

COURS D'ÉTUDES SCIENTIFIQUES  
A L'USAGE DES CANDIDATS  
AUX DIVERS BACCALAUFRATS ET AUX ÉCOLES DU GOUVERNEMENT

ÉLÉMENTS D'HISTOIRE NATURELLE

# BOTANIQUE

COMPRENANT L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE  
ET LA CLASSIFICATION

Par V. DESPLATS

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS  
PROFESSEUR AU LYCÉE FONTANES, ETC.

NOUVELLE ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE

Par M. W. RUSSELL

Docteur ès sciences  
Membre du Conseil de la Société botanique de France, etc.

Avec nombreuses figures intercalées dans le texte



PARIS  
LIBRAIRIE CH. DELAGRAVE  
15, RUE SOUFFLOT, 15



Nº 11168

ÉLÉMENTS D'HISTOIRE NATURELLE

---

# BOTANIQUE

*Tout exemplaire de cet ouvrage non revêtu de ma griffe sera  
réputé contrefait.*

*C. H. D. Lagrange*





COURS D'ÉTUDES SCIENTIFIQUES  
A L'USAGE DES CANDIDATS  
AUX DIVERS BACCALAURÉATS ET AUX ÉCOLES DU GOUVERNEMENT

---

ÉLÉMENTS D'HISTOIRE NATURELLE

---

# BOTANIQUE

COMPRENANT L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE  
ET LA CLASSIFICATION

PAR V DESPLATS

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS  
PROFESSEUR AU LYCÉE FONTANES. ETC.

---

NOUVELLE ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE

Par M. W RUSSELL

Docteur ès sciences  
Membre du conseil de la Société botanique de France, etc.

---

Avec nombreuses figures intercalées dans le texte



PARIS  
LIBRAIRIE CH DELAGRAVE  
15, RUE SOUFFLOT 15

---

1894



# INTRODUCTION

---

## DIVISION DE LA BOTANIQUE.

I. La botanique est la connaissance des végétaux.

L'étude des végétaux peut être envisagée sous deux points de vue distincts dont chacun constitue une branche spéciale à laquelle correspondent souvent autant de subdivisions nouvelles.

Les deux grandes branches de la botanique sont : 1° la MORPHOLOGIE; 2° la PHYSIOLOGIE.

1° A la morphologie (de *μορφή*, forme; *λόγος*, discours) appartient l'étude de la substance propre des végétaux et de leurs éléments constitutants considérés au point de vue de la diversité des formes, de leur structure, de leurs dispositions relatives, enfin de leurs transformations.

Elle se partage en ANATOMIE et en ORGANOGÉNIE (de *ὄργανον*, organe; *γένος*, naissance), ou mode de formation et de développement des organes.

L'anatomie elle-même peut être distinguée en anatomie générale et en anatomie spéciale.

L'anatomie générale ou *histologie* (de *ἵστός*, tissu; *λόγος*, discours) s'occupe des parties élémentaires et fondamentales des organismes végétaux dont la réunion constitue les tissus et les organes.

L'anatomie spéciale ou ORGANOGRAPHIE (de *ὄργανον*, organe; *γράφω*, je décris) étudie les parties constituantes des plantes sous le point de vue purement morphologique; elle est au

règne végétal ce que l'anatomie descriptive est au règne animal.

2° La **PHYSIOLOGIE** (de φύσις, nature; λόγος, discours) considère les divers organes comme des instruments appropriés à l'accomplissement des fonctions dont l'ensemble constitue la vie végétale.

3° Enfin, comme application de la morphologie, on distingue encore deux autres subdivisions de la botanique, savoir : 1° la **PHYTOGRAPHIE** (de φυτόν, plante; γράφω, je décris) qui a pour objet la description des plantes et la détermination des caractères propres à chaque famille, à chaque genre et à chaque espèce; 2° la **TAXONOMIE** (τάξις, arrangement, et νόμος, loi) qui recherche les affinités et les différences existant entre les diverses espèces végétales et établit les lois générales sur lesquelles repose le groupement naturel des végétaux.

## IDÉE GÉNÉRALE DE L'ORGANISATION VÉGÉTALE

II. Les végétaux sont, comme les animaux, des corps organisés, c'est-à-dire composés d'organes ou d'instruments vitaux

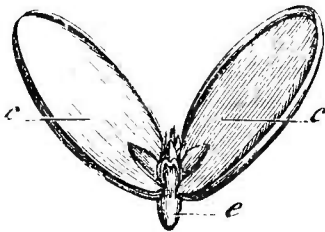


Fig. 1. — Graine d'Amandier.

*e*, embryon. — *c*, *c*, cotylédons.

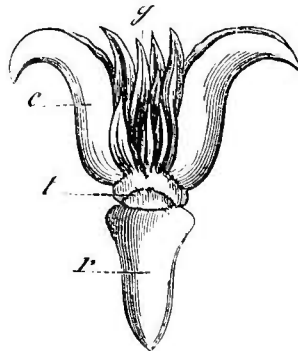


Fig. 2. — Embryon d'Amandier isolé, dont on a enlevé les cotylédons.

*r*, radicule. — *t*, tigelle. — *c*, *g*, gemmule.

dont les parties les plus ténues (*éléments anatomiques*), que l'on considère comme les dernières divisions de la substance organisée, jouissent de la propriété de se nourrir, de croître, de se



reproduire. Tous proviennent d'un germe organisé, contenu dans la *graine*, qui porte avec lui l'aptitude à reproduire un être semblable ayant une individualité propre.

Ce germe appelé *embryon* ou *plantule*, divisé en parties distinctes, consiste en un axe portant deux feuilles ou *cotylédons* minces ou charnues, suivant l'espèce végétale, entre lesquelles il se termine par deux cônes végétatifs, la *gemmule* d'un côté, la *radicule* de l'autre (fig. 1 et 2). Mise en contact avec la terre humide et dans des conditions favorables, la graine *germe*, c'est-à-dire développe l'embryon qu'elle renferme : on voit d'abord l'enveloppe séminale, par suite de son gonflement, se déchirer et, de cette solution de continuité, sortir le corps radicaire qui atteint rapidement une grande longueur et développe la racine qui s'enfonce dans le sol; à son tour, la tige et la gemmule enfermées dans la graine se redressent et s'étalent dans l'air; les cotylédons s'accroissent et, au contact de la lumière, se transforment en premières feuilles vertes, cet accroissement s'effectuant aux dépens des réserves nutritives qui sont accumulées soit dans les cotylédons, soit dans leur voisinage (fig. 3).

