cellules internes sont plus petites, vides, lâchement unies entre elles ;

b) Une couche de fibres radiales compactes, peu effilées ;

c) Une pellicule argentée anhydre, parcourue de trachées sur toute sa longueur.

2° Une partie interne comprenant :

a) Un albumen composé d'un parenchyme de cellules ovales renfermant chacune 8 à 10 grains d'aleurone très-nets. Dans ce parenchyme, des cellules sphériques très-nombreuses sont uniquement remplies de rosettes cristallines d'oxalate de chaux prismatiques, terminées par des pointements en pyramide ;

b) Au milieu de l'albumen, un embryon conique portant deux cotylédons aplatis, ne recouvrant pas toute la surface de cet endosperme. Le tout est rempli d'aleurone.

Euphorbia Lathyris. — La graine d'Épurga est finement réticulée à sa surface. A la loupe, on aperçoit des saillies fortement colorées en brun ou en noir auxquelles correspondent nécessairement des dépressions dans lesquelles le tissu est un peu plus pâle.

Ces enveloppes se ramollissent difficilement dans l'eau : sur la coupe tangentielle, on aperçoit des lames de cellules fortement pigmentées, à sections pentagonales ou hexagonales. Elles sont séparées l'une de l'autre par des espaces vides ou des bandes parallèles d'un tissu parenchymateux qui paraît situé dans un plan différent. (*Fig. XXV.*)

La coupe transversale rend compte de cette disposition particulière.

Les couches de cellules qui, par leur ensemble, constituent les enveloppes de la graine, ne sont pas planes, mais décrivent extérieurement une courbe sinueuse; il en résulte une succession régulière de saillies et de dépressions qui se répètent dans les trois couches tégumentaires. (*Fig. XXVI.*)

La première assise est formée de cellules prismatiques, fortement pigmentées: ces cellules ont fortement accru leur membrane vers l'extérieur et se terminent ainsi par des prolongements coniques très-développés surtout chez les cellules qui recouvrent les parties saillantes.

Vient ensuite un parenchyme composé de deux à trois rangées de cellules ovales, très-petites et vides: Il peut manquer par place, et suit aussi la courbe sinueuse décrite par la première enveloppe.

La couche sclérenchymateuse est formée de fibres radiales, à membranes épaisses et stratifiées, à étroit lumen: elles sont ramassées et peu effilées à leur base. La dimension de ces fibres n'est pas la même dans l'ensemble de la couche: elles vont en augmentant successivement de longueur, puis atteignent un maximum à partir duquel elles décroissent graduellement pour s'accroître de nouveau dans les mêmes proportions, et ainsi de suite. La surface extérieure de cette couche est donc irrégulière et décrit cette courbe sinueuse dont j'ai parlé plus haut. Le parenchyme, la couche épidermique qui la recouvrent suivent ces mêmes sinuosités.

On comprend dès lors aisément que le réseau qui recouvre la graine soit formé par des saillies accrues encore par les prolongements coniques des cellules de la première couche, plus développées à ce niveau et plus fortement pigmentées.

On comprend aussi qu'en pratiquant au rasoir une coupe tangentielle, on enlève tout d'abord ces parties saillantes qui se présentent alors sous forme de lames. Le parenchyme qui les sépare provient des parties déprimées, car à ce niveau les cellules de la première couche sont peu accrues vers l'exté-

rieur, plus pâles, et s'exfolient même souvent de manière à laisser à nu les quelques rangées de cellules parenchymateuses sous-jacentes. Ces dernières peuvent même disparaître à leur tour, et dans ce cas alors, les lames parallèles de tissu pigmenté sont séparées par des espaces vides.

La pellicule argentée de l'Épurge se détache fort difficilement de l'albumen : elle est anhydre, sans structure apparente, mais les trachées présentent ici une disposition spéciale. La graine est obliquement tronquée à chaque extrémité et à chaque pôle se trouve par conséquent une surface à peu près plane, limitée par un contour sphérique. Le raphé perce la couche osseuse et pénètre au centre de la troncature opposée au micropyle. Là le faisceau se bifurque et les trachées s'étalent en rosette dans toutes les directions, mais sans dépasser toutefois la surface plane formée à ce niveau. En d'autres termes, les trachées n'occupent que la portion plane de la pellicule qui correspond à la base tronquée du nucelle. (*Fig. XXVII.*)

Les grains d'aleurone de l'albumen sont très-petits, en nombre considérable dans chaque cellule et de structure cristalline peu nette. L'embryon conique porte ici deux cotylédons très-petits et presque linéaires.

En résumé, l'Épurge présente dans son ensemble :

1° Une enveloppe tégumentaire composée de :

a) Une couche sinuose de cellules prismatiques, renflées fortement en cône vers l'extérieur et pigmentées surtout sur les saillies du réseau ; dans les parties déprimées, les cellules sont pâles, peu renflées vers l'extérieur, et s'exfolient aisément ;

b) Un parenchyme incolore de deux à trois rangs de cellules ovales, vides. Il manque par places ;

c) Un sclérenchyme de fibres radiales, ramassées, à membranes stratifiées et étroit lumen. Elles s'accroissent graduellement puis décroissent dans le même ordre : leur surface sinuose est recouverte par le parenchyme et la couche tégu-

mentaire qui décrivent les mêmes courbes et donnent ainsi à la graine son aspect réticulé ;

d) Une pellicule argentée parcourue de trachées disposées en rosette à l'extrémité aplatie qui correspond à la base tronquée du nucelle.

2° Une partie interne renfermant :

a) Un albumen gorgé de grains d'aleurone très-nombreux et difficiles à caractériser ;

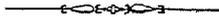
b) Au milieu, un embryon conique à cotylédons linéaires.

On a pu remarquer que dans toutes ces graines, la première couche tégumentaire était toujours gorgée de matière pigmentée. Si l'on fait digérer les coupes dans l'alcool faible, puis que, sous le champ du microscope, on les imprègne de quelques gouttes de teinture alcoolique de perchlorure de fer, toutes les cellules pigmentées prennent une coloration noir d'encre intense. L'étude chimique rendra compte de cette réaction.

En examinant comparativement la structure histologique des quatre graines précédentes, on peut, en choisissant les caractères distinctifs les plus nets, dresser le tableau suivant qui, dans les cas douteux, permettra de caractériser chacune d'elles :

Coupe faite tangentiellement à la surface.

1° Assise de cellules tabulaires pentagonales ou hexagonales, non interrompue.	a) Teinte brune des cellules uniformes.	Croton.	} 3 couches tégumentaires. Oxalate de chaux dans l'albumen.
	b) Groupes irréguliers de cellules remplies de matière colorante.		
2° Assise de cellules à contours peu nets, interrompue par des espaces vides ou des lames de parenchyme.	a) Parenchyme adossé à la partie osseuse, parcouru de laticifères.	Pignon.	} 4 couches tégumentaires ; laticifères. Oxalate de chaux sur la pellicule argentée.
	b) Parenchyme vide, sans laticifères. Couches sinuées vers l'extérieur.		



CHAPITRE II.

ANALYSE DES GRAINES ET DES TOURTEAUX.

PIGNON D'INDE. — J'ai fait séparément l'analyse des enveloppes et de l'albumen : un troisième dosage, exécuté sur la graine entière, sert de contrôle aux résultats précédemment obtenus.

100 grammes de semences, décortiquées avec tout le soin possible, y compris la pellicule argentée, fournissent :

	Soit environ :	
Enveloppes . . .	37 ^{gr} ,40 . . .	37 p. 100.
Amandes . . .	62 ,50 . . .	63 —
Perte	0 ,40	
	<hr/>	
	100 ^{gr} ,00	

a) *Enveloppes.* — 100 grammes d'enveloppes, incinérées successivement par 10 grammes dans un creuset de platine, donnent 4^{gr},05 de cendres très-blanches. En les traitant par l'eau distillée, on obtient :

Partie soluble	1 ^{gr} ,27
— insoluble	2 ,78

La partie soluble ne renferme que des chlorures et peu de sulfates à base de potassium et de sodium, dans les proportions suivantes pour 1^{gr},27 :

Chlore	0 ^{gr} ,503
Acide sulfurique	0 ,132
Potassium	0 ,581
Sodium	0 ,047
	<hr/>
	1 ^{gr} ,256

La partie insoluble renferme pour 2^{gr},78 de cendres :

Silice	0 ^{gr} ,050
Acide carbonique	0 ,629
— phosphorique	0 ,795
Calcium	1 ,042
Magnésium	0 ,150
Fer	0 ,050
	<hr/>
	2 ^{gr} ,716

Pour l'analyse immédiate des enveloppes et de l'albumen, j'ai adopté les procédés si précis de Th. Schloesing.

Voici, une fois pour toutes, l'ordre dans lequel sont effectuées ces analyses :

1° 100 grammes d'enveloppes ou d'albumen prélevés dans l'ensemble sont finement pulvérisés.

2° 10 grammes desséchés deux à trois heures à l'étuve de Gay-Lussac, puis maintenus à 110°, donnent la quantité d'eau de la substance.

3° 10 autres grammes sont épuisés successivement par l'alcool et l'éther. Le poids des deux extraits réunis représente la totalité des corps solubles.

Le résidu de cet épuisement est divisé en deux parties : 5 grammes servent au dosage de l'acide pectique, des gommes et de l'amidon, les 5 autres à celui de la cellulose.

4° 10 grammes épuisés par l'alcool faible servent au dosage des sucres.

5° 10 autres, épuisés par l'éther, sont employés à la recherche des acides oxalique, malique, citrique, tartrique.

6° 10 autres à celle de l'acide acétique.

7° Comme il n'y a dans ces graines ni nitrates, ni sels ammoniacaux, l'azote total est déterminé dans 1 gramme de matière au moyen de la chaux sodée.

Voici les résultats obtenus pour 100 grammes d'enveloppes :

Eau	99 ^{gr} ,915
Matières solubles dans l'éther et dans l'alcool	5 ,710
Matières pectiques et gommeuses	2 ,130
Tanin	0 ,712
Cellulose	77 ,225
Matières minérales	4 ,050
	<hr/>
	99 ^{gr} ,742

L'éther dissout un peu d'huile et quelques acides gras solides. L'alcool achève l'épuisement, mais dissout en outre une matière noire résineuse, précipitable par l'eau.

Pour doser les corps pectiques et gommeux, j'épuise le résidu par de l'eau renfermant quelques gouttes d'acide

chlorhydrique. La liqueur est évaporée au bain-marie, le résidu repris par l'alcool à 85° jusqu'à ce qu'il n'enlève plus rien. On dessèche à 100° et pèse : par calcination on a les cendres et la différence représente les corps gélatineux.

Pour la cellulose, on élimine par les dissolvants neutres et alcalins le plus possible de matière ; on fait digérer le résidu de cellulose brute dans le réactif de Schweitzer et reprécipite par l'acide acétique la cellulose pure dissoute.

La coloration noire obtenue sous le champ du microscope par action des persels de fer, indiquait nécessairement la recherche des matières tanniques. La décoction aqueuse et concentrée des téguments de Pignon précipite en noir verdâtre les persels de fer, précipite aussi la gélatine et l'émétique. Pour isoler ce tanin, je déplace 100 grammes de poudre par l'éther aqueux. Après séparation des deux couches, la liqueur aqueuse est évaporée à siccité au bain-marie, puis reprise à plusieurs fois par l'alcool à 70°. Les matières pectiques, gommeuses ou minérales entraînées restent insolubles et la solution alcoolique fournit environ 0^{gr},712 d'un produit jaunâtre, spongieux, astringent, soluble dans l'eau et précipitant en vert foncé les persels de fer.

Chauffé dans une cornue, il ne donne aucun produit sublimable, mais à la distillation, on recueille quelques gouttes d'un liquide oléagineux qui surnage l'eau et rappelle l'odeur du phénol.

Si, dans 300 grammes d'eau distillée environ, on verse quelques gouttes de ce liquide distillé, 1 goutte d'aniline et 4 à 5 grammes d'hypochlorite de soude, on obtient de suite une magnifique coloration rouge. Cette réaction, due à M. Jacquemin, caractérise le phénol diatomique ou acide oxyphénique ; dans ces mêmes conditions, le phénol ordinaire donne une coloration bleue intense.

L'ensemble de ces réactions permet de considérer la matière astringente contenue dans les enveloppes du Pignon comme un tanin physiologique rappelant celui du cachou, du ratanhia, etc.

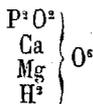
Dans ces enveloppes, il n'existe ni amidon, ni sucre, ni produits azolés, minéraux ou organiques.

b) Albumen. — 100 grammes d'amandes (albumen, embryon, cotylédons) donnent 4^{sr},35 de cendres. Elles se présentent sous forme d'une masse vitreuse transparente, ayant subi la fusion et adhérant fortement à la capsule de platine. Une ébullition très-prolongée dans l'eau distillée n'en entraîne pas la plus faible quantité : par addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, le tout se dissout sans le moindre dégagement de gaz. Ces cendres ne contiennent, en effet, ni carbonates (ce qui exclut la présence d'oxalate de chaux dans l'amande), ni chlorures, ni sulfates ; elles sont uniquement formées de pyrophosphate de chaux et de magnésie.

2^{sr},35 de ces cendres fournissent à l'analyse :

Calcium. . . 0,394 Magnésium. . . 0,205

Dans l'endosperme, ces deux bases doivent exister à l'état de phosphate double de calcium et de magnésium, renfermant 1 atome de chaque métal et répondant à la formule :



2^{sr},50 de ce sel correspondant à 2^{sr},35 de pyrophosphate contiendraient en effet :

Calcium. . . 0,37 Magnésium. . . 0,22

nombres très-voisins de ceux que nous avons obtenus.

Avant de faire l'analyse immédiate de l'amande, il faut avant tout la débarrasser de l'huile qu'elle renferme en proportions notables. A cet effet, j'en mélange 100 grammes finement pulvérisés avec de la pierre ponce lavée et concassée, et je les épulse au moyen du sulfure de carbone rectifié. Le sulfure de carbone, par évaporation, laisse comme résidu environ 25 grammes d'une huile incolore qui laisse rapidement déposer un glycéride solide ; il sera examiné plus loin.

Le tourteau épuisé, débarrassé du sulfure de carbone par

une courte exposition à l'air, sert directement à l'analyse immédiate. Il m'a donné les résultats suivants pour 100 parties :

Matières minérales	4 ^{er} ,350
Eau	5 ,123
Huile.	25 ,800
Matières grasses et résineuses solubles dans	
l'alcool et l'éther.	15 ,952
Sucres	1 ,964
Acide malique	2 ,125
Cellulose	44 ,344
Matières albuminoïdes.	32 ,015
	<hr/>
	98 ^{er} ,673

Les corps solubles dans l'alcool et l'éther sont très-complexes ; on y trouve tout d'abord un peu d'huile et des corps gras solides qui ont échappé à l'action du sulfure de carbone ; une substance huileuse odorante, de saveur âcre, peu soluble dans l'alcool et qui communique à l'huile de Pignon ses propriétés organoleptiques particulières ; des matières résineuses brunâtres, en assez forte proportion. Si l'on fait bouillir cet extrait avec l'eau distillée, on obtient, après concentration au bain-marie, de petits cristaux incolores ayant la forme de prismes rectangulaires ou de tables incolores. Ils sont solubles dans l'alcool faible, insolubles dans l'éther, la benzine, le pétrole.

Ils fondent sur la lame de platine, se volatilisent sans résidus. Ils ne réduisent pas la liqueur de Barreswill, ne donnent rien non plus par les réactifs généraux des alcaloïdes et pourtant par action de la potasse à chaud dégagent de l'ammoniaque. Ils précipitent enfin certaines dissolutions métalliques (chlorure de platine, chlorure mercurique).

J'avais pensé tout d'abord que ce composé était la ricinine, signalée par Tuson dans le Ricin. Ce principe, mal défini du reste, se comporte en effet vis-à-vis des différents réactifs, comme les cristaux isolés du Pignon. Mais une étude plus attentive m'a conduit aux résultats suivants :

Le dégagement d'ammoniaque par action de la potasse se fait à froid.

L'acétate de plomb est précipité et le composé blanc qui prend naissance se dissout dans l'eau bouillante et cristallise par refroidissement.

La solution ne précipite ni l'eau de chaux, ni le chlorure de calcium ; mais si on la fait bouillir quelques temps avec l'acide azotique, de l'acide carbonique se dégage et le liquide précipite abondamment par les réactifs précédents. Ce précipité possède tous les caractères de l'oxalate de chaux.

Ces cristaux sont constitués par du malate d'ammoniaque, ce qui n'offre rien d'extraordinaire, car, comme on le verra plus loin, l'albumen du Pignon renferme de l'acide malique. Il y aurait lieu, je crois, d'essayer sur la ricinine, les réactions complémentaires que je viens d'indiquer ; malheureusement, je n'ai pu réussir à l'extraire du Ricin par les procédés indiqués dans les ouvrages.

150 grammes d'extrait éthéro-alcoolique de l'albumen du Pignon fournissent environ 1 gramme de ces cristaux de malate.

Pour le dosage des sucres, j'épuise le tourteau par l'alcool à 36° : le liquide évaporé en consistance d'extrait est repris par l'eau pour éliminer les résines et quelques corps gras entraînés : dans la liqueur filtrée, on verse la liqueur de Barreswill ; la réduction n'a pas été plus forte après ébullition avec un acide. L'albumen est pauvre en sucres et n'en renferme que 1st,964 p. 100. Pendant la germination, 10 grammes d'albumen, séparé des cotylédons d'une plante germée depuis quinze jours environ, renferment 2 grammes environ de sucres : je signale le fait, qui peut être attribué à l'une des deux causes suivantes. Ces sucres proviennent de la transformation des matériaux de l'albumen. Mais j'ai fait remarquer aussi que l'albumen s'accroît pendant la germination et produit de nouvelles cellules ; ces sucres pourraient donc aussi provenir des sécrétions du protoplasma produisant de nouvelles membranes cellulaires.

Le procédé de dosage des acides organiques est basé sur le principe suivant : Les acides oxalique, malique, tartrique,

citrique, sont solubles dans l'éther, tandis que les acides chlorhydrique, nitrique, phosphorique, sulfurique en solution un peu étendue y sont tout à fait insolubles. Dans un mortier de porcelaine, j'ajoute à 100 grammes de tourteau finement pulvérisés 5 grammes d'acide sulfurique étendu de quatre à cinq fois son poids d'eau pour mettre les acides organiques en liberté. Le calcul de la quantité d'acide à ajouter se fait aisément d'après le poids des cendres. La masse est ensuite mélangée avec de la pierre ponce, puis introduite dans l'allonge d'un appareil à déplacement continu.

L'action de l'éther a été continuée jusqu'à ce qu'une goutte recueillie au sortir de l'allonge ne donnât plus de résidu. L'appareil avait marché environ 30 heures.

Le liquide du ballon est légèrement trouble : par agitation avec l'eau, on enlève à l'éther les acides en dissolution et on élimine les graisses et les résines entraînées. Le liquide aqueux, légèrement chauffé pour chasser l'éther, est neutralisé par l'ammoniaque, acidifié par une goutte d'acide acétique, puis étendu à 300 centimètres cubes.

Le procédé de séparation des quatre acides organiques que l'on rencontre dans les végétaux est basé sur les faits suivants :

Dans les liqueurs très-étendues, une solution diluée d'acétate de chaux ne précipite que l'acide oxalique.

Si, à un mélange des trois acides tartrique, malique et citrique à l'état de sels de potassium, de sodium ou d'ammonium, on ajoute une solution étendue d'acétate de plomb¹, le tartrate et le citrate précipitent les premiers, et une nouvelle addition de solution plombique entraîne seulement à son tour l'acide malique. L'apparition du précipité de malate de plomb est facile à saisir, car il se dissout dans l'acide acétique, tandis que le tartrate et le citrate y sont insolubles.

L'addition d'acétate de chaux ne donna dans le cas présent qu'un trouble insignifiant d'oxalate de chaux provenant, comme on l'a vu, de la pellicule argentée qui recouvre l'albumen.

1. 4 p. eau et 1 p. dissolution saturée à froid.

La liqueur filtrée, additionnée d'acétate de plomb, précipite en blanc. Ce précipité est entièrement soluble dans l'acide acétique. La solution ne renferme donc que de l'acide malique et pas traces d'acide tartriques ou citrique.

En ajoutant de suite à la liqueur un excès d'acétate de plomb, puis 5 à 6 fois son volume d'alcool à 36° additionné de 1/200 environ d'acide acétique, le malate qui se dépose est entièrement neutre. J'ai obtenu ainsi, pour 100 grammes de tourteau, 4^{sr},96 de sel qui, privé de ses trois molécules d'eau, par dessiccation à 120°, m'a fourni après calcination 3,26 de litharge. Ces quantités correspondent à peu près exactement à la formule $C^4H^4PbO^5$ du malate neutre de plomb et représentent pour les 4^{sr},96 de sel, 3^{sr},125 d'acide malique.

Dans une série d'opérations, j'ai pu préparer par ce procédé 20 grammes environ de malate de plomb, mettre l'acide en liberté au moyen de l'hydrogène sulfuré pour en vérifier toutes les réactions.

Je reviendrai plus loin sur l'importance que j'attache à la présence de cet acide dans les graines oléagineuses.

L'albumen ne contenant ni sels ammoniacaux notables, ni nitrates, j'ai dosé l'azote des matières albuminoïdes, des cristalloïdes de l'aleurone, par incinération de 1 gramme de tourteau avec la chaux sodée. L'ammoniaque formée est recueillie dans une solution titrée d'acide sulfurique; 1 gramme de tourteau a donné 0,069 d'azote, ce qui correspond à 6^{sr},90 p. 100 dans le tourteau débarrassé d'huile et à 5^{sr},12 dans l'amande fraîche. Les matières azotées renfermant en général 16 p. 100 d'azote, il suffit de multiplier l'azote trouvé par 100/16 ou 6,25 pour avoir le poids de ces matières. On trouve ainsi que :

Le tourteau épuisé renferme p. 100, 42^{sr},225 de matières albuminoïdes;

L'amande fraîche en renferme p. 100, 32^{sr},015.

Je reviendrai sur la nature de cette albumine.

L'albumen ne renferme pas traces d'amidon.

RICIN DE L'INDE. — 100 grammes de graines contiennent :

Enveloppes	24 ^{gr} ,25	25 p. 100
Amandes	75 ,29	75 —
Perte	0 ,46	
	<hr/>	
	400 ^{gr} ,00	

a) *Enveloppes*. — 100 grammes d'enveloppes donnent 3^{gr},052 de cendres :

Partie soluble	1 ^{gr} ,320
— insoluble	1 ,732

La partie soluble renferme pour 1^{gr},32 :

Chlore	0 ^{gr} ,235
Acide sulfurique	0 ,474
Potassium	0 ,518
Sodium	0 ,060
	<hr/>
	1 ^{gr} ,287

La partie insoluble, pour 1^{gr},732 :

Acide carbonique	0 ^{gr} ,542
— phosphorique	0 ,297
Calcium	0 ,744
Magnésium	0 ,091
Fer et silice	Traces.
	<hr/>
	1 ^{gr} ,674

L'analyse élémentaire des enveloppes conduit aux résultats suivants (p. 100) :

Eau	10 ^{gr} ,400
Matières minérales	3 ,052
Matières solubles dans l'alcool et l'éther	10 ,376
Matières pectiques, gommeuses, etc.	15 ,250
Acide gallique	0 ,550
Cellulose	59 ,575
	<hr/>
	99 ^{gr} ,203

La recherche de la matière astringente du Ricin a été faite comme celle du Pignon, mais le produit obtenu est ici tout différent et cristallise en fines aiguilles. La solution aqueuse précipite en noir les sels de fer, ne précipite pas les solutions de gélatine.

L'action de la chaleur ne fournit pas d'acide oxyphénique, mais un sublimé de paillettes cristallines blanches qui noircissent à l'air. J'ai pu en obtenir 1 gramme environ et en



faire l'étude par le procédé suivant: Je prépare un extrait aqueux avec 500 grammes environ d'enveloppes de Ricins, puis je sou mets cet extrait sec, mélangé à du sable, à l'action de la chaleur, en recouvrant la capsule d'un cône de papier:

a) Ces paillettes se dissolvent dans l'eau: les solutions se colorent en brun par action des alcalis.

b) Elles colorent en brun l'acide iodique et les iodates, sans qu'il y ait d'iode mis en liberté: dès le lendemain, on peut recueillir un précipité brun qui, lavé à l'alcool, se redissout dans l'eau et donne par addition d'ammoniaque une coloration bleue intense très-fugace.

c) La solution, traitée par quelques gouttes de perchlorure de fer, brunit fortement, mais le fer est complètement dissimulé. Le liquide, fortement étendu d'eau, colore les solutions ammoniacales, les solutions renfermant des traces d'alcaloïdes en violet intense.

Toutes ces réactions sont dues à M. Jacquemin et caractérisent l'acide pyrogallique. L'acide iodique donne naissance à la purpurogalline; le perchlorure de fer, à un composé particulier qui a reçu le nom de chlorure ferrosopyrogallique et permet de caractériser tous les alcalis minéraux ou organiques.

La matière astringente du Ricin n'est donc pas du tanin, mais bien de l'acide gallique qui, par action de la chaleur, perd de l'acide carbonique et engendre le phénol, appelé à tort acide pyrogallique.

L'existence d'acide tannique ou d'acide gallique dans des graines si voisines n'a rien qui puisse surprendre. Ces deux acides passent facilement de l'un à l'autre par perte ou fixation d'eau et se trouvent souvent réunis dans la même plante.

b) *Albumen*. — 100 grammes d'amandes fournissent 2^{gr},40 de pyrophosphate de magnésium et de calcium.

L'analyse immédiate conduit, p. 100, aux résultats suivants:

Eau	4 ^{sr} ,347
Huile.	52,220
Matières minérales	2,400
Acide malique	1,050
Glucose ou sucres	2,182
Matières solubles dans l'alcool et l'éther	4,202
Matières albuminoïdes	26,625
Cellulose	5,711
	<hr/>
	98 ^{sr} ,737

Les analyses du Pignon et du Ricin ont été contrôlées en répétant les mêmes opérations sur la graine entière.

En examinant les résultats précédents, nous pouvons, en comparant les poids d'acides et de bases trouvés, déterminer la nature la plus probable des combinaisons salines de ces deux graines. En tenant compte des proportions relatives d'enveloppes et d'amandes que renferme chacune d'elles, la composition moyenne p. 100 des deux semences de Pignon et de Ricin de l'Inde sera donnée par le tableau comparatif suivant :

Pour 100 grammes de graines entières :

<i>Pignon d'Inde.</i>		<i>Ricin de l'Inde.</i>
Sulfate de potassium	0 ^{sr} ,097	0 ^{sr} ,216
Chlorure de K et Na	0,379	0,415
Silice et fer	0,036	Traces
Carbonate de chaux	0,552	0 ^{sr} ,317
Malophosphate de Ca et Mg.	4,524	2,703
Huile.	16,354	39,165
Eau	6,895	5,860
Glucose.	1,237	1,636
Tanin.	0,448	Acide gallique. 0,137
Matières albuminoïdes.	19,305	19,968
Matières pectiques et indéterminées	0,788	3,812
Matières solubles dans l'alcool et l'éther	12,161	5,742
Cellulose	35,719	19,173
	<hr/>	<hr/>
	98 ^{sr} ,495	98 ^{sr} ,847
Perte :	1,505	1,153
	<hr/>	<hr/>
	100 ^{sr} ,000	100 ^{sr} ,000

L'analogie de composition est, comme on le voit, assez grande.

Le carbonate de chaux provient évidemment de la décom-

position de l'oxalate par la chaleur. Les matières minérales existent en plus grande quantité chez le Pignon : on a vu, du reste, que les grains d'aleurone y étaient bien plus nombreux.

Le Pignon est bien moins riche en huile que le Ricin, et leur composition est différente, comme on le verra.

Enfin, la proportion des corps solubles dans l'éther est bien plus considérable dans le Pignon : ce sont surtout des résines qui demanderaient à être étudiées physiologiquement ; il pourrait bien y avoir un rapport direct entre l'activité de l'huile et les proportions de résines qu'elle renferme. Dans la famille des Euphorbiacées, les principes drastiques ou rubéfiants bien étudiés jusqu'ici, sont en effet de nature résineuse.

Il nous reste à considérer à quel état se trouve l'acide malique dans ces graines ; à étudier la nature des matières albuminoïdes.

Acide malique des graines. — Je me suis demandé tout d'abord si sa présence était générale dans les semences oléagineuses : or, dans toutes celles que j'ai examinées (pignon, ricin, croton, épurge, colza, amandes douces), j'ai toujours rencontré les acides malique ou oxalique et quelquefois les deux à la fois (croton).

L'acide malique n'existe pas dans ces graines à l'état libre : les tourteaux, épuisés par le sulfure de carbone, puis repris par l'éther, ne cèdent pas à ce véhicule la moindre trace d'acide organique. De plus, on ne le rencontre que dans l'albumen, l'analyse immédiate des enveloppes n'en fournit pas. Or, le dosage des cendres de l'albumen a démontré qu'il ne renfermait ni chlorure, ni sulfate, etc., mais uniquement des phosphates, et que les seules bases que l'on y trouvait, étaient le calcium et le magnésium. L'acide malique doit donc exister dans l'albumen à l'état de malate de calcium et de magnésium, ou entrer en combinaison avec les phosphates.

Si l'on déplace les tourteaux épuisés de Pignon ou de Ricin par l'eau distillée bouillie et froide, il est facile de constater dans la liqueur, au moyen du molybdate d'ammoniaque, la présence d'une quantité considérable de phosphates. Le liquide tient, en outre, en dissolution des matières albuminoïdes, car il se coagule abondamment par action de la chaleur.

Dans son *Traité de botanique*, Sachs dit que les cristalloïdes et les globoïdes sont insolubles dans l'eau : ceci est très-vrai, tant que le grain d'aleurone conserve sa structure naturelle et qu'il n'a pas été dépouillé de l'huile qui le protège peut-être contre l'action de l'eau.

Mais les tourteaux, écrasés et privés d'huile, cèdent à l'eau tous leurs sels et leur matière albuminoïde, et en observant au microscope un fragment d'albumen, après quelques heures d'épuisement, on n'aperçoit plus que des cellules vides.

Pour isoler ces sels et en faire l'étude, je fais bouillir quelques minutes la solution filtrée provenant du déplacement des tourteaux : les matières albuminoïdes se coagulent et sont séparées par filtration.

La liqueur est ensuite traitée par l'alcool concentré : un abondant précipité gélatineux de phosphates prend naissance ; je le lave à l'alcool faible jusqu'à ce que le liquide qui filtre ne donne plus de résidu sur la lame de platine.

Je me suis assuré tout d'abord que ces phosphates ne renfermaient plus traces d'azote et par suite de matières albuminoïdes.

Le précipité se redissout dans l'eau froide après élimination de l'alcool.

Chauffé sur la lame de platine, il se charbonne, dégage une odeur de caramel et laisse finalement un résidu de pyrophosphate de calcium et de magnésium.

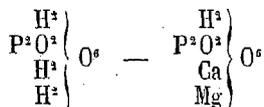
Si on le traite par l'acide sulfurique étendu, puis qu'on agite avec de l'éther, ce dissolvant abandonne par évaporation de l'acide malique.

Toutes ces réactions démontrent que l'acide malique est combiné aux phosphates : la solubilité dans l'eau de ce sel double confirme encore cette manière de voir. En effet, les phosphates doubles, renfermant plus d'un atome de métal, sont insolubles dans l'eau : en faisant bouillir le phosphate acide de calcium avec le carbonate de magnésium ; en traitant le biphosphate de calcium par un poids calculé de sulfate ou de chlorure de magnésium, je n'ai jamais obtenu de sel double en dissolution, mais toujours des précipités amorphes, insolubles dans l'eau. Puisque le composé retiré des graines est soluble, l'acide malique doit concourir à sa formation ; cette combinaison ne peut être qu'un acide copulé, un malophosphate de calcium et de magnésium.

Les sels de ce genre sont très-nombreux (acétophosphate, lactophosphate de chaux, etc.) et fort solubles dans l'eau : de plus, il est facile de se rendre compte de leur constitution moléculaire.

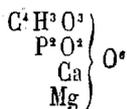
L'acide phosphorique échange volontiers deux atomes d'hydrogène contre du métal, mais le troisième est difficilement remplaçable. Il échange, au contraire facilement ce troisième hydrogène typique contre les radicaux acides et engendre des acides copulés solubles.

Dans le cas présent, le malophosphate soluble de chaux et de magnésie peut être considéré comme une double molécule d'acide phosphorique, dans laquelle les quatre atomes d'hydrogène basiques ont été remplacés, deux par le calcium, les deux autres par du magnésium chacun diatomique :



aux deux d'hydrogène typiques s'est substitué le radical malyle $\text{C}^1\text{H}^3\text{O}^3$ diatomique.

La formule de ce sel devient alors :



et on conçoit aisément que, par calcination, les éléments de l'acide malique disparaissant, il ne reste que du pyrophosphate. On peut, du reste, obtenir artificiellement ce composé en dissolvant dans l'acide malique le phosphate double de calcium et de magnésium, préparé par le procédé signalé plus haut. Par évaporation de la liqueur, on obtient des granulations mamelonnées incristallisables.

Il ressort de cette étude que les globoïdes de l'aleurone ne sont pas formés de phosphate de calcium et de magnésium, mais bien constitués par un acide copulé, un malophosphate.

Dans son *Traité de botanique*, Sachs avait, du reste, soupçonné la nature complexe des globoïdes, car, après les avoir considérés comme des phosphates doubles, il ajoute entre parenthèses : (peut-être saccharophosphates) On a vu, en outre, que ces globoïdes pouvaient être associés à de l'oxalate de chaux (croton, etc.).

Matières albuminoïdes. — Les propriétés de l'albumine végétale sont peu connues : c'est qu'il est difficile, en effet, de l'isoler des végétaux, de la débarrasser surtout de la chlorophylle et des matières résineuses qui l'accompagnent le plus souvent. Les graines oléagineuses, dont nous nous occupons, me semblent très-favorables à son extraction et à son étude : nous ne sommes entravés ni par la présence de la chlorophylle, ni par celle des résines ; la matière albuminoïde existe ici à un tel état de pureté, qu'elle affecte des formes cristallines bien définies : c'est par elle qu'est constitué le cristalloïde des grains d'aleurone.

Le tourteau, débarrassé d'huile par le sulfure de carbone, finement broyé, est épuisé par succion avec l'eau distillée bouillie et froide.

La solution filtrée renferme la matière albuminoïde mélangée aux malophosphates. On la traite par l'acétate basique de plomb ; on obtient ainsi un abondant précipité formé d'un mélange d'albuminate, de malate et de phosphate de plomb. Ce précipité est lavé rapidement à l'eau distillée froide pour le débarrasser des acétates solubles, puis mis en suspension

dans l'eau. On y fait passer un courant rapide d'acide carbonique lavé qui décompose l'albuminate, donne du carbonate de plomb qui se précipite et de l'albumine qui reste en solution dans l'eau distillée. Les malate et phosphate de plomb ne sont pas attaqués par l'acide carbonique. En répétant deux ou trois fois cette opération, on obtient finalement une solution d'albumine qui ne laisse sur la lame de platine aucun résidu minéral. La solution est évaporée à siccité sous le vide de la machine pneumatique.

Propriétés. — Cette albumine se présente sous formes d'écaillés jaunâtres, transparentes, rappelant tout à fait l'albumine d'œuf.

Elle est entièrement soluble dans l'eau froide : ses solutions sont inodores, d'une saveur fade particulière.

Elle dévie le plan de polarisation de la lumière à gauche de -56° , exactement comme la sérine ; ce pouvoir rotatoire est considérablement augmenté par addition d'un alcali.

Les solutions chauffées se troublent, puis se coagulent entre 60° et 70° . Ce coagulum est, dès lors, insoluble dans l'eau.

L'alcool et l'éther la précipitent de ses dissolutions, mais le précipité lavé se redissout à nouveau dans l'eau.

Chauffée avec la potasse, elle dégage de l'ammoniaque et engendre des sulfures faciles à constater par addition d'un acide.

Chauffée vers 60° avec le réactif de Milon, cette albumine prend une teinte rosée caractéristique.

Elle se dissout dans la potasse, et par addition de sulfate de cuivre, on obtient la coloration violette intense indiquée par Petrowski pour l'albumine d'œuf.

L'acide chlorhydrique fumant la colore en violet, l'acide azotique en jaune.

Enfin, elle donne avec les solutions salines (acétate de plomb, sels de mercure, de cuivre, etc.), des albuminates métalliques diversement colorés, solubles dans un excès d'albumine ou de la solution saline.

Toutes ces réactions sont communes à l'albumine animale,

à la sérine, et à l'albumine végétale; les deux composés semblent identiques.

Mais l'action des acides minéraux ou organiques étendus sur les dissolutions de l'une ou l'autre de ces albumines est toute différente :

Les acides minéraux (chlorhydrique, azotique, sulfurique) coagulent l'albumine animale; le précipité est insoluble dans un excès d'acide.	}	Ces mêmes acides coagulent l'albumine végétale, mais le moindre excès redissout le précipité.
Les acides phosphorique, lactique et acétique ne coagulent pas les dissolutions d'albumine animale.	}	Ces mêmes acides coagulent instantanément l'albumine végétale et le précipité ne se redissout que dans un grand excès d'un de ces trois acides.

En résumé, la matière albuminoïde de l'aleurone possède une grande analogie avec l'albumine du sérum, mais s'en distingue par l'action différente des acides minéraux ou organiques sur ses dissolutions.

En étudiant, dans un des paragraphes précédents, la combinaison de l'acide malique avec les phosphates, j'avais remarqué qu'après précipitation de l'albumine au moyen de la chaleur et de l'acide acétique, qu'après élimination des malophosphates au moyen de l'alcool, le liquide alcoolique filtré renfermait une faible quantité de matière azotée.

Si on traite la solution aqueuse, au sortir de l'appareil à déplacement, par de l'alcool concentré, l'albumine végétale et les phosphates sont précipités et pourtant le liquide alcoolique filtré renferme encore une matière azotée.

Cette liqueur évaporée dans le vide ne se coagule pas par action de la chaleur, ni par addition d'acides minéraux, ne précipite par l'alcool fort que si elle est amenée à l'état sirupeux. Ce résidu peu considérable est pourtant bien de nature azotée, car la potasse en dégage de l'ammoniaque et le potassium chauffé avec un peu du précipité engendre du cyanure.

Il semble donc qu'à côté de la matière albuminoïde coa-

gulable, il existe dans l'amande une matière azotée de la nature des ferments solubles.

Ce fait m'a paru d'autant plus intéressant, qu'il y a quelques années, Gorup-Besanez a découvert dans les graines amylacées (légumineuses surtout), un ferment soluble diastasiqne et peptonifère, agissant à la fois, pendant la germination, sur l'amidon et sur les matières azotées.

Un seul et même ferment, dans les liqueurs neutres, transformerait donc l'amidon en dextrine et glucose diffusible; dans les liqueurs acides, agirait sur les matières azotées pour les transformer en peptones solubles et diffusibles aussi.

Or, dans les graines oléagineuses, la matière azotée ou protoplasma est bien représentée par les cristalloïdes de l'aleurone, mais il n'y a pas traces de matières amylacées. L'amidon est entièrement remplacé par l'huile qui, au point de vue physiologique, joue exactement le même rôle, car à la germination, elle disparaît et par des transformations que nous ne pouvons concevoir jusqu'alors, fournit à la plantule la glucose nécessaire à la formation de ses tissus.

Les métamorphoses complexes qui se produisent alors pourraient bien être dues à l'action d'un ferment spécial, qui agirait à la fois sur les cristalloïdes et sur l'huile.

J'ai tenté son extraction par le procédé suivant, en me basant sur la solubilité dans l'alcool de la matière azotée signalée ci-dessus, sur sa résistance à l'action d'une température élevée :

On décortique les semences de Pignon ou de Ricin, puis on épuise l'albumen pulvérisé par le sulfure de carbone.

Le tourteau desséché est recouvert d'alcool à 65°, puis maintenu à une douce chaleur pendant 48 heures environ. L'albumine passe à la modification insoluble. La masse est jetée sur filtre et comprimée; on répète trois à quatre fois cette opération, on réunit les liquides, puis on les distille pour retirer la majeure partie de l'alcool; l'évaporation doit être terminée dans le vide. L'extrait sec, pulvérisé, est mis en contact avec la glycérine sirupeuse pure, puis abandonné

quelques jours à une température de 20° à 25°; on répète plusieurs fois cette opération en agitant fréquemment le mélange, puis on filtre la glycérine sur un tampon d'amiante calcinée. En versant cette glycérine goutte à goutte dans un mélange de 8 parties d'alcool absolu et 1 partie d'éther anhydre, on obtient par agitation un précipité floconneux jaunâtre. En le redissolvant dans la glycérine et précipitant à nouveau, on finit par l'obtenir parfaitement blanc. Ce précipité, lavé à l'éther anhydre, puis abandonné sous le vide de la machine pneumatique, se présente sous forme d'une poudre blanche amorphe.

Propriétés. — Elle brûle sans résidu, en répandant une odeur cornée. Il est facile d'y constater la présence de l'azote, du soufre et du phosphore.

Elle se dissout dans l'eau et la solution ne se trouble qu'après une très-longue ébullition; sans doute la matière albuminoïde s'est altérée.

Les solutions sirupeuses précipitent seules par l'alcool concentré: l'alcool à 60° dissout très-bien la substance.

Les acides minéraux ou organiques ne coagulent pas les solutions. L'acide nitrique versé directement sur la poudre la colore en jaune, et la liqueur fonce en couleur par addition d'ammoniaque pure.

Enfin, le tannin, l'acétate de plomb, le chlorure mercurique, le nitrate d'argent, le cyanure jaune additionné d'acide acétique, donnent immédiatement des précipités abondants.

Toutes ces réactions sont celles des ferments solubles.

Le faible rendement obtenu, ne me permet pas pour le moment de pousser plus loin cette étude chimique. 4 kilogr. de semences de Pignon d'Inde et de Ricin, traités à part, ont fourni à peine 1^{er},50 à 2 grammes de ce ferment et la plus grande partie a été consacrée aux expériences physiologiques suivantes:

Je ferai d'abord remarquer que des graines fraîches de Pignon ou de Ricin, broyées et abandonnées sous le vide de la machine pneumatique, se conservent indéfiniment sans

prendre la moindre réaction acide. Vient-on à y ajouter quelques grammes d'eau tiède, l'acidité se manifeste au bout de quelques heures.

L'amidon mis en contact avec le ferment en dissolution ne subit aucune modification: après plusieurs jours, il ne s'est pas formé traces de glucose.

Si, à quelques grammes d'huile de Ricin ou de Pignon, parfaitement neutre, on ajoute le ferment en dissolution et qu'on maintienne à 20° ou 30°, au bout de 3 à 4 heures la masse est fortement émulsionnée et possède une réaction très-acide. La séparation de l'huile et de l'eau ne se fait plus, le tout devient crémeux. Pour séparer et étudier les produits complexes qui doivent prendre naissance dans ce dédoublement, il faudrait une quantité de ferment que je ne possède pas en ce moment: toutefois, l'émulsion, la saponification de l'huile n'est pas douteuse. J'ai pu constater la formation d'acide acétique.

L'albumine végétale pure extraite de nos graines, mise en présence du ferment, se dissout au bout de quelques heures: la solution ne coagule plus ni par les acides, ni par la chaleur; elle ne donne plus rien par le sulfate de cuivre. Ces caractères sont ceux des peptones. J'ai constaté que cette transformation, un peu plus rapide peut-être dans les liqueurs acides, se faisait aussi dans les solutions neutres ou alcalines.

Je ne considère pas cette étude comme entièrement terminée, mais l'existence dans les graines oléagineuses d'un ferment à double action me paraît hors de doute: il a, comme on le voit, les plus grandes analogies de propriétés et d'action avec la pancréatine, ce qui se conçoit aisément si on considère le rôle qu'il doit jouer vis-à-vis des corps gras.

En regard du ferment diastasique et peptonifère des graines amylicées, vient donc se placer le ferment pancréatique et peptonifère des semences oléagineuses.

En résumé, l'analyse des enveloppes et des tourteaux a fourni les résultats suivants :

1° L'enveloppe des graines renferme du tanin ou de l'acide gallique qui passent facilement, du reste, d'un état à l'autre ;

2° L'albumen seul renferme de l'acide malique combiné. Les globoïdes de l'aleurone sont constitués par un acide copulé, par un malophosphate de chaux et de magnésie. Dans l'aleurone peut exister aussi de l'oxalate de chaux, mais il est logé dans des cellules spéciales ;

3° Le Pignon d'Inde est riche en résines : l'action purgative de son huile est énergique ; et comme les principes actifs retirés jusqu'alors des Euphorbiacées sont de nature résineuse, il y aurait lieu sans doute d'étudier l'action physiologique de ces résines ;

4° L'albumine végétale des semences oléagineuses a de grandes analogies avec l'albumine du sérum : l'action des acides minéraux ou organiques permet seule de les différencier ;

5° A part l'albumine végétale coagulable, les semences oléagineuses renferment un ferment azoté soluble qui, pendant la germination, agit sur les matières azotées et sur les huiles et peut porter le nom de : Ferment pancréatique et peptonifère des semences oléagineuses.



CHAPITRE III.

ÉTUDE COMPARÉE DES HUILES.

Extraction. — L'huile de Pignon d'Inde ne se trouve pas dans le commerce : pour obtenir des échantillons types, sur la pureté desquels on puisse compter, j'ai préparé au laboratoire la totalité de l'huile nécessaire à cette étude. Quant au procédé à suivre, j'avais à choisir entre les trois suivants :

1° Le procédé américain, dit aussi de Charlard ou de Henry, consiste à torréfier légèrement les graines, puis à faire bouillir dans l'eau le tourteau finement broyé. L'huile vient surnager après refroidissement. Ce mode opératoire est défectueux et ne peut plus être cité que pour mémoire ;

2° Le procédé Faguiet consiste à réduire les graines en une pâte molle en les broyant avec moitié de leur poids d'alcool à 95°. On soumet le mélange à la presse, on recueille la majeure partie de l'alcool par distillation, puis on agite le résidu avec l'eau : l'huile qui surnage est légèrement chauffée pour chasser l'humidité, puis filtrée au papier. Ce procédé donne un bon rendement : mais on ne peut le généraliser, car, de toutes les huiles, il n'y a que celle de Ricin qui soit soluble dans l'alcool ;

3° Enfin, le Codex conseille de broyer les semences mondées, puis de les soumettre à froid à une pression graduée.

C'est ce mode opératoire que j'ai adopté : il a l'avantage de ne pas altérer la composition des huiles. Le rendement est faible : aussi j'achève l'épuisement des graines au moyen du sulfure de carbone rectifié.

Il fallait avant tout débarrasser les semences de leurs en-

veloppes : celles du Pignon sont tellement épaisses qu'elles résistent souvent au choc du marteau ; je les étends sur un tamis et les soumets un quart d'heure environ à l'action de la vapeur d'eau bouillante : les téguments ramollis, se laissent briser par simple pression des doigts. Les amandes, broyées finement, placées dans un sac de coutil peu serré, puis soumises à une pression lente et graduée, fournissent environ 18 p. 100 d'une huile transparente et incolore après simple filtration au papier.

Le sulfure de carbone enlève encore à ces tourteaux 7 à 8 p. 100 d'huile, ce qui porte le rendement à 25 p. 100.

Pour le Ricin, il suffit de briser les enveloppes minces avec un cylindre de bois, puis de les séparer au moyen du van. L'expression à froid fournit 40 à 45 p. 100 d'huile : le sulfure de carbone en enlève encore 5 à 7 p. 100, ce qui porte le rendement de 50 à 52 p. 100.

Tourteaux. — Les tourteaux ainsi obtenus sont très-blancs et après dessiccation se laissent aisément pulvériser entre les doigts. J'avais tenté tout d'abord de me procurer les tourteaux de Ricin dans les fabriques du Midi : ceux que j'ai reçus sont en plaques carrées de 0^m,60 de côté sur 0^m,04 à 0^m,05 d'épaisseur : ils sont noirs, très-durs, et contiennent la totalité des enveloppes des graines : leur aspect rappelle tout à fait les pains, dits de chènevis, qui sortent de nos fabriques d'huiles comestibles. Après extraction à froid de l'huile médicinale, ils ont été soumis à une forte chaleur : la notable proportion d'huile qu'on en retire encore est très-recherchée, paraît-il, des fabricants de savons fins et sert aussi au graissage des machines.

Cette forte température a détruit le principe purgatif et une partie des matières azotées. Ils sont employés à la nourriture du bétail ; j'ai trouvé, en effet, qu'ils renfermaient encore 10 à 12 p. 100 de matières azotées.

L'examen attentif des fragments d'enveloppes contenus dans ces tourteaux a démontré nettement la présence des téguments du Pignon, en très-faible proportion. L'étude

microscopique a permis de constater les longues cellules prismatiques interrompues du Pignon, la présence de laticifères : il n'y a rien de semblable dans le Ricin.

L'addition des graines du *Jatropha* au Ricin servant à fabriquer l'huile médicinale n'est pas douteuse : les importations de ces deux graines se font du reste simultanément, et c'est ainsi que j'ai pu obtenir des Pignons récents et susceptibles de germer.

Propriétés physiques de l'huile. — L'huile de Pignon d'Inde est fluide, transparente, incolore : abandonnée à la lumière, elle se colore rapidement en jaune.

Son odeur rappelle celle de l'huile d'amandes douces ; sa saveur, d'abord fade, devient légèrement âcre. Elle n'est pas rubéfiante.

Sa densité à 15° est de 0,88. Elle n'est pas visqueuse comme l'huile de Ricin.

Au bout de quelque temps, elle laisse déposer une matière blanche solide, formée de petits cristaux disposés en rosette ; à — 10°, ce dépôt est très-abondant : les froids rigoureux du dernier hiver étaient très-favorables à l'étude des dépôts formés par les huiles : ce résidu, séparé par filtration sur l'amiante, pressé entre des feuilles de papier joseph, se présente sous forme d'une masse blanche, neutre au tournesol, peu soluble dans l'alcool même chaud, mais très-soluble dans l'éther bouillant, qui la dépose en fines aiguilles. Elles fondent de 60° à 62°, se solidifient vers 45° ou 46°. Après saponification par un alcali, l'acide gras isolé cristallise dans l'alcool en fines aiguilles fusibles de 61° à 62°, possédant toutes les propriétés de l'acide palmitique. Le dépôt qui se forme naturellement dans l'huile est donc constitué par de la palmitine.

L'huile de Ricin de l'Inde, abandonnée au froid, se remplit aussi de cristaux ayant la forme de petites paillettes rectangulaires, minces et très-brillantes.

Elles se dissolvent très-bien dans l'éther et fondent de 36° à

après par le grenat d'aniline. Il a pu nous tranquilliser toutefois en nous apprenant que les vins actuellement vendus à Nancy ne sont plus que rarement fuchsinés, à moins d'avoir séjourné dans des fûts ayant contenu de la fuchsine ; des produits végétaux (teinture de Fimes, sureau et indigo) servent à colorer les vins.

