

BIBLIOTHEQUE UTILE

CIX

Léon Gérardin

La Botanique
générale

FÉLIX ALCAN  
  EDITEUR
108 Boulevard S^t Germain
PARIS

J. Pessoa
LA

BOTANIQUE
GÉNÉRALE

PAR

Léon GÉRARDIN

Professeur à l'École municipale Turgot
et à l'École Monge

AVEC 50 GRAVURES DANS LE TEXTE

PARIS

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET C^{ie}

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Tous droits réservés.

BIBLIOTHÈQUE UTILE

Volumes brochés à 60 centimes; cartonnés, 1 franc.

1. Morand. Introduction à l'étude des sciences physiques.
2. Cruveilhier. Hygiène générale.
3. Corbon. De l'enseignement professionnel.
4. L. Pichat. L'art et les artistes en France.
5. Buchez. Les Mérovingiens.
6. Buchez. Les Carolingiens.
7. F. Morin. La France au moyen âge.
8. Bastide. Luites religieuses des premiers siècles.
9. Bastide. Les guerres de la Réforme.
10. Pelletan. Décadence de la monarchie française.
- 11. Brothier. Histoire de la Terre.
12. Sanson. Principaux faits de la chimie.
13. Turck. Médecine populaire.
14. Morin. La loi civile en France.
15. Zaborowski. L'homme préhistorique.
16. Ott. L'Inde et la Chine.
- 17. Catalan. Notions d'astronomie.
18. Cristal. Les délasséments du travail.
- 19. V. Meunier. Philosophie zoologique.
20. J. Jourdan. La justice criminelle en France.
21. Ch. Rolland. Histoire de la maison d'Autriche.
22. Eug. Despois. Révolution d'Angleterre.
23. B. Gastineau. Les génies de la science et de l'industrie.
24. Leneveux. Le budget du foyer. Economie domestique.
25. L. Combes. La Grèce ancienne.
26. F. Lock. Histoire de la Restauration.
27. Brothier. Histoire populaire de la philosophie.
- 28. Elie Margollé. Les phénomènes de la mer.
29. L. Collas. Histoire de l'empire ottoman.
- 30. F. Zurcher. Les phénomènes de l'atmosphère.
31. E. Raymond. L'Espagne et le Portugal.
32. Eugène Noël. Voltaire et Rousseau.
33. A. Ott. L'Asie occidentale et l'Egypte.
- 34. Ch. Richard. Origine et fin des mondes.
35. Infantin. La vie éternelle.
- 36. Brothier. Causeries sur la mécanique.
37. Alfred Doneaud. Histoire de la marine française.
38. P. Lock. Jeanne d'Arc.
39. Carnot. Révolution française. Pér. de création. 1789 à 1792.
40. — — — Pér. de défense. 1792 à 1804.
41. Zurcher et Margollé. Télescope et microscope.
42. Blerzy. Torrents, fleuves et canaux de la France.
43. Secchi, Wolf, Briot et Delaunay. Le soleil et les étoiles.
44. Stanley Jevons. L'économie politique.
- 45. Em. Ferrière. Le darwinisme.
46. Leneveux. Paris municipal.
47. Boillot. Les entretiens de Fontenelle sur la pluralité des mondes.
48. Zevort (Edg.). Histoire de Louis-Philippe.
49. Geikie. Géographie physique (avec fig.).
- 50. Zaborowski. L'origine du langage.
51. H. Blerzy. Les colonies anglaises.
52. Albert Lévy. Histoire de l'air (avec fig.).
53. Geikie. La géologie (avec fig.).
- 54. Zaborowski. Les migrations des animaux.

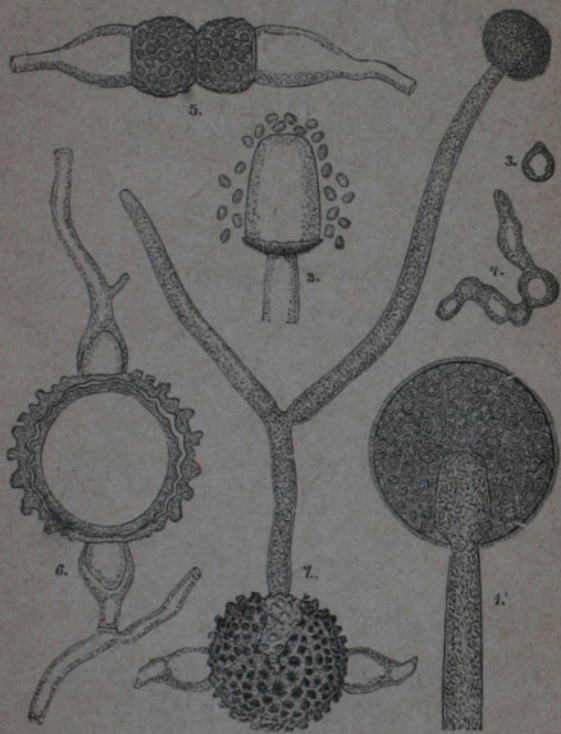


Fig. 1. — Appareils reproducteurs du Champignon de la moisissure (*Mucor mucedo*).

AVERTISSEMENT

Les ouvrages traitant de la Botanique au point de vue de sa vulgarisation ont été jusqu'à présent purement descriptifs; ils préparent aux herborisations et à la connaissance des familles végétales, mais tous, à cause même du but visé par leurs auteurs, sont restés très incomplets en ce qui concerne la physiologie (nutrition, reproduction, sensibilité et mouvement chez les plantes).

En présentant à nos lecteurs une *Botanique générale*, au courant des plus

récentes découvertes de la science, nous croyons donc faire œuvre véritablement utile.

Dans ce petit livre, l'auteur a négligé systématiquement ce qui se trouve déjà si bien développé dans les autres; il a surtout cherché à répandre les doctrines scientifiques très modernes professées partout en France.

Si quelques parties semblent un peu courtes, c'est qu'elles sont entrées déjà dans le cadre de certains volumes appartenant à notre collection, particulièrement dans ceux de MM. Gastineau, Ch. Richard, Émile Ferrière, Huxley et Zaborowski.

La *Botanique générale* que nous publions fait suite à la *Zoologie générale* de M. le D^r Beauregard. Les deux ouvrages conçus dans le même esprit se complètent l'un par l'autre.

LA

BOTANIQUE GÉNÉRALE

INTRODUCTION

La Botanique a pour objet l'étude des végétaux. On divise méthodiquement cette étude en deux parties : la première est la Botanique générale, la seconde est la Botanique spéciale.

1° La Botanique générale doit envisager la plante tantôt à l'état passif (*morphologie, anatomie, histologie*), tantôt à l'état actif (*physiologie*); elle comprend donc l'examen de la forme extérieure et intérieure de l'individu végétal, ainsi que la connaissance de

son évolution ; elle comprend aussi l'analyse des rapports qui existent entre la plante et le milieu dans lequel elle vit.

2° La Botanique spéciale compare entre eux les divers types végétaux pour en établir la classification (*taxinomie*) ; elle étudie les caractères des différents groupes, leurs affinités naturelles et leur répartition sur la terre aux âges géologiques ou pendant la période actuelle.

Le plan de ce petit ouvrage ne comporte qu'un aperçu de cette seconde partie de la Botanique.

Organes des plantes. — Tout être vivant conserve son individu (nutrition) et perpétue son espèce (reproduction) au moyen d'organes plus ou moins différenciés.

Si l'on considère une plante supérieure, une Pervenche par exemple, on peut la décomposer en un certain nombre d'appareils distincts qui sont : la racine, la tige, la feuille, la fleur, le fruit et la graine. Chacun de ces appareils accomplit une fonction propre, la division du travail physiologique atteint ici son maximum.

Il n'en est plus de même lorsqu'on examine une Fougère, une Mousse, une Algue ou un Champignon; le corps de la plante arrive au minimum de différenciation et l'on trouve à la limite inférieure du règne végétal de simples cellules isolées constituant à elles seules des individus complets et devant par conséquent accomplir à la fois les fonctions nécessaires de nutrition et de reproduction.

Grandes divisions du règne végétal.

— L'ensemble des végétaux peut être séparé en quatre embranchements, qu'on nomme les *Thallophytes*, les *Muscinées*, les *Cryptogames vasculaires* et les *Phanérogames*.

Chez les *Tallophytes* le corps ne présente ni tige distincte, ni racine proprement dite, il n'y a pas de feuilles, pas de fleurs et par conséquent, ni fruit, ni graine. Les Algues, les Champignons et les Lichens qui appartiennent à cet embranchement, sont formés par des tissus généralement homogènes, disposés en lames ou en filaments constituant le thalle (fig. 2).

Les *Muscinées*, supérieures aux Thallo-

phytes, ont le corps formé de tiges et de feuilles, mais elles ne présentent pas encore



Fig. 2. — Extrémité du Thalle
Varech (*Fucus vesiculosus*).

de racines. Les Hépatiques et les Mousses sont les types de cet embranchement. Pas de fleurs, pas de fruits, pas de graines. Le tissu des Muscinées est uniquement composé de cellules, il manque de vaisseaux; ce caractère est important, car il permet de distinguer les Muscinées des Cryptogames vasculaires qui viennent au-dessus

d'elles dans la série végétale.

Les *Cryptogames vasculaires* possèdent de véritables racines, des tiges et des feuilles; ce sont les Fougères, les Prêles et les Lycop-



Fig. 3. — Fougère mâle (*Nephrodium filix mas*). — *a*, coupe du rhizome; *b*, racines adventives; *c*, feuilles développées; *d*, jeunes feuilles ou crosses.

podés. Pas de fleurs, pas de fruits, pas de graines. Le tissu des Cryptogames vasculaires offre des vaisseaux qui distribuent au corps de la plante les liquides alimentaires puisés dans le sol par les racines (fig. 3).

La présence des vaisseaux implique l'existence d'appareils de nutrition déjà beaucoup plus compliqués que ceux que l'on observe dans les embranchements précédents.

Les *Phanérogames* sont les plantes les plus élevées en organisation, elles possèdent des tissus extrêmement différenciés, cellules et vaisseaux divers accomplissant des fonctions variées. Les organes de la reproduction sont groupés sur des rameaux contractés nommés fleurs, ils dérivent de la feuille dont ils ne sont que des modifications; l'appareil mâle est l'étamine, l'appareil femelle est le carpelle. Dans le carpelle sont les ovules qui, après la fécondation, deviendront des graines.

Les Phanérogames sont donc des plantes à fleurs et à graines (fig. 4).

L'embranchement des Phanérogames peut

être facilement subdivisé en deux sous-
embranchements : les Gymnospermes et les
Angiospermes.



Fig. 4. — La Pervenche (*Vinca major*).

Chez les Gymnospermes qui sont les arbres
verts ou Conifères (Pin, Sapin, etc.), les
graines restent nues parce que le carpelle

ne se ferme pas pour les envelopper, il n'y a donc pas de fruit proprement dit.

Chez les Angiospermes, l'ovaire est toujours clos, le fruit existe couvrant les graines jusqu'au moment de la dissémination (fruits déhiscents), ou même indéfiniment (fruits indéhiscents).

Les graines des Angiospermes renferment toutes une plantule ou embryon qui se développera pendant la germination. Cette plantule offre déjà les rudiments des diverses parties de l'appareil nutritif : une radicule, une tigelle et le premier bourgeon ou gemmule.

Sur la tigelle s'insèrent une ou deux feuilles nourricières gorgées de réserves alimentaires qui seront employées par la jeune plante au premier stade de son développement. Si la plantule ne présente qu'une seule feuille nourricière, le végétal est monocotylédoné (Blé, Iris, Lis, Palmier, etc.); si la plantule porte deux feuilles nourricières, le végétal est dicotylédoné (Pervenche, Pissenlit, Pois, Rose, Chêne, etc.). L'ensemble des grandes divisions du règne végétal est résumé dans le tableau ci-joint.

Grandes divisions du Règne végétal.

<p><i>Angiospermes</i> graines enfermées</p> <p>dans un fruit.</p>	<p><i>Dicotylédones</i> deux cotylédons à l'embryon.</p> <p><i>Monocotylédones</i> un seul cotylédon à l'embryon.</p>	<p>Pissenlit. Pervenche. Carotte. Renouëlle. Chêne. Chauvre.</p> <p>Iris. Lis. Jonc. Blé.</p>
<p>Phanérogames (à fleurs et à graines).</p>		
<p>A RACINES ET A VAISSEAUX</p>	<p><i>Gymnospermes</i>, graines nues.....</p> <p><i>Cryptogames vasculaires</i> (sans fleurs ni graines)....</p>	<p>Pin. Lycopode. Prêle. Pteride (Fougère).</p>
<p>Muscinées (à feuilles).....</p> <p>Thallophytes (sans feuilles).....</p>		
<p>SANS RACINES NI VAISSEAUX</p>		
<p>Funaire (Mousse) Marchantia (Hépatique). Parmélie (Lichen). Varech (Algue). Botet (Champignon).</p>		
<p>PLANTES</p>		

Paléontologie végétale. — Lorsque la surface de notre planète fut suffisamment refroidie pour permettre à l'eau de se condenser, la vie organique apparut. Les premiers êtres n'ont laissé aucune trace de leur structure et de leur forme, mais il est rationnel de penser qu'ils étaient de nature végétale, car les plantes seules ont le pouvoir d'assimiler le carbone et l'azote d'origine minérale et par conséquent de transformer la matière inorganique en matière vivante et organisée.

Le graphite et l'anhracite des terrains anciens représentent probablement l'état fossile de ces êtres primitifs, végétaux monocellulaires dont les Protocoques actuels peuvent nous donner une idée ¹.

Pendant l'âge primaire, les végétaux inférieurs, Algues marines et Cryptogames vasculaires apparaissent successivement.

Les étages cambrien et silurien n'offrent pas de traces de plantes terrestres, mais les

1. Les *Protococcus* sont des Algues monocellulaires qui colorent en vert ou en rouge les pavés humides, les vieux murs, etc.

schistes du silurien inférieur jusqu'au dévonien supérieur sont riches en débris d'Hydrophytes, surtout en Amérique et en Scandinavie (*Oldhamia antiqua*, C; *Dictyonema flabelliformis*, S I; *Haliserides Dechenianus*, D I; *Spirophyton cauda-galli*, D I; etc.).

A partir du dévonien moyen jusqu'à la fin de la période permo-carbonifère des végétaux plus élevés en organisation peuplent les bas plateaux et les îles marécageuses. Ce sont de petites Fougères comme le *Sphenopteris*, puis des *Palæopteris*, des *Pecopteris* au port élégant et aussi des *Lepidodendrons* qui représentent les Lycopodiacées.

D'autres Fougères apparaissent, de plus en plus nombreuses et variées, avec elles des Équisétacées et les premières Gymnospermes, comme les *Cordaïtes*, les *Sigillaria*; les *Stigmaria* appartenant aux Cycadées; les *Taxites*, les *Walchia*, les *Thuyites* du groupe des Conifères.

Jusqu'à la fin de l'âge primaire ce sont donc les Cryptogames cellulaires, les Cryptogames vasculaires et les Phanérogames gymnospermes qui forment la flore aquatique et

terrestre de la planète dont l'atmosphère chaude et humide possédait une température moyenne de 25°, celle des tropiques.

La flore triasique, au début de l'âge secondaire, semble avoir été soumise à des conditions climatériques peu différentes de celles qui ont exercé leur influence sur la période houillère.

Les *Calamites* du permien sont remplacés par d'autres Prêles géantes; les Cryptogames vasculaires sont peu à peu remplacées par les Gymnospermes et ces dernières s'accroissent à leur tour en nombre et en variétés jusqu'à la fin du jurassique (*Voltzia heterophylla*, T; *Pterophyllum gracile*, T; *Cycadites rectangularis*, L; *Zamites approximatus*, L; *Taxites vicentina*, L; *Araucaria Phillipsii*, L; *Pinus Nilssoni*, L; *Cycadites Lorteti*, J; *Salisburyia antartica*, J; *Taxites longifolia*, J; *Thuyites elegans*, J; *Pinus Nordenskioldi*, J; *Abietites Mantelli*, J; etc.). Les Angiospermes se montrent au début de la période crétacée; les Conifères et les Cycadées passent alors peu à peu au second plan (fig. 5).



Fig. 5. — Plante fossile (*Brachyphyllum nepos*). Conifère jurassique.

Les Monocotylédones sont représentées dans la craie par des Pandanées et des Palmiers, mais les Liliacées existaient déjà dans le trias (*Yuccites vogesiacus*, T) et les Graminées dans le lias (*Bambusium liasicum*, L).

Les Dicotylédones apétales commencent aussi à se développer (*Quercus anceps*, C; *Juglans crassipes*, C; *Myrica cretacea*, C; *Ficus Geinitzii*, C; etc.), ainsi que les Dicotylédones dialypétales (*Aralia formosa*, C; *Magnolia speciosa*, C; *Cytisus cretaceus*, C); ces dernières sont d'abord plus rares que les précédentes.

Enfin, pendant la période tertiaire, les Dicotylédones gamopétales font à leur tour leur apparition, on en trouve les empreintes dès l'éocène (*Cinchonidium*, E; *Myoporum ambiguum*, E; *Bignonia eocenica*, E; *Cypselites gypсорum*, E; etc.). Elles deviennent plus nombreuses dans les couches géologiques du miocène et du pliocène.

La flore actuelle s'établit donc lentement sur notre globe, faisant suite à la série des formes ancestrales qui l'ont précédée et remplaçant les espèces éteintes par d'autres

espèces mieux adaptées aux conditions climatiques nouvelles.

La paléontologie démontre qu'un genre ou une espèce, une fois disparu, ne revient plus. Les géologues ont pu retrouver des types caractérisant un étage ou une formation et se servir de la Botanique fossile pour déterminer l'âge des terrains.

Distribution des plantes à la surface de la terre. — La théorie de la descendance, d'accord avec la paléontologie, démontre que les formes végétales ont apparu à des époques différentes.

On peut dire avec certitude que chaque type s'est montré d'abord sur un point déterminé, puis s'est propagé à partir de ce point et a voyagé dans le cours des âges. On peut dire aussi que sa propagation a dépendu des modifications mésologiques (*influence du milieu*) et de la concurrence des compétiteurs (*lutte pour la vie*).

Dans certains cas, la migration a été gênée par des obstacles matériels ou favorisée par des moyens de transport qui l'ont accélérée.

Certaines variations sont capables de se reproduire héréditairement, les unes d'origine spontanée (*adaptation, sélection naturelle*), les autres dues à l'intervention de l'homme (*sélection artificielle*)¹.

On sait que l'oxygène de l'air, l'eau, la radiation et l'aliment sont les conditions d'existence nécessaires des végétaux; on sait aussi que chaque espèce a, pour chacune de ces conditions, un maximum, un minimum et un optimum propres. Or, l'aération, l'humidité, la température, la lumière et l'aliment sont distribués d'une façon très inégale à la surface du globe. A supposer donc que les œufs, spores ou graines de toutes les espèces, fussent une fois disséminés uniformément sur toute l'étendue de la terre, toutes ne pourraient s'y développer également; certaines se trouveraient bientôt cantonnées dans des régions déterminées, tandis que

1. Pour tout ce qui concerne l'évolution du règne végétal et l'établissement des espèces, nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage de M. E. Ferrière sur *le Darwinisme*. (*Biblioth. utile.*)

d'autres deviendraient spéciales à d'autres contrées ¹.

Pour observer dans toute sa netteté l'influence des conditions de milieu, et notamment de la quantité de chaleur, sur la distribution des plantes, il faut, dit M. Van Tieghem, choisir une localité assez restreinte pour que les graines et les spores puissent y être disséminées dans tous les points, et qui présente cependant des différences considérables de climat; une région montagneuse de la zone tempérée remplira bien cette double condition.

Le savant professeur du Muséum de Paris prend pour exemple la chaîne de Belledonne, dans les Alpes françaises.

« Si l'on s'y élève, dit-il, depuis le fond d'une vallée basse jusqu'au-dessus de la limite des neiges éternelles, on rencontre successivement plusieurs végétations d'aspect très différent.

« La région basse, presque partout en-

1. *Eléments de botanique* de M. Van Tieghem. (Savy, éditeur.)

vahie par les cultures, présente la végétation ordinaire des coteaux peu élevés, à cette latitude; les bois de Chêne, ou parfois de Hêtre, sont dominants.

« Au-dessus de cette zone inférieure, on ne tarde pas à entrer dans une région qui renferme une tout autre végétation : c'est la *zone subalpine*. Les Sapins sont les arbres les plus abondants. Le Chêne a disparu lorsqu'on atteint cette zone; le Hêtre cesse aussi bientôt de croître. D'autres arbres dicotylédones deviennent, au contraire, relativement plus nombreux (Frêne, Bouleau, Sorbier des oiseleurs, Aulne vert); mais ce sont les Conifères qui forment surtout les forêts (Sapin pectiné, Epicéa élevé).

« Dans les forêts de Sapins et d'Epicéas, et là même où les forêts manquent, une végétation herbacée, spéciale à cette zone et comprise entre des limites d'altitude déterminées, peut être considérée comme très caractéristique. Ce sont le Mélampyre des bois, le Prénanthe rouge, la Pyrole seconde, le Mulgède des Alpes, etc., et, parmi les plantes ligneuses, l'Airelle vigne d'Ida, un

certain nombre d'espèces de Chèvrefeuilles, de Groseilliers, etc.

« Quand on a dépassé la région où les Sapins et les Epicéas peuvent croître, la végétation change assez brusquement, l'ensemble des plantes qu'on trouve alors répandues sur les rochers ou dans les prairies, prend bientôt un caractère particulier. On appelle cette zone, la *zone alpine inférieure*.

« Des arbustes comme les Rosages, les Genévriers nains, certains Saules, etc., y sont très abondants et les plantes herbacées présentent à cette hauteur une diversité de forme très remarquable. On peut citer, parmi celles qui sont les plus répandues et les plus caractéristiques : les Dryade octopétale, Anémone des Alpes, Renouée vivipare, Phléole des Alpes, Silène acaule, etc.

« Si l'on s'élève encore plus haut, on atteint les éboulis et les maigres prairies qui avoisinent les névés. Les Mousses et les Lichens fournissent alors les espèces dominantes; il ne subsiste plus qu'un nombre restreint de plantes vasculaires : le Saxifrage bryoïde, la Renoncule glaciale, le Saule

herbacé; ce dernier est la plante phanérogame qui s'élève le plus haut avec le Pavot alpin et le *Poa* lâche.

« Cette zone qui peut être caractérisée par un certain nombre de plantes vasculaires, toutes vivaces, à rhizomes très développés, est appelée *zone alpine supérieure*; elle est, en général, assez nettement limitée par rapport à la zone alpine inférieure.

« On voit ainsi s'étager, depuis le fond de la vallée jusqu'aux neiges perpétuelles, les limites successives de végétation et, dans une telle contrée, où les influences autres que celle de la radiation sont assez uniformes, on peut observer d'une manière frappante comment les espèces se cantonnent en des zones bien circonscrites, caractérisées surtout par la somme annuelle de chaleur reçue. »

Le maximum de dissémination à la surface du globe se rencontre chez les Thallophytes, qui supportent à cause de leur organisation peu compliquée les conditions mésologiques les plus variées et les plus variables; ce sont donc les végétaux les plus

simples qui, en général, occupent l'aire géographique la plus étendue.

Une seule espèce Phanérogame semble résister avec le même succès contre les influences climatériques, c'est le vulgaire Laiteron (*Sonchus oleraceus*), que l'on retrouve sous toutes les latitudes et à toutes les altitudes où la vie végétale peut se manifester.

L'Ortie, le Chiendent, le Poa présentent une aire géographique presque aussi étendue. Les Graminées, Joncées, Conifères, Papavéracées, Légumineuses, Labiées et Composées occupent généralement une aire moyenne; mais certaines de leurs espèces ont une aire très restreinte et même souvent absolument locale.