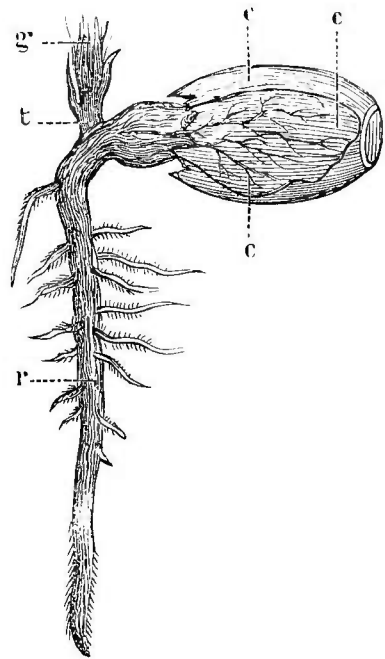


Fig. 3. — Germination d'un gland de Chêne.

*r*, racine. — *t*, tige. — *g*, gemmule.  
— *c*, *c*, cotylédons.

Lorsque l'embryon ne possède qu'un seul cotylédon, la plante est dite *monocotylédone*; lorsqu'il en possède deux, on la dit *dicotylédone*; lorsqu'il n'en possède aucun, on l'appelle *acotylédone*. La présence ou l'absence des cotylédons fournit un caractère de premier ordre pour l'établissement des grandes divisions fondamentales du règne végétal.

La connaissance de l'organisation générale de la plantule conduit naturellement à la connaissance du végétal adulte d'où il provient.

La vie, dans les plantes, se manifeste par deux ordres de fonctions : la *nutrition* qui a pour objet l'accroissement et la conservation de l'individu; la *reproduction* qui assure la perpétuité de l'espèce. A ces deux fonctions se rattachent deux séries d'organes plus ou moins compliqués, les organes de *nutrition* et les organes de *reproduction*.

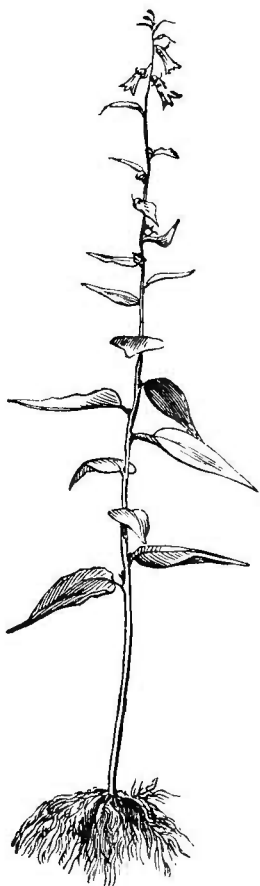


Fig. 4. — Un végétal entier (la Campanule) montrant la racine, la tige, les feuilles et les fleurs.

Les organes de nutrition consistent en un axe simple ou ramifié, long ou court, dont la partie aérienne, celle qui monte verticalement, s'appelle la *tige* et dont la partie qui plonge dans le sol porte le nom de *racine*. Sur la tige naissent les feuilles à l'aisselle desquelles apparaissent des bourgeons destinés à se développer en branches chargées de feuilles. Les racines, les tiges, les branches, les feuilles, les bourgeons concourent tous vers le même but, la nutrition et l'accroissement de la plante.

En effet, la racine enfouie dans la terre pompe les sucres nutritifs (*sève*); la tige les conduit dans toutes les parties ramifiées, tandis que les feuilles baignées par l'atmosphère servent à l'élaboration de ces sucres et y remplissent les mêmes fonctions que les racines.

Les organes de la reproduction sont les organes floraux, les *fleurs*, qui se montrent à l'aisselle des feuilles situées au sommet des rameaux; leur fonction est de donner naissance à des *graines* qui, en se développant, doivent reproduire de nouveaux individus et assurer ainsi la conservation et la perpétuité des espèces (fig. 4).

## COMPARAISON DES VÉGÉTAUX ET DES ANIMAUX

III. La vie, dans la nature, revêt deux formes particulières, le végétal et l'animal.

Ces deux sortes d'organismes présentent des caractères communs importants, ils offrent également certains caractères distinctifs, ainsi qu'on peut s'en assurer en faisant une comparaison rapide des deux règnes.

1° *Caractères chimiques.* — Considérée au point de vue chimique, la substance organisée des végétaux est formée des mêmes éléments simples que celle des animaux, savoir : l'oxygène, l'hydrogène, le carbone, l'azote, le phosphore, le chlore, le soufre, le silicium, le potassium, le sodium, le calcium, le fer, etc.; seulement le carbone y domine d'une manière remarquable.

Parmi les principes immédiats qui entrent dans la constitution des végétaux, les plus répandus sont des corps non azotés qui leur sont propres (cellulose, fécule, gommés, résines, huiles essentielles, acides végétaux); d'autres, tels que le sucre, les graisses, se trouvent dans les animaux et dans les plantes; mais chez les animaux, ce sont les corps azotés qui forment la masse des tissus (albumine, fibrine, caséine, etc.) dont quelques-uns entrent aussi dans les végétaux.

L'eau est un des éléments constituants de la plante; elle sert à dissoudre les substances solubles, imbibe les albuminoïdes des éléments végétaux et s'accumule dans leur intérieur pour former le liquide cellulaire. Chez les animaux, l'eau fait aussi partie intégrante des tissus et constitue la masse essentielle des liquides organiques (sang, chyle, lymphes, sécrétions diverses).

Les liquides des végétaux contiennent en dissolution de l'oxygène et de l'acide carbonique; les liquides animaux renferment aussi de l'oxygène et de l'acide carbonique; seulement l'acide carbonique prédomine dans les plantes et l'oxygène dans les animaux. Enfin, la substance des deux règnes ren-

ferme des sels et principalement des chlorures et des phosphates alcalins et terreux.

2° *Caractères morphologiques.* — L'organisation générale des végétaux est beaucoup plus simple que celle des animaux, et c'est là sans contredit l'une des causes principales des différences qu'on remarque dans les deux règnes. Sans doute l'élément fondamental de tout organisme végétal et animal est toujours la *cellule* qui, dans les premiers temps de son existence, présente la même composition chimique et la même constitution morphologique; ce n'est que par suite de métamorphoses ultérieures qu'apparaissent des différenciations entre ces deux sortes d'éléments.

En effet la cellule végétale a une membrane d'enveloppe distincte de son contenu et qui est essentiellement formée de cellulose; en outre, le protoplasma qu'elle renferme disparaît peu à peu et est remplacé par un liquide cellulaire ou par d'autres produits non azotés (amidon, sucre, acides végétaux, matières colorantes, etc.).

La cellule animale composée d'albuminoïdes imbibés d'eau n'éprouve que des modifications morphologiques insensibles et des changements chimiques presque nuls.

*Caractères physiologiques.* — L'organisation végétale étant moins compliquée, la division du travail physiologique n'est pas poussée aussi loin que chez l'animal. Cependant il n'y a là qu'une différence de degré, car dans les organismes animaux rudimentaires l'organisation aussi bien que le travail physiologique ne dépassent guère ce que l'on observe dans certains végétaux.