Vous devez encore à M. Ritter une intéressante étude *sur les glucoses arsenicales du commerce*, de laquelle il résulte que la glucose cristal ou sirop de glucose et les massés blancs, mous et non acides, étaient tous exempts de composés arsenicaux, tandis que les glucoses acides et foncées varient du jaune au brun étaient, bien qu'à des degrés divers, très-arsenicales : dans trois échantillons de glucose relativement purs, M. Ritter a pourtant trouvé de 0^{gr},04 à 0^{gr},107 d'arsenic métallique par kilogramme. La saccharification de l'amidon se faisant avec de l'acide sulfurique arsenical et s'opérant d'autant plus vite que la proportion d'acide est plus forte, on comprend aisément la production de ces glucoses plus ou moins arsenicales dont M. Ritter nous a appris à obtenir la neutralisation. Il a fait ressortir l'importance que peut avoir, au point de vue de la médecine légale, la possibilité de l'accumulation lente dans l'organisme de composés arsenicaux, par suite de l'usage prolongé de certains liquides ou aliments, confitures, sirops, bière, vins, quand ils sont colorés avec les caramels dont la glucose fait la base.

MM. Oberlin et Schlagdenhauffen vous ont présenté les résultats de leurs recherches sur l'*Angusture vraie de Colombie* (*Gallipea officinalis*, Hauck. *Diosmées*), de l'écorce odorante de laquelle ils ont pu extraire par distillation une essence incolore, à odeur aromatique rappelant celle des aurantiacées.

M. Jacquemin vous a signalé une *réaction nouvelle de la morphine* qui confirme le rôle que joue cet alcaloïde comme agent réducteur ; comme le protochlorure d'étain, autre agent réducteur, une dissolution, même étendue, de morphine fait prendre une coloration bleue au liquide rouge obtenu par la réaction d'un persel de fer sur le cyanure rouge. Cette réaction différencie la morphine de la codéine et de la narcotine.

Quand un corps a, par une propriété importante, le privilège d'attirer sur lui l'attention du monde savant, il est aussitôt étudié

à tous ses points de vue. L'*acide salicylique* et ses dérivés, on le sait, révèlent leur présence par la coloration violacée rouge intense qui se produit sous l'influence du perchlorure de fer. Sufisante dans la plupart des cas, cette réaction ne l'est plus dans les recherches médico-légales, car elle est commune à d'autres acides, notamment à l'acide éthyldiacétique de Geuther, constaté quelquefois dans les urines par Gerhardt (de Vienne) en 1865. Répondant à ce *desideratum*, M. Jacquemin a trouvé et vous a indiqué les moyens d'isoler l'acide salicylique, de le convertir en sel et de le décomposer en carbonate et en phénol.

M. Jacquemin vous a entretenu, d'autre part, du résultat de ses travaux sur les *réactions du phénol et de ses dérivés* : son réactif, aniline et hypochlorite de soude, donne une coloration bleue due à la production d'érythrophenate de soude avec l'acide phénique, rouge avec le pyrocatechol, phénol diatomique provenant de l'action de la chaleur sur le cachou, brune enfin avec le pyrogallol, le pyrocatechol et le pyrogallol se comportant identiquement en présence des sels de fer. Le *pyrocatechol* n'altère pas les sels ferreux, mais donne avec le perchlorure et avec les sels ferrosferriques une coloration vert foncé qui, par l'addition de potasse, eau de baryte ou ammoniacque, passe au brun. Si, dans ce liquide brun, on verse par gouttes de l'ammoniacque diluée au $\frac{1}{100}$, on constate qu'il revient au vert, vire au bleu pur et passe ensuite par toutes les nuances du violet pour aboutir enfin au rouge vif. Avec de l'acide acétique très-étendu, on rencontre aisément la gamme de ces couleurs successives, dont les nuances bleue, violette et rouge sont très-belles. M. Jacquemin a signalé le premier les teintes de passage dont on n'avait constaté que les extrêmes.

C'est dans le même ordre général de recherches que rentre la communication que vous fit M. Jacquemin sur la *rhodéine*, corps nouveau qu'il fit connaître dès 1876 et qui résulte de l'action d'un sulfure soluble sur le produit de la transformation de l'aniline très-diluée par un hypochlorite. La belle couleur rose de la rhodéine, en décelant dans l'eau $\frac{1}{250000}$ d'aniline, constitue pour cette base une réaction des plus sensibles. M. Jacquemin signale l'utilité que, réciproquement, présente l'aniline pour démontrer

l'existence du soufre dans un corps, à condition de le transformer au préalable en sulfure.

M. Descamps a soumis à votre examen la série très-complète des *arséniures* d'or, d'argent, de cuivre, de plomb, de nickel, de cadmium, de fer, de cobalt, de zinc, d'antimoine et de bismuth et des arsénio-sulfures de cuivre et de fer. Ces produits, obtenus pour la plupart par l'action réductrice du cyanure de potassium sur les arsénates métalliques chauffés dans un creuset, se présentent les uns à l'état de culots métalliques cristallisés à l'intérieur, les autres sous forme de poudre noire, métallique et cristalline.

Dans le domaine de la chimie organique, vous devez encore à M. Descamps d'intéressantes *recherches sur les principes contenus dans les oignons de la scille maritime*, dont les squames externes, blanches, très-amincies, presque sèches, lui ont fourni une matière astringente, sous forme d'écailles micacées, brillantes, cassantes, qui est en réalité un acide faible et pourrait peut-être servir aux mêmes usages que le cachou et le kino, dont elle a du reste la couleur rouge foncée. M. Descamps vous a indiqué le procédé nouveau à l'aide duquel il a pu extraire des squames intermédiaires rosées de la scille (les écailles intérieures ne sont pas utilisées) une matière très-amère ou principe actif, la *scillitine*, jaunâtre, sèche, cassante, très-hygrométrique, non cristallisable, puis une matière âcre et nauséuse, la *scilliritine*, à saveur poivrée, jaune, cristallisable; la scille contient encore des matières mucilagineuses et sucrées, et de la cire d'une nature spéciale.

MM. Oberlin et Schlagdenhauffen vous ont fait connaître les *principes actifs contenus dans l'écorce de l'Alstonia constricta*; cette apocynacée, de la famille des pluméricées, fournit des arbres de 12 à 15 mètres de haut qui se plaisent en Australie et dans les îles de l'Océan Pacifique. L'écorce d'*Alstonia* est jaune ou brune, d'une amertume excessive, persistante; soumise à une extraction méthodique par l'éther à chaud dans un appareil à déplacement continu, puis par l'alcool et l'eau, elle fournit un extrait éthéré contenant des corps gras, un alcaloïde amorphe et une deuxième base parfaitement cristallisable, que MM. Oberlin et Schlagdenhauffen ont appelée *alstonine*. Ce composé azoté, de réaction alca-

line, peu soluble dans l'eau qu'il rend amère comme lui, soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, l'acétone, etc., jouit d'une fluorescence prononcée. Tous les véhicules de cet alcaloïde dissolvent le principe colorant de l'écorce d'*Alstonia* et fournissent des dissolutions jaunes par transmission et d'un vert bleuâtre par réflexion.

Par ses nombreuses communications, M. Haller a bien voulu vous tenir au courant des travaux que, pendant deux années, il consacra à l'étude du *camphre et de ses dérivés* dont, grâce à ses patientes investigations, la série a été notablement augmentée. Notre sympathie la plus vive accompagna notre courageux collègue pendant que, empêché par un cruel accident de prendre durant plusieurs mois part à nos séances, il nous adressait du fond de sa douloureuse solitude des notes sur ses travaux, dictées par lui à un ami. M. Haller nous a prouvé, si jamais nous pouvions être portés à en douter, que l'amour de la science est assez puissant pour soutenir et consoler ceux dont il lui arrive parfois de faire ses victimes. Ses recherches, vous le savez, lui fournirent les matériaux à l'aide desquels il composa la thèse qu'il soutint brillamment à Paris pour l'obtention du grade envié de docteur ès sciences (1).

Les points spéciaux de l'histoire du camphre, dont M. Haller vous a entretenus, ne se prêtent guère à l'analyse, aussi dois-je, bien qu'à regret, me borner à vous rappeler parmi les composés nouveaux du camphre, dont il a déterminé le mode de production et les réactions : un *nouvel acide dérivé du camphre* par l'action d'une lessive de soude sur le camphre cyané, — un *dérivé cyanobromé du camphre* obtenu par l'action du brome sur du camphre cyané en solution sulfocarbonique, — une *matière colorante brune violacée*, obtenue par l'action du cyanogène sur la solution d'un mélange de camphre sodé et de bornéol sodé, soluble dans le sulfure de carbone, l'alcool, l'éther qu'elle colore en rouge-groseille, — l'étude de l'action de l'iodure de cyanogène et du chloroforme sur le camphre sodé, etc., etc.

(1) Lors de la distribution des récompenses aux travaux des membres des sociétés savantes, en 1880, par le Ministre de l'instruction publique, une médaille d'argent a été décernée à M. Haller pour ses travaux de chimie.

En dehors de ce vaste sujet, M. Haller vous a renseigné sur l'action du cyanogène sur une solution alcoolique d'éthylate de soude et sur l'action sur l'aniline du commerce de la chlorhydrine chromique, dont il voulait appliquer les propriétés oxydantes et chlorurantes. La matière colorante noire, ayant l'aspect de fer oligiste, qu'il a ainsi obtenue est soluble dans l'alcool qu'elle colore en violet rougeâtre et aussi dans l'eau acidulée avec de l'acide acétique : cette solution teint la laine et la soie en violet rougeâtre.

III. GÉOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE. — M. Delbos a décrit et mis sous vos yeux une belle collection d'os du *grand chat des cavernes* trouvés dans la grotte d'Echenoz, près Vesoul.

M. Bleicher, puisant dans la riche collection de notes recueillies pendant son séjour dans notre colonie africaine, vous a entretenu de la *minéralogie*, et plus spécialement des *minerais de fer de la province d'Oran*. Le fer oligiste compacte et micacé, le fer magnétique et spathique, tous manganifères, y sont exploités quand ils sont en amas. La terre rouge siliceuse à minerai de fer qui remplit les poches du terrain quaternaire superficiel travertineux, comme aussi la limonite, rare d'ailleurs, ne sont pas utilisées. C'est à des eaux thermales ferrifères que M. Bleicher attribue la production de ces minerais, qui se seraient formés à toutes les époques, mais surtout à l'époque tertiaire et quaternaire, par suite de grands mouvements dynamiques de l'écorce terrestre.

C'est encore à l'Algérie et au Maroc que se rapportent les faits qu'a observés et vous a rapportés M. Bleicher sur la *relation qui existe entre la forme des montagnes et leur nature stratigraphique* (1).

Enfin, vous avez écouté avec intérêt une communication de M. Bleicher sur la *température de l'Algérie à l'époque tertiaire*, l'étude de la flore et surtout de la faune conchyologique de l'étage miocène, les nombreux et puissants récifs de polypiers et de pé-trospongiaires, l'ont conduit à admettre qu'à l'époque tertiaire miocène la température moyenne dans le nord de l'Afrique était à peine plus élevée qu'à la même époque dans le midi de la France

(1) V. LEYMERIE, *Éléments de géologie*, t. 1^{er}, chap. Géographie pittoresque.

et en Italie. — D'autre part, l'existence, aux environs d'Oran, de nombreuses coquilles d'eau saumâtre actuellement émigrées vers le sud, et de coquilles terrestres éteintes analogues qui caractérisent actuellement les hauts plateaux, tend à prouver que c'est à l'époque tertiaire supérieure qu'a eu lieu le retrait incomplet de la mer tertiaire miocène qui a donné aux lacs salés du Tell, peut-être aux *Chotts* des hauts plateaux de la province.

Votre secrétaire général a eu l'honneur de vous fournir quelques données sur les mines de sel gemme de *Wieliczka*, en Gallicie, qu'il a eu l'occasion de visiter.

Vous devez encore à votre secrétaire annuel une savante analyse de l'ouvrage que M. Braconnier, ingénieur des mines, a consacré à la *Description générale des terrains qui constituent le sol du département de Meurthe-et-Moselle* (1). La plupart des nombreuses couches géologiques qui s'y trouvent décrites, depuis le terrain dévonien de la vallée de la Plaine jusqu'aux alluvions modernes, renferment des éléments utiles à l'industrie ou à l'agriculture. M. Bleicher a rendu hommage aux qualités et à l'utilité pratique de cet ouvrage, tout en signalant quelques-uns des *desiderata* qu'il présente.

Une intéressante communication sur la géologie locale vous fut faite par M. Fliche sur un gisement de lignite quaternaire, mis à jour à *Jarville*, à l'endroit où le nouveau chemin de ceinture doit passer sous la ligne de Strasbourg. Ce lignite est peu épais ; il repose sur le lias et est recouvert de sable siliceux mêlé d'argile d'une puissance de 5 à 6 mètres. L'abondance des débris organiques qu'on y rencontre autorise à penser qu'il est dû à l'accumulation de détritus de végétaux et d'animaux ayant vécu dans une forêt dont le sol était constitué par le lias. Les épécées, les mélèzes, les pins de montagnes, le bouleau, constituaient cette forêt quaternaire dans laquelle le tapis végétal était formé de graminées, de cypéracées et de mousses ; le caractère de cette flore, qui ressemblait à celle de l'extrême Nord ou des hautes régions des Alpes, la présence de certains insectes réfugiés de nos jours dans les hautes Vosges, portent à reporter son existence à l'époque de grande extension des glaciers dans les Vosges.

(1) Publié en 1879, à Nancy, sous les auspices du Conseil général.

Rapprochons de cette intéressante découverte la communication que vous fit M. Fliche sur les *charbons feuilletés de la Suisse*. Les échantillons qu'il vous a montrés contenaient des bois de pin et d'épicéa. Tout en les rapportant à une époque où la différence de climat, comparée à celle de l'époque actuelle, devait être plus considérable que ne l'admet Heer (de Zurich), M. Fliche pense que les lignites suisses sont d'âge plus récent que ceux de Lorraine.

Dans le même ordre d'idées, M. Fliche vous a entretenus de *la flore des tufs quaternaires de Resson*, près de Nogent-sur-Seine, à laquelle il a reconnu un caractère plus méridional qu'aux flores également quaternaires d'Épinal et de Jarville, près Nancy. Ce fait milite-t-il en faveur de l'existence de deux périodes glaciaires séparées par une période de refroidissement, comme on l'a admis pour la Suisse, ou dépendrait-il des conditions spéciales offertes à la végétation dans un vallon bien encaissé et favorablement orienté, ainsi qu'on l'observe aujourd'hui dans certaines localités dont la flore est beaucoup plus méridionale que celle du pays environnant? Telle est l'importante question que M. Fliche a soulevée devant vous.

M. Bleicher vous a présenté des échantillons et des *coupes microscopiques de roches sédimentaires métamorphiques* de la province d'Oran, dans l'une desquelles il montrait des sections de foraminifères.

IV. BOTANIQUE. — Toujours préoccupé de tout ce qui a trait à notre flore lorraine, M. Godron vous a entretenus de plusieurs plantes nouvelles venues dans nos régions, et notamment de l'*Elodea canadensis*, découverte par M. Le Monnier dans le canal de la Marne au Rhin, à Nancy, et qui n'avait jamais été observée en Lorraine. Cette hydrocharidée, dioïque, est essentiellement envahissante; introduite à l'aide de graines dans un ruisseau des environs de Bordeaux, où M. Le Monnier l'a vue se propager au point d'en chasser progressivement les autres espèces aquatiques; l'*Elodea canadensis* a dû arriver à Nancy par les rivières et les canaux qui mettent notre ville en communication avec Paris et la Belgique, où on la rencontre dans les canaux. Comment cette plante, originaire de l'Amérique du Nord, a-t-elle pu franchir

l'Atlantique? C'est ce qu'il est difficile d'expliquer. — La fleur femelle de l'*Elodea canadensis* a été trouvée en juin 1879, par M. Bleicher, aux environs de Nancy.

M. Godron vous a communiqué, de plus, une importante *Étude sur les migrations des végétaux qui se sont produites dans les bassins de la Meurthe et de la Moselle*, dans laquelle il signale l'existence pour certaines plantes de stations disjointes par des éloignements souvent considérables; ces végétaux constituent ainsi comme des colonies isolées.

M. Fliche vous a communiqué les intéressantes observations que, dans un voyage botanique dans la haute Italie, il a faites *sur la distribution des espèces de la flore méditerranéenne, eu égard aux altitudes et à la nature chimique du sol*, en insistant sur la valeur qu'offre, quant à l'interprétation des flores fossiles, les associations d'espèces méridionales et boréales dont les Alpes italiennes et françaises présentent des exemples.

Enfin, M. Fliche a appelé votre attention sur la *nervation des figuiers* qui, bien que présentant d'habitude la forme pennée, peuvent, par des transitions insensibles, affecter une forme franchement palmée, en raison de la tendance prononcée des deux premières nervures à s'isoler des premières comme direction et comme taille. De ces variations normales et des dispositions anormales très-remarquables que présentent parfois les feuilles des figuiers, M. Fliche a déduit la nécessité de ne procéder qu'avec la plus grande réserve; en paléontologie végétale, à la détermination et à la création des espèces.

D'intéressantes données sur la *répartition des espèces végétales en Algérie et dans le Maroc* vous ont été fournies par M. Bleicher, qui a fait ressortir l'influence que le degré d'ameublissement du sol et le voisinage de la mer exercent sur la localisation des espèces.

Un important travail intitulé : *Catalogue des plantes phanérogames qui croissent spontanément à Rome*, à l'intérieur de l'ancien mur d'enceinte, vous a été soumis par M. Haro. Toujours préoccupé d'utiliser au profit de la science les rares loisirs que lui laissaient ses devoirs de chirurgien d'armée, notre collègue, pendant un séjour à Rome (de 1861 à 1863), a repris et complété l'œuvre

entreprise par un botaniste romain, Sébastiani, et est arrivé à recueillir plus de 400 espèces végétales qui croissent à l'état sauvage *intra muros*. La position générale de l'antique cité, bâtie sur des collines dont les flancs diversement inclinés reçoivent des influences météorologiques très-diverses, l'humus d'une excessive fertilité, grâce aux débris organiques abandonnés par de nombreuses générations humaines, qui recouvre le sol et se retrouve jusque sur les routes et les corniches des édifices anciens, l'état d'abandon dans lequel, depuis un temps immémorial, on laisse les rues, les places, les édifices publics et les bords du Tibre, enfin et surtout la vaste étendue de pièces de vignes, de jardins mal entretenus, de villas inhabitées, de ruines abandonnées à la destruction, qui recouvre les deux tiers de l'espace circonscrit par l'ancien mur d'enceinte, expliquent l'envahissement de Rome par un grand nombre d'espèces végétales des campagnes environnantes.

Continuant ses savantes recherches sur les ferments, M. Engel vous a entretenus d'une espèce de ferment du genre *Saccharomyces*, qu'il a observé sur des tranches de pommes de terre cuites et sur une décoction de pois, et qu'en raison de sa coloration rose ou carminée, il propose d'appeler *Saccharomyces roseus*.

M. Engel, complétant les observations de Cohn, a pu en étudier la fructification : les spores, habituellement séparées entre elles et non réunies en dyades ou en triades, comme celles des autres saccharomyces, la matière gélatineuse qui les agglutine, la coloration du ferment, servent à le caractériser.

V. ZOOLOGIE. — MM. Jourdain et Friant vous ont soumis un important travail *sur la structure et le jeu de la trompe buccale de l'esturgeon*, qui sert à ce poisson à fouiller en barbotant les bas-fonds dans lesquels il se tient. La bouche, ou le cadre buccal, suspendue au crâne par des leviers osseux et cartilagineux qu'on peut réduire à deux, est constituée en haut par quatre os pairs, en bas par un os impair. Les muscles de la trompe agissent, les uns sur les mouvements de cet organe, les autres sur les os du cadre buccal : tels sont, en résumé, les faits par lesquels MM. Jourdain et Friant ont complété ce que les descriptions des auteurs offraient de trop concis.

M. Jourdain a exposé à la Société le résultat de ses *recherches sur le système circulatoire de l'Axolotl*, chez lequel les afférents sanguins de l'organe respiratoire reçoivent un liquide en grande partie déjà hématosé et qui ne peut que se surhématoser avant d'être versé dans l'oreillette destinée à le transmettre au ventricule.

Vous n'avez pas oublié le mémoire de valeur dans lequel M. Friant a résumé le fruit de ses patientes et délicates recherches sur *les nerfs trijumeau et facial chez les poissons*. Mettant à profit le procédé imaginé par le regretté Baudelot pour diminuer la fragilité des filets nerveux, M. Friant a étudié avec tous les détails nécessaires, sur de nombreuses espèces de poissons de mer et d'eau douce, l'origine, le parcours, la distribution et les rapports de ces nerfs ; sur plus d'un point, il a redressé des erreurs accréditées dans la science. L'important mémoire de M. Friant, enrichi de nombreuses planches, a paru dans le dernier fascicule du *Bulletin* de la Société. Les demandes qu'en ont déjà faites plusieurs personnes étrangères à la Société prouvent toute la valeur qu'on reconnaît à ses recherches.

Vous devez encore à M. Fliche la relation de *l'invasion d'un rynchophore (Orchestes quercus L.) dans les forêts de chêne du Jura*, entre Besançon et Lons-le-Saulnier ; cet insecte, qui n'a pas dépassé l'altitude de 500 mètres, négligeant les chênes rouvres, s'est presque exclusivement attaqué aux chênes pédonculés, sur les feuilles desquels vous avez pu constater des taches jaunes, analogues à celles qu'aurait produites la gelée, et qui résultent de la destruction du parenchyme de la feuille, tandis que les épidermes supérieur et inférieur ont été laissés intacts.

Outre deux communications avec pièces à l'appui, sur l'absence de membres postérieurs (monstre *ectromèle*) observée sur une *Rana temporaria* et sur l'homologie des différents appendices qui garnissent les laciniures caractéristiques de la *membrane alaire de l'Orneodes hexadactylus*, M. Jourdain vous a entretenu et montré deux spécimens du *Chaetopterus Quatrefagesii* prouvant que, grâce à la remarquable faculté de *réintégration* dont jouit cette anélide marine de nos côtes océaniques, elle peut reproduire par bourgeonnement les régions moyenne et postérieure du corps,

bien que momentanément privée de la glande hépatique et de la majeure partie des systèmes nerveux, digestif et respiratoire. De nombreux échantillons de l'astérie commune (*Asterocanthion rubens*), recueillis à Fécamp par M. Jourdain qui vous les soumit, vous ont démontré qu'en vertu du pouvoir de réintégration dont jouit cette étoile de mer, son disque central peut reproduire tout ou partie des cinq rayons qui en dépendent, le ou les bras nouveaux prenant exactement la forme et les proportions de ceux qu'il remplace.

M. Jourdain nous a montré encore un branchiopode (*Chirocephalus diaphanus*) dont quatre individus, deux mâles et deux femelles furent rencontrés dans une flaque d'eau à Pulnoy, par M. Wohlgemuth; ces crustacés, qui apparaissent fortuitement dans les mares, puis disparaissent souvent pour quelques années, n'avaient point encore été mentionnés aux environs de Nancy.

C'est aussi dans une mare entre Nancy et Tomblaine que fut trouvé par M. Engel un infusoire très-curieux qui n'avait point encore été décrit; le long pédicule mobile, traînant, qui pend sur les côtés du corps triangulaire de l'infusoire et lui sert pour se mouvoir, a paru caractéristique à M. Engel, qui vous proposa de lui donner le nom de *Scepionobates triangularis*.

VI. ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE. — M. Morel a soumis à votre examen une série de pièces destinées à élucider la question des orifices observés à la surface libre du mésentère chez la grenouille. Ces orifices nombreux, infundibuliformes, aboutissent à des tubes les uns très-courts et rectilignes, d'autres plus allongés et sinueux, traversant obliquement l'épaisseur du péritoine avec lequel ils communiquent par les orifices précités. Quelle est la nature de ces canaux? se rattachent-ils au système lymphatique? M. Morel a réservé la question.

M. Beaunis a appelé votre attention sur les avantages que présentent la glycérine et l'acide borique pour la conservation des pièces anatomiques; il vous a présenté le résultat des expériences faites sur deux lapins chez lesquels il a cherché à détruire le ganglion ophthalmique et les ganglions ciliaires. Chez l'un d'eux vous constatiez, 22 jours après l'opération, l'insensibilité absolue de la cornée, en même temps que la transparence de cette mem-

brane : fait intéressant, puisqu'il échappe à la théorie qui fait dépendre de l'insensibilité de la cornée les lésions qui succèdent à la section du trijumeau.

Dans une récente communication pleine d'intérêt, notre zélé président vous a montré les avantages offerts par le *nouveau manomètre élastique* de Chatin sur les manomètres habituellement employés pour inscrire la pression sanguine. L'appareil de Chatin, très-pratique, très-commode, muni d'un cadran sur lequel une aiguille marque en centimètres la valeur absolue des pressions, prendra place à côté du manomètre métallique inscripteur, par lequel M. Marey a depuis longtemps remplacé les manomètres à mercure. Sur une série de tracés de pression pris avec le manomètre élastique sur des chiens et des lapins soumis à l'action de la digitale (digitaline brute) en injections intraveineuses, vous avez pu constater l'augmentation de pression qui suit immédiatement l'injection du médicament à doses faibles ou toxiques.

Enfin, M. Beaunis vous a entretenu du *retard du pouls sur le cœur et sur la différence de ce retard entre le côté droit et le côté gauche*. Les recherches comparatives entreprises par M. Beaunis lui ont montré que presque toujours le pouls du côté gauche présente sur le pouls du côté droit un retard qui varie de 1,3 à 3,5 centièmes de seconde. Ce fait, qui s'explique théoriquement par la différence d'origine de la sous-clavière gauche et du tronc brachio-céphalique qui fournit la sous-clavière droite, pourrait être utilisé dans le diagnostic du siège des anévrismes.

M. Haro vous a fait assister aux belles expériences qu'à l'aide d'un instrument imaginé par lui, il a depuis longtemps entreprises pour étudier l'écoulement du lait et du sang par des tubes de petit calibre. Montrer les résistances passives que les liquides offrent à l'écoulement, déterminer le rapport de la durée de l'écoulement d'un certain volume de liquide par un tube capillaire, à la durée de l'écoulement d'un égal volume d'eau distillée à la même température, en d'autres termes, mesurer la viscosité d'un liquide, tel était le but poursuivi. Au mot mal défini de *viscosité*, M. Haro préféra celui de *transpirabilité* qui, bien qu'un peu bizarre, a eu le mérite d'avoir été adopté par M. Graham. Il serait difficile de résumer les faits nouveaux relevés par notre collègue : d'un

grand nombre d'entre eux pourront être déduites des applications utiles à la physiologie et à la médecine.

VII. ANTHROPOLOGIE. — Le *craniographe de Broca* et quelques autres instruments craniométriques vous ont été présentés par M. Beaunis qui, en les faisant fonctionner sous vos yeux, vous a fait apprécier la précision des indications qu'ils fournissent.

Vous devez à M. Bleicher d'intéressantes données sur l'*anthropologie de la province d'Oran et du Maroc*. Se basant sur près de soixante-dix observations complètes, et sur les notes prises pendant ses voyages, notre collègue nous a signalé les caractères qui différencient les races nombreuses qu'on rencontre dans notre colonie africaine, depuis les nègres presque tous Soudaniens, les Arabes, les Berbères, jusqu'aux Maltais et aux Espagnols, très-nombreux dans la province d'Oran, et qui, en raison de leur aptitude particulière à coloniser sans acclimatement préalable, méritent une mention spéciale parmi les races européennes.

M. Gross vous a entretenu de deux séries de faits opposés de *tératologie* humaine. La première a compris l'absence de certaines parties du squelette : sur un enfant de quatre ans, M. Gross a observé l'*absence congénitale du radius et du pouce droits* ; chez un autre, l'*absence congénitale du péroné droit* ; le pied était dans l'équinisme et luxé en dehors. Le deuxième groupe de faits tératologiques porte sur quatre cas de *polydactylie de la main et du pied* : deux des enfants ne portaient qu'un pouce surnuméraire ; un autre enfant présentait à chacun des pieds un sixième doigt surnuméraire complet, implanté perpendiculairement sur l'extrémité antérieure du cinquième métatarsien ; deux frères de cet enfant avaient des deux côtés des doigts ou des orteils supplémentaires. Enfin, sur un enfant nouveau-né illégitime, qui portait d'ailleurs une volumineuse hernie ombilicale et les traces d'un bec de lièvre, M. Gross observa 6 doigts à chaque main et au pied gauche et 7 doigts au pied droit. Des dessins, photographies, moules en plâtre, la présentation des doigts surnuméraires amputés par M. Gross, augmentaient l'intérêt de sa communication.

VIII. ARCHÉOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — Dans le cadre de cette science relativement nouvelle rentre une intéressante étude de

M. Godron sur les premières découvertes faites en 1863, par M. Husson (de Toul), de produits de l'industrie primitive de l'homme aux environs de Toul. Les nombreux objets (il y en a près de 600) trouvés dans les cavités souterraines qui existent dans les roches des bords de la Moselle, silex taillés, poteries à la main et au tour, coquilles fluviales et marines percées, prouvent l'ancienneté de l'homme en Lorraine.

M. Bleicher vous a présenté le résumé de ses investigations sur les temps préhistoriques en Alsace, qu'il poursuit en collaboration avec M. le D^r Faudel (de Colmar). De la répartition géographique et de la nature des 306 pièces trouvées dans 114 localités de l'Alsace, M. Bleicher a pu conclure que les traces de l'existence de l'homme sont excessivement rares dans les terrains quaternaires, c'est-à-dire antérieurs à l'époque actuelle, et appartiennent pour la plupart à l'époque de la pierre polie, ceux de l'époque de la pierre taillée ne se rencontrant guère que dans une seule station, enfin que les habitants primitifs de l'Alsace s'établirent de préférence sur les collines du Sundgau et du Bas-Rhin et sur le Löss, terme le plus élevé de la série quaternaire, à une époque où les parties basses, aujourd'hui recouvertes par le diluvium rhénan, étaient encore inondées.

M. Bleicher vous a entretenu de l'enceinte préhistorique avec blocs de porphyre fritté du *Hartmannswillerkopf*, dans la haute Alsace, et a soumis à votre appréciation les échantillons qu'il en a rapportés. Il vous a montré encore un silex taillé, découvert récemment dans une gravière des environs de Nancy, sur le côté gauche de la route de Jarville à Heillecourt, non loin du dépôt de lignite quaternaire étudié par M. Fliche. Ce silex de petite dimension, rappelant le type des couteaux, a été trouvé par M. Bleicher à la surface du sol, parmi les cailloux quaternaires d'origine vosgienne absolument privés de silex.

En Algérie et au Maroc, dans les couches régulières du terrain quaternaire ancien, dans des grottes-abris et même sur la surface du sol, M. Bleicher a constaté les traces de l'ancienneté de l'existence de l'homme représentées par des débris de campements humains : fragments de charbon, de poteries noires rarement vernissées, armes en pierre taillée du type de Saint-Acheul, clous

de bronze, et même entailles sur des parois rocheuses représentant des scènes d'hommes et d'animaux aujourd'hui disparus de ces contrées. En colligeant ces faits nouveaux, M. Bleicher a enrichi l'archéologie préhistorique de documents précieux.

Tel est, Messieurs, le bilan de vos travaux : vous avez le droit d'en être satisfaits, et ne le serez pas moins en entendant ce qu'il me reste à vous faire connaître de la situation de notre Société.

Le nombre des membres titulaires de la Société est aujourd'hui de 43. Ce chiffre serait plus élevé si, par une délibération prise en décembre 1877, vous n'aviez pas décidé que, à moins de demande expresse de leur part, ne seraient plus membres titulaires que les personnes résidant à Nancy. Le résultat de cette mesure, qui rendait à l'état des choses sa réalité, a été que six membres de l'ancienne Société des sciences naturelles de Strasbourg, auxquels, lors du transfert de la Société à Nancy en 1873, vous aviez conservé le titre de membres titulaires, bien qu'ils ne résidassent pas à Nancy, ont passé dans la classe des membres correspondants. Le nombre de ces derniers est de 98 : 54 nationaux, 44 étrangers. Nos membres associés, qui, le 1^{er} janvier 1877, étaient de 9, ne s'élèvent encore aujourd'hui qu'à 12. Notre ambition serait de voir augmenter cette catégorie de membres, qui, en s'ajoutant à ceux d'entre nous qui suivent nos séances d'une manière assidue, les animeraient par leur présence. Espérons que la série de mesures que vous avez adoptées sur la proposition d'une commission spéciale auront pour effet de réaliser le but que nous poursuivons.

Un seul de nos membres titulaires nous a été enlevé par la mort : tous nous fûmes douloureusement affectés de la perte de notre excellent confrère M. Rameaux. Membre associé de l'ancienne Société des sciences naturelles de Strasbourg depuis 1842, nommé titulaire en 1859, le professeur Rameaux fut parmi les plus zélés quand, en 1873, nous reconstituâmes notre Société à Nancy. Suivant avec assiduité nos séances, prenant une part active à vos discussions, notre regretté collègue vous présentait souvent des travaux de valeur. Nous apprécions son caractère aimable et loyal, autant que la finesse de son esprit. Tout nous permettait d'espérer que nous le conserverions longtemps encore dans nos

rangs, quand il nous fut subitement enlevé le 5 mai 1878. La mémoire de M. Rameaux restera en honneur parmi nous !

Quatre de nos membres titulaires ont été appelés par leurs devoirs professionnels à quitter notre ville ; nous avons vu avec regret deux membres se retirer de nos rangs.

Ces vides ont été plus que comblés par l'admission de membres titulaires nouveaux : jeunes pour la plupart, ils ne manqueront pas, nous en avons la confiance, d'apporter à la Société de précieux éléments d'activité scientifique. Qu'ils me permettent de leur souhaiter, en votre nom, cordialement la bienvenue !

Grâce à l'habile gestion de notre trésorier, grâce aussi aux subventions importantes que le Ministre de l'instruction publique et le conseil municipal de la ville de Nancy ont bien voulu libéralement lui accorder, la Société se trouve dans une situation financière prospère. Elle vous permettra de donner une impulsion plus vive à la publication de votre *Bulletin* et de reprendre celui de vos *Mémoires* dans lesquels trouveront place les travaux de longue haleine.

A l'extérieur, la Société continue à se faire apprécier par ses publications : elle est en relation avec quatre-vingt-sept (1) sociétés savantes (32 françaises, 55 étrangères), dont les publications, obtenues par voie d'échange, vous ont permis, jointes aux mémoires qui vous sont adressés, de constituer une bibliothèque ; bien que de création récente, elle ne laisse pas que d'avoir déjà quelque valeur.

Permettez-moi en terminant, Messieurs, de former avec vous des vœux pour la prospérité de la Société des sciences de Nancy ! Puisse-t-elle continuer à occuper dignement sa place parmi les nombreuses sociétés savantes dont s'honore notre cité !

(1) Ce chiffre n'était, le 1^{er} janvier 1877, que de 73.

bouillante pour en éliminer les dernières traces et écarter les composés bruns secondaires qui se forment toujours pendant la distillation.

Je crois éviter en grande partie ces inconvénients en opérant de la manière suivante : au lieu de pulvériser la potasse je la dissous à chaud dans $\frac{1}{20}$ de son poids d'eau et je l'incorpore rapidement à l'huile de Ricin, pesée directement dans l'appareil. La présence de cette eau, loin d'être nuisible, pourrait bien favoriser la réaction, comme j'essaierai de le démontrer plus loin.

Je remplace la cornue de verre par un appareil cylindrique en tôle, haut de 20 centimètres, terminé à sa partie inférieure par un fond plat de 15 centimètres de diamètre, entouré à sa partie supérieure d'une rigole profonde de 2 centimètres, dans laquelle on lute avec du plâtre le couvercle muni lui-même d'un long col en cuivre. Dans ce bec s'engage l'allonge de verre à laquelle fait suite le récipient ordinaire. Avec cet appareil, la surface de chauffe est plus étendue, la chaleur se répand uniformément et la décomposition se fait à la fois dans toute la masse qui forme une couche haute de 5 à 6 centimètres, car j'opère chaque fois sur 500 grammes d'huile. Le mélange de la solution alcaline avec l'huile se fait aisément à la spatule et le tout se prend rapidement en une masse très-dure qui peut être de suite soumise à la distillation. Je conseille de plus l'emploi de soude caustique, au lieu de potasse ; le ricinoléate de potassium, en effet, a la consistance du savon gras ordinaire et se gonfle considérablement par action de la chaleur. Le ricinoléate de sodium, au contraire, est un savon dur, onctueux au toucher, qui subit sans augmentation sensible de volume l'action d'une température élevée. De plus, l'excès de soude caustique exerce sur le sébate formé une action destructive bien moins énergique que la potasse. Ce ricinoléate de sodium, soit dit en passant, pourrait, il me semble, rendre d'utiles services à la médecine : il aurait en effet sur les savons amygdalins ou autres, l'avantage de posséder les propriétés purgatives de l'huile dont il dérive.

Peu de ricinoléates métalliques ont été jusqu'alors obtenus : les ricinoléates de fer, de manganèse, etc., pourraient posséder de grands avantages, car on trouverait ainsi associé à ces deux métaux reconstituants, mais qui irritent toujours fâcheusement l'organisme, un acide dont les propriétés laxatives contre-balanceraient cette fâcheuse action. Je me propose de poursuivre en ce sens l'étude des ricinoléates.

Je place l'appareil convenablement luté sur un réchaud à six trous que j'allume aux trois quarts et maintient ainsi tout le temps de l'opération. Le liquide passe limpide et la préparation est terminée quand l'allonge se remplit de fumées blanches très-âcres en même temps qu'un liquide jaune verdâtre passe à la distillation. Pour saisir plus facilement la fin de l'opération, je place le récipient en sens inverse et fais arriver la tubulure dans une éprouvette graduée ; en tenant compte de l'eau ajoutée, je recueille environ 110 centimètres cubes de liquide, car 25 grammes d'huile de Ricin pure doivent fournir 5 centimètres cubes d'alcool caprylique. A ce moment, la distillation touche à sa fin et les fumées blanches ne tardent pas à apparaître.

L'appareil refroidi, je reprends le résidu par l'eau bouillante, puis je verse dans la solution de l'acide chlorhydrique étendu qui n'a pas, comme l'acide sulfurique, l'inconvénient de dissoudre l'acide sébacique.

Le magma épais d'acide sébacique est alors jeté sur toile, lavé légèrement, puis lorsqu'il est suffisamment égoutté, soumis à la presse qui élimine plus rapidement le chlorure de sodium formé et l'excès d'acide chlorhydrique que plusieurs cristallisations successives.

Le gâteau exprimé est projeté par portions dans l'eau distillée bouillante, et la solution, passée sur un filtre Plantamour préalablement mouillé, abandonne par refroidissement des paillettes blanches et très-pures d'acide sébacique. Pour éviter les pertes, les eaux mères me servent à reprendre le résidu d'une opération subséquente.

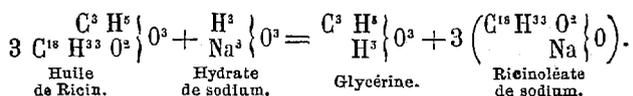
Malgré ces précautions, le filtre mouillé retient toujours

une forte proportion d'une matière brune qui par refroidissement prend une consistance de cire. Ce produit secondaire s'est évidemment formé au détriment du rendement en acide sébacique : j'ai pu, comme on le verra plus loin, en tirer parti.

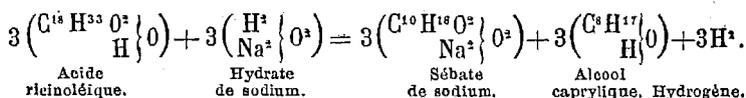
Tel est dans tous ses détails le procédé de préparation et d'extraction que j'ai suivi dans toutes les recherches qui vont suivre.

B. — Rendement suivant la température et les proportions d'alcali employées.

Le premier effet de la soude caustique sur l'huile de Ricin est de régénérer l'alcool glycérine et de former du ricinoléate de sodium dont les éléments étaient contenus dans l'éther gras. La formule suivante rend compte de la réaction :



L'excès d'alcali agissant alors sur le ricinoléate formé, le dédouble avec l'aide de la chaleur en alcool caprylique et sébate de sodium :



Si dans ces équations on calcule les poids moléculaires de chaque composé, on trouve que 932 grammes d'huile de Ricin traités par 360 grammes d'hydrate de sodium devraient fournir 738 grammes de sébate de sodium correspondant à 606 grammes d'acide sébacique. Cette dernière quantité est évidemment exagérée, car le dédoublement de l'huile de Ricin fournit aussi du ricinate et du margarate de sodium dont on ne tient aucun compte dans l'équation.

Dans ces dernières années, M. Neison ¹ s'est occupé surtout des produits qui passent à la distillation. Il a démontré que si le résidu de l'opération était toujours du sébate de

1. *Journal of the chemical Society*, tome XII, page 301.

potassium, les produits volatiles engendrés étaient complexes : d'après lui, il ne se forme pas seulement de l'alcool caprylique, mais encore du méthyl-hexyl-acétone, isomère de l'aldéhyde octylique, du caprylène, suivant les proportions d'alcali employées et la température atteinte pendant l'opération.

Ayant à préparer pour ce travail des quantités assez considérables d'acide sébacique, je devais avant tout m'arrêter à des proportions d'alcali et d'huile capables d'assurer le meilleur rendement. Or, tandis que la quantité théorique de potasse caustique à employer est de 400 grammes par kilogramme d'huile de Ricin, M. Bouis en conseille 500 et M. Neison 1 kilogramme. Il ne peut pas être indifférent de prendre l'une ou l'autre de ces proportions. De plus, si les produits de la distillation varient avec la quantité d'alcali et la température, il m'a paru évident que la nature et le poids du résidu devaient aussi changer.

J'ai donc repris la préparation de l'acide sébacique en faisant varier les proportions de potasse entre les deux limites extrêmes indiquées, mais en m'occupant uniquement du résidu.

Un premier essai fut fait avec la quantité théorique, c'est-à-dire 200 grammes d'alcali et 500 grammes d'huile. La masse resta molle, noircit, se boursouffla considérablement, l'appareil se remplit de fumées âcres qui provenaient de l'action de la chaleur sur l'huile en excès. Le résidu repris par l'eau bouillante moussait considérablement par suite de la présence de ricinoléate de sodium non décomposé; l'acide chlorhydrique mit en liberté de l'acide ricinoléique liquide; la quantité d'alcali était évidemment insuffisante.

J'employai dans une seconde opération 250 grammes de soude. L'alcool caprylique passa très-blanc : le résidu était jaunâtre, un peu gras au toucher et semblait contenir une faible quantité de savon non décomposé. Il pesait 650 grammes et me donna 20 grammes d'acide sébacique sec avec une forte proportion de produits secondaires, ce qui explique un

si faible rendement. La quantité d'alcali employée paraissait encore un peu faible.

Dans un troisième essai, je décomposai un mélange de 500 grammes d'huile de Ricin et de 300 grammes de soude caustique. La distillation marcha très-régulièrement, je recueillis exactement la quantité voulue d'alcool octylique et pus saisir nettement la fin de l'opération. Le résidu, d'un brun jaunâtre, était très-sec, fortement poreux et cassant, sans la moindre quantité de matière carbonisée. Il pesait 600 grammes et me donna du premier jet 30 grammes d'acide sébacique très-blanc. Je recueillis encore une forte proportion de produits secondaires sous forme d'un gâteau brunâtre, très-dur, dont l'étude me parut intéressante.

Un quatrième essai fut tenté avec 350 grammes d'alcali. La distillation, régulière d'abord, devint bientôt tumultueuse; le liquide jaune se manifesta avant que la quantité voulue d'alcool ne se fût écoulée. Le résidu était noirâtre, pesait 580 grammes et semblait avoir subi une décomposition partielle : je n'obtins, en effet, que 23 grammes d'acide sébacique, les produits secondaires étaient noirs, se présentaient sous forme d'une masse molle et visqueuse.

Je tentai alors dans une cinquième distillation l'emploi de 500 grammes d'alcali, toujours pour 500 grammes d'huile de Ricin. L'alcool caprylique fit bientôt place au liquide jaunâtre, mélange de caprylène et d'aldéhyde octylique : des fumées âcres, très-abondantes remplirent en peu de temps l'appareil. Le résidu était noir, en partie carbonisé, visqueux et adhérent au vase; il me fournit seulement 15 grammes de produit après élimination difficile d'une matière noire d'aspect goudronneux. Cette proportion trop forte avait détruit en majeure partie les produits de la réaction.

Je n'ai pas parlé jusqu'ici de la température à laquelle j'opère; d'après M. Neison, les produits secondaires de la distillation se produisent surtout si l'on agit à basse température et en présence d'une faible quantité d'alcali; le rendement maximum en alcool caprylique correspond à une tem-

pérature atteignant de suite 250° et à l'emploi d'un excès de soude caustique. Or, l'équation la plus directe, donnant le plus fort rendement en acide sébacique, est évidemment le dédoublement net du ricinoléate de sodium en alcool caprylique et sébate de sodium. Tout produit secondaire ne peut se former qu'au détriment de ce dernier sel et en diminuer par conséquent le poids. En d'autres termes, le rendement en acide sébacique est corrélatif de la quantité d'alcool caprylique obtenue, et comme c'est à 250° que cet alcool se produit surtout, j'ai nécessairement adopté cette température pour toutes mes distillations. J'ajouterai toutefois qu'il faut se garder d'atteindre 300°, car le liquide jaunâtre se manifeste rapidement et avec lui les produits secondaires formés au détriment du sébate de sodium.

Pour éviter toute destruction, j'ai tenté en dernier lieu l'emploi de la chaux sodée; je mélange à l'huile 50 grammes de chaux vive en poudre, puis j'y incorpore 250 grammes de soude dissoute comme précédemment dans $\frac{1}{20}$ de son poids d'eau. L'opération est plus lente, mais sans boursoufflement; le sébate acide de calcium formé est très-soluble dans l'eau et la purification se fait comme toujours sans la moindre difficulté. Ce procédé me fournit 35 grammes d'acide sébacique très-pur par 500 grammes d'huile.

De ce travail, je tire les conclusions suivantes :

1° Le maximum de rendement est donné par l'emploi de 300 grammes de soude caustique, 500 grammes d'huile de Ricin et une température de 250°. La décomposition est complète au bout d'une heure et demie environ, et le résidu fournit du premier jet 30 grammes d'acide sébacique accompagné d'une large proportion d'un produit brun secondaire, très-dur, sans matières carbonisées.

L'emploi de la chaux sodée porte le rendement à 35 grammes, soit 70 grammes par kilogramme d'huile, au lieu de 40 grammes obtenus par les procédés employés jusqu'ici. Nous sommes encore bien éloignés du rendement théorique.

2° Une proportion inférieure d'alcali est insuffisante pour

la réaction, une quantité supérieure détruit une partie du sébate de sodium engendré.

3° Quelles que soient les quantités employées, ce sont toujours ces produits bruns secondaires qui se forment en majeure partie. Leur étude fait l'objet du chapitre qui va suivre.

C. — Étude du résidu et de l'acide disébacique.

Dans un article publié en 1871, M. Witt¹ conseillait de préparer l'acide sébacique en chauffant simplement à l'air le savon d'huile de Ricin. Il signalait en même temps la formation d'un acide brunâtre, fusible de 45° à 50°, qui se produisait surtout en quantité notable si on élevait trop haut la température. Il me vint de suite à l'idée que le produit brun secondaire signalé dans le chapitre précédent n'était autre que cet acide; l'étude n'en ayant pas été faite à ma connaissance depuis cette époque, j'ai cru pouvoir l'entreprendre.

Par une courte ébullition dans l'eau, je débarrassai avant tout mon produit de l'acide sébacique interposé et je recueillis à la partie supérieure une huile noirâtre, très-acide au tournesol qui, par refroidissement, se prit en une masse brune, granuleuse, de consistance de cire molle, entièrement insoluble dans l'eau. L'alcool et l'éther la dissolvent sans résidu, le sulfure de carbone bouillant prend une teinte rouge brunâtre très-foncée et par refroidissement abandonne des flocons bruns très-légers surmontés d'un liquide franchement rouge. L'action de ce dernier dissolvant semblait assigner au produit une composition complexe; la fusion du corps, qui commence à 45° et n'est complète qu'à 55°, me confirma encore dans cette manière de voir.

La soude caustique le dissout même à froid, ce qui devait être, puisque le résidu de la distillation est entièrement soluble dans l'eau bouillante; l'addition d'acide chlorhydrique

1. *Bulletin de la Société chimique*, tome XXII, page 191.

étendu régénère le produit inaltéré. Cette matière colorante brune était évidemment une impureté de l'acide, et pour l'éliminer je songeai à faire bouillir le produit avec une solution de soude concentrée, de manière à obtenir une combinaison cristallisée de cet acide. J'ajoutai donc à 100 grammes du mélange de la soude jusqu'à réaction neutre; après une demi-heure d'ébullition, la majeure partie de l'huile surnageante avait disparu pour faire place à une masse grasseuse semi-fluide et neutre au papier de tournesol. Le tout fut jeté sur un filtre mouillé, et je recueillis un liquide très-clair qui ne déposait par refroidissement que des croûtes cristallines, mais donnait par addition d'acide chlorhydrique étendu, un précipité blanc gélatineux si compacte qu'on pourrait retourner le vase sans que rien ne s'échappât. Cet acide, convenablement lavé, fut dissous dans l'eau bouillante et abandonna par refroidissement des paillettes blanches semblables à celles de l'acide sébacique et qui fournirent du reste le point de fusion et toutes les réactions de l'acide normal. J'étais donc ainsi parvenu à dédoubler le produit brun secondaire et à régénérer avec lui une forte proportion d'acide sébacique perdue jusqu'alors.

Je tentai de nouveau cette régénération en maintenant simplement en ébullition dans l'eau, mais après 24 heures, de rares flocons d'acide sébacique nageaient dans le liquide. Je chauffai alors sous pression à 120° pendant 2 heures; la majeure partie repassa à l'état d'acide ordinaire, avec mise en liberté de cette même matière grasseuse déjà citée.

Les acides, même après une ébullition prolongée, sont peu propres à cette transformation.

L'action de la soude caustique à l'ébullition avec l'eau est seule pratique et me fournit 100 grammes d'acide sébacique issu des produits secondaires résultant de 500 grammes d'huile de Ricin. Le rendement se trouve ne porté de 75 grammes à 275 grammes par kilogramme d'huile, c'est-à-dire presque quadruplé.

Reste maintenant à démontrer :

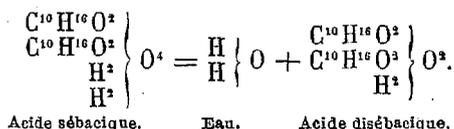
1° Quelle est la nature de cet acide secondaire et sous quelles influences il a pu prendre naissance;

2° A l'isoler et à en faire l'analyse et l'étude;

3° A dire quelques mots sur la constitution du produit brun qui le souille.

J'ai fait remarquer plus haut que la production du produit brun secondaire était d'autant plus abondante qu'on agissait en présence d'un plus grand excès d'alcali et à une température plus élevée. Or, la soude caustique est un puissant déshydratant, le thermomètre atteint 250° et l'acide sébacique engendré est dans les meilleures conditions pour perdre les éléments de l'eau et se transformer en acide disébacique analogue à l'acide disulfurique.