Du reste, il semble établi que les espèces dont l'aire est inférieure au $\frac{1}{100000}$ de la surface terrestre sont de beaucoup les plus nombreuses.

On entend par *flore naturelle* l'ensemble des plantes qui se trouvent localisées dans une contrée et qui, par conséquent, deviennent aussi caractéristiques de la région que

les plantes fossiles sont caractéristiques d'un terrain.

Dans la *flore arctique* (nord de la Sibérie, Nouvelle-Zemble, Spitzberg, Islande, Groënland, Behring), les Lichens abondent, les plantes vasculaires sont représentées par 750 espèces dont quelques-unes sont locales.

La taille des plantes arctiques ne dépasse pas 40 centimètres, même pour les arbrisseaux comme le Saule glacial et l'Airelle des marais. Les Graminées, Cypéracées et Joncées y sont communes.

La *flore des forêts boréales* s'étend au sud de la précédente, elle est caractérisée d'abord par le Saule laineux, le Bouleau nain et l'Aulne en broussaille qui atteignent 1 mètre de hauteur, puis viennent à des latitudes moins élevées les Hêtres, les Pins sylvestres, les Frênes et le Chêne.

Le nombre des espèces Phanérogames devient de plus en plus considérable. Les Graminées dominant, elles sont plus nombreuses encore dans la *flore des steppes boréales* où elles se mélangent avec des Chénopodiacées et des Cactées gigantesques,

c'est ce que l'on observe particulièrement dans les prairies du Mexique.

Plus on s'avance vers le midi, plus les steppes sont riches en types spéciaux; on en compte plus de 3000 en Amérique et près du double dans l'ancien continent.

La *flore méditerranéenne*, dont on retrouve l'analogie en Californie, est de toutes les flores la plus riche et la plus variée : sur environ 7000 plantes vasculaires on en compte 60 p. 100 qui sont propres à cette flore (Van Tieghem), Myrtes, Arbousiers, Lauriers, Oliviers, Citronniers, Chêne-liège, etc., la caractérisent et le Séquoïa californien, le plus grand des végétaux, monte en son pays d'origine à 450 mètres de hauteur.

Les Cryptogames sont peu abondants sauf *Pteris aquilina*, Fougère commune partout. En Chine et au Japon, la flore méditerranéenne s'observe encore, mais avec abondance d'arbres gymnospermes et d'arbrisseaux angiospermes. Les grandes Graminées (Bambous) et les Palmiers rattachent la *flore chino-japonaise* à celles des tropiques.

La flore la plus pauvre est la *flore du*

Sahara, qui s'étend jusqu'en Arabie et même jusqu'au littoral indien voisin de l'Indus.

L'absence des pluies est la cause de cette pauvreté. Le Dattier peut vivre dans ce milieu avec quelques Graminées résistantes, des plantes grasses et une cryptogame-caractéristique, *Parmelia edulis*, manne des Hébreux, que le vent disperse de tous les côtés.

Dans la *flore tropicale*, la diversité des espèces atteint son maximum; la Canne à sucre, le Bambou, les Bananiers et les Palmiers dominant; les Légumineuses abondent ainsi que les différents Figuiers. Les plantes prennent souvent la forme de lianes.

La *flore des steppes australes* est aussi plus riche en Graminées qu'en toutes autres espèces. Les forêts australes ont beaucoup d'analogie avec les forêts boréales, elles sont peuplées comme elles de Conifères variées, mais on y rencontre des lianes inconnues dans les régions septentrionales et des végétaux épiphytes assez nombreux.

Le Cap et le Chili ressemblent au groupe des contrées méditerranéennes dans leurs

principaux caractères. Quant à l'Australie et à Madagascar, ce sont des continents très spéciaux au point de vue de leur flore, il y a dans ces pays une multitude de formes inconnues autre part, surtout parmi les Composées, les Apocynées et les Euphorbiacées ¹.

1. Pour compléter cette introduction, lire la *Zoologie générale* de M. H. Beaugard (*Bibliothèque utile*).

PREMIÈRE PARTIE

ORGANISATION DES VÉGÉTAUX NUTRITION

CHAPITRE PREMIER

LA CELLULE

L'élément primitif constituant la plante est la *cellule*; c'est un être microscopique vivant de sa vie propre et concourant en même temps à la vie générale de l'individu auquel il appartient.

Les cellules devant accomplir des fonctions diverses peuvent être plus ou moins différenciées, mais, en dernière analyse, on les trouve toujours composées de trois parties principales : le *protoplasma*, le ou les *noyaux*, les *leucites*, le tout enfermé généralement dans une gaine de nature cellulosique.

Le protoplasma est fluide ou gélatineux, c'est un mélange très complexe de principes immédiats en voie de transformation, les uns minéraux, les autres hydrocarbonés ou azotés assez voisins de l'albumine

Le protoplasma est coagulable par la chaleur vers 50°, mais, à l'état de vie ralentie, il supporte sans périr une température de 100° (Bactéries). Plusieurs réactifs le durcissent ou le colorent.

La couche périphérique du protoplasma est plus claire et plus dense, on la nomme *hyaloplasma*; la masse intérieure est au contraire granuleuse et trouble, elle renferme les noyaux ainsi que les grains sphériques ou ovoïdes auxquels on donne le nom général de leucites, c'est le *cytoplasma*.

Parmi les leucites, les uns ont la propriété de produire de l'amidon (*amyloleucites*), les autres de la chlorophylle (*chloroleucites*), ou des matières colorantes cristallisables (*chromoleucites*), d'autres enfin ne sont en réalité que des vacuoles chargées de suc cellulaire à composition variable, mais toujours riche en eau (*hydroleucites*).

A mesure que le protoplasma vieillit, les vacuoles se rejoignent, s'accroissent et envahissent la presque totalité de la cellule qui s'est entourée de sa gaine cellulosique (fig.6).

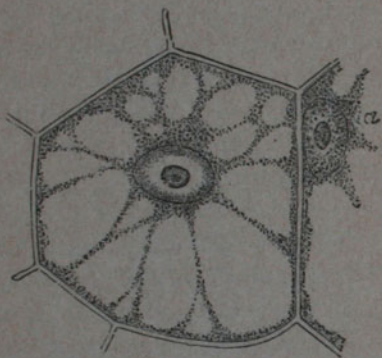


Fig. 6. — Jeune cellule d'une tige de *Monotropa hypopitys* (Gross. 350).

Toute cellule vivante doit trouver dans le milieu où elle évolue des aliments pour réparer les pertes occasionnées par les actes vitaux et aussi pour augmenter sa masse. *Le protoplasma est capable de transformer à lui seul les matières minérales en substances organiques, il fabrique les principes immé-*

diats tels que les matières protéiques, albumine, fibrine, cellulose, matières grasses, dans un liquide de culture renfermant de l'alcool ou de l'acide acétique, du carbonate d'ammoniaque, de l'acide phosphorique, de la potasse, de la magnésie et de l'eau. M. Pasteur l'a démontré en ensemençant un tel liquide avec une quantité infinitésimale de *Bacterium aceti* (ferment du vinaigre); il récoltait un poids considérable de cette Bactérie et la masse de matière organisée renfermait les substances les plus complexes : graisses, albuminoïdes, hydrates de carbone, etc.

Les belles recherches de Raulin sur le développement d'*Aspergillus niger*, une des moisissures les plus communes, montrent l'importance de certains éléments minéraux comme modificateurs de la végétation. Ce Champignon se développe abondamment sur des tranches de citron, sur le pain mouillé d'un peu de vinaigre et, en général, sur tous les milieux à réaction acide, comme les autres moisissures du reste.

Raulin est arrivé à constituer un milieu

purement minéral où les conditions de temps, de lumière, de température, d'aération, étant égales, la récolte de la plante est supérieure en poids à celle que fournit un quelconque des milieux habituels. Ce liquide nutritif a la composition suivante :

Eau.....	1 500	grammes.
Sucre candi.....	70	—
Acide tartrique.....	4	—
Nitrate d'ammoniaque.....	4	—
Phosphate d'ammoniaque .	4	—
Carbonate de potasse.....	0,60	centigrammes.
Carbonate de magnésie....	0,40	—
Sulfate d'ammoniaque.....	0,25	—
Sulfate de zinc.....	}	de chaque 0,07 centigr.
Sulfate de fer.....		
Silicate de potasse.....		

Si l'on vient à diminuer ou à supprimer l'un des sels de cette liste, même ceux qui n'entrent que pour une proportion très faible dans la solution, la récolte diminue dans des limites parfois très larges.

La suppression du sel de zinc, qui n'entre que pour 0,07 centigr. dans le liquide, donne une récolte qui ne représente, en poids, que le dixième de celle du liquide

normal. Le résultat a été identique dans une nombreuse série de cultures.

Dans un liquide sans potasse la récolte tombe au $1/25$ de la normale; sans ammoniacque au $1/150$; sans acide phosphorique au $1/200$. L'influence de ces éléments minéraux est donc indiscutable; le rôle qu'ils remplissent dans les réactions vitales est inconnu ¹.

On comprend facilement l'importance de telles connaissances applicables à l'agriculture, car les mêmes faits se produisent dans la végétation des plantes supérieures utiles à l'homme. D'autre part, la thérapeutique, ainsi éclairée, peut aussi, en modifiant le milieu intérieur de notre organisme, exercer de puissantes actions sur les cellules qui le composent ou sur les parasites qui l'empoisonnent.

Certains produits du protoplasma végétal sont particulièrement intéressants :

1° La *chlorophylle*, matière verte des

1. Macé, *Traité pratique de Bactériologie*. (J.-B. Baillière, édit.)

plantes, est un agent de nutrition d'une puissance extraordinaire. Le protoplasma pourvu de choroleucites fabrique de l'amidon et du glucose en partant de l'acide carbonique et de l'eau, il vit à l'aide de principes purement minéraux empruntés au sol et à l'atmosphère.

« Si nous recherchons l'origine des corps simples en combinaison dans un organisme végétal, dit le professeur Trabut, nous trouverons qu'un kilogramme de bois sec contient environ :

Carbone.....	480 grammes
Hydrogène.....	60 —
Azote.....	10 —

« Il est facile de se rendre compte de la part importante soutirée à l'atmosphère : les 480 grammes de carbone proviennent de son acide carbonique décomposé par la plante.

« Ce kilogramme de bois dégorge par la combustion 3 à 4000 calories. De même que l'assimilation du carbone est due à la chlorophylle, la fixation de ce calorique est encore son œuvre. Nos foyers ordinaires de

chaleur et de lumière ne font que restituer la radiation solaire emmagasinée par l'intermédiaire du protoplasma vert (houille, pétrole, etc.).

« Nos aliments qui proviennent directement ou indirectement des végétaux verts, dégagent dans nos organes l'énergie prise à la radiation solaire, lors de leur formation par la chlorophylle, si bien que le tissu vert des plantes est un intermédiaire qui permet aux êtres vivants d'utiliser, pour l'édification et le fonctionnement de leurs machines ou organes, la force vive du soleil emprisonnée dans les synthèses du protoplasma vert. »

2° La *cellulose* est un hydrate de carbone qui reste d'abord en dissolution dans le protoplasma et qui finit par former une enveloppe résistante à la cellule végétale.

Chez les jeunes cellules elle est peu condensée et reste soluble dans le réactif de Schweitzer (solution cupro-ammoniacale), mais elle se condense dans les éléments anatomiques plus âgés et devient la *paracellulose* et la *fongine* moins attaquables par les réactifs.

La *subérine* du liège, la *lignine* du bois sont moins oxygénées que la cellulose et résistent aussi mieux qu'elle aux agents de décomposition.

3° L'*amidon* formé par certains leucites au sein du protoplasma est encore très caractéristique de la cellule végétale; il se présente sous forme de grains à couches concentriques variant de dimension suivant les plantes.

L'*inuline*, de composition identique, remplace l'amidon chez quelques végétaux et particulièrement chez les Thallophytes; elle existe pourtant dans les cellules des Composées (Topinambour).

4° La *dextrine*, les *gommes*, les *principes sucrés*, les *glucosides*, les *tannins*, les *acides organiques* et les *alcaloïdes* se localisent dans certains tissus. Enfin, des produits moins particuliers au règne végétal existent dans les cellules des plantes, ce sont : les *matières grasses* (*huiles* et *beurres*), les *cires* et les *albuminoïdes* (*albumine*, *fibrine*, *caséine*).

Des granulations albuminoïdes spéciales

servent de réserve nutritive à l'embryon et se rencontrent en abondance surtout dans les graines oléagineuses : ce sont les *grains d'aleurone*, riches en phosphore, on peut les observer dans la graine du Ricin.

5° Les *ferments solubles* contenus en dissolution dans le suc cellulaire des hydroleucites portent le nom général de *diastases* ; ils agissent continuellement sur les aliments nouvellement absorbés ou sur les réserves alimentaires : ils les digèrent et les rendent assimilables.

La *cellulase* attaque la cellulose, elle peut dissoudre l'enveloppe des noyaux pendant la germination.

L'*amylase* dédouble l'amidon en dextrine et en maltose.

L'*invertine* dédouble le sucre de canne en glucose et lévulose.

La *pepsine* transforme les albuminoïdes en peptones.

La *saponase* saponifie les graisses, etc.

Les diastases ne sont pas caractéristiques des cellules végétales, elles président à tous les phénomènes de la nutrition des êtres

vivants et leur étude relève de la Biologie générale.

Le protoplasma de la cellule, qui paraît homogène, est en réalité constitué par une sorte de *réseau fibrillaire* limité extérieurement par une membrane dont l'épaisseur est variable. Cette membrane offre toujours les réactions des albuminoïdes (durcissement par l'alcool absolu, par l'acide chromique, l'acide picrique, etc., coloration jaune par la teinture d'iode, rose par l'acide sulfurique en présence du sucre, rouge par l'azotate acide de mercure).

Le noyau de la cellule est suspendu dans le réseau fibrillaire, il est accompagné de deux petites masses protoplasmiques nommées *sphères directrices* placées côte à côte auprès de lui.

Le noyau affecte une forme sphérique; certains noyaux, aux fonctions spécialisées, sont pourtant ovoïdes ou présentent l'aspect d'un croissant; dans tous les cas, le noyau est limité par une fine membrane qui lui appartient en propre.

A l'intérieur de la membrane du noyau

se trouve le suc nucléaire dans lequel est plongée une bandelette pelotonnée sur elle-même, cette bandelette est désignée sous le nom de *filament nucléaire*.

Le filament est constitué par une matière qui n'absorbe pas les réactifs colorants (*achromatine*), mais il porte des granulations colorables (grains de *chromatine* ou microsomes).

Le noyau accompagné ou non de *nucléoles* est mobile dans la cellule dont il forme probablement la partie essentielle.

Genèse des cellules. — Tout protoplasma provient d'un protoplasma préexistant; rien jusqu'ici n'a démontré la possibilité d'une genèse spontanée des cellules.

Les cellules naissent de trois façons : par *rajeunissement*, par *conjugaison*, par *division*.

a. Dans le premier cas, le noyau quitte la cellule qu'il occupe et s'échappe pour vivre librement, c'est ce que l'on observe chez la *Vauchérie* (Algue) dont les *zoospores* nagent an sein du liquide ambiant.

b. Si deux noyaux s'unissent pour faire une cellule nouvelle, il y a conjugaison.

Nous aurons souvent l'occasion d'étudier ce phénomène quand nous traiterons de la reproduction chez les végétaux.

c. Lorsque les cellules naissent par division le processus de la *karyokinèse* est invariable. Les deux sphères directrices-primitivement placées côte à côte près du noyau viennent occuper les deux pôles de la cellule, elles communiquent entre elles par des fils connectifs plus ou moins apparents (formation du fuseau ou tonnelet). En même temps le filament chromatique du noyau se contracte, les microsomes augmentent de volume, tandis que les nucléoles disparaissent peu à peu.

Plus tard, le filament chromatique se divise, et chaque segment prend la forme d'un V, d'un J ou d'un I.

On admet que c'est la substance des nucléoles qui sert à nourrir les segments chromatiques. Ces segments sont d'abord rangés en deux séries parallèles dans le plan équatorial du noyau dont la membrane n'existe plus, mais ils ne tardent pas à s'écarter et à atteindre les pôles du fuseau

en grimpant le long des fils connectifs qui rejoignent les sphères directrices (fig. 7).

Chaque bâtonnet chromatique donne deux bâtonnets secondaires, l'un se porte au-dessus et l'autre au-dessous de l'équateur du fuseau. On a ainsi à chaque pôle un groupement nouveau de bâtonnets chromatiques, origine de deux noyaux secondaires.

Dans la plupart des cas, l'équateur se dessine alors par des granulations de matière albuminoïde indiquant la limite des cellules filles (plaque cellulaire), c'est l'origine de la cloison séparatrice ¹.

La membrane cellulosique qui limite les cellules végétales prend naissance à ce niveau, elle est primitivement mince et s'accroît rarement sur tous ses points d'une manière uniforme; c'est ainsi que se produisent des épaisissements plus ou moins réguliers (bandelettes et anneaux), ou des canaux creusés dans la paroi épaisie (ponctuations), qui caractérisent les cellules, soit libres, soit engagées dans des tissus.

1. Léon Gérardin, *Traité élémentaire d'histoire naturelle*; J.-B. Baillière, édit.

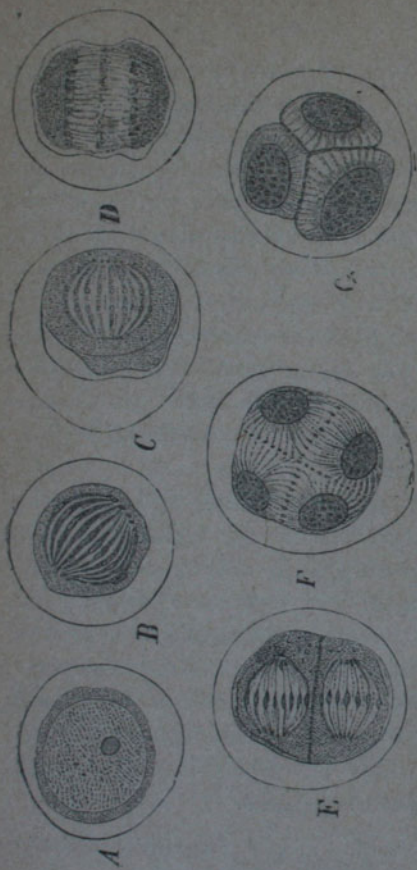


Fig. 7. — Division d'une cellule mère des spores dans le *Psilotum triquetrum* (d'après Strasburger).
 — A, cellule au repos; B, formation du fuseau et de la plaque nucléaire équatoriale; C, division des éléments de la plaque nucléaire; D, groupement des segments chromatiques vers les pôles du tonnelet, apparition de la plaque cellulaire qui sera la cloison séparatrice; E, les deux cellules filles commencent une nouvelle bipartition qui s'achève en F et en G (Gross, 600).

CHAPITRE II

LES TISSUS

Certains végétaux présentent une structure continue, c'est-à-dire non cloisonnée; ils sont alors constitués par une seule cellule, tantôt microscopique comme chez les Protozoques dont nous avons déjà parlé, tantôt gigantesque comme chez le *Caulerpa prolifera* (fig. 8).

Dans ce dernier cas, la cellule unique se ramifie, simulant une tige, des feuilles et des racines; elle possède une multitude de noyaux et peut être considérée comme un assemblage de cellules dont les cloisons séparatrices ne se sont pas développées.

D'autres Algues déjà plus compliquées sont formées par des cellules toutes semblables



Fig. 8. — *Caulerpa prolifera*, Algue unicellulaire (grandeur naturelle).

disposées en filaments (Spirogyres) ou en membrane mince (Ulves).

Chez les plantes supérieures, la structure cloisonnée reste la règle.

A mesure que l'on s'élève dans la série végétale on voit les cellules se différencier en tissus spéciaux destinés à accomplir des fonctions diverses; ces cellules, vivantes ou mortes, se partagent ainsi le travail physiologique de plus en plus divisé.

Les principaux tissus qui entrent dans la constitution des végétaux sont :

Les tissus *générateurs* ou méristèmes;

Le tissu *assimilateur* ou parenchyme chlorophyllien;

Les tissus *de réserve* : amylicé, sucré, oléagineux, etc.;

Les tissus *sécréteurs* : oxalifère, laticifère, etc.;

Les tissus *de soutien* : collenchyme, sclérenchyme;

Les tissus *tégumentaires* : épiderme, suber ou liège;

Les tissus *conducteurs* : vaisseaux et tubes criblés.

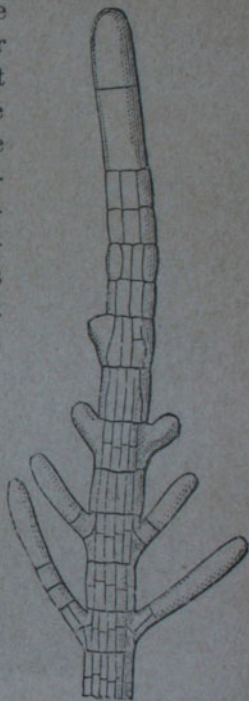
1° Tissus générateurs. — Les *méristèmes* donnent naissance à tous les autres tissus ; ils terminent l'axe végétatif et se trouvent par conséquent à l'extrémité des racines ou des branches. Ce sont eux qui, par la division continuelle de leurs cellules, produisent l'accroissement de la plante.

Souvent on voit apparaître dans les tissus déjà différenciés, c'est-à-dire dans le corps même de l'individu, des tissus générateurs nouveaux, ou *méristèmes secondaires* capables, comme les méristèmes primitifs, de se cloisonner soit vers l'intérieur, soit vers l'extérieur, soit même sur les deux faces et de fabriquer ainsi des couches nouvelles concentriques, dites secondaires, tertiaires, etc. (formation successive des couches de bois et de liber chez les Gymnospermes et chez les Dicotylédones).

Les Thallophytes, les Muscinées et la plupart des Cryptogames vasculaires ne possèdent pas d'autre méristème que le méristème primitif et restent toujours à l'état primaire.

Le méristème primitif le plus simple est formé par une seule *cellule terminale* sans

cesse en voie de division (fig. 9); les cellules filles de la terminale se divisent à leur tour transversalement et longitudinalement de façon à accroître le corps de la plante (Algues, Mousses, certaines Cryptogames vasculaires). Chez toutes les Phanérogames et aussi chez plusieurs Cryptogames vasculaires la cellule terminale est remplacée par un groupe de *cellules initiales* qui produisent par division les tissus définitifs (fig. 10).



2^o Tissu assimilateur.—Le parenchyme chlorophyllien est coloré en vert par les *chloroleucites*, il abonde dans les parties de la

Fig. 9. — Extrémité d'un rameau de *Charopteris plumosa* (Algue) montrant la cellule terminale (Gross. 200).

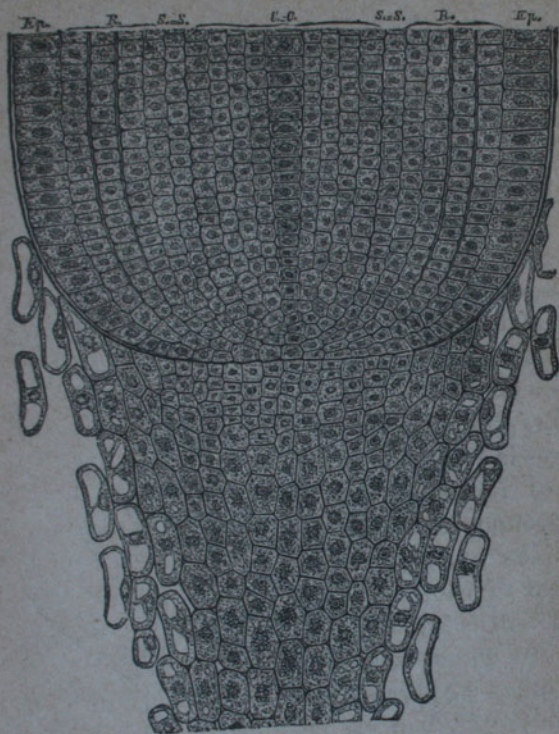


Fig. 10. — Extrémité de la racine de Seigle montrant les divers tissus nés des cellules initiales. — *Ep*, épiderme sans stomates; *R*, cylindre cortical; *ss*, endoderme; *cc*, cylindre central. Au-dessous est la coiffe, dont les cellules s'exfolient (Gross. 150).

plante exposées à la lumière et surtout dans les feuilles. Les grains de chlorophylle se multiplient par division, mais ils jaunissent si la plante vit dans l'obscurité (*étiolement*).