Pour se nourrir et croître, la plante emprunte au sol et à l'atmosphère des éléments minéraux qu'elle transforme en sa propre substance ou, en d'autres termes, qu'elle *s'assimile* : au sol, elle prend de l'eau et des sels; à l'atmosphère, elle prend de l'oxygène et de l'acide carbonique.

Sous l'influence de la radiation solaire et de la *matière colorante verte* ou *chlorophylle*, la plante décompose l'acide carbonique, fixe le carbone dans ses tissus à l'état de combinaison organique et exhale de l'oxygène : c'est ainsi qu'elle organise la



matière minérale et produit des albuminoïdes, des graisses, de l'amidon, etc. D'autre part, à la lumière comme à l'obscurité, la plante absorbe de l'oxygène et élimine de l'acide carbonique résultant d'une combustion lente des composés organiques.

Chez les animaux, les actes de la nutrition sont bien moins complexes puisqu'ils fixent dans leurs tissus des matériaux organisés (albuminoïdes, graisses, amidon, etc.), déjà préparés et qui n'ont besoin pour être assimilés que de subir quelques transformations chimiques. Ces matériaux, après être restés matière vivante pendant un certain temps, sont éliminés à l'état d'eau, d'acide carbonique et d'ammoniaque, en sorte que les éléments nutritifs nécessaires à la vie de la plante sont précisément ceux que l'animal rejette pendant le travail intime de la désassimilation. La vie végétative et la vie animale sont donc corrélatives l'une de l'autre : la plante organise la matière minérale ; l'animal la détruit et la fait revenir à son état primitif.

#### CARACTÈRES DISTINCTIFS DES VÉGÉTAUX ET DES ANIMAUX

IV. D'après ce que nous venons de dire on voit que les végétaux et les animaux présentent certains caractères distinctifs, mais si l'on veut chercher des caractères qui séparent d'une manière absolue ces deux catégories d'êtres vivants, on arrive forcément à reconnaître qu'il n'existe aucune démarcation bien tranchée entre les deux règnes ; l'un passe à l'autre par des degrés tellement insensibles, qu'on peut les considérer comme deux lignes partant d'un point commun.

Les différences que nous avons énumérées ne sont en effet décisives que pour les plantes et les animaux supérieurs ; elles disparaissent peu à peu à mesure que l'organisation se simplifie. Cependant il est certains caractères qui s'observent plus fréquemment chez les végétaux que chez les animaux, aussi a-t-on admis qu'ils établissent une distinction entre ces deux catégories d'êtres.

Ainsi la plupart des végétaux, à l'exception des Champignons et de quelques plantes parasites, possèdent de la chlorophylle ; cette substance manque chez les animaux, exception faite pour l'Hydre d'eau douce et la Bonellie.

La cellulose également ne se rencontre dans le règne animal que chez les Tuniciers, elle existe au contraire chez presque tous les végétaux, au moins à certains moments de leur existence.

---

# BOTANIQUE

---

## LIVRE PREMIER

### MORPHOLOGIE

---

## ANATOMIE GÉNÉRALE

### CELLULE VÉGÉTALE

**1. Constitution de la cellule végétale.** — Tout organisme végétal est composé de petits corps mous et distincts, à dimensions définies, visibles au microscope, auxquels on donne le nom d'*éléments anatomiques*, de *cellules*, d'*éléments cellulaires*.

Les cellules sont rarement isolées; le plus souvent, elles sont juxtaposées et intimement unies de manière à former ce qu'on nomme un *tissu cellulaire*.

Primitivement et dans la majorité des cas elles se composent de quatre parties : 1° une enveloppe homogène et continue de substance solide, incolore, légèrement transparente : la *membrane cellulaire*; 2° un contenu mou, granuleux, le *protoplasma*; 3° un corps arrondi à contour net, nommé le *noyau* de la cellule ou *nucleus*; 4° enfin dans la masse du protoplasma, disséminés de part et d'autre du noyau, des granules plus petits que lui et sensiblement de même forme, mais doués d'une activité propre, ce sont les *leucites* (fig. 5).

Membrane, protoplasma, noyau et leucites ont une composition chimique analogue, étant tous essentiellement formés par des principes azotés semblables à l'albumine et associés dans des proportions variées.

La membrane n'est entièrement de nature albuminoïde que dans les cellules très jeunes et chez quelques végétaux inférieurs; le plus souvent elle transforme de bonne heure sa couche externe en une substance ternaire dérivée du protoplasma et appelée *cellulose*.

Les quatre éléments de la cellule n'ont pas tous la même importance, car si l'on considère l'ensemble du règne végétal

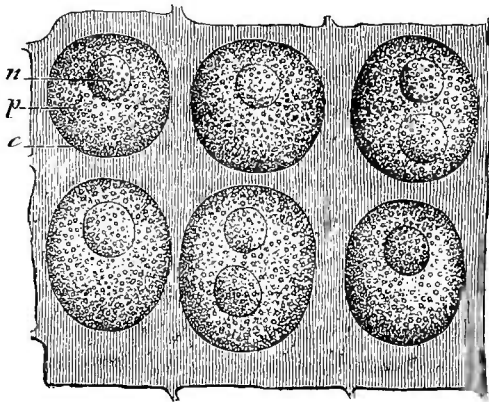


Fig. 5. — Cellules végétales jeunes.  
e, enveloppe. — p, protoplasma. — n, noyau.

on reconnaît que le noyau et les leucites peuvent parfois manquer. La membrane n'est au fond que la couche périphérique du protoplasma modifiée dans ses propriétés physiques et chimiques. Au contraire le protoplasma est la partie véritablement vivante de la cellule et le point de départ de toute l'organisation de la plante; aussi on lui donne

quelquefois le nom de *phytoplaste* (de *φυτόν*, plante; *πλαστής*, qui forme). Tant qu'elle contient du protoplasma, la cellule jouit de toutes les propriétés qui caractérisent la vie : elle se nourrit, croît et se reproduit, mais à mesure qu'elle avance en âge et que le volume augmente, le protoplasma diminue et se creuse de petites cavités isolées nommées vacuoles qui se remplissent d'un liquide appelé *suc cellulaire*. Ce liquide est la source où le protoplasma puise l'eau et les substances solubles du dehors dont il a besoin pour entretenir son activité: il est également le réservoir où le protoplasma déverse les matières solubles qu'il a élaborées. Aussi tient-il en dissolution les substances les plus diverses, sels minéraux et organiques, corps neutres azotés comme des diastases, des peptones, corps neutres ternaires comme des sucres, des glucosides, etc.