L'équation suivante rend compte de la réaction :

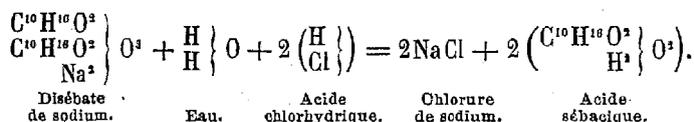


La production d'un composé de ce genre, qui n'est après tout que l'union de l'anhydride engendré, avec l'acide ordinaire, est très-fréquente. Je n'en veux pour preuve que l'acide disuccinique qui appartient à la même série que l'acide sébacique, et dans des séries très-voisines, les acides diglycolique, dilactique, ditartrique, etc.

Les différentes transformations auxquelles nous avons assisté se comprennent très-aisément : le résidu de la cornue renferme du sébate de sodium, du disébate de sodium, la matière brune signalée et un excès de soude caustique. Le tout se dissout donc dans l'eau bouillante; l'addition d'acide chlorhydrique neutralisant la soude en excès met d'abord en liberté la matière grasseuse brune, l'acide disébacique, tous deux insolubles dans l'eau et qui restent unis, puis l'acide sébacique qui, lui, est très-soluble dans l'eau bouillante. Les deux premiers produits restent sur le filtre mouillé.

Si maintenant on fait bouillir ces deux composés avec la soude caustique, le disébate de sodium soluble reste dans la

liqueur et la matière grasse insoluble dans un liquide neutre vient surnager. On conçoit aussi qu'à la faveur de la soude ajoutée par portions jusqu'à réaction neutre, et au sein de l'eau bouillante, le disébate de sodium reprenne l'eau qu'il avait perdue et régénère le sébate de sodium ordinaire qui par action d'acide chlorhydrique mettra en liberté l'acide sébacique normal. C'est l'inverse de ce qui se passe pendant la distillation, et l'équation suivante rend compte du fait :



S'il est facile de séparer l'acide disébacique de la matière colorée par ébullition avec un alcali, il n'en est plus de même dès qu'il faut avoir recours aux dissolvants. Le sulfure de carbone seul dissout bien, même à froid, la matière grasse et à l'ébullition seulement l'acide disébacique, qu'il abandonne en flocons par refroidissement. Mais après quatre ou cinq traitements semblables il est encore légèrement teinté en jaune. Je n'ai pu trouver ni un autre dissolvant, ni un autre procédé me permettant de l'isoler sans altération.

Propriétés. — L'acide disébacique se présente sous forme d'une poudre d'un blanc jaunâtre, insoluble dans l'eau, mais repassant par un contact prolongé à l'état d'acide normal. Il est soluble dans l'alcool fort, l'éther, le sulfure de carbone qui ne dissout pas traces d'acide sébacique.

Il fond vers 45° et s'altère à plus haute température.

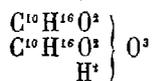
Je n'ai pu obtenir avec lui de combinaisons salines bien définies; traité par une solution de potasse ou de soude dans l'alcool absolu, il ne donne qu'un précipité amorphe pulvérulent. Si dans sa solution alcoolique on fait passer un courant d'ammoniaque, il ne se produit pas de trouble et par évaporation il se forme, mais fort difficilement, de petits cristaux transparents. Le sébate d'ammoniaque est insoluble dans l'alcool absolu.

Je n'ai pu obtenir avec lui aucun composé métallique ou de transformation, car, dès qu'il est pur, en présence de solutions aqueuses, il fixe de l'eau ou subit avec la plus grande facilité une complète décomposition.

L'analyse élémentaire faite sur 0^{gr},451 de produit m'a donné les résultats suivants p. 100 :

$$\begin{aligned} \text{C} &= 63,193 \\ \text{H} &= 9,121 \\ \text{O} &= 27,685 \end{aligned}$$

Les quantités théoriques répondant à la formule



seraient pour 100 parties d'acide :

$$\begin{aligned} \text{C} &= 62,176 \\ \text{H} &= 8,808 \\ \text{O} &= 29,015 \end{aligned}$$

Les proportions de carbone et d'hydrogène sont un peu fortes ; ce qui tient sans doute à ce que le produit analysé n'est pas parfaitement pur et renferme encore des traces de l'hydrocarbure coloré, dont il est presque impossible avec le sulfure de carbone de le débarrasser totalement.

Le produit noir qui souille l'acide disébacique se présente à froid sous forme d'une masse demi-solide, grasse au toucher, neutre au tournesol, soluble sans combinaison dans les solutions alcalines : les acides le remettent en liberté sans altération. C'est un hydrocarbure inodore, insipide, soluble dans l'alcool et l'éther, soluble dans l'acide sulfurique concentré qu'il colore en rouge-sang, très-soluble même à froid dans le sulfure de carbone. Il fond à 55° et possède, comme on le voit, toutes les propriétés du composé hydrocarboné signalé par Petersen¹ dans la distillation du sébate de chaux avec un excès de chaux. Il lui a donné le nom de sébacine et assigné la formule $\text{C}^{10}\text{H}^{18}$. Au lieu de cette terminaison en *ine* qui semble assigner au composé les

1. *Annales de pharm. et chimie*, tome III, page 187.

fonctions d'un alcaloïde, je proposerai la dénomination de Sébacène qui concorde mieux avec la nomenclature adoptée. Elle indique en effet, sans hésitation possible, que le composé est de nature hydrocarbonée. On comprend facilement que le sébate de sodium, en présence de l'excès de soude caustique puisse, lors de la décomposition du ricinoléate, engendrer ce corps, et j'ai pu du reste l'obtenir en chauffant directement ce mélange vers 200°.

Le sébacène pur se présente en écailles blanches, molles et qui adhèrent aisément l'une à l'autre; il sort dans notre réaction accompagné de matières résineuses rouges et de quelques produits pyrogénés, ce qui explique la couleur brune de la masse et la teinte rouge foncé que prend le sulfure de carbone.

De l'ensemble de ces faits, on déduit tout naturellement que l'acide disébacique et le sébacène ne se produiraient pas si on évitait l'excès de soude. Mais nous avons vu que cet excès était indispensable pour amener une décomposition nette du ricinoléate en alcool caprylique et acide sébacique : la quantité théoriquement suffisante n'engendre que des produits volatils et des quantités insignifiantes du composé qui faisait seul l'objet de cette étude.

D. — Procédé définitivement adopté; rendement total.

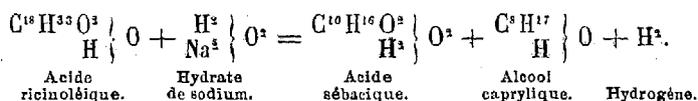
Je crois maintenant pouvoir indiquer un procédé de préparation permettant d'obtenir de suite la totalité de l'acide sébacique sans régénération ultérieure.

La distillation effectuée, je reprends le résidu par l'eau et avant de le décomposer je maintiens une heure et demie environ à l'ébullition afin de transformer le disébate. La liqueur doit être fortement alcaline et additionnée de soude, s'il y a lieu. Je la neutralise alors exactement avec l'acide chlorhydrique étendu, et, à ce moment, le sébacène accompagné des résines vient surnager. Je passe sur un filtre

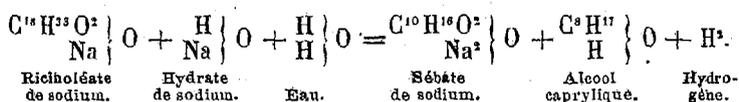
Plantamour préalablement mouillé qui retient les impuretés, et dans la liqueur refroidie je verse peu à peu en agitant vivement 150 grammes d'acide chlorhydrique commercial étendu. Cette quantité, indiquée par la pratique, neutralise exactement tout le sébate de sodium engendré par 500 grammes d'huile de Ricin, 250 grammes de soude et 50 grammes de chaux vive dans une préparation bien conduite. Le reste de l'opération est connu.

Il résulte de ce travail que l'action de la chaleur en présence d'un excès d'alcali dédouble le ricinoléate de sodium en alcool caprylique, sébate de sodium, disébate de sodium, sébacène et hydrogène.

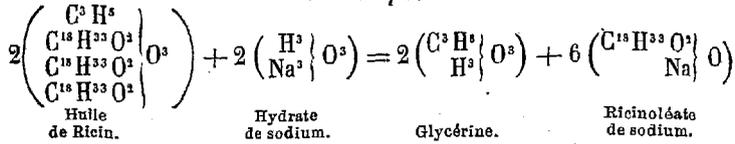
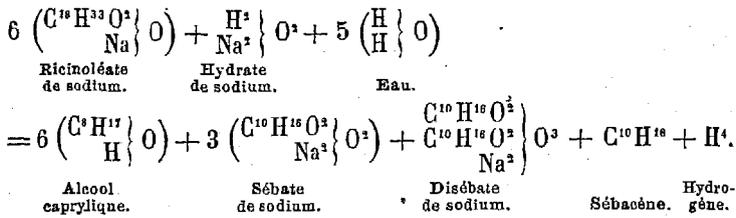
Les formules suivantes rendent compte des réactions, mais diffèrent un peu de celles indiquées jusqu'ici. Tous les auteurs sont d'accord pour admettre que le premier effet de la soude sur l'huile de Ricin est de mettre en liberté la glycérine avec formation de ricinoléate de sodium, mais lorsqu'il s'agit d'expliquer le dédoublement de ce sel en présence d'une nouvelle quantité d'alcali, ils formulent la réaction comme résultant de l'action de l'hydrate de sodium sur l'acide ricinoléique et non pas sur le ricinoléate de sodium qui s'est réellement formé :



Je reste fidèle à ce qui se passe en faisant entrer dans la formule l'eau dans laquelle je dissous l'alcali et qui intervient en effet dans la réaction :



Enfin, les équations suivantes rendent compte de tous les produits qui prennent naissance. Il y a deux temps bien distincts dans cette action chimique :

1^{er} temps.2^e temps.

Il résulte enfin de ce travail qu'en suivant le procédé que j'indique dans ce dernier chapitre, on peut obtenir par kilogramme d'huile de Ricin pure, 275 grammes d'acide sébacique : la quantité théorique indique environ 500 grammes, mais si l'on tient compte de la présence des acides gras (ricinique, etc.), qui ne figurent pas dans l'équation, si l'on tient compte des produits de destruction dont on ne peut empêcher la formation dès qu'on atteint près de 300°, on trouvera cette approximation raisonnable.

2^e Contribution apportée à l'étude de l'acide sébacique.

L'acide sébacique a été découvert par Thénard, en 1802. Son nom lui vient du latin *sebum*, suif; il a en effet l'aspect extérieur des acides gras. Desséché librement à l'air, il se présente en petites paillettes nacrées anhydres, possédant l'apparence et la légèreté de l'acide benzoïque; par dessiccation à l'étuve, ces paillettes s'accroissent en fragments poreux et friables. Il est inaltérable à l'air, d'une pesanteur spécifique supérieure à celle de l'eau; il est inodore, sa saveur est légèrement acide. Il fond à 127°, puis se sublime en grande partie : à une température plus élevée, j'ai constaté dans le récipient la présence d'œnanthol. Il brûle avec une flamme

très-éclairante, et son point élevé de fusion en ferait un agent précieux pour la fabrication de bougies si on parvenait à le produire à bon marché.

Il est à peine soluble dans l'eau froide: une partie d'acide exige 1,500 parties d'eau à 10°, et 22 parties seulement d'eau bouillante; par refroidissement, cette dissolution saturée forme un magma épais. Il est très-soluble dans l'alcool et l'éther, mais ne se dépose jamais de ces solutions sous une forme cristalline bien nette. J'ai constaté son insolubilité dans le sulfure de carbone, l'essence de térébenthine, l'essence de pétrole même à l'ébullition, sa légère solubilité dans la benzine bouillante et le chloroforme.

Les alcools amylique et caprylique le dissolvent à l'ébullition, en quantités notables.

Au point de vue chimique, c'est le neuvième terme de la série $C^nH^{2n-2}O^4$, qui a pour type l'acide oxalique et s'il a l'aspect des acides gras (stéarique, palmitique, etc.) et comme eux la propriété de brûler, il en diffère totalement par sa composition et ses propriétés chimiques. Il est tout d'abord soluble dans l'eau, décompose à froid les carbonates, ne tache pas le papier et j'ai inutilement essayé d'obtenir un composé analogue à l'élaïdine, par action des vapeurs nitreuses. C'est enfin un acide diatomique et bibasique qui engendre des sels neutres et des sels acides, des amides et des acides amidés.

Les acides sulfurique, azotique, sont sans action sur lui; l'eau régale le transforme à l'ébullition en acide succinique (Carlet). Je suis arrivé plus aisément à cette transformation par action de l'acide plombique, ou mieux encore, du permanganate de potassium et de l'acide sulfurique.

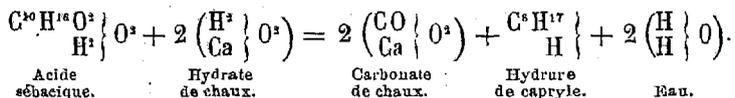
Je n'ai pu le dédoubler par action des ferments.

Les dérivés chlorés, bromés et iodés ne sont pas connus: ils pourraient présenter de l'intérêt, car, traités par l'hydrate d'argent, peut-être donneraient-ils, comme l'acide succinique mono ou bibromé, des corps voisins des acides malique ou tartrique. J'ai obtenu facilement les dérivés chlorés, par action du chlore sec, sur l'acide sébacique. La masse pâ-

teuse, adhérente aux vases qui prend naissance, se dépose en paillettes de la solution étherée, mais l'hydrate d'argent ne réagit pas sur elles.

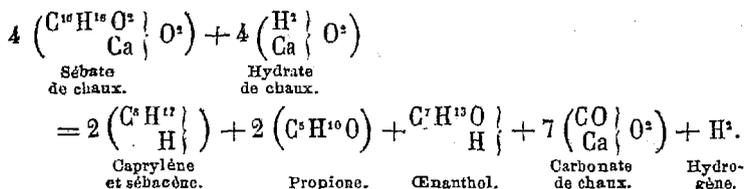
Le brome, ajouté par portions à la solution alcoolique et maintenu à l'ébullition dans un appareil à reflux, ne se substitue pas à l'hydrogène de l'acide. Des poids calculés des deux maintenus sous pression pendant deux heures à une température de 150°, donnent un meilleur résultat : de petits prismes incolores et brillants tapissent le tube encore fermé, mais si on vient à l'ouvrir, ils fondent subitement et cèdent leur brome au contact de l'air. L'iode ne réagit pas.

Chauffé avec un grand excès de chaux ou de baryte, l'acide sébacique dégage un hydrocarbure bouillant à 127° avec résidu de carbonate. Il possède toutes les propriétés du caprylène inférieur de deux termes, dans la série $C^n H^{2n+2}$, à l'acide sébacique qui se comporte donc comme tous ses homologues.



J'ai tenté d'obtenir un acétone :

La distillation du sébate de chaux, du sébate de plomb, du sébate de soude a donné naissance à un liquide noirâtre que j'ai soumis à plusieurs distillations fractionnées : une portion passa de 100° à 102°, elle se combinait difficilement au bisulfite de soude et par action de l'acide azotique, se transformait en acide propionique : ces deux propriétés sont celles de la propione. Une deuxième partie passa vers 127° et présenta toutes les propriétés de l'hydrure de capryle ; le reste distilla vers 155°, cette portion s'unissait aisément aux bisulfites, réduisait le nitrate d'argent, possédait l'odeur de l'œnanthol. Si, de plus, on ajoute à l'un des trois sels mentionnés un grand excès de base, une masse grasseuse se solidifie dans le récipient et donne les réactions du sébacène. Il ne se forme donc pas d'acétone sébacique, mais les quatre composés représentés dans la formule suivante :



Je n'ai pu obtenir non plus ni l'anhydride, ni le chlorure ; l'action du perchlorure de phosphore, de l'acide phosphorique, du chlorure d'acétyle, récemment signalé, sur l'acide sébacique ; celle du chlorure de phosphoryle sur le sébate de sodium, m'ont donné le mélange d'hydrocarbures et d'aldéhyde signalé ci-dessus. L'acide sébacique, qui occupe du reste le bas de la série oxalique, se dédouble en présence d'agents aussi énergiques.

Quant à ses caractères spécifiques, ils sont peu nombreux, mais suffisants. A première vue, on pourrait le confondre avec les acides gras de la série $\text{C}^n\text{H}^{2n}\text{O}^2$, mais il est très-soluble dans l'eau bouillante, assez soluble dans l'eau froide pour précipiter directement les solutions de nitrate et d'acétate de plomb, de nitrate d'argent, de nitrate mercurieux. Le chlorure d'or est bien réduit au bout de quelques jours de contact, mais je n'oserais affirmer si l'acide n'a pas, pendant ce temps, subi une décomposition. Il se rapproche surtout des acides adipique et subérique, mais sa forme cristalline, sa grande solubilité dans l'éther, son point de fusion et surtout les précipités ci-dessus désignés que donne la solution aqueuse froide, suffisent largement pour le caractériser.

3° Des sébates en général et de quelques-uns non encore obtenus en particulier.

L'acide sébacique étant bibasique engendre des sels acides et des sels neutres. J'exposerai tout d'abord l'étude des sébates alcalins, puis celle des sébates métalliques proprement dits.

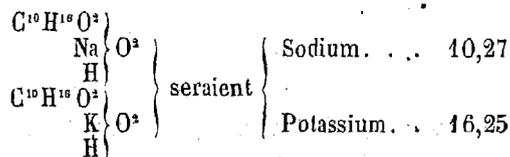
1° **SÉBATES ALCALINS.** — On peut tous les obtenir en saturant une solution aqueuse d'acide sébacique avec l'hydrate ou le carbonate de la base dont on veut obtenir le sel, mais jamais on n'obtient de produit nettement cristallisé. Au début de ce travail, j'avais constaté l'insolubilité des sébates alcalins dans l'alcool ; un procédé de préparation ressort de cette propriété :

Sébates acides de sodium et de potassium. — J'ajoute à une solution alcoolique d'acide sébacique une solution également alcoolique d'hydrates de sodium ou de potassium, en ayant soin que la première soit en excès et que les densités des deux solutions soient peu différentes. En versant doucement le long des parois du vase la solution alcaline un peu plus dense, la pénétration se fait lentement et bientôt on aperçoit de fines aiguilles qui nagent dans le liquide. On les recueille et lave à l'alcool. Ces aiguilles, fines et cassantes, sont très-solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool et ont pour les deux sels les mêmes propriétés. Toutefois, le sébate acide de sodium renferme toujours des quantités notables de sel neutre, comme le prouve l'analyse ; le sel de potassium est très-pur.

2,252 de l'un et l'autre sel dosé à l'état de sulfate m'ont donné, rapportés à 100 parties :

Sodium	10,29
Potassium	16,19

Les quantités théoriques correspondant aux deux formules



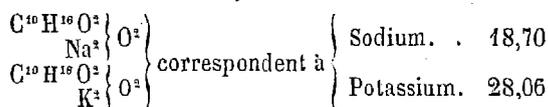
Sébates neutres de sodium et de potassium. — Je les obtiens par le même procédé, mais en ayant soin que l'alcali soit en excès. Ce sont de fines aiguilles microscopiques, très-solubles dans l'eau, à peine solubles dans l'alcool à 96°. En abandonnant cette solution à l'air pendant plusieurs mois, j'ai pu re-

cueillir quelques prismes très-nets, à quatre pans terminés par des pyramides. Le sébate de sodium est très-pur, le même sel de potassium retient toujours une forte proportion de sel acide : c'est, comme on le voit, le contraire des sels acides correspondants.

L'analyse m'a donné pour 100 parties de sel :

Sodium.	18,60
Potassium	28,00

Les deux formules



J'avais primitivement choisi comme sujet de thèse : l'action des iodures alcooliques sur les sébates neutres alcalins, dans le but d'obtenir l'acide sébovinique. Je fus arrêté dès le début par l'insolubilité dans l'alcool des sébates de sodium et de potassium, et ne songeai que plus tard à préparer les sébates de lithine.

Sébates acides et neutres de lithine. — Je les prépare en mélangeant les deux solutions alcooliques contenant des poids calculés d'acide sébacique et d'oxyde de lithium obtenu par réduction du carbonate de lithine avec le charbon. La réaction se produit, mais une faible portion du sel engendré se dépose : le liquide alcoolique abandonne par évaporation des croûtes cristallines composées de fines aiguilles accolées étroitement. Aussi, est-il plus simple d'ajouter peu à peu à une solution aqueuse bouillante d'acide, du carbonate de lithine, en s'aidant du papier de tournesol pour saisir la fin de la réaction. On dessèche ensuite au bain-marie. Ces deux composés sont très-solubles dans l'eau ; le sel acide se dissout dans 10 parties d'alcool absolu bouillant, le sel neutre dans 25 à 30 parties environ. Cette solubilité est suffisante pour essayer la réaction indiquée plus haut. J'ai fait l'analyse de ces deux sels en les calcinant en présence de l'acide sulfu-

rique pur, de manière à former du sulfate de lithine qui résiste au rouge sans décomposition.

L'analyse faite pour chacun sur 3^{gr},805 de sel et rapportée à 100 grammes, m'a donné :

Pour le sel acide :

Lithium 3,359

La quantité théorique tirée de la formule

$$\left. \begin{array}{l} \text{C}^{10}\text{H}^{15}\text{O}^3 \\ \text{Li} \\ \text{H} \end{array} \right\} \text{O}^2 \text{ serait : Lithium 3,365}$$

Pour le sel neutre :

Lithium 6,537

La formule

$$\left. \begin{array}{l} \text{C}^{10}\text{H}^{14}\text{O}^2 \\ \text{Li}^2 \end{array} \right\} \text{O}^2 \text{ correspond à : Lithium. 6,542}$$

Les autres sèbates alcalins ou alcalino-terreux ont été obtenus. Toutefois, j'ai vérifié l'action du sèbate neutre d'ammoniaque sur les sels de fer : il précipite instantanément les sels ferriques, le sèbate formé est couleur chair ; dans les sels ferreux, on obtient un louche, mais au bout de quelques minutes seulement et avec de l'habileté, on arriverait à séparer un mélange des deux. Son action diffère néanmoins de celle du succinate d'ammoniaque, ce que je tenais à constater.

Tous les sèbates alcalins sont anhydres, et pas déliquescents. Leur saveur est salée ; ils sont tous solubles dans l'eau, mais une légère ébullition les altère et le liquide contient un mélange de sèbate neutre, de sèbate acide et même d'acide sèbacique libre. Il faut en excepter toutefois les sèbates neutres de sodium et de lithium, qui conservent une composition constante. Ils sont insolubles dans l'alcool, sauf toutefois les sels de lithium, insolubles dans tous les autres dissolvants. Ils ont tous fort peu de tendance à une cristallisation bien définie. Aucun n'est volatil sans altération ; ils se décomposent vers 140°, noircissent, s'enflamment en laissant un

résidu d'oxyde. L'addition de traces d'acides dans leur solution produit instantanément une gelée épaisse d'acide sébatique.

2° SÉBATES MÉTALLIQUES PROPREMENT DITS. — Leur insolubilité dans l'eau ne permet guère de les obtenir que par double décomposition. J'ai choisi à cet effet le sébate de sodium neutre, qui ne s'altère pas et possède toujours une composition identique.

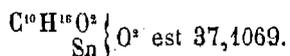
Sébate stanneux. — Pour éviter les redites, j'indiquerai cette fois seulement avec détails les procédés que j'ai suivis tant pour la préparation que pour l'analyse de chaque sel.

Je l'obtiens en ajoutant à quelques grammes de chlorure stanneux en solution dans très-peu d'eau, une solution concentrée de sébate de sodium. Le précipité recueilli sur filtre est lavé jusqu'à disparition du sébate ajouté en excès, puis desséché à l'étuve à une température de 60° à 70°. Ce sont des paillettes d'un blanc jaunâtre, grasses au toucher, insolubles dans l'eau, l'alcool et l'éther. J'ai suivi pour l'analyse le procédé suivant: 3^{gr},781 de sel parfaitement sec ont été maintenus à l'étuve à une température de 110° jusqu'à ce qu'une nouvelle pesée n'indiquât plus de perte de poids. A ce moment, le composé ne pesait plus que 3,594, soit 0,187 pour l'eau de cristallisation.

Par calcination de ces 3,594 avec quelques gouttes d'acide nitrique, j'ai obtenu 1,7833 d'acide métastannique de formule $\text{Sn}^3 \text{O}^{10}$, renfermant 1,4027 d'étain, soit pour 100 parties :

Étain . . . 37,0486,

La quantité théorique correspondant à la formule



Pour obtenir l'eau de cristallisation, je rapporte les deux poids 3,594 et 0,187 aux poids atomiques respectifs du sébate d'étain et de l'eau $\text{H}^2 \text{O}$, ce qui donne :

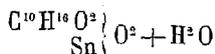
Pour le premier : 0,0113; pour le second : 0,01038.

Le rapport entre ces deux quantités est :

$$\frac{0,0113}{0,01038} = 1,08$$

ou sensiblement 1 molécule d'eau.

La formule du sébate stanneux est donc



Sébate cuivreux. — C'est un précipité blanc gélatineux que l'on obtient en versant une solution de sébate de sodium dans une solution de chlorure cuivreux récemment préparé, dans l'eau distillée bouillie. Il passe immédiatement à l'état de sébate cuivrique qui cristallise en petites aiguilles possédant la couleur du verdet. Chauffé, ce dernier sel s'altère sans se décolorer. Il renferme 24,013 p. 100 de cuivre.

La formule $\text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{O}^2 \left. \vphantom{\text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{O}^2} \right\} \text{Cu} \left. \vphantom{\text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{O}^2} \right\} \text{O}^2$ correspond à 24,0986.

Sébate de cadmium. — Je l'obtiens en précipitant le sulfate de cadmium par le sébate de sodium; ce sont de petites paillettes blanches s'accolant avec la plus grande facilité: 2,79 de sel amenés à l'état de sulfate m'ont donné pour 100 parties:

Cadmium. 35,789

La formule $\text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{O}^2 \left. \vphantom{\text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{O}^2} \right\} \text{Cd}^2 \left. \vphantom{\text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{O}^2} \right\} \text{O}^2$ correspond à . 35,897

C'est un sel anhydre.

Sébate ferreux. — Je l'obtiens en versant le sébate de sodium dans une solution de sulfate ferreux pur. Au bout de quelques minutes, il se forme un précipité blanc gélatineux d'un vert grisâtre qui prend bientôt à la partie supérieure une teinte couleur chair en passant à l'état de sel ferrique. Ce dernier est amorphe, anhydre et m'a donné pour 100 parties:

Fer. 15,701

La formule $3 \text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{O}^2 \left. \vphantom{3 \text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{O}^2} \right\} \text{Fe}^2 \left. \vphantom{3 \text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{O}^2} \right\} \text{O}^2$ correspond à 14,8303.

Sébate d'uranium. — Je précipite le nitrate d'uranium par le sébate de sodium. Ce sont des mamelons jaunâtres, anhydres.

Dosés à l'état de $Ur^2 O^3$, ils m'ont donné pour 100 :

Uranium 50,834.

La formule $\begin{matrix} C^{10}H^{16}O^3 \\ 2 Ur O \end{matrix} \} O^2$ correspond à . 50,747.

Sébate de manganèse. — Je l'obtiens par double décomposition avec le chlorure de manganèse et le sébate de sodium.

C'est un sel rosé, très-léger, qui cristallise facilement en fines aiguilles soyeuses terminées par des pyramides. Une partie se dissout dans 200 parties d'eau bouillante.

Dosé à l'état de $Mn^2 O^3$, il m'a donné pour 100 :

Manganèse 21,560.

La formule $\begin{matrix} C^{10}H^{16}O^3 \\ Mn \end{matrix} \} O^2$ correspond à . 21,468.

Il retient en outre 4 molécules d'eau de cristallisation.

Sébate de chrome. — Je précipite la solution de sulfate de chrome par celle de sébate de sodium : c'est une poudre amorphe, anhydre, d'un vert pâle, qui dosée à l'état de $Cr^2 O^3$ m'a donné :

Chrome 14,731.

La formule $\begin{matrix} 3 C^{10}H^{16}O^3 \\ Cr^2 \end{matrix} \} O^2$ correspond à . 14,822.

Sébate de glucine. — Je l'obtiens par action du sébate de sodium sur le chlorure de glucinium. Ce sont des paillettes blanches s'accolant les unes aux autres, anhydres. Dosées à l'état de $Gl^2 O^3$, elles m'ont donné pour 100 :

Glucinium 2,9875.

La formule $\begin{matrix} 3 C^{10}H^{16}O^3 \\ Gl^2 \end{matrix} \} O^2$ correspond à . 3,0067.

Les autres sébates sont connus et la liste en est aujourd'hui complète.

En résumé, les sébates métalliques cristallisent la plupart en paillettes distinctes si on les sèche à l'air libre, mais s'accolant avec grande facilité. Les sébates de cuivre et de man-

ganèse ont seuls une forme bien déterminée, encore faut-il pour l'apercevoir faire usage du microscope.

Ils sont tous anhydres, insolubles dans l'eau et les autres dissolvants, sauf toutefois les composés d'étain et de manganèse.

Aucun n'est volatil, la chaleur les noircit, puis les décompose. L'action des alcalis et du carbonate d'ammoniaque varie suivant la nature du sel : les sébates de plomb et de fer donnent naissance à des composés basiques, les autres sels se dissolvent immédiatement. Avec le sébate de cuivre, on obtient, par addition d'ammoniaque, une solution d'un bleu pourpré magnifique ; les sels de nickel et de cobalt se comportent de même. Par évaporation ménagée, ces solutions abandonnent de larges paillettes d'un fort bel éclat, mais qui, même à l'air libre, abandonnent l'alcali et repassent à l'état de sel ordinaire. Cette propriété, la bibasicité de l'acide sébacique, m'avaient tout d'abord fait croire à la possibilité d'obtenir des sels doubles, mais tous mes essais sont restés infructueux. J'ai inutilement tenté de faire bouillir le sébate acide de potassium avec les hydrates d'antimoine, de fer, de chrome : jamais la plus petite trace de métal n'est entrée en combinaison. L'ébullition prolongée des sébates de cuivre, de fer, de manganèse avec les sébates neutres de sodium ou d'ammonium ne m'a pas conduit à des résultats plus satisfaisants ; aussi suis-je tenté de considérer l'action des alcalis ou du carbonate d'ammonium comme un simple fait de dissolution, puisque même à l'air libre le composé engendré se détruit.

L'impossibilité du reste d'obtenir des sels doubles ou des émétiques se concevra facilement si on se souvient que les sels alcalins sont peu stables, que les sels acides ont la plus grande tendance à se dédoubler en un mélange de sel neutre et d'acide sébacique, comme je l'ai constaté à plusieurs reprises. L'action chimique ne peut plus dès lors avoir lieu.

4° De deux composés nouveaux, la sébanilide et l'acide sébanilique. — Des sébanilates.

Après les sébates minéraux, les sébates organiques.

On n'a pas tenté jusqu'ici de combiner l'acide sébacique à l'aniline, une des amines aromatiques les plus importantes.

Sébate acide d'aniline. — Dans une solution bouillante de 10 grammes d'acide sébacique dans 300 grammes d'eau distillée, j'ajoute goutte à goutte 5 grammes d'aniline pure. Après une demi-heure environ d'une ébullition ménagée, les dernières gouttelettes huileuses ont disparu; on filtre et par refroidissement on aperçoit de petites paillettes miroitantes qui nagent dans un liquide légèrement coloré. Après dessiccation à l'étuve, on les dissout dans l'éther bouillant et par refroidissement on obtient de magnifiques houppes soyeuses, formées de fines aiguilles groupées autour d'un nucléus central.

Le sébate acide d'aniline est soluble dans 10 parties d'eau bouillante environ, peu soluble dans l'eau froide, soluble dans l'alcool et surtout dans l'éther. Il est très-acide au papier; il fond vers 135°, puis se volatilise sans altération.

Les alcalis sont sans action à froid et par ébullition mettent en liberté, mais fort difficilement, l'aniline. Les acides le dissolvent à froid sans altération et par ébullition régénèrent l'acide sébacique avec formation d'un sel de phénylamine.

J'ai dosé l'azote de ce composé et je vais indiquer une fois pour toutes la marche que j'ai suivie dans toutes les analyses de ce genre.

Je me sers du procédé de Will et Warrentropp, qui consiste à calciner à haute température le produit à analyser avec la chaux sodée, de manière à fournir à l'azote la quantité d'hydrogène nécessaire pour le faire passer à l'état d'ammoniaque. Le gaz est recueilli dans une solution d'acide

oxalique titrée, saturée exactement à volumes égaux par une solution de soude caustique. On calcule par différence le nombre de centimètres cubes neutralisés par l'ammoniaque.

0,451 de sébate acide d'aniline ont neutralisé exactement 1^{cc},5 de la solution acide, représentant par centimètre cube 0,014 d'azote. Par suite, 100 parties du composé renfermeraient :

Azote 4,6563.

La formule $\left. \begin{array}{l} C^{10}H^{16}O^2 \\ AzC^6H^8 \\ H \end{array} \right\} O^2$ correspond à . 4,7457.

Ce sel est anhydre.

Sébate neutre d'aniline. — Je le prépare comme le précédent, mais en ajoutant à 10 grammes d'acide sébacique, 10 grammes d'aniline, quantité indiquée par la théorie et confirmée par la pratique.

Il se dépose de sa solution étherée en aiguilles opaques, agglomérées, bien moins nettes que les précédentes.

Ce sel est insoluble dans l'eau froide, assez soluble dans l'alcool. Ses propriétés chimiques sont celles du composé précédent, mais il retient plus énergiquement l'aniline combinée.

Le dosage de l'azote fait sur 0,324 de produit m'a donné pour 100 :

Azote 7,1762.

La formule $\left. \begin{array}{l} C^{10}H^{16}O^2 \\ AzC^6H^8 \\ AzC^6H^8 \end{array} \right\} O^2$ correspond à . 7,2164.

Dans les préparations précédentes, une partie de l'aniline se résinifie au contact de l'eau ; il faut quatre à cinq cristallisations dans l'éther pour obtenir un sel blanc. J'avais pensé éviter ces inconvénients et arriver au même but en chauffant directement vers 130°, poids égaux d'acide sébacique et d'aniline. Au bout de 20 minutes de chauffe, l'acide était totalement entré en dissolution et le liquide prit soudain une teinte rouge violacée intense. A ce moment, je recueillis dans le récipient de nombreuses gouttelettes d'eau tenant en suspension un peu d'aniline entraînée. Par refroidissement, le

contenu de la cornue se prit en une masse rouge-violet très-dure qui se pulvérisa très-difficilement. L'alcool bouillant, qui dissout fort bien les deux sels étudiés plus haut, entraînait difficilement le résidu et il me fallut près de 400 grammes d'alcool à 90° bouillant pour dissoudre le tout. Par filtration, il abandonnait instantanément des paillettes violacées brillantes; le liquide surnageant était franchement rouge et très-acide. J'avais affaire à de nouveaux composés qui devaient être des produits de transformation des sèbates d'aniline engendrés dès le début de l'opération.

Pour éliminer cette matière résineuse violette, je repris à quatre ou cinq reprises différentes le composé séparé par filtration de la liqueur rouge surnageante, par l'alcool à 96°; mais les paillettes gardaient leur coloration; le sulfure de carbone, la glycérine, le chloroforme, l'essence de térébenthine n'eurent pas plus d'action. Je songeai alors à employer l'alcool absolu qui, à 30° ou 40°, dissout une forte proportion du produit et à laisser la solution en contact avec le noir animal à cette température pendant plusieurs heures. Par filtration, j'obtins alors des paillettes parfaitement blanches qui par dessiccation possédaient l'aspect nacré et miroitant du mica. Restait maintenant à démontrer la nature de ce composé-et à en faire l'analyse.

J'y recherchai avant tout la présence de l'aniline: une ébullition de plusieurs heures avec les alcalis ou les acides ne mit pas en liberté la plus faible trace d'aniline, le produit n'avait subi aucune altération. Je calcinai alors 10 centigrammes environ du produit avec poids égal de potasse caustique, en ayant soin de recueillir le liquide qui passerait à la distillation. La sensibilité des réactifs signalés par M. Jacquemin pour la recherche de l'aniline m'assurait de pouvoir déceler les moindres traces de cet alcaloïde.

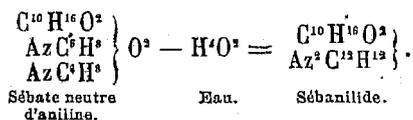
Je recueillis 5 à 6 gouttes d'un liquide qui, étendu de 5 grammes d'eau, me servit à faire les réactions suivantes: j'emploie pour chaque réaction 25 gouttes de la solution où je recherche l'aniline, étendue de 150 grammes d'eau. J'ob-

tins : avec le *chlorure de pyrogalloferrine*¹, coloration violette immédiate.

Par addition d'une goutte de phénol et quelques gouttes d'hypochlorite de soude.	}	Au bout d'une minute, coloration bleue intense, due à la production du bleu d'érythrophénate de soude, visible encore en étendant à $\frac{1}{4}$ litre d'eau.
Par addition de quelques gouttes d'hypochlorite de soude, puis de traces de sulfure ammoniac.	}	Production d'une coloration rose intense, due à la formation de la rhodéine, encore manifeste en amenant le volume d'eau à 1 litre.

Avec une liqueur aussi peu riche en aniline, l'hypochlorite de chaux, réactif ordinairement employé, ne donne qu'une faible teinte violette. Le nouveau composé qui avait pris naissance renfermait donc manifestement les éléments de l'aniline, mais profondément dissimulés ; sa complète neutralité, ses caractères en général négatifs, les circonstances dans lesquelles il s'était produit, me suggérèrent de suite l'idée qu'il devait appartenir à la grande classe des Anilides découverte par Gerhardt.

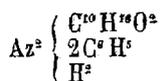
On conçoit, en effet, que le sébate neutre d'aniline, tout d'abord formé, cède à une température de 140° à 160° les éléments de deux molécules d'eau pour donner l'anilide correspondant. Ce procédé de préparation est général pour obtenir avec les sels ammoniacaux les amides, avec les sels d'aniline les anilides :



Typiquement, ce composé dérive d'une double molécule d'ammoniaque dans laquelle deux d'hydrogène sont remplacés par deux fois le radical monoatomique Phényle, les deux

1. Ce réactif s'obtient, au moment du besoin, en ajoutant à 5 grammes d'acide pyrogallique en solution dans un litre d'eau, 7^{gr},50 de perchlorure de fer à 30°. (Jacquemin.)

autres par le radical Sébacyle. C'est donc une véritable alcalamide, et la sébanilide a pour formule typique :



L'analyse élémentaire a pleinement justifié cette hypothèse :

L'azote, tout d'abord, dosé par le procédé déjà indiqué dans 0,3312 de produit m'a donné, rapporté à 100 parties :

Azote : 7,8621.

La formule ci-dessus correspond à

Azote : 7,9545.

Pour la recherche de l'hydrogène et du carbone, j'ai calciné une autre portion du produit avec l'oxyde de cuivre, en ayant soin de recueillir, avec toutes les précautions voulues, l'eau et l'acide carbonique engendrés pendant la calcination. L'oxygène est dosé par différence, en tenant compte de la quantité d'azote obtenue.

Deux échantillons, purifiés et séchés à 100°, donnèrent à l'analyse :

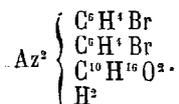
1 ^{er} échantillon pesant 0,3960 . . .	}	CO ² = 1,087
	}	H ² O = 0,566
2 ^e échantillon pesant 0,3874 . . .	}	CO ² = 1,0642
	}	H ² O = 0,5547.

Soit pour 100 parties :

		La formule théorique Az ² C ²² H ²⁸ O ³ correspond à :
I.	II.	
C 73,8622	73,9190	75
H 8,9405	8,9547	7,9545
O 9,3352	9,2642	9,091
Az 7,8621	7,8621	7,9545
100,0000	100,0000	100,0000

Propriétés. — La sébanilide cristallise en petites paillettes nacrées, rectangulaires, neutres, anhydres, d'une excessive légèreté. Elle est inodore, insipide, plus légère que l'eau. Elle est insoluble dans l'eau même bouillante, peu soluble dans l'éther, soluble dans l'alcool à 96° et surtout dans l'alcool absolu. Elle fond de 205° à 210°, se sublime en partie

brome, le liquide se décolore après quelques heures en dégageant de l'acide bromhydrique ; par addition d'eau, on obtient une poudre amorphe insoluble dans le chloroforme, soluble dans l'alcool absolu bouillant, qui abandonne de fines aiguilles incolores. Elles brûlent avec une flamme violacée, et par calcination avec la chaux pure et transformation en bromure d'argent, elles ont présenté la composition :

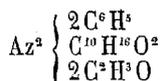


C'est donc de la sébanilide bibromée.

L'acide nitrique fumant résinifie le composé et le détruit.

L'acide étendu colore le liquide en jaune, et bientôt on perçoit une odeur manifeste d'essence d'amandes amères, due à la formation de nitrobenzine, dont j'ai constaté en effet l'existence. L'eau précipite une matière résineuse jaune rougeâtre qui cède à l'éther une résine rouge, à l'alcool une résine jaune qui se déposent en mamelons. Une seule fois j'ai pu recueillir quelques cristaux incolores qui détonaient par chauffe sur la lame de platine. L'action est trop vive, la sébanilide est détruite en partie.

Enfin, un simple examen de la formule fait concevoir la possibilité de remplacer les deux d'hydrogène libres par des radicaux acides. En chauffant dans un appareil à reflux la sébanilide en solution dans l'acide acétique cristallisable avec le chlorure d'acétyle, j'ai obtenu par refroidissement de petites houppes radiées qui nageaient dans la liqueur. Traitées par l'eau, puis dissoutes dans l'alcool, elles m'ont donné de fines aiguilles que j'ai calcinées avec la potasse caustique. Le résidu contenait de l'acétate de potasse : chauffé avec l'acide arsénieux, il dégageait l'odeur caractéristique de l'oxyde de cacodyle, précipitait en rouge les persels de fer, etc. Le composé formé dans la réaction est de la sébanilide diacétylée de formule :



Toutes ces réactions confirment pleinement la constitution moléculaire que j'ai assignée à la sébanilide.

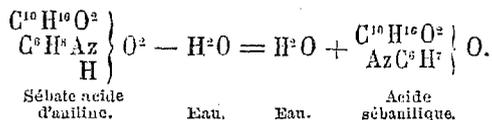
Acide sébanilique. — Des sébanilates.

J'ai fait remarquer que la sébanilide impure se déposait au sein d'un liquide alcoolique coloré en rouge et fortement acide.

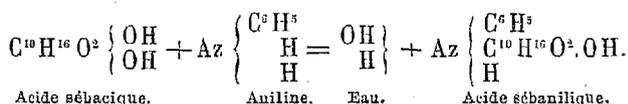
L'addition à ce liquide d'une faible quantité d'eau amène la précipitation d'un peu de sébanilide légèrement soluble.

En distillant la solution pour retirer l'alcool, on aperçoit vers la fin des gouttelettes huileuses, rouges, qui surnagent l'eau. Par refroidissement, elles se concrètent en une sorte de matière résinoïde nageant dans un liquide presque neutre. Je croyais primitivement à l'existence d'un excès d'acide sébacique resté en dissolution dans l'alcool. Dans le cas présent l'élimination de la résine rouge était facile : par ébullition avec l'ammoniaque aqueuse, l'acide entra en combinaison et, après filtration, j'obtins un liquide parfaitement incolore qui par addition ménagée d'acide chlorhydrique étendu donna naissance à un précipité blanc, gélatineux, très-volumineux. Après dessiccation, je tentai la dissolution dans l'alcool bouillant. L'éther me donna de meilleurs résultats, et par refroidissement j'obtins de magnifiques aiguilles prismatiques très-nettes. Par calcination avec la potasse caustique, j'y recherchai de suite l'aniline et aucune des réactions ci-dessus désignées ne me fit défaut. J'avais donc aussi isolé un nouveau produit contenant les éléments de l'aniline et qui ne pouvait être que l'acide sébanilique.

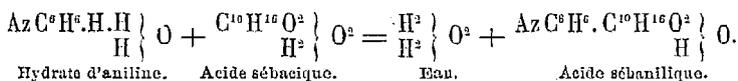
On conçoit en effet qu'en chauffant modérément poids égaux d'aniline et d'acide sébacique, il se forme à la fois du sébate neutre et du sébate acide d'aniline. En élevant la température, ce dernier sel, tout comme le précédent, peut perdre les éléments de l'eau et se convertir en acide anilé d'après l'équation suivante :



Typiquement, ce corps dérivera encore de l'aniline, mais d'une seule molécule par substitution à 1 d'hydrogène du résidu monoatomique d'un acide bibasique. Dans l'acide sébacique en effet, le radical sébacyle $C^{10}H^{16}O^2$ est diatomique et uni à deux d'oxyhydre $C^{10}H^{16}O^2 \left\{ \begin{array}{l} OH \\ OH \end{array} \right.$ mais en perdant un de ces oxyhydres pour former de l'eau, le résidu $C^{10}H^{16}O^2.OH$ devient monoatomique, et c'est lui qui se substitue, pour engendrer notre composé, à 1 d'hydrogène de l'aniline :



Pour faire ressortir, à simple inspection de formule, les fonctions acides de ce corps et la constitution de ses sels, je préfère conserver aux acides anilés la constitution adoptée pour les sels amidés et par conséquent considérer l'acide sébanilique comme dérivant de l'hydrate d'aniline par substitution du radical diatomique sébacyle à 2 d'hydrogène de l'anilium :



A première vue, on aperçoit desuite que l'acide est monoatomique et renferme 1 hydrogène, remplaçable par du métal.

Le dosage de l'azote, effectué sur 0,492 de produit, m'a donné pour 100 parties :

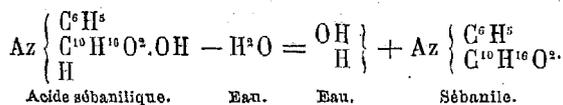
Azote. 4,9873
La formule théorique correspond à 5,0541

L'analyse du carbone et de l'hydrogène m'a donné, pour 100 parties du composé (l'oxygène est calculé par différence) :

	Trouvé.	Théorie.
C	= 68,9843 — 69,1942	69,314
H	= 8,3942 — 8,2456	8,3032
O	= 17,6342 — 17,5729	17,3287
Az	= 4,9873 — 4,9873	5,0541
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 100,0000	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 100,0000
		<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 100,0000

Propriétés. — L'acide sébanilique cristallise en aiguilles fines aciculaires, d'un éclat argenté, dépendant du troisième système et pouvant atteindre jusqu'à 2 centimètres de longueur si on laisse la solution étherée s'évaporer lentement sous la cloche à acide sulfurique. Elles sont inodores, de saveur acide, presque insolubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'eau bouillante; l'alcool les dissout bien, les autres dissolvants n'entraînent que des traces, l'éther seul en dissout son propre poids. Sa réaction est très-acide.

L'acide phénylsébanique fond de 132° à 135°, se prend en masse radiée par refroidissement. Vers 160°, il fournit par distillation sèche une huile jaune, épaisse, qui se concrète en partie par refroidissement et ne contient pas d'aniline. L'addition ménagée d'éther laisse comme résidu une poudre blanche, neutre, insoluble dans les alcalis, se déposant d'une solution alcoolique bouillante en poudre cristalline. C'est probablement la phénylsébanimide ou sébanile déjà obtenue par distillation sèche de la sébanilide. Toutefois, il n'y a pas ici dégagement d'aniline, mais simplement élimination d'eau:



Les alcalis ne l'altèrent pas à l'ébullition; comme on l'a vu, la potasse fondue dégage de l'aniline avec résidu de sébate de potassium. La solution aqueuse, froide, très-peu chargée du reste, précipite directement les sels d'argent seuls.

L'acide sébanilique a les plus grandes tendances à engendrer des sels; il est surtout très-avide d'ammoniaque.

Sébanilate d'ammoniaque. — Tous les sébanilates alcalins ou alcalino-terreux s'obtiennent par simple saturation de la

solution aqueuse au moyen de l'hydrate ou du carbonate. Le sel ammoniacal est une sorte de gelée qui, par addition d'alcool, se précipite sous forme de poudre cristalline blanche. Il est très-avide d'eau : sa solution ne donne rien par l'hypochlorite de soude.

Les sels de potassium et de sodium cristallisent en solutions aqueuses en fines aiguilles insolubles dans l'alcool.

Le sel de baryum, soluble à l'ébullition, se précipite par refroidissement en flocons volumineux. Son analyse m'a servi à démontrer la monobasicité de l'acide sébanilique.

Le sel de calcium est une poudre blanche amorphe, soluble dans l'eau bouillante. Le sel de strontium est identique.

Quant aux sébanilates métalliques, on les obtient par double décomposition avec le sébanilate d'ammoniaque. Ils n'ont rien de particulier : ce sont des poudres cristallines, insolubles dans l'eau, l'alcool et tous les dissolvants. Par calcination avec la potasse, tous dégagent de l'aniline.

Le sel de cuivre est un précipité bleu clair, le sel d'argent un précipité blanc caillebotté, le sel ferrique un précipité rouille, le sel de cobalt un précipité rose, etc.

En résumé, l'action de la chaleur sur poids égaux d'acide sébacique et d'aniline engendre un composé neutre presque insoluble dans l'alcool froid, la sébanilide, un composé acide très-soluble dans l'alcool froid, l'acide sébanilique, tous deux souillés d'une résine violette et d'une résine rouge faciles à éliminer par les procédés que j'ai indiqués. Pour en éviter, autant que possible, la production, je conseille d'employer une aniline incolore et bouillant à 180°; l'apparition de la teinte rouge-violet indique la fin de la réaction. Je conseille de plus de n'opérer que sur 10 grammes de chaque matière : avec des proportions plus fortes, on saisit mal la fin de la préparation, on chauffe trop ou pas assez.

On obtient ainsi environ 8 grammes de sébanilide et 6 grammes d'acide sébanilique.

Je suis arrivé aux mêmes résultats en chauffant directement le sébate neutre d'aniline ou le sébate acide : le sébate

d'éthyle, chauffé dans un appareil à reflux avec une solution alcoolique d'aniline, m'a également fourni la sébanilide.

Enfin, au lieu de reprendre la masse refroidie et pulvérisée par l'alcool à 96°, opération toujours longue et qui nécessite l'emploi d'une grande quantité de dissolvant, je fais maintenant bouillir la poudre avec une solution aqueuse d'ammoniaque qui entraîne l'acide phénylsébamique sans toucher à la sébanilide. Le résidu égoutté est mélangé au mortier avec le noir animal, desséché au bain-marie, puis épuisé par l'alcool absolu : ce procédé est rapide et permet d'obtenir du premier jet des composés d'une pureté irréprochable.

Éthers neutres. — Aperçu sur les éthers acides.

On connaît les sébates neutres de méthyle et d'éthyle. J'ai préparé ceux d'amyle et de capryle.

Sébate d'amyle. — L'éther amylsébacique s'obtient facilement en faisant passer à refus un courant d'acide chlorhydrique lavé et desséché à travers une solution chaude d'acide sébacique dans l'alcool amylique pur. Le liquide prend rapidement une teinte rouge violacée intense, qui se produit du reste toutes les fois qu'on met l'alcool amylique en présence des agents avides d'eau : j'ai observé cette coloration avec le chlorure de zinc, l'acide sulfurique, etc., sans pouvoir m'en rendre compte et bien que l'alcool amylique soit pur et distille à 132°. L'addition d'eau, chose curieuse, la fait disparaître.