Les chloroleucites occupent la partie périphérique du protoplasma cellulaire, ils changent de position dans la cellule de façon à recevoir le maximum de radiations; s'appliquant sur ses faces inférieure et supérieure quand la feuille est en pleine lumière ou se rangeant sur les faces latérales perpendiculaires au plan de la feuille lorsque celle-ci est dans l'obscurité.

Quand les cellules du parenchyme chlorophyllien ont atteint la limite de leur existence, les chloroleucites se dissolvent dans le protoplasma et sont résorbés avec lui, il ne reste dans les cellules des feuilles mortes que des granules jaunes accompagnés ou non de liquides diversement colorés et de cristaux.

Le tissu assimilateur est généralement pourvu de lacunes intercellulaires (*méats*) dans lesquelles l'air peut circuler.

3^e Tissus de réserve. — Les tissus de

réserve sont formés par des cellules à parois minces dans lesquelles se sont accumulés les différents produits de l'activité du protoplasma et des leucites.

Les tubercules de la Pomme de terre, les rhizomes d'Iris, les racines pivotantes renflées de la Carotte et de la Betterave, l'albumen des graines, les feuilles cotylédonaire des Phanérogames, nous offrent des exemples de ces tissus.

Lorsque les réserves doivent être employées, les diverses diastases les attaquent et les dissolvent pour les remettre en circulation; c'est ainsi que l'amidon, l'inuline, les matières grasses, l'aleurone, etc., servent à la nutrition du végétal.

4° Tissus sécréteurs. — Les tissus sécréteurs renferment dans leurs cellules ou leurs canaux des substances que la plante n'utilise pas pour s'alimenter. Ces substances semblent être des résidus de nutrition.

Ce sont des cristaux d'oxalate ou de carbonate de chaux (*raphides* et *cystolithes*), du tannin, des essences, des latex, des résines, etc., dont l'industrie tire un grand parti.

Les organes de sécrétion sont tantôt des *poils épidermiques*, tantôt des *canaux intercellulaires*, tantôt des poches formées par résorption des parois cellulaires dans la profondeur des tissus ou des *tubes laticifères* (fig. 11).

5° **Tissus de soutien.** — Les tissus de soutien présentent des cellules dont les parois sont épaisses et solides; ils forment le squelette de la plante et se rencontrent surtout chez les végétaux qui prennent un certain développement ou dans les organes qui doivent posséder une grande résistance à l'écrasement.

Les principaux tissus de soutien sont le *collenchyme*, le *parenchyme scléreux* et le *sclérenchyme*.

Le collenchyme reste cellulosique, ses cellules sont prismatiques et renferment peu de protoplasma; il se trouve au-dessous de l'épiderme et forme, par exemple, les angles de la tige quadrangulaire des Labiées et les bandelettes saillantes de la tige des Umbellifères.

Le parenchyme scléreux est plus solide

encore que le collenchyme, il constitue les coquilles endocarpiques des noyaux de Cerise, d'Abricots, et les enveloppes si dures de la Noix et du Coco.



Fig. 11. — Vaisseaux laticifères dans la racine du Pissenlit (*Taraxacum dens leonis*) (Gross. 200).

Quant au sclérenchyme, c'est un tissu formé de longues fibres plus ou moins ligni-

fiées. Le chanvre et le lin en possèdent, on les utilise comme textiles.

6° Tissus tégumentaires. — Les tissus tégumentaires sont particulièrement intéressants, ils protègent la plante contre le dessèchement et servent de cuirasse au végétal.

L'épiderme, avec ou sans *poils*, est cutinisé à la surface (cuticule), il porte généralement des ouvertures nommées *stomates* qui mettent les tissus intérieurs en rapport avec l'air atmosphérique, il peut aussi produire un revêtement cireux (Eucalyptus, Iris, Céroxylon du Pérou) qui augmente son efficacité.

Avec les stomates (fig. 12) on observe dans l'épiderme des fentes spéciales qui laissent suinter l'eau, ce sont les *pores aquifères*.

Lorsque l'épiderme cesse de s'accroître, un tissu particulier prend naissance au-dessous de lui, c'est le *liège* ou *suber* dont les cellules tabulaires ne laissent entre elles aucun méat.

Le liège est produit par un *méristème phellogène* dans les parties de la plante qui doivent vivre longtemps, ce méristème n'existe

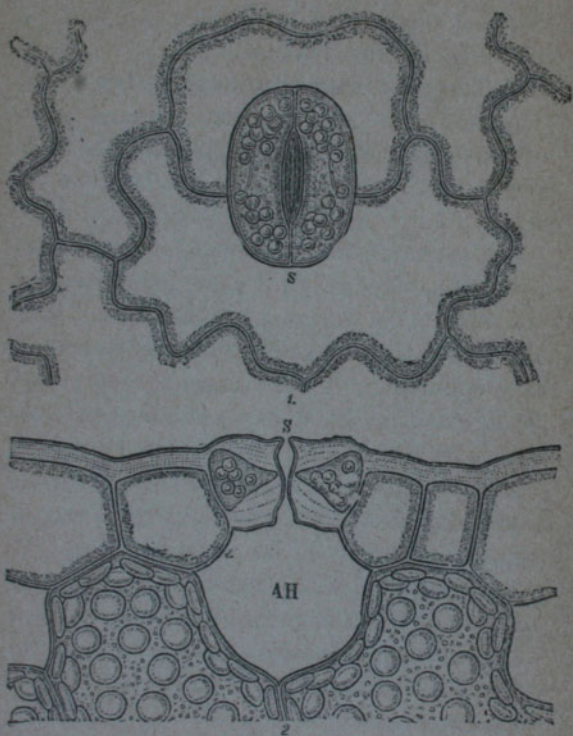


Fig. 12. — Stomate du Serpolet (*Thymus serpyllum*). Vu de face en 1 et de profil en 2. — AH, chambre aérienne sous-stomatique (Gross. 150).

pas sur les organes dont la vie est courte.

Chaque couche interne subéreuse s'ajoute concentriquement à la précédente et bientôt les premières formées se trouvent isolées du reste de la plante dont elles ne reçoivent plus d'aliments.

C'est ainsi que meurent les assises péri-dermiques du Platane qui tombent en plaques chaque année et que se rident les écorces crevassées des Chênes et des Sapins.

Sur les rameaux jeunes il y a formation de taches subéreuses qui s'évasent en cratères, on les nomme lenticelles (fig. 13).

Les racines ne possèdent pas d'épiderme proprement dit, les cellules périphériques qui les enveloppent développent de longs *poils absorbants* que l'on peut rattacher aux tissus conducteurs, car ils ont la propriété de puiser dans le sol les aliments dissous dans l'eau.

Les poils absorbants sont unicellulaires, leurs parois sont cellulósiques et non subérifiées comme celles des poils épidermiques, leur rôle physiologique est considérable.

7° **Tissus conducteurs.** — Ces tissus

n'existent que chez les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires, c'est-à-dire chez les

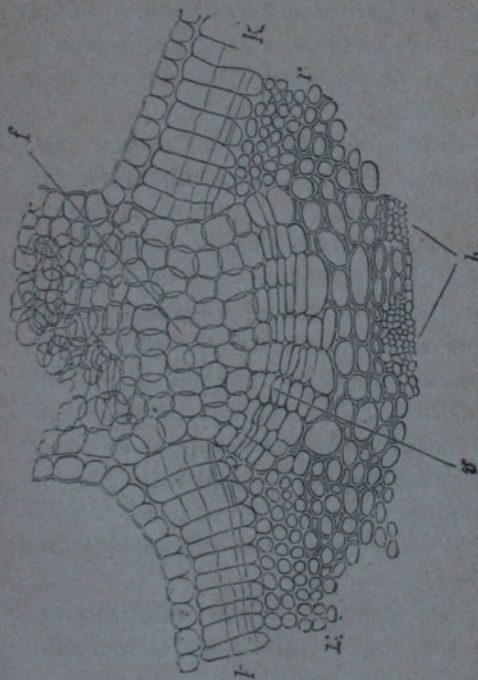


Fig. 13. — Lenticelle du Sureau (*Sambucus nigra*). — *f*, cellules de la lenticelle; *k*, périderme; *p*, écorce primaire; *v*, couche génératrice des cellules de la lenticelle; *b*, liber (Gross, 50).

plantes pourvues de racines; ils comprennent le *tissu vasculaire* et le *tissu libérien*.

Le tissu vasculaire est formé de vaisseaux ligneux ponctués, annelés ou spiralés, qui transportent l'eau puisée par les poils radicaux dans toutes les parties de la plante et particulièrement dans les feuilles.

Ce tissu conduit donc la *sève brute* dite ascendante, cette sève est de l'eau presque pure qui s'évapore en grande partie par simple *transpiration*.

Les chloroleucites utilisent les radiations solaires pour émettre au dehors une certaine quantité d'eau, ce phénomène est la *chlorovaporisation*; il ne peut être observé que pendant le jour en même temps que l'assimilation du carbone et ne se produit pas chez les plantes dépourvues de chlorophylle.

Le tissu libérien est formé de tubes à parois cellulósiques très minces, placés bout à bout; ces tubes communiquent entre eux par des sortes de cribles percés dans leurs parois de contact à chaque extrémité (*tubes cribreux*).

Le tissu libérien contient la *sève élaborée* qu'il est chargé de conduire aux organes en

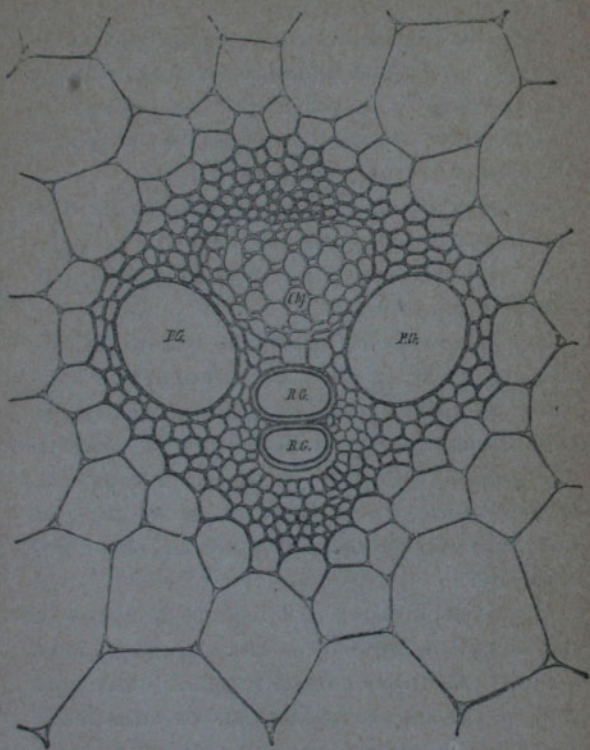


Fig. 14. — Coupe d'un faisceau dans la Canne à sucre (*Saccharum officinale*). — R.G., vaisseaux spiralés, et P.G., vaisseaux ponctués du bois; *cbf*, liber (Gross. 200).

voie d'accroissement, cette sève est riche en éléments nutritifs hydrocarbonés ou albuminoïdes, elle descend des feuilles où elle a subi l'action de l'air, de la lumière et de la chaleur utilisée par les divers leucites et le protoplasma des cellules actives (fig. 14).

Vaisseaux du bois et fibres du liber s'unissent et s'associent pour constituer dans les divers organes des *faisceaux conducteurs* dont nous étudierons plus loin les principales dispositions ¹.

1. Voir, pour plus de détails, le *Traité d'anatomie et de physiologie végétales*, de M. G. Le Monnier. (Alcan, éditeur.)

CHAPITRE III

PARASITISME ET SYMBIOSE

Lorsque les plantes sont incapables de puiser directement leurs aliments dans le sol ou dans l'air atmosphérique, elles doivent pour végéter s'associer à d'autres êtres qui les nourrissent : ces êtres sont des animaux ou des végétaux.

L'association peut quelquefois être à bénéfice réciproque : c'est ce que l'on observe dans le cas de *symbiose* ; plus généralement le *parasitisme* est complet, c'est-à-dire que le parasite enfonce des racines dans les tissus de son hôte ou l'épuise au moyen de suçoirs ou de filaments mycéliens.

Parasitisme des Champignons. — Parmi les Thallophytes, les Champignons qui ne

produisent jamais de chlorophylle ne se développent que sur des matières organiques mortes ou vivantes.

La fleur de Tan (*Æthidium septicum*) couvre de ses *plasmodes* l'écorce du Chêne des tanneurs.

Les Vampyrellées vivent en parasites sur diverses Algues dont elles percent les cellules.

Les Chytridinées sont aussi parasites des plantes aquatiques et même des Infusoires; pourtant le Plasmodiophage qui appartient à ce groupe se développe sur les racines des Choux et produit des excroissances nuisibles connues sous le nom de *hernies*.

Les Mucorinées vivent généralement en moisissures sur les matières organiques en voie de décomposition.

Le Mucor circinelloïde est capable de transformer les liquides glucosés en alcool et acide carbonique, il peut servir à fabriquer une sorte de bière caractérisée par un léger goût de prune.

Parmi les Péronosporées, le Phytophthore infestant cause la maladie des pommes de

terre; le Péronospore viticole est le *mildiou* de la Vigne; un autre Péronospore épuise les Laitues (*meunier*) et le Cystope ravage les Crucifères (*rouille blanche*).

Les Saprologniées vivent sur les animaux submergés et sur les poissons vivants.

Les Ustilaginées sont des parasites qui attaquent les Phanérogames terrestres, causant le *charbon* et la *carie* des Graminées; elles envahissent les fleurs du Blé, de l'Orge, de l'Avoine, du Seigle et du Maïs. On en détruit les spores en faisant tremper les semences des céréales dans une dissolution faible de sulfate de cuivre.

Les Urédinées, autres Champignons nuisibles, dévastent les champs et les forêts.

La Puccinie du gazon (*Puccinia graminis*) se multiplie de proche en proche sur le Blé, dont elle cause au printemps et au début de l'été la *rouille orangée*, elle fournit d'abord des spores ovoïdes dites *urédospores* (fig. 15) qui propagent la maladie de tous côtés; dans l'arrière-saison d'autres spores pyriformes, divisées en deux par une cloison transversale apparaissent, ce sont les *teleutospores*

(rouille noire). Celles-ci ne germent pas directement sur le Blé comme les précédentes; elles vont se développer à la surface des feuilles de l'Épine-vinette et fournissent en végétant une troisième sorte de spores sphériques nommées *œcidiospores* (fig. 16).

Les *œcidiospores* nées sur l'Épine-vinette iront l'année suivante infester de nouveau les champs de Blé et recommencer le cycle des migrations.



Fig. 15. — Puccinie montrant en *f* des *uredospores* et une *teleutospore* (Gross, 100).

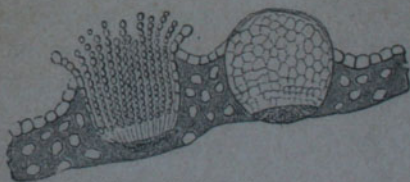


Fig. 16. — Feuille d'Épine-vinette portant les *œcidiospores* de la Puccinie (Gross, 30).

Les Basidiomycètes sont les Champignons



Fig. 17. — Épi de Seigle portant des Ergots.

à chapeau, ils vivent sur les terres riches en matières végétales décomposées (Agarics divers), ou même sur les plantes vivantes (Tramète du Pin, Polypore amadouvier), sans beaucoup leur nuire.

Les Ascomycètes offrent les habitats les plus variés, c'est à cet ordre qu'appartiennent les Truffes et les Morilles, Champignons non parasites, ainsi que les Pénicilles et Aspergilles des moisissures.

Un des plus remarquables parmi les Ascomycètes est le Champignon qui en envahissant la fleur du Seigle produit l'*Ergot*, corps brunâtre allongé dont la présence dans la farine en quantité notable

peut occasionner une intoxication particulière (fig. 17).

Les Ferments et les Microbes. — Les Saccharomycètes sont des Champignons dont le thalle se compose de cellules arrondies, naissant les unes des autres par bourgeonnement, presque tous sont des ferments alcooliques ou *levures*.

Les Saccharomycètes qui vivent en parasites sur les fruits, se nourrissent de sucre, ils le décomposent facilement en acide carbonique et en eau, grâce à la présence de l'oxygène atmosphérique; cette phase de leur existence est dite *aérobic*.

Lorsque les Saccharomycètes viennent à être submergés dans un liquide sucré (moût de bière, jus de raisin, etc.), leur nutrition se modifie à cause de la très petite quantité d'oxygène respirable; la levure privée d'air, c'est-à-dire *anaérobic*, ne peut opérer qu'une combustion incomplète de son aliment sucré, elle le dédouble en alcool et acide carbonique.

La chaleur ainsi dégagée représente environ le dixième de la chaleur que donnerait

la combustion totale de l'aliment hydrocarboné, il en résulte que la levure qui brûlerait 1 gramme de sucre dans l'atmosphère, en dédouble 10 grammes dans les moûts quand l'oxygène lui fait défaut, de façon à retrouver pour le travail vital de ses cellules, la même quantité de chaleur ou d'énergie.

La levure de bière est le *Saccharomyces*

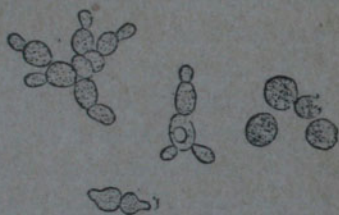


Fig. 18. — Levure de bière (Gross. 250).

cerevisiæ, la levure des vins le *S. ellipsoïdeus*, celle du champagne lacté du Caucase, le *S. Kéfir* (fig. 18) ¹.

Les Bactéries se multiplient dans les

1. Voir, dans la *Bibliothèque internationale*, le très intéressant ouvrage du D^r Trouessart, *Les microbes, les ferments et les moisissures*. — F. Alcan, édit.

milieux organiques morts dont elles entraînent la putréfaction, elles peuvent comme les levures être la cause de certaines fermentations (vinaigre, ferment lactique, microbe nitrifiant de la terre végétale, etc.). Les Bactéries pathogènes vivent en parasites dans l'organisme animal, elles provoquent et propagent les maladies infectieuses.

Très nombreuses, ces Bactéries présentent tous les degrés du parasitisme; on peut distinguer, dit M. le professeur Trabut :

1° Des Bactéries qui ne paraissent pas

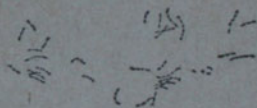


Fig. 19. — Bacille de la tuberculose.

trouver en dehors de l'organisme animal les conditions de leur vie, ces parasites pouvant habiter une ou plusieurs espèces et y provoquer des troubles plus ou moins graves : ex. les Bacilles de la tuberculose (fig. 19) et de la rage;

2° Des Bactéries qui non seulement s'in-

introduisent et pullulent dans l'organisme vivant, mais qui trouvent aussi dans d'autres milieux (eau, sol) les conditions nécessaires à leur existence : ex. les Bacilles du charbon (fig. 20), du choléra, du tétanos, etc. ;

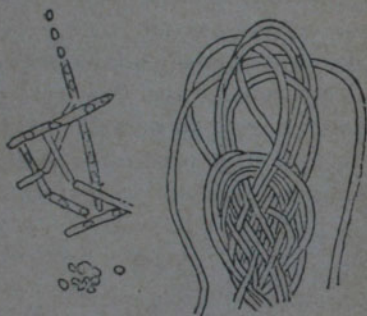


Fig. 20. — Bacille du charbon (très fortement grossi).

3° Des Bactéries qui normalement vivent en dehors de l'organisme animal, mais qui, introduites expérimentalement dans le sang ou les tissus provoquent une maladie expérimentale : ex. le Streptocoque qui vit sur l'Agar-Agar et qui, par inoculation, donne au cobaye une sorte de rougeole.

L'organisme se défend contre les Bactéries, soit par le pouvoir digestif du suc gastrique lorsque l'invasion a lieu par le tube digestif (eaux contaminées), soit par l'action de certains globules blancs lymphatiques, si les microbes ont envahi l'appareil circulatoire (inoculations).

Les leucocytes défenseurs absorbent et digèrent les parasites, on leur donne pour cette raison le nom de *phagocytes*. On explique encore l'immunité par la puissance microbicide du sérum sanguin, par l'accoutumance de l'organisme au poison et par les réactions vitales qui détruisent les toxines élaborées par les microbes ¹.

Symbiose chez les Lichens. — Les Lichens sont des Thallophytes qui peuvent vivre dans les conditions mésologiques les plus diverses et les moins favorables.

Pour couvrir des sols stériles, des rochers éboulés, des tiges subérifiées, etc., les Lichens prennent tantôt la forme de plaques

1. *Botanique médicale* de M. L. Trabut. — G. Masson, édit.

sèches ou gélatineuses, tantôt celle d'expansions foliacées ou dendroïdes.

On considère aujourd'hui les Lichens comme des végétaux composés; ils résultent de l'association consortiale d'un Champignon et d'une Algue, symbiose véritable qu'il ne faut pas confondre avec le parasitisme ordinaire des Champignons.

Les Champignons qui entrent dans la composition des Lichens appartiennent généralement à l'ordre des Ascomycètes (Discomycètes ou Pyrénomycètes). Quant aux Algues, ce sont le plus souvent des Protozoques, des Conferves, des Nostocs, etc. Du reste, un très petit nombre d'Algues suffit pour alimenter les 1400 espèces de Lichens connues et décrites.

Algue et Champignon formant un Lichen, profitent à peu près également de leur association.

L'Algue verte, sous l'influence de la lumière, fabrique les hydrates de carbone nécessaires au Champignon et celui-ci transforme à son tour ces composés ternaires en matières azotées et albuminoïdes au profit

de l'Algue qui les crée moins rapidement que lui.

Comme exemples, on peut citer la Parmélie des murailles et le Lichen d'Islande.

Les Phanérogames parasites. — Les Phanérogames parasites sont assez rares : les unes sont pourvues de chlorophylle, elles effectuent avec l'atmosphère les échanges gazeux (assimilation, chlorovaporisation), que font les plantes vertes sous l'influence des radiations solaires et ne demandent par conséquent pas à leur hôte toutes les substances alimentaires dont elles ont besoin ; les autres sont dépourvues de chloro-*leucites*, leur parasitisme est plus complet et souvent plus mortel.

Dans tous les cas, les parasites n'absorbent pas indistinctement tous les produits contenus dans la sève de leur hôte, ils ont d'autre part la propriété de fabriquer des substances spéciales en transformant les aliments qu'ils consomment.

Parmi les parasites verts nous devons citer au premier rang le Gui ou Morvé (*Viscum album*), de la famille des Lorantha-

cées, qui fleurit en mars-avril et forme ces boules bien connues sur les branches des Pommiers, des Poiriers, des Sorbiers, des Peupliers et plus rarement sur celles du Chêne.

Sa présence n'est pas aussi nuisible qu'on pourrait le croire.

En été, pendant que l'arbre pourvu de nombreuses feuilles assimile abondamment, le Gui lui prend beaucoup de nourriture; mais en hiver, lorsque les feuilles de l'hôte sont tombées, le Gui conserve les siennes et assimile à la fois pour lui et pour l'arbre sur lequel il végète.