Le protoplasma persiste d'ordinaire pendant un temps assez long : on le voit se condenser en une masse adhérente à la paroi d'où s'échappent des filaments qui se portent dans l'intérieur de la cavité cellulaire en formant des mailles dans lesquelles s'accumule le suc cellulaire. Dans certaines cellules



plus avancées en âge (cellule du bois, du liège), le protoplasma disparaît complètement et la cavité reste remplie d'air ou d'eau; ces éléments ont alors terminé leur évolution; il ne reste que les squelettes de membranes cellulaires qui ne servent plus à la plante que par leur solidité, par leur pouvoir d'imbibition ou,

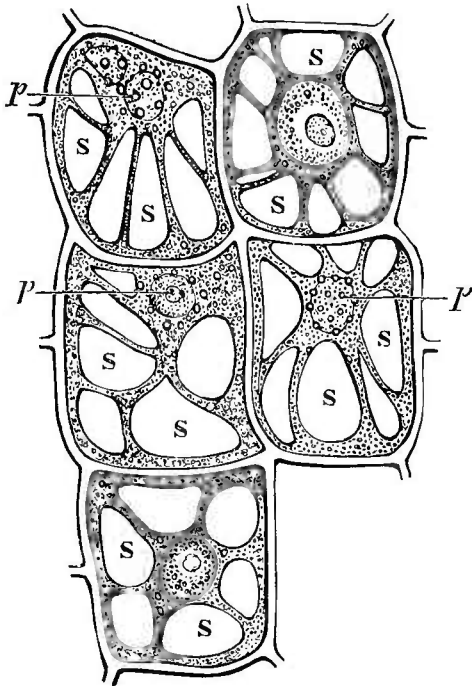


Fig. 6. — Cellules montrant les cavités cellulaires isolées.

*p*, protoplasma. — *s, s*, cavités remplies de suc cellulaire.

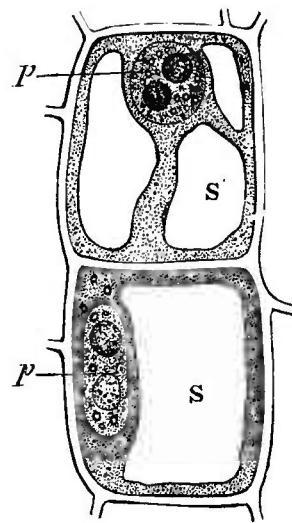


Fig. 7. — Les mêmes cellules plus âgées.

*p*, protoplasma. — *s*, suc cellulaire,

comme les cellules de bois, que de moyens de protection pour les cellules vivantes (fig. 6 et 7).

On peut observer les différents états par lesquels passent les cellules, sur la section d'un tissu en voie de formation, par exemple, dans la racine d'une Jacinthe placée pendant quelque temps dans l'eau : on voit d'abord, au centre, des cellules très jeunes remplies d'une masse de protoplasma entourée de cellulose; plus en dehors, des cellules dans lesquelles le protoplasma est divisé en filaments qui circonscrivent des vacuoles pleines de liquide; enfin à l'intérieur, des cavités pleines de liquide ou de gaz, séparées les unes des autres par la trame de cellulose.

## PROTOPLASMA

**2. Propriétés physiques et chimiques du protoplasma.** — Le contenu de la cellule, le protoplasma, la partie la plus importante au point de vue physiologique, consiste en une masse transparente tantôt molle et extensible, tantôt dure et cassante suivant la quantité d'eau qui l'imbibe : c'est un mélange de plusieurs albuminoïdes combinés à de l'eau et à des sels minéraux ; à certaines périodes de son évolution, il n'est pas rare d'y trouver des grains d'amidon, des granules de matière colorante verte (chlorophylle) et des gouttelettes de graisse.

Une chaleur de 70°, les acides faibles, l'alcool, le coagulent.

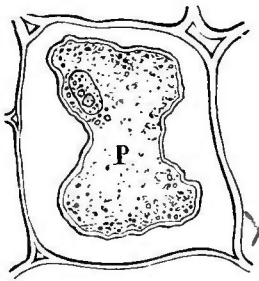


Fig. 8

P, protoplasma coagulé.

Ses réactions chimiques caractéristiques sont les suivantes : 1° traité par l'acide azotique puis lavé pour enlever l'excès d'acide, il se colore en brun jaune par la potasse ; 2° imbibé d'une dissolution de sulfate de cuivre puis traité par la potasse, il donne une coloration d'un beau violet ; 3° l'acide sulfurique concentré le colore en rose, puis en rouge.

Ces diverses réactions étant les mêmes que celles qui caractérisent les matières albuminoïdes, albumine, fibrine, caséine, on est en droit de considérer le protoplasma comme une réunion de ces mêmes matières ; d'où l'on peut conclure que la substance vivante des végétaux est, en certains moments du moins, la même que celle des animaux.

**3. Propriétés physiologiques du protoplasma.** — Le protoplasma se présente sous deux états, qu'on peut appeler l'état vivant et l'état mort : on peut, par des actions chimiques, telles que l'action de l'alcool, des acides, de la chaleur, le faire passer du premier au second état. Vivant, il est réfractaire à la pénétration des liquides colorés ; mort, il absorbe la matière colorante en proportion tellement considérable qu'il finit par prendre une teinte bien plus intense que la solution colorée.

Le protoplasma vivant manifeste son activité par des mouvements intérieurs et des déplacements extérieurs qui manquent à tous les autres corps connus.

Les déplacements extérieurs ne s'observent que dans les cellules dépourvues d'une membrane cellulosique ou ne possédant tout au moins qu'une bien faible enveloppe de cellulose ; les mouvements intérieurs existent dans toutes les cellules jeunes.

Le premier mode de mouvement est assez analogue à celui que possèdent dans la série animale certains Protozoaires ; il consiste soit en

une sorte de reptation accompagnée ou non de changements dans la forme extérieure, soit en une véritable locomotion déterminée par le jeu de cils vibratils, lesquels ne sont d'ailleurs que de minces filaments de protoplasma. Ex. : Anthérozoïdes des Mousses (fig. 9).

Les mouvements du protoplasma à l'intérieur des cellules pourvues d'une membrane commencent dès l'apparition du suc cellulaire au sein du corps protoplasmique. Ces mouvements sont très variés ; tantôt on voit le protoplasma émettre des prolongements en forme de rubans ou de réseaux qui se déplacent suivant certaines directions, tantôt il décrit des ondulations rapides qui entraînent, le long des parois, toutes les granulations qu'il renferme, etc. C'est, en un mot, une véritable circulation intracellulaire (fig. 10).

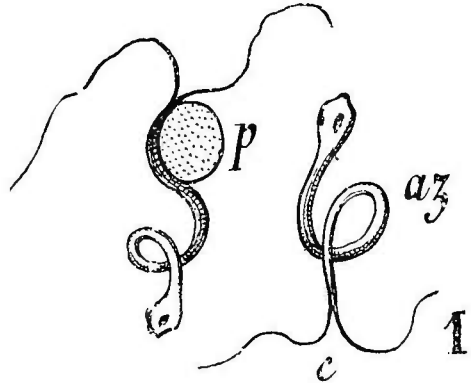


Fig. 9. — Anthérozoïdes des Mousses, doués de mouvements propres.