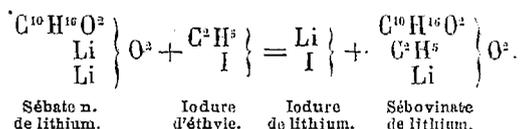
Le résidu de l'opération est étendu d'eau, lavé avec une solution alcaline étendue, puis avec une eau chargée d'acide acétique qui dissout l'alcool amylique non transformé. Le produit décanté, séché sur du chlorure de calcium, est soumis à la distillation, pour séparer le chlorure d'amyle : on obtient

ainsi un liquide visqueux, noirâtre, qui possède une odeur de pommes reinettes. On ne peut le rectifier au thermomètre, ce qui se conçoit facilement, car le sébate d'éthyle bout déjà à 360°. Pour obtenir cet éther incolore, il faut le distiller dans le vide. Il brûle avec une flamme éclairante, se dédouble par action de la potasse en alcool amylique et acide sébacique. Si on le mélange à une solution aqueuse d'ammoniaque que l'on agite de temps en temps, on aperçoit au bout de quelque temps un dépôt blanc amorphe de sébamide. L'alcool amylique mis en liberté surnage le liquide.

Sébate de capryle. — Je le prépare comme le précédent. C'est un liquide aussi visqueux que la glycérine, possédant une odeur d'ananas. Pour l'obtenir pur et incolore, il faut aussi le rectifier dans le vide. Ses propriétés physiques et chimiques sont celles du sébate d'amyle.

Jusqu'à ce jour, on n'a pu parvenir à préparer de sébovinates et à isoler par suite l'acide sébovinique ou éthylsébacique. Les procédés généralement conseillés pour la préparation de ces corps n'engendrent jamais que des éthers neutres, et pourtant l'éther acide doit exister, puisque Rowney prétend avoir obtenu un mélange de sébamide et d'acide sébamique par action de l'ammoniaque sur le produit brut provenant de l'éthérification d'une solution alcoolique d'acide sébacique par un courant d'acide chlorhydrique.

La solubilité suffisante du sébate neutre de lithine dans l'alcool absolu me fait entrevoir la possibilité d'obtenir un sébovinate de lithine par action d'un poids calculé d'iodure d'éthyle sur ce sel dissous à chaud dans l'alcool. Cette action chimique se conçoit aisément :



Je maintiens le mélange au bain-marie pendant plusieurs

heures en condensant les vapeurs dans un appareil à reflux. Le liquide distillé pour recueillir l'alcool en majeure partie ne contient plus d'iodure d'éthyle, et par refroidissement, le résidu liquide de la cornue abandonne des cristaux prismatiques d'iodure de lithium entremêlés de fines aiguilles fort déliquescentes. La difficulté consiste à séparer ces deux corps : les différents dissolvants ne m'ont pas donné de résultats ; peut-être serais-je plus heureux en transformant primitivement les deux composés en sels de baryum ou de plomb. Je poursuis actuellement mes recherches dans ce sens.

Ici se termine mon travail : le cadre du sujet, un peu vaste pour être traité en si peu de temps, présente bien des lacunes que je me propose de combler peu à peu. Si toutefois, dans son ensemble, cette étude possède quelque valeur, tout le mérite en revient à mes savants et dévoués professeurs, dont les sages conseils et les féconds enseignements, m'ont mis à même d'entreprendre ce travail. Qu'ils me permettent de leur en exprimer ici ma profonde et sincère reconnaissance.

Les résultats de mes recherches peuvent se résumer ainsi :

1° Étude botanique du Pignon d'Inde (*Jatropha Curcas*) suivie depuis la germination jusqu'à la disparition des fleurs ;

2° Étude botanique des Ricins de l'Inde et de Syrie. Le premier est le *Ricinus communis africanus*, le second le *Ricinus communis lividus* ;

3° Étude histologique du Pignon, du Ricin, du *Croton Tiglium*, de l'*Euphorbia Lathyris*. Présence de stomates et de laticifères dans les enveloppes du Pignon. Clef dichotomique permettant de déterminer la nature de l'une de ces quatre graines voisines ;

4° Analyse des enveloppes et de l'amande du Pignon et du

Ricin. Présence de tanin ou d'acide gallique dans les enveloppes. Existence d'acide malique combiné dans l'albumen ;

5° Les globoïdes de l'aleurone sont constitués par un mallophosphate de calcium et de magnésium, soluble dans l'eau ;

6° Les cristalloïdes de l'aleurone sont constitués par une albumine végétale voisine de la sérine, et n'en différant que par l'action des acides minéraux ou organiques ;

7° A côté de cette albumine coagulable, se trouve un ferment soluble qui n'est influencé ni par l'action de la chaleur, ni par celle des acides. Il émulsionne et saponifie les huiles, transforme les cristalloïdes en peptones. Ce ferment à double action des semences oléagineuses peut être dit :

Pancréatique et Peptonifère.

Il se place en regard du ferment :

Diastasique et Peptonifère des graines amylacées ;

8° Extraction des huiles à froid. Examen des tourteaux. Propriétés physiques de l'huile de Pignon, propriétés chimiques : elle donne de l'œnanthol, de l'acide œnanthylrique, de l'aldéhyde et de l'alcool caprylique, de l'acide sébacique, dans les mêmes conditions que l'huile de Ricin. Elle renferme donc de la ricinoléine. La saponification y démontre en outre la présence d'oléine, de palmitine et de myristine en majeure partie. Tableau comparatif des caractères des deux huiles pures ;

9° L'essence de pétrole permet de retrouver dans l'huile de Ricin, la présence de l'huile de Jatropha ;

10° Procédé permettant de déceler l'existence de l'huile de Croton Tiglium dans l'huile de Ricin ;

11° Modifications apportées aux modes ordinaires de préparation et de purification de l'acide sébacique ;

12° Acide disébacique dans les produits secondaires, pouvant régénérer l'acide normal ;

13° Préparation des sébates alcalins et de neuf sels nouveaux :

Sébates de :	Li	Cd	Ur
	Sn	Fe	Cr
	Cu	Mn	Gl

14° Action de l'aniline sur l'acide sébacique : sels d'aniline. Préparation de deux dérivés nouveaux : un composé neutre, la sébanilide ; un composé acide, l'acide sébanilique. Dérivés de substitution ; sels que le dernier engendre ;

15° Préparation des éthers amyl et capryl-sébacique. Procédé qui permettra sans doute d'isoler l'acide sébovinique.



EXPLICATION DES PLANCHES.

- Fig. I:* Germination du Pignon d'Inde (grandeur naturelle).
a) Craquelure des téguments.
b) Axe hypocotylé.
c) Racine principale et racelles couvertes de poils absorbants.
- Fig. II:* Plantule lors de l'épanouissement des cotylédons (grandeur naturelle).
a) Feuilles cotylédonaires.
b) Gemmule.
c) Axe hypocotylé.
d) Radicelles.
- Fig. III:* Fleur mâle grossie environ 4 fois.
a) Sépales.
b) Pétales.
c) 1^{er} verticille de 5 petites étamines.
d) 2^e verticille de 5 grandes étamines.
- Fig. IV:* Ovaire et stigmates bifides de la fleur femelle (grossis 4 fois).
a) Ovaire.
b) 3 stigmates bifides et plumeux.
- Fig. V:* Plante entière réduite environ au dixième.
a) Tige creuse en sympode.
b) Entre-nœuds.
c) Bractées caduques.
d) Bourgeon axillaire avec bractées.
e) Feuilles palmatilobées, finement dentées sur les bords.
f) Inflorescence axillaire en corymbe composé.
g) Fleurs mâles périphériques nombreuses.
h) Fleurs femelles centrales peu nombreuses.
- Fig. VI:* Coupe transversale de la capsule triloculaire (grandeur naturelle).
a) Coupe transversale de la graine entière (enveloppes, albumen, cotylédons au centre).
b) Columelle.
c) Coupe transversale de l'ovaire.

Fig. VII : Coupe longitudinale du fruit (grandeur naturelle).

a) Épicarpe, *b*) mésocarpe, *c*) endocarpe.

d) Coupe transversale de la graine attachée à la columelle (funicule, caroncule, téguments, albumen, cotylédons).

Fig. VIII: I. Pignon d'Inde, grossissement un tiers, graine entière,

a) caroncule, *b*) raphé.

II. Coupe longitudinale : *a*) caroncule, *b*) téguments, *c*) cotylédons, *d*) embryon conique.

Fig. IX : Ricin de l'Inde (gross., 2 fois).

Fig. X : Croton Tiglium (gross., un quart).

Fig. XI : Euphorbia Lathyris (gross., 6 fois).

Fig. XII : Coupe tangentielle de la couche tégumentaire du Pignon d'Inde (gross., 60 fois).

a) Section hexagonale ou pentagonale des cellules, à membranes épaisses, fortement pigmentées.

b) Couches régulières de cellules prismatiques limitant les espaces vides.

c) Cavités sphériques ou elliptiques; ouvertures probables de stomates.

d) Parenchyme sous-jacent vu par transparence.

Fig. XIII : Coupe transversale des enveloppes (gross., 60 fois).

a) Cellules prismatiques tégumentaires à membrane épaisse, gorgées intérieurement de matière colorante; *a'a'*) mêmes cellules isolées.

b) Espaces vides du tégument externe.

c) Parenchyme à cellules ovales, vides, diminuant graduellement de volume.

d) Mêmes cellules avec punctuations (gross., 250 fois).

e) Sections de laticifères.

f) Fragment d'un vaisseau laticifère.

Fig. XIV : Coupe transversale montrant l'extrémité du raphé terminée en pointe (gross., 60 fois).

a) Cellules tégumentaires.

b) Cavités du tégument.

c) Parenchyme.

d) Cellules punctuées.

e) Sections de laticifères.

f) Raphé à son extrémité rempli de spirales trachéennes arrachées des vaisseaux.

Fig. XV : Coupe transversale du raphé renflé en son milieu (gross., 60 fois).

a, b, c, d, e, f) comme ci-dessus.

Fig. XVI: Coupe radiale du raphé (gross., 60 fois).

a, b, c, e) comme ci-dessus.

f) Vaisseaux trachéens.

g) Couche mince de fibres libériennes fusiformes, situées dans la portion la plus extérieure du raphé.

Fig. XVII: Coupe tangentielle faite dans le parenchyme (gross., 60 fois).

a, b, c) Portion de la couche tégumentaire (comme dans la *fig. XII*).

d) Parenchyme.

e, e, e) Vaisseaux laticifères, enfouis dans le parenchyme, ramifiés dichotomiquement et remplis de substance en substance de latex desséché et brun.

Fig. XVIII: Fibres isolées de la partie sclérenchymateuse des graines (gross., 50 fois.)

A du Pignon, B du Ricin, C du Croton, D de l'Épurge.

Fig. XIX: A Coupe transversale de ces fibres. Membranes épaisses stratifiées avec étroit lumen.

B Paquets de fibres isolées par désagrégation avec la mixture de Schultz.

Fig. XX: Pellicule argentée du Pignon d'Inde (gross., 250 fois).

a) Trachées.

b, c) Cristaux octaédriques et prismatiques d'oxalate de chaux.

d) Concrétions framboisées de phosphates.

Fig. XXI: Caroncule du Pignon d'Inde (gross., 60 fois). (Coupe radiale.)

a) Cellules tégumentaires prismatiques, tapissant intérieurement le canal mycropytaire et diminuant graduellement de volume.

b) Canal mycropytaire oblitéré à sa base.

c) Parenchyme de cellules ovales vides.

d) Groupes de cellules du parenchyme pigmentées.

Fig. XXII: Couche tégumentaire du Ricin de l'Inde (gross., 60 fois).

a) Groupes irréguliers de cellules tabulaires irrégulièrement pentagonales ou hexagonales, ponctuées, gorgées d'une matière colorante brune.

b) Mêmes cellules ponctuées à parois à peine visibles, entièrement incolores.

Fig. XXIII: Couche tégumentaire du Croton Tiglium (gross., 60 fois).

Cellules ovales, à membranes épaisses, possédant une teinte brune uniforme.

Fig. XXIV : Albumen du Croton débarrassé des grains d'aleurone par action de la potasse concentrée (coupe tangentielle, gross., 60 fois).

- a) Cellules vides de l'albumen.
- b) Cellules sphériques spéciales remplies de rosettes cristallines d'oxalate de chaux.

Fig. XXV. Coupe tangentielle de la couche tégumentaire de l'Euphorbia Lathyris (gross., 250 fois).

- a) Lames de cellules prismatiques, à membranes épaisses, gorgées de matière colorante, correspondant aux saillies du réseau.
- b) Lames de parenchyme composé de cellules arrondies, vides, manquant par intervalles et correspondant aux dépressions du réseau privé de la première couche tégumentaire a).

Fig. XXVI : Coupe transversale des téguments de l'Euphorbia (gross., 250 fois).

- a) Cellules tégumentaires renflées en cône vers l'extérieur, disposées en courbe sinueuse.
- b) Parenchyme vide et incolore à 2 ou 3 rangées de cellules manquant quelquefois.
- c) Fibres ligneuses enchevêtrées, inégales et formant vers l'extérieur une courbe sinueuse.

Fig. XXVII : Pellicule argentée de l'Euphorbia Lathyris (gross., 60 fois).

- a) Portion plane à peu près sphérique correspondant à la troncature de la graine du côté de la chalaze.
- bb) Limites de cette portion aplatie.
- cc) Pellicule anhyste, sans trachées repliée sur les côtés de la graine.
- dd) Rosette de trachées, rayonnant en tous sens sur la troncature de la graine à partir de la chalaze.



ÉTUDE HISTOLOGIQUE

SUR LES

TÉGUMENTS SÉMINAUX DES ANGIOSPERMES

Par M. J. GODFRIN



INTRODUCTION.

L'objet du présent travail est l'étude microscopique des enveloppes séminales du groupe des Angiospermes. Il m'a semblé que des tissus qui parcourent un si long développement, qui pour la plupart s'éloignent si considérablement, à leur état adulte, de la consistance qu'ils avaient à leur naissance, devaient présenter des types de cellules intéressants à connaître.

Quelques travaux ont déjà été publiés sur ce sujet, mais ils n'embrassent qu'un nombre assez restreint d'espèces; j'ai cru qu'il est assez vaste et assez important pour justifier de nouvelles recherches. J'ai examiné les téguments de plus de cent graines appartenant aux principales divisions du groupe. Il m'a été possible de tirer de cet examen quelques lois générales sur la structure des téguments séminaux. Comme un certain nombre d'auteurs, cités plus loin, ont pensé que la composition du spermoderme pourrait être constante dans chaque famille et deviendrait ainsi un des caractères de la famille, j'ai cherché en même temps jusqu'à quel point cette proposition est fondée.

Les travaux relatifs à cette question sont tous récents l'historique est donc très simple.

M. Sempolowski¹ étudia quelques graines cultivées appartenant aux familles des Linées (*Linum*), des Papilionacées (*Lupinus*, *Vicia*, *Ervum*, *Pisum*, *Trifolium*, *Melilotus*, *Ornithopus*, *Anthyllis*, *Trigonella*, *Onobrychis*), et des Crucifères (*Brassica*, *Raphanus*, *Camelina*, *Sinapis*). Les descriptions données par cet auteur sont généralement exactes. Dans le chapitre II nous aurons cependant occasion de relever quelques détails, notamment sur la couche protectrice de la graine de Lin et sur la ligne lumineuse des Papilionacées.

Passant ensuite à des considérations générales sur les graines qu'il a examinées, l'auteur montre qu'il existe dans les téguments de toutes une couche dure, une couche susceptible de se gonfler (*Quellschicht*) et une couche colorante. La position de chacune de ces couches est très variable; la couche dure, par exemple, composée d'éléments à direction radiale, peut être formée aux dépens de l'épiderme, comme chez les Papilionacées, tantôt aux dépens de la deuxième ou de la troisième couche du testa (Lin et Crucifères).

M. Strandmark², après avoir analysé un grand nombre de graines (*Hydrophyllées*, *Tropéolées*, *Balsaminées*, *Solanées*, *Alsindées*, *Silénées*, *Légumineuses*, *Malvacées*, *Géraniacées*, *Convolvulacées*, *Cucurbitacées*, *Résédacées*, *Capparidées*, *Crucifères*, *Violacées*), arrive aux conclusions suivantes sur la structure du spermoderme : les assises cellulaires sont en nombre variable; le *Nemophila* n'en a que deux; les *Cucurbitacées* et les *Crucifères* en possèdent jusqu'à quinze, qui se partagent en cinq ou six couches différentes. Chez la plus grande partie des familles étudiées, il existe une couche protectrice qui se distingue par ses parois fortement épaissies. Les cellules de cette couche sont tantôt prismatiques, tantôt en forme de disques. Cette couche protectrice est or-

1. Sempolowski, *Beiträge zur Kenntniss des Baues der Samenschale*. Inaugural-Dissertation. Leipzig, 1874.

2. Strandmark, Joh. Edr., *Bidrag till Kännedomen om fröskalets byggnad*. Dissertation. Lund, 1874. Rapporté dans L. Just, *Botanischer Jahresbericht*, 1874.

dinairement formée d'une seule assise cellulaire; elle est à deux assises chez le *Geranium*. Enfin, cette couche peut être produite par l'épiderme ou par des assises plus ou moins profondes.

La différenciation de l'enveloppe de la graine se montre encore en ce que le contenu des cellules peut varier; des matières colorantes jaunes ou brunes se trouvent dans une ou deux couches, et quelquefois les parois cellulaires sont elles-mêmes colorées, principalement les couches protectrices. La couche colorée n'est cependant pas toujours la couche protectrice.

La structure de l'enveloppe séminale se montre constante dans le même genre; on observe des modifications constantes pour les espèces différentes. La structure du spermoderme a aussi quelque valeur comme caractère de famille; les *Papilionacées*, les *Mimosées* et les *Césalpiniées* ont des téguments semblables; entre les graines provenant des baies et des capsules des *Solanées*, il n'existe qu'une différence médiocre; il en est de même entre l'*Althaea* et l'*Hibiscus*.

Un autre travail sur la question qui nous occupe, embrassant aussi plusieurs familles, est celui de M. Lohde¹. Cet auteur s'occupe principalement de l'histoire du développement des graines qu'il examine, et est conduit à la structure de l'enveloppe de la graine mûre; il cherche ensuite à fixer aux dépens de quelles parties des téguments ovulaires se sont formées les différentes couches du spermoderme. L'auteur ne formule aucune loi générale sur la composition des téguments séminaux; il termine sa dissertation par une classification assez artificielle des graines étudiées, qu'il partage en cinq groupes suivant que la couche dure de leurs téguments provient :

I. Des couches externes du tégument externe de l'ovule (Portulacées, Balsaminées).

1. Lohde, *Entwicklungsgeschichte und Bau einiger Samenschalen*. Dissertation. Leipzig, 1874.

II. De l'épiderme du tégument unique de l'ovule (Solanées).

III. De la troisième couche de l'unique tégument de l'ovule (Convolvulacées).

IV. De la couche externe du tégument interne de l'ovule (Malvacées).

V. Enfin du nucelle (Oxalidées).

M. J. Chatin¹, suivant une voie analogue, nous apprend que, dans les familles qu'il a étudiées, l'enveloppe de la graine, de structure toujours très simple, se compose d'une couche unique de cellules cubiques à la face interne desquelles se trouve une lamelle formée par des parois cellulaires appliquées l'une contre l'autre.

Dans *la Graine des Légumineuses* de M. Chalon², nous trouvons une description très détaillée de l'enveloppe d'un grand nombre de graines de cette famille; dans ce travail, dont nous donnerons plus tard une analyse détaillée, l'auteur établit que dans toute la famille la carapace est construite sur le même type, et comme il n'a rencontré la même disposition dans aucune autre graine, il en conclut que chez les Légumineuses la structure du spermoderme est un signe caractéristique de la famille. Je n'ai rencontré aucun fait contredisant cette manière de voir.

Nous devons encore citer les travaux de MM. Fickel³ et Höhnel⁴ sur l'enveloppe de la graine des *Cucurbitacées*. L'examen des mêmes graines m'a conduit à quelques résultats différents de ceux émis par le dernier de ces auteurs.

1. J. Chatin, *Études sur le développement de l'ovule et de la graine dans les Scrofularinées, les Solanées, les Borraginées et les Labiées*. (Annales des sciences naturelles. 3^e série, XIX, 1874.)

2. J. Chalon, *la Graine des Légumineuses* (1^o Cellules de la carapace; 2^o l'Albumen). Mons, 1875.

3. J. Fr. Fickel, *Ueber die Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Samenschalen einiger Cucurbitaceen*. Leipzig, 1876.

4. Höhnel, *Morphologische Untersuchungen über die Samenschalen der Cucurbitaceen und einiger verwandten Familien*. Wien, 1876.

Ces divergences ont rapport au nombre des couches spermodermiques, qui, pour M. Höhnel, s'élèvent jusqu'à dix, tandis que je n'en ai jamais trouvé que six; à l'existence et à l'origine de la couche épidermique, pour laquelle je renvoie plus loin à la description de cette famille.

Tels sont les principaux ouvrages traitant spécialement de l'histologie des enveloppes de la graine, et dont les observations ont un certain caractère de généralité. Nous en trouvons d'autres où les auteurs, ayant en vue un sujet étranger à celui qui nous occupe, ont été amenés accidentellement et pour le besoin de leur cause à étudier quelques graines. Dans ce cas sont les recherches de M. Le Monnier sur les téguments de la Fève des marais¹, de M. Koch² et de M. Hanlein³ sur la semence de *Cuscuta*, de M. Gressner⁴ sur la graine de *Cyclamen*, de M. Schumann⁵ sur celle du genre *Canna*, de M. Nobbe⁶ sur les graines de *Lin*, de *Luzerne*, de *Trèfle*, de *Lupin*, de *Navet* et de *Moutarde*. Enfin, vient l'*Anatomie comparée des semences de Vicia et d'Ervum* du D^r Günther Beck⁷.

Ici se termine la liste des publications ayant trait à l'histologie des enveloppes de la graine.

Avant de passer à l'examen des espèces que j'ai étudiées, ce qui est l'objet du second chapitre de ce travail, j'ai cru

1. Le Monnier, *Recherches sur la nervation de la graine*. (Ann. des sciences naturelles. 5^e série, XVI, 1872.)

2. Koch, *Zur Entwicklungsgeschichte der Cuscuten*, *Verhandlungen des Heidelberger naturhistorischen-medicinischen Vereins*. Série I.

3. Hanlein, *Ueber den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Samenschale von Cuscuta europaea*. (Die Landwirtschaftl. Versuchstationen. Band XVIII, Heft 1.)

4. Gressner, *Zur Keimungsgeschichte von Cyclamen*. (Botanische Zeitung, 1874.)

5. Schumann, *Bau der Samenschale von Canna*. (Botanische Zeitung, 1874, page 190.)

6. F. Nobbe, *Handbuch der Samenkunde*. Berlin, 1876.

7. D^r Günther Beck, *Vergleichende Anatomie der Samen von Vicia und Ervum*. (Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes, k. k. Wiener Universität. Band LXXVII, 1878.)

utile de rassembler sous les yeux du lecteur, dans un premier chapitre d'Histologie générale, les principaux types de cellules que j'ai rencontrées, et d'indiquer comment ces cellules se réunissent pour former les différents tissus du tégument.

Enfin, dans le troisième chapitre, j'ai résumé, sur la composition du spermoderme, quelques lois générales que m'ont suggérées mes observations, et j'ai examiné si cette composition peut constituer un des caractères de la famille.

Ces recherches ont été exécutées au laboratoire de botanique de la Faculté des sciences de Nancy, sous la bienveillante direction de M. Le Monnier, qui n'a cessé de me prodiguer de précieux conseils. Que M. Le Monnier me permette de lui exprimer ici publiquement ma profonde reconnaissance.



CHAPITRE I^{er}.

HISTOLOGIE GÉNÉRALE DES ENVELOPPES DE LA GRAINE.

§ I. Des cellules.

Je n'ai pas l'intention de donner toutes les formes de cellules qui font partie des enveloppes de la graine; elles sont tellement nombreuses et passent de l'une à l'autre par des transitions si rapprochées, qu'un tel travail reviendrait à les décrire toutes. J'ai voulu seulement réunir les types dominants, dont les autres formes ne sont que des déviations, et auxquels elles peuvent être ramenées facilement. Je dois encore prévenir qu'aucune des cellules ne possède rigoureusement la forme géométrique à laquelle je l'ai quelquefois comparée; qu'il faut par conséquent, dans cette comparaison, considérer surtout l'aspect général de la cellule.

Après ces quelques remarques, nous pouvons aborder la description des différentes formes de cellules. Je les divise en trois groupes primordiaux: le premier comprend les cellules prismatiques, la base de ces prismes pouvant être polygonale, circulaire ou elliptique, et leur hauteur quelconque. Le second de ces groupes est composé des cellules fibreuses. Dans le troisième, le plus nombreux, je range toutes les autres cellules, souvent très irrégulières, qui ne peuvent se ramener à aucune forme géométrique simple.

PREMIER GROUPE. — *Cellules prismatiques.*

On observe dans ce groupe des éléments dont la hauteur est très grande relativement à la base, et que l'on désigne

habituellement sous les noms de cellules en palissades, en baguettes ou en colonnes, et d'autres, surbaissées, appelées cellules tabulaires. Quoique ces deux types soient bien tranchés, je n'ai pas cru devoir introduire leur séparation dans l'exposé qui va suivre, parce que nous rencontrerons, et quelquefois dans la même couche, toutes les formes intermédiaires, et que, d'autre part, les modifications que subissent les parois cellulaires dans les deux cas étant de même nature, cette distinction n'aurait aucun intérêt. Je négligerai donc complètement, ainsi que je l'ai déjà dit, la hauteur de ces cellules.

Le cas le plus simple est celui où toutes les parois de la cellule restent minces (épiderme du *Punica granatum*¹, du *Rubus fruticosus*², couche *c* du *Magnolia obovata*³, etc.).

Lorsque les parois deviennent résistantes, on peut diviser d'abord les cellules d'après le lieu de l'épaississement, et chacune des divisions ainsi formées se subdivisera d'après la nature de l'épaississement, c'est-à-dire selon que les parois demeureront lisses ou présenteront des ponctuations ou des dessins plus ou moins variés.

Parmi les différents modes d'épaississements des membranes, je considère comme le moins spécialisé, le plus proche de l'état précédent, celui qui se fait également sur toute la surface de la cellule.

L'épaississement uniforme se rencontre dans les cellules de la couche protectrice de *Paeonia officinalis*⁴, de *Nigella arvensis*⁵. — Les exemples d'épaississements généralisés offrant des dessins ou des ponctuations sont nombreux. Dans l'épiderme de *Delphinium Staphysagria*, d'*Illicium anisatum*⁶ et de *Staphylea pinnata*⁷, la cavité émet vers l'extérieur des

1. Pl. II, fig. 11 a.

2. Pl. II, fig. 8 a.

3. Pl. IV, fig. 5.

4. Pl. III, fig. 21.

5. Pl. III, fig. 14.

6. Pl. IV, fig. 2 et 7.

7. Pl. V, fig. 6 a.

prolongements, courts chez la première de ces graines, très développés et ramifiés dans la paroi cellulaire chez la seconde. Un autre type nous est fourni par quelques Papavéracées (*Eschscholtzia*, *Glaucium*¹), où les membranes de l'assise protectrice produisent des excroissances qui se dirigent vers l'intérieur de la cellule, et qui, en se pénétrant pour ainsi dire, la font paraître remplie de granulations. La couche dure du *Magnolia obovata*² est du même genre; les granulations sont assez grandes, sphériques; la cavité subsiste sous la forme d'une faible lacune entre quelques granulations voisines.

Parmi les cellules épaissies seulement à leur partie supérieure, nous citerons, comme exemples d'épaississements lisses, les cellules épidermiques d'un certain nombre de Renonculacées (*Adonis*, *Isopyrum*, *Helleborus*, *Aquilegia*, *Aconitum*³), de Caryophyllées (*Cucubalus*⁴, *Stellaria*⁵). Chez les Pomacées à noyau⁶, le Lin⁷, la paroi externe est presque entièrement gélifiée. Les cellules épidermiques de quelques Papavéracées (*Chelidonium*, *Glaucium*, *Argemone*⁸) ont les membranes externes striées radialement. Je n'ai pas rencontré de ponctuations canaliculées dans ce genre de cellules; ce fait s'explique facilement si l'on réfléchit que ces cellules, faisant presque toujours partie de l'épiderme de la graine, les ponctuations nuiraient à la solidité et à l'imperméabilité que l'épaississement est destiné à produire. Ce mode d'épaississement prend quelquefois une complication particulière: chez les *Papilionacées*, le *Zizyphus vulgaris*, les cloisons radiales possèdent à leur partie supérieure des épaississements rayonnés qui diminuent vers la base de la

Pl. IV, fig. 11 et 13.

Pl. IV, fig. 5 et 6 a.

Pl. III, fig. 15, 16, 18, 19 et 20.

4. Pl. II, fig. 22.

5. Pl. III, fig. 2.

6. Pl. II, fig. 2, 3 et 4.

7. Pl. V, fig. 11.

8. Pl. IV, fig. 12, 13 et 14.

cellule, où ils disparaissent, et qui rendent étoilée la coupe transversale de la cavité.

Nous arrivons au groupe des cellules prismatiques épaissies vers leur partie inférieure. L'épaississement peut consister, comme dans le *Clematis Viorna*, l'*Anemone vitifolia* et le *Ranunculus bulbosus*¹, de la famille des Renonculacées, en saillies linéaires implantées sur la face interne de la paroi. L'épaississement, devenant plus considérable, perforé de ponctuations et intéressant une grande partie des parois latérales, nous conduit aux éléments quelquefois désignés sous le nom de cellules en V de l'épiderme de l'*Ilex Aquifolium*² et de la couche protectrice de l'*Ampelopsis hederacea*³. Dans un certain nombre de Papavéracées (*Chelidonium*, *Argemone*), les épaississements de l'assise résistante, de même nature que ceux que nous avons vus précédemment, c'est-à-dire formés par des excroissances filiformes des parois, ne se produisent plus sur la membrane externe des cellules, et font ranger celles-ci dans la présente catégorie.

L'épaississement peut avoir lieu aux deux extrémités de la cellule pendant qu'elle reste mince à sa partie médiane; je n'en ai rencontré qu'un exemple, dans l'épiderme du *Mahonia Aquifolium*⁴.

Enfin, les parois latérales peuvent être seules épaissies; ce cas se rencontre dans l'épiderme interne de la *Staphysaigre*⁵, où ces parois sont finement striées dans le sens radial, et dans l'épiderme supérieur de la plupart des graines de la famille des Cucurbitacées, où l'épaississement prend la forme de baguettes solides, isolées, allant d'une base à l'autre de la cellule (*Pastèque*⁶).

1. Pl. III, fig. 8, 9 et 10.

2. Pl. V, fig. 3.

3. Pl. V, fig. 3. — *Nota.* L'épaississement inférieur uni existe chez la plupart des graines de la famille des Crucifères, non étudiées ici.

4. Pl. IV, fig. 10.

5. Pl. III, fig. 13.

6. Pl. II, fig. 19.

DEUXIÈME GROUPE. — *Cellules fusiformes.*

Ce groupe, peu nombreux, est uniquement composé de cellules fusiformes, dont je n'ai pas à donner ici la définition. Toujours dirigées tangentiellement par rapport à la surface de la graine, elles sont quelquefois placées sur un seul rang, constituant une assise mince et résistante (*Eschscholtzia*, *Chelidonium*, *Glaucium*, *Papaver*¹, *Evonymus*, *Linum*²); d'autres fois, elles se réunissent pour former des couches épaisses d'une grande solidité (*Rhamnus*³, *Aralia*⁴, *Symphoricarpos*⁵). Dans le premier cas, elles se terminent le plus souvent en pointe obtuse ou même par des plans peu inclinés sur leur axe longitudinal; dans le second, elles se terminent par des pointes effilées qui s'insinuent entre les cellules de même nature qu'elles, et représentent le vrai type de l'élément fibreux.

TROISIÈME GROUPE. — *Cellules irrégulières.*

Ces cellules, faisant presque toujours partie du parenchyme de l'enveloppe, c'est-à-dire d'un tissu peu spécialisé, présentent des formes peu fixes et variant à l'infini.

C'est ici surtout que, conformément à la remarque faite plus haut, je devrai me contenter de décrire quelques types bien caractérisés.

Les cellules qui composent ce groupe présentent tous les intermédiaires entre les cellules à parois aplaties qui se rencontrent dans bon nombre de couches tégumentaires (*Cucumis*⁶, *Aconitum*⁷, *Linum*⁸), et, en passant par les cellules surtout développées dans le sens tangentiel du parenchyme

1. Pl. IV, fig. 11, 12, 13 et 15.

2. Pl. V, fig. 5 et 11.

3. Pl. II, fig. 2 et 6.

4. Pl. III, fig. 1, b, c, d.

5. Pl. V, fig. 20.

6. Pl. II, fig. 14 d.

7. Pl. III, fig. 18 b.

8. Pl. IV, fig. 11 d.

muriforme, les cellules globuleuses de la couche moyenne spermodermique du *Staphylea pinnata*¹.

Le parenchyme lacuneux se retrouve aussi dans les enveloppes des graines; les cellules qui le constituent sont simplement rameuses dans la couche moyenne des téguments séminaux du *Pavia rubra*², du *Citrullus vulgaris*³. Les proéminences peuvent devenir plus saillantes et prendre l'aspect de mamelons presque aussi longs que le corps de la cellule, ainsi qu'on le remarque dans le parenchyme moyen du *Cucurbita maxima*⁴. Quelquefois ces proéminences s'allongent encore davantage, s'amincissent et se disposent régulièrement tout autour de la cellule; on passe alors au parenchyme étoilé, tel qu'on le rencontre à la partie supérieure de la couche *d* de plusieurs graines de la famille des Cucurbitacées. Ces cellules sont exactement semblables à celles bien connues du parenchyme de la tige des *Juncus*.

L'épaississement des parois, en raison de la différenciation peu accentuée des cellules, s'effectue toujours sur toute leur surface. Il est quelquefois uniforme (*Sorbus*⁵, *Actaea*⁶), mais le plus souvent à ponctuations canaliculées. Dans les cellules rameuses du *Cucurbita maxima*, déjà citées, il existe un réseau très délicat d'épaississements linéaires.

Enfin, dans la couche externe de la graine du *Magnolia obovata*⁷, j'ai observé un épaississement collenchymateux.

§ II. Des tissus du spermoderme.

Les cellules semblables, c'est-à-dire celles qui, appartenant à l'une des trois formes principales que nous avons reconnues, se sont épaissies au même lieu et de la même

1. Pl. V, fig. 6, 7 et 8.

2. Pl. V, fig. 10.

3. Pl. II, fig. 18.

4. Pl. II, fig. 17.

5. Pl. II, fig. 2 b.

6. Pl. III, fig. 12 b.

7. Pl. IV, fig. 4 a.

façon, se réunissent entre elles en se disposant sur un ou plusieurs rangs, et constituent dans le spermodermis des zones concentriques de structure différente que j'appellerai des *couches*. Une couche spermodermique sera donc une partie de l'enveloppe séminale composée d'éléments semblables. Les téguments d'une graine comprendront une ou plusieurs couches, suivant qu'on pourra y distinguer une ou plusieurs zones formées de cellules semblables et différentes de celles des zones voisines.

Les couches formées de cellules semblables seront dites semblables. Pour que deux enveloppes spermodermiques soient semblables, il faut qu'elles soient formées d'un même nombre de couches semblables chacune à chacune et semblablement disposées.

Je dois cependant faire une restriction à ce sujet.

Les différents modes d'épaississements que nous venons de voir n'ont pas tous la même valeur au point de vue de la différenciation de la cellule; les cellules épaissies sur toute leur surface s'éloignent beaucoup moins des cellules minces que celles où l'épaississement est localisé; on en trouve la preuve dans ce fait que dans une même couche, par exemple dans le parenchyme du *Staphylea pinnata*¹, on passe insensiblement des cellules très épaisses qui sont à la partie supérieure de ce tissu aux cellules minces qui se trouvent à la partie inférieure, et dans cet autre que chez des graines d'une même famille, très homogène au point de vue de la structure du spermodermis, des couches homologues peuvent être chez l'une d'elles à membranes minces et chez l'autre à membranes épaissies sur toute leur surface; la Fève de Tonka et la graine du Fenu-grec sont dans ce cas. Nous sommes alors conduits à admettre, d'après de nombreuses considérations analogues aux précédentes, que les couches bien différenciées, c'est-à-dire celles où l'épaississement des parois cellulaires est spécialisé, sont celles qui devront surtout

1. Pl. V, fig. 6 et 7.

entrer en ligne de compte lorsqu'il s'agira de savoir si des téguments sont ou non semblables; les tissus parenchymateux n'auront à cet égard que peu d'importance.

On trouvera peut-être qu'il eût été préférable, au lieu de me servir exclusivement, dans la division des téguments en couches, de la forme seule des cellules, de les diviser d'abord en quelques zones provenant chacune de l'une des parties de l'ovule; chacune de ces zones aurait ensuite été subdivisée en couches d'après la forme de ses cellules. Une telle classification, plus naturelle que celle que j'ai employée, puisqu'elle aurait emprunté ses caractères à un état plus jeune de la graine, ne peut pas être appliquée aux téguments de la graine mûre. Ici, en effet, les éléments ont subi pendant leur développement de telles transformations, qu'il devient impossible de les rattacher aux parties de l'ovule d'où elles proviennent. On comprend que, par suite d'une différenciation inégale des cellules d'un même tégument ovulaire, de la primine je suppose, deux ou trois couches de cellules distinctes aient pu se former dans ce tégument; la différenciation venant à séparer de plus en plus ces couches, l'une d'elles, l'interne ou l'externe, pourra paraître avoir une origine différente des autres. En sens contraire, il est facile de concevoir que deux couches cellulaires adjacentes, mais appartenant à deux enveloppes différentes de l'ovule, l'épiderme interne de la primine et l'épiderme externe de la secondine par exemple, puissent se développer de la même façon et se souder; il en résultera une couche homogène que l'on sera conduit, par l'examen de la graine mûre, à attribuer à tort à un seul tégument ovulaire.

Après ces considérations, j'arrive à définir ce que je comprends sous le nom de spermoderme.

Je crois que l'on doit entendre par cette dénomination, à laquelle équivalent celles de *téguments séminaux* et d'*enveloppes séminales*, toutes les parties de l'ovule antérieures aux néo-formations qui se sont produites à l'intérieur du sac embryonnaire à la suite de la fécondation. Or, ces parties

comprennent la primine, la secondine et le nucelle; j'admets donc, avec M. Strandmark¹, comme formant les enveloppes de la graine, toutes les couches extérieures à l'albumen. Dans la graine mûre, la limite de cette enveloppe est souvent difficile à tracer. Il peut arriver que dans une graine dite apérispermée, les cellules vides provenant de l'albumen se soudent à la face interne des téguments. Mais dans la plupart des cas, l'albumen, par ses éléments si bien caractérisés, se distingue nettement des tissus spermodermiques.

J'ajouterai encore que les enveloppes d'une graine n'ont pas la même composition dans toute leur étendue; il est certains points, tels que le hile, la chalaze, où leur structure diffère sensiblement de ce qu'elle est dans le reste de leur surface. Je n'ai pas tenu compte de ces variations, et j'ai décrit les téguments séminaux comme ils se présentent dans les endroits qui ne correspondent à aucun point spécialisé de l'ovule. J'ai aussi négligé de décrire et de dessiner les faisceaux vasculaires, parce qu'ils n'offrent dans la graine aucune différence de structure appréciable avec les faisceaux des autres organes. Ils ne sont intéressants que par la place qu'ils occupent dans le spermoderme. Mais j'y reviendrai dans le dernier chapitre et j'examinerai les conclusions que l'on peut en tirer.

CHAPITRE II.

DESCRIPTION DES ENVELOPPES SÉMINALES.

Ayant passé en revue dans le chapitre précédent les formes principales que peuvent prendre les éléments anatomiques qui constituent les téguments des graines, après avoir examiné comment ces éléments se groupent en tissus et avoir déterminé de quelle manière nous entendrons la

1. *Loc. cit.*

division du spermoderme en ces différents tissus ou couches, nous pouvons maintenant entrer dans l'étude descriptive des enveloppes des diverses graines.

Il ne faut pas penser à adopter pour cette description un ordre basé sur la nature des téguments; car, outre qu'une classification des graines d'après ce caractère serait très difficile à établir, il nous arriverait d'être obligé de placer à côté l'une de l'autre des graines appartenant à des plantes souvent très éloignées dans la classification naturelle, et l'un des buts que nous nous sommes proposés dans ce travail, qui est de rechercher si la structure de l'enveloppe de la graine peut servir à caractériser une famille, ne pourrait être atteint qu'avec peine.

Nous décrirons donc les graines par familles naturelles, en suivant pour la succession de ces familles la méthode de Brongniart, dont les grandes coupes sont généralement adoptées par les botanistes. Toutefois, nous admettrons le groupe des Angiospermes comme formé de la classe des Monocotylédones et de celle des Dicotylédones.

Joncacées.

L'étude des graines de cette famille, à cause de leur excessive petitesse, surtout marquée dans le genre *Juncus*, présente à l'observation des difficultés considérables. Il est très difficile, en effet, de pratiquer sur des objets de si faibles dimensions des coupes minces et convenablement orientées; en outre, les éléments y sont si petits qu'il devient souvent impossible d'y retrouver une organisation cellulaire. La description des téguments de ces graines ne peut donc être faite avec certitude que par l'étude du développement. J'indiquerai cependant ici ce que l'on peut observer sur les semences mûres.

Luzula albida DC. (Pl. I, fig. 4.) — On distingue quatre couches dans le spermoderme de cette graine. L'externe (*a*) épidermique se compose de cellules tabulaires à face poly-

gonale; les cloisons radiales sont minces; les cloisons tangentielles, au contraire, sont épaissies, principalement l'externe, qui est partagée en deux lamelles par une ligne parallèle à la surface de la graine. Ces membranes à direction tangentielle sont fortement bombées vers le dehors de la cellule.

La deuxième couche de ce tégument (*b*), bien différente de la première, est composée de cellules parenchymateuses de formes variées, à parois épaisses et jaunes, disposées irrégulièrement sur deux ou trois rangs.

En allant vers l'intérieur, nous trouvons la couche protectrice (*c*). Elle est constituée par des cellules tabulaires chez lesquelles la cavité est entièrement comblée. Les parois primitives sont jaunes; la substance qui remplit l'intérieur de la cellule paraît brune sur des tranches minces et noire lorsqu'elle est vue en plus grande épaisseur.

La couche interne (*d*) ne comprend non plus qu'un rang de cellules tabulaires, mais très aplaties. Toutes leurs parois sont incolores; les externes forment une large bande à bords parallèles, appliquée contre la couche précédente; les latérales ressemblent à des coins dont la pointe serait dirigée vers l'intérieur de la graine. Enfin, les cloisons internes représentent un filet mince, contourné, joignant les pointes des coins. Les cellules de la couche *a* et *b*, ainsi que la membrane interne de la couche *d*, sont de nature cellulosique; les autres parties de la préparation se colorent en brun sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique.

Juncus alpinus Vill. (Pl. I, fig. 2.) — La coupe radiale des enveloppes de cette graine offre dans son ensemble une disposition analogue à celle de la précédente, et on peut aussi reconnaître quatre couches d'éléments différents. Mais c'est ici que les difficultés que je signalais tout à l'heure se montrent principalement, en sorte qu'il est impossible de décider, à l'examen des graines mûres, si les téguments séminaux sont semblables dans les deux genres de la famille des Juncacées.

L'épiderme est formé de cellules à parois radiales rectilignes et à parois tangentielles fortement voûtées. La deuxième couche (*b*) se compose de cellules allongées, dirigées transversalement par rapport à l'axe de la graine.

Au-dessous, on remarque une lamelle brune (*c*) assez épaisse entourant toute la graine; cette lame paraît formée de cellules à cavités oblitérées, comme dans la graine de *Luzula albidula*; j'y ai vu en effet de minces cloisons radiales.

A leur face interne, les téguments sont terminés par une autre lamelle plus mince que la précédente et hyaline, sur laquelle je n'ai pu apercevoir aucune forme de cellules. Cette lamelle est probablement l'indice d'un rang de cellules qui représenterait la couche *d* de la semence précédente. L'iode et l'acide sulfurique produisent les mêmes réactions que ci-dessus.

Liliacées.

Les graines de cette famille que j'ai examinées appartiennent aux trois tribus des *Asparagées*, des *Hyacinthinées*, et des *Tulipacées* de Brongniart.

A part la graine du *Ruscus racemosus*, dont les téguments offrent une structure spéciale, toutes les autres ont entre elles une certaine analogie et peuvent être rangées dans un même groupe. Leur spermoderme, semblable à celui de l'*Ornithogalum pyramidale* (Pl. I, fig. 5), se compose toujours d'un épiderme à cellules tabulaires très larges, dont la cavité est remplie par une substance solide de couleur plus ou moins foncée, et d'une couche de parenchyme de trois à quatre rangs de cellules, terminée vers l'intérieur par une membrane plus épaisse.

Ruscus racemosus L. (Pl. I, fig. 3.) — L'enveloppe séminale est ici très simple; on y trouve deux rangs de cellules identiques, alternant d'une assise à l'autre et ne formant qu'une seule couche. Ces cellules sont tabulaires, allongées parallèlement au raphé. Les parois sont épaisses, jaunâtres et à bords peu réguliers.

Asparagus trichophyllos Bung. (Pl. I, fig. 4.) — Dans les graines dont la description va suivre, et qui sont construites, comme nous l'avons vu, sur le même type, la rangée de cellules la plus interne ne se distingue pas des autres cellules du parenchyme; je n'ai donc pas cru devoir la décrire à part sous le nom d'épiderme interne; je l'ai toujours confondue avec le reste du parenchyme.

Vues de face, les cellules de l'épiderme représentent des hexagones irréguliers dont les parois externes et latérales sont incolores, formées de cellulose; le contenu est une substance solide, noire, charbonneuse, très cassante.

La couche parenchymateuse se compose de cinq ou six assises de cellules aplaties, à parois épaisses, brunes, verruqueuses. Sur la graine sèche, les parois de ces cellules sont exactement appliquées les unes contre les autres et constituent une masse brune sans structure apparente. En laissant séjourner pendant quelque temps les coupes dans une solution faible de potasse, les cellules se distendent et leurs cavités reparaissent. C'est d'après une coupe ainsi traitée que la figure a été dessinée.

Allium cepa L. — Nous trouvons dans les téguments de cette plante quelques caractères qui la rapprochent plus spécialement de la précédente. L'épiderme est formé des mêmes cellules, offrant une échancrure extérieure à leur point de réunion; le revêtement incolore de cellulose n'existe pas.

Vu par la surface extérieure après qu'il a été isolé de la graine par la macération de Schulze, l'épiderme paraît composé le plus ordinairement d'hexagones irréguliers et inégaux. Ces polygones sont séparés les uns des autres par une lamelle moyenne ondulée, laquelle est bordée des deux côtés par une membrane épaisse, de couleur moins foncée, limitant un espace intérieur polygonal presque noir qui représente probablement la cavité primitive de la cellule. A cause de la coloration foncée de la couche épidermique, les détails qui précèdent ne peuvent être aperçus sur une coupe; la liqueur de Schulze, en même temps qu'elle détache la cou-

che, détruit une partie de la matière colorante et permet d'observer facilement les cellules.

Le parenchyme présente deux zones limites où les parois cellulaires sont épaissies, et une zone intermédiaire où elles demeurent minces.

Ornithogalum pyramidale L. (Pl. I, fig. 5.) — Les cellules de l'épiderme (*a*) sont polygonales et dentées sur leurs bords. Chacune des dents porte un petit tubercule hémisphérique de même nature que le reste de la paroi, mais de couleur plus foncée ; ces tubercules forment une série continue suivant les bords des cellules. La figure 5 les représente en coupe radiale, de chaque côté des cloisons latérales.

Cet épiderme, malgré sa grande consistance, renferme de nombreux stomates. Ils possèdent la forme habituelle à ces organes, mais ils sont fort dégradés ; les cellules de bordure paraissent privées du contenu granuleux que nous verrons dans les stomates des autres graines ; leurs parois sont minces et incolores ; ils forment sur l'épiderme très coloré de la graine des taches blanches que l'on aperçoit facilement sous la loupe, lorsque l'on dissèque cet épiderme. Ils présentent cette particularité d'être quelquefois réunis plusieurs ensemble, au nombre de deux à quatre, sans laisser entre eux d'intervalle, dans des sortes de lacunes situées entre les autres cellules de l'épiderme ; leurs axes peuvent alors se trouver dans le prolongement l'un de l'autre ou être parallèles.

Le parenchyme (*b*) ne contient que des cellules à parois minces.

Agraphis nutans Link. — Sur une coupe transversale, cette graine ne diffère pas de celle de l'Ornithogale. Le parenchyme est exactement semblable de part et d'autre. L'épiderme, isolé et observé de face, permet seul de distinguer les deux plantes. Les cellules, qui figurent des polygones à dimensions égales dans tous les sens, ont les côtés rectilignes ; les tubercules qui se remarquent sur les premières n'existent pas ici. Enfin, cette graine ne possède pas de stomates.

Lilium martagon L.; *Tulipa Didierii* Jord. — Ces deux graines, qui par leur forme aplatie se distinguent si facilement des autres de la même famille, peuvent aussi se reconnaître par la structure de leurs enveloppes. L'épiderme est beaucoup plus mince ; la couche parenchymateuse comprend un moins grand nombre de cellules ; par contre, la membrane interne est plus épaisse. Chez le Lis, les cellules de l'épiderme sont rectangulaires, ondulées sur les bords ; chez la Tulipe, elles sont polygonales et à côtés droits.

Ces deux graines possèdent des stomates tout à fait semblables.

J'ai représenté dans la figure 6 un des stomates de la Tulipe. On voit que ces organes sont bien développés ; leurs cellules de bordure renferment un contenu granuleux.

En résumé, il ressort de l'étude ci-dessus que la famille des Liliacées n'est pas homogène au point de vue de la composition histologique de ses téguments séminaux. Quelques-unes des graines, parmi lesquelles on peut citer le *Ruscus racemosus*, de la tribu des Asparagées, ne ressemblent à aucune des autres. Chez les autres tribus examinées, réunies quelquefois dans une même sous-famille dite des Liliacées vraies, les variations que l'on observe peuvent être négligées, et les graines considérées comme appartenant au même type.

Iridées.

La famille des Iridées est l'une de celles où les graines ont entre elles le moins de ressemblance au point de vue de la structure de leurs téguments. Il est très difficile de former avec ces graines des groupes nombreux, car non-seulement leurs enveloppes peuvent ne pas être composées d'un nombre égal de couches, caractère qui suffit pour écarter entièrement deux graines l'une de l'autre, mais encore, dans celles qui possèdent le même nombre de couches, les éléments qui forment celles-ci sont quelquefois très dissemblables ; enfin,

certaines particularités se retrouvent dans des graines très éloignées sous tous les autres rapports.