Le Loranthe d'Europe, voisin du Gui, se trouve indistinctement sur le Châtaignier, l'Oranger et quatre espèces de Chêne; un autre Loranthe vit sur le Strychnos noix vomique sans en absorber les alcaloïdes toxiques.

La famille des Scrofularinées renferme un groupe de parasites verts qui vivent surtout aux dépens des Graminées et nuisent beaucoup aux cultures, ce sont : les Mélampyres, les Euphraises et les Pédiculaires.

Les Phanérogames parasites dépourvues de chlorophylle sont les Orobanches, qui vivent comme les Scrofularinées précédentes sur les racines et les tiges souterraines d'un grand nombre de plantes vertes.

La Phélipée rameuse est parasite du Chanvre; la Phélipée bleue vit sur le Millefeuille; la Phélipée des sables sur l'Armoise; l'Orobanche du Lierre est très rare, l'Orobanche rare est parasite sur le Genêt, la Sanglante sur le Sainfoin et quelques Papi-lionacées. D'autres Orobanches épuisent le Serpolet, les Gaillets, les Germandrées, la Pimprenelle, le Panicaut, etc.

Les Balanophores vivent dans les pays chauds; l'un d'eux est parasite du Quinquina, mais il ne renferme aucun des alcaloïdes que son hôte peut lui fournir.

Cette remarque est intéressante; elle justifie comme le cas du Loranthe des Strychnées la loi de sélection alimentaire énoncée plus haut.

Les Rafflésies se rencontrent comme les Balanophores dans les contrées tropicales.

Les Cuscutes, si répandues sous nos latitudes, sont très nuisibles aux cultures.

La Cuscute odorante est parasite sur la Luzerne cultivée; la Cuscute densiflore sur le Lin; la Majeure sur l'Ortie, le Chanvre et le Houblon, etc. (fig. 21).

M. le professeur Chatin nomme *polyphytes* les plantes parasites qui peuvent vivre sur plusieurs espèces même éloignées les unes des autres taxonomiquement (Cuscutes, Gui, Loranthes); elles



Fig. 21. — La Cuscute.

sont généralement caulinaires, c'est-à-dire qu'elles se fixent sur la tige de leurs nourrices.

La plus polyphyte est certainement la Cuscute commune (*Cuscuta epithimum*), qui produit de si grands ravages dans les Luzernes et vit aussi sur le Serpolet et la Bruyère.

De Candolle rapporte à son propos le fait suivant : une charretée de Luzerne attaquée par la Cuscute avait versé à la porte du jardin de M. d'Hauteville à Vevey; peu de temps après, les Cuscutes avaient envahi des plantes appartenant à plus de trente familles différentes.

Les parasites *monophytes* sont plus particulièrement fixées sur les racines d'une seule espèce ou d'un petit nombre d'espèces voisines, telles sont les Orobanches, les Lathrées et les Cytines.

CHAPITRE IV

LA RACINE

La racine est la partie de la plante qui s'enfonce dans le sol pour y puiser les aliments nécessaires à l'individu végétal.

Elle obéit au *géotropisme positif*, c'est-à-dire qu'elle se dirige vers le centre de la terre en subissant l'action de la pesanteur, la tige suit une direction inverse.

La forme de la racine est variable, tantôt elle ressemble à un pivot (Carotte, Chêne), tantôt à un faisceau de filaments présentant tous à peu près le même diamètre (Blé, Jacinthe).

Elle porte des ramifications nommées *radicales*, à l'extrémité subterminale desquelles sont les *poils absorbants*. Il est facile d'ob-

server les poils radicellaires sur des plantes que l'on aura fait germer dans la Mousse humide.

Les poils n'ont pas seulement pour fonction de se gorger osmotiquement des liquides souterrains, ils s'appliquent sur les particules solides du sol et les dissolvent au moyen de réactions chimiques (traces laissées par les racines sur du marbre poli).

Les véritables racines ne se rencontrent que chez les plantes pourvues de faisceaux vasculaires; chez les



Thallophytes et les Muscinées il n'y a que des filaments rhizoïdes disposés sans ordre sur le thalle ou le long de la tige feuillée (fig. 22).

Fig. 22. — Poils rhizoïdes de la Lunulaire (Hépatique).

Si l'on coupe une racine jeune transver-

salement, on voit qu'elle se compose de deux régions principales : le *cylindre central* qui renferme les appareils conducteurs et le *cylindre cortical* qui porte, au moins sur une certaine partie de sa longueur, les appareils

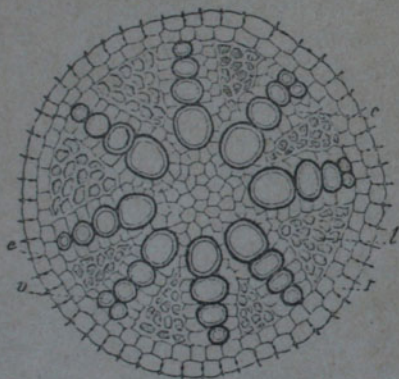


Fig. 23. — Coupe du cylindre central d'une racine jeune. — *v*, les vaisseaux du bois, les plus gros sont au centre; *l*, liber; *t*, tissu conjonctif; *r*, couche rhizogène; *e*, endoderme.

absorbants. Les deux cylindres sont séparés par une couche dite *endodermique*.

Le cylindre central offre des faisceaux conducteurs disposés d'une façon très caractéristique (fig. 23) : il y a *alternance* entre

les éléments ligneux et les éléments libériens; de plus, les faisceaux ne sont pas immédiatement en contact avec l'endoderme, ils en sont séparés par une ou plusieurs assises cellulaires formant la *couche rhizogène*; c'est cette couche spéciale qui donnera naissance aux rameaux de la racine.

L'intérieur du cylindre central est rempli par du parenchyme conjonctif, un autre parenchyme à grandes cellules constitue le cylindre cortical, ce dernier ne possède pas d'épiderme à stomates.

Le point végétatif de la racine est recouvert par des assises protectrices dont les cellules externes s'exfolient peu à peu; l'ensemble de cet appareil protecteur terminal est la coiffe (fig. 10, page 50), très visible à l'œil nu chez les Lentilles d'eau et chez les Jacinthes. Les Cryptogames vasculaires et les Phanérogames monocotylédones conservent pendant toute la durée de leur existence une structure primaire, c'est-à-dire qu'elles ne produisent pas de nouveaux éléments ligneux ou libériens dans leur cylindre central.

Le nombre des lames de tissu conducteur est variable chez ces végétaux, mais il n'augmente plus avec l'âge : il n'en est pas de même chez les Phanérogames dicotylédones et chez les Gymnospermes dont les racines s'accroissent en diamètre au moyen de formations secondaires, tertiaires, etc. Ces plantes supérieures produisent un méristème (*cambium*) entre les faces latérales des lames vasculaires et les cordons libériens primaires, c'est lui qui fournit les nouveaux tissus (fig. 24).

La racine fuit la lumière (*héliotropisme négatif*) et recherche l'humidité, de nombreuses observations le démontrent. Sa fonction principale est l'absorption, mais elle sert encore d'organe de fixation et souvent d'organe de réserve.

Le mécanisme de l'absorption a été très clairement exposé par M. Mangin. « C'est par osmose, dit-il, que les racines introduisent dans la plante les matériaux de nutrition. On met en évidence le phénomène d'osmose de la manière suivante : une petite cloche est fermée à la base par une membrane, on

remplit cette cloche d'eau sucrée colorée au moyen de la teinture de Campêche, puis on la plonge dans un vase rempli d'eau pure. La cloche porte un col de bouteille à sa partie

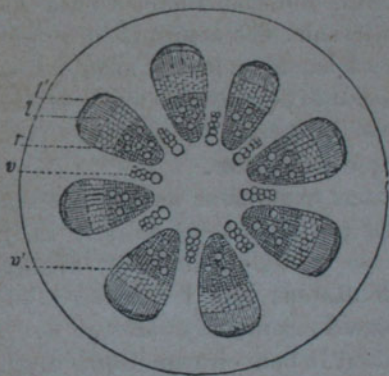


Fig. 24. — Racine de Potiron coupée transversalement après l'apparition des formations secondaires. — *v*, bois primaire; *v'*, bois secondaire; *l*, liber primaire; *l'*, liber secondaire; *r*, cambium; les parties blanches représentent le parenchyme conjonctif.

supérieure, on y adapte un tube vertical dans lequel le liquide coloré s'élève jusqu'à un trait marqué *a*.

« Après quelques minutes d'immersion on voit le niveau du liquide monter dans le

tube, ce qui indique la pénétration d'une certaine quantité d'eau pure dans la cloche renfermant l'eau sucrée. On constate aussi que l'eau du vase extérieur est sucrée, ce qui montre que l'eau sucrée a passé dans le vase extérieur. Ces courants se produisent jusqu'au moment où la composition des deux liquides situés de part et d'autre de la membrane est la même; on dit que l'équilibre osmotique est obtenu.

« Si nous examinons maintenant les phénomènes qui se passent dans la racine au niveau de la région des poils absorbants, nous constatons que les cellules pilifères contiennent des matières azotées non diffusibles dont le pouvoir osmotique pour l'eau est considérable, c'est-à-dire qui absorbent, comme l'eau sucrée dans l'osmomètre, une quantité d'eau bien plus grande que celle qu'elles laissent diffuser.

« Les matières salines pénètrent dans les cellules pilifères, de manière que le contenu de celles-ci soit bientôt en équilibre osmotique avec chacun des sels enfermés dans le sol; mais comme les cellules pilifères cèdent

aux cellules sous-jacentes l'eau et les sels absorbés, l'absorption continue jusqu'au moment où, dans toutes les cellules du corps de la plante, l'équilibre osmotique est établi.

« La pénétration des corps dissous se produit donc toujours dans les plantes, quels que soient ces corps, pourvu qu'ils n'altèrent pas les propriétés de la membrane. Lorsque cette pénétration a lieu, l'équilibre de diffusion étant obtenu, deux choses peuvent se passer : ou bien la plante décompose dans certaines parties de son corps les matières qu'elle a absorbées; ou bien la plante ne les modifie pas. Dans le premier cas, qui se présente notamment pour les sels de potasse, pour les phosphates, les nitrates, etc., l'équilibre osmotique étant détruit à chaque instant, l'absorption de ces sels continue et se règle exactement sur la destruction qui s'opère dans certaines parties de la plante. Dans le second cas, par exemple avec les sels de soude, le chlorure de sodium notamment, la plante étant saturée de sels inutiles et, par suite, non décomposés, l'ab-

sorption cesse à partir du moment où l'équilibre osmotique est établi.

« C'est donc, en réalité, la consommation qui règle l'absorption, et comme la consommation, inégale pour la même plante vis-à-vis des composés minéraux différents, est inégale aussi pour des plantes diverses vis-à-vis de la même substance, on s'explique ainsi que la composition chimique change sans cesse, certains sels étant absorbés en grande quantité tandis que d'autres sont peu absorbés¹. »



Fig. 25. — Racine bulbeuse ou tuberculeuse de l'Orchis.

Les racines ont besoin d'air pour végéter dans le sol, elles absorbent de l'oxygène et exhalent de l'acide carbonique.

Pour servir d'organes de réserve les racines se renflent et développent leur

1. L. Mangin, *Cours élémentaire de botanique*, Hachette, édit.

parenchyme cortical ou central, se transformant tantôt en tubercules comme dans la Ficaire fausse renoncule, tantôt en bulbes, comme dans l'Orchis (fig. 25).

Souvent, le renflement qui provient de l'accumulation des matières nutritives appartient à la fois à la racine et à la tige, c'est ce que l'on observe dans la Carotte et la Betterave.

Racines adventives. — Lorsque des racines naissent en dehors du pivot descendant, on leur donne le nom de racines adventives.

Les Fougères arborescentes et les Palmiers en produisent en grande quantité à la partie inférieure de leur tige. Quelques plantes, comme les Gloxinias et les Bégonias, forment de telles racines jusque sur leurs feuilles.

Les coulants du Fraisier, du Lierre terrestre, du Lierre commun, de la Violette, etc., s'enracinent facilement.

Les Lianes et les grands Figuiers laissent tomber de leur tronc ou de leurs rameaux des racines aériennes adventives.

On a utilisé la propriété qu'ont les plantes de produire des racines adventives pour propager les espèces qui, par graine, retourneraient à l'état sauvage.

Une première opération est la *bouture*, qui consiste à couper un jeune rameau et à le laisser s'enraciner librement (Fuchsia, Géranium, Osier, Pomme de terre, etc.); une autre est la *marcotte*, dans laquelle on ne sépare le jeune rameau de sa plante mère que lorsqu'il est suffisamment pourvu de racines (Caoutchouc, Carolinée, Laurier rose, Vigne, etc.).

CHAPITRE V

LA TIGE

La tige est la partie de la plante qui s'élève dans l'air, elle porte les feuilles (pousses feuillées des Mousses) et possède en outre généralement des appareils conducteurs bien développés (tiges des Cryptogames vasculaires et des Phanérogames).

La tige obéit au *géotropisme négatif*, c'est-à-dire qu'elle s'éloigne du centre de la terre; elle se dirige vers la lumière (*héliotropisme positif*); une observation banale le démontre, tout le monde sait que les pousses de la Pomme de terre et de la Barbe de capucin croissent dans le sens du soupîrail de la cave où elles se trouvent.

La tige peut être vivace, annuelle ou

bisannuelle, elle peut être aussi herbacée ou ligneuse; nous n'insisterons pas sur ce sujet.

L'espace qui sépare deux feuilles voisines sur la tige est un *entre-nœud*. Les entre-nœuds sont de plus en plus courts à mesure que l'on s'approche de l'extrémité de l'axe; cette extrémité est toujours recouverte par les plus jeunes feuilles qui forment le *bourgeon terminal*.

Le sommet de la tige s'accroît continuellement par la division du *méristème primitif* dont les cellules initiales se cloisonnent très activement.

Chez les Cryptogames, le méristème primitif est formé par une seule *cellule terminale* mère de tous les tissus de la plante.

L'accroissement intercalaire, c'est-à-dire celui qui se produit entre les nœuds, est dû au développement des jeunes cellules qui atteignent peu à peu leur taille définitive.

Cet accroissement peut être étudié pour chaque partie de la plante avec l'auxanomètre enregistreur (fig. 26). « Il se compose d'un cylindre horizontal sur lequel est appliquée une feuille de papier recouverte de

noir de fumée. Au-dessus du cylindre qui tourne d'un mouvement uniforme plus ou moins rapide, est disposée une règle guidant un petit chariot pourvu d'un stylet dont la pointe effleure le papier. Ce chariot tend, par l'action d'un contre-poids, à se diriger vers le haut du cylindre, mais il est retenu par un second fil attaché au sommet

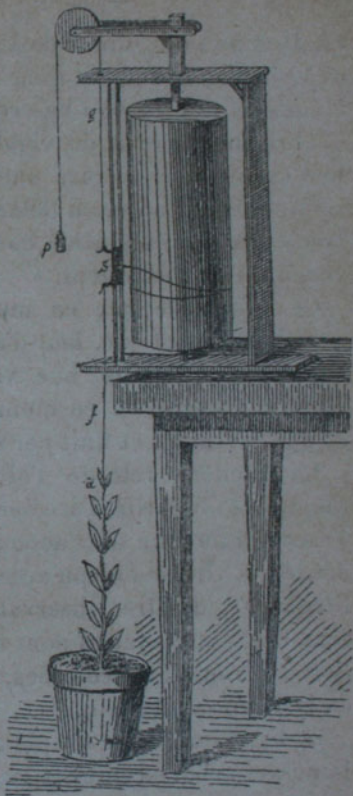


Fig. 23. — Auxanomètre enregistreur. — *p*, contre-poids; *s*, stylet; *g* et *f*, fil directeur du chariot.

ou dans un entre-nœud de la plante mise en expérience; il ne peut donc se déplacer que d'une quantité égale à l'accroissement.

Lorsque, au bout de vingt-quatre heures par exemple, il a tracé une courbe sur la surface du cylindre, on détache le papier et l'on a une représentation complète du mouvement d'accroissement. »

On reconnaît que ce mouvement varie avec le temps et que, lent d'abord, il s'accélère pour atteindre une valeur maxima, puis qu'à partir de ce moment, il diminue progressivement et finit par s'arrêter ¹.

La lumière retarde l'allongement des plantes, l'obscurité l'accélère; une tige de Vesce qui au jour ne s'accroît que de 0,016 double la vitesse de son accroissement dans l'obscurité; d'autres observations aussi intéressantes ont été faites pour déterminer l'action des radiations colorées, de l'humidité, de la température, etc.

La tige peut rester simple comme chez les Fougères arborescentes et les Palmiers, mais

1. Le Monnier, *op. cit.*

le plus souvent elle porte des rameaux ou branches.

Quelquefois la ramification est simplement terminale à cause de la subdivision du méristème primitif (Lycopodes et quelques autres Cryptogames); plus généralement elle est latérale et se trouve produite par la formation de méristèmes nouveaux sur les côtés de la tige (Phanérogames). Lorsque l'axe principal s'accroît très vite de façon à toujours dépasser les axes nés successivement après lui, la ramification est dite en *grappe* (Sapin, Épicéa, Arancaria); lorsqu'au contraire les branches dépassent l'accroissement de l'axe principal la ramification est dite en *cyme* (Tilleul, Chêne, Pommier, etc.).

Si l'on coupe une jeune tige transversalement, elle présente, comme la racine, deux régions distinctes : un *cylindre central* renfermant les appareils conducteurs et un *cylindre cortical* dont le parenchyme périphérique est gorgé de chloroleucites.

La membrane limitante externe du cylindre cortical est un véritable *épiderme* dont les

cellules sont subérifiées extérieurement de façon à résister aux agents de destruction.

L'épiderme de la tige est muni de *stomates* nombreux, plus ou moins régulièrement disposés, ils servent à favoriser la respiration des tissus corticaux.

La membrane limitante interne porte, comme dans la racine, le nom d'*endoderme*.

On observe encore un *péricycle* sous l'endoderme, mais ce n'est pas lui qui donne naissance aux rameaux.

Les éléments conducteurs, vaisseaux du bois et tubes cribreux du liber, sont associés en faisceaux; le bois vers le centre, le liber sous le péricycle.

Cette disposition caractérise la structure anatomique de la tige; il n'y a plus alternance des éléments conducteurs primaires (racine), mais superposition de ces éléments. Les plus gros vaisseaux du bois sont placés dans le voisinage du liber (fig. 27).

Si la tige doit s'accroître en diamètre, un méristème générateur se forme (*cambium*), produisant des faisceaux secondaires, tertiaires, etc.

Ce méristème intercalé entre le bois primaire et le liber primaire ajoute à ces élé-



Fig. 27. — Coupe d'une jeune tige. — *p*, cylindre cortical; *fv*, faisceaux dans lesquels le bois et le liber sont superposés; *m*, parenchyme central ou moelle; *st*, parenchyme formant les rayons médullaires.



Fig. 28. — Coupe d'une tige de dicotylédone, après l'apparition du cambium *cb*.

ments déjà différenciés d'autres éléments de même nature (fig. 28).

On observe cet accroissement dans les tiges de toutes les Dicotylédones, de toutes les Gymnospermes et de quelques Monocotylédones; il ne se produit jamais chez les Cryptogames vasculaires.

En général, le nombre des couches concentriques de bois ou de liber permet de déterminer chez les Dicotylédones l'âge d'un axe ou celui de ses rameaux ¹.

Les *bourgeons axillaires* sont situés à l'aiselle des feuilles, ce sont eux qui, en s'allongeant et en séparant de plus en plus leurs entre-nœuds, forment les branches. Ces bourgeons ne naissent pas sous l'écorce, mais à la surface même du point végétatif. Nous avons vu (page 80) que les ramifications de la racine ont une origine plus profonde puisqu'elles partent de l'assise rhizogène sous-endodermique.

Dans certains cas, les bourgeons n'obéissent pas à la loi de formation axillaire, ils prennent alors le nom de *bourgeons adven-*

1. Voir *Les plantes*, par L. Gérardin. (G. Masson, édit.)

tifs (bourgeons naissant sur la feuille des Bégonias, etc.).

La coupe d'une tige de Monocotylédone ou de Cryptogame vasculaire diffère de celle d'une Dicotylédone par la disposition des faisceaux qui ne forment plus une seule rangée concentrique comme dans les exemples précédents, mais plusieurs rangées irrégulières.

Souvent aussi les vaisseaux ligneux se groupent en croissant ou en cercle pour enfermer les éléments libériens (Petit Muguet, fig. 29); inversement, le bois se trouve quelquefois enfermé dans une gaine libérienne (Polypode); dans les deux cas il ne se produit pas de cambium entre les éléments conducteurs ligneux et libériens.

La tige des Muscinées est réduite à la plus simple structure anatomique; elle n'offre pas d'éléments conducteurs différenciés; son parenchyme est presque homogène, son épiderme ne porte pas de stomates et peut prolonger ses cellules en poils absorbants.

Si l'on descend plus bas dans l'échelle végétale, on voit que le corps des Algues et

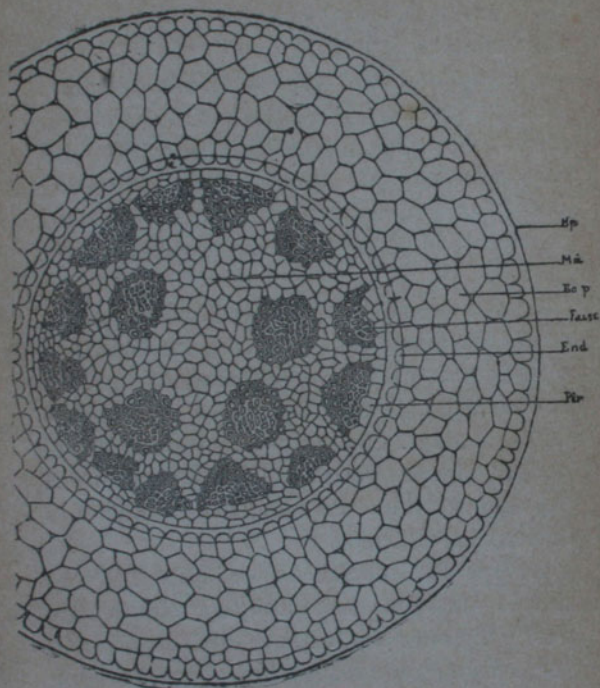


Fig. 29. — Coupe d'une tige [souterraine de Petit Muguet (*Maianthemum bifolium*). — *Ep*, épiderme; *Ecp*, écorce primaire; *End*, endoderme; *Per*, péricycle; *Fair*, faisceaux libéro-ligneux dans lesquels le bois entoure plus ou moins complètement le liber; *Ma*, parenchyme médullaire.

des Champignons ne présente plus aucune analogie avec les tiges proprement dites; on lui donne le nom de *thalle*, nous avons eu l'occasion de le dire précédemment.

Tiges souterraines. — Les tiges souterraines sont les *rhizomes*, les *tubercules* et les *bulbes*.

Comme exemple de rhizomes on peut citer les tiges renflées de l'Iris qui s'allongent horizontalement à une petite profondeur presque à la surface du sol, celles du Sceau de Salomon, de l'Asperge, etc. Ce sont des organes riches en matériaux de réserve.

Les tiges souterraines émettent des rameaux aériens, elles portent généralement des écailles qui ne sont en réalité que des feuilles modifiées. Il est facile de les distinguer sur un tubercule de Pomme de terre dont les yeux produisent les pousses ou bourgeons.

Les bulbes de la Jacinthe, du Lis et du Safran représentent trois types de tiges sou-

terraines : dans la Jacinthe, la base des feuilles forme des tuniques concentriques qui recouvrent la tige principale; dans le Lis, les feuilles du bulbe sont des écailles imbriquées comme les tuiles d'un toit, et enfin dans le Safran et le Glaïeul, le bulbe est massif; la tige qui se trouve à l'intérieur mesure 3, 4 ou 7 entre-nœuds, son cylindre central est très réduit, tandis que le parenchyme cortical s'y trouve fortement développé. A l'aisselle de chaque feuille naît un bourgeon axillaire d'autant plus gros qu'il est plus près de l'extrémité de la tige; les bourgeons dormants sont nommés *caïeux*, ils se développent ultérieurement.