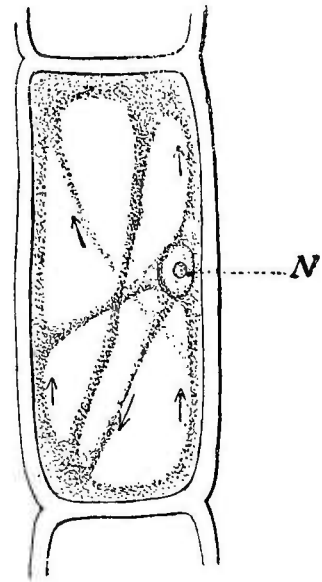


Fig. 10. — Circulation du protoplasma à l'intérieur d'un poil de Courge.

Noyau.

## NOYAU

4. Le noyau est, après le protoplasma, un élément constitutif fondamental du corps de la plante, car ainsi que nous le ver-

rons plus loin il joue un rôle actif dans la multiplication des cellules; néanmoins il peut parfois manquer chez certains végétaux inférieurs, notamment des Algues de l'ordre des Cyanophycées <sup>1</sup>

Le noyau est composé en majeure partie d'une matière albuminoïde phosphorée, la *nucléine*, dont la composition est exprimée par la formule  $C^{58} H^{49} Az^9 Ph^3 O^{44}$  et qui a la propriété de fixer avec une grande énergie diverses matières colorantes. Celles-ci colorent fortement le noyau au sein du protoplasma incolore, en rouge (fuchsine, carmin), en vert (vert de méthyle), en violet (violet de Paris, hématoxyline), en bleu (bleu d'aniline) (fig. 19 et 20).

La nucléine affecte dans le noyau la forme d'un filament pelotonné; les interstices sont occupés et le tout est revêtu par une matière albuminoïde qui diffère peu du protoplasma,

Fréquemment le noyau renferme un ou plusieurs corpuscules arrondis qu'on nomme des *nucléoles*.

La position du noyau dans la cellule dépend de la disposition même du protoplasma, au sein duquel il est et demeure plongé. Tantôt il est au centre, enveloppé par une couche de protoplasma, elle-même reliée par des bandelettes rayonnantes à la couche pariétale. Le plus souvent, le protoplasma se trouvant tout entier accumulé contre la paroi, le noyau est lui-même pariétal, niché dans l'épaisseur de la couche protoplasmique.

Quand la cellule perd son activité le noyau disparaît en même temps que le protoplasma.

## LEUCITES

5. Les leucites sont, comme le noyau, directement plongés dans le protoplasma fondamental dont ils se distinguent par leur grande réfringence.

Ils sont diversement disposés dans le protoplasma; assez fréquemment ils sont localisés dans la couche qui enveloppe le noyau, mais souvent aussi ils sont distribués autour du

1. L'absence de noyau chez les Cyanophycées n'est pas absolument certaine, car il semble, d'après les recherches entreprises cette année même par Bütschli, que c'est uniquement à cause de l'insuffisance des réactifs employés qu'on n'a pu le mettre en évidence chez ces Algues.



noyau et dans la couche pariétale et parfois dans le protoplasma pariétal seulement. On ne les voit jamais ni dans le suc cellulaire ni dans le noyau.

Pendant que la cellule s'accroît, les leucites qu'elle possédait à l'origine grandissent en même temps chacun pour son compte et quand ils ont acquis un certain volume ils se divisent par le milieu en deux leucites nouveaux, qui à leur tour croissent et plus tard subissent une nouvelle bipartition. Le nombre des leucites augmente de la sorte considérablement pendant la vie de la cellule (fig. 41).

Les leucites ont la faculté de former dans leur masse diverses substances spéciales de la plus haute importance pour la vie

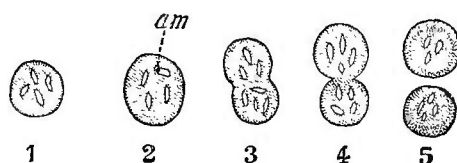


Fig. 41. — Multiplication des leucites par division  
1 à 5, états successifs; *am*, amidon.

des plantes. Les uns demeurent incolores et produisent de petits grains d'une substance ternaire de formule  $(C^{12} H^{10} O^{10})^3$  très réfringente, bleuissant par l'iode, qu'on nomme l'*amidon*; ce sont les *amyloleucites*. D'autres leucites donnent naissance sous l'influence de la lumière à des principes colorants, ce sont les *chromoleucites*. Parmi ceux-ci les plus importants sont les leucites verts ou *chloroleucites* dont la matière colorante est la *chlorophylle*.

Enfin, il existe une catégorie de leucites qui, au lieu d'être pleins comme les précédents, sont creusés d'une cavité renfermant les substances les plus diverses en dissolution dans de l'eau. Ce sont les *hydroleucites*.

## MEMBRANE CELLULAIRE

6. A la couche membraneuse qui limite le corps protoplasmique des cellules jeunes vient s'ajouter dans la grande majorité des cas un revêtement de cellulose. Cette nouvelle enveloppe, beaucoup plus épaisse et aussi plus visible que la couche albuminoïde qui la double à l'intérieur, constitue la *membrane*

*cellulaire* proprement dite. Pour la mettre en évidence, il suffit de contracter le protoplasma avec sa couche membraneuse, par l'action ménagée de l'alcool ou de la glycérine : elle reste en place (fig. 8).

Considérée au point de vue chimique, la cellulose est une matière ternaire ayant pour formule  $C^{12}H^{10}O^{10}$ , comme l'amidon et l'inuline. Elle est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Ses caractères chimiques sont les suivants : 1° elle bleuit sous l'action de l'iode et de l'acide sulfurique, caractère qui la distingue de l'amidon qui bleuit par l'action seule de l'iode; 2° elle se dissout dans le bleu céleste (dissolution ammoniacale d'azotite de cuivre); 3° traitée par le chlorure de zinc ioduré, elle se colore en bleu violacé.

La membrane cellulaire a pour partie fondamentale la cellulose, mais dans beaucoup de cas, elle subit certaines modifications chimiques qui ne permettent plus d'obtenir les réactions que nous venons d'indiquer.

On distingue quatre sortes principales de modifications : la *subérification*, la *lignification*, la *gélification* et la *minéralisation*.

1° **Subérification.** — La subérification s'observe dans les cellules du tissu nommé liège; elle se caractérise surtout par l'imperméabilité qu'elle communique aux membranes cellulaires. On remarque, en outre, que les membranes subérifiées sont particulièrement résistantes à l'égard des actions chimiques ou physiques capables d'altérer ou même de détruire la cellulose ordinaire. Ainsi l'acide sulfurique concentré, qui fait disparaître la cellulose, reste sans action sur les membranes subérifiées. Il n'est donc pas surprenant que la matière subéreuse apparaisse toutes les fois qu'il s'agit, pour une membrane de cellule, de résister longtemps à l'action destructive des agents atmosphériques. La couche de liège, qui fait partie de l'écorce chez beaucoup d'arbres, doit ses propriétés à cette substance; il en est de même de la mince couche, nommée *cuticule*, qui revêt les cellules épidermiques.