Je diviserai ces semences, d'après le nombre des couches de leurs enveloppes, en deux catégories. Les graines le plus souvent différentes de chaque catégorie seront décrites dans l'ordre qui m'a paru le mieux représenter les transitions qu'elles offrent entre elles.

A. Graines à téguments composés de trois couches cellulaires.

Tigridia pavonia Red. (Pl. I, fig. 7.) — L'épiderme (*a*) se compose de cellules tabulaires à coupe tangentielle polygonale, dont la paroi externe, très épaisse et bombée vers le dehors, est colorée, comme d'ailleurs toutes les membranes de ce tégument, en bleu cendré. Les parois latérales, peu élevées, sont minces et plissées ; la membrane interne présente une épaisseur intermédiaire entre les deux précédentes. Ces cellules sont remplies d'une substance solide colorée en bleu de ciel.

La deuxième couche (*b*) constitue un parenchyme à cellules allongées tangentiellement, à contours irréguliers et à parois minces. La couche la plus interne (*c*) ne comprend qu'un rang de cellules ; ce sont des éléments tabulaires à parois tangentielles très épaisses, à parois radiales plus minces. Ces cellules sont aussi exactement remplies par une substance analogue à celle qui a été signalée dans les cellules de l'épiderme.

Sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique, les membranes externes du spermoderme, c'est-à-dire la paroi externe des cellules épidermiques et la paroi interne de l'assise la plus profonde, se colorent en brun ; il en est de même du contenu de ces cellules. Les autres parties deviennent bleuâtres sous la même action.

Anomatheca cruenta Lindl. (Pl. I, fig. 8.) — Les trois couches qui constituent les enveloppes séminales de l'*Anomatheca cruenta* ne comprennent chacune qu'un rang de

cellules. Les éléments de l'épiderme ont les parois externes très épaisses, concaves par leur face interne ; leurs faces externes, planes, produisent la surface unie et luisante de la graine ; cette membrane est brune sur des coupes fines. Les cloisons latérales de l'épiderme sont minces et fléchies. Les deux assises qui suivent sont formées d'éléments de même forme. Ce sont des cellules tabulaires aplaties, à parois épaisses. L'assise moyenne est colorée en brun, tandis que l'interne reste incolore.

Iris sibirica L. (Pl. I, fig. 9.) — L'épiderme (*a*) présente une forme nouvelle ; il est composé de cellules tabulaires très aplaties, à parois épaisses et jaunes, dont la cavité, plus élevée sur ses bords que vers son centre, contient une matière solide brune.

La couche intermédiaire, parenchymateuse (*b*), comprend une partie externe où les cellules, très grandes, déformées et privées de contenu, possèdent des parois minces, et une partie interne où les cellules, conservant la même forme, deviennent beaucoup plus petites et se remplissent d'une substance brune qui les rend résistantes. J'ai réuni ces deux assises en une même couche, à cause de l'absence de limite nette entre elles, et parce que les cellules qui les composent ne diffèrent réellement que par leurs dimensions. La troisième couche (*c*) est formée de deux rangs de cellules comprimées, très allongées tangentiellement, à parois épaisses et incolores. La cavité cellulaire n'est plus représentée que par des lignes sombres, alternant d'une assise à l'autre, parallèles à la surface de la graine.

L'action de l'iode et de l'acide sulfurique varie sur chacune de ces couches ; l'épiderme devient d'un rouge-brun foncé ; la portion externe du parenchyme se colore en bleu bordé de brun, tandis que la portion interne est entièrement brune. Les parois de la couche interne manifestent la réaction de la cellulose.

B. Graines à téguments composés de quatre couches cellulaires.

Moraea fimbriata Hort. (Pl. I, fig. 10). — L'épiderme a beaucoup d'analogie avec celui de la graine précédente; les cellules très aplaties sont remplies d'une substance de même apparence qui se comporte de la même façon avec le réactif iodo-sulfurique. Les éléments de cette couche n'ont que la moitié de l'épaisseur de ceux de l'Iris; la cavité, uniforme dans toutes ses parties, représente environ le tiers de la hauteur totale de la cellule.

La deuxième couche (*b*) est constituée par quelques assises de cellules tabulaires quatre ou cinq fois moins étendues que celles de l'épiderme, remplies d'un contenu solide verdâtre et formant un parenchyme muriforme résistant. Les parois de ces cellules, d'un jaune verdâtre, deviennent bleues sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique; dans les mêmes conditions, leur contenu prend une couleur brune.

La couche suivante (*c*) est un rang unique de cellules prismatiques à bases polygonales, dont la hauteur excède à peine la plus grande largeur; leurs parois, de même épaisseur que les précédentes, sont brunes. Elles sont remplies par une substance solide de même couleur, dont la teinte s'exagère par l'action de l'iode et de l'acide sulfurique.

Enfin, la quatrième couche est formée de deux rangs de cellules à parois épaisses, cellulósiques, presque incolores. Les cellules du rang supérieur sont aplaties et leur cavité réduite à une ligne sombre; les cloisons latérales, assez minces, se sont repliées.

Le deuxième rang, le plus interne, se compose de cellules de même étendue tangentielle que les précédentes, et alternant avec elles; la membrane interne de ces cellules n'est pas appliquée contre la paroi supérieure, mais au contraire proémine fortement vers l'intérieur de la graine, en suivant exactement les sinuosités de la surface de l'albumén.

Bien que ces deux séries de cellules paraissent de forme

différente, je n'ai pas hésité à les réunir dans une même couche; j'ai pensé que les membranes internes de ces cellules, adhérant intimement à l'albumen, avaient suivi toutes les déformations de sa surface, et que, par conséquent, leur forme était due à une action mécanique étrangère à leur mode particulier d'accroissement.

Gladiolus communis L. (Pl. I, fig. 11.) — On a pu voir que la graine précédente, dans les téguments de laquelle on reconnaît facilement quatre couches, a cependant une certaine ressemblance avec celle de l'*Iris sibirica*, qui n'en possède que trois. Les épidermes sont presque identiques, et la couche intermédiaire de cette plante, formée d'un parenchyme muriforme dont les éléments internes se sont modifiés et remplis de matière solide, n'est pas sans analogie avec les couches *b* et *c* du *Moraea* prises dans leur ensemble.

Les deux graines qu'il nous reste à examiner, par la plus grande différenciation des parties de leurs téguments, constituent parmi les graines à quatre couches spermodermiques un groupe dont l'aspect général est bien différent de celui des graines que nous avons vues jusqu'ici.

L'épiderme, à part l'absence de contenu cellulaire et la coloration brune des parois, a la même forme et les mêmes dimensions que dans le *Tigridia pavonia*. Je me dispenserai de le décrire.

La couche *b* se compose d'environ deux rangs de cellules parenchymateuses étendues tangentiellement, à parois minces, brunes, de contour irrégulier. Au voisinage du raphé, l'épaisseur de cette couche augmente, pour entourer le faisceau vasculaire.

La couche suivante (*c*) ne comprend qu'un rang de cellules; ce sont des prismes peu élevés, d'environ 0^{mm},03 de largeur sur 0^{mm},04 de hauteur, à sections tangentielles polygonales. Leurs parois latérales sont minces; les parois tangentielles, légèrement voûtées vers l'extérieur de la cellule, présentent une certaine résistance. La cavité renferme une substance molle de couleur rosée.

Nous trouvons à la partie interne du tégument une assise de cellules représentant la quatrième couche. Ces cellules, dont nous constatons les homologues dans toutes les graines de cette famille, sont très aplaties; leurs parois épaisses et incolores circonscrivent une cavité très réduite, à contours mal déterminés, et remplie d'un contenu granuleux. Cette couche manifeste la réaction de la cellulose; les autres deviennent brunes dans les mêmes circonstances.

Crocus multiflorus Emer. (Pl. I, fig. 12.) — Les éléments de l'épiderme représentent des cellules tabulaires dont les cloisons latérales seraient minces et peu élevées; les parois externes seraient très fortement soulevées vers le dehors et auraient donné naissance aux papilles dont la surface de la graine est revêtue.

La deuxième couche (*b*) se distingue facilement de celles qui l'entourent par la grande étendue en direction tangentielle de ses cellules, et par leur peu de hauteur. Elle ne comprend qu'un seul rang de cellules, dont les membranes supérieure et inférieure sont épaisses et brunes, les cloisons latérales minces. La cavité est presque linéaire.

La troisième couche (*c*) offre une telle analogie avec celle du Glayeul, que je puis renvoyer à la description de cette dernière. Les éléments ne diffèrent dans l'une et l'autre de ces couches que par leurs dimensions. Chez le *Crocus*, ils sont beaucoup plus petits et atteignent seulement $0^{\text{mm}},018$ de largeur sur $0^{\text{mm}},022$ de hauteur.

Les figures de ces deux dernières graines montrent que la plus grande ressemblance se retrouve aussi dans la structure des cellules de l'assise interne, et indiquent suffisamment les légères variations que l'on peut y remarquer.

Comme je l'ai déjà annoncé, on voit qu'il n'est pas possible de réunir dans un type complètement homogène seulement deux des graines étudiées dans la famille des Iridées. Les plus voisines diffèrent encore par la forme ou le mode d'épaississement de plusieurs de leurs couches. Certains caractères sont cependant communs à toutes ces graines. Ainsi, la

couche la plus interne, à cellules aplaties et cellulósiques, se retrouve chez toutes. Enfin, on ne peut comparer le spermoderme des Iridées à celui des Liliacées; ces familles sont cependant très rapprochées et possèdent de nombreux points de contact.

Alismacées.

Alisma Plantago L. — L'embryon de cette plante est replié sur lui-même en forme de fer à cheval, de sorte que par une section transversale de la graine on obtient deux coupes différentes de l'embryon, placées l'une à côté de l'autre et entre lesquelles s'introduisent certaines parties des téguments.

On distingue dans le spermoderme deux couches différentes, ne possédant chacune qu'un rang de cellules. L'assise externe épidermique est formée de cellules tabulaires bombées sur leurs deux faces, mais surtout sur la face interne. Les parois externes et latérales sont minces et incolores, la paroi interne est épaisse et de couleur brune. Ces cellules contiennent une substance solide d'un jaune pâle brunissant par l'iode et l'acide sulfurique, ainsi que les parois cellulaires de toutes les parties de cette enveloppe. Dans la couche inférieure, les cellules sont deux fois plus étendues dans le sens tangentiel que les précédentes. Les cloisons latérales sont minces, la paroi interne très épaisse et incolore, excepté sur la face tournée vers la cavité, qui est bordée d'un faible liseré jaune. Les cavités de ces cellules ne renferment aucun contenu.

Cette couche seule s'introduit en double entre les deux parties de l'embryon. L'épiderme passe directement d'une branche à l'autre du fer à cheval, sans pénétrer entre elles.

CLASSE DES AMENTACÉES.

Dans la classe des Amentacées, nous trouvons un spermoderme peu différencié, qui chez toutes les plantes appartient au même type; la plus grande complication qu'il offre est

de posséder, sur chacune des faces du parenchyme qui en constitue la plus grande partie, un épiderme à cellules distinctes. Un de ces épidermes ou même les deux peuvent disparaître; la simplification va encore plus loin, et, dans quelques graines, les enveloppes, qui atteignent parfois une épaisseur de 0^{mm},30, se réduisent à deux ou trois rangs de cellules formant une couche quinze ou vingt fois moins épaisse. En général, les parois cellulaires demeurent minces, fait qui concorde avec l'indéhiscence de ces graines. La protection de l'embryon est ici exercée par le péricarpe. Enfin, j'ai rencontré dans presque toutes les graines de cette classe, qui est généralement considérée comme apérispermée, un albumen peu abondant comprenant de un à trois ou quatre rangs de cellules; la Châtaigne et le Gland font seuls exception.

Bétulacées.

Betula alba L.; *Alnus glutinosa* Gœrtn. — C'est dans la famille des Bétulacées qu'on observe le spermoderme le plus réduit. Les deux graines précédentes sont identiques sous ce rapport. Leurs enveloppes se composent de deux ou trois assises de cellules allongées tangentiellement, à parois minces et brunes, formant une couche d'environ 0^{mm},02 d'épaisseur, qu'il est impossible de partager en tissus parenchymateux et épidermique.

Quercinées.

Carpinus Betulus L. — La description précédente convient parfaitement au spermoderme du Charme.

Castanea vulgaris Lam. (Pl. I, fig. 14.) — Les téguments séminaux de cette plante figurent parmi les plus perfectionnés de la classe des Amentacées; on y distingue, en effet, un épiderme externe et un épiderme interne; ce sont eux en outre qui acquièrent le plus grand développement; ils mesurent jusqu'à 0^{mm},30 d'épaisseur. Je rappellerai que l'albumen manque entièrement dans cette graine.

L'épiderme externe se compose de cellules tabulaires à parois minces, excepté la supérieure qui est légèrement épaissie et voûtée vers le dehors.

La couche la plus développée, le parenchyme intermédiaire (*b*), consiste en cellules irrégulières ovoïdes ou tabulaires et à parois toujours minces. Dans les deux tiers supérieurs de cette couche, les cellules, de grandes dimensions et laissant entre elles quelques méats, constituent un tissu peu serré; dans la partie inférieure, les cellules deviennent plus petites et donnent lieu à une couche de renforcement. Les faisceaux vasculaires se trouvent au milieu de ce parenchyme.

L'épiderme interne (*c*) est formé d'un rang de cellules cubiques colorées en brun; les parois tangentielles, très épaisses, et les parois radiales, plus minces, limitent une cavité cellulaire elliptique.

On aperçoit à la surface de la graine des poils appliqués qui paraissent provenir de son épiderme; cependant, je n'ai pu obtenir aucune préparation montrant cette dépendance. Il me paraît plus probable que ces poils proviennent de la face interne de l'ovaire et qu'ils se sont fixés par pression à la surface de la graine.

Quercus pedunculata Ehrh. — Les enveloppes de la Châtaigne étant connues, elles nous serviront de type auquel nous comparerons celles des autres graines de cette classe; les descriptions en deviendront plus courtes et nous éviterons ainsi beaucoup de redites inutiles.

Le spermoderme du Chêne est environ trois fois moins développé que le précédent; la forme des cellules n'a pas changé; seulement, leurs parois sont un peu plus épaisses. On ne trouve pas ici d'épiderme interne. L'albumen a été entièrement résorbé.

Fagus sylvatica L. — Même disposition générale et même épaisseur que dans le Chêne. Les parois cellulaires sont d'un brun foncé; les cellules épidermiques contiennent une matière brune qui leur communique une coloration très intense et un certain degré de dureté.

Corylus Avellana L. — Les téguments de cette graine sont un peu moins épais que ceux des deux précédentes ; ils atteignent à peine 0^{mm},06, tandis que les premiers ont à peu près 0^{mm},10. Nous trouvons encore ici la même disposition ; une couche de cellules assez grandes terminée vers l'extérieur par un épiderme peu différencié ; à l'intérieur, les cellules deviennent plus petites et s'aplatissent. Dans cette graine, les faisceaux vasculaires occupent la partie inférieure du parenchyme et paraissent appliqués sur l'albumen.

La même chose se présentera chez les deux plantes suivantes.

Juglandées.

Juglans regia L. (Pl. I, fig. 15.) — Le trait le plus saillant de la famille des Juglandées, est la présence de stomates sur leurs graines. Par ses autres caractères, leur spermoderme ne présente aucune particularité qui les distingue des plantes précédentes.

L'épiderme se compose de cellules allongées radialement en forme de prismes, à sections tangentielles polygonales ; plusieurs d'entre elles sont subdivisées par des cloisons transversales en deux cellules superposées. Les parois latérales de ces cellules demeurent minces ; les parois tangentielles s'épaississent légèrement ; elles sont remplies sur la graine fraîche d'un liquide incolore riche en tanin.

Les stomates se trouvent au niveau de la surface externe de l'épiderme. Vues de face, leurs cellules de bordure paraissent réniformes (fig. 16 s) ; elles se réunissent par leurs bords concaves en laissant entre elles une ouverture assez grande ; ces cellules contiennent un protoplasma granuleux, jaune, où, au moins à la maturité de la graine, on n'aperçoit pas trace de chlorophylle. Sur une coupe radiale (fig. 15 s), les cellules de bordure se rapprochent de la forme circulaire ; les parois qui bordent l'ouverture sont seulement un peu aplanies et épaissies. La chambre respiratoire r , au lieu d'être

creusée dans le parenchyme sous-épidermique, comme il arrive ordinairement, est formée aux dépens de l'épiderme lui-même. Elle correspond à une cellule épidermique plus étroite que les autres, portant à sa partie supérieure les deux cellules de bordure. Comme celles-ci sont beaucoup plus larges que la cavité respiratoire, elles empiètent sur les cellules voisines, qui se trouvent ainsi rétrécies au sommet. Cette disposition, qui tient évidemment à ce que l'épiderme, à cause de sa grande épaisseur, peut jouer le rôle d'un parenchyme, est spéciale aux stomates de la graine; dans les feuilles de la même plante, la chambre respiratoire occupe la place habituelle.

Si, poursuivant la comparaison entre les stomates de la graine du Noyer et ceux de la feuille, nous considérons maintenant les caractères propres aux cellules de bordure, nous voyons que ces organes ne diffèrent pas essentiellement les uns des autres. Ils sont formés des mêmes parties; les modifications qu'ils subissent dans la graine peuvent aisément s'expliquer par leur défaut d'usage et par les variations qui se remarquent dans l'épiderme de la feuille séminale comparé à celui de la feuille normale. Ainsi les cellules épidermiques de la graine, plus grandes que celles de la feuille, ont donné naissance à des stomates de plus grandes dimensions.

Le parenchyme (*b*) n'offre aucun intérêt; il consiste en une couche de cellules irrégulières à parois minces, qui diminuent de diamètre à mesure qu'elles se rapprochent de l'intérieur de la graine. L'épiderme interne n'est pas distinct.

Carya amara Nutt. — Le spermodermis du *Carya amara*, d'une épaisseur d'environ 0^{mm},20, est uniquement composé de cellules tabulaires à parois brunes excessivement minces et se déformant facilement. Quelques rangs de ces cellules les plus internes deviennent seules plus petites et constituent une zone plus dense. Les cellules de l'épiderme possèdent la même forme et les mêmes dimensions; mais leurs parois, un peu plus rigides, leur permettent de conserver, sur la coupe transversale, une figure exactement rectangulaire, ce qui les distingue nettement des éléments du parenchyme.

Les cellules de bordure des stomates (Pl. I, fig. 17 s) présentent, d'une manière accentuée, la forme d'un fer à cheval; leur cavité, bordée d'une membrane partout très épaisse, a une disposition semblable. Sur la coupe normale à la surface de la graine, les cellules de bordure sont ovoïdes, la petite extrémité tournée vers le haut. La chambre respiratoire est dans le parenchyme.

CLASSE DES LÉGUMINEUSES.

Les plantes de ce groupe sont peut-être celles qui, sous le rapport de la structure du spermoderme, ont été le plus étudiées. Parmi les nombreux mémoires publiés sur ce sujet, nous ne citerons que les principaux. M. G. Le Monnier s'occupa le premier de la question et nous donna dans ses *Recherches sur la nervation de la graine*, l'histologie des enveloppes de la Fève des marais¹. Viennent ensuite MM. Sempolowski et Strandmark², qui examinèrent, au point de vue de l'anatomie comparée, les léguments d'un certain nombre de Légumineuses. Le travail le plus étendu sur ce sujet est sans contredit celui de M. Chalon³; cet auteur analysa plus de sept cents espèces de Légumineuses; il trouva que dans cette classe, l'une des plus importantes du règne végétal, les enveloppes séminales présentent une disposition toujours semblable et spéciale à ces plantes; il en conclut « que l'anatomie de la carapace des graines dans cette famille est un trait de première importance et qui prime tous les autres ». Nous nous servirons beaucoup du mémoire de M. Chalon, dont nous avons vérifié les principaux résultats, et auquel nous renverrons souvent. M. Nobbe, en 1875⁴, nous fournit une description, suffisante sans doute pour le but qu'il se propose, mais incomplète sous le rapport anatomique, de quelques graines

1. *Loc. cit.*

2. *Loc. cit.*

3. *Loc. cit.*

4. *Loc. cit.*

de Papilionacées les plus usitées dans l'agriculture. Le dernier ouvrage publié sur cette matière est celui de M. Beck, dans lequel il traite de l'anatomie comparée de la semence des genres *Vicia* et *Ervum*¹.

Avec tous les auteurs cités plus haut, nous admettrons dans le spermoderme des Légumineuses trois couches bien distinctes : 1° un épiderme ; 2° une couche d'éléments à grands méats intercellulaires, et 3° un parenchyme plus ou moins résistant.

Occupons-nous avec plus de détail de chacune de ces couches.

L'épiderme se compose d'un seul rang de prismes à sections tangentielles hexagonales (Pl. I, fig. 18 *a* et 19). Les parois de ces prismes restent minces à leur partie inférieure et la cavité cellulaire est à cet endroit assez large et même quelquefois globuleuse ; au sommet au contraire, elles sont munies d'épaississements longitudinaux rayonnants, qui vers le bas s'atténuent peu à peu, tandis que vers le haut ils se rapprochent plus ou moins de l'axe du prisme et diminuent la cavité cellulaire, qui prend sur une coupe tangentielle une disposition étoilée. Ces côtes saillantes à l'intérieur des cellules épidermiques n'en occupent que le tiers supérieur, comme dans le *Colutea arborescens*, l'*Orobus vernus* ; dans les cas ordinaires, elles descendent un peu au-dessous de la mi-hauteur ; enfin, elles peuvent se prolonger très bas, ainsi qu'on le remarque dans le *Lablab commun*, ou même atteindre la paroi inférieure de la cellule (*Bonduc jaune*). La cavité paraît alors étoilée sur toute la hauteur du prisme.

L'étendue de ces épaississements peut varier non-seulement selon la longueur de la cellule, mais encore selon le rayon. Les côtes se montrent dans certains cas peu saillantes, comme chez l'*Orobus vernus*, le *Trigonella Fœnum-græcum* (Pl. I, fig. 19) ; d'autres fois, elles s'avancent jusqu'au centre de la cellule ; la cavité disparaît alors, ou plutôt elle n'est plus représentée que par une ligne sombre qui pénètre aussi entre

1. *Loc. cit.*

les masses d'épaississements (fig. 20). Chez le *Baquenaudier*, les lames divergentes de la cavité cellulaire se bifurquent. M. Chalon indique la même disposition pour la Fève des marais, et M. Beck ajoute même, dans le texte et dans le dessin qu'il donne à ce propos, que les rayons, après leur bifurcation, se terminent par deux petites branches latérales courtes, quelque peu élargies. J'ai observé sur l'épiderme vu de face de cette graine quelques ramifications des canaux; mais ces ramifications étaient simples et se dirigeaient directement vers le bord de la cellule, comme les rayons non bifurqués (Pl. I, fig. 20). Chez la plupart des *Acacias*, la cavité cellulaire, après s'être étoilée en lames comme à l'ordinaire, transforme, à la partie supérieure, chacune de ces lames en un tube vertical indépendant de ses voisins.

Les prismes de l'épiderme sont recouverts par une cuticule qui présente des caractères variables; les cellules peuvent être terminées par un plan perpendiculaire à leur grand axe; alors la cuticule est mince et à faces parallèles; c'est ce qui arrive dans la *Fève de Calabar*, par exemple. Chez le *Fenu-grec* et beaucoup d'autres plantes, les cellules de l'épiderme se prolongent à leur sommet en un mamelon plus étroit. La cuticule est dans ce cas assez épaisse; sa surface externe est lisse, tandis que sa surface interne, pour s'appliquer exactement sur les mamelons, est creusée de trous coniques très rapprochés.

Les cellules épidermiques contiennent une matière brune, et chez quelques-unes d'entre elles on aperçoit, vers la partie supérieure, un petit corps de couleur plus claire qui a la forme d'un cristal à angles mousses. J'ai observé cette formation dans le *Fenu-grec* (fig. 18 m) et M. Beck l'indique aussi chez la plupart des espèces de *Vicia* et d'*Ervum*. Pour ce botaniste, ce corps serait formé par un mélange d'acide silicique et de matière organique. M. Chalon ne mentionne rien de semblable.

Une particularité importante des cellules en palissade est la ligne lumineuse; elle consiste en une bande claire, située un peu au-dessous de l'extrémité supérieure des prismes et

s'étendant à toute la surface de la graine (Pl. I, fig. 18 *l*). Aucune explication satisfaisante n'a encore été donnée de ce phénomène. Russow admet qu'à l'endroit de la ligne lumineuse la paroi cellulaire est plus pauvre en eau. Le D^r Beck a observé que si on laisse une coupe pendant longtemps dans l'alcool ou dans une solution concentrée de sucre, la ligne lumineuse se présente encore nettement; si on enlève toute l'eau aux enveloppes de la graine en les chauffant jusqu'à ce qu'elles ne perdent plus de poids et qu'on examine ensuite des coupes fines dans l'huile ou dans un autre liquide non hydratant, la ligne lumineuse reste cependant visible avec la même netteté qu'habituellement. Après une longue ébullition dans la lessive de potasse, la ligne lumineuse persiste. Il résulte évidemment de ces expériences que la théorie de Russow ne peut être admise. D'autres auteurs, tels que Sempolowski, attribuent le phénomène de la ligne lumineuse à une modification chimique de la paroi; ce n'est encore là qu'une pure hypothèse, car la zone transparente et le reste de la paroi n'indiquent dans la manière de se comporter avec les réactifs de la cellulose, les acides, la solution de carmin ou la teinture d'aniline, qu'une différence d'intensité. Nous devons en conclure qu'avec les moyens d'observation dont nous disposons actuellement, nous ne pouvons que constater le fait de la ligne lumineuse, sans lui trouver aucune explication plausible.

Pour en finir avec l'épiderme de la graine des Légumineuses, il me reste à mentionner une seconde assise de prismes à direction radiale, limitée à la dépression du hile, placée en dehors de l'épiderme et reposant sur lui, et qui a été regardée par la plupart des botanistes comme appartenant à la graine. S'il en était ainsi, nous aurions sous les yeux l'exemple curieux de cellules parfaitement conformées situées en dehors de l'épiderme d'un organe. Cependant, il suffit d'observer une coupe pratiquée sur une graine jeune encore attachée au funicule, et passant par le point d'insertion de ce dernier, pour voir que cette assise n'est que la dernière

couche de cellules du cordon ombilical, appliquée sur la graine, et dont les éléments se sont modifiés et épaissis comme l'épiderme lui-même, et se sont séparés du tissu mou avec lequel ils étaient en contact du côté du funicule pour rester adhérents à la semence. Je ne m'arrêterai pas plus longtemps sur cette couche, qui en elle-même ne présente rien de remarquable, et qui a été décrite et figurée avec soin dans les ouvrages de MM. Chalon et Beck.

Passons à la deuxième couche cellulaire, qui est aussi caractéristique de la classe des Légumineuses. Les éléments qui la composent, dirigés radialement comme ceux de la couche en palissade, ont leurs extrémités renflées en tête et réunies par une partie cylindrique plus étroite (fig. 21); cette forme leur a fait donner par M. Chalon le nom de cellules en sablier. Les extrémités renflées de ces cellules s'appliquent exactement sans laisser de méats; sur la coupe tangentielle, elles représentent des hexagones irréguliers (Pl. I, fig. 22). Les parties étranglées ne se touchent pas et l'air circule librement entre elles.

Telle est l'apparence habituelle des cellules dites en sablier. Elles peuvent offrir des variations nombreuses qui cependant se ramènent facilement à la forme type. Ces variations sont au nombre de deux : 1° la partie inférieure seule de la cellule se renfle, comme dans l'*Entada*, le *Trifolium*. Quelquefois la partie inférieure, devenue très large, se réunit à la partie supérieure par une paroi droite, sans étranglement; les cellules prennent alors la forme d'une cuvette renversée (Fenu-grec, fig. 18 b et 23); 2° dans l'autre variété de cellules en sablier, c'est au contraire le sommet de la cellule qui devient seul globuleux. (Gesse.)

Les parois de ces éléments sont le plus souvent uniformément épaissies. Dans quelques cas, elles présentent des épaississements internes en forme de bandes longitudinales, qui sur les cellules vues de face paraissent rayonnantes. (*Orobus*, *Trigonella*, fig. 23, fig. 22.)

La dernière couche composant le spermoderme des Lég-

mineuses consiste en un parenchyme plus ou moins abondant formé par des cellules irrégulières, aplaties. Les parois de ces cellules demeurent quelquefois minces; d'autres fois elles deviennent au contraire fort épaissies et constituent un tissu résistant. (*Fève de Calabar, Fève Tonka.*)

La couche parenchymateuse s'élargit au hile en formant un renflement interne, et se transforme en un tissu étoilé qui entoure le faisceau du raphé. Ce faisceau, sur une coupe transversale, est pyriforme; il se compose de cellules en faisceau à parois réticulées (Dr Günther Beck, pl. I, fig. 6). M. Chalon a commis l'inexplicable erreur de considérer le faisceau du raphé de l'*Orobe* comme une glande interne dont le canal excréteur serait la lacune étroite qui existe en cet endroit dans les deux couches de prismes superposées (Chalon, pl. III, fig. 26); cette interprétation se comprend d'autant moins que chez l'*Entada* (Pl. II, fig. 18), le même auteur rend aux mêmes parties leur véritable signification.

CLASSE DES ROSACÉES.

Il est nécessaire de tracer exactement la limite des téguments séminaux de ce vaste groupe de plantes, dont les subdivisions peuvent être considérées comme autant de familles. Tous les auteurs ont décrit leurs graines comme exalbuminées. Il suivrait de là que la membrane qui recouvre leur embryon et qui se détache si facilement, surtout lorsqu'on les a laissées quelque temps dans l'eau, serait formée uniquement par les tissus spermodermiques, compris comme nous les avons définis dans le chapitre d'Histologie. Si on examine une coupe radiale d'une des graines de cette classe, on aperçoit, à la face interne du tégument apparent, une couche plus ou moins épaisse de cellules cubiques à parois incolores et à contenus granuleux, que l'on prendra pour la couche interne de l'enveloppe. Il n'en est rien cependant; cette couche représente le reste de l'albumen. Une coupe transversale dans la graine du *Prunus domestica* L. va nous

le démontrer. Cette graine possède sur ces deux faces une couche épaisse de ces cellules, couche qui présente tous les caractères d'un albumen; en allant vers les bords, elle s'amincit graduellement et ici elle n'est plus représentée que par un seul rang de cellules conservant toujours les mêmes caractères; il est évident que ces dernières proviennent aussi de l'albumen. Comme dans toute la famille des Sanguisorbées et dans quelques autres plantes voisines, la couche qui nous occupe n'a qu'un seul rang de cellules; comme, d'autre part, on trouve tous les intermédiaires entre cette couche chez les Pomacées, où sa provenance périspermique est évidente, et les plantes ci-dessus, je crois que l'on peut admettre que la classe des Rosacées est pourvue d'un albumen. Dans l'étude qui suit, nous n'aurons donc à considérer que les parties extérieures à ce tissu. C'est chez les Pomacées et les Rosées, où il atteint jusqu'à 8 ou 10 épaisseurs de cellules, que l'albumen est le plus considérable. Les Sanguisorbées ne possèdent qu'un seul rang de ces cellules; entre ces deux limites, on rencontre tous les intermédiaires.

Il est bien difficile d'assigner des caractères généraux aux enveloppes séminales, ainsi définies, de cette classe; le nombre des couches et leur composition varient; on ne peut guère y trouver que des caractères négatifs; ainsi on remarque que les téguments sont en général peu compliqués; qu'étant plus ou moins protégées par l'ovaire, les graines contiennent peu de couches résistantes dans leurs enveloppes.

Amygdalées.

Les graines de la famille des Amygdalées ont des téguments formés de trois couches; une externe, d'un seul rang de cellules généralement grandes, à parois minces, dont les unes sont aplaties, tabulaires, tandis que les autres, de dimensions plus considérables et les dépassant à la surface de la graine, sont ovoïdes. La couche moyenne, qui constitue la

plus grande partie du spermoderme, est un parenchyme irrégulier d'une grande épaisseur, à cellules de consistance variable. Il livre passage dans son intérieur aux nombreux faisceaux vasculaires qui courent à la surface de la graine. Au-dessous de cette couche, se trouve un épiderme qui souvent ne se distingue pas aisément des cellules du parenchyme.

Amygdalus communis L. (V. dulcis.) — L'épiderme externe est formé de cellules très grandes, atteignant $0^{\text{mm}},12$ de largeur, et de $0^{\text{mm}},06$ à $0^{\text{mm}},18$ de hauteur. Elles sont toutes également épaissies. M. Otto Berg indique que ces cellules, qu'il a observées sur l'*Amande amère*, tout à fait semblable, selon lui, par la structure des téguments à l'*Amande douce*, sont garnies de très petits tubercules creux, et les représente ainsi dans son atlas; j'ai trouvé la surface externe de ces cellules parfaitement lisse. Des cellules tabulaires sont mêlées à ces cellules ovoïdes.

Les éléments du parenchyme sont minces, de couleur brune; leurs membranes sont appliquées les unes sur les autres.

Persica vulgaris DC. (Pl. II, fig. 1). — L'épiderme (a) de cette graine se distingue facilement de celui de l'Amandier. Les cellules sont moins grandes ($0^{\text{mm}},05$ à $0^{\text{mm}},08$); les plus petites sont très aplaties, présentent même une forte dépression de leur paroi externe; les autres possèdent une membrane épaisse et nettement stratifiée.

La couche moyenne est formée de cellules minces, brunes; à l'encontre de ce qui se produit dans la graine précédente, elle est bordée par un épiderme interne distinct, à parois inférieures bombées.

Prunus domestica L. — Les coupes ont été faites sur l'espèce cultivée appelée habituellement *Quetsche*.

L'épiderme de cette graine a la plus grande analogie avec celui de la précédente. Ses éléments ont les mêmes dimensions et les mêmes formes. Les cellules saillantes s'en distinguent seules par leurs parois beaucoup plus épaisses

et parcourues, surtout à leurs angles, par des canaux ramifiés communiquant avec la cavité cellulaire.

La couche parenchymateuse est formée uniquement par des cellules à membranes épaissies irrégulièrement et aplaties; la rangée la plus interne de ces cellules ne se distingue pas des autres.

Les téguments de ces trois graines se colorent en brun au contact de l'iode et de l'acide sulfurique.

Pomacées.

Dans cette famille, le spermoderme est formé aussi de trois couches; il se distingue cependant avec la plus grande facilité de celui des Amygdalées par un certain nombre de caractères, et principalement par les cellules épidermiques, qui, ici, sont toujours gélifiées.

Les graines de cette famille peuvent se diviser, par la structure de leurs enveloppes, en deux groupes qui correspondent aux deux groupes d'ovaires à endocarpe osseux ou membraneux.

A. Graines provenant d'un ovaire à endocarpe membraneux.

Sorbus domestica L. (Pl. II, fig. 2). — Les cellules de l'épiderme (*a*) sont tabulaires; vues de face, elles représentent des polygones à côtés exactement rectilignes. Leurs parois se composent de deux parties concentriques; l'une, tapissant la cavité cellulaire, est mince, ondulée et formée de cutine; par sa partie interne, elle adhère immédiatement à la couche sous-jacente; l'autre, plus épaisse et formée de mucilage, recouvre la première sur ses faces latérales et externe; sa face supérieure se revêt d'une mince cuticule.

La deuxième couche (*b*) de ce tégument, très développée, est parenchymateuse; elle se compose de cellules allongées parallèlement au grand axe de la graine, à sections transversales polygonales; ces cellules, à parois épaissies, de consis-

lance coriace et colorées en brun, constituent à la fois la couche protectrice et colorante de la graine. Le rang de cellules le plus interne est limité vers l'intérieur par une membrane plus épaisse et de couleur plus foncée.

Au-dessous de cette couche, on remarque deux assises de cellules tabulaires à parois minces, peu colorées, reposant immédiatement sur l'albumen. La plus interne de ces assises constitue l'épiderme interne de l'enveloppe séminale; à cause de la grande ressemblance de ces cellules, je ne crois pas devoir les considérer comme deux couches distinctes.

Pyrus communis L. — Les enveloppes séminales de la Poire ne diffèrent sensiblement de celles de la Sorbe que par leur épiderme; c'est pour cela que je n'ai figuré que cette partie. Les cellules de cette couche (fig. 3) sont environ deux fois plus longues que dans l'espèce précédente; la cavité cellulaire est très aplatie par le développement plus considérable de la paroi externe; la lamelle interne de cette paroi proémine en forme de cône creux dans la lamelle externe.

La deuxième couche est analogue à sa correspondante dans le Sorbier; seulement, ses éléments sont plus petits et plus épaissis. Leurs parois sont recouvertes sur leurs deux faces d'une mince couche de cellulose.

La partie interne de ce tégument ne présente rien de spécial.

Cydonia vulgaris Pers. — Le spermoderme de cette graine a aussi la plus grande ressemblance avec celui du Sorbier. Je ferai d'abord remarquer que la substance blanche qui recouvre les graines de Coing et qui les agglutine l'une à l'autre ne contient aucun élément organisé; ce n'est pas elle qui fournit le mucilage, comme on le croit généralement; ce qui le prouve, c'est que sur des graines où on a enlevé cette substance, les cellules externes restent intactes.

Les cellules de l'épiderme (fig. 4) sont ici trois à quatre fois plus longues que chez les deux graines précédentes; chacun sait, en effet, que la graine de Coing est la seule de

cette famille qui serve, dans la pratique, à la production du mucilage. La cavité de ces cellules, très petite, souvent invisible, a la même forme que celle que nous avons vue dans le Poirier. La couche parenchymateuse moyenne est très résistante; elle se termine par un épiderme à parois épaisses.

B. Graines contenues dans un noyau osseux.

Crataegus crus galli L. (Pl. II, fig. 5.) — La graine de cette plante, renfermée dans un noyau solide, a les enveloppes beaucoup plus molles que celles des Pomacées ordinaires; elles se composent cependant du même nombre de couches.

L'épiderme est tabulaire. Le mucilage remplit entièrement la cellule, dont la cavité a disparu; j'ai observé le même fait chez le *Néflier*. L'étude du développement peut seule nous apprendre si ce mucilage est formé par la paroi externe de la cellule, comme précédemment, ou s'il provient d'une géification générale des membranes.

La couche de parenchyme est formée de deux ou trois rangs de cellules irrégulières à parois minces; çà et là l'une d'elles contient un cristal d'oxalate de chaux. Comme épiderme interne, nous trouvons un rang de cellules cubiques, à parois tangentielles voûtées vers le dehors de la cellule. Elles renferment toutes un cristal ou même plusieurs d'oxalate de chaux.

Rosées.

Rosa alba L. (Pl. II, fig. 6.) — Le spermoderme dans la famille des Rosées est encore formé de trois couches. Les cellules de l'épiderme supérieur, à parois minces et rectilignes, toujours privées de contenu, permettent de distinguer cette graine des précédentes, construites sur le même type. La deuxième couche est formée de deux ou trois rangs de cellules étendues tangentiellement, et dont les parois minces sont complètement affaissées.

L'épiderme interne est composé de cellules tabulaires figurant sur la coupe radiale des rectangles fort réguliers, à parois jaunes, résistantes.

Sanguisorbées.

Sanguisorba officinalis L. — Les téguments des graines de cette famille, formés seulement de deux assises cellulaires, ne peuvent pas être comparés à ceux des plantes de la classe des Rosacées que nous venons d'examiner.

Les semences de *Sanguisorba officinalis*, protégées par les restes du calice et par un ovaire très résistant, ont des téguments d'une grande délicatesse.

Les deux assises qui les composent sont semblables ; elles consistent en cellules tabulaires à parois minces, alternant d'un rang à l'autre ; cette enveloppe est terminée vers l'intérieur par une membrane plus épaisse.

La deuxième assise cellulaire acquiert, au niveau du raphé, pour envelopper le faisceau vasculaire, plusieurs cellules d'épaisseur.

Agrimonia Eupatorium L. — Les deux rangs de cellules qui composent le spermoderme de l'Aigremoine sont dissemblables.

L'extérieur est formé de grandes cellules tabulaires dont les parois sont tellement minces qu'elles ne peuvent conserver leur disposition primitive et se plissent irrégulièrement.

La seconde couche présente une disposition beaucoup plus compliquée ; elle est constituée par des cellules étroites, très allongées et dirigées perpendiculairement au grand axe de la graine. Sur une section longitudinale de celle-ci, ces cellules sont coupées transversalement. On remarque alors que leurs membranes externes, considérablement épaissies, forment par leur réunion une lamelle plane ; leurs parois radiales sont demeurées minces, et leurs parois internes, bombées vers l'intérieur de la graine, sont comme les externes fort résistantes.

La coupe transversale de la graine est beaucoup moins propre que la précédente à faire comprendre la structure de cette couche. L'épiderme y conserve le même aspect, mais la seconde couche n'y est plus représentée que par un cordon jaune, sur lequel on aperçoit difficilement quelques lignes radiales qui sont les cloisons transversales des cellules. Ce cordon se compose des membranes externes, latérales et internes des cellules, qui, sur la coupe ainsi dirigée, paraissent sur le même plan et se confondent en une seule lamelle.

Poterium muricatum Spach. (Pl. II, fig. 7.) — L'épiderme se compose de cellules polyédriques à parois assez minces ; l'externe est couverte de tubercules à têtes arrondies. Les cellules de la seconde couche (*b*) ressemblent pour la forme et la disposition à celles de l'Aigremoine ; elles sont aussi dirigées dans le sens transversal de la graine, mais elles ne présentent aucun épaissement et leur coupe transversale offre à peu près la figure d'un carré.

Avec l'iode et l'acide sulfurique, toutes les parties du tégument de ces trois dernières graines se colorent en brun.

Spiréacées.

Spiraea Filipendula L. — Les téguments de cette graine se rapprochent beaucoup, par leur constitution histologique, de ceux du *Sanguisorba officinalis*. On y trouve de même deux rangs de cellules à parois brunes plus ou moins affaissées, rendant difficile l'observation de l'enveloppe ; celle-ci, du reste, ne présente aucune particularité intéressante.

Dryadées.

Les trois graines de la famille des Dryadées dont j'ai examiné le spermoderne n'ont absolument rien de commun sous ce rapport ; je vais les décrire séparément sans essayer de les rapprocher l'une de l'autre.

Rubus fruticosus L. — Les ovaires de cette plante sont, comme on sait, de petites drupes. La graine, protégée par le noyau qui l'entoure, ne possède dans ses téguments aucune partie épaissie et résistante.

On y trouve une assise de cellules polyédriques (Pl. II, fig. 8 a), à parois externes un peu épaissies. Au-dessous se trouve une seconde assise à éléments de même forme, mais un peu plus grands.

Les téguments se terminent vers l'intérieur par deux rangs de cellules tabulaires très aplaties. Il est inutile de m'étendre davantage sur la description de ces éléments, de structure si simple; la seule inspection de la figure suffira pour les faire comprendre.

Potentilla argentea L. — Les enveloppes de cette graine ont la plus grande analogie avec celles de la graine de *Poterium muricatum*, étudiée précédemment.

On trouve à l'intérieur un rang de cellules étroites, longues, dirigées perpendiculairement à l'axe de la graine; elles ont les parois minces; au-dessus, formant l'épiderme externe, une seule assise de cellules à contours polygonaux, à direction perpendiculaire aux premières. Ces éléments sont munis sur leurs parois externes de tubercules arrondis.

Geum urbanum L. — Cette plante nous offre un type de spermoderme bien différent des deux précédentes. On peut y distinguer trois couches. — L'externe ou épiderme est formée de cellules tabulaires à faces polygonales; leur paroi supérieure seule est fortement épaissie et cuticularisée.

Au-dessous de cette première couche, on remarque deux rangs de cellules semblables à celles de l'épiderme, avec cette différence que toutes leurs parois sont minces.

Sur la graine sèche, ces trois assises sont complètement aplaties et se présentent sous l'aspect d'une membrane épaisse marquée de lignes longitudinales noires qui ne sont autre chose que les cavités des cellules. En abandonnant pendant quelques jours de telles coupes dans une solution étendue

de potasse, les éléments se gonflent et reprennent leur forme primitive, que nous avons représentée dans la figure 9.

Ces téguments se terminent vers l'intérieur par un rang de cellules qui tranchent nettement sur les précédentes par leur direction radiale et leurs plus grandes dimensions. Sur une coupe tangentielle à la graine, ces cellules donnent des rectangles dont les grands côtés sont parallèles à son axe longitudinal. Une section transversale (fig. 9) présente ces cellules comme des rectangles dirigés radialement, à parois brunes; l'interne est très épaisse, les autres minces, plissées.

Granatées.

Punica Granatum L. — Le spermoderme du Grenadier se compose de quatre couches de cellules.

L'épiderme (Pl. II, fig. 11 *a*), la plus épaisse de ces couches, remarquable par la grande dimension de ses cellules, est formée d'un seul rang de prismes, pouvant atteindre jusqu'à 2 et même 3 millimètres de longueur. Leurs parois sont minces, molles. Ce sont ces cellules, remplies d'un suc sucré et acidule, qui constituent la partie comestible de la graine.

Au-dessous de l'épiderme vient une couche osseuse, dont les cellules extérieures sont arrondies et à parois minces; en allant vers l'intérieur, ces cellules deviennent de plus en plus petites, épaississent leurs parois et s'aplatissent; de sorte que la partie interne de cette couche est un tissu très dur; ces cellules ont leurs parois criblées de perforations canaliculées. L'épaisseur relative de cette couche est indiquée par la figure 11 *b*.

Nous avons représenté (fig. 10) les deux plus internes des couches de ce tégument séminal, à cause de la forme particulière des cellules qui les composent.

La couche supérieure (*c*) présente des cellules parenchymateuses à parois brunes, résistantes, formant un fin reti-

culum. Ces cellules sont très petites; quelques-unes ne dépassent pas 0^{mm},005 de diamètre. Les téguments de cette graine nous offrent donc réunis, comme dimensions, les deux types extrêmes: d'une part, les grandes cellules de l'épiderme, de l'autre, celles extrêmement réduites de la couche en question. Cette couche se termine vers le dedans par une membrane épaisse.

La couche la plus interne (*d*) des téguments présente une certaine analogie avec la précédente; ses cellules sont plus grandes et à parois incolores. Une lamelle très épaisse la parcourt parallèlement à sa surface, vers la partie interne. Un seul rang de cellules recouvre vers le dedans cette lamelle (*d'*).

Au contact de l'iode et de l'acide sulfurique, les cellules épidermiques, les cellules de la couche osseuse restées minces et celles de la couche *d* bleuissent. La partie dure de la couche osseuse et la couche *c* tout entière se colorent en brun sous la même influence. Pendant cette action, la lamelle épaisse *d'* se gonfle et se sépare en un grand nombre de parois cellulaires minces, qui étaient d'abord réunies.

Rhamnées.

Les graines de cette famille se rangent, quant à la structure de leurs téguments, en deux types bien tranchés entre lesquels aucun rapprochement n'est possible; l'un est représenté par le genre *Rhamnus*, l'autre par le *Zizyphus vulgaris*.

Rhamnus catharticus L. — Les enveloppes de cette graine (Pl. II, fig. 12) nous offrent un grand degré de complication, aussi bien par la diversité des couches dont elles sont formées, que par leur disposition autour des différentes parties de l'amande. Elles se composent de six couches qui, sur une section transversale de la graine, se présentent comme il suit :

1° L'épiderme (*a*) comprend une couche de cellules à contours polygonaux, renflées à leur partie centrale et compri-

mées sur les bords au point de rendre presque invisibles les cloisons latérales. Sur une coupe tangentielle, on voit que ces dernières sont percées de nombreuses ponctuations qui les font communiquer entre elles ; nous n'avons pu représenter ces perforations sur notre figure ;

2° Au-dessous de cette couche, il en existe une assez développée, formée à sa partie externe de cellules allongées, à bords crénelés, dont la cavité presque oblitérée s'élargit d'espace en espace pour loger un volumineux cristal d'oxalate de chaux ; la partie interne de cette couche est composée de deux ou trois rangs de fibres entrelacées, dirigées transversalement à l'axe de la graine, mais qui se relèvent au niveau de la crête de cette dernière pour prendre une direction perpendiculaire à la première ; ces fibres sont coupées selon leur longueur dans la figure (*b*). Vus en coupe transversale, ces éléments très épaissis représentent de petits polygones irrégulièrement hexagonaux, dont le centre serait occupé par le lumen étroit ;

3° La couche suivante (*c*) n'a qu'une assise de cellules ; ce sont des prismes de dimensions assez considérables ($0^{\text{mm}},003$ sur $0^{\text{mm}},008$) dirigés radialement ; les cloisons latérales sont minces, les parois tangentielles épaisses et brunes. Ces cellules sont remplies d'une substance brune qui se détache des coupes minces ;

4° Nous trouvons ici une nouvelle couche protectrice (*d*) ; elle est constituée par un seul rang de cellules à peu près cubiques, de $0^{\text{mm}},04$ environ de côté. Les parois de ces éléments, colorées en jaune foncé, ont comblé en s'épaississant une partie de la cavité ; elles sont marquées d'un système de striations concentriques, et traversées suivant le rayon par des ponctuations canaliculées communiquant avec la cavité ;

5° La cinquième couche (*e*) constitue un parenchyme mu-riforme peu résistant, à cellules tabulaires assez irrégulières ; leurs parois sont brunes et non épaissies. A la partie interne de cette couche, les cellules s'aplatissent et produisent un tissu plus dense ; on remarque même, appliquée sur l'épi-

derme interne, une lame épaisse et incolore qui se compose uniquement des parois les plus internes, exactement appliquées l'une sur l'autre, sans laisser entre elles aucune trace de leurs cavités. Si on abandonne pendant quelque temps de ces préparations dans de l'eau alcalinisée, cette lame se gonfle, et on peut apercevoir les cellules dont elle est formée;

6° Enfin, la dernière couche (*f*) est composée de cellules tabulaires à parois incolores; les internes plus épaisses sont voûtées vers le dehors de la cellule; la cavité est remplie d'une substance solide d'un brun foncé.

J'ai déjà signalé la disposition singulière des enveloppes autour de l'amande. L'embryon, avec ses deux larges cotylédons, est replié en une gouttière dont la partie convexe est tournée vers la crête qui court sur l'une des faces de la graine de la région chalazienne à la région micropylaire; l'ouverture de la gouttière, presque fermée par le rapprochement des bords de l'embryon, regarde la face plane de la graine. Un albumen foliacé recouvre sur les deux faces et entoure complètement la jeune plante. Les deux dernières couches (*e*, *f*) suivent toutes les sinuosités de l'amande, en restant continues. Le faisceau du raphé, logé dans le parenchyme (*c*), longe le fond de la gouttière. La couche de protection (*d*) accompagne les deux précédentes, mais elle se disjoint à son sommet le plus rentrant par une fente parallèle au raphé, et les lèvres se renflent considérablement sur leurs bords. Les autres parties du spermoderme ne subissent aucune déviation au niveau de l'ouverture de la gouttière.