La tige du Choux-rave se renfle considérablement à sa base à cause de la prédominance des éléments parenchymateux.

Normalement, la moelle, les rayons médullaires et le parenchyme du cylindre cortical sont les régions de la tige où s'accablent les matières alimentaires que la plante consommera selon ses besoins.

Dans quelques plantes (Ficaire) le rameau

encore très court se gonfle, se gorge d'amidon, tombe sur le sol où il produit des racines adventives et se développe en une plante nouvelle; on donne à ces rameaux caducs renflés le nom de *bulbilles*.

La greffe. — On peut multiplier les espèces de choix sans passer par la graine au moyen de la *greffe*.

Cette opération consiste à transporter sur un végétal une portion d'un autre végétal qui puisse faire corps avec lui et s'y développer comme si elle était restée à sa place naturelle.

La plante nourrice est le *sujet*, la portion greffée est la *greffe* ou greffon.

L'art de greffer était connu des anciens; on en perdit la pratique au moyen âge et c'est de la Quintinie, le célèbre jardinier de Louis XIV, qui eut le mérite de remettre cette opération en honneur.

Les végétaux que l'on greffe entre eux doivent présenter le maximum d'analogie. Les Rosiers peuvent être nourris par l'Eglantier sauvage; les Poiriers par les Cognassiers; les

Pommiers par les Néfliers, etc. Il faut aussi que la greffe et le sujet soient disposés de telle sorte qu'il y ait contact absolu entre les tissus capables de contracter entre eux des adhérences.

CHAPITRE VI

LA FEUILLE

La feuille est l'organe appendiculaire des tiges; lorsqu'elle est complète elle présente une lame verte nommée *limbe*, et un cordon qui la rattache à la tige, c'est le *pétiole*.

Le pétiole s'élargit au point d'insertion sur l'axe et forme la *gaine* ou des expansions latérales qui ont reçu le nom de *stipules*.

Les faisceaux fibro-vasculaires qui ont pénétré dans le pétiole se distribuent dans le limbe en affectant des dispositions variables.

D'après l'arrangement des nervures on distingue les feuilles pennées (Lilas), les feuilles palmées (Platane), les feuilles pel-tées (Capucine) et les feuilles rectinerves

(Iris); tantôt simples, c'est-à-dire à pétiole unique, tantôt composées, c'est-à-dire à pétiole principal portant des pétioles secondaires (Robinier), tantôt enfin décomposées ou à pétioles tertiaires (Acacia).

En botanique descriptive on tient compte des découpures plus ou moins profondes du limbe, la feuille se trouve désignée par les qualificatifs suivants : entière, dentée, crénelée, lobée, fide, partite ou séquée, rangés dans l'ordre ascendant.

Les feuilles sans pétiole sont dites sessiles (Joubarbe), etc., nous n'insisterons pas sur cette nomenclature qui ne présenterait ici que peu d'intérêt.

Chez quelques plantes, les feuilles se réduisent à un pétiole aplati ne portant pas de limbe, on reconnaît la nature de l'organe en examinant les feuilles de l'Acacia hétérophylle qui, à côté de ses feuilles décomposées normales, offre des pétioles en lame (*phyllodes*) avec peu ou point de folioles sur leurs bords (fig. 30).

Les *phyllodes* se produisent souvent dans les plantes aquatiques (Sagittaire, Scirpe).

Les Mousses ont des feuilles réduites à une seule rangée de cellules ; mais chez les plantes vasculaires, la structure de l'appendice est toujours plus compliquée.

Si l'on étudie, par exemple, la coupe d'une feuille de Pin on y remarque des tissus très différenciés: un épiderme à stomates, une couche sous-épidermique de renforcement, un parenchyme vert et des canaux résineux ;



Fig. 30. — Feuille d'Acacia hétérophylle dans laquelle le pétiole dilaté passe au phyllode.

la figure 31 ne montre pas les faisceaux

fibro-vasculaires des nervures. Le parenchyme chlorophyllien des feuilles est surtout développé au contact de l'épiderme. Il est formé dans cette région par des cellules serrées plus ou moins allongées sur un ou plusieurs rangs, c'est le *parenchyme en palissade*, qui existe tantôt sur la face supérieure de la feuille (Houx), tantôt sur les deux faces (OEillet).

Les Monocotylédones ne possèdent pas de parenchyme en palissade, leurs cellules à chloroleucytes ne sont pas allongées perpendiculairement à la surface, mais groupées en un tissu lâche assez homogène.

Dans les plantes aquatiques la feuille est généralement pourvue de grandes lacunes aérifères (Massette, Littorelle, etc.).

Lorsque les feuilles ont atteint leur complet développement, elles restent plus ou moins longtemps sur la plante; les feuilles *caduques* meurent toutes en même temps à l'automne (Hêtre, Platane, Marronnier, etc.); les feuilles *persistantes* meurent successivement et sont remplacées par de nouvelles, l'arbre

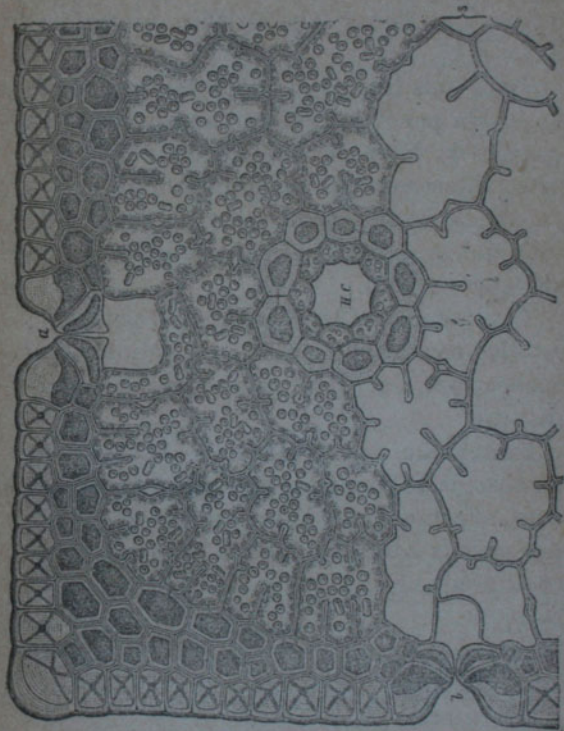


Fig. 31. — Coupe d'une feuille de Pin (*Pinus laricio*). — a et b, stomates; HC, canal résineux (Gross. 300).

est vert en toutes saisons (Pin, Lierre, Fusain, etc.).

Dans tous les cas la chute des feuilles est préparée par l'apparition d'une ou plusieurs assises de liège en travers du pétiole; ce tissu interrompt la communication avec la tige et cause la mortification des tissus voisins qui se gélifient et résorbent les parois de leurs cellules.

Les Palmiers et les Fougères perdent leurs feuilles par désagrégation; les pétioles desséchés font alors une gaine fibreuse autour du stipe.

Fonctions des feuilles. — Les feuilles, à cause de l'abondance de leur parenchyme actif, effectuent avec l'atmosphère des échanges gazeux continuels, elles jouent ainsi un rôle prédominant dans la nutrition de la plante.

Le protoplasma absorbe de l'oxygène et exhale de l'acide carbonique jour et nuit.

Les chloroleucytes accomplissent une fonction inverse; lorsqu'ils sont exposés aux radiations solaires, ils fixent le carbone de l'acide carbonique et opèrent en même temps

la chlorovaporisation; d'autre part, une certaine quantité de vapeur d'eau s'échappe en tout temps des cellules de la feuille et charge l'air environnant d'humidité. (Voir le chapitre II.)

La feuille accomplit donc quatre fonctions essentielles :

- 1° La respiration protoplasmique;
- 2° La fonction chlorophyllienne;
- 3° La chlorovaporisation;
- 4° La transpiration.

« L'action chlorophyllienne est d'une importance capitale pour les plantes, car c'est la source unique de la fixation du carbone dans les tissus, et, par suite, l'origine des composés ternaires qu'ils renferment.

« On peut calculer assez facilement les quantités d'acide carbonique fixées par les végétaux, soit en mesurant le volume d'acide carbonique décomposé, soit en déterminant le poids de carbone renfermé dans les tissus; ainsi 1 mètre carré de feuilles de Laurier-rose décompose en une heure 1 lit. 108 d'acide carbonique; d'autre part, un hectare de forêt couvert de Hêtres ou de Pins accu-

mule annuellement, dans les feuilles ou dans les bois, 3 000 kilogrammes de carbone : cette quantité correspond à 11 000 kilogrammes d'acide carbonique décomposé ; dans une prairie, la quantité de carbone fixée varie annuellement de 1 500 à 4 500 kilogrammes par hectare ¹. »

Quant à la quantité d'eau exhalée par les feuilles, soit par transpiration, soit par chlorovaporisation, elle varie avec l'état hygrométrique de l'air et avec l'intensité des radiations.

Le Houx rejette en une année près de 30 fois son poids d'eau ; le Sapin, 52 fois ; le Mélèze, 117 ; le Chêne, 226 ; le Sycomore, 455, etc.

Disposition des feuilles sur la tige. — Dans le bourgeon encore fermé, les feuilles pressées les unes contre les autres s'arrangent de diverses manières, leur arrangement a été nommé *préfoliation*.

Les feuilles de la Vigne se plissent en éventail ; celles du Poirier roulent leurs bords en dessus ; celles du Laurier-rose, en

¹ L. Mangin, *op. cit.*

dessous; celles du Prunier simulent un cor-
net; celles de l'Amandier se plient en deux
dans le sens longitudinal; celles de l'Aconit
dans le sens transversal; les Fougères rou-
lent les leurs en crosse; etc.

De plus les feuilles gemmaires peuvent
encore se recouvrir comme les tuiles d'un
toit ou affecter une disposition équitante ou
semi-équitante.

Plus tard, sur l'axe développé on distin-
guera les feuilles *verticillées* (insérées sur le
même nœud en nombre variable, 2, 3, 4,
5, etc.), ou *alternes* (insérées isolément sur
chaque nœud).

La loi qui préside à la distribution des
feuilles sur la tige a reçu le nom de phyllo-
taxie.

Généralement les feuilles alternes sont
insérées sur l'axe suivant une spirale régu-
lière et le nombre des feuilles situées sur la
ligne spirale qui passe par deux feuilles
superposées est constant; si donc on projette
la nervure médiane de chaque feuille sur un
plan horizontal au bas de la spire on obtient
un cercle divisé en secteurs égaux.

Quelquefois il faut faire plusieurs tours complets avant de rencontrer la feuille superposable.

Dans le Tilleul et l'Orme la feuille superposable est la troisième, on rencontre deux feuilles en un tour : fraction phyllotaxique = $1/2$ (disposition distique). Dans le Bouleau l'angle de divergence des feuilles = $1/3$; dans le Prunier et le Peuplier il est de $2/5$; dans la Joubarbe des toits de $3/8$, etc. (fig. 32).

Modifications ou métamorphoses des feuilles. — Les feuilles offrent à étudier une série de modifications très importantes; elles les subissent pour accomplir des fonctions diverses.

1° Les premières feuilles des Phanérogames sont des réserves alimentaires, les *cotylédons*, attachés sur le germe axe de l'embryon. Ils affectent diverses positions par rapport à cet axe.

Chez les Dicotylédones, les deux cotylédons sont généralement semblables, quelquefois l'un d'eux est beaucoup plus grand que l'autre (Châtaigne d'eau) ou presque



Fig. 32. — Rameau de Peuplier dont les feuilles alternes ont un angle de divergence égal à deux cinquièmes.

avorté (Cyclamen, Ficaire, Corydale). Les Cuscutes et les Orchidées ont des cotylédons si réduits qu'ils ne laissent aucune trace de leur existence.

D'autres types présentent des cotylédons bipartis ou si profondément divisés qu'ils deviennent multiples (Abiétinées).

Les cotylédons peuvent se transformer dans le cours de leur évolution en *feuilles séminales* très différentes des autres feuilles de la plante; ces feuilles sont minces, ovales et non divisées dans le Frêne; profondément échancrées dans le Volubilis.

2° Les bourgeons sont souvent recouverts par des feuilles ou parties de feuilles adaptées à la fonction protectrice; l'enveloppe écailleuse (*pérule*) se rencontre chez tous les végétaux dont les bourgeons subissent un arrêt de développement pendant l'hiver ou dans la saison sèche (arbres de nos climats, etc.).

3° Les *écailles* des tiges souterraines, les *tuniques* des bulbes sont toujours des feuilles modifiées.

Si, d'autre part, on examine les feuilles

normales des végétaux submergés on les voit s'adapter comme les feuilles souterraines à leur milieu. La Châtaigne d'eau possède des feuilles aériennes nageantes à pétioles renflés et à limbe étalé, tandis que ses feuilles submergées sont filamenteuses et réduites à leurs nervures.

4° Les *vrilles*, organes de soutien, sont le plus souvent des feuilles modifiées comme dans la Clématite et le Pois vivace.

5° Les *épines* résultent aussi quelquefois d'une dégénération des feuilles dont les nervures se durcissent fortement (Epinevinette), elles peuvent border les limbes, (Agave, Houx, Chardon) ou les terminer, (Blé barbu) ¹.

6° Dans le voisinage de la fleur, la feuille se métamorphose et devient *bractée*. Les bractées se distinguent des feuilles normales par leur forme ou leur couleur.

Tout le monde connaît la bractée sèche qui naît au pied du pédoncule floral du

1. Nous devons ajouter que vrilles et épines sont, dans beaucoup de cas, de nature caulinaires et non foliaires (épines de Prunelliers, vrilles de la Vigne).

Tilleul et qui se soude à ce pédoncule dans sa portion inférieure.

7° Sur le rameau floral lui-même, en contact avec les verticilles de la fleur, les bractées sont souvent réunies pour former un calice auxiliaire désigné sous le nom de *calicule* (Fraisier, Potentille, Œillet) ou un cercle à la partie inférieure des inflorescences, c'est l'*involucre* (calice commun de l'inflorescence des Composées, collerettes et involucelles des Ombellifères, cupule du Noisetier).

8° Chez les Monocotylédones, les bractées



Fig. 33. — Régime de Dattier sorti de la spathe.

peuvent acquérir de grandes dimensions, une seule feuille modifiée nommée *spathe* (fig. 33) enveloppe alors et protège certaines

inflorescences (Arum, Palmiers); d'autres fois au contraire, les bractées restent très petites, ce sont les *glumes* et les *glumelles* des Graminées qui jouent vis-à-vis de leurs fleurs un rôle analogue à celui du périanthe des autres plantes.

9° Les fleurs des Angiospermes sont, à proprement parler, des rameaux courts dans lesquels les feuilles ont été modifiées en vue des fonctions particulières de la reproduction.

De même que dans un bourgeon ordinaire les feuilles du rameau floral se développent dans l'ordre ascendant.

Les *sépales* apparaissent les premiers, puis viennent les *pétales*, les *étamines* et les *carpelles*.

Sépales et pétales constituent le *périanthe* qui conserve plus que le reste de la fleur un aspect foliaire.

Il est quelquefois impossible de distinguer le périanthe des bractées qui sont situées en dehors de lui, les sépales en effet sont généralement verts et semblables aux feuilles sous-jacentes.

Les pétales, diversement-colorés, ne sont à leur tour que des sépales modifiés; on peut s'en convaincre en examinant le péri-anthe du *Camellia* où la transition se fait insensiblement entre les deux sortes de folioles du péri-anthe.

Quant aux étamines et aux carpelles, il n'y a pas à douter non plus de leur origine foliaire, leur structure anatomique (symétrie bilatérale) et leur développement suffiraient à la démontrer; les fleurs doubles dont les étamines se transforment en pétales (*Rose*, *Renoncule*, *Pavot*), les fleurs monstrueuses (*Dauphinelle*, *Tréfle*) dont les carpelles reprennent l'aspect de feuilles étalées apportent encore des preuves à l'appui de la célèbre théorie des *métamorphoses de la feuille* si clairement formulée par Goethe.

Il y a des fleurs dépourvues de péri-anthe, d'autres qui sont monopérianthées; on dit que le péri-anthe est sépaloïde ou pétaloïde suivant que les feuilles qui le composent sont vertes ou colorées.

La position des pétales par rapport à

l'ovaire et la concrescence des feuilles de la corolle permettent de classer les Dicotylédones de la façon suivante :

Apétales supérovariées, ex. : Urticacées (Ortie);

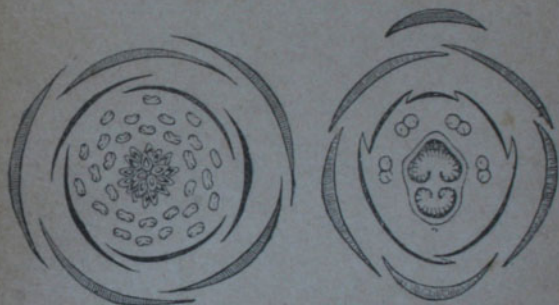


Fig. 34. — Diagramme d'une Renoncule dont les sépales et les pétales sont libres, les étamines et les carpelles nombreux.

Fig. 35. — Diagramme du Muflier, fleur irrégulière dont les pétales sont soudés.

Apétales inférovariées, ex. : Cupilifères (Chêne);

Dialypétales supérovariées, ex. : Renonculacées (Renoncule);

Dialypétales inférovariées, ex. : Ombellifères (Carotte);

Gamopétales supérovariées, ex. : Apocynées (Pervenche);

Gamopétales inférovariées, ex. : Composées (Pissenlit).

Le plan de la fleur ou diagramme exprime la symétrie des différents verticilles (fig. 34 et 35), même s'ils sont irréguliers.

DEUXIÈME PARTIE

REPRODUCTION ET DÉVELOPPEMENT DES VÉGÉTAUX

CHAPITRE PREMIER

APPAREILS REPRODUCTEURS DES PHANÉROGAMES

Pollen. — L'étamine est une feuille dont le pétiole est représenté par le *filet* et dont le limbe (anthères) très réduit porte des *sacs polliniques*.

L'ensemble des étamines constitue dans la fleur l'*androcée*, plus ou moins régulier (appareil mâle).

Les sacs polliniques des Angiospermes se développent à la face supérieure du limbe staminal, ceux des Gymnospermes à la face inférieure; leur nombre est variable,

il y en a quatre chez la plupart des plantes; deux chez le Pin et le Sapin, trois chez le Cyprès, huit chez les Lauracées, un grand nombre chez le Gui, etc.

Les sacs polliniques produisent par division des cellules généralement libres, les *grains de pollen*, qui, après la déhiscence des loges, se dispersent et sont portés par le vent ou par les insectes sur les appareils femelles (pollinisation).

Chaque grain de pollen est une cellule complète présentant un noyau, un protoplasma et une membrane d'enveloppe.

La membrane d'enveloppe, nourrie intérieurement par le protoplasma et extérieurement par le liquide ambiant du sac pollinique, s'épaissit et se différencie en deux couches, l'une externe subérifiée, c'est l'*exine*, l'autre interne cellulosique, c'est l'*intine*.

L'exine porte souvent des épines, des crêtes, etc., elle est toujours munie de pores ou de fentes (fig. 36) au niveau desquels la cutinisation est incomplète.

Dans certaines plantes, telles que les Orchidées et les Asclépiadées, les grains de

pollen restent accolés les uns aux autres en *pollinies*.

Une fois que le grain de pollen est arrivé

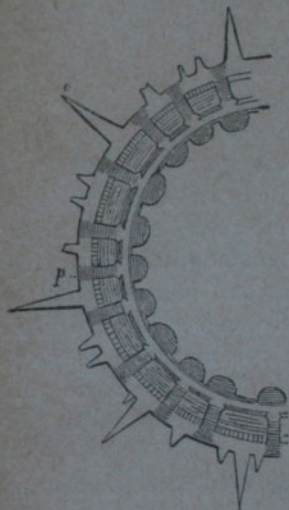


Fig. 36. — Coupe de la membrane d'un grain de pollen de Rose trémière (*Althaea rosea*). Gross. 600.
— e, épines; p, parties percées.

Fig. 37. — Grain de pollen divisé en deux cellules.

au terme de son évolution, c'est-à-dire lorsqu'il a acquis sa grandeur définitive, *il divise*

son noyau en deux moitiés très inégales, il y a ainsi formation de deux cellules : une grosse cellule possédant un noyau de forme arrondie et une petite cellule avec un noyau recourbé en croissant (fig. 37).

Ces deux cellules ne sont séparées que par une membrane albuminoïde qui se résorbera plus tard ; si bien que la présence des deux noyaux dans le grain de pollen indiquera seule la bipartition de la cellule primitive.

Cette bipartition est extrêmement importante, car non seulement les deux noyaux diffèrent par leur forme, leur structure et leurs réactions, mais encore par leur rôle dans la fécondation : le noyau de la petite cellule est alors seul actif, c'est le noyau générateur, celui de la grande cellule est simplement végétatif.

Chez les Gymnospermes, la membrane qui sépare les deux cellules du grain de pollen au lieu de rester albuminoïde devient cellulosique, la petite cellule se subdivise même ultérieurement.

Un des noyaux provenant de cette division prend le nom de *cellule migratrice* ; c'est

ce noyau qui, en se divisant encore, produit plus tard la *cellule génératrice* ¹.

Le grain de pollen des Angiospermes et des Gymnospermes au moment de la fécondation émet un tube dans lequel s'engage le noyau générateur mâle qui doit aller se conjuguer avec le noyau femelle.

Ovule. — Le carpelle est une feuille sessile formée de trois parties : l'*ovaire*, le *style*, le *stigmate*. Le limbe élargi de la feuille carpellaire (ovaire) porte sur ses bords les *ovules* qui, après la fécondation, se transformeront en graines; sa côte médiane se prolonge (*style*) et s'épanouit en surface garnie de papilles (*stigmate*). L'ensemble des carpelles constitue dans la fleur le *gynécée* (appareil femelle).

L'ovule développé sur les bords de la feuille carpellaire offre une structure anatomique remarquable; la masse de parenchyme qui le forme intérieurement est le *nucelle*, que protègent un ou deux téguments : la figure 38 donne une idée de cette structure.

1. Travaux récents de W.-C. Belajeff (1891).

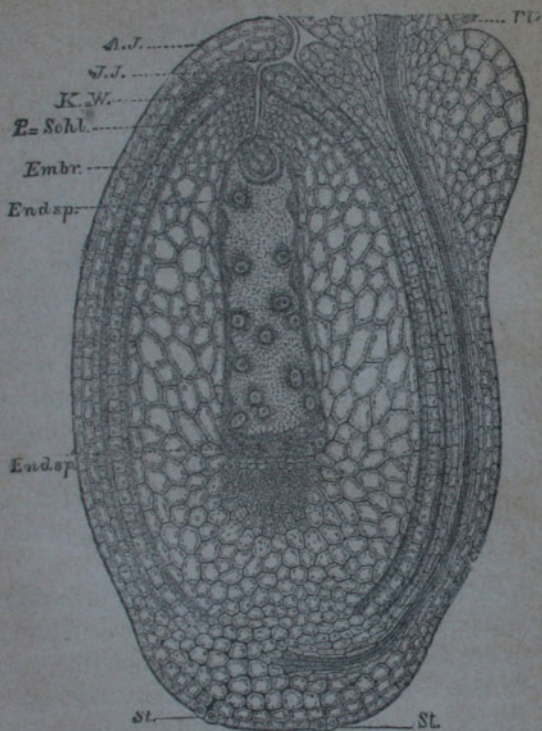


Fig. 38. — Coupe de l'ovule de *Viola tricolor* peu de temps après la fécondation (Gross. 350). Les lettres sont expliquées dans le texte.