Les membranes subérifiées se colorent en rouge par la fuchsine, qui est sans action sur la cellulose pure.

2° **Lignification.** — Dans les parties dures des végétaux qu'on nomme le *bois*, les membranes de cellulose sont imprégnées d'une substance appelée *lignine* qui leur donne une grande solidité.

La membrane lignifiée se colore en rouge par la fuchsine comme la membrane subérifiée, mais à l'encontre de cette dernière elle prend une coloration jaune caractéristique en présence du sulfate d'aniline.

Dans les membranes lignifiées, de même d'ailleurs dans celles qui sont subérifiées on peut toujours faire réapparaître les propriétés de la cellulose normale par des réactifs appropriés; ainsi les lavages répétés à la potasse et à l'acide azotique débarrassent complètement la membrane des dérivés de la cellulose qui l'imprègnent.

**3° Gélification.** — La gélification ou transformation en mucilage ne s'observe en général que sur des cellules âgées. On la reconnaît à ce que la membrane est devenue très perméable à l'eau et se gonfle sous l'action de ce liquide, au point de simuler une sorte de dissolution.

La membrane gélifiée reste complètement incolore en présence des réactifs iodés et aucune action chimique ne peut lui rendre ses propriétés primitives; c'est un commencement de désorganisation de la membrane cellulaire. La gélification a surtout pour rôle de détruire certaines membranes qui sont devenues inutiles à l'organisme.

On observe cette transformation dans les couches superficielles des graines du Lin et du Coing qui sont employées pour rendre l'eau mucilagineuse, dans beaucoup d'Algues et de Champignons et aussi dans certaines cellules ligneuses qui se transforment en gomme, notamment chez le Cerisier, l'Abricotier, etc.

**4° Minéralisation.** — La minéralisation consiste en un dépôt de matières minérales entre les molécules organiques de la membrane; tantôt c'est de la silice, tantôt ce sont des sels de chaux qui viennent augmenter par leur présence la résistance et la solidité des membranes cellulaires.

Les membranes imprégnées de silice se rencontrent dans les cellules des Diatomées, dans les cellules épidermiques des Prêles et des Graminées.

Les sels de chaux sont des oxalates ou des carbonates qui se déposent soit à l'état de granules amorphes (Characées), soit le plus souvent en cristaux nichés dans l'épaisseur de la membrane (Conifères, Dragonniers, Joubarbe, etc.).

Quelquefois le dépôt s'effectue sur un prolongement épaissi de la membrane (cystolithes des Urticées).

## ACCROISSEMENT DE LA MEMBRANE CELLULAIRE

7. Une fois formée et tant qu'elle demeure étroitement appliquée contre la couche périphérique du protoplasma, la membrane croît en surface pour suivre l'extension du corps protoplasmique et en épaisseur afin de lui assurer une protection de plus en plus efficace.

Primitivement, c'est l'accroissement superficiel qui domine, puis survient l'accroissement en épaisseur; mais ni l'un ni l'autre ne s'effectuent généralement d'une manière régulière, de là résultent des changements non seulement dans la forme de la cellule, mais encore dans l'aspect de la surface cellulaire vue au microscope.

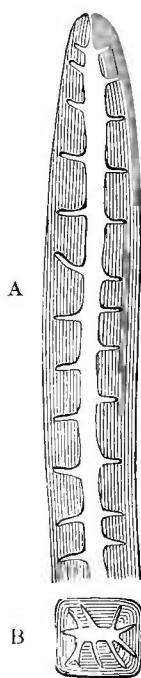


Fig. 12.

A, section longitudinale d'une fibre montrant la membrane épaissie et les canalicules. — B, section transversale.

L'épaississement peut faire saillie à l'extérieur quand la cellule est libre; il se produit toujours à l'intérieur quand la cellule est appliquée contre d'autres cellules voisines. Ces dépôts ainsi produits sont très variés dans la forme; ce sont, tantôt des bandes annulaires ou des rubans roulés en spirale; tantôt les dépôts s'étendant en surface, les places minces n'apparaissent plus sur l'épaisse membrane que comme des fentes, des réseaux et des ponctuations; quelquefois ces ponctuations donnent lieu à de véritables canaux qui traversent toute l'épaisseur de la membrane jusqu'à la paroi primitive qui même peut se résorber, ce qui favorise la circulation des suc d'une cellule à une autre (fig. 12).

Pendant longtemps, l'accroissement a été considéré comme le résultat de dépôts successifs, de couches concentriques dont la plus interne était, par conséquent, la plus jeune et la moins dense; cette théorie n'est pas exacte. Une étude plus attentive des faits montre que ce n'est pas la couche la plus intérieure qui est la moins dense et que l'épaississement

n'est pas formé de couches semblables : en effet, en examinant une section transversale, on y distingue des couches alternatives plus ou moins condensées comprises entre une couche interne et externe plus dense et plus résistante. Aujourd'hui, depuis les recherches de Wiesner, on admet que l'épaississement de la paroi cellulaire s'effectue par intussusception, c'est-à-dire de dedans en dehors par l'apport de molécules celluloseuses provenant directement du protoplasma cellulaire. La membrane, en effet, bien qu'étant solide et résistante est composée d'un ensemble de petits prismes appelés *dermatosomes*, laissant entre eux des espaces où peut circuler le protoplasma. Les molécules de cellulose, entraînées par les courants protoplasmiques, viennent se déposer sur les dermatosomes, de sorte que la membrane s'accroît comme les cristaux, c'est-à-dire par apposition de substance à la surface des éléments qui la constituent.

#### ASPECT DE LA MEMBRANE CELLULAIRE

8. Examinée au microscope, la membrane cellulaire présente les aspects les plus variés que le mode d'épaississement expli-

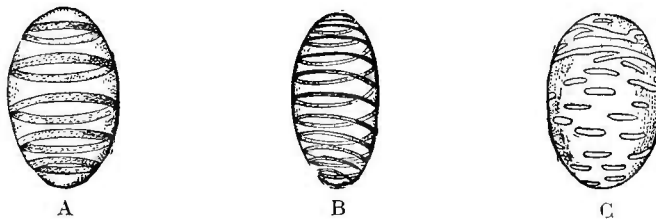


Fig. 13.

A, cellule annelée. — B, cellule spiralee. — C, cellule réticulée ou rayée.

que facilement. Vues par transparence, les parties épaissies sont opaques ; les parties minces se détachent en noir plus ou moins foncé ; de là, la distinction des cellules : en *cellules ponctuées, grillagées, ponctuées aréolées, rayées, annelées, réticulées, spiralees*.

1° Lorsque les parties minces sont de tout petits cercles, la cellule est dite *ponctuée* (fig. 16).