Rhamnus Frangula L. — Les enveloppes séminales, appartenant au même type que celles du *Rhamnus catharticus*, en diffèrent par quelques points. La couche fibreuse est plus épaisse, et les éléments y sont disposés suivant deux directions perpendiculaires; la moitié externe a ses fibres parallèles au grand axe de la graine, tandis que dans la partie interne elles conservent la même orientation que dans le *Rhamnus catharticus*. Le parenchyme de la couche *c* se

trouve réduit à un ou deux rangs de cellules. Une autre différence consiste en ce que l'amande, au lieu de se plier, reste plane; les téguments reprennent leur disposition habituelle; la couche *d* est continue.

Zizyphus vulgaris Lam. (Pl. II, fig. 13.) — Les enveloppes séminales de cette plante se divisent en quatre couches.

L'épiderme (*a*), qui constitue la couche protectrice, est formé d'un seul rang de prismes à sections tangentielles hexagonales, dirigés radialement, d'une largeur de 0^{mm},01, sur une longueur de 0^{mm},07. Les parois externes et internes restent minces; les parois latérales au contraire sont munies sur la plus grande partie de leur longueur d'épaississements rayonnants, qui, à la partie supérieure de la cellule, ne laissent libre qu'un lumen linéaire. La cavité s'élargit vers la paroi interne des prismes, où, sur une coupe longitudinale, elle a la forme d'un triangle. Cette première couche est recouverte d'une mince cuticule. A l'extrémité supérieure des prismes, on remarque une bande parallèle à la surface de la graine, qui sur la figure a environ 1 1/2 millimètre de largeur, et qui présente une teinte beaucoup plus claire que les autres parties de la membrane; c'est la ligne lumineuse. Je renvoie, pour l'interprétation de ce phénomène, à la famille des Légumineuses, où il existe avec des caractères identiques, parce que c'est chez ces plantes qu'il a été étudié avec le plus de soin.

Au-dessous de l'épiderme, se trouve une assise de cellules (*b*) à parois minces, brunes, dont la forme est celle d'un prisme peu élevé à base polygonale. Leurs cloisons latérales se sont plissées par la pression de la couche extérieure.

La troisième couche, qui comprend la plus grande partie de l'épaisseur du tégument, consiste en trois ou quatre rangs de cellules irrégulières très grandes (0^{mm},04 à 0^{mm},12), à parois minces, formant un parenchyme sans consistance.

L'épiderme interne (*d*) se compose d'une seule série de cellules à coupe tangentielle polygonale, et à coupe radiale

rectangulaire. Les parois de ces cellules sont légèrement épaissies et jaunes; les cloisons latérales présentent des ondulations très faibles et très rapprochées, dirigées radialement et représentées dans la figure.

Sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique, toutes les parties de ce test deviennent brunes; la ligne lumineuse, tout en se colorant comme les autres parties des cellules, conserve une nuance beaucoup plus claire.

Ceanothus americanus L. — On peut rapprocher, quant à la structure de ses enveloppes, la graine du *Ceanothus* de celle du *Jujubier*. Cependant, on remarque dans ces deux enveloppes des différences assez considérables pour qu'on ne puisse les considérer comme exactement semblables. L'épiderme est la couche qui offre le plus de ressemblance avec sa correspondante de la graine précédente; il se compose de prismes de même forme, seulement ici ces éléments sont deux fois plus longs; la cavité cellulaire est presque oblitérée; il n'en reste plus qu'un espace pyramidale creux assez surbaissé, occupant la base du prisme; dans la partie supérieure, cette cavité devient linéaire. Cette disposition de l'épiderme donne à la graine une dureté plus grande que dans le *Jujubier*. On observe dans ces éléments une double ligne lumineuse dont l'interne est plus blanche que l'autre.

La deuxième couche se compose de deux assises de cellules tabulaires à parois minces remplies d'une matière solide qui les rend très résistantes.

La couche (c) est formée de deux ou trois rangs de cellules plates à parois épaisses et brunes. Le caractère qui éloigne le plus l'une de l'autre les deux enveloppes séminales que nous comparons, consiste en ce que chez le *Ceanothus* il ne s'est pas différencié d'épiderme interne; les cellules qui limitent à la partie inférieure le parenchyme ne se distinguent pas en effet des autres.

Si on fait agir l'iode et l'acide sulfurique sur ce spermoderme, la lame cuticulaire se colore en brun; la partie supérieure des prismes, ainsi que la ligne lumineuse externe,

prend une coloration bleu-verdâtre qui passe insensiblement au brun en allant vers leur base. La ligne lumineuse interne s'est aussi colorée en brun. Il me semble que l'étrangeté de ces réactions tient à ce que les graines que j'ai eues à ma disposition n'avaient pu arriver à leur maturité complète. Les parois des prismes, primitivement de nature cellulosique, n'étaient pas encore complètement transformées en cutine, et c'est ce qui explique la couleur de leur moitié supérieure, résultant du mélange du bleu de la cellulose avec le jaune de la cutine. S'il en est ainsi, nous pourrions admettre, dès maintenant, que la base des prismes et la ligne lumineuse inférieure sont les parties qui se cuticularisent le plus tôt.

En résumé, les graines de la famille des Rhamnées peuvent se diviser en deux groupes bien distincts, mais qui ne sont pas eux-mêmes homogènes; j'ai indiqué, en effet, dans les graines qui les composent des dissemblances assez considérables.

Cucurbitacées.

On distingue dans le spermodermis de toutes les graines de cette famille six couches différentes.

La première est un épiderme d'un seul rang de cellules ordinairement prismatiques et très allongées; la deuxième consiste en un parenchyme dont les éléments, quelquefois très épaissis, offrent des degrés de résistance très variables dans les différents genres. Nous la désignerons, dans les descriptions suivantes, sous le nom de parenchyme externe. La troisième couche, la couche protectrice, est aussi celle dont la constitution est la plus constante. Elle se compose toujours d'une seule assise de cellules très épaissies, dont les parois jaunes émettent des prolongements plus ou moins élégamment ramifiés, s'engrenant les uns dans les autres et qui font de cette assise une couche non-seulement très solide, mais encore très difficile à dissocier. La cavité, très petite,

communique avec des punctuations canaliculées se ramifiant dans l'épaisseur des parois. Les dimensions de ces cellules sont assez considérables, leur plus petit diamètre atteint de 0^{mm},08 à 0^{mm},10, et leur longueur est trois ou quatre fois plus grande. Les deux couches suivantes sont parenchymateuses; l'externe, que nous appellerons parenchyme moyen, possède ordinairement à sa partie supérieure de grands éléments (0^{mm},06 à 0^{mm},08) laissant entre eux des méats considérables; la zone inférieure de cette couche se compose de cellules irrégulières sans lacunes, à parois très minces et incolores.

La cinquième couche, ou parenchyme interne, est semblable à cette partie; elle est souvent limitée à son contact avec la précédente par une lame épaisse, rayée longitudinalement, composée de parois cellulaires appliquées l'une contre l'autre. Le rang interne de cellules possède des parois plus épaisses que les autres, et la cavité est remplie d'un contenu granuleux; c'est un épiderme interne.

Étudions avec plus de détails quelques-unes des graines de cette famille.

Cucumis sativus L. (Pl. II, fig. 14.) — Nous décrirons d'abord les enveloppes du *Cucumis sativus*, que nous avons figurées en entier.

M. Höhnelt¹ divise les graines des Cucurbitacées en deux groupes; le premier, qui comprendrait les genres *Cucurbita*, *Lagenaria*, serait caractérisé par ce fait que l'épithélium interne du carpelle prendrait part à la formation de la graine, et constituerait les cellules prismatiques de sa surface; dans le second, auquel appartiendrait le genre *Cucumis*, la graine n'emprunterait rien aux parois de l'ovaire. Il n'est d'abord pas exact que les cellules prismatiques placées radialement sur les graines citées plus haut proviennent du carpelle; elles constituent au contraire l'épiderme propre de la graine; le simple examen d'ovules jeunes suffit pour le prouver. En second lieu, si M. Höhnelt n'a pas rencontré chez les *Cucumis*

1. *Loc. cit.*

le revêtement qu'il reconnaît chez les autres graines, c'est parce qu'il s'est servi d'échantillons secs; chez ceux-ci, en effet, la plus grande partie des cellules épidermiques se détruisent par la dessiccation; mais en opérant sur des semences fraîches encore contenues dans le fruit, on voit que ces graines sont aussi complètes que les autres de la famille.

Les cellules épidermiques (*a*) se présentent alors sous la forme de prismes très allongés, ayant jusqu'à 0^{mm},20 de longueur et 0^{mm},05 de diamètre, inclinés vers la chalaze, qui est le seul point où ils soient perpendiculaires à la surface de la graine; les parois incolores sont fort minces et molles. On remarque sur les faces de ces prismes des épais-sissements filiformes, parallèles à leurs grands côtés et allant d'une base à l'autre; par leur rigidité, ils soutiennent les cellules épidermiques, et leur permettent de conserver leur forme. Sur la graine sèche, les parties molles de ces cellules ont disparu; il ne reste que les endroits épaissis, qui s'appliquent sur la graine à la manière de poils surtout abondants à l'extrémité chalazienne.

Le parenchyme intermédiaire (*b*) présente ici peu d'épaisseur; il ne comprend qu'une ou deux cellules superposées; au-dessous de l'axe des prismes épidermiques, il n'y a qu'une seule cellule large; entre deux prismes, c'est un petit amas de deux ou trois cellules à section beaucoup moins étendue. Ces cellules, isolées par la macération de Shulze, sont étroites et allongées; leur surface est garnie de tubercules arrondis. Au centre, on aperçoit la cavité presque comblée et qui se prolonge dans chacun des tubercules. Sur une coupe transversale, la striation concentrique de ces cellules devient très visible.

Les éléments de la couche protectrice (*c*) sont remarquables; ils ont la forme générale des précédents, mais sont en dimensions diamétrales environ deux fois plus grands; les tubercules, au lieu d'être lisses, sont hérissés de dents coniques et pointues qui s'enchevêtrent exactement avec les dents des cellules voisines, formant ainsi une assise d'une

grande ténacité. La striation est très nette sur la coupe transversale ou sur la cellule entière vue en coupe optique (fig. 15).

Le parenchyme moyen (*d*) est formé de cellules grandes, irrégulières, à parois minces; les assises supérieures sont plus étroites, et, dans quelques parties, vis-à-vis du raphé par exemple, elles se transforment en cellules étoilées.

Les deux couches internes correspondent exactement à la description donnée plus haut dans les généralités; je me dispenserai d'y insister de nouveau.

Cucurbita maxima Duchesn. — Toutes les graines de la famille des Cucurbitacées possédant le même nombre de couches formées des mêmes systèmes de tissus, la figure complète des enveloppes d'une seule graine peut suffire à donner une idée de la structure de toutes, pourvu que l'on indique, pour chaque graine, la forme des cellules qui composent chacune des couches, et l'épaisseur de celles-ci.

Dans le *Cucurbita maxima* ou Potiron des jardiniers, l'épiderme a la même forme que dans le *Concombre*, mais ses cellules sont deux fois plus longues; cette couche persiste sur la graine sèche.

Le parenchyme externe consiste en cellules polyédriques à coupe sensiblement rectangulaire, sans aucun méat. Les parois sont munies d'épaississements réticulés. Cette couche a environ 0^{mm},06 d'épaisseur.

Les cellules de la couche protectrice sont représentées dans la figure 16. Les dents des cellules du *Concombre* ont disparu, il n'en reste que quelques-unes; la forme générale est la même de part et d'autre.

Le parenchyme moyen atteint jusqu'à 0^{mm},04 d'épaisseur; il est formé dans ses deux tiers extérieurs de cellules globuleuses (fig 17), pourvues chacune de trois ou quatre mamelons par lesquels elles se relient aux cellules voisines; il en résulte qu'elles laissent entre elles de grandes lacunes remplies d'air. Les parois de ces éléments sont le siège d'épaississements réticulés peu proéminents. La partie interne de cette couche

se compose de cellules parenchymateuses tabulaires, à parois minces, sans méats.

Les couches internes sont analogues à celles du *Cucumis sativus*, moins la lame externe, qui n'existe pas ici.

Lagenaria vulgaris Ser. — Les cellules épidermiques sont analogues à celles des deux graines précédentes; leur longueur est de 0^{mm},15.

Le parenchyme externe se compose de cellules rameuses, laissant entre elles de nombreux méats. Ces cellules sont tout à fait semblables à celles de la Pastèque (fig. 18), seulement leurs parois sont beaucoup plus minces.

Je ne ferai pas mention de l'assise protectrice; elle ne présente pas de différences notables avec celle du Potiron.

La quatrième couche est peu développée (0^{mm},15). A sa partie externe, on remarque deux ou trois rangs de cellules étoilées, qui se continuent vers l'intérieur avec un parenchyme muriforme à parois minces.

La couche inférieure, formée d'un parenchyme lâche, est limitée par deux épidermes, l'interne semblable à celui des autres graines, l'externe formé de cellules épaissies en V vers l'extérieur.

Citrullus vulgaris Schrad. (Pastèque.) — Les cellules de l'épiderme, en conservant la forme ordinaire à cette famille, offrent des complications spéciales tendant d'une façon générale à les rendre plus solides; aussi cette couche ne disparaît-elle ni ne s'affaisse jamais sur la graine sèche; elle lui constitue au contraire une enveloppe protectrice externe très résistante. Ces cellules, longues de 0^{mm},30, sont remplies d'une substance solide brune, qui produit, vue en masse, la couleur foncée de la graine; sur une coupe tangentielle (Pl. II, fig. 19), elles apparaissent comme des polygones irréguliers à cinq ou six côtés. Les parois latérales, épaisses, présentent une ligne médiane de couleur brune, qui se renfle sur un ou deux points de chacun des côtés en un corps de forme ovale, bordé de lames latérales incolores, qui suivent toutes les sinuosités de la lamelle moyenne. Les renflements précédents ne sont autre

chose que les coupes transversales de baguettes épaissies allant d'une base à l'autre des prismes, et correspondant à celles qui existent, mais plus simples, chez les autres graines.

La membrane externe de ces cellules est très épaisse. Elle se compose de deux parties : une lamelle externe très développée courant sur toutes les cellules, à surface supérieure unie et luisante, à surface inférieure reproduisant en sens inverse les inégalités du sommet des prismes, et une portion interne, beaucoup plus mince, striée parallèlement à la cavité, formant une voûte au-dessus de chaque prisme.

Avec l'iode et l'acide sulfurique, la lamelle supérieure présente une zone externe incolore de mucilage, et une zone interne se colorant en brun.

La partie moyenne de cette membrane, ainsi que les portions latérales des parois radiales, devient bleue.

Le parenchyme externe, d'une épaisseur de 0^{mm},25, est composé de cellules (fig. 18) à parois striées et percées de nombreuses punctuations.

Le corps des cellules de la troisième couche est étroit et onduleux ; les tubercules qui garnissent sa surface chez les graines précédentes se développent jusqu'à former la plus grande partie de la masse de la cellule, et se ramifient d'une façon fort élégante (fig. 20). La cavité cellulaire devient linéaire, se ramifie comme la cellule elle-même, et pénètre dans les plus petites branches émanées des tubercules.

Les deux couches qu'il nous reste à examiner sont identiques à leurs correspondantes du *Lagenaria* ; la seule différence consiste en ce que le parenchyme interne ne possède pas d'épiderme supérieur.

Sicyos angulatus L. — Chez cette graine et la suivante, les cellules épidermiques sont beaucoup moins longues que chez celles que nous avons examinées précédemment ; ici, elles conservent encore la direction radiale, mais elles n'atteignent plus dans ce sens que 0^{mm},06. Elles ne présentent du reste aucune autre particularité.

Le parenchyme externe est représenté par de une à trois

assises de petites cellules elliptiques, à parois minces, que l'on a de la peine à reconnaître.

La troisième couche, toujours formée d'un seul rang de cellules résistantes, s'écarte beaucoup de ce que nous avons vu jusqu'ici. Les cellules étaient toujours irrégulières, plus ou moins tuberculeuses et étendues tangentiellement; dans la présente graine, elles sont sensiblement prismatiques et dirigées radialement. Le prisme, vers sa partie moyenne, offre une section à peu près circulaire; vers les extrémités, le corps de la cellule s'effile, mais il émet vers l'extérieur des ailes rayonnantes qui s'enchevêtrent avec celles des cellules voisines. Les extrémités vues de face de ces cellules sont donc étoilées. Le prisme tout entier vu par le côté représente un rectangle dont les bases s'élargissent légèrement (fig. 21). La cavité cellulaire est presque linéaire; en son milieu, on remarque un renflement elliptique; aux extrémités, elle se ramifie et pénètre dans chacune des ailes latérales dont nous avons parlé.

Pour les deux dernières couches, je renvoie à la description de la Pastèque.

Cyclanthera pedata Schrad. — Cette graine est la seule de la famille des Cucurbitacées dont les cellules épidermiques soient aplaties; ce sont des tables à parois minces, incolores, qui manquent des épaissements en baguettes que nous avons trouvés jusqu'ici.

La seconde couche, parenchyme externe, se compose de cellules tabulaires réticulées tout à fait semblables à celles du *Cucurbita maxima*.

Les cellules de la couche protectrice, pour la forme extérieure, ressemblent à celles de la graine précédente; mais les parois sont peu épaisses, et la cavité, pénétrant dans toutes les saillies de la cellule, est semblable à la surface externe de la cellule.

Même disposition que ci-dessus pour les deux dernières couches.

En résumé, toutes les graines des Cucurbitacées possèdent

six couches spermodermiques. L'épiderme présente, somme toute, peu de variations. Si nous considérons la couche la plus importante par sa grande différenciation, la troisième ou couche protectrice, nous voyons que, par rapport à sa structure, les graines de cette famille peuvent être divisées en deux séries : la première, où les cellules sont étendues dans le sens tangentiel, comprenant les genres *Cucumis*, *Lagenaria*, *Cucurbita* et *Citrullus* ; la seconde, où les mêmes éléments sont au contraire dirigés radialement, contient les genres *Sicyos* et *Cyclanthera*. Quant aux autres couches, qui sont partout parenchymateuses, elles offrent d'assez nombreuses variations dans la forme de leurs éléments ; mais cette variété de forme ne suffit peut-être pas pour entraîner une autre division de ces graines ; nous avons reconnu, en effet, que dans les enveloppes séminales les plus semblables, les couches peu différenciées, le parenchyme principalement, pouvaient varier dans d'assez grandes limites.

Araliacées.

Aralia racemosa L. (Pl. III, fig. 1.) — Les baies de cette plante contiennent chacune cinq graines, dont les téguments très solides se composent de cinq couches.

L'externe ou épiderme est constituée par une assise de cellules allongées, de même forme et de même dimension que les fibres sous-jacentes, dont elles se distinguent difficilement, et dirigées comme elles perpendiculairement au grand axe de la graine. Elles en diffèrent principalement parce qu'elles contiennent une substance brune, que leurs parois sont minces, et que, au lieu de s'effiler en pointes à leurs extrémités, elles se terminent par des cloisons transversales ou peu obliques. La couche située au-dessous (*b*) se compose de cinq ou six assises de fibres allongées, dont la direction a été déjà indiquée.

La troisième couche (*c*) est formée des mêmes éléments que la précédente, mais placés en sens inverse ; il sont donc

parallèles à l'axe de la graine. Les fibres de cette couche sont un peu plus épaisses ; entre elles, on remarque une substance intermédiaire jaune, la lamelle moyenne, dans laquelle elles paraissent contenues.

La disposition de la couche *b* se retrouve dans la quatrième; ici, il n'y a qu'une ou deux cellules d'épaisseur. Enfin, la cinquième couche (*e*) est composée de cellules tabulaires à bases polygonales, à parois internes épaisses et jaunes, et à parois externes et latérales peu épaissies.

Comme on peut le voir, il n'y a aucune continuité entre les deux dernières couches; leurs cellules sont simplement juxtaposées. Il semblerait, d'après cela, que la partie dure de l'enveloppe que nous venons d'examiner devrait former le noyau d'un fruit drupacé, et n'appartiendrait pas à la graine. Cependant, comme les corps contenus dans l'ovaire ont tout à fait l'apparence de graines, comme d'autre part la différenciation inégale de deux couches voisines peut parfaitement amener le résultat ci-dessus, j'ai cru devoir considérer toute l'enveloppe comme appartenant à la graine, en attendant que l'étude du développement vienne nous fixer sur ce point.

Caryophyllées.

On sait que ce groupe naturel se divise, par les caractères de sa fleur, en deux tribus ou sous-familles considérées par beaucoup de botanistes comme deux familles distinctes, les *Alsiniées* et les *Silénéées*. Par la structure de leurs téguments, les graines de ce groupe se partagent en deux types correspondants. Chez toutes, c'est l'épiderme qui joue le rôle protecteur de l'embryon. Mais dans la tribu des *Silénéées*, la lame solide comprend toute la cellule épidermique, qui s'est aplatie et dont la cavité s'est remplie d'une matière solide; chez les *Alsiniées*, la même lame protectrice est uniquement formée de la paroi externe de la cellule; celle-ci atteint toujours un certain développement radial, et sa cavité est vide. En outre, dans les dernières, la surface de la graine présente des sculp-

tares plus variées et plus compliquées que dans les plantes de la tribu des Silénées.

A. Silénées.

Nous prendrons pour type de cette tribu le *Cucubalus bacciferus* L. (Pl. II, fig. 22.)

Le spermoderme comprend deux couches; l'externe ou épiderme (*a*) est formée de cellules tabulaires dentées sur leurs bords (Pl. III, fig. 2), dont les bases polygonales sont planes et parallèles. Les parois latérales et les parois internes de ces cellules demeurent minces, tandis que la membrane externe en occupe presque toute l'épaisseur. La cavité, aplatie, contient une substance solide de couleur plus foncée que les parois.

La deuxième couche se compose de deux rangs de cellules allongées tangentiellement, à parois très minces, laissant entre elles quelques petites lacunes.

La membrane limitante interne de cette couche, appliquée sur l'albumen, présente un épaissement assez notable qui pourrait faire considérer le rang inférieur de cellules comme un épiderme interne. Nous allons passer en revue d'autres graines où nous ne verrons sous l'épiderme qu'un seul rang de cellules; il ne pourra donc être question d'y distinguer un parenchyme intermédiaire et un épiderme inférieur; c'est pour ne pas rompre l'analogie entre toutes ces graines, analogie très frappante d'ailleurs, que je n'ai admis que deux couches dans le spermoderme du *Cucubalus*.

Les autres graines de cette tribu que j'ai examinées (*Dianthus carthusianorum* L., *Saponaria officinalis* L., *Silene nutans* L. et *Lychnis dioïca* D.C.) m'ont offert entre elles une remarquable ressemblance, et avec la plante précédente seulement des variations de peu d'importance. Les cellules épidermiques, au lieu d'être planes à leur face supérieure, sont terminées par une surface convexe. La graine n'est pas lisse comme chez le *Cucubalus*; elle est hérissée de très petites pointes.

La deuxième couche de ces enveloppes, dont j'ai déjà parlé, ne consiste qu'en un seul rang de cellules épaissies seulement sur leurs membranes internes, et beaucoup plus petites que les cellules épidermiques. Sur tout le parcours du raphé, cette couche se dédouble et fournit une bande de parenchyme logeant le faisceau vasculaire.

B. Alsiniées.

La disposition des téguments se présente avec le plus de netteté dans la graine du *Stellaria graminea*. (Pl. III, fig. 3.)

Les cellules de l'épiderme (*a*) sont très grandes; elles atteignent jusqu'à 0^{mm},07 de largeur; les parois externes, très épaisses et brunes, présentent une voussure très accentuée vers le dehors. Elles sont garnies, sur leur surface externe, de pointes fines très serrées qui, sur la coupe, offrent l'aspect d'une frange bordant toute la bande formée par la paroi. Les membranes internes et latérales de ces cellules sont minces; les dernières très peu élevées.

La couche située sous l'épiderme comprend trois ou quatre assises de cellules irrégulières à parois minces; le rang inférieur de ces cellules (*b'*) possède de plus grandes dimensions et se sépare nettement des autres.

Chez le *Cerastium grandiflorum* Waldst. et Kit., les cellules épidermiques ont à peu près la disposition précédente. Elles sont beaucoup plus petites; les parois internes sont minces et rectilignes; les autres forment un plein cintre où les cloisons latérales se soudent en partie. De distance en distance, une cellule épidermique acquiert cinq ou six fois la longueur des voisines, et forme une des saillies de la surface de la graine.

La seconde couche consiste en un rang de cellules allongées radialement, à coupe rectangulaire, dont les parois incolores sont excessivement minces.

Le spermodermé de l'*Alsine Jacquini* Roch. diffère assez peu du précédent. Ses éléments sont beaucoup plus petits;

les parois externes de l'épiderme, moins bombées, sont garnies de fines pointes comme chez le *Stellaria*. Les cellules de la couche sous-épidermique, peu développées, s'appliquent contre l'épiderme, et il est difficile de les distinguer. Enfin, dans le *Spergula arvensis* L. (fig. 4), l'épiderme présente une grande solidité; l'épaississement se remarque non-seulement sur les parois externes des cellules, mais encore, quoique à un moindre degré, sur les parois internes et latérales; ces parois, brunes, sont marquées d'une striation concentrique très apparente. Vues de face, ces cellules ont un corps peu développé; il en part des prolongements en forme de bras, qui s'enchevêtrent avec ceux des cellules voisines (fig. 5). Sur leur face supérieure, ces cellules sont munies de tubercules en forme de verrues très rapprochées les unes des autres, qui se voient en coupe sur la figure 4.

La surface de la graine est parsemée de poils en massue (*p*) qui s'insèrent à la partie médiane de la paroi externe des cellules épidermiques. Ces productions ne sont pas des poils, au sens exact du mot; on voit dans leur partie renflée un espace creux allongé, qui s'effile en pointe vers leur point d'insertion; je n'ai pas pu suivre le prolongement de cette cavité jusqu'à l'intérieur de la cellule; mais jamais l'appendice pileux n'est séparé de la cellule par une cloison; il est donc probable que ces poils ne sont que des émergences de la paroi externe de la cellule, dont le canal de communication s'est fermé par l'épaississement des parois; d'ailleurs, ces productions sont recouvertes des mêmes verrues que les autres parties de la surface de la graine.

La couche interne de ce spermoderme (*b*) consiste en un parenchyme de trois à quatre rangs de cellules minces, allongées en direction tangentielle.

Nymphéacées.

Nymphaea alba L. — Les enveloppes séminales très solides du *Nymphaea alba* se composent de deux couches: l'ex-

terne est un épiderme à un seul rang de cellules, l'interne consiste en un parenchyme à trois ou quatre assises de cellules irrégulièrement disposées.

Les cellules épidermiques (Pl. III, fig. 6 a) possèdent dans leurs contours généraux la forme de parallépipèdes à bases rectangulaires ; elles sont placées transversalement par rapport à l'axe séminal, se réunissent par leurs grands côtés en séries rectilignes (fig. 7) qui s'étendent du micropyle à la chalaze, c'est-à-dire d'une extrémité à l'autre de la graine. Les cellules d'une file alternent avec celles des deux files voisines. Les cloisons latérales de ces cellules présentent une disposition curieuse : planes vers leur bord inférieur, elles se plissent peu à peu ; les ondulations s'accroissant de plus en plus à mesure qu'elles se rapprochent du bord externe, il en résulte que la paroi prend l'aspect frisé d'une feuille de chicorée. Un lambeau d'épiderme détaché et vu par sa face externe montre très bien cette disposition (fig. 7).

La paroi externe des cellules épidermiques se divise en deux lames : l'interne, ondulée, est marquée, ainsi que les autres parois, de stries parallèles faciles à apercevoir ; l'externe, de couleur plus foncée, s'applique exactement sur la précédente ; sa surface externe, plane, rend la surface de la graine unie.

On remarque sur les membranes internes et radiales des cellules épidermiques des ponctuations nombreuses qui, chez les premières, sont entièrement perforées, tandis que chez les dernières elles sont fermées par un diaphragme médian très mince.

La couche interne du spermoderme comprend deux ou trois rangs de cellules irrégulières, aplaties, allongées tangentiellement, à parois épaisses, et se terminant vers l'intérieur par une membrane encore plus résistante appliquée sur l'albumen.

Sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique, les tégu-ments se colorent tout entiers en brun.

La semence de *Nymphaea alba* est enveloppée d'un arille véri-

table signalé déjà par Mirbel¹ et décrit avec soin par M. Planchon². Il consiste en une excroissance du funicule qui se développe autour du hile, et qui, après avoir recouvert le micropyle de cette graine anatrope, s'étend sur toute sa surface à la manière d'un capuchon, ne laissant qu'une petite ouverture circulaire au niveau de la chalaze. Ce tégument accessoire de la graine, de couleur blanche, est formé par des cellules tabulaires allongées, dirigées parallèlement au raphé et disposées en une seule assise. Leurs parois demeurent molles et d'une grande minceur ; elles sont remplies d'un liquide visqueux abondant qui les rend turgescents. Au pourtour de l'ouverture de l'arille, ces cellules s'alignent régulièrement, de façon à former un bord net à la membrane.

Renonculacées.

La famille des Renonculacées, qui présente de si grandes différences au point de vue des détails organographiques de sa fleur, offre une diversité non moins considérable dans la structure histologique de ses enveloppes séminales.

Les graines que j'ai examinées dans cette famille, appartenant à treize genres différents, se partagent en deux groupes essentiellement distincts. Dans le premier de ces groupes, le plus nombreux, puisqu'il renferme douze des graines étudiées, les téguments sont formés de trois couches cellulaires : deux épidermes, limitant une couche intermédiaire de parenchyme. Pour l'intelligence de la description, je désignerai ce groupe par le nom de *Renonculacées proprement dites*.

Je n'ai trouvé dans la seconde catégorie, dont la structure est beaucoup plus compliquée, que la graine du *Paeonia officinalis*. Ce sera le type des *Paeoniées*.

1. Mirbel, *Nouvelles Recherches sur la structure et les développements de l'ovule végétal*. Paris, 1828, p. 312.

2. J. E. Planchon, *Développement et caractères des vrais et des faux arilles*. (*Annales des sciences naturelles*. 3^e série, III, 1845.)

Renonculacées proprement dites.

Les graines de cette catégorie sont loin d'être semblables. Leur épiderme externe est toujours formé d'une seule assise de cellules tabulaires, dont les parois présentent différents modes d'épaississements. D'après ce caractère, on peut partager cette série de graines en trois subdivisions, suivant que les parois des cellules épidermiques restent minces, qu'elles s'épaississent sur toute leur surface ou que l'épaississement n'intéresse que la partie externe de la cellule.

La couche intermédiaire, parenchymateuse, est formée d'un nombre plus ou moins grand de cellules irrégulières dont les parois restent souvent minces, mais qui s'épaississent cependant dans quelques cas.

L'épiderme interne se compose, comme l'externe, d'un seul rang de cellules tabulaires très aplaties; les détails de leur structure, très variée, seront décrits à propos de chacune de ces graines.

A. Graines à cellules épidermiques minces.

Il est intéressant de remarquer que les graines qui composent cette subdivision, et qui sont caractérisées par la minceur de leurs cellules épidermiques, sont toutes contenues dans un ovaire indéhiscent, tandis que les autres graines de la famille, dont l'épiderme est toujours résistant, appartiennent à des capsules déhiscentes ou à des baies.

Clematis Viorna L. (Pl. III, fig. 8.) — L'épiderme externe, formé de cellules à peu près cubiques, se soude intimement à la paroi interne scléreuse de l'ovaire, au point qu'il est difficile de distinguer la limite des deux organes. Cependant, sur une coupe longitudinale du fruit, l'extrémité de la graine n'atteignant pas le fond de l'ovaire, on voit facilement que toutes les parties solides appartiennent au péricarpe.

Au-dessous de l'épiderme, se trouve la seconde couche de la graine, consistant en cinq ou six assises de cellules paren-

chymateuses de dimensions à peu près égales dans tous les sens, à parois minces, peu colorées.

A sa partie interne, la graine est terminée par une couche de cellules à section rectangulaire, dont la paroi interne est seule épaissie et hérissée vers la cavité de la cellule de saillies linéaires très rapprochées, apparaissant, quand la coupe dont il s'agit est très mince, comme des tubercules déliés, dans le cas contraire, sous forme de granulations remplissant presque la cavité cellulaire.

Cette dernière assise se colore en jaune sous l'action de l'iode et de l'acide sulfurique ; les autres parties du tégument prennent, avec les mêmes réactifs, une coloration bleue.

Anemone vitifolia Buchan. — L'épiderme supérieur des téguments de cette graine est composé de cellules tabulaires à parois minces, sous lesquelles on remarque une couche blanche hyaline, assez épaisse, parcourue par des lignes sombres horizontales. Cette couche représente le parenchyme intermédiaire des graines voisines ; elle est formée par les parois appliquées l'une sur l'autre de cellules vides.

La troisième couche est constituée par des cellules tabulaires à contours polygonaux (Pl. IV, fig. 1). Elles présentent le même genre d'épaississement que les cellules homologues du *Clematis Viorna*.

Avec le réactif iodo-sulfurique, ces différentes couches se comportent comme les parties correspondantes de la graine précédente.

Ranunculus bulbosus L. (Fig. 10.) — L'épiderme extérieur de cette graine est formé de cellules à contours polygonaux remplies d'une matière solide rouge ; il est suivi d'une couche unique de parenchyme à cellules tabulaires non épaissies. Je n'ai rien à dire de particulier sur l'épiderme interne de cette graine, tout à fait semblable à celui des deux précédentes.

Thalictrum speciosum Pers. (D'après un échantillon du Jardin botanique de Nancy.) — La graine de cette plante

reste constamment enveloppée par l'ovaire, mais elle ne lui adhère pas, ainsi que cela a lieu dans les graines que nous venons d'étudier; aussi voyons-nous les parois externes des cellules épidermiques voûtées vers le dehors, tandis que précédemment elles présentaient une limite rectiligne (fig. 14).

Le parenchyme intermédiaire est composé de deux rangs de cellules à sections irrégulières et à membranes minces. A sa face interne, cette couche est terminée par une lamelle plus épaisse, se colorant en bleu clair sous l'action de l'iode et de l'acide sulfurique, tandis que le reste des téguments devient d'un jaune foncé. Les cellules de l'épiderme interne sont assez résistantes, sans cependant présenter d'épaississements particuliers; elles suivent exactement les sinuosités de la surface externe de l'albumen.

B. Les cellules épidermiques sont épaissies sur toute leur surface.

En nous tenant au mode d'épaississement des cellules épidermiques, nous devons placer dans cette subdivision des graines qui appartiennent en réalité à deux types bien distincts; l'*Actaea racemosa* d'une part, le *Delphinium Staphysagria* et le *Nigella arvensis* de l'autre. La grande différence qui sépare ces plantes sous le rapport de leurs enveloppes florales et de la nature de leur fruit, et qui les a fait quelquefois ranger dans des familles différentes, se retrouve donc dans la structure de leur spermoderme.

Actaea racemosa L. (Pl. III, fig. 12.) — L'épiderme externe (a) est formé de cellules à peu près cubiques, mesurant environ 0^{mm},05 de côté. L'épaississement de ces cellules, quoiqu'il nous ait paru suffisant pour faire classer cette graine dans cette subdivision, permet cependant aux parois de s'affaisser et de se plisser dans tous les sens, ce qui donne à sa surface externe un aspect mat.

Les cellules du parenchyme intermédiaire sont petites, à membranes épaisses, brunes, et à cavités irrégulières; elles forment deux ou trois assises.

L'épiderme interne est composé d'éléments semblables à ceux du parenchyme sus-jacent; la seule différence qu'ils présentent avec ces derniers, est qu'il sont un peu plus grands et de contours plus réguliers.

Toutes les parties de ces téguments prennent, sous l'action de l'iode et de l'acide sulfurique, une couleur brun-foncé.

Delphinium Staphysagria L. (Pl. IV, fig. 2.) — Cette graine possède un épiderme externe très solide et qui présente de nombreuses particularités.

Les éléments de cette couche sont, dans les mailles du réseau que l'on remarque à la surface de la graine, des cellules tabulaires, offrant sur une coupe tangentielle des formes polygonales variées, et mesurant dans tous les sens jusqu'à 0^{mm},08. A certains endroits, ces cellules, tout en conservant leur disposition ordinaire, s'allongent vers l'extérieur jusqu'à acquérir deux ou trois fois leur longueur habituelle. Ce sont ces cellules plus grandes qui constituent les lignes saillantes formant un réseau à la surface de la graine.

Ces cellules sont brunes, séparées par une substance intermédiaire de couleur plus foncée, qui se voit surtout facilement sur les coupes tangentielles. La surface externe de ces cellules est hérissée de petits tubercules; leur surface interne est bosselée. Enfin, on remarque dans l'épaisseur des parois une striation concentrique très nette et très régulière.

Le parenchyme intermédiaire offre la disposition la plus commune aux graines de cette famille; il est formé de cellules irrégulières à parois minces, étendues tangentiellement.

Nous trouvons dans cette graine une nouvelle forme d'épiderme interne qui présente à première vue une certaine analogie avec celle que nous avons déjà rencontrée dans quelques plantes de la première subdivision, telle que la Renoncule bulbeuse, en ce sens que les épaissements y prennent aussi la forme de saillies linéaires; mais elle en

diffère par les parties qui portent ces épaisissements; ainsi, tandis que dans les plantes précédemment étudiées l'épaissement n'a lieu que sur la membrane interne et seulement vers la cavité de la cellule, ici, les stries se remarquent principalement sur les parois latérales, et sur leurs deux faces; rarement la paroi interne est marquée de hachures presque imperceptibles. Les stries des parois latérales ont une direction radiale, et comme les tranches que l'on examine sont rarement assez minces pour ne comprendre qu'une épaisseur de cellules, il en résulte qu'entre les cloisons cellulaires la coupe paraît finement striée. Les cellules qui constituent cette couche sont allongées dans le sens de la graine, souvent terminées en biseau. Elles se réunissent entre elles d'une façon assez bizarre représentée par la figure 13. (Pl. III.) Sur une coupe transversale, ces cellules sont rectangulaires.

Nigella arvensis L. (Pl. III, fig. 14.) — La Nigelle des champs est la seule plante de la tribu des Helléborées que l'on puisse rapprocher, par la structure du spermoderme, du *Delphinium Staphysagria*.

L'épiderme extérieur est formé de cellules tabulaires à épaisseur très régulière, faible. De distance en distance, des groupes de ces cellules s'allongent vers le dehors, comme le cas s'est déjà présenté chez la Staphysaigre. Ces cellules plus longues ne forment pas ici de lignes, mais sont dispersées à la surface de la graine, qu'elles rendent rugueuse. Nous ne dirons rien du parenchyme, dont la description peut se confondre avec celle de la plante précédente.

L'épiderme interne peut être comparé à celui de l'*Anemone vitifolia*. Voici les principales différences que l'on y remarque: ici, les cellules, au lieu d'être allongées, ont toutes leurs dimensions égales; les parois tangentielles étant minces, ont pu, sous l'influence de pressions intérieures et extérieures, se rapprocher l'une de l'autre à leur partie médiane, ce qui donne à la coupe radiale de ces cellules une apparence de sablier.

Enfin, les épaisissements, toujours linéaires, sont moins accusés, et ne s'aperçoivent que très difficilement sur la même coupe.

c. Les parois externes des cellules épidermiques sont seules épaissies.

Les graines que j'ai trouvées appartenant à ce groupe sont presque toutes rangées dans la tribu des Helléborées; celle de l'*Adonis autumnalis* fait seule exception.

Adonis autumnalis L. (Pl. III, fig. 15.) — La couche épidermique externe se compose de cellules tabuliformes très surbaissées, présentant, vues de face, la forme d'hexagones allongés mesurant de 0^{mm},05 à 0^{mm},12. La paroi externe de ces cellules, la seule intéressante, est formée de deux lamelles; l'extérieure est incolore, plus mince vers le centre des cellules, plus épaisse au contraire au niveau des parois radiales, avec lesquelles elle se continue. La lamelle interne, colorée en vert-émeraude très foncé, est plus épaisse à sa partie centrale, et s'interrompt aux parois latérales.

La couche (b) est mince, formée de parois cellulaires appliquées les unes sur les autres; elles sont aussi colorées en vert, mais faiblement.

La couche c ou épiderme interne est exactement constituée comme celle de *Nigella arvensis*.

Isopyrum fumarioides L. (Pl. III, fig. 16.) — Nous trouvons ici, comme épiderme, un rang de cellules allongées, dont le grand axe est parallèle à celui de la graine. La paroi externe de ces cellules est considérablement épaissie; les parois latérales et les parois internes demeurent, au contraire, d'une grande minceur. Ces éléments se juxtaposent exactement par leurs grands côtés, et composent de la sorte des bandes circulaires qui entourent la graine comme des anneaux transversaux. Vers le milieu de leur surface, les parois cellulaires dont nous nous occupons émettent vers le dehors une tubérosité creusée d'une cavité continuant celle de la cellule; ces tubérosités, qui occupent toute la

largeur de la paroi, en se réunissant à celles des cellules de la même série transversale, forment à la surface de la graine un réseau saillant, à mailles étendues dans le sens transversal (fig. 17). La figure 16 a été faite d'après une coupe qui avait traversé une ligne oblique du réseau ; les cellules plus grandes que l'on remarque vers le milieu correspondent à ces tubérosités.

Sur la graine sèche, les cellules parenchymateuses qui forment la seconde couche sont aplaties les unes sur les autres, et appliquées contre l'enveloppe dure, en sorte qu'une coupe de la graine à cet état ne permet de rien distinguer. J'ai abandonné pendant environ vingt-quatre heures les sections pratiquées sur la graine sèche dans la glycérine étendue et alcalinisée ; ce procédé m'a réussi, et j'ai pu ensuite apercevoir distinctement tous les détails de cette partie des enveloppes. Cette couche (*b*) n'offre rien de remarquable ; elle est composée de deux ou trois rangs de cellules irrégulières, à parois minces.

L'épiderme interne (*c*) est formé de cellules à face polygonale, à parois externes et internes épaissies, les premières planes, les secondes voûtées vers le centre de la graine, et à parois radiales minces.

Aconitum Napellus L. (Pl. III, fig. 18.) — Les téguments de cette graine contiennent en général des éléments à grandes dimensions. Les cellules épidermiques, qui sont allongées parallèlement au grand axe de la graine, atteignent 0^m,06 de largeur et peuvent dépasser 0^m,04 de longueur.

Les parois externes et la partie extérieure de leurs parois latérales sont fort épaissies, brunes, et présentent une striation très régulière, rappelant celle de l'épiderme de la Staphysaigre. Vers l'extérieur, cette membrane porte des mamelons courts, pleins, en forme de verrues. Les autres parties de ces cellules sont minces et plissées.

La paroi externe de l'épiderme forme à la graine une enveloppe solide, qui n'étant pas soutenue par les tissus sous-jacents, devient ondulée et détermine les rides de la

surface de la graine. Le parenchyme intermédiaire est en effet formé de cellules de dimensions très grandes, et à membranes qui, n'offrant aucune résistance, se plissent dans tous les sens.

Les cellules de l'épiderme interne sont à peu près cubiques, de faibles dimensions ($0^{\text{mm}},01$); leurs parois sont épaisses, brunes, et leur cavité arrondie.

Soumises à l'action de l'iode et de l'acide sulfurique, toutes les parties de ce tégument séminal deviennent bleues, excepté les cellules de l'épiderme interne et une mince couche de cuticule qui recouvre la surface de la graine, lesquelles, par ces réactifs, se colorent en brun.

Helleborus orientalis Lamk. (Pl. III, fig. 19). — L'épiderme externe (*a*) de cette graine est très résistant; les cellules qui le composent sont polygonales ($0^{\text{mm}},03$ à $0^{\text{mm}},04$). Leurs parois externes, épaissies d'une façon remarquable, occupent la presque totalité de la hauteur de la cellule; ces parois, planes en dehors, concaves vers l'intérieur, sont cuticularisées et imprégnées d'une substance colorante noire. Elles portent sur leur face supérieure des excroissances piliiformes de même nature, et dont la substance se continue sans ligne de démarcation avec celle de la membrane. Les parois radiales de ces cellules sont plissées en décrivant une sorte d'S, sur une coupe pratiquée dans une graine sèche. Les parois tangentielles sont planes, un peu épaissies, brunes.

La cavité de ces cellules épidermiques est exactement remplie par une matière solide d'un brun foncé, qui, au premier abord, paraît n'être qu'une partie différenciée de la membrane externe. Cette substance montre une grande indifférence aux réactifs; l'alcool, l'éther, l'essence de térébenthine, le chloroforme, ne font que la décolorer légèrement; l'acide sulfurique étendu augmente sa coloration; le rouge d'aniline paraît sans action sur elle.

L'épiderme interne ne peut pas être distingué de la couche de parenchyme intermédiaire; les cellules de ces deux parties des téguments se confondent en une seule couche d'un

tissu à cellules aplaties, de même largeur que les cellules de l'épiderme; leur cavité est irrégulière, leurs membranes brunes, épaisses. Cette couche est terminée par une lamelle plus épaisse, colorée en noir comme les cellules de l'épiderme externe, et formée par la réunion des membranes internes du dernier rang de cellules.

Aquilegia alpina L. (Pl. III, fig. 20.) — La coupe de cette graine nous montre un épiderme qui, bien que se rapprochant de celui des plaques voisines, est des plus remarquables par la forme compliquée que prend la membrane externe de la cellule et par sa brillante coloration.

Les parois internes et latérales des cellules de cet épiderme sont minces; les dernières plissées transversalement.

Les parois externes et la portion supérieure des parois latérales sont épaissies et méritent d'être étudiées avec soin.

Pour plus de clarté dans la description, on pourrait comparer la figure que forment ces parties, dans leur ensemble et sur la coupe de la graine, à une scie dont la lame, étroite, serait formée par la membrane externe des cellules, et les dents, relativement longues, par les portions épaissies des parois latérales.

On distingue sur cette coupe trois parties qui sont, en allant de l'extérieur vers l'intérieur: 1° une lamelle (α') à peu près plane, mince, à bords parallèles, de couleur jaune, qui recouvre la graine en envoyant vers l'intérieur, entre les cellules, des pointes aiguës; 2° une portion moyenne d'un vert brillant et métallique (α'') dont la face externe est appliquée contre la cuticule, et creusée de fentes qui reçoivent les épines de celle-ci, et dont la face interne suit les sinuosités des dents de la scie; 3° enfin, une lamelle interne (α''') formant un liséré mince appliqué contre la précédente, mais d'un vert moins foncé. Cette lamelle s'amincit beaucoup au sommet des angles rentrants formés par les dents de la scie, tandis qu'aux pointes elle est assez épaisse; à cet endroit, elle se continue avec les parois latérales. Avec le réactif iodo-

sulfurique, les deux premières parties de cette membrane deviennent brunes, la troisième se colore en rouge.

Pour terminer la description de ces curieuses cellules, je dirai encore que leur cavité est remplie d'une substance solide, brune, que j'ai déjà signalée à pareille place chez l'*Helleborus orientalis*.

Le parenchyme médian de cette graine est formé de cellules aplaties, à parois épaisses, dont la partie moyenne se colore en bleu faible et les bords en brun foncé par les réactifs de la cellulose. Cette couche est limitée vers l'intérieur par un épiderme à parois supérieures et inférieures épaisses, bombées; les membranes latérales sont minces.

Pœoniées.

Paeonia officinalis L. (Pl. III, fig. 21.) — Ainsi que je l'ai déjà dit, je n'ai trouvé dans ce groupe que la graine de la *Pivoine officinale*.

Les téguments de cette graine se composent de trois couches qui n'offrent aucun rapport avec celles des *Renonculacées proprement dites*.

L'épiderme est formé de cellules tabulaires à sections tangentielles polygonales; la membrane externe de ces cellules, très épaissie, est parcourue dans le sens longitudinal par des stries qui s'infléchissent vers l'intérieur à la limite de chaque cellule; elle se partage en deux parties d'égale épaisseur: l'une externe, incolore, devient d'un jaune intense au contact de l'iode et de l'acide sulfurique; l'autre, interne, est fortement colorée en brun, et, avec les mêmes réactifs; sa coloration si foncée prend une nuance beaucoup plus claire que la précédente. Les parois internes et latérales des mêmes cellules sont minces, brunes; ces dernières ont été plissées sous l'influence d'une pression radiale due probablement à l'accroissement des parties internes de la graine, pendant que la forte cuticule qui la recouvre était inextensible. Ces cellules sont remplies de la même substance brune men-

tionnée dans quelques autres plantes de la même famille. Les cellules épidermiques ne restent pas toujours simples; dans la plupart d'entre elles, il se produit une cloison tangentielle qui les divise en deux cellules secondaires. Quoique les deux cellules ainsi superposées diffèrent l'une de l'autre par l'épaississement de leurs parois et ne puissent pas, d'après ce caractère, être considérées comme des cellules semblables, il est clair qu'elles proviennent d'une même cellule primitive, et l'absence de limite nette entre les deux assises qu'elles forment m'engage à les placer dans la même couche.

La deuxième couche (*b*) du spermoderme de cette graine en constitue la partie la plus résistante; nous y trouvons une série unique de prismes très allongés ($0^{\text{mm}},02$ sur $0^{\text{mm}},12$), dont la coupe tangentielle figure des polygones à angles arrondis, qui laissent entre eux des méats remplis d'une substance brune. Le lumen de ces éléments, presque oblitéré dans leur partie médiane, s'élargit à leurs extrémités; dans toute son étendue, il envoie des ramifications dans la paroi cellulaire; celle-ci montre des strates concentriques très rapprochées. Par leur face externe, les prismes arrivent à la même hauteur et forment une surface unie; mais comme ils ne sont pas tous de la même longueur, les plus petits produisent à la face interne de la couche des excavations nombreuses. Le réactif iodo-sulfurique agit différemment sur les différentes parties de ces prismes; la réaction est surtout facile à observer sur les coupes tangentielles; la substance intermédiaire se colore en violet, la partie stratifiée en brun.

La troisième couche de cette graine a la même épaisseur que les deux autres ensemble; elle se compose d'un parenchyme muriforme à grandes cellules; elles présentent une lamelle moyenne cuticularisée, tandis que les lames latérales sont formées de cellulose. A la partie supérieure de cette couche, les deux ou trois assises de cellules adhérant aux prismes ont leurs parois épaissies et ponctuées. Je répéterai

ici sur la dissemblance des cellules de cette couche ce que j'ai dit à propos de l'épiderme.

Le spermoderme de cette graine ne possède pas d'épiderme interne différencié, les cellules qui le forment ayant la même structure que celles du parenchyme sus-jacent.

Magnoliacées.

J'ai étudié dans cette famille les spermodermes du *Magnolia obovata* Thunb. et de l'*Illicium anisatum* L. Ces deux plantes, qui appartiennent à deux tribus différentes que quelques auteurs considèrent même comme des familles distinctes ne présentent, sous le rapport de leurs téguments séminaux, aucun point de ressemblance, et l'on ne peut essayer de les comparer l'une à l'autre.

Magnolia obovata. — Les enveloppes sont ici des plus compliquées; elles comprennent six couches différentes:

1° Une couche externe, provenant de la subdivision de l'épiderme de l'ovule, se compose de trois ou quatre rangs de cellules allongées parallèlement au raphé, vues de face dans la figure 3 (Pl. IV) et en coupe transversale dans la figure 4. A l'intersection des parois de ces cellules, on remarque un épaissement considérable qui, au contact de la solution étendue de potasse, se gonfle beaucoup et remplit presque en totalité la cavité; ce sont donc là des cellules collenchymateuses. Les parties de membranes restées minces présentent, de distance en distance, des ponctuations fermées par un mince diaphragme.