Pl est le placenta, partie de l'ovaire sur laquelle l'ovule est attaché; *A J*, le tégument externe ou primine; *JJ*, le tégument interne ou secondine; *K, W*, le sommet du nucelle à l'intérieur duquel on voit un tissu en formation; *Endsp*, l'albumen. Au sommet de l'albumen est l'embryon également en formation *Embr*; un tube pollinique *P. Schl* a pénétré depuis quelque temps déjà par l'ouverture micropylaire et effectué la fécondation. L'évolution du sac embryonnaire des Angiospermes est intéressante à étudier.

Au premier stade, on observe dans le jeune ovule, au-dessous du micropyle, une des cellules du nucelle qui se développe plus que les autres; son noyau primitif se divise en deux, et à cause de l'allongement du corps cellulaire, chaque moitié de ce noyau primitif se trouve placée à l'extrémité de la cellule.

Une nouvelle bipartition se produit en haut et en bas du sac, il y a alors quatre noyaux; enfin, le travail de division se continuant, on observe bientôt huit noyaux dans la grande cellule (fig. 39).

Trois des noyaux de l'extrémité micro-

pylaire s'accolent à la paroi, l'un est l'oo-

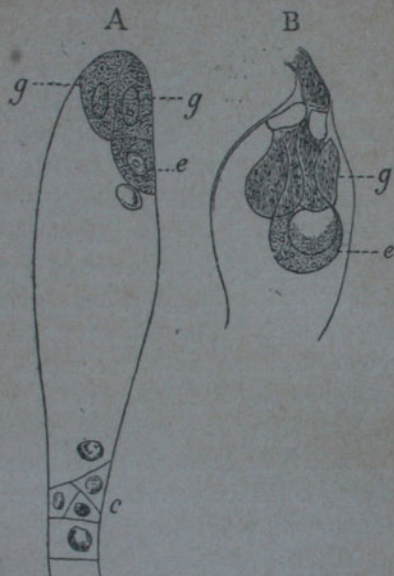


Fig. 39. — A. Sac embryonnaire de *Monotropa hypopitis*. — *g*, synergides; *e*, oosphère; *c*, antipodes. Les deux noyaux de reliquat ne sont pas encore conjugués pour former le noyau secondaire du sac. — B. Stade plus avancé.

sphère, les deux autres sont les *synergides*; en même temps, trois des noyaux de l'extré-

mité opposée forment des cellules à membrane cellulosique, ce sont les *antipodes*; quant aux deux noyaux de reliquat, ils se rapprochent, se conjuguent et ne tardent pas à produire au centre du sac un *noyau secondaire* du sac embryonnaire.

C'est à ce moment que l'ovule est prêt à recevoir le boyau pollinique fécondant.

Chez les Gymnospermes, l'évolution du sac embryonnaire est plus longue; le noyau primitif subit comme chez les Angiospermes plusieurs bipartitions consécutives; mais, au lieu de s'arrêter à la troisième, il se subdivise encore; si bien, qu'au bout de quelque temps le sac renferme une multitude de noyaux accolés à ses parois. Ces noyaux s'entourent de protoplasma, s'isolent au moyen de membranes cellulosiques et finissent par former dans le sac embryonnaire un parenchyme nommé *endosperme*.

Bientôt on voit à la partie sous-micropylaire de l'endosperme quelques cellules grossir et s'allonger en forme de fuseaux: elles deviennent des *corpuscules*.

Chaque corpuscule se partage en deux

étages : l'inférieur est une grande cellule dont le noyau produit l'*oosphère* et aussi une cellule auxiliaire; le supérieur, plus réduit,

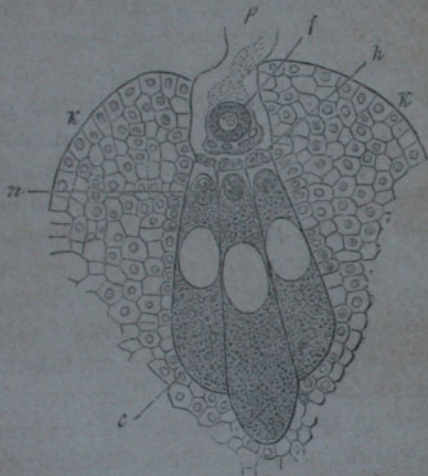


Fig. 40. — Sommet de l'endosperme de *Juniperus virginiana* au moment de la fécondation. — *p*, boyau pollinique; *f*, noyau générateur; *n*, oosphères; *c*, corpuscules surmontés de leurs rosettes, *h*.

se divise par deux cloisons en croix pour constituer la *rosette*.

La cellule auxiliaire, très petite, s'insinue

avant la fécondation entre les cellules de la rosette, les écarte, se résorbe et laisse à sa place un vide par où l'oosphère est directement accessible (fig. 40). Aussi lui a-t-on donné le nom de *cellule du canal*.

Fécondation. — Les noyaux reproducteurs ou *gamètes* des Phanérogames sont contenus, comme nous venons de le voir, l'un, le *gamète mâle*, dans le pollen, l'autre, le *gamète femelle* dans le sac embryonnaire : le premier est le *noyau générateur*, le second est l'*oosphère*.

Pour que la fécondation ait lieu il faut que les deux noyaux se conjuguent et mélangent non seulement leurs filaments chromatiques, mais encore les éléments protoplasmiques qui les accompagnent afin de former l'*œuf*.

Le transport du pollen sur le pistil a lieu par des procédés différents.

On dit que la pollinisation est directe lorsque le pollen des étamines est déposé sur le stigmate de la fleur même où il a pris naissance ; c'est ce qui arrive dans les fleurs hermaphrodites normales.

La pollinisation est indirecte lorsque le

pollen est déposé sur le stigmate d'une autre fleur, c'est le cas des fleurs unisexuées et des fleurs hermaphrodites qui présentent des anthères à développement rapide devant le développement du pistil (Campanule, Géranium, etc.), ou des pistils plus avancés que les étamines (Aristolochie, Hellébore, etc.).

Le vent et les insectes jouent un grand rôle dans la dissémination des grains de pollen.

Lorsque le grain de pollen est arrivé sur le stigmate il s'imbibe des liquides sécrétés par cet organe et germe plus ou moins rapidement.

La germination du pollen comprend seulement l'émission d'un tube ou boyau qui s'enfonce dans le tissu conducteur du style, et s'introduit dans l'ouverture micropylaire de l'ovule de façon à se mettre en contact avec son nucelle.

Jusqu'en 1822, on n'eut que des connaissances très vagues sur la marche de la fécondation¹. J.-B. Amici, de Modène, vit le premier

1. Voir *Éléments de botanique* de M. Duchartre. J.-B. Baillière, édit.

sur le stigmate velu du Pourpier maraîcher un grain de pollen émettre une sorte de tube très fin, transparent, qui s'étendit tout le long d'un poil stigmatique et s'y attacha dans sa longueur. Dans ce tube il constata une circulation de granules. Au bout de trois heures, ces granules disparurent sans qu'Amici pût reconnaître où ils étaient allés.

Cette observation bien qu'incomplète fut un trait de lumière pour Brongniart (1826), qui reconnut l'origine réelle ainsi que la généralité d'émission du tube pollinique et qui le vit pénétrer dans le tissu du stigmate. Plus tard on reconnut que le tube s'enfonçait aussi dans le style et pénétrait dans l'ovule (fig. 41).

Les deux noyaux quittent le grain de pollen pour s'engager dans le tube; mais c'est le petit noyau qui s'unit seul à l'oosphère (Angiospermes), ou au moins l'une des cellules provenant de la division de ce petit noyau (Gymnospermes).

L'oosphère, après avoir absorbé la cellule mâle, prend le nom d'*auf*.

De grands changements s'opèrent alors

dans la structure de l'ovule fécondé. Tout d'abord, une paroi cellulosique enveloppe



Fig. 41. — Germination des grains de pollen sur le stigmate; *e*, sac embryonnaire en contact avec un boyau pollinique.

l'œuf qui se divise presque immédiatement par une cloison transversale; la cellule supérieure devient un *filament suspenseur*, la cellule inférieure, activement subdivisée, devient l'*embryon*. Les synergides résorbées disparaissent.

En même temps, le noyau secondaire du sac embryonnaire subit une série de bipartitions qui donnent naissance à une multitude de cellules à parois cellulosiques dont l'ensemble forme l'*albumen*.

L'embryon achève ensuite son développement; tantôt il absorbe entièrement l'albumen pour l'accomplir (Haricot, Amandier, etc.), tantôt il ne l'absorbe

pas (Ricin, etc.). Enfin l'ensemble des nouveaux tissus entre en état de vie ralentie, l'ovule est devenu la *graine*. Les feuilles carpellaires qui s'étaient accrues de leur côté forment le fruit.

CHAPITRE II

REPRODUCTION CHEZ LES CRYPTOGAMES VASCULAIRES ET LES MUSCINÉES

1° **Cryptogames vasculaires.** — Pour étudier la reproduction des Cryptogames vasculaires on peut prendre comme sujet d'observation la Fougère commune.

Sous les frondes (feuilles) des Fougères apparaissent en été des taches brunes nommées *sores*, ce sont des touffes de poils épidermiques terminés, les uns en pointe, les autres en tête arrondie ou en sacs aplatis : les premiers sont des *paraphyses*, les autres des *sporangies*. Le sore peut être recouvert par un repli écailleux, l'*indusie*.

Dans l'intérieur du sporange se produisent

par division des cellules libres qui passent rapidement à l'état de vie ralentie, on les nomme *spores*. La genèse des spores dans le sac du sporange rappelle celle des grains de pollen dans le sac pollinique des Phanérogames.

Lorsque les spores ont atteint leur développement complet, le sporange s'ouvre et les met en liberté (fig. 42).

Chaque spore tombée sur le sol humide gonfle son protoplasma et déchire

la membrane cutinisée qui la recouvre; une germination se produit et l'on voit apparaître un petit corps pluricellulaire riche en chloroleucites qui s'étale sur le sol: on le désigne sous le nom de *prothalle* (fig. 43).

C'est une lame qui ne dépasse guère un centimètre carré de surface; elle se fixe au



Fig. 42. — Sporangies de Fougère (Gross. 100).

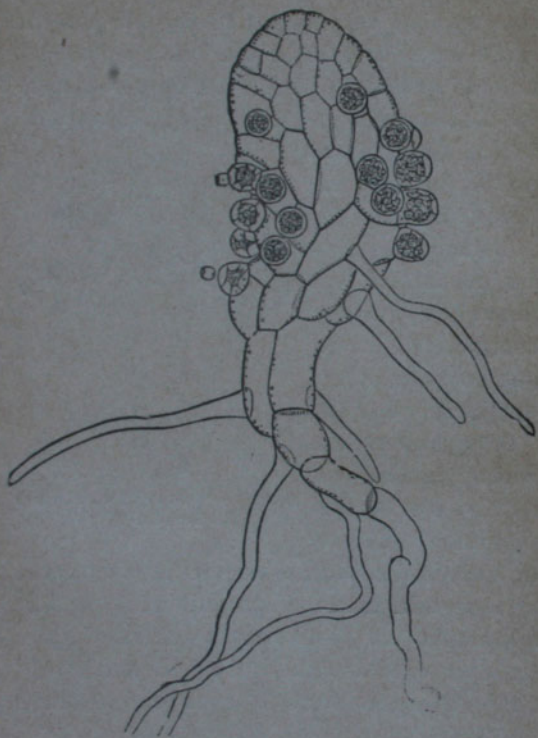


Fig. 43. — Prothalle de Fougère (face inférieure; Gross. 10).

moyen de poils rhizoïdes et végète comme une plante autonome.

A la face inférieure du prothalle, des cellules se différencient de façon à donner naissance aux organes mâles (*anthéridies*) et aux organes femelles (*archégonés*).

Les *anthéridies* forment des sacs sphériques (fig. 44); les cellules qui les composent contractent leur protoplasma en un filament spiral nommé *anthérozoïde*.

L'anthérozoïde est muni de cils vibratiles, il nage après la dé-

hiscence de l'anthéridie dans l'eau qui baigne le prothalle : c'est, à proprement parler, une cellule mâle adaptée au milieu aquatique.

D'autre part apparaissent les *archégonés*, mais plus tardivement.

L'archégone offre une cavité remplie par



Fig. 44. — Anthéridies de Fougère
(Gross. 300).

une grosse masse protoplasmique, l'*oosphère* ; au-dessus du *ventre* de l'archégone est le *col* formé par quelques cellules superposées laissant entre elles un pertuis médian ou *canal* (fig. 45).



Fig. 45. — Archégone de Fougère (Gross. 200).

L'*oosphère* est accompagnée d'une petite masse protoplasmique qui s'allonge et dissocie les cellules du *col* (*cellule du canal*). Au moment de la fécondation, les anthérozoïdes s'introduisent dans le *col* de l'archégone

et vont fondre leur masse dans celle de l'*oosphère*.

Après l'absorption des anthérozoïdes, le protoplasma de l'*oosphère* se munit d'une membrane de cellulose et devient un *œuf*. La segmentation de l'*œuf* commence immédiatement, elle produit une *pousse feuillée*, c'est-à-dire une Fougère semblable à celle d'où sont sorties les spores.

Les Équisétacées, plantes voisines des Fougères, ont des prothalles unisexués, les uns portent les anthéridies, les autres les arché-

gonés, mais il est impossible de distinguer parmi les spores celles qui fourniront des prothalles mâles et celles qui donneront des prothalles femelles.

Les Prêles et les Fougères dont toutes les spores se ressemblent sont des Cryptogames vasculaires isosporées. Les Lycopodiacées portent au contraire deux sortes de spores : les *microspores* qui en germant engendrent les prothalles mâles ou les *macrospores* qui donnent des prothalles femelles.

Ici, les prothalles n'ont plus que des dimensions microscopiques, ils se réduisent à quelques cellules anthéridiennes, ou ne portent qu'un seul archégone.

Les Rhizocarpées ressemblent aux Lycopodiacées ; elles forment avec elles le groupe des Cryptogames vasculaires hétérosporées.

Si l'on porte un peu d'attention dans l'examen des organes que nous venons de décrire, on voit assez facilement qu'ils sont les analogues de ceux que nous avons étudiés chez les Phanérogames.

La cellule mère du sac embryonnaire des

Gymnospermes équivaut à une cellule mère de macrospore, l'endosporme qu'elle produit par la division de son protoplasma est un prothalle femelle, les corpuscules sont des archégonés, etc.

Le pollen est une microspore; après sa germination c'est un prothalle mâle dont l'unique noyau reproducteur n'est pas adapté comme l'anthérozoïde à la fécondation dans un milieu liquide.

Chez les Angiospermes, dérivées de Gymnospermes, l'analogie se continue, mais il y a contraction plus accentuée encore dans la série des phases.

Le sac embryonnaire est une cellule mère de macrospore; les bipartitions s'arrêtant de bonne heure on n'observe plus d'endosporme, le prothalle n'est représenté que par les synergides et les antipodes, l'archégone est réduit à l'oosphère.

Quant au pollen, c'est une microspore ne produisant généralement que la cellule fertile; dans quelques cas assez rares (Orchis, Ail), on retrouve pourtant un rudiment de prothalle mâle; chez les Angiospermes

comme chez les Gymnospermes il est alors représenté par une seule cellule stérile.

2° **Reproduction chez les Muscinées.** —

Les Muscinées offrent comme les Cryptogames vasculaires deux formes végétantes : une forme sexuée qui correspond au prothalle des plantes que nous venons d'étudier, et une forme asexuée qui correspond à la tige vivace des Fougères. Des différences profondes séparent les deux embranchements.

Si l'on examine, en effet, les pousses feuillées d'une Mousse (Politric), on observe au sommet de certaines tiges des capitules de paraphyses et des *anthéridies* protégés par des feuilles involucreales : dans les anthéridies naissent les anthérozoïdes.

Sur d'autres tiges sont les *archégonés* disposés à peu près de la même façon et renfermant les oosphères. Ce sont donc les pousses feuillées vivaces qui portent les appareils reproducteurs des Mousses, tandis que, chez les Cryptogames vasculaires, les tiges feuillées portent les spores.

D'autre part, après la fécondation, c'est-à-



Fig. 46. — Sporogones
a et *b* du *Politric* vi-
vant en parasites sur
les pousses feuillées.

dire après la conjugaison des anthérozoïdes avec les oosphères, l'*archégone* s'accroît et devient le *sporogone*; la pousse feuillée de la Mousse porte alors à son extrémité supérieure une capsule renfermant des spores : en d'autres termes, la forme asexuée vit en parasite sur la tige (fig. 46).

Lorsque les spores tombent sur le sol elles germent et produisent de nombreux filaments verts très ramifiés dont l'ensemble est désigné sous le nom de *protoméma*; sur celui-ci se développeront plus tard des bourgeons qui donneront les pousses feuillées déjà étudiées.

Il n'existe pas de types de transition entre les Muscinées et les Cryptogames

vasculaires, ces deux groupes sont donc plus éloignés l'un de l'autre que ne le sont les Cryptogames vasculaires et les Phanérogames, ils n'offrent entre eux d'analogie que par l'alternance des générations et la forme des organes sexués.

CHAPITRE III

REPRODUCTION CHEZ LES THALLOPHYTES

Les Thallophytes comprennent les Algues et les Champignons, chez lesquels on observe généralement des *œufs* et des *spores* comme chez les Muscinées et les Cryptogomes vasculaires, mais il n'y a jamais alternance régulière de génération.

Œufs et spores se rencontrent souvent sur la même plante; leur formation dépend essentiellement des changements qui peuvent survenir dans le milieu où s'effectue la végétation, changements qui provoquent une accélération ou un ralentissement de la nutrition.

L'œuf chez les Thallophytes. — A. Le Varech possède des organes sexuels très

différenciés; ils naissent dans des cavités ou *conceptacles*, entremêlés de *paraphyses*; ces organes sont des *anthéridies* dans lesquelles se développent les anthérozoïdes ciliés, et des *oogones* renfermant les oosphères.

La fécondation s'effectue dans l'eau; les gamètes mâles vont se dissoudre dans le protoplasma des oosphères qui deviennent des œufs (fig. 47).

B. La Vauchérie, Algue terrestre, développe sur ses filaments deux sortes de sacs: les uns, ovoïdes, sont les *oogones* ne renfermant qu'une oosphère, les autres, en forme de cornes, divisent leur protoplasma en une multitude de petites masses ciliées, ce sont les *anthéridies*.

Au moment de la fécondation les oogones s'ouvrent et reçoivent les anthérozoïdes qui mélangent leur substance à celle de l'oosphère.

L'œuf se recouvre d'abord d'une membrane cellulosique, puis il se détache de l'Algue et entre en état de vie ralentie (oospore).

C. Le Spirogyre, Algue d'eau douce, ne montre plus la même différenciation entre

les gamètes mâle et femelle. Tous les deux se ressemblent, mais l'un va au-devant de

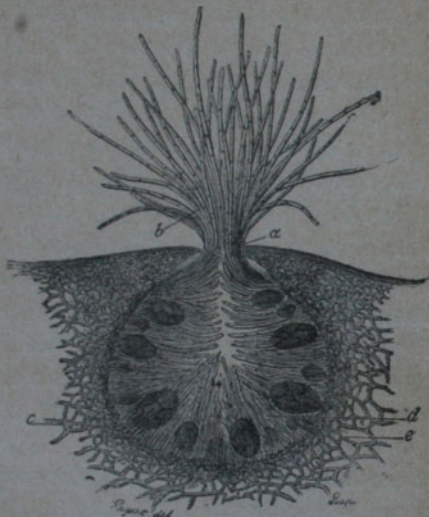


Fig. 47. — Conceptacle de *Fucus platycarpus*. — a, ouverture du conceptacle; b, paraphyses; c, oogones; d, poils portant des anthéridies; e, parenchyme du thalle.

l'autre pour effectuer la conjugaison dans un tube de réunion.

On appelle gamète mâle celui qui se déplace. L'œuf prend dans ce cas le nom de *zygospore*.

D. Le Mésocarpe, Algue voisine du Spirogyre, se reproduit au moyen d'une zygospore formée par la conjugaison de deux masses protoplasmiques absolument identiques; le phénomène de la fécondation s'effectue comme chez l'Algue précédente avec cette différence que les deux gamètes sont mobiles et qu'il est par conséquent *impossible de distinguer l'élément mâle de l'élément femelle*.

La même gradation existe dans la réduction des organes reproducteurs sexués chez les Champignons.

A. Le Cystope blanc, parasite du Chou, montre au milieu de ses filaments mycéliens des portions renflées en boule, ce sont de véritables *oogones* produisant des oosphères.

Dans le voisinage de l'oogone on voit apparaître sur le même filament un diverticule allongé qui s'applique contre l'appareil femelle, en perfore la paroi, et conjugue son protoplasma avec celui de l'oosphère. Ce diverticule joue ainsi le rôle d'*anthéridie*.

B. Chez les Mucorinées, la formation de l'œuf est simplifiée (voir la figure du titre).

Le *Mucor mucedo*, par exemple, offre des spores nées par voie de formation libre dans un sporange et des zygosporos nées comme celles du Mésocarpe par conjugaison de deux gamètes semblables.

La figure qui représente les appareils reproducteurs de ce Champignon des moisissures montre en 1, un sporange rempli de spores; en 2, le même sporange après la rupture de la paroi; en 3 et 4, la germination de la spore; en 5, la conjugaison de deux protoplasmas placés à l'extrémité de deux filaments mycéliens; en 6, la zygosporo née de cette conjugaison sexuée; en 7, la germination de la zygosporo; un des filaments qu'elle a produits se termine par un sporange.

Formation des spores. — Les spores des Thallophytes peuvent naître de deux façons, soit à l'intérieur de cellules spéciales (*sporangies, asques ou thèques*), elles sont dites alors *endogènes*, soit à la surface des cellules ou des filaments; on les qualifie dans ce second cas d'*exogènes*.

La forme de passage entre la spore véri-

tablement asexuée et l'œuf proprement dit se rencontre chez plusieurs Algues qui divisent le protoplasma de quelques cellules spéciales en nombreux fragments munis de cils vibratiles. Les petites masses ainsi constituées s'échappent de leur cellule mère et nagent dans le liquide ambiant, ce sont des *zoospores biciliées*.

Les zoospores ne germent pas directement, elles se fusionnent d'abord deux par deux et c'est la *zoospore quadriciliée* résultante qui, après s'être enkystée, se divise pour donner une Algue nouvelle (fig. 48).

On peut évidemment considérer les zoospores quadriciliées comme des œufs dont les gamètes formateurs ne sont pas morphologiquement différenciés.

D'autres Algues, les Nostocs et les Bactéries par exemple, désarticulent leurs filaments et, par ce procédé de dissociation, dispersent les cellules plus ou moins nombreuses qui se sont transformées en spores; ici la formation de la spore atteint le maximum de simplicité.

Nous avons vu comment les Champignons

de la moisissure produisent leurs spores dans des organes particuliers qui sont de véritables *sporanges* (*Mucor mucedo*); certains



Fig. 48. — Zoospores de *Monostroma bullosum* en voie de conjugaison.

autres possèdent des poches renflées en massues et nommées *asques* : tels sont la Morille, l'Ascobole, la Truffe, etc. ; enfin les Champignons ordinaires composant le grand groupe des Basidiomycètes produisent leurs spores sur des cellules spéciales nommées *basides*.

« Nous étudierons l'*Agaricus campestris* ou Champignon de couche. On le cultive en grand sur des tas de fumier de cheval placés

dans des caves de manière que la température soit toujours égale et qu'il soit facile de les maintenir au degré voulu d'humidité.

« Le blanc de Champignon ou *mycélium* introduit dans la masse du fumier forme des filaments qui courent entre les brins de paille et, pendant plusieurs semaines, s'accroissent sans que rien au dehors indique leur présence.