2° Lorsque les places minces (ponctuations) sont séparées par des bandes épaisses polygonées et rapprochées, la cellule

prend l'aspect d'un grillage ou d'un crible; la cellule est dite *grillagée* ou *criblée* (fig. 15).

3° Souvent, comme dans les cellules du bois, les espaces minces deviennent larges; la membrane en s'épaississant intérieurement surplombe ces parties, et le contour se trouve limité par deux cercles concentriques lorsqu'on examine la cellule de face; cette forme constitue les cellules *aréolées*. Ce phénomène peut se produire sur les deux faces de la paroi de séparation

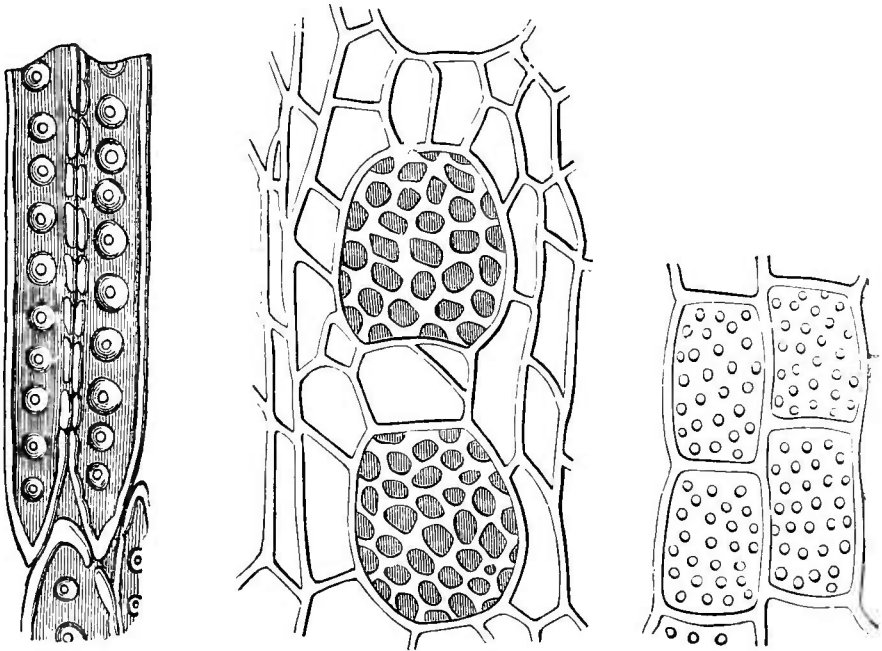


Fig. 14. — Cellules ponctuées aréolées. Fig. 15. — Cellules grillagées. Fig. 16. — Cellules ponctuées.

de deux cellules que la lame amincie divise en deux moitiés égales; la cavité lenticulaire ainsi formée apparaît alors comme un point sombre entouré d'un bourrelet saillant et opaque qui donne une ponctuation aréolée. C'est surtout dans le tissu ligneux des arbres de la famille des Conifères que l'on observe cette disposition qui, d'ailleurs, peut se trouver aussi dans d'autres plantes (fig. 14).

4° Dans d'autres circonstances, les dépôts formés limitent des cercles parallèles obscurs, c'est ce qu'on appelle une *cellule annelée*, ou bien de simples petites bandes parallèles, c'est une *cellule rayée*, ou bien enfin la masse épaissie consiste en une lame qui se contourne en hélice, on dit que c'est une *cellule spiralée* (fig. 13).

## FORME DES CELLULES

9. Les cellules végétales sont dans le premier âge sphériques ou polyédriques. Elles sont en général sphériques lorsqu'elles ne rencontrent pas d'obstacles à leur développement, dans le cas contraire, le plus fréquent d'ailleurs, elles sont polyédriques (fig. 17).

Il est rare que les cellules, en grandissant, conservent leur contour primitif, car leur accroissement est ordinairement plus rapide dans certains points, plus lent sur d'autres, ce qui entraîne des modifications de forme.

Une cellule cubique, par exemple, s'étire en un long prisme ou s'aplatit en une large table si l'accroissement le plus grand s'effectue sur les faces latérales ou sur les faces supérieures et inférieures (fig. 18).

Elle s'arrondit en sphère si la croissance est plus forte que sur les angles. Elle devient une étoile à six branches, si le centre de chaque face s'accroît seul.

Les cellules dont l'accroissement est très intense en deux points opposés de leur surface et faible au contraire dans les directions perpendiculaires à l'axe principal d'accroissement tendent à prendre la forme prismatique ou la forme cylindrique. Tantôt leur membrane reste mince et leur diamètre est constant dans toute la longueur; ce sont alors des tubes que l'on rencontre dans certaines Algues, dans les poils et les vaisseaux des plantes vasculaires, etc. Tantôt la membrane s'épaissit, la cellule elle-même s'effile à ses extrémités comme un long fuseau; cette forme de cellule porte le nom de *fibres* (fig. 12), on la rencontre chez les plantes vasculaires. Lorsque l'accroissement se fait surtout en largeur, les cellules peuvent s'aplatir considérablement suivant une

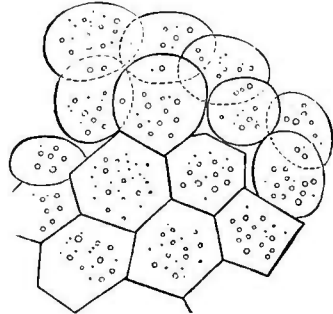


Fig. 17.

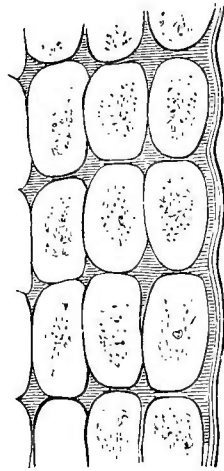


Fig. 18.



même dimension de manière à se réduire à des lamelles d'une minceur extrême.

Les cellules arrondies sur leurs angles sont très communes dans la moelle et dans l'écorce. Ces cellules se séparent çà et là les unes des autres, par un dédoublement local des lames cellulosesques mitoyennes en deux feuillets qui s'écartent plus ou moins; il en résulte des *espaces intercellulaires* qui vont en s'agrandissant à mesure que la forme arrondie de la cellule devient plus marquée (fig. 17). Si ces espaces sont plus petits que les cellules qui les bordent, ce sont des *méats*; s'ils sont plus grands que les cellules de bordure, ce sont des *lacunes* ou des *chambres*.