La surface externe de ce collenchyme est parsemée de nombreux stomates; au voisinage de ces organes, la couche épidermique s'amincit (fig. 4), le nombre des cellules qui y sont superposées diminue et, tout à fait au contact des cellules de bordure, il est réduit à une seule de chaque côté. La disposition de ces derniers éléments diffère de celle des autres cellules de l'épiderme; ils constituent deux cellules accessoires. Il est important de remarquer que sur la feuille

de cette plante, les cellules du stomate sont aussi accompagnées de cellules accessoires. Nous pouvons donc encore répéter ici ce que nous avons déjà dit à propos du *Noyer*, que les stomates de la graine et ceux de la feuille d'une même espèce contiennent toujours les mêmes parties essentielles et ne diffèrent entre eux que par des caractères de faible importance. Je ne parlerai pas de la forme des cellules de bordure, qui ne présente rien de particulier et dont on peut se rendre suffisamment compte par l'examen des figures 3 et 4. La chambre respiratoire de ces stomates (fig. 4 *p*) est formée aux dépens du parenchyme sous-épidermique; la couche épaisse et pluricellulaire de collenchyme se comporte donc à l'égard du stomate comme un épiderme simple. J'ai observé sur plusieurs autres graines appartenant au même genre que j'ai eues à ma disposition, celles du *M. fuscata* Andr. et du *M. macrophylla* Michx., des stomates en tous points semblables à ceux que je viens de décrire. Il y a donc lieu de penser que l'existence de ces organes est générale sur les semences du genre *Magnolia*;

2° La couche suivante, épaisse d'environ 1 demi-millimètre, est la plus développée. Elle consiste en cellules très grandes à parois délicates, remplies de gouttelettes huileuses, mais ne contenant pas trace d'amidon (fig. 4 et 5 *b*);

3° La troisième couche ne comprend qu'une seule assise de cellules prismatiques (fig. 5 *c*) très petites ($0^{\text{mm}},015$ de hauteur et $0^{\text{mm}},007$ de largeur), à parois excessivement minces et incolores;

4° Au-dessous de ces tissus mous, se trouve la couche protectrice de la graine, épaisse de $\frac{1}{3}$ de millimètre (fig. 5 et 6 *d*). Elle est constituée par des cellules prismatiques renflées dans leur partie moyenne, à coupe tangentielle polygonale, disposées en files radiales par rapport à la surface de la graine et alternant d'une file à l'autre à peu près comme les cellules d'un parenchyme. Chacune des files verticales contient six ou sept cellules. Celles-ci sont séparées les unes des autres par une membrane mince; la cavité cellulaire

s'aperçoit vers le centre de la cellule comme un espace sombre très limité. Entre la mince membrane et ce reste de cavité, se trouve une substance dure très peu colorée, qu'un examen attentif fait reconnaître comme composée d'une multitude de petites sphères soudées les unes aux autres;

5° Les deux dernières couches redeviennent molles; l'extérieure comprend deux assises de cellules tabulaires à parois peu épaisses, alternant d'un rang à l'autre;

6° Enfin, la couche la plus interne est composée d'un seul rang de cellules prismatiques de grandes dimensions (0^{mm},03 sur 0^{mm},06) dirigées radialement; les parois tangentielles sont épaissies; les cloisons latérales, plus minces, se sont légèrement plissées.

Illicium anisatum L. — La structure histologique de l'enveloppe séminale de cette plante, étudiée par M. Otto Berg¹, justifie parfaitement sa séparation de la précédente. Au lieu de la disposition compliquée que nous trouvions dans le *Magnolia*, nous n'avons plus ici que deux couches très faciles à distinguer. L'externe (Pl. IV, fig. 7 a) est formée d'un rang de cellules allongées radialement. Sur une coupe tangentielle passant par le milieu de leur longueur, ces cellules représentent des polygones serrés les uns contre les autres; la partie moyenne de ces éléments est donc prismatique. Vers les extrémités, ces prismes se dilatent en ailes nombreuses qui pénètrent dans les intervalles des ailes des cellules voisines, formant un enchevêtrement qui rend très difficile la dissociation de ces cellules. Cette disposition s'observe surtout facilement sur l'épiderme vu de face (fig. 8). On voit les prolongements des cellules pénétrer les uns entre les autres. La cavité de ces éléments est assez grande; il en part des canaux qui se ramifient dans l'épaisseur des parois, canaux surtout développés aux extrémités des cellules.

La couche inférieure consiste en un parenchyme muriforme composé de quatre à cinq rangs de cellules à parois rigides et brunes.

1. *Anatomischer Atlas zur pharmazeutischen Waarenkunde.*

Berberidées.

Les graines de cette famille ont entre elles les plus grandes analogies; nous y trouvons le même nombre de couches composées d'éléments semblables; la différence entre les téguments de ces graines consiste principalement en ce que dans le *Mahonia* les éléments se sont beaucoup épaissis et ont constitué une enveloppe qui, bien que plus mince que celle du *Berberis*, est cependant beaucoup plus solide.

Berberis sinensis Desf. (Pl. IV, fig. 9.) — Le spermodermes comprend quatre couches différentes. La couche extérieure se compose de cellules prismatiques à bases polygonales étendues radialement et quelquefois subdivisées par des cloisons tangentielles. Les parois latérales demeurent minces, excepté à la partie inférieure, qui s'épaissit progressivement. Les membranes supérieures et inférieures sont épaissies. Une couche cuticulaire de même épaisseur que la paroi externe recouvre toute la graine et lui donne son luisant.

La deuxième couche est formée par trois ou quatre assises de cellules irrégulièrement tabulaires; le rang le plus externe, coloré en brun comme l'épiderme, a ses éléments beaucoup plus grands que les inférieurs, dont les parois demeurent incolores. Les éléments internes de cette couche consistent en cellules courtes, séparées les unes des autres, dont la cavité est presque comblée par des parois très épaissies, et qui soutiennent la partie externe des téguments à la manière de blocs.

Au-dessous et supportant ces blocs, se trouve une assise unique de cellules plates (*c*) très étendues tangentiellement, dont la cavité est presque linéaire.

Enfin, terminant intérieurement le spermodermes, nous rencontrons une couche de trois ou quatre assises de cellules à parois minces, incolores, formant un réseau irrégulier.

Sous l'action de l'iode et de l'acide sulfurique, les deux

couches inférieures, *c* et *d*, se colorent en brun, ainsi que la cuticule; les autres parois deviennent bleues à l'intérieur et sont bordées d'une ligne jaune très faible; comme les cloisons latérales des cellules épidermiques sont minces dans leur portion supérieure, elles paraissent totalement jaunes.

Mahonia Aquifolium Nutt. — Après ce que je viens de dire du spermoderme du *Berberis*, il me reste peu de chose à ajouter pour faire connaître celui du *Mahonia*.

Les deux couches internes sont absolument semblables dans les deux plantes; les autres offrent peu de variations et ne diffèrent guère que par l'épaississement plus grand des parois cellulaires.

L'épiderme est la couche qui s'écarte le plus de la structure du *Berberis*. Sur la coupe tangentielle, ses cellules sont allongées; sur la coupe radiale (Pl. IV, fig. 10), elles ont la même forme que dans la plante précédente, c'est-à-dire représentent des prismes à direction radiale; les parois tangentielles ont pris une telle épaisseur, qu'elles occupent chacune le tiers de la hauteur de la cellule; elles sont de couleur brune et marquées de nombreuses strates d'accroissement parallèles aux bords de la cavité. Les cloisons latérales, minces, se sont plissées sous la pression des parties externes de l'épiderme.

La deuxième couche diffère peu de celle du *Berberis*; nous y trouvons à la partie inférieure les mêmes cellules en blocs; le parenchyme se compose d'éléments qui, à la partie inférieure, sont aplatis; l'assise externe est, comme précédemment, formée de cellules beaucoup plus grandes que les autres; le trait qui distingue particulièrement cette couche de son analogue du *Berberis* est le grand épaississement de ses parois.

Papavéracées.

Les graines de cette famille que j'ai étudiées se rapportent, quant à la structure de leurs téguments, à quatre types dont

quelques-uns sont très rapprochés. Nous allons examiner successivement les enveloppes de ces graines; nous verrons ensuite ce qu'elles ont de commun entre elles.

Eschscholtzia californica Cham. (Pl. IV, fig. 11.) — Le spermoderme de cette plante comprend cinq couches. L'extérieure ou épiderme est formée d'un seul rang de cellules à bases polygonales. Toutes les parois de ces cellules sont brunes et résistantes; les inférieures présentent sur leur face interne des saillies verruqueuses toutes de même hauteur et également espacées. La plupart des cellules de cet épiderme sont tabulaires; quelques-unes atteignent en dimension radiale plus de deux fois leur largeur, et, en se réunissant, elles forment le réseau de lignes saillantes que l'on remarque à la surface de la graine; les parois radiales des premières s'épaississent peu et se plissent; chez celles-ci, au contraire, les mêmes parties s'épaississent beaucoup et peuvent se tenir verticales. Les parois latérales, sur leurs deux faces, et les parois supérieures, sur leurs faces internes, offrent un épaississement réticulé très élégant. Enfin, la surface externe de l'épiderme est hérissée de très petites pointes.

La deuxième couche (*b*) consiste en un parenchyme de trois ou quatre assises de cellules plates, allongées tangentiellement, irrégulières et à parois brunes. Les cellules du rang inférieur, moins larges que les autres, correspondent chacune à l'une des cellules de la couche suivante.

Celle-ci (*c*), qui est la partie résistante de l'enveloppe, se compose d'un seul rang de cellules prismatiques dont la section tangentielle représente des polygones allongés, et dont la hauteur n'excède pas la plus grande largeur. Sur toutes les faces internes de ces cellules, se sont développées des protubérances qui ont rempli la cavité d'une substance solide d'apparence granuleuse.

La quatrième couche (*d*) est un rang de fibres épaisses, aplaties, dirigées parallèlement au raphé.

La couche interne (*e*) se compose de deux ou trois assises de cellules parenchymateuses, dont les externes, allongées

tangentiellement, sont colorées en brun, et les internes, plus développées dans le sens radial, sont incolores.

Chelidonium majus L. — Nous trouvons dans cette graine, comme structure spermodique, le vrai type de la famille des Papavéracées. Elle présente en effet réunies toutes les couches de cellules dont la forme caractérise la famille, et qui ne se rencontrent jamais que partiellement dans les autres graines; en outre, la disposition de ce tégument est celle qui appartient à un plus grand nombre de graines.

On distingue quatre couches dans les enveloppes de cette graine (Pl. IV, fig. 12). L'épiderme, dont la structure, bien différente de ce qui existait dans l'*Eschscholtzia*, se retrouve dans les autres graines, consiste en un seul rang de cellules très aplaties, dont la cavité a presque disparu; elles sont polygonales et déprimées à leur centre, la concavité étant tournée vers l'extérieur. Les alvéoles de la surface de la graine sont produites par les bords relevés de ces cellules, tandis que chez l'*Eschscholtzia* elles proviennent de séries de cellules épidermiques plus longues que les autres. Les parois internes et latérales de ces éléments demeurent minces; les parois externes s'épaississent considérablement et se différencient d'une façon remarquable. — Cette paroi externe se divise en deux lames: une interne, fort mince, présente une striation longitudinale; l'autre, externe, de beaucoup la plus épaisse, est marquée de stries radiales très accentuées à leurs extrémités internes, diminuant progressivement de netteté vers l'extérieur et s'effaçant non loin du bord supérieur de la cellule.

En faisant agir sur cette paroi l'iode et l'acide sulfurique, on voit que la lame interne, ainsi qu'une zone externe très mince, se colorent en jaune et que la substance intermédiaire devient bleu faible.

Le parenchyme sous-épidermique de la graine précédente a ici disparu, et nous arrivons immédiatement avec la deuxième couche sur l'assise de cellules prismatiques. Ces éléments ont la même forme que ci-dessus, cependant leurs

parois externes et une faible partie des parois latérales sont demeurées minces. L'épaississement tuberculeux n'atteint pas la paroi supérieure; il s'arrête au niveau de l'épaississement des parois radiales. A la surface de la substance granuleuse qui remplit la cavité, se remarquent de volumineux cristaux d'oxalate de chaux, disposés suivant un plan horizontal et très rapprochés les uns des autres.

Les deux dernières couches (*c* et *d*) nous ramènent à la plante précédente; nous trouvons de même un rang de fibres et un parenchyme de trois à quatre rangs de cellules allongées tangentiellement.

Glaucium flavum Crantz. — Après ce que nous avons dit du spermoderme de la *Chélidoine*, la description de celui du *Glaucium*, qui s'en approche énormément, deviendra très facile. Les plaques épidermiques (fig. 13) ou parois externes des cellules de l'épiderme sont moins épaisses; les stries radiales s'arrêtent brusquement suivant une ligne parallèle au bord supérieur de la membrane.

Si nous passons à la seconde couche, celle des cellules prismatiques, nous ne constatons que des différences d'aussi peu d'importance. Toutes les parois de ces cellules s'épaissent, et les cristaux d'oxalate de chaux, au lieu d'être limités à la partie supérieure de la cellule, sont répandus dans toute sa cavité.

La couche suivante est identique à celles des espèces précédentes. La couche interne, qui jusqu'ici consistait en un parenchyme à plusieurs assises, n'est plus représentée que par un rang de cellules tabulaires allongées tangentiellement et à parois minces.

Bocconia cordata Wild. — La description des enveloppes de cette graine peut être calquée sur la précédente. Les cristaux contenus dans les cellules prismatiques sont cependant moins nombreux et plus petits.

Les persillures ont pris un tel développement, que les parois latérales disparaissent et que les cellules ne peuvent plus

être distinguées que par l'inflexion des parois tangentielles à la limite de chacune d'elles.

Argemone mexicana L. — Ce qui éloigne cette graine des précédentes, c'est l'absence de couche fibreuse au-dessous des cellules prismatiques, qui sont alors surmontées de deux ou trois rangs de cellules parenchymateuses, comme dans l'*Eschscholtzia*; par tous ses autres caractères, elle s'en rapproche au plus haut degré. Les quatre couches que l'on peut reconnaître dans le spermoderme de cette plante ne correspondent donc pas chacune à chacune des quatre couches des trois graines que nous venons d'étudier.

L'épiderme (fig. 14 a), dont la disposition nous est déjà connue, peut être comparé plus particulièrement à celui du *Glaucium flavum*; nous y trouvons la même structure de la paroi externe, qui est deux fois moins épaisse; le diamètre des plaques épidermiques, très considérable, dépasse 0^{mm},20. Les membranes latérales de cet épiderme présentent sur leurs deux faces un réseau d'épaississements très délicats.

La deuxième couche est formée d'un ou deux rangs de cellules irrégulières étendues tangentiellement, à parois minces.

Nous retrouvons dans la troisième couche (c) de ce spermoderme l'analogie de la couche de prismes des autres graines. Les éléments sont ici très étroits et très longs (0^{mm},01 sur 0^{mm},08); les persillures deviennent très fines et apparaissent sous la forme de granulations jaunes; elles n'affectent pas la paroi externe. Ces cellules contiennent chacune à leur partie supérieure un seul cristal d'oxalate de chaux.

La dernière couche (d), peu intéressante, consiste en un seul rang de cellules minces, à peu près cubiques, à parois radiales plissées.

Papaver officinale Gmel. — Les téguments de cette graine s'écartent considérablement du type moyen de la famille; parmi les couches nombreuses dont ils sont composés, les deux épidermes peuvent seuls être comparés aux parties analogues des autres plantes.

Nous distinguons dans ce spermoderme six couches différentes (Pl. IV, fig. 15). L'épiderme est, comme précédemment, formé de cellules aplaties et à bords relevés, produisant les alvéoles de la surface de la graine; sa paroi externe demeure mince et sans modification interne spéciale.

La deuxième couche se compose de cellules à parois excessivement minces, disposées vers le centre des cellules épidermiques sur un ou deux rangs, et vers leurs bords sur un plus grand nombre.

La couche suivante est constituée par des cellules fibreuses allongées, dont la section transversale se voit en *c*. Ces cellules, parallèles les unes aux autres, se dirigent de la chalaze au micropyle. Nous avons trouvé dans quatre des graines précédemment décrites une couche de forme absolument identique à celle-ci, mais à cause de leur situation bien différente dans l'un et l'autre cas, il est impossible de considérer ces couches comme homologues.

La quatrième couche (*d*) est parenchymateuse; elle comprend deux à trois rangs de cellules à parois minces, allongées tangentiellement.

La cinquième couche (*e*) se compose d'éléments tabulaires larges, fortement colorés en brun; la cavité est complètement oblitérée; à la partie moyenne de la cellule, on voit un espace où la substance solide est plus claire. Lorsque la graine est parfaitement mûre, les deux couches solides *c* et *e* deviennent très brunes; elles s'appliquent l'une contre l'autre, comprimant le parenchyme qui les sépare, qui alors ne peut plus être distingué. Il arrive encore que l'épiderme, à cause du peu de résistance de sa membrane externe, se brise et disparaît. L'étude du spermoderme se fait donc difficilement sur la graine sèche; il est préférable de se servir de semences qui, bien qu'arrivées à leur développement complet, sont encore fraîches et n'ont pas eu le temps de se contracter.

Enfin, la couche limite interne ne comprend qu'un seul rang de cellules tabulaires à parois minces, flexueuses.

Si, maintenant que nous connaissons la structure des enveloppes des graines d'un certain nombre de genres de la famille des Papavéracées, nous recherchons quels sont les caractères généraux de ces enveloppes, nous voyons qu'elles sont loin d'être semblables, puisque les six graines examinées ont pu, sous ce rapport, être réparties en quatre groupes différents. Nous remarquons cependant dans toutes ces graines un certain lien de parenté qui tient à la présence de deux assises de cellules bien caractérisées : ce sont l'épiderme, à cellules très larges et concaves, et la couche de prismes, à contenu granulé : ces deux couches existent simultanément dans la plupart des graines (*Chelidonium*, *Argemone*, *Glaucium*, *Bocconia*) ; dans les autres, elles sont séparées ; ainsi, les cellules protectrices se trouvent seules chez l'*Eschscholtzia*, tandis que dans le *Papaver*, il n'y a que l'épiderme représenté.

Fumariacées.

J'ai analysé dans cette famille deux graines qui m'ont offert, au point de vue de la structure de leurs enveloppes, des résultats assez divergents.

Chez le *Corydalis lutea* DC. (Pl. V, fig. 1), les cellules de l'enveloppe séminale se distribuent en quatre couches ; l'externe est un épiderme formé de prismes peu élevés, à bases légèrement convexes, polygonales. La membrane interne et une faible partie des cloisons latérales de ces cellules sont minces ; les autres portions des membranes émettent vers l'intérieur de la cellule des protubérances fines qui remplissent entièrement sa partie supérieure d'une matière solide granuleuse, incolore chez la graine jeune, mais qui se fonce de plus en plus en couleur jusqu'à devenir noire :

La deuxième couche (*b*) se compose d'environ trois assises de cellules tabulaires dirigées tangentiellement, à parois minces et incolores.

Cette couche se termine à l'intérieur par un rang de cel-

lules un peu plus grandes (*c*), dont la membrane interne est épaissie et présente sur sa face supérieure de très petites protubérances.

Dans la seconde graine, celle du *Fumaria major* Rehb. (Pl. V, fig. 2), les deux couches internes, *c* et *d*, sont identiques à leurs correspondantes du *Gorydalis*; la deuxième couche (*b*) n'en diffère que parce que quelques-unes de ses cellules, immédiatement situées sous l'épiderme, s'agrandissent considérablement et prennent l'aspect de lacunes régulièrement espacées; mais la présence de petits méats aux angles des cellules limitantes indique que l'on a bien affaire à de véritables cellules.

C'est principalement par son épiderme que cette graine se sépare de la précédente; ses éléments sont de simples cellules tabulaires à parois minces.

Ampélidées.

Ampelopsis hederacea Mx. — Les téguments de cette graine comprennent six couches différentes (Pl. V, fig. 3).

L'épiderme (*a*) est formé par un seul rang de cellules aplaties, à bases polygonales; la paroi externe, beaucoup plus épaisse que les autres, est lisse et divisée en deux lamelles: une externe, d'une grande minceur, se transforme en cutine; l'autre, interne, est composée, ainsi que le reste de la cellule, de cellulose.

La deuxième couche (*b*) est un parenchyme d'environ quatre assises de cellules irrégulières, à membranes minces et renfermant fréquemment des raphides d'oxalate de chaux.

Au-dessous, nous rencontrons la couche protectrice de la graine, couche qui présente une grande résistance; elle consiste en un seul rang de cellules prismatiques dirigées radialement, de 0^{mm},02 de largeur sur 0^{mm},01 de longueur. Les parois supérieures et une faible partie des parois latérales de ces cellules restent minces, tandis que toutes les autres parties présentent un épaississement en V très solide. Les

membranes épaissies sont criblées de perforations canaliculées. Un cristal d'oxalate de chaux se rencontre, çà et là, dans la cavité de ces cellules. L'assise de prismes se colore en brun par l'action de l'iode et de l'acide sulfurique; les cellules du parenchyme se colorent en bleu faible bordé d'une ligne brune.

La quatrième couche, la plus faible et aussi la plus délicatement sculptée, ne comprend qu'une assise de cellules. Ces éléments, vus de face, ont la forme de rectangles allongés, de parallélogrammes ou de trapèzes; leur plus grande dimension est perpendiculaire à l'axe de la graine. Toutes leurs parois sont munies, sur leurs faces internes, de lignes d'épaississements peu saillantes, se croisant à angles inégaux, produisant l'apparence de hachures. Elles se colorent en jaune par l'iode et l'acide sulfurique.

La cinquième couche (*e*) est formée aussi d'un seul rang de cellules, qui se subdivisent cependant quelquefois par des cloisons tangentielles. Ces cellules ont les parois très minces, plissées en soufflet par la pression des couches voisines.

Enfin, la couche la plus interne est analogue à celle que nous avons déjà rencontrée à la même place chez le *Rhamnus catharticus*. Elle se compose d'un rang de cellules aplaties, à parois minces et peu colorées, remplies d'une matière solide d'un brun foncé.

La composition du spermoderme de cette plante se continue avec de très faibles modifications dans les téguments de la Vigne cultivée (*Vitis vinifera* L.), dont la graine est tout à fait semblable, par la forme extérieure, à celle de la plante précédente. La seule différence à noter dans la structure spermodermique, est que la couche protectrice se compose de deux assises de prismes; l'assise supérieure est tout à fait identique à l'assise unique de l'*Ampelopsis*; le rang inférieur de prismes a toutes les parois épaissies. La résistance de cette couche, déjà plus considérable que dans la graine précédente à cause des deux assises de cellules qui y sont superposées, est encore augmentée par la plus grande épaisseur des

parois, qui ne laissent vide qu'une cavité excessivement réduite.

Je n'ai rencontré dans cette graine ni cristaux, ni raphides.

Célastrinées.

Si l'on examine de l'extérieur vers l'intérieur les différentes parties de la graine de l'*Evonymus europæus*, l'on remarque d'abord une enveloppe molle, d'une épaisseur d'un demi-millimètre environ et de couleur orangée. Cette enveloppe se détache facilement de la graine proprement dite, à laquelle elle n'adhère que dans le voisinage du micropyle et le long du raphé; sa disposition et son développement ont été décrits par M. Planchon¹, qui en a fait le type du faux arille. Ce tégument accessoire se compose de trois ou quatre assises de cellules polyédriques, à parois minces, contenant de grandes quantités de gouttelettes d'une huile grasse qui donne la couleur de l'arillode. Cette enveloppe ne s'étend pas d'une seule épaisseur à la surface de la graine; son développement est beaucoup plus grand que cette surface, de sorte qu'elle est repliée et plissée sur la semence.

Les enveloppes propres de la graine comprennent trois couches de cellules. La première (*a*) ou épiderme se compose d'éléments tabulaires dont les membranes externes sont seules épaissies.

La deuxième couche est un parenchyme formé de cellules irrégulières, minces, étendues tangentiellement; les parois de ces cellules présentent, de distance en distance, de petits épaississements sphériques dont les deux moitiés appartiennent à chacune des cellules voisines.

La couche interne ou protectrice consiste en un seul rang de cellules fibreuses dirigées suivant le grand axe de la graine, et que la figure représente en coupe transversale. On remarque sur ces fibres vues de face des épaississements

1. J. E. Planchon, *Développement et caractères des vrais et des faux arilles*. (Annales des sciences naturelles. 8^e série, tome III, 1845.)

annulaires faisant saillie dans la cavité, et qui n'ont pu être indiqués sur la coupe transversale.

Staphyléacées.

On peut distinguer trois couches différentes dans le spermoderme du *Staphylea pinnata* L. L'épiderme (Pl. V, fig 6 a) se compose de cellules tabulaires à parois épaisses, brunes et perforées de nombreuses punctuations. Ces cellules sont recouvertes d'une mince cuticule.

La couche moyenne varie de consistance en allant de la périphérie vers le centre. Dans sa partie externe, les cellules sont moins grandes et leur épaissement est tel que la cavité est presque comblée; c'est donc là la partie la plus dure. Vers le centre de la coupe, les cellules, en conservant la même épaisseur de parois, deviennent beaucoup plus grandes. Les espaces creux augmentent donc de volume et le tissu en est moins résistant. Enfin, en allant vers la partie interne de cette coupe, les cellules deviennent à la fois plus petites et de moins en moins épaisses, si bien que cette enveloppe se termine par deux ou trois assises de cellules à parois minces et flexibles (fig. 7).

La couche limitante de ce tégument est une assise de cellules tabulaires (c), à parois tangentielles très épaisses, à cloisons radiales minces et plissées.

Toutes les parties de ce spermoderme se colorent en brun par l'action de l'iode et de l'acide sulfurique.

Hippocastanées.

Pavia rubra Lam. (Pl. V, fig. 9.) — Je n'ai étudié dans cette famille, dont les espèces sont d'ailleurs peu nombreuses, que la graine de l'*Æsculus Hippocastanum* et celle du *Pavia rubra*. Les téguments de ces deux graines présentent entre eux les plus grandes affinités; ils ne diffèrent guère que par la consistance des cellules. Cette famille est donc homogène, quant à la structure de son spermoderme.

On peut distinguer dans les téguments séminaux du *Pavia rubra* trois couches, qui sont deux épidermes, l'un externe, l'autre interne, entre lesquels se trouve une couche de parenchyme d'environ 1 millimètre d'épaisseur.

La couche externe se compose d'une unique rangée de prismes peu élevés, dirigés radialement ; leurs sections tangentielles représentent des polygones irréguliers, à angles arrondis, laissant entre eux de nombreux méats comblés par une substance intermédiaire de couleur plus foncée. Ces cellules sont peu épaissies, surtout sur les côtés. La grande solidité du revêtement de cette graine tient à ce que cet épaississement, quoique faible, s'est produit sur la plus grande partie des assises cellulaires nombreuses qui le constituent.

Le parenchyme (*b*) varie quant à l'épaisseur de ses cellules. Celles-ci ayant partout sensiblement la même forme, celles des zones internes sont à parois minces, rectilignes, formant des assises régulières ; c'est vers le centre de la couche que les cellules atteignent leur plus grande épaisseur ; elles conservent la forme générale des précédentes, mais elles deviennent rameuses (Pl. V, fig. 10), et le parenchyme contient à cet endroit de nombreuses lacunes. Les cellules de la partie supérieure de cette couche reprennent la forme régulière des inférieures, mais leurs membranes possèdent le même épaississement que les éléments de l'épiderme.

La couche interne (*c*) est un épiderme peu distinct du tissu précédent ; les parois internes de ses cellules sont seules épaissies.

Sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique, ces téguments se colorent entièrement en jaune.

Æsculus Hippocastanum L. — Le tégument de cette graine a la plus grande analogie par le nombre et la composition de ses couches avec celui de *Pavia* rouge. Les différences consistent en ce que les enveloppes du Marronnier présentent un développement moins considérable. Par contre, les cel-

lules, plus petites, sont beaucoup plus épaisses, de sorte que le spermoderme est aussi résistant que le précédent.

Linées.

Linum usitatissimum L. — La graine de Lin, à cause de la formation abondante de mucilage qui a lieu dans ses cellules épidermiques et des applications thérapeutiques qui en découlent, a été étudiée par un grand nombre de botanistes et de pharmacologistes. Leurs opinions diffèrent principalement sur la partie de la cellule qui fournit le mucilage et sur la forme des cellules de la couche protectrice de la graine. Les autres parties de l'enveloppe présentant moins d'importance et étant plus faciles à observer, les descriptions qu'on en a données concordent assez exactement et je ne m'y arrêterai pas ici.

Pour les uns, tels que MM. Otto Berg, Planchon et de Lannassan, la cellule épidermique aurait les parois minces, et la substance mucilagineuse en remplirait entièrement la cavité. D'autres, parmi lesquels on peut citer Kutzing¹, Cramer², Hoffmeister³, Franck⁴ et Sempelowski⁵ admettent avec raison que le mucilage s'est formé uniquement dans la paroi externe des cellules épidermiques qui s'est, par cette formation, considérablement épaissie. D'après Karsten⁶, cet épaississement serait composé des membranes externes soudées l'une à l'autre de cellules filles qui se formeraient successivement dans la cellule épidermique primitive. Voici ce que l'on peut observer sur une coupe transversale de la graine.

1. Kutzing, *Grundzüge der philosophischen Botanik*.

2. Cramer, *Pflanzenphysiologische Untersuchungen*. Zurich, 1855.

3. Hoffmeister, *Berichte der königlichen Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, Mathematik und Physik*.

4. Franck, *Ueber die Anatomische Bedeutung und die Entstehung der vegetabilischen Schleime*. (*Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik*, 1867.)

5. Sempelowski, *loc. cit.*

6. Karsten, *Ueber die Entstehung des Harzes u. s. w.* (*Botanische Zeitung*, 1858.)

Les téguments se composent de cinq couches (Pl. V, fig. 11). L'externe (*a*) est un épiderme présentant un seul rang de cellules prismatiques à bases polygonales, d'environ $0^{\text{mm}},06$ de hauteur sur une largeur moitié moindre. La paroi interne et les parois latérales de ces cellules demeurent minces, tandis que la paroi externe, devenant très épaisse, obtère presque complètement la cavité cellulaire. Cette paroi est formée de deux lamelles; l'externe, très faible, est cuticularisée; l'interne, comprenant les $\frac{7}{8}$ de l'épaisseur de la membrane, a subi la gélification et fournit le mucilage de graine de Lin. On remarque sur cette dernière partie des strates concentriques dont le centre occuperait la cavité cellulaire, ce qui indique nettement que le dépôt mucilagineux ne s'est effectué que dans la paroi externe. La théorie de l'épaississement généralisé exigerait, en effet, que le centre de la stratification ou la cavité de la cellule se trouvât dans un point médian de la partie gélifiée.

La deuxième couche (*b*) se compose d'environ deux assises de cellules parenchymateuses irrégulières à parois minces et brunes. Les membranes cellulaires les plus internes de cette couche sont bombées vers le dedans en forme de verre de montre, disposition qui donne à une coupe tangentielle pratiquée à ce niveau une apparence aréolée. Les éléments de cette couche ne deviennent bien visibles que lorsque la coupe a séjourné quelque temps dans une solution étendue de potasse. Elles ont alors l'apparence que représente la figure citée.

La troisième couche (*c*) consisterait, d'après la plupart des auteurs, en une assise unique de petits prismes disposés radialement et serrés les uns contre les autres, et elle présente d'ailleurs cet aspect sur une section transversale. Cependant, si on examine une coupe longitudinale, ou mieux encore, si, après avoir fait bouillir pendant très peu de temps la graine dans la liqueur de Schulze, on isole la couche en question et on l'étend sur le porte-objet, on voit facilement qu'elle se compose d'éléments fusiformes mesurant jusqu'à $0^{\text{mm}},30$ de

longueur (fig. 12), disposés parallèlement au raphé. Ces cellules ont toutes leurs parois épaissies et ponctuées.

Ces deux dernières couches se colorent en brun par l'action de l'iode et de l'acide sulfurique.

La quatrième couche (*d*) est une lamelle composée de membranes cellulaires incolores, appliquées l'une sur l'autre. Elles sont de nature cellulosique.

Enfin, la cinquième couche (*e*) est formée par un seul rang de cellules tabulaires dont la paroi interne, au lieu de rester plane, serait devenue convexe. La cavité de ces cellules est remplie par une substance solide brune; leurs parois se colorent en brun sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique.

Ilicinées.

Ilex Aquifolium L. (Pl. V, fig. 13.) — Les téguments de cette graine comprennent trois couches. L'épiderme est constitué par une assise de cellules tabulaires à épaississements internes criblés de nombreuses ponctuations canaliculées. La membrane externe de ces cellules, appliquée contre la paroi osseuse de l'ovaire, est mince et plane; une très faible partie du sommet des cloisons latérales reste mince; toutes les autres portions de la cellule sont épaissies.

La couche moyenne consiste en un parenchyme muriforme à cellules minces.

Les cellules qui composent l'épiderme interne sont tabulaires, allongées dans le sens longitudinal de la graine; les parois, minces et peu colorées, enveloppent une substance solide brune, qui communique quelque solidité à cette assise.

Toutes les parties de ce tégument se colorent en jaune foncé au contact de l'iode et de l'acide sulfurique.

Plantaginées.

Plantago Psyllium L. (Pl. V, fig. 15.) — La graine de cette plante a la forme d'une nacelle; elle est de couleur

brune, lisse et luisante, excepté au centre de la concavité de la nacelle où l'on aperçoit une tache blanche, mate, circulaire, qui est le hile.

Sur une coupe transversale de cette graine, on voit que les téguments sont formés de trois couches ne comprenant chacune qu'un seul rang de cellules.

La couche externe épidermique (a) est formée de cellules cubiques ou tabulaires relativement très grandes (0^{mm},06 à 0^{mm},10); observées dans l'alcool, ces cellules paraissent formées par des parois minces exactement remplies de mucilage. D'après Hoffmeister et Franck¹, la membrane externe seule des cellules, de même que dans les graines de Lin et de Coing, se serait épaissie et gélifiée, et aurait ainsi envahi presque toute la cavité cellulaire primitive, dont il ne resterait plus qu'une faible partie à la base de la cellule. L'examen de la graine mûre ne présente rien de contraire à cette manière de voir, mais l'étude du développement est nécessaire pour décider la question.

La partie de l'épiderme qui recouvre le fond du bateau et qui est appliquée sur le placenta ne contient pas de mucilage dans ses cellules.

Si on soumet des tranches minces de cette graine, d'abord placées dans l'alcool, à l'action de l'eau, on voit, sous le champ du microscope, le mucilage se gonfler et faire éclater la partie externe non gélifiée de la paroi cellulaire, et se répandre au dehors; il ne reste plus alors que les membranes latérales non envahies par le mucilage, et rompues dans leur portion extérieure.

Les deux autres couches de ce tégument sont composées de cellules très petites et qui ne se voient que difficilement. Pour les découvrir, il faut placer les coupes pendant plusieurs jours dans de l'alcool ordinaire additionné d'une solution de potasse. Certaines matières se dissolvent, les parois cellulaires se gonflent et se redressent, et on peut ainsi apercevoir les cellules.

1. *Loc. cit.*

La deuxième couche (*b*) est formée de cellules tabulaires dont les parois tangentielles, minces, se rapprochent en leur milieu. Ce qui fait distinguer ces cellules, ce sont leurs parois latérales, très épaissies, et qui ne permettent pas en cet endroit l'affaissement des membranes.

Enfin, la dernière couche est une assise de cellules tabulaires à bases polygonales, paraissant exactement rectangulaires sur la coupe transversale; leurs parois minces et peu colorées contiennent une substance solide d'un brun foncé.

Si on fait agir l'iode et l'acide sulfurique, la couche épidermique reste incolore; les deux autres au contraire deviennent brunes.

Caprifoliacées.

Les téguments séminaux de cette famille ont entre eux peu de ressemblance. Les quatre graines que j'ai examinées sont construites sur trois types bien distincts, et les deux que l'on peut rapprocher présentent encore un certain éloignement.

Viburnum Opulus L. — Nous trouvons ici deux couches spermodermiques formées chacune par une seule assise de cellules.

La couche externe (Pl. V, fig. 17 *a*) se compose de grandes cellules prismatiques à bases polygonales ($0^{\text{mm}},04$ sur $0^{\text{mm}},07$), dont les parois, peu épaissies pour leurs dimensions, se plissent et s'affaissent sur elles-mêmes.

Les cellules de la couche inférieure (*b*), aussi épaissies que les précédentes, sont beaucoup plus petites; elles atteignent à peine $0^{\text{mm}},02$ dans le sens tangentiel, et sont très surbaissées.

Les cellules du rang externe, colorées faiblement en jaune, deviennent bleues sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique, sauf une lame excessivement fine de cutine qui les recouvre.

L'assise inférieure conserve avec ces réactifs sa coloration brune.

Sambucus nigra L. (Pl. V, fig. 18.) — La composition du spermoderme de cette plante se rapproche de celui de la précédente en ce qu'il est aussi formé par deux couches à une seule assise de cellules n'offrant pas d'épaississements particuliers. Les éléments sont des tables régulières très aplaties, dont la hauteur n'excède pas 0^{mm},01, sur une largeur environ quatre fois plus grande. Les cellules de l'assise interne (*b*), d'aussi faibles dimensions que les précédentes, ont les parois bien plus minces, souvent appliquées l'une contre l'autre et par conséquent fort difficiles à apercevoir.

Lonicera Caprifolium L. — Les enveloppes des deux graines suivantes, quoique provenant comme les précédentes d'un ovule à un seul tégument et contenues comme elles dans un ovaire baccien, présentent une complication et un degré de solidité beaucoup plus grands. Chez le Chèvrefeuille, le spermoderme comprend trois couches (Pl. V, fig. 19). L'externe (*a*) est un rang de cellules prismatiques dont les parois, dans la partie inférieure, sont beaucoup plus épaissies qu'au sommet de la cellule et percées de ponctuations canaliculées; il résulte de cet épaississement que la cavité cellulaire est plus étroite à sa base qu'à son sommet. Ces cellules se terminent en voûte à leur partie externe; elles sont recouvertes par une lame qui s'introduit dans les anfractuosités des cellules et qui, plane à sa surface supérieure, rend la surface de la graine lisse.

Au-dessous de cette première couche, se trouve un rang de cellules sphériques espacées l'une de l'autre, à parois brunes et canaliculées.

La couche la plus interne constitue un parenchyme à cellules étendues tangentiellement, dont les parois, d'une grande minceur, s'appliquent l'une sur l'autre dans la région inférieure de la graine et forment une lame feutrée.

Avec les réactifs de la cellulose, la troisième couche (*c*) se colore en bleu, ainsi que la lame qui recouvre les cellules de l'épiderme; les autres parties se colorent en brun dans les mêmes conditions.

Symphoricarpos racemosus Mich. (Pl. V, fig. 20.) — Nous rencontrons dans les téguments de cette graine une très grande complication, ne présentant aucune analogie avec ce que nous avons vu précédemment. Ils se composent de cinq couches ; l'externe (*a*) est un rang unique de cellules tabulaires aplaties, à parois épaissies.

La deuxième couche (*b*), la plus développée, est formée de fibres dirigées dans le sens longitudinal de la graine ; les éléments de l'assise interne, d'un diamètre plus considérable, contiennent pour la plupart, dans leur cavité, un cristal d'oxalate de chaux.

La couche suivante (*c*), moins épaisse que la précédente, se compose des mêmes éléments, mais les croisant perpendiculairement.

La quatrième couche (*d*) consiste en une assise de cellules à peu près cubiques, à parois jaunes, épaisses et canaliculées.

Enfin, la dernière couche est un parenchyme mou qui, vers la partie interne, devient plus dense.

Au contact de l'iode et de l'acide sulfurique, les quatre couches les plus externes se colorent en brun ; cependant le contour des fibres est beaucoup plus foncé que leur intérieur, qui est plutôt jaune et quelquefois bleuâtre. La couche parenchymateuse *c* prend une couleur bleue, excepté la membrane interne qui se colore en brun.

CHAPITRE III.

CONCLUSIONS.

J'examinerai d'abord dans ce chapitre quelle est la valeur de la structure du spermoderme comme caractère de famille; je résumerai ensuite les lois générales de sa composition, d'après les espèces que j'ai observées.

Pour que la composition des téguments séminaux devienne un signe caractérisant la famille, il faut nécessairement et il suffit que toutes les graines d'une même famille soient semblables sous ce rapport, et que la même structure ne se retrouve chez aucune autre plante.

On se rappelle que, dans le chapitre précédent, j'ai signalé chez un certain nombre de familles (*Liliacées, Iridées, Rhamnées, Renonculacées, Magnoliacées, Papavéracées, Fumariacées, Caprifoliacées*) des dissemblances quelquefois assez profondes dans l'organisation du spermoderme. En vertu de la proposition précédente, ces familles ne peuvent donc être caractérisées par les enveloppes de leurs graines. Il suit de là que nous pouvons dire dès maintenant que la loi dont nous nous occupons est loin d'avoir une valeur absolue.

Elle se vérifie cependant dans un grand nombre de cas particuliers où son application peut conduire à quelques résultats intéressants.

Parmi les familles à enveloppes séminales semblables, un certain nombre, telles que les *Légumineuses*, les *Granatées*, les *Cucurbitacées*, les *Berbéridées*, les *Ampélidées*, les *Hippocastanées*, les *Linées*, *Plantaginées*, etc., possèdent dans ces tissus des cellules très différenciées constituant des couches qui, par leur structure et aussi leur mode d'association, caractérisent certainement la famille.

Il en est d'autres, au contraire, où les téguments de la

graine, quoique semblables entre eux, ressemblent suffisamment aux téguments de graines appartenant à d'autres familles, pour qu'il soit difficile de trouver pour les distinguer des caractères nets et faciles à appliquer; je citerai la conformité de structure qui existe d'abord entre toutes les familles de la classe des *Amentacées*, puis entre ces familles et les graines de plusieurs *Rosacées*, *Renonculacées*, *Célastérinées*. C'est là une seconde preuve, tirée cette fois des graines semblables, contre la théorie que nous examinons. Il est permis maintenant de formuler cette autre conclusion, que le caractère de la structure spermodermique, pris isolément, n'a exactement en classification que la valeur d'un autre caractère tiré d'un organe quelconque; certaines familles sont nettement caractérisées par la composition de leurs téguments séminaux, et cependant on ne pourrait établir une classification d'après ce principe. Un exemple fera mieux saisir ma pensée; la soudure des anthères, qui est spéciale à la famille des Composées, suffit pour la caractériser. On ne pourrait cependant diviser les plantes d'après la forme de ces organes.

Revenons aux familles dans lesquelles la structure du spermoderme n'est pas homogène. Les dissemblances que l'on observe dans la composition des enveloppes de ces graines sont le plus souvent limitées; chaque graine ne possède pas, en effet, une enveloppe d'organisation spéciale, mais dans chaque famille on reconnaît deux ou trois types de spermodermes qui correspondent quelquefois exactement à la subdivision des plantes de la famille en tribus. Ainsi, chez les *Magnoliacées* on rencontre deux formes de spermoderme: une qui est propre à la tribu des *Magnoliées*, et l'autre à celle des *Illiciées*; la division des *Caryophyllées* en deux tribus se reproduit aussi dans leur spermoderme. La taxinomie pourrait peut-être trouver dans cet ordre de faits des renseignements précieux pour la division des familles en tribus et en genres.

Dans les familles où il devient difficile de grouper les

graines autour de types peu nombreux, on reconnaît dans les téguments certaines couches de disposition spéciale qui communiquent encore à toutes les graines un air de famille. J'ai déjà signalé chez les *Papavéracées* la présence de deux couches qui sont dans ce cas : l'épiderme et la couche protectrice, et j'ai indiqué leur distribution dans les différentes graines. Chez les graines de la famille des *Iridées*, on trouve constamment, à la face interne de l'enveloppe, une couche de cellules aplaties semblables dans toutes les espèces.

Si nous examinons maintenant en elle-même la structure générale des enveloppes séminales, nous voyons d'abord que les graines peuvent se diviser sous ce rapport en deux catégories, les unes à spermoderme résistant, les autres à spermoderme mou. Les premières proviennent presque toujours d'un ovaire déhiscent ou à parois peu solides; les secondes d'un ovaire indéhiscent. J'en ai signalé de nombreux exemples dans le courant du chapitre précédent. Les baies, qui ne présentent aucune protection aux graines qu'elles renferment, se comportent exactement à ce point de vue comme les fruits déhiscents. Dans les graines à enveloppes dures, la solidité est due à une ou plusieurs couches qui épaississent les parois de leurs cellules; ces cellules épaissies appartiennent quelquefois à l'épiderme supérieur, mais peuvent être situées plus ou moins profondément; cependant, il est rare qu'une couche à épaississements considérables se trouve à la partie interne du tégument. (*Evonymus europaeus*.)

Le nombre des couches composant les enveloppes séminales est très variable; chez quelques graines, celle du *Ruscus racemosus* et de plusieurs plantes voisines, ces enveloppes ne comprennent qu'une seule couche. Les téguments formés de deux couches ne sont pas rares; mais ceux que l'on rencontre le plus fréquemment sont ceux à trois couches, dont deux épidermes limitant un parenchyme intermédiaire. Les couches spermodermiques peuvent aller jusqu'à six (*Cucurbitacées*, *Rhamnus*, *Ampelopsis*, *Magnolia*),

mais je ne leur ai pas vu dépasser ce chiffre. Ces couches, de consistance très diverse, alternent irrégulièrement, de façon que des couches à parois minces se trouvent intercalées entre des couches plus résistantes. Si donc on vient à dilacérer les enveloppes d'une graine, elles se sépareront facilement en deux pellicules, par le déchirement de la couche à cellules minces. C'est sans doute ce qui a conduit les anciens observateurs à diviser le spermoderme en deux téguments superposés, un externe ou *testa* (Mirbel) et un interne ou *tegmen* (Mirbel). Cette division est généralement abandonnée. Les observations précédentes prouvent qu'elle ne repose sur aucun caractère anatomique, et qu'il n'y a pas lieu de chercher à la conserver.

J'ai déjà montré, dans le premier chapitre, que, par l'examen des téguments sur la graine mûre, il est impossible de rattacher les différentes couches dont ils se composent aux parties de l'ovule d'où ils proviennent. L'étude histogénique de la graine peut seule donner la solution de ce problème. Cependant les faisceaux vasculaires, par la place qu'ils occupent dans la feuille séminale, peuvent nous donner déjà quelques indications à ce sujet. Pour montrer la relation qui existe entre la position occupée par le système vasculaire dans l'enveloppe de la graine et la provenance des diverses parties de cette enveloppe, je ne saurais mieux faire que de citer le passage suivant, emprunté aux *Recherches sur la Nervation de la graine*, de M. Le Monnier¹:

« Quelles que soient les différences qui existent entre l'ovule et la graine, quelles que soient les modifications dues au développement secondaire de l'ovule, il est certain que les faisceaux, depuis leur première apparition jusqu'à la maturité, représentent un plan fixe; on peut distinguer, dans les membranes de l'ovule et dans celles de la graine, une zone interne et une zone externe par rapport à ces faisceaux, et l'on est sûr que la totalité de la zone externe de la graine

1. *Loc. cit.*, page 241.

provient, quelle que soit sa complication, de la zone externe de l'ovule; de même pour les portions internes.

« On est d'accord, en général, pour reconnaître que dans l'ovule c'est la primine seule qui contient les faisceaux, au moins chez la plupart des plantes. La secondine n'est vasculaire que chez les Euphorbiacées.... Il en résulte que nous devons considérer comme provenant de la primine toute la portion du spermodermes extérieure au plan vasculaire. Les couches situées en dedans de ce plan seront seules à pouvoir provenir de la secondine; il est bien entendu qu'elles n'en proviennent pas nécessairement, car dans la primine, il y a quelques couches de cellules entre les faisceaux et l'épiderme interne. »

Appliquant cette remarque si judicieuse aux graines de plusieurs familles, M. Le Monnier établit « qu'en général le testa et le tegmen ne représentent pas du tout la primine et la secondine, mais seulement des couches diversement modifiées de la primine.

« Dans beaucoup de plantes, le tegmen vasculaire est immédiatement appliqué sur l'albumen ou l'embryon; par conséquent, la secondine a disparu, elle a été résorbée comme l'a été le plus souvent le tissu primitif du nucelle. »

J'ai recherché, dans toutes les graines que j'ai examinées plus haut, quelle est la position du plan vasculaire de l'enveloppe et je suis arrivé à des résultats identiques à ceux que M. Le Monnier a le premier énoncés. Les faisceaux vasculaires sont toujours contenus, même dans les enveloppes les plus compliquées, dans les couches internes, au-dessous des parties résistantes.

Dans les enveloppes séminales composées de trois couches, deux épidermes limitant un parenchyme intermédiaire, les faisceaux vasculaires sont contenus dans ce parenchyme; l'assise cellulaire interne, que je viens d'assimiler par anticipation à un épiderme inférieur, se rattache évidemment à la couche moyenne, car chez des graines à spermodermes semblables, nous voyons dans les unes cette assise interne se spé-

cialiser, tandis que chez d'autres, elle ne se distingue pas du parenchyme médian. J'ai cité des exemples nombreux de ce cas dans la description des *Renonculacées*, des *Rosacées*, des *Amentacées*. Le rang interne des cellules est donc bien l'épiderme de la couche moyenne et provient du même tégument ovulaire. Il en résulte que chez ces graines, la secondine et le nucelle ne sont plus représentés et que toute l'enveloppe a été formée par la primine.

On peut affirmer la même chose des enveloppes formées seulement de deux couches, qui appartiennent évidemment au même type que les précédentes, dont elles ne diffèrent que parce que les cellules internes, au lieu de se différencier, ont conservé la même forme que les cellules du parenchyme.

Dans les enveloppes séminales plus compliquées, le système libéro-ligneux occupe encore la partie interne du tégument, et je n'ai jamais trouvé qu'une seule couche de cellules au-dessous de la couche contenant le réseau vasculaire. En admettant, ce qui n'est pas prouvé, que cette unique couche n'appartienne pas à la primine, elle serait formée par la secondine ou le nucelle; l'un de ces téguments ovulaires aurait donc disparu, et l'autre aurait subi une résorption incomplète mais cependant considérable.

Je me propose de déterminer, dans un prochain travail, en suivant l'évolution des graines dont je donne ici la composition spermodermique à l'état adulte, ce que devient chacune des parties de l'ovule pendant son développement et la part qui revient à chacune d'elles dans la constitution définitive des enveloppes séminales.