« Au bout de ce temps on voit paraître à la surface des tubercules (fig. 49) qui, en grandissant, prennent la



Fig. 49. — Agaric des champs. Appareil de fructification à divers états de développement.

forme caractéristique des Champignons; ils offrent un *ped* cylindrique sur lequel est fixé un disque hémisphérique ou *chapeau*. C'est l'appareil de fructification que l'on prend souvent, mais à tort, pour le Champignon entier.

« Le bord du chapeau est rattaché au pied

par une membrane qui se déchire à la maturité. On voit alors, suspendus à la face inférieure du chapeau, des *lames* ou feuilletts qui portent des spores.

Une coupe pratiquée dans ces feuilletts (fig. 50) montre que leur surface est parsemée de cellules nommées *basides* qui portent chacune deux *spores* à l'extrémité de deux petits prolongements très grêles (*stérigmates*).



Fig. 50. — Hyménium d'Agaric.
— a, basides; b, grosses cellules ou cystides; c, spores; d, baside dont les spores sont tombées.

« On appelle *hyménium* la couche formée par la réunion de toutes les

basides. Dans les Agarics, l'hyménium recouvre les feuilletts rayonnants du chapeau. Dans les Bolets il tapisse intérieurement les tubes cylindriques grêles implantés verticalement sous le chapeau ¹. »

1. Voir l'ouvrage élémentaire de M. Le Monnier,

Les spores nées sur les basides, tombant sur un sol favorable, germent et fournissent les filaments mycéliens désignés plus haut sous le nom de blanc de Champignon.

qui comprend deux volumes classiques pour les classes de 5^e et de philosophie des lycées (Alcan, édit.).

TROISIÈME PARTIE

LES MOUVEMENTS CHEZ LES VÉGÉTAUX

CHAPITRE PREMIER

SENSIBILITÉ ET MOUVEMENTS DU PROTOPLASMA

Le protoplasma est une substance essentiellement irritable et mobile, il est animé dans chaque cellule vivante de mouvements divers, mais ces mouvements ne sont pas liés nécessairement avec ceux des cellules voisines.

On peut dire que l'immobilité des végétaux est due seulement à la rigidité des cloisons cellulosiques qui empêche les déploiements d'ensemble.

Si la cellule est nue, ou si la couche de cellulose qui la recouvre est à la fois mince

et flexible, elle peut se déplacer plus ou moins rapidement.

Beaucoup d'Algues jouissent de cette propriété ainsi que les gamètes mâles organisés pour des milieux liquides (*anthérozoïdes*) et les *zoospores* étudiées dans le chapitre précédent; on les voit nager au sein de l'eau ambiante à l'aide de leurs cils extrêmement ténus.

Le protoplasma, enfermé dans sa cloison de cellulose, offre des courants assez forts pour entraîner le noyau (*Chara*) ou même le noyau et les chloroleucites (*Vallisneria*), avec une vitesse qui atteint et dépasse 1 millimètre par minute.

S'il est absolument dépourvu de cellulose, le protoplasma peut se déplacer à la façon des Amibes : c'est ce que l'on observe dans le plasmode des Champignons myxomycètes. Ce plasmode émet des prolongements ou *pseudopodes* qui ensuite se retirent ou se renforcent en se réunissant à quelques-uns de leurs voisins. La fleur de Tan (*Œthidium septicum*) envahit ainsi en une nuit des cultures de serres et cause des

dégâts considérables, surtout parmi les Ananas forcés.

Les mouvements sont toujours provoqués par des agents internes ou externes et modifiés par eux.

Les phénomènes de la nutrition (*osmose*, etc.), par exemple, établissent des courants cellulaires et l'on peut attribuer à la fonction chlorophyllienne le groupement des chloroleucites dans les cellules des parenchymes verts, ainsi que la direction des spores d'Algues qui recherchent l'éclat du jour.

Peut-être convient-il d'insister sur ce sujet.

On sait que certaines spores d'Algues, vertes sur toute leur étendue, sauf au niveau du rostre qui est incolore, placées dans l'eau et exposées à la lumière, ne tardent pas à s'amasser dans la partie du vase la plus exposée aux rayons lumineux. Il est probable qu'il n'y a pas réellement là de mouvement spontané de la part des spores.

M. Cohn a fait à ce propos une expérience qui donne à réfléchir sur l'importance des

forces physiques (pesanteur, chaleur, lumière, etc.) dans la production de certains mouvements.

Il fait remarquer tout d'abord que les spores exposées à la lumière se meuvent toujours en ligne droite en dirigeant vers la lumière l'extrémité antérieure hyaline de leur corps, tandis que la partie postérieure, colorée en vert par la chlorophylle, est tournée vers le point opposé.

En second lieu, les mêmes spores dans l'obscurité tournent indifféremment de gauche à droite ou de droite à gauche; sous l'influence de la lumière, au contraire, le sens de la rotation reste le même. Chez les Euglènes, la rotation a toujours lieu dans le sens du mouvement diurne de la terre.

Pour avoir une idée au moins approximative des causes qui déterminent ces mouvements en apparence spontanés, M. Cohn a construit des spores artificielles constituées par un petit fragment de carbonate de chaux ovoïde, vernissé sur toute son étendue, sauf au niveau de sa petite extrémité. Plaçant ces

appareils dans l'eau acidulée, il les a vus se mouvoir en tenant toujours leur grosse extrémité en avant, en même temps qu'il se dégage de l'acide carbonique par la petite extrémité.

En rapprochant cette expérience des phénomènes présentés par les spores vertes exposées à la lumière, M. Cohn croit pouvoir admettre que l'oxygène mis en liberté par la chlorophylle sous l'influence de la lumière et particulièrement des rayons chimiques, se dégage par l'extrémité postérieure des spores, qui seule contient la matière colorante et pousse la petite masse dans la direction opposée.

Cette théorie est appuyée par son auteur sur ce fait que les rayons chimiques seuls et particulièrement le bleu attirent fortement ces êtres microscopiques¹. Sans généraliser absolument les conclusions de M. Cohn, il convient certainement de faire une large part à l'influence énorme que les causes pu-

1. De Lanessan, Introduction à l'*Histoire naturelle médicale*.

rement physiques peuvent exercer sur les mouvements des végétaux.

Les déplacements des grains de chlorophylle dans les cellules du parenchyme vert des feuilles amène des changements de coloration qu'il est facile de constater.

Les feuilles sont plus pâles la nuit que le jour, la différence est très sensible chez certaines plantes, chez *Selaginella mutabilis*, par exemple, qui passe du vert franc au vert pâle, puis au blanc d'argent selon l'éclaircissement.

Si l'intensité de la lumière est trop considérable, les chloroleucites prennent la même position que dans l'obscurité ou bien ils se groupent tous sur un seul point de la cellule, qui prend ainsi une coloration plus foncée (Crassulacées).

C'est M. Famintzine qui le premier a observé (1866) la position diurne ou frontale des grains de chlorophylle pendant l'exposition de la cellule à la lumière diffuse, et leur position nocturne ou latérale sous l'influence de l'obscurité et de la lumière directe trop vive (Mousses).

Dans le premier cas, les chloroleucites s'appliquent sur les face supérieure et inférieure de la cellule, dans le second ils se collectent contre les parois.

On s'explique aisément que dans la première situation des chloroleucites la coloration générale de la feuille soit plus uniforme et plus marquée que dans la seconde.

Toutes les observations répétées sur les Cryptogames et les Phanérogames depuis les travaux de M. Famintzine ont démontré que c'est toujours sous l'influence d'une bonne lumière diffuse que les grains de chlorophylle prennent leur situation de face.

Mais il y a un grand nombre de plantes chez lesquelles les grains ne prennent la situation de profil qu'après un très long séjour dans le milieu obscur, il n'y a donc plus ici de position diurne et nocturne à proprement parler.

Il faut remarquer aussi que toutes les feuilles possédant un parenchyme en palissade méritent d'être séparées des autres au point de vue de leur sensibilité à la lumière; chez elles en effet les chloroleucites conservent

invariablement la situation de profil dans les cellules en palissade, ils se déplacent seulement dans celles du tissu lacuneux en obéissant à la loi générale, c'est-à-dire en prenant la situation de profil plus ou moins rapidement dans l'obscurité ou dans la lumière vive et la situation de face à la lumière diffuse.

MM. Roze et Frank attribuent les changements de position des leucites verts à des courants protoplasmiques qui entraîneraient les grains de chlorophylle (*Funaria hygrometrica*); si le protoplasma périphérique de la cellule est immobile (*Chara*), les chloroleucites le sont aussi.

Les mouvements protoplasmiques sont très activés par la chaleur lorsqu'elle se maintient dans certaines limites.

Les températures extrêmes, trop basses ou trop élevées, arrêtent les mouvements du protoplasma et peuvent déterminer sa rigidité et sa mort.

Les courants électriques faibles ralentissent les mouvements du protoplasma, les courants forts les détruisent.

Le protoplasma se contracte sous l'influence de certains excitants (chocs, secousses, brûlures, substances caustiques, étincelles électriques, etc.), pour reprendre ensuite sa forme normale. Cette irritabilité est profondément diminuée ou même abolie par les anesthésiques, comme l'éther et le chloroforme.

L'analogie est complète entre le protoplasma végétal et le protoplasma animal sous ce rapport comme sous tant d'autres.

La sensibilité des végétaux, d'après les connaissances actuelles, est certainement inconsciente, pourtant on observe chez eux dans quelques cas très rares « non seulement la faculté de mouvement, mais le mouvement approprié à un but déterminé, les apparences en un mot du mouvement volontaire » (Claude Bernard).

Nous avons vu, par exemple, les anthérozoïdes nager vers l'oosphère, les zoospores à conjugaison s'accoupler par paires, etc.

Y a-t-il là une lueur de conscience?

CHAPITRE II

MOUVEMENTS DE LA TIGE

La croissance et par contre-coup la direction de la tige sont influencées par un certain nombre de causes extérieures (pesanteur, lumière, chaleur, humidité, etc.).

On attribue la propriété qu'ont les tiges de se dresser verticalement, à l'influence que la pesanteur exerce sur elles et on désigne sous le nom de *géotropisme* l'action directrice exercée par l'attraction terrestre sur la tige.

Pour le démontrer Knight a réalisé depuis longtemps les expériences suivantes ¹ : sur

1. L. Mangin, *Cours de botanique* (Hachette et C^{ie}, édit.).

une roue mobile autour d'un axe horizontal, on fixe un certain nombre de graines en germination, puis, au moyen d'un courant d'eau, ou mieux d'un mécanisme d'horlogerie, on imprime à cette roue un mouvement de rotation uniforme. Si le mouvement de rotation est assez rapide pour que l'influence terrestre n'ait pas le temps de se traduire à l'extérieur, les plantes se trouveront équilibrées vis-à-vis de la pesanteur.

Le résultat est obtenu quand la roue, ayant 20 centimètres de diamètre, met 20 minutes environ pour faire un tour.

On constate, dans ces conditions, que les tiges qu'elles portent s'allongent dans la direction qu'elles avaient lorsqu'on les a fixées et manifestent une complète indifférence vis-à-vis de la pesanteur.

Lorsqu'on augmente le nombre des tours, la plante est toujours équilibrée vis-à-vis de l'influence terrestre, mais elle subit l'action de la force centrifuge développée dans l'appareil et dont l'intensité croît avec la vitesse de rotation; on peut remarquer alors que la direction des tiges, jusqu'alors indiffé-

rente, se modifie; les parties nouvelles se dirigent exactement dans le sens du rayon, en sens inverse de la direction de la force centrifuge.

Puisque la force centrifuge est capable de diriger les tiges en sens inverse de sa direction, on peut admettre que c'est bien l'influence de la pesanteur qui sollicite les tiges à se diriger de haut en bas.

En effet, sous cette influence, la croissance est retardée à la face supérieure de la tige couchée; il y a au contraire allongement plus grand de la face inférieure, c'est ce qui explique l'incurvation et par conséquent le redressement des parties jeunes.

Comme la tige se redresse en dirigeant son sommet en sens inverse de la direction de la pesanteur, on appelle *géotropisme négatif* l'influence directrice de la terre. On sait que pour les racines le géotropisme est positif.

La lumière agit sur la direction des tiges qu'elle modifie fortement (*phototropisme* ou *héliotropisme*). C'est aussi dans les organes en voie d'élongation qu'elle atteint son maxi-

mum d'action. Les tiges obéissent au *phototropisme positif*, c'est-à-dire qu'elles se courbent vers la lumière : il faut en conclure que la partie de la tige qui est dans l'obscurité s'accroît plus rapidement que celle qui est exposée aux rayons lumineux.

La lumière rouge, orangée ou jaune agit comme l'obscurité.

Quelques organes sont négativement phototropiques, tels sont les parties inférieures des vrilles de la Vigne, la tige hypocotylée du Gui, les entre-nœuds âgés du Lierre, de la Capucine, etc.

L'action de l'humidité se traduit aussi par un changement de direction dans l'accroissement des entre-nœuds de la tige (*hydrotropisme*).

La face en contact avec un corps humide s'accroît plus rapidement, elle devient par conséquent convexe, dirigeant l'axe vers le milieu sec (*hydrotropisme négatif*).

La chaleur exerce également une influence sur la direction de la tige (*thermotropisme*); les températures élevées mais non excessives favorisent l'accroissement. Le contact des

corps étrangers, la pression (*barotropisme*), les chocs (*plégétropisme*) ralentissent l'accroissement sur la face lésée et provoquent l'inflexion du sommet de la tige du côté de cette face.

On peut expliquer ainsi l'enroulement des tiges volubiles. Cet enroulement s'effectue toujours du même côté pour la même plante. Le Houblon s'enroule de droite à gauche ainsi que le Chèvrefeuille et la Renouée grimpante, mais la plupart des tiges s'enroulent de gauche à droite comme le Liseron des champs ou Vrillée, le Liseron des haies ou Calystégie, le Jasmin, le Haricot, etc.

Dans des conditions normalement favorables l'accroissement des tiges volubiles est régulier; il en résulte une grande uniformité dans la vitesse du mouvement révolutif; on cite comme exemples : le Haricot qui fait un tour en deux heures et le Liseron des haies en une heure quarante minutes.

Les vrilles offrent la même tendance que les tiges à conserver leur sens de torsion; toutefois, chez quelques plantes, comme la

Bryonne, la torsion des vrilles s'effectue en plusieurs sens successifs et inverses.

On peut provoquer l'enroulement des vrilles et des tiges volubiles en les mettant en contact avec un corps étranger; ce phénomène s'explique facilement si l'on tient compte de ce qui a été dit plus haut.

Sous l'influence des diverses causes déjà énumérées, l'accroissement dans les entrenœuds d'une tige libre ne s'effectue pas avec la même vitesse sur toutes les lignes longitudinales qu'on peut tracer à leur surface. La ligne du plus fort accroissement se déplace régulièrement autour de l'axe, il en résulte un mouvement de *circumnutation* du sommet de la tige.

Le mouvement révolatif est particulièrement accentué chez les plantes volubiles, dont l'extrémité supérieure semble chercher en tournant le support qu'elle doit embrasser.

Le nombre des tours, cercles ou ellipses décrits en un temps donné par le sommet de la tige varie beaucoup, suivant les plantes. Ainsi, en douze heures, dit M. Van Tieghem,

la tige du Chou et de la Courge fait quatre tours, pendant que celle de la Morelle et de l'Oponce n'en fait qu'un seul.

La tige de l'Ibérède et de l'Azalée ne décrit en vingt-quatre heures qu'une seule large ellipse; celle de la Deutzie trace quatre ou cinq ellipses étroites en onze heures et demie; celle du Trèfle fait trois tours en sept heures.

Parfois, les ellipses sont extrêmement étroites; la tige, après s'être courbée dans un sens, se redresse alors et se penche en sens contraire, exécutant ainsi une série de flexions alternatives, une série d'oscillations dans le même plan (tige florifère de l'Ail poireau).

La lumière artificielle agit sur les tiges comme la lumière naturelle; c'est dans la moitié la plus réfrangible du spectre que l'action retardatrice atteint le maximum; de nombreuses expériences ont été faites pour en déterminer l'intensité, nous n'insisterons pas plus longtemps sur ce sujet.

CHAPITRE III

MOUVEMENTS DES FEUILLES ET DES FLEURS

Lorsque les feuilles sont en voie de croissance elles sont, comme la tige, soumises au géotropisme et au phototropisme; elles offrent aussi un mouvement révolutif, c'est-à-dire une circumnutation analogue à celle de l'axe; son siège est en général dans le pétiole, on l'observe pourtant quelquefois dans le limbe et même dans les deux parties de la feuille à la fois.

Mouvements des feuilles. — La nutation est particulièrement visible chez l'Eucalyptus et le Camellia.

Plus tard, quand les feuilles ont achevé leur développement, elles offrent à étudier

d'autres mouvements périodiques ou provoqués produits par la lumière, par la chaleur, par des agents mécaniques ou même par des causes internes.

Un grand nombre de Légumineuses, d'Oxalidées et de Marsiliées dont les feuilles sont composées, présentent pendant la nuit un aspect très différent de celui qu'elles ont pendant le jour.

Chez le Robinier faux acacia, par exemple, les folioles rabattues et pendantes retombent au-dessus du rachis de la feuille pour prendre la position dite de *sommeil*.

Le sommeil des plantes n'est pas comparable à celui des animaux puisque, loin d'être un état flaccide, il se manifeste par une rigidité des pétioles si considérable que ces organes se rompent lorsqu'on veut ramener la feuille à sa position diurne.

La position nocturne est caractérisée par un repliement des surfaces foliaires qui se recouvrent de diverses manières et par un gonflement du parenchyme au niveau d'un coussinet situé à la base du pétiole (*renflement moteur*); ce coussinet se remplit d'eau.

La position diurne est au contraire caractérisée par un épanouissement total des surfaces foliaires et par un relâchement du renflement moteur qui devient mou et ne renferme que très peu d'eau.

On doit conclure de ces observations que le *nyctitropisme* des feuilles est dû à un arrêt dans la chlorovaporisation causée par la suppression de la lumière.

L'eau se collecte dans le pétiole, détermine la turgescence du renflement moteur et produit le mouvement observé.

Il est évident que la situation variable du renflement et la localisation de l'afflux liquide qui ne reste pas la même chez les divers sujets observés, doivent déterminer des positions différentes pendant le sommeil des feuilles; quelles que soient ces positions, elles ont pour effet de réduire la perte de chaleur que la plante subirait par rayonnement nocturne.

Les feuilles de la *Sensitive* prennent, comme celles du *Robinier*, une position de sommeil très nette et très facile à distinguer, mais ces feuilles possèdent en outre

la singulière propriété d'appliquer leurs folioles l'une contre l'autre au moindre choc, même pendant le jour.

Quelques autres plantes, parmi lesquelles on cite la Dionée gobe-mouche et le Rossolis, sont *sensibles* au même titre que le célèbre petit Mimosa.

On explique ce phénomène par l'irritabilité du protoplasma qui, en se contractant, vide les hydroleucites et cause des changements dans la distribution de l'eau au sein des tissus.

Si la feuille possède un renflement moteur (Sensitive), on remarque que ce renflement n'est pas uniformément gorgé d'eau comme dans l'arrêt de la chlorovaporisation; c'est tantôt une face, tantôt l'autre, suivant les types étudiés, qui entre en turgescence, c'est-à-dire qui recueille l'eau exprimée par le protoplasma en contraction. Les expériences de Claude Bernard ont montré que le protoplasma végétal perd son irritabilité sous l'influence des anesthésiques. Si l'on soumet la Sensitive à l'action des vapeurs d'éther ou de chloroforme, les folioles sont

les premières anesthésiées, le renflement moteur du pétiole principal ne devenant insensible que plus tard.

La Dionée gobe-mouche est dépourvue de mouvement de sommeil; elle jouit pourtant d'une vive sensibilité, c'est l'exemple le plus connu des *plantes carnivores*.

Dans la Dionée, les deux moitiés de la portion supérieure du limbe foliaire se rapprochent brusquement au contact d'un insecte, s'appliquent l'une contre l'autre par leur face supérieure et restent en cet état tant que dure l'agitation de l'animal pris au piège. Ellis d'abord, puis Curtis, avaient pensé que la Dionée se nourrit des insectes saisis par ses feuilles. Cette opinion, depuis longtemps abandonnée, a été reprise par Darwin et par Hooker.

On a observé des phénomènes de ce genre chez le Droséra, le Sarracénia, le Népenthès, les Utriculaires, etc. Les insectes saisis par ces plantes se trouvent rapidement enveloppés d'un liquide sécrété par des glandes spéciales et qui agirait sur eux comme agit le suc gastrique sur les aliments.

J. Duval-Jouve a montré que des glandes de même nature existent sur beaucoup d'autres parties des plantes carnivores, et, d'autre part, un certain nombre d'observateurs ont dénié à ces plantes la faculté d'absorber les matières qu'elles ont happées.

« Nous avons mis de la viande dans des urnes de Népenthès pour nous rendre compte du prétendu carnivorisme de ces plantes, dit Cauvet, au bout de quatre ou cinq jours la viande était putréfiée et dégageait une odeur repoussante.

« Extraite de l'urne, elle a paru lavée à l'extérieur mais non dissoute, et le liquide de l'urne n'a pas offert de traces de peptones à l'analyse. Il est donc à croire que les Népenthès du moins ne sont pas carnivores bien que l'on trouve toujours, au fond de leurs urnes, d'assez grandes quantités d'insectes morts. Beaucoup d'autres observateurs professent la même opinion en ce qui concerne plusieurs des plantes réputées carnivores. La question soulevée ne semble donc pas résolue et restera douteuse tant qu'on n'aura pas montré

que les peptones, s'il s'en produit, pénètrent dans le végétal ¹. »

On donne le nom de *mouvements spontanés* ou *autonomes* à ceux qui ont pour cause une inégalité alternante dans les phénomènes de la nutrition.

La feuille ne produit de matériaux nouveaux qu'après l'utilisation des anciens par la tige : elle ne fabrique du sucre ; par exemple, que lorsque sa provision a été absorbée ; de là des variations dans son pouvoir osmotique, variations qui se traduisent par le gonflement et le dégonflement des cellules, surtout dans la région basilaire du pétiole.

Certaines plantes offrent des mouvements spontanés très marqués, leur périodicité est particulièrement remarquable.

Le Sainfoin oscillant (*Desmodium gyrans*), qui croît au Bengale, présente à la fois deux mouvements différents : ses feuilles pennées trifoliolées comprennent une foliole impaire de 10 centimètres de longueur et deux laté-

1. *Cours de botanique.* (J.-B. Baillière, édit.)

rales très étroites dont la longueur ne dépasse pas 2 centimètres.

La grande foliole s'élève sous l'action de la lumière et s'abaisse aussitôt que le ciel se couvre; au moment de son plus grand redressement, vers midi, elle vibre d'une façon très appréciable si la chaleur est grande; quant aux folioles, jour et nuit elles accomplissent un mouvement de bascule, l'une s'abaisse pendant que l'autre s'élève; néanmoins, une seule se meut dans un temps déterminé, la foliole de gauche arrivée au terme de l'ascension s'arrête, et c'est alors que celle de droite commence à descendre.

Plusieurs Légumineuses, quelques Oxalidées, etc., accomplissent des mouvements spontanés analogues à ceux du Sainfoin oscillant, mais il faut pour les constater annuler par l'obscurité ou par les anesthésiques ou par une vive lumière directe l'action de la lumière diffuse.

« En somme, comme le dit si justement le professeur Van Tieghem, les divers mouvements des feuilles développées sont dus à autant de causes distinctes : *les mouvements*

de sommeil à un arrêt de chlorovaporisation, les mouvements excités à une contractilité propre du protoplasma, les mouvements spontanés à une inégalité périodique des phénomènes nutritifs. »

Mouvements des fleurs. — La lumière n'est pas nécessaire au développement de la fleur, mais elle agit sur sa direction.

La fleur obéit au géotropisme et au phototropisme; on sait qu'elle suit pendant le jour le cours du soleil ou au moins qu'elle se tourne définitivement vers les régions éclairées.