La forme générale de la graine dépend souvent de la forme de l'embryon et de l'albumen, mais l'aspect de sa surface est produit par le spermoderme. Les graines luisantes ont les cellules épidermiques terminées par une surface plane et polie. Les inégalités de la surface de la graine, si elles sont peu considérables, proviennent des cellules épidermiques, ou, dans le cas contraire, des couches plus pro-

fondes du spermoderme. Les cellules de l'épiderme dont la paroi externe s'est bombée vers l'intérieur produisent à la surface de la graine les aréoles polygonales que l'on y remarque chez la plupart des *Papavéracées*. Les cellules épidermiques ne sont pas toujours égales sur la même graine en direction radiale. Il arrive souvent (*Amygdalées*, *Caryophyllées*, *Nigella arvensis*) que quelques-unes de ces cellules, disséminées irrégulièrement, sont plus longues que les autres; elles rendent la surface de la graine rugueuse et lui communiquent un aspect mat. Cet effet peut encore être produit par des verrues qui existent à la face externe de l'épiderme, toutes ses cellules ayant la même dimension (*Spergula arvensis*). Si les cellules allongées se groupent au lieu de rester isolées, elles donnent naissance à des lignes saillantes qui forment le réseau des graines de *Delphinium*, *Staphysagria*, d'*Isopyrum fumarioides*, d'*Eschscholtzia californica*, etc.

Les bosselures plus importantes relativement au volume de la graine peuvent provenir d'une augmentation locale d'épaisseur de quelques-unes des couches intérieures de l'enveloppe. Chez le *Sicyos angulatus*, c'est le parenchyme externe qui forme les crêtes de la surface de la graine.

RÉSUMÉ.

I. La structure du spermoderme, quoique caractéristique chez plusieurs familles, ne peut pas servir d'une façon absolue à distinguer les familles.

II. Les graines provenant d'un ovaire indéhiscent possèdent des téguments peu résistants; celles qui proviennent d'un ovaire déhiscent ou d'une baie ont, au contraire, les téguments plus ou moins solides.

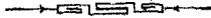
III. La dureté du spermoderme est produite par l'épaississement des parois de certaines couches, qui peuvent être

l'épiderme externe ou des couches plus profondes. Rarement l'assise protectrice est appliquée sur l'embryon ou l'albumen.

IV. Dans les téguments séminaux à deux ou trois couches, c'est-à-dire dans la plupart des cas, la secondine et le nucelle ont complètement disparu. Dans les autres enveloppes, ils ne peuvent plus être représentés, s'ils existent encore, que par une seule assise de cellules.

V. Les inégalités peu considérables de la surface de la graine proviennent de l'épiderme. Elles sont dues soit à des tubercules de la surface des cellules, soit à la concavité des parois externes, soit enfin à ce que certaines d'entre elles s'allongent plus que les autres. Les crêtes plus considérables proviennent de la prolifération de certaines couches intérieures.

VI. La découverte de stomates sur plusieurs nouvelles graines semble prouver que la présence de ces organes n'est pas aussi rare sur le spermoderme qu'on l'aurait cru jusqu'ici. Leur existence paraît constante dans un même genre.



EXPLICATION DES PLANCHES.

Les couches différentes des téguments sont désignées successivement, en allant de l'extérieur vers l'intérieur de la graine, par les lettres *a, b, c*, etc. Les chiffres placés à la fin de chaque explication donnent le grossissement en diamètre. A moins d'indication spéciale, les figures représentent une coupe des téguments perpendiculaire à l'axe de la graine.

PLANCHE I.

1. Spermoderme de *Luzula albida* (235).
2. Spermoderme de *Juncus alpinus* (235).
3. Spermoderme de *Ruscus racemosus* (235).
4. Spermoderme de l'*Asparagus trichophyllos* (235).
5. Spermoderme de l'*Ornithogalum pyramidale* (235).
6. Stomate vu de face de la graine de *Tulipa Didierii*; *s*, cellules de bordure; *ép*, cellules épidermiques voisines (150).
7. Spermoderme du *Tigridia pavonia* (150).
8. Spermoderme de l'*Anomatheca cruenta* (150).
9. Spermoderme de l'*Iris sibirica* (150).
10. Spermoderme de *Moræa fimbriata* (150).
11. Spermoderme de *Gladiolus communis* (150).
12. Spermoderme de *Crocus multiflorus* (150).
13. Spermoderme d'*Alisma Plantago* (235).
14. Spermoderme de *Castanea vulgaris* (75).
15. Spermoderme de *Juglans regia*; *s*, coupe radiale d'un stomate; *r*, chambre respiratoire (235).
16. Un stomate de la Noix vu de face; *s*, cellules de bordure; *ép*, épiderme (235).
17. Stomate de *Carya amara* vu de face. Même notation que ci-dessus (235).
18. Spermoderme de *Trigonella Fœnum-græcum*; *l*, ligne lumineuse; *m*, corps siliceux dans la cavité des prismes (225).

19. Coupe tangentielle des prismes *a* de la figure précédente, vers leur partie supérieure.
20. Coupe tangentielle de la couche en palissades de la graine du *Vicia Faba*.
21. Cellule en sablier vue en coupe optique du *Lupinus albus*.
22. Groupe de cellules en sablier de l'*Orobis vernus* vues de face. La ligne circulaire sombre *g* correspond à la partie cylindrique et étroite de la cellule, la zone plus claire *t* à sa tête renflée.
23. Cellule en sablier du Fenu-grec vue de côté; les côtes saillantes longitudinales sont représentées.

PLANCHE II.

1. Spermoderme du *Persica vulgaris*. La coupe transversale d'un faisceau vasculaire est représentée au centre de la figure (75).
2. Spermoderme du *Sorbus domestica* (125).
3. Épiderme de la graine du Poirier domestique (125).
4. Épiderme de la graine de *Cydonia vulgaris* (125).
5. Spermoderme de *Crataegus crus galli* (125).
6. Spermoderme de *Rosa alba* (125).
7. Spermoderme de *Poterium muricatum* (125).
8. Spermoderme de *Rubus fruticosus* (125).
9. Spermoderme de *Geum urbanum* (125).
10. Coupe transversale des deux couches internes de l'enveloppe séminale de *Punica Granatum* (235).
11. Coupe longitudinale montrant l'ensemble de la graine: *a*, épiderme; *b*, couche osseuse; *c*, les deux couches représentées dans la figure précédente; *n*, amande (2).
12. Spermoderme de *Rhamnus catharticus* (125).
13. Spermoderme de *Zizyphus vulgaris* (125).
14. Spermoderme de *Cucumis sativus* (235).
15. Cellule de la couche protectrice de cette graine, vue en coupe optique (235).
16. Cellule de la couche protectrice de *Cucurbita maxima*.
17. Groupe d'éléments réticulés du parenchyme moyen de cette graine (235).
18. Cellule isolée du parenchyme supérieur de la Pastèque (225).
19. Coupe tangentielle dans l'épiderme de cette graine (360).
20. Cellule de la couche protectrice, isolée par la macération de Schulze et vue en coupe optique, appartenant à la même graine (225).
21. Cellule de la couche protectrice de *Sicyos angulatus* (235).
22. Spermoderme de *Cucubalus bacciferus*.

PLANCHE III.

1. Spermoderme de l'*Aralia racemosa* (235).
2. Épiderme vu de face de la graine de *Stellaria graminea* (235).
3. Spermoderme de la même plante.
4. Spermoderme de *Spergula arvensis*; p, poil en massue (235).
5. Quelques cellules épidermiques vues de face.
6. Spermoderme de *Nymphaea alba* (235).
7. Épiderme séminal de cette plante, vu de face (75).
8. Spermoderme de *Clematis viorna* (75).
9. Spermoderme d'*Anemone vitifolia* (235).
10. Spermoderme de *Ranunculus bulbosus* (235).
11. Spermoderme de *Thalictrum speciosum* (235).
12. Spermoderme d'*Actaea racemosa* (235).
13. Épiderme interne vu de face de la graine de *Delphinium Staphysagria* (235).
14. Spermoderme de *Nigella arvensis* (235).
15. Spermoderme d'*Adonis autumnalis* (235).
16. Spermoderme de l'*Isopyrum fumarioides* (235).
17. Groupe de cellules épidermiques de la même graine vues par leur face externe (235).
18. Spermoderme de l'*Aconitum Napellus* (235).
19. Spermoderme d'*Helleborus orientalis* (235).
20. Spermoderme d'*Aquilegia alpina* (235).
21. Spermoderme de *Paeonia officinalis* (75).

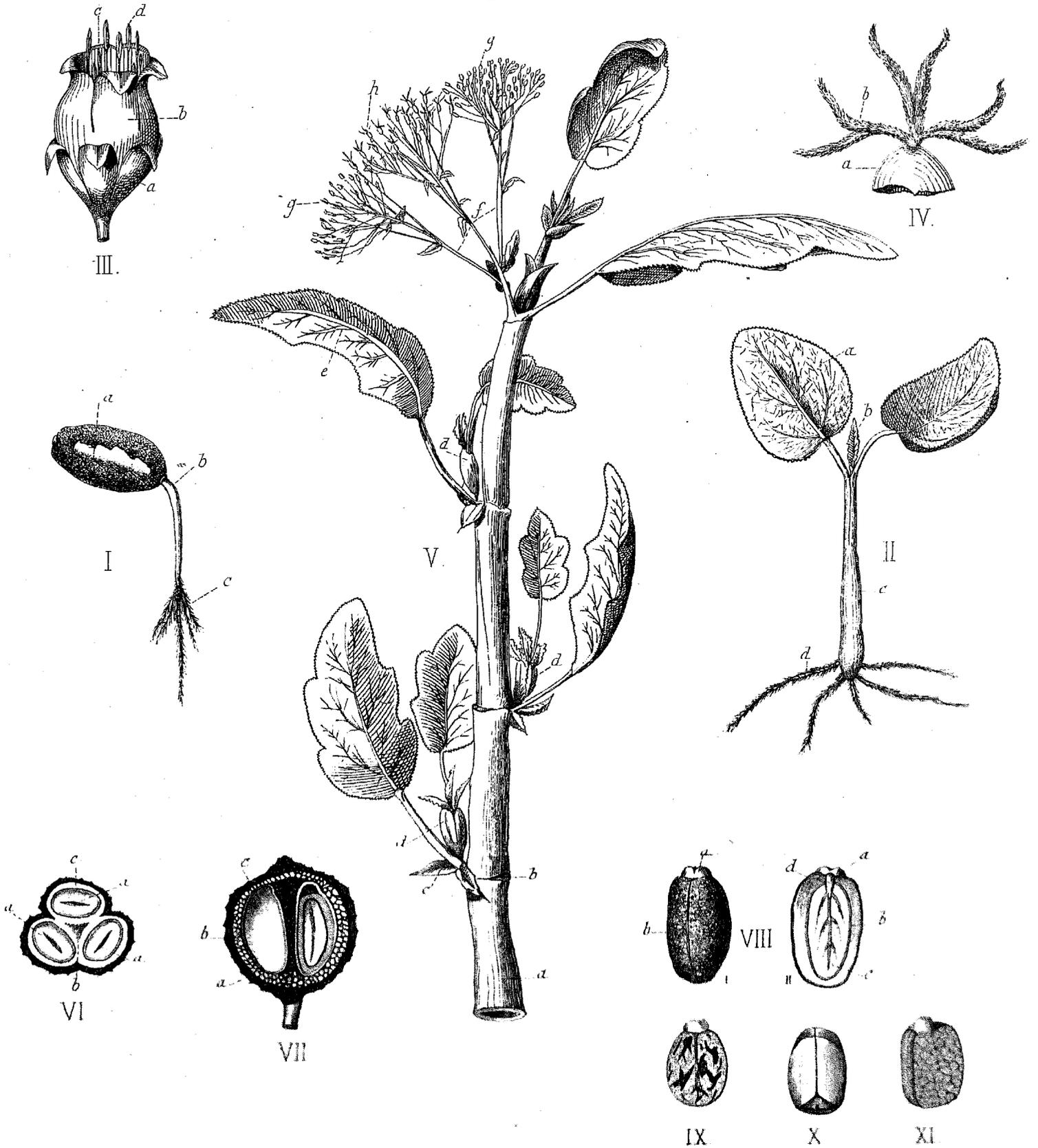
PLANCHE IV.

1. Épiderme interne vu de face de la graine d'*Anemone vitifolia* (235).
2. Spermoderme du *Delphinium Staphysagria* (80).
3. Portion de l'épiderme contenant un stomate de la graine de *Magnolia obovata*, vue de face (235).
4. Portion supérieure de l'enveloppe séminale de cette plante.
5. Portion moyenne de l'enveloppe séminale de cette plante.
6. Portion inférieure de l'enveloppe séminale de cette plante.
7. Spermoderme de l'*Illicium anisatum* (75).
8. Épiderme de cette graine vu de face (235).
9. Spermoderme du *Berberis sinensis* (150).
10. Une cellule épidermique de la graine de *Mahonia Aquifolium* (235)
11. Spermoderme de l'*Eschscholtzia californica* (235).
12. Spermoderme de *Chelidonium majus* (235).

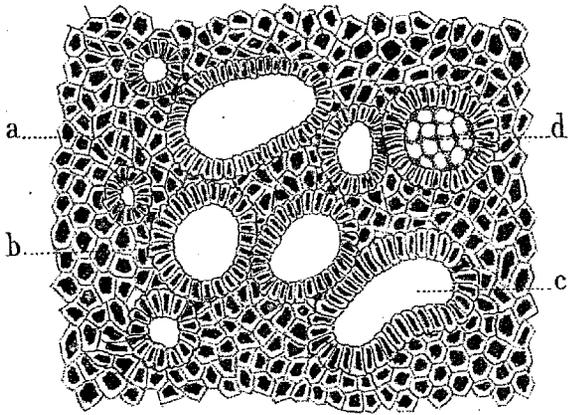
13. Spermoderme de *Glaucium flavum* (235).
14. Spermoderme de l'*Argemone mexicana* (235).
15. Spermoderme du *Papaver officinale* (235).

PLANCHE V.

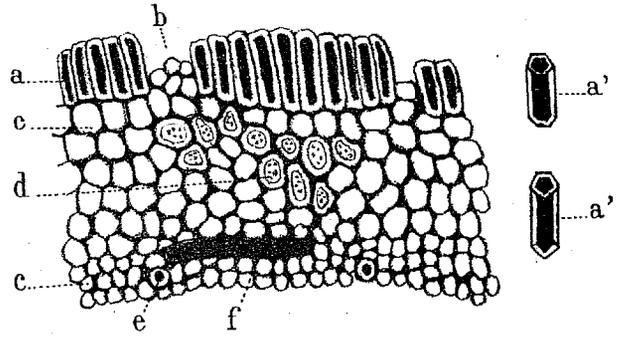
1. Spermoderme de *Corydalis lutea* (125).
2. Spermoderme de *Fumaria major* (235).
3. Spermoderme d'*Ampelopsis hederacea* (125).
4. Coupe transversale de la graine de cette plante passant par la chalaze: *a*, épiderme; *b*, couche parenchymateuse; *c*, couche protectrice; *t*, ensemble des couches *d*, *e* et *f* de la figure précédente; *n*, amande; *ch*, chalaze; *v*, raphé (5).
5. Spermoderme de l'*Evonymus europaeus* (75).
6. Partie externe du Spermoderme de *Staphylea pinnata* (125).
7. Partie interne du même.
8. Quelques cellules de la portion moyenne du parenchyme de l'enveloppe de cette graine.
9. Spermoderme du *Pavia rubra* (125).
10. Cellule rameuse isolée du parenchyme (235).
11. Spermoderme de *Linum usitatissimum* (235).
12. Une cellule de la couche *c* isolée par la macération de Schulze.
13. Spermoderme de l'*Ilex Aquifolium* (235).
14. Groupe de cellules de cette enveloppe vues de face.
15. Spermoderme du *Plantago Psyllium* (375).
16. Coupe transversale entière de cette graine (20).
17. Spermoderme de *Viburnum Opulus* (235).
18. Spermoderme de *Sambucus nigra* (235).
19. Spermoderme de *Lonicera Caprifolium* (75).
20. Spermoderme de *Symphoricarpos racemosus* (235).



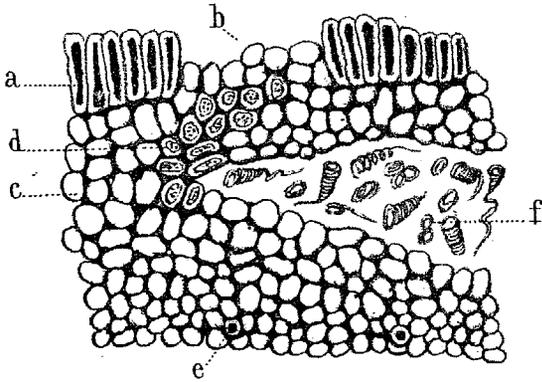
XII



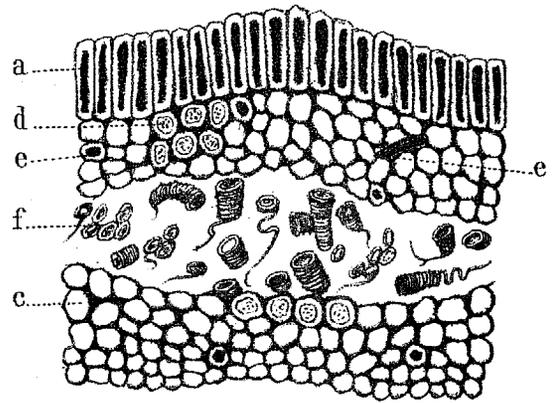
XIII



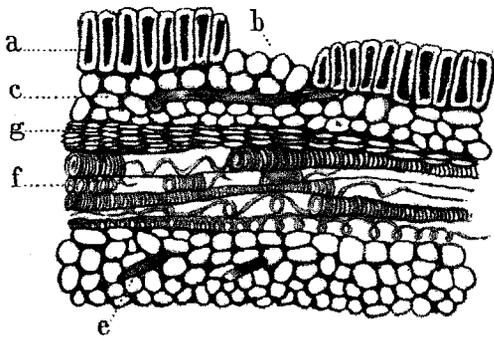
XIV



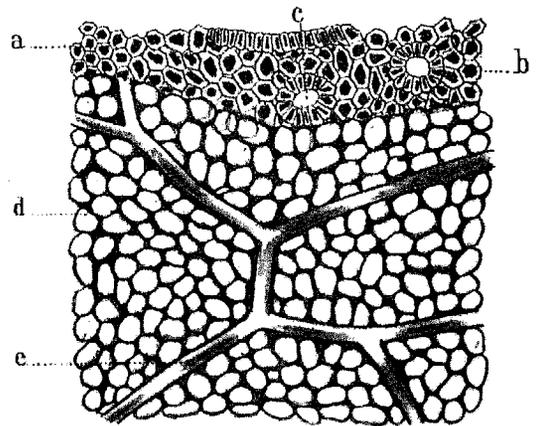
XV

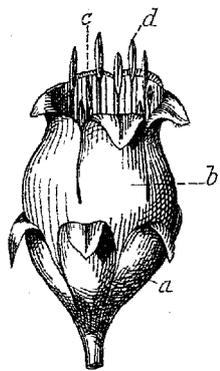


XVI



XVII

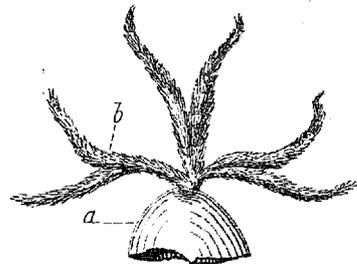




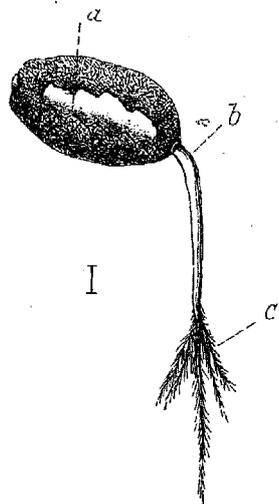
III.



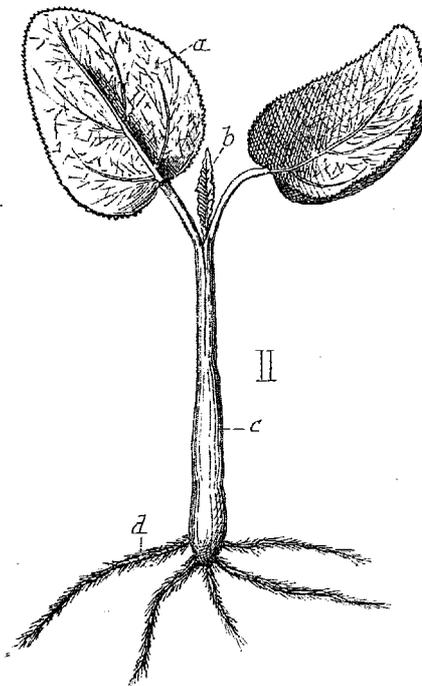
V.



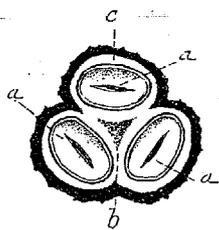
IV.



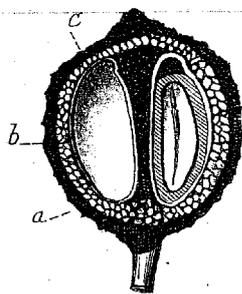
I.



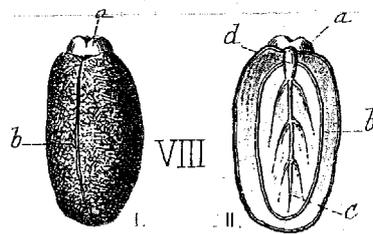
II.



VI.



VII.



VIII



IX.

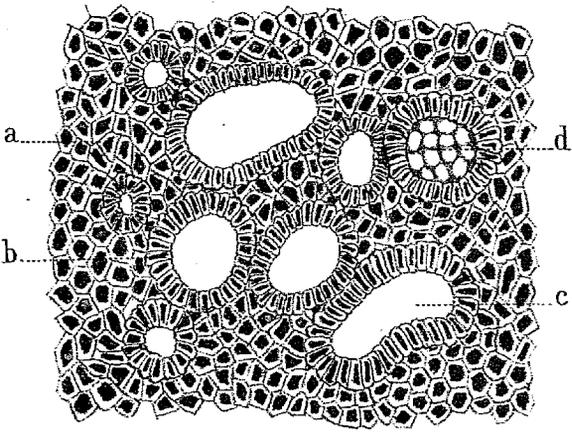


X.

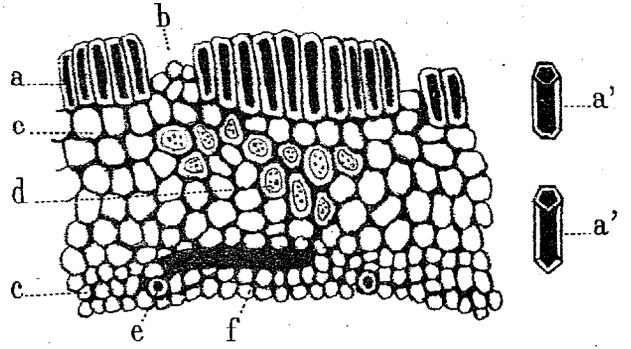


XI.

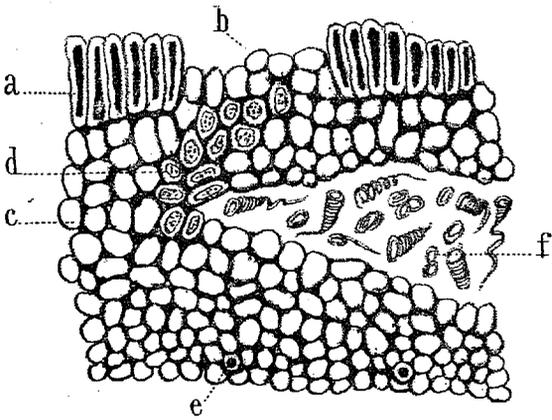
XII



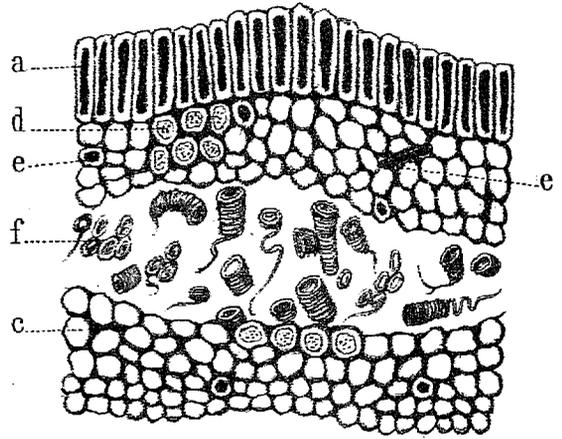
XIII



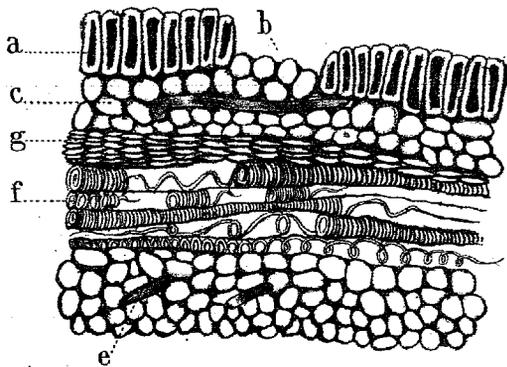
XIV



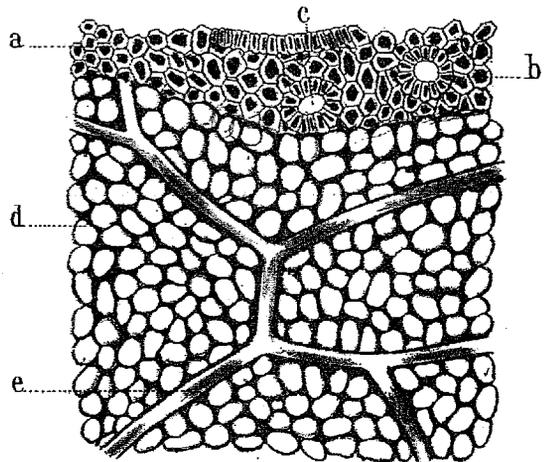
XV

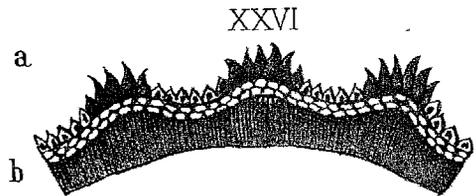
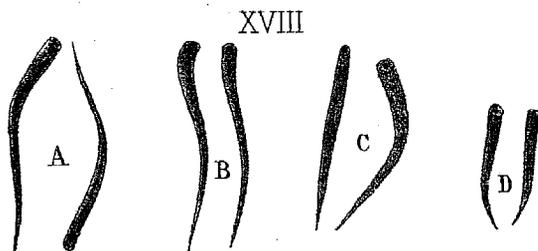
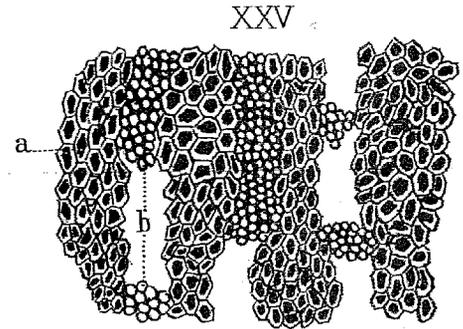
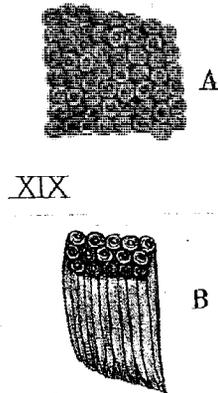
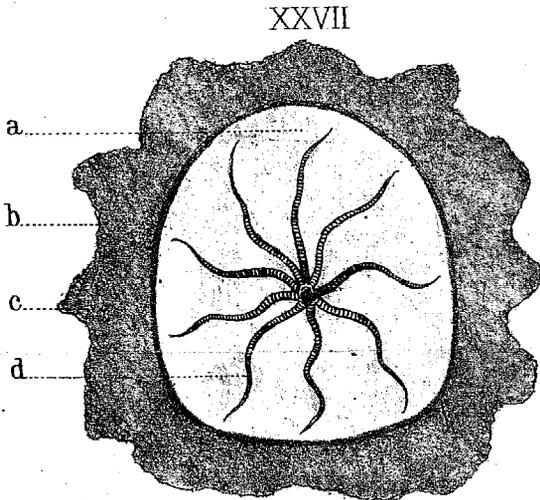
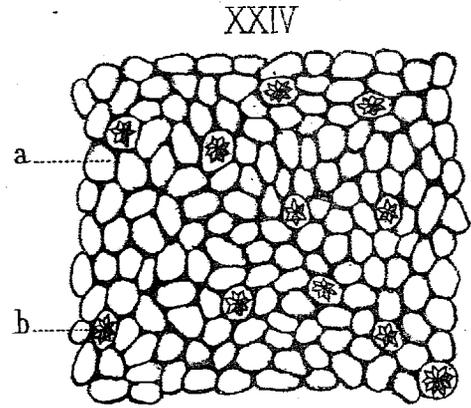
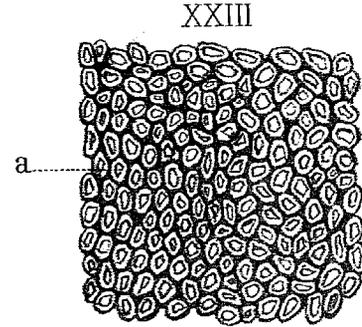
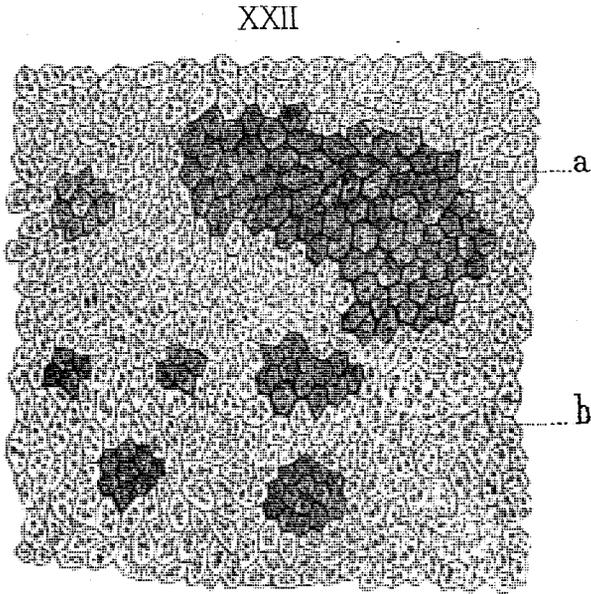
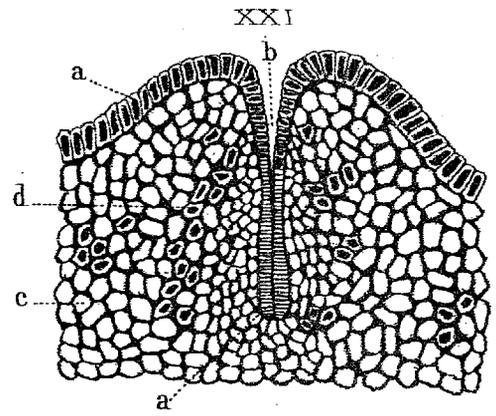
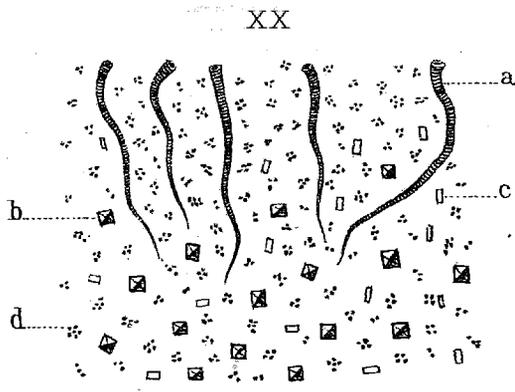


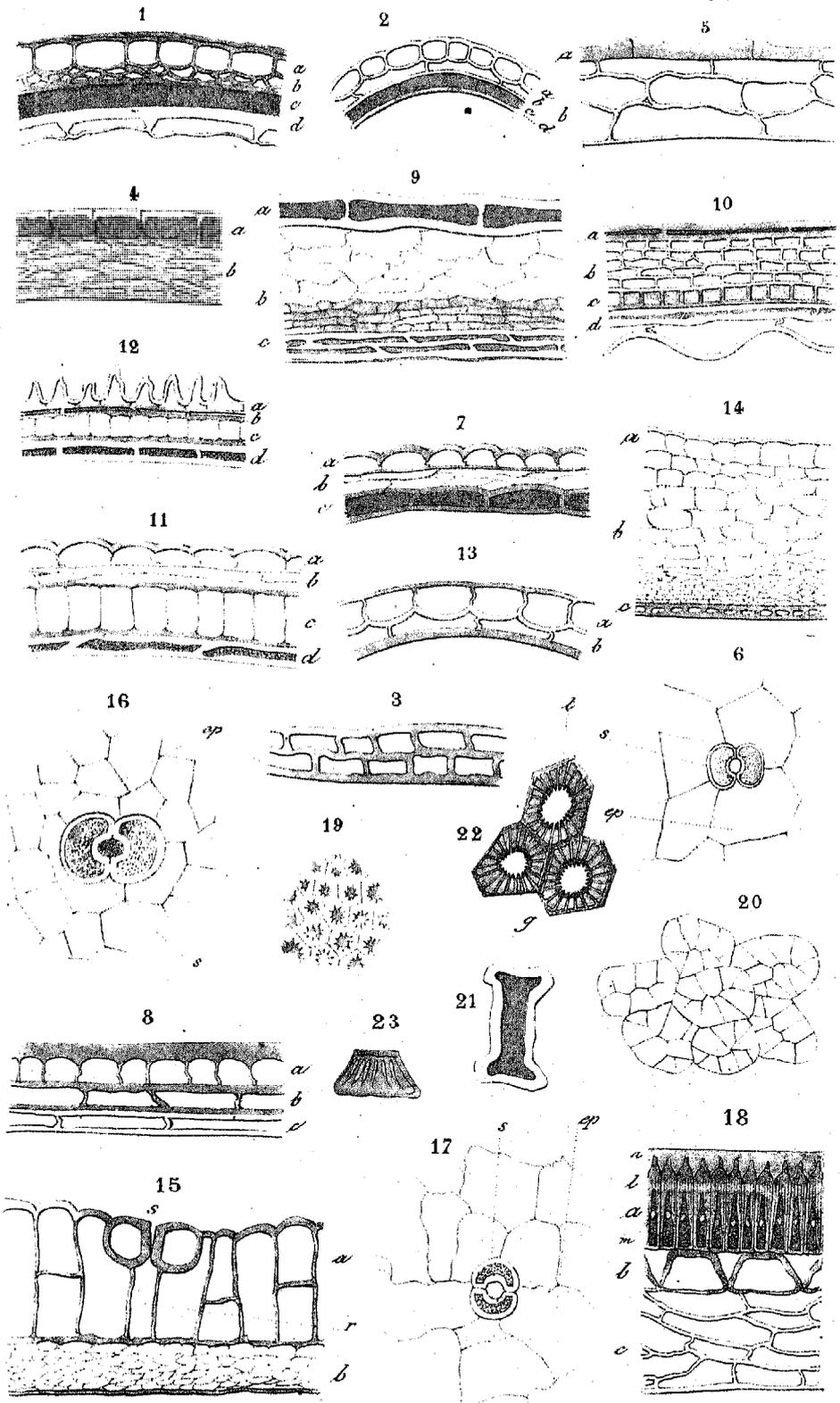
XVI



XVII

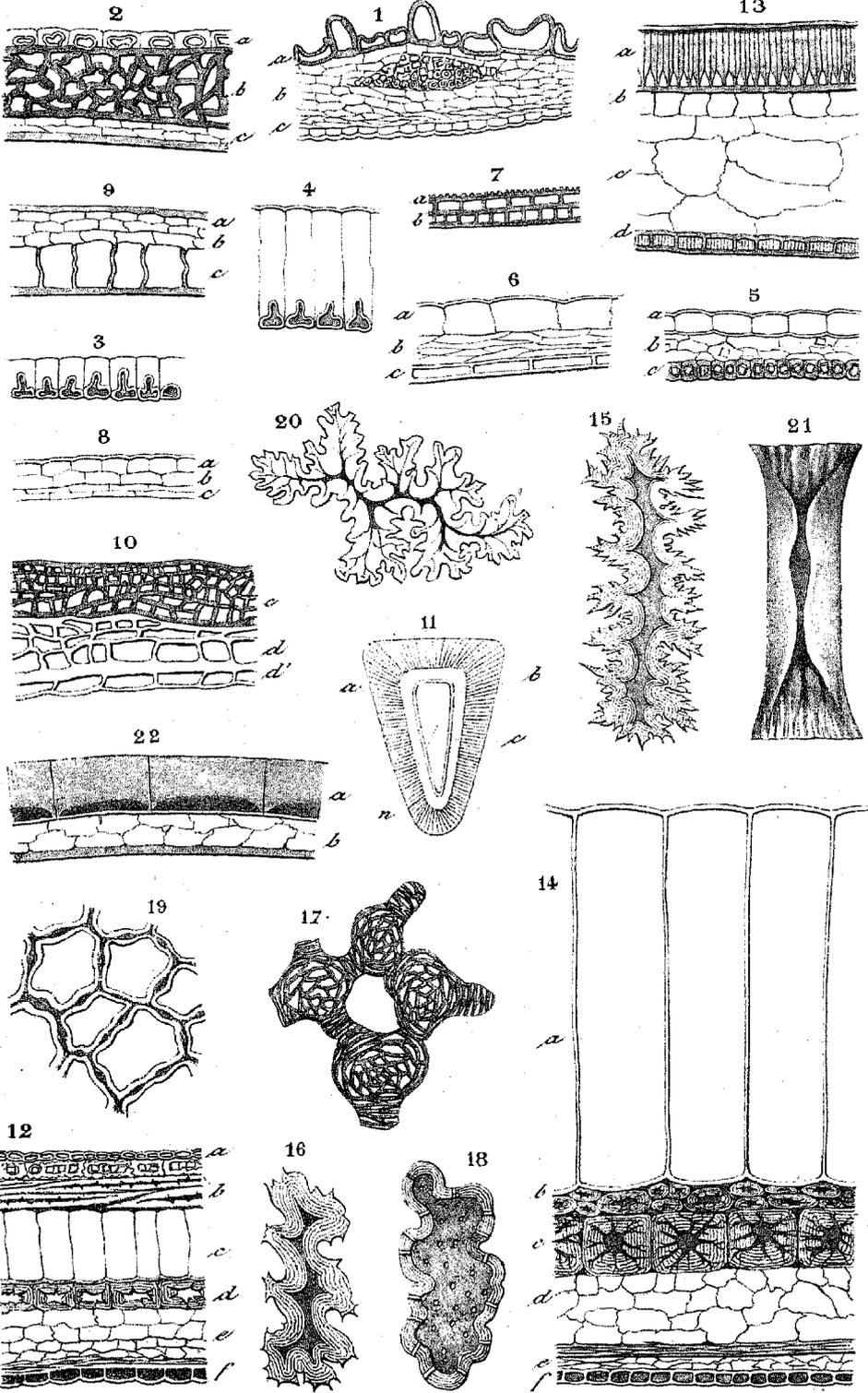




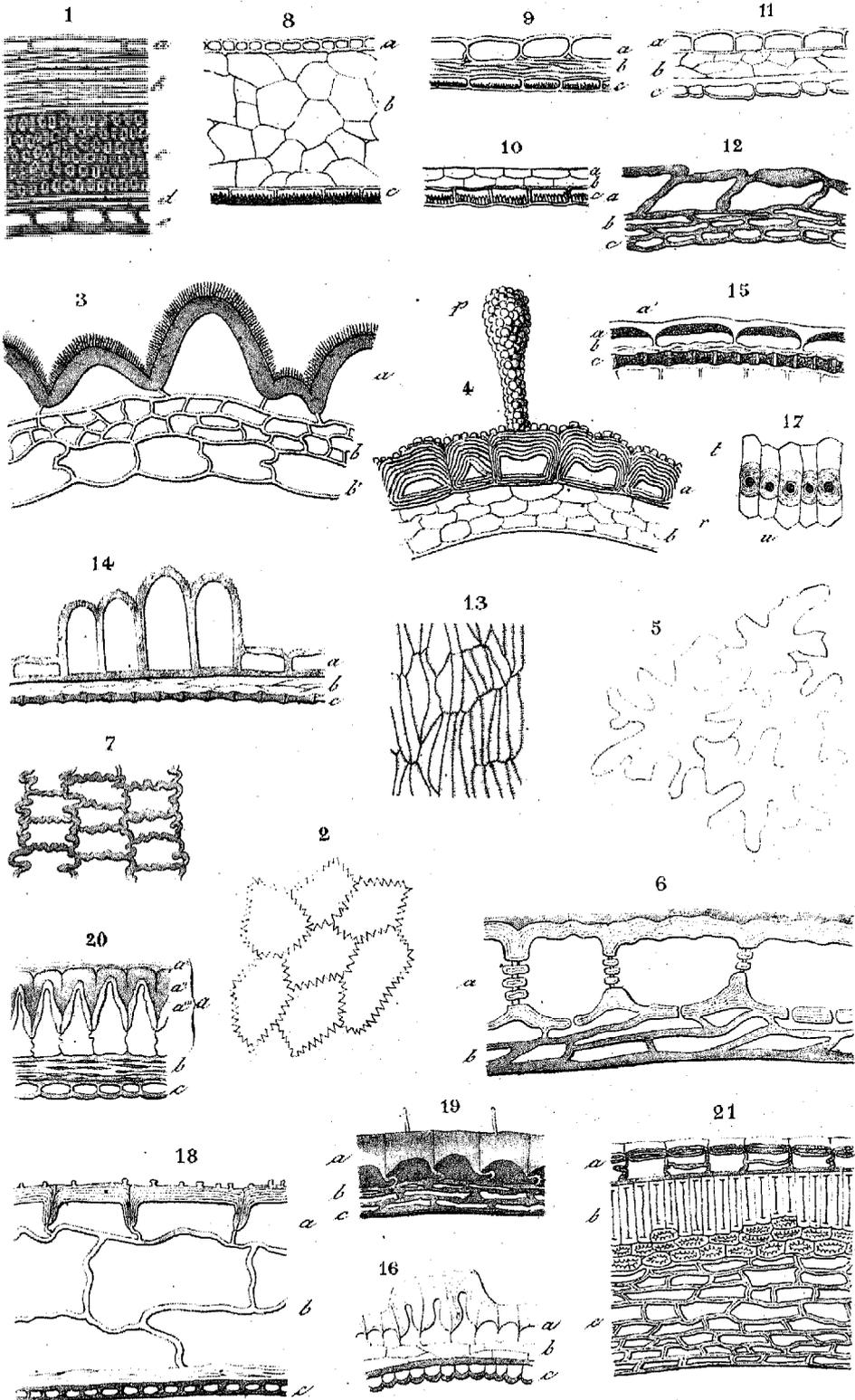


J. Godfrin del.

1, 2. *Sonchacées* — 3, 6. *Liliacées* — 7, 12. *Iridées*,
 13. *Alismacées* — 14, 17. *Amentacées* — 18, 23. *Légumineuses*.

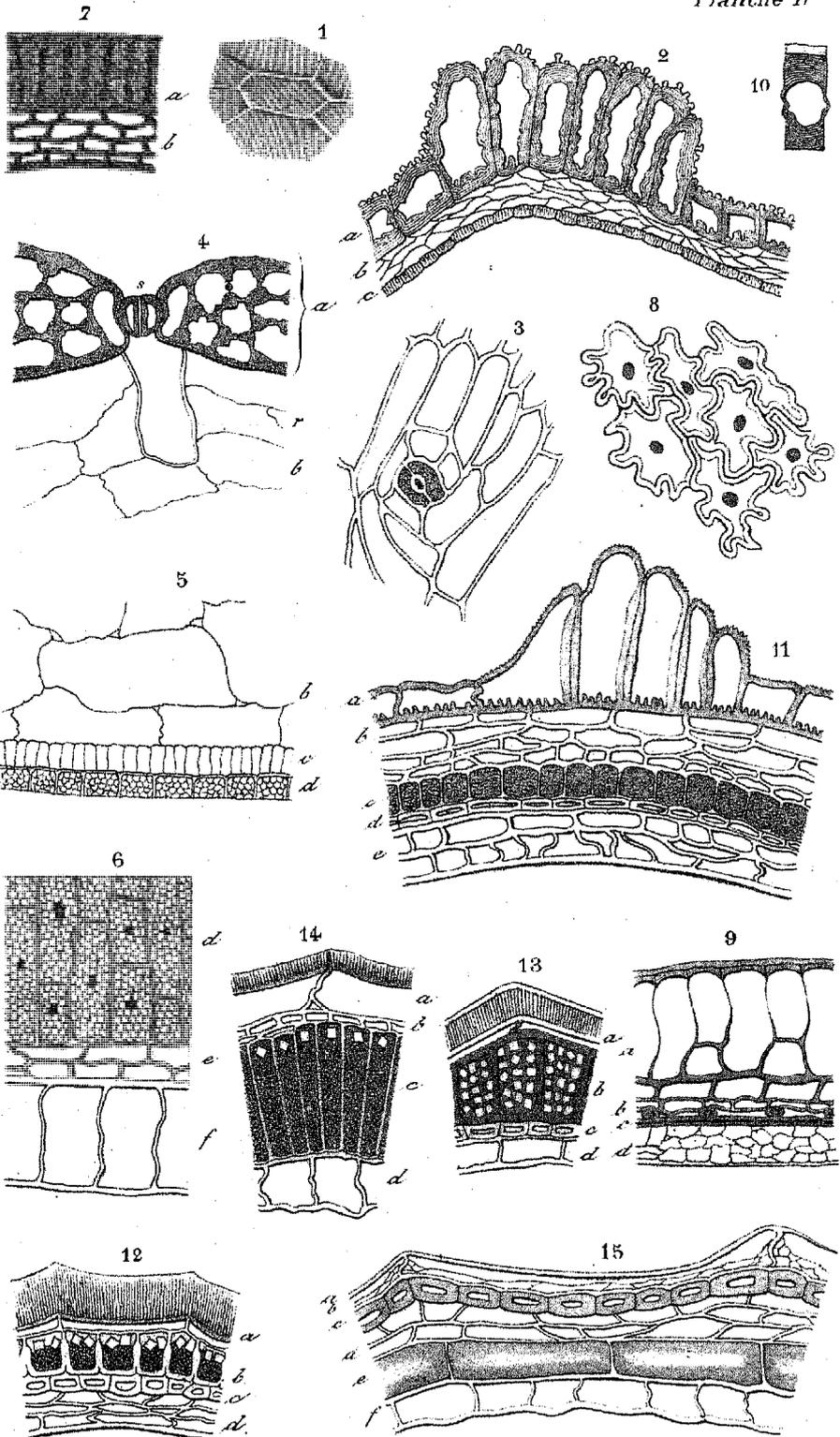


J. Godfrin del.



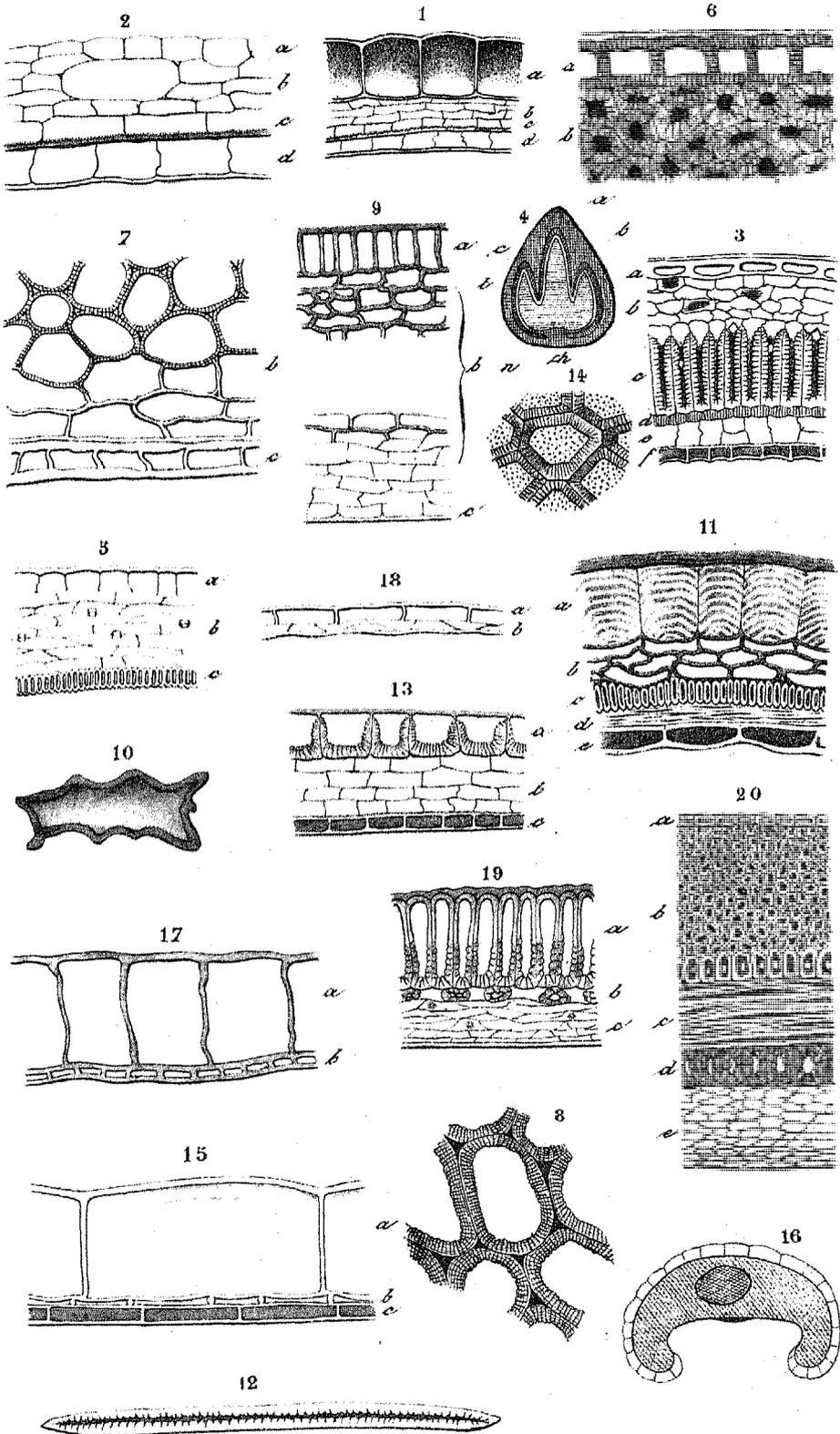
J. Godfrin del.

1. Araliacées — 2, 5. Caryophyllées — 6, 7. Nymphiacées
 8, 21. Renonculacées.



J. Godfrin del.

1, 2 Renonculacées — 3, 8 Magnoliacées — 9, 10 Berberidées
11, 15 Papavéracées.



J. Godfrin del.

1, 2 *Pumariacées* — 3, 4 *Ampélidées* — 5 *Celastrinées*
 6, 8 *Staphyléacées* — 9, 10 *Hippocastanées* — 11, 12 *Linées*
 13, 14 *Hiciniées* — 15, 16 *Plantaginées* — 17, 20 *Caprifoliacées*.