Après son épanouissement, elle offre dans ses différentes parties des mouvements divers, les uns provoqués, les autres spontanés.

Lors de la fécondation, les anthères de la Rue, de l'Epine-vinette, etc., se rapprochent chacune à leur tour du stigmate dans leur ordre de développement.

Chez les Onagrariées et les Passiflores, ce sont les stigmates qui s'infléchissent vers les étamines. Les étamines de l'Epine-vinette et celles du Mahonia sont habituellement

étalées dans une position horizontale, un simple attouchement s'exerçant sur la base du filet provoque le redressement de l'organe qui vient se heurter au stigmate.

D'autres fleurs ont des étamines irritables, ce sont surtout des Composées (Centaurée, Chardon, Chicorée).

Les exemples de stigmates sensibles sont plus rares : le Mimule (Scrofularinée) possède des lobes stigmatiques en forme de palettes triangulaires : ils s'appliquent les uns sur les autres lorsqu'on les excite. Quelques Orchidées ont des mouvements plus compliqués encore.

Il est facile de rapprocher ces phénomènes provoqués de ceux que nous avons étudiés chez les feuilles ; les mêmes explications en rendent compte.

Quant aux mouvements spontanés, ils sont dus aux changements de dimension des faces dans les organes floraux ; changements qui peuvent être périodiques (heure d'épanouissement des fleurs), ou accidentels ; c'est ainsi que dans le Safran et la Tulipe il suffit d'une élévation de température assez légère

pour faire épanouir la fleur même plongée dans la nuit.

Le tableau ci-joint donne l'heure d'épanouissement de quelques fleurs de notre pays; il peut être grandement augmenté par les hommes intelligents que séduisent les sciences d'observation.

La Botanique mérite certainement d'être vulgarisée, car elle offre à tous et à toutes une occupation pour l'esprit en même temps qu'elle procure un délassement pour le corps dans les travaux charmants de l'herborisation.

Si nous pouvons par la publication de notre petit ouvrage augmenter le nombre des amateurs de cette science nous aurons obtenu la plus douce récompense de nos modestes efforts.

HORLOGE DE FLORE

Liseron des haies (<i>Calystegia sepium</i>).....	3 h. matin.
Salsifis des prés (<i>Tragopogon pratensis</i>).....	4 à 5 h. —
Chicorées diverses.....	5 h. —
Douce amère (<i>Solanum dulcamara</i>).....	6 h. —
Nénuphar blanc (<i>Nymphaea alba</i>).....	7 h. —
Laitues diverses.....	7 h. —
Mouron rouge (<i>Anagallis arvensis</i>).....	8 h. —
Souci des champs (<i>Calendula arvensis</i>).....	9 h. —
Mêsembryanthème pluviale....	9 à 10 h. —
Mêsembryanthème nodiflore....	10 à 11 h. —
Dame d'onze heures (<i>Ornithogallum</i>).....	11 h. —
Pourpier (<i>Portulaca oleracea</i>)...	11 h. —
Mêsembryanthèmes en général.	Midi.
Scille (<i>Scilla pomeridiana</i>).....	2 h. soir.
Silène nocturne (<i>Silene noctiflora</i>).....	3 à 6 h. —
Belle de nuit (<i>Mirabilis jalapa</i>).....	6 à 7 h. —
Cactus cierge (<i>Cereus grandiflorus</i>).....	7 à 8 h. —
Kaladana (<i>Pharbitis hispida</i>)....	10 h. —

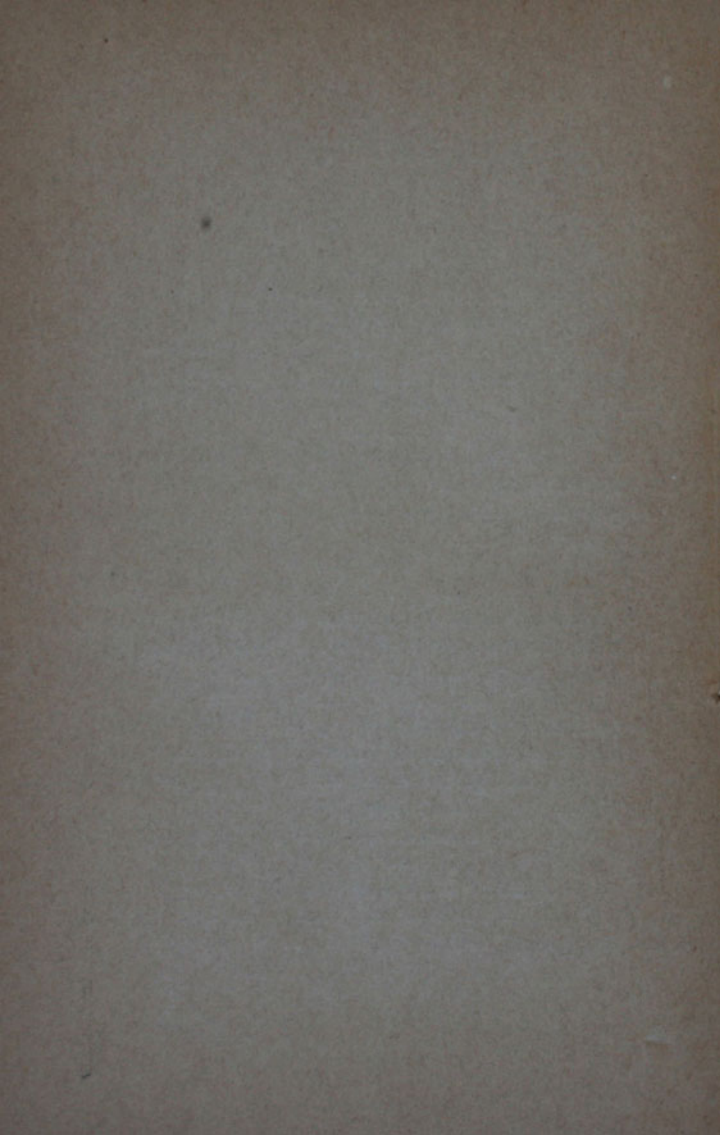


TABLE DES MATIÈRES

AVERTISSEMENT.....	3
INTRODUCTION.....	5
Organes des plantes.....	6
Grandes divisions du règne végétal.....	7
Paléontologie végétale.....	14
Distribution des plantes à la surface de la terre.....	19

PREMIÈRE PARTIE

Organisation des Végétaux. Nutrition.

CHAPITRE PREMIER. — <i>La Cellule</i>	30
Genèse des cellules.....	41
CHAPITRE II. — <i>Les Tissus</i>	45
Tissus générateurs.....	48
Tissu assimilateur.....	49
Tissus de réserve.....	51
Tissus sécréteurs.....	52
Tissus de soutien.....	53
Tissus tégumentaires.....	55
Tissus conducteurs.....	57

CHAPITRE III. — <i>Parasitisme et Symbiose</i>	62
Parasitisme des Champignons.....	62
Les Ferments et les Microbes.....	67
Symbiose chez les Lichens.....	71
Les Phanérogames parasites.....	73
CHAPITRE IV. — <i>La Racine</i>	78
Racines adventives.....	87
CHAPITRE V. — <i>La Tige</i>	89
Tiges souterraines.....	99
La greffe.....	101
CHAPITRE VI. — <i>La Feuille</i>	103
Fonctions des feuilles.....	108
Disposition des feuilles sur la tige.....	110
Modifications ou métamorphoses des feuilles.....	112

DEUXIÈME PARTIE

Reproduction et Développement des Végétaux.

CHAPITRE PREMIER. — <i>Appareils reproducteurs des Phanérogames</i>	121
Pollen.....	121
Ovule.....	125
Fécondation ..	131
CHAPITRE II. — <i>Reproduction chez les Crypto- games vasculaires et les Muscinées</i>	136
1° Cryptogames vasculaires.....	136
2° Reproduction chez les Muscinées.....	143
CHAPITRE III. — <i>Reproduction chez les Thallo- phytes</i>	146
L'œuf chez les Thallophytes.....	146
Formation des spores.....	150

TROISIÈME PARTIE

Les Mouvements chez les Végétaux.

CHAPITRE PREMIER. — <i>Sensibilité et Mouvements du Protoplasma</i>	156
CHAPITRE II. — <i>Mouvements de la Tige</i>	165
CHAPITRE III. — <i>Mouvements des Feuilles et des Fleurs</i>	172
Mouvements des Feuilles.....	172
Mouvements des Fleurs.....	180
Horloge de Flore.....	183

AUTRES OUVRAGES DE M. L. GÉRARDIN

Traité élémentaire d'histoire naturelle. Tome I : *Zoologie*. 1 vol. in-8 avec 500 figures. Tome II : *Géologie*, et tome III : *Botanique* (sous presse). (Librairie J.-B. BAILLIÈRE et fils.)

Les Plantes. 2^e édition. 1 vol. in-18 avec 305 figures. (Librairie J.-B. BAILLIÈRE et fils.)

Les Bêtes. 2^e édition. 1 vol. in-18 avec 356 figures. (Librairie J.-B. BAILLIÈRE et fils.)

La Terre. 2^e édition. 1 vol. in-18 avec 291 figures. (Librairie J.-B. BAILLIÈRE et fils.)

L'Homme. *Physiologie et Ethnographie*. 1 vol. in-18 avec 296 figures. (Librairie J.-B. BAILLIÈRE et fils.)

Les quatre ouvrages précédents ont été traduits en langue espagnole.

Herbier des écoles. 1 vol. in-4 avec 280 figures, par E. FAGUET, professeur de dessin au Muséum d'histoire naturelle de Paris. (Michel Engel, éditeur.)

Articles dans l'*Encyclopédie populaire* de P. CONIL et le *Dictionnaire d'histoire et géographie* de BOUILLET.



LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

BIBLIOTHÈQUE UTILE

Volumes in-32 de 192 pages

Le volume broché : 60 cent. — Cartonné à l'anglaise : 1 franc.

SCIENCES PHYSIQUES & NATURELLES

Télescope et Microscope, par ZURCHER et MARGOLLÉ.

Les Phénomènes de l'atmosphère, par ZURCHER.

Histoire de l'air, par ALBERT LÉVY (avec grav.).

Histoire de la terre, par BROTHIER.

Les Phénomènes de la mer, par E. MARGOLLÉ.

L'Homme préhistorique, par ZABOROWSKI.

Les grands singes, par le même.

Histoire de l'eau, par BOUANT (avec grav.).

Introduction à l'étude des sciences physiques, par MORAND.

Le Darwinisme, par E. FERRIÈRE.

Géologie, par GEIKIE (avec grav.).

Les Migrations des animaux et le Pigeon voyageur, par ZABOROWSKI.

Premières Notions sur les sciences, par TH. HUXLEY.

La Chasse et la Pêche des animaux marins, par JOUAN.

Les Mondes disparus, par ZABOROWSKI (avec grav.).

Zoologie générale, par H. BEAUREGARD (avec grav.).

AUTRES OUVRAGES SUR L'HISTOIRE NATURELLE

- AGASSIZ. De l'espèce et des classifications en zoologie. 1 vol. in-8. 5 fr.
- BELZUNG, docteur ès sciences. Anatomie et physiologie animales. 1 vol. in-8 avec 622 figures. 4^e édit. 6 fr.
- || BELZUNG, docteur ès sciences. Cours élémentaire de zoologie. 1 vol. in-12 cart. à l'angl., avec 370 gravures. 2 fr.
- BOSSU. Botanique et plantes médicinales. 1 vol. in-12 de 600 pages, avec 1029 gravures. 7 fr. 50
- CANDOLLE (de), correspondant de l'Institut. L'origine des plantes cultivées. 1 vol. in-8. 3^e édition. Cart. 6 fr.
- COOKE et BERKELEY. Les Champignons, avec 110 figures dans le texte. 1 vol. in-8. 3^e édit. Cart. 6 fr.
- DAUBRÉE, de l'Institut. Les régions invisibles du globe et des espaces célestes. 1 vol. in-8 avec 78 figures. 2^e édit. Cart. à l'anglaise. 6 fr.
- FALSAN. La période glaciaire, principalement en France et en Suisse. 1 vol. in-8, avec 105 gravures et 2 cartes. Cart. 6 fr.
- HUXLEY (Th.). L'écrevisse, introduction à l'étude de la zoologie. 1 vol. in-8, avec 89 figures dans le texte. Cart. 6 fr.
- HUXLEY. La physiographie, introduction à l'étude de la nature. 1 vol. in-8, avec 128 figures dans le texte et 2 planches hors texte. 2^e édit. 8 fr.
- DE LANESSAN. Introduction à la botanique (*le Sapin*). 1 vol. in-8 avec fig. 2^e édit. Cart. 6 fr.
- || LE MONNIER. Anatomie et physiologie végétale. 1 vol. in-8, avec 103 figures dans le texte. 2^e édit. augmentée. 3 fr.

- LE MONNIER. Cours élémentaire de botanique. 1 vol. in-12 cart. à l'anglaise, avec 258 gravures. 5^e édition. 2 fr.
- LE NOIR. Histoire naturelle élémentaire (botanique, zoologie, géologie). 1 vol. in-12, 3^e édit., avec 251 figures dans le texte. 5 fr.
- LUBBOCK. Les fourmis, les guêpes et les abeilles. 2 vol. in-8, avec figures et planches en couleurs. Cart. 12 fr.
- LUBBOCK. Les sens et l'instinct chez les animaux, principalement chez les insectes. 1 vol. in-8, avec 136 gravures dans le texte, cartonné à l'anglaise. 6 fr.
- PERRIER (Edm.), de l'Institut. La philosophie zoologique avant Darwin. 1 vol. in-8. 2^e édit. Cart. 6 fr.
- QUATREFAGES (de), de l'Institut. L'espèce humaine. 1 vol. in-8. 10^e édit. 6 fr.
- QUATREFAGES (de), de l'Institut. Ch. Darwin et ses précurseurs français. 1 vol. in-8, 2^e édit. Cart. à l'anglaise. 6 fr.
- ROMANES. L'intelligence des animaux, avec préface de M. EDM. PERRIER. 2 vol. in-8. 2^e édit. Cart. 12 fr.
- DE SAPORTA et MARION. L'évolution du règne végétal. TOME I : *Les Cryptogames*. 1 vol. in-8, avec 85 figures dans le texte. Cartonné à l'anglaise. 6 fr.
- TOMES II et III : *Les Phanérogames*. 2 vol. in-8, avec 136 figures dans le texte. Cart. 12 fr.
- SCHMIDT (O.). La descendance de l'homme et le darwinisme. 1 vol. in-8, avec figures. 5^e édit. Cart. 6 fr.
- SCHMIDT (O.). Les mammifères dans leurs rapports avec leurs ancêtres géologiques. 1 vol. in-8, avec 51 figures. Cart. 6 fr.

TROUSSART. **Les microbes, les ferments et les moisissures.** 1 vol. in-8, avec 107 figures. 2^e édit. revue. Cart. 6 fr.

VAN BENEDEEN. **Les commensaux et les parasites dans le règne animal.** 1 vol. in-8, avec figures. 3^e édit. Cart. 6 fr.

DICTIONNAIRE ABRÉGÉ
DES
SCIENCES PHYSIQUES & NATURELLES
PAR
E. THÉVENIN

Revu par H. DE VARIGNY, docteur ès sciences.

4 fort vol. in-12 de 630 pages imprimé sur 2 colonnes. Cart. à l'anglaise. 5 fr.

Cet ouvrage est un guide indispensable à consulter pour les personnes se livrant à l'étude des sciences et qui, à chaque instant, peuvent se trouver arrêtées, dans un travail ou une lecture scientifique, soit par un mot technique nouveau, soit par un terme dont elles ne connaissent pas le sens exact et dont elles ne trouveront pas l'explication dans les lexiques français. Tous les termes se rapportant aux sciences suivantes : *physique, chimie* (avec les formules des corps composés), *géologie, minéralogie, agriculture, mathématiques, astronomie, physiologie, biologie*, etc., y sont succinctement expliqués.

Envoi franco contre mandat-poste.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

55. F. Paulhan. La physiologie de l'esprit.
56. Zurcher et Margolle. Les phénomènes célestes.
57. Girard de Rialle. Les peuples de l'Afrique et de l'Amérique.
58. Jacques Bertillon. La statistique humaine de la France (naissance, mariage, mort).
59. Paul Gaffarel. La défense nationale en 1792.
60. Herbert Spencer. De l'éducation.
61. Jules Barni. Napoléon 1^{er}.
62. Huxley. Premières notions sur les sciences.
63. P. Boudois. L'Europe contemporaine (1789-1879).
64. Grove. Continents et océans.
65. Jouan. Les îles du Pacifique.
66. Robinet. La philosophie positive.
67. Renard. L'homme est-il libre?
68. Zaborowski. Les grands singes.
69. Hatin. Le Journal.
70. Girard de Rialle. Les peuples de l'Asie et de l'Europe.
71. Doneaud. Histoire contemporaine de la Prusse.
72. Dufour. Petit dictionnaire des falsifications.
73. Henneguy. Histoire de l'Italie depuis 1815.
74. Leneveux. Le travail manuel en France.
75. Jouan. La chasse et la pêche aux animaux marins.
76. Regnard. Histoire contemporaine de l'Angleterre.
77. Bouant. Histoire de l'eau (avec fig.).
78. Jourdy. Le patriotisme à l'école.
79. Mongredien. Le libre échange en Angleterre.
80. Creighton. Histoire romaine.
81. P. Boudois. Histoire des mœurs et institutions de la France (depuis les origines jusqu'au xvii^e siècle).
82. P. Boudois. Histoire des mœurs et institutions de la France (depuis le xvii^e siècle jusqu'à la Révolution).
83. Zaborowski. Les mondes disparus (avec fig.).
84. J. Reinach. Léon Gambetta (avec fig.).
85. H. Beauregard. Zoologie générale (avec fig.).
86. Wilkins. L'antiquité romaine (avec fig.).
87. Maigne. Les mines de la France et de ses colonies.
88. Broquère. La médecine des accidents.
89. E. Amigues. A travers le ciel.
90. H. Gossin. La machine à vapeur (avec fig.).
91. Gaffarel. Les frontières françaises.
92. Dallet. La navigation aérienne (avec fig.).
93. Collier. Premiers principes des beaux-arts (avec fig.).
94. Larbalettrier. L'agriculture française (avec fig.).
95. F. Genevoix. Les matières premières.
96. Gossin. La photographie (avec fig.).
97. Monin. Les maladies épidémiques (avec fig.).
98. Faque. L'Indo-Chine française.
99. Petit. L'économie rurale et agricole.
100. Mahaffy. L'antiquité grecque (avec fig.).
101. Bère. Histoire de l'armée française.
102. F. Genevoix. Les procédés industriels.
103. Quesnel. Histoire de la conquête de l'Algérie.
104. A. Coste. Richesse et bonheur.
105. Joyeux. L'Afrique française.
106. G. Mayer. Les chemins de fer.
107. A. Coste. Alcoolisme ou Épargne.
108. Ch. de Larivière. Les origines de la guerre de 1870-1871.
109. L. Gérardin. La botanique générale.

BIBLIOTHÈQUE UTILE

I. HISTOIRE DE FRANCE

- Buchez. Mérovingiens.
 Buchez. Carolingiens.
 J. Bastide. Luites relig. des premiers siècles.
 J. Bastide. La Réforme.
 F. Morin. La France au moyen âge.
 Fréd. Lock. Jeanne d'Arc.
 Eug. Pelletan. Décadence de la mon. française.
 Carnot. La Révolution française. 2 vol.
 F. Lock. La Restauration.
 E. Zevort. Louis-Philippe.
 Doneaud. La marine franç.
 Bère. L'armée française.
 Quesnel. Conquête de l'Algérie.
 P. Gaffarel. La défense nationale en 1792.
 Jules Barni. Napoléon I^{er}.
 P. Bondois. Mœurs et institutions de la France. 2 vol.
 J. Reinach. L. Gambetta.

II. PAYS ÉTRANGERS.

- E. Raymond. L'Espagne.
 Collas. Empire ottoman.
 L. Combès. La Grèce.
 A. Ott. L'Asie et l'Égypte.
 A. Ott. L'Inde et la Chine.
 Ch. Rolland. L'Autriche.
 Eug. Despois. Les révolutions d'Angleterre.
 Blerzy. Colon. anglaises.
 P. Bondois. L'Europe contemporaine.
 Doneaud. La Prusse.
 Henneguy. L'Italie.
 Regnard. L'Angleterre.
 Creighton. Histoire rom.
 Wilkins. L'antiquité rom.
 Mahaffy. L'antiq. grecque.
 Faque. L'Indo-Chine française.

III. GÉOGRAPHIE. — COSMOGRAPHIE.

- Zurcher et Margollé. Les phénomènes célestes.
 Catalan. Astronomie.
 H. Blerzy. Torrents, fleuves et canaux.
 P. Secchi, Wolf et Briot. Le soleil et les étoiles.
 Boillot. La pluralité des mondes.
 Cesté. Géogr. physique.

Girard de Rialle. Peuples de l'Afrique et de l'Amérique.

Girard de Rialle. Les peuples de l'Asie et de l'Europe.

Grove. Continents et Océans.

Jouan. Les îles du Pacifique.

Amignes. A travers le ciel.

Gaffarel. Les frontières françaises.

Joyeux. L'Afrique franç.

IV. PHILOSOPHIE.
 Enfantin. Lavie éternelle.

Eug. Noël. Voltaire et Rousseau.

Léon Brothier. Histoire de la philosophie.

Victor Meunier. La philosophie zoologique.

Zaborowski. L'origine du langage.

F. Paulhan. La physiologie de l'esprit.

Renard. L'homme est-il libre ?

Robinet. La philosophie positive.

V. PHYSIQUE. — CHIMIE — SCIENCES PRATIQUES.

Benj. Gastineau. Le génie de la science.

Zurcher. Les phénomènes de l'atmosphère.

Morand. Introduction à l'étude des sciences.

Huxley. Premières notions sur les sciences.

Brothier. La mécanique.

Sanson. La chimie.

A. Lévy. Hist. de l'air.

Bouant. Histoire de l'eau.

Dufour. Dictionnaire des falsifications.

Dallet. Navigat. aérienne.

Gossin. La machine à vapeur.

Gossin. La photographie.

Mayer. Les chemins de fer.

VI. SCIENCES NATURELLES
 Zurcher et Margollé. Téléscope et microscope.
 Cruveilhier. Hygiène.
 Brothier. Hist. de la terre.
 Turck. Médec. populaire.
 E. Margollé. Les phéno-

mènes de la mer.
 Ch. Richard. Origines et fins des mondes.

Ferrière. Darwinisme.

Geikie. Géologie.

Zaborowski. L'homme préhistorique.

Zaborowski. Migrations des animaux.

Zaborowski. Les grands singes.

Jouan. La chasse et le ché des animaux ma

Zaborowski. Les mo disparus.

H. Beauguard. 2000.

Maigne. Mines de France.

Broquere. La médecine des accidents.

A. Larbalétrier. L'agriculture française.

Monin. Les maladies épid.

VII. ENSEIGNEMENT. — ÉCONOMIE POLITIQUE. — ARTS.

Corbon. L'enseignement professionnel.

Cristal. Les délassements du travail.

Leneveux. Le budget du foyer.

Leneveux. Paris municip.

Leneveux. Le travail manuel en France.

Laurent Pichat. L'art et les artistes.

Stanley Jevons. L'économie politique.

J. Bertillon. La statistique humaine.

Herbert Spencer. De l'éducation.

Hatin. Le journal.

Jourdy. Le patriotisme à l'école.

Mongredien. Libre échange en Angleterre.

Collier. Les beaux-arts.

Genevoix. Les matières premières.

Genevoix. Procédés industriels.

Petit. Econ. rur. et agric.

Coste. Richesse et bonh.

Coste. Alcoolisme et Épargne.

VIII. DROIT

Morin. La loi civile.

Jourdan. Justice crimina.