Outre ces cellules arrondies, mais continuant à former un tissu, on en trouve d'autres de la même forme qui s'isolent complètement les unes des autres, et forment une poussière destinée à quitter le lieu où elle a pris naissance : tels sont les spores des Cryptogames, les grains de pollen des Phanérogames et enfin quelques végétaux de taille minime et chez lesquels l'individu tout entier se réduit à une cellule (*Protococcus*, *Micrococcus*, etc.). Les cellules étoilées sont relativement rares, on les rencontre dans la tige des Jones dont elles constituent exclusivement la moelle et dans la Fève des marais. Les *cellules rameuses* qui se trouvent dans les feuilles persistantes et dans l'écorce de quelques plantes peuvent être rapprochées des cellules étoilées.

Ces diverses formes morphologiques jouent un rôle particulier dans la vie de la plante et concourent à un but commun et suivant ce but, elles subissent des transformations chimiques de natures diverses et donnent naissance à des produits non moins divers.

## MULTIPLICATION DES CELLULES

10. Toute jeune cellule tire son origine d'une autre cellule; son protoplasma, de même que son noyau et ses leucites dérivent respectivement du protoplasma, du noyau et des leucites d'une cellule préexistante.

On distingue trois procédés pour la formation des nouvelles

cellules : la *division* ou *segmentation*, dans laquelle une *cellule mère* donne naissance à deux *cellules filles*; la *conjugaison*, où au contraire la jeune cellule résulte de l'union intime de deux cellules préexistantes; la *rénovation* ou *rajeunissement*, c'est-à-dire la formation d'une cellule nouvelle par la modification du protoplasma d'une cellule déjà existante.

**11. Division.** — La division est le mode de multiplication que l'on observe généralement dans la genèse des cellules; c'est le procédé ordinaire de formation des tissus.

Le phénomène de la division cellulaire est toujours précédé

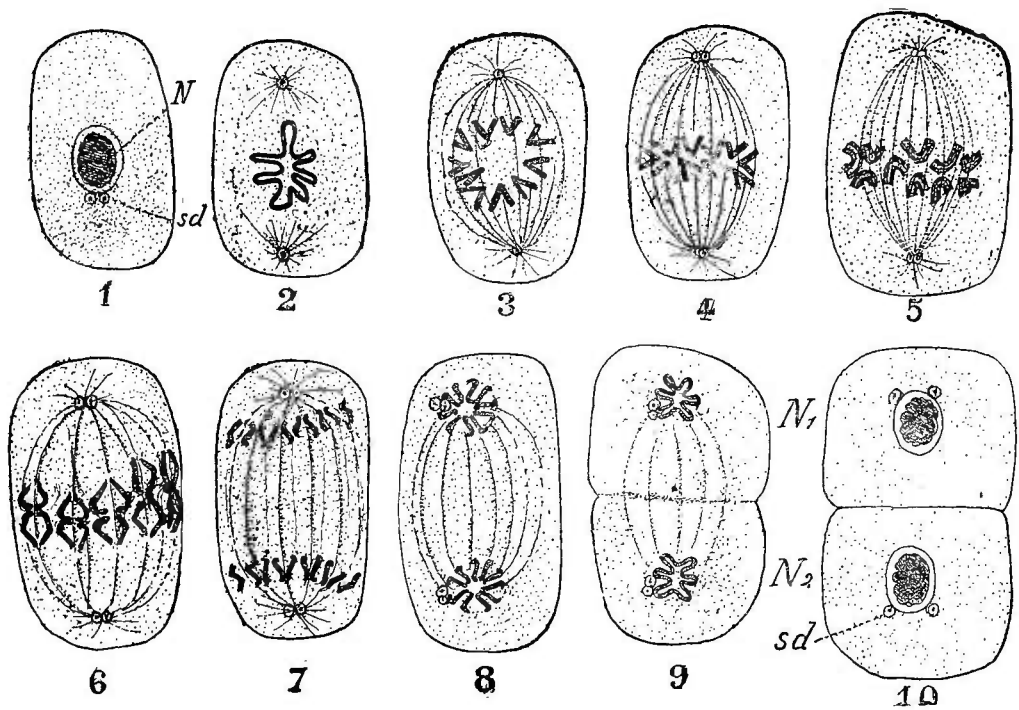


Fig. 19. — Schéma des phases successives de la division d'une cellule.

*sd*, sphères directrices; *N*, noyau.

de la bipartition du noyau. Cette bipartition du noyau comprend une série de phases dont voici les principales (fig. 19).

Au début, avant toute modification du noyau, on voit se former dans le protoplasma aux deux pôles de la cellule, une condensation locale et bientôt autour de ces amas protoplasmiques, désignés sous le nom de *sphères directrices*, se montrent des stries rayonnantes. Puis la membrane du noyau ainsi que son nucléole se ramollissent et se dissolvent dans le

protoplasma; le filament pelotonné de nucléine subsiste seul et, se trouvant libre, se déroule peu à peu. Quand il s'est suffisamment étalé, il se coupe en un certain nombre de tronçons ou de baguettes, droites ou bien courbées en arc ou en fer à cheval. Le nombre de ces bâtonnets semble assez fixe dans une même plante, il est de douze dans le sac embryonnaire du *Lis*, de seize dans le *Listera ovata*, etc.

Dès avant la rupture du filament, ceux des filets rayonnants qui des deux pôles se dirigeaient vers le noyau, se sont étendus dans la substance qui sépare les replis du filament et se sont rejoints, formant ainsi une sorte de fuseau qui dérive du protoplasma ambiant. Les fils de ce fuseau sont en même nombre que les bâtonnets de nucléine.

Les bâtonnets, peu après leur séparation, tendent à se rapprocher du plan passant par l'équateur du fuseau, en même temps qu'ils vont s'appuyer sur un des fils protoplasmiques. Finalement ils arrivent à former tous ensemble une sorte de lame qu'on nomme *plaque nucléaire*. Chacun d'eux alors se fend dans toute sa longueur en deux segments pareils qui se séparent et glissent sur le fil correspondant du fuseau, en s'écartant l'un de l'autre et en se rapprochant de plus en plus des pôles. A chacun de ceux-ci viennent s'accumuler en un groupe compact les moitiés de même sens des bâtonnets primitifs. Là, ces nouveaux bâtonnets s'accolent et s'enchevêtrent, puis se revêtent de protoplasma pour constituer les deux noyaux.

Les fils du fuseau subsistent après la bipartition du noyau, et continuent à relier les deux jeunes noyaux, leur nombre s'accroît même considérablement et la forme du système qu'ils constituent s'élargit dans le plan équatorial, jusqu'à atteindre les limites de la cellule mère. Puis chacun d'eux se renfle en son milieu et prend une nodosité qui s'étend latéralement et vient se fusionner avec celle des filets voisins, pour constituer une membrane qui sépare définitivement les deux cellules filles (fig. 20).

A côté de la segmentation véritable se place un autre mode de multiplication qui en diffère très peu. C'est le *bourgeoisement*, qui s'observe par exemple chez la *levure de bière*; il est caractérisé par l'apparition à la face externe des cellules, de saillies dans lesquelles les masses protoplasmiques s'accumulent. Ces excroissances, après avoir atteint la taille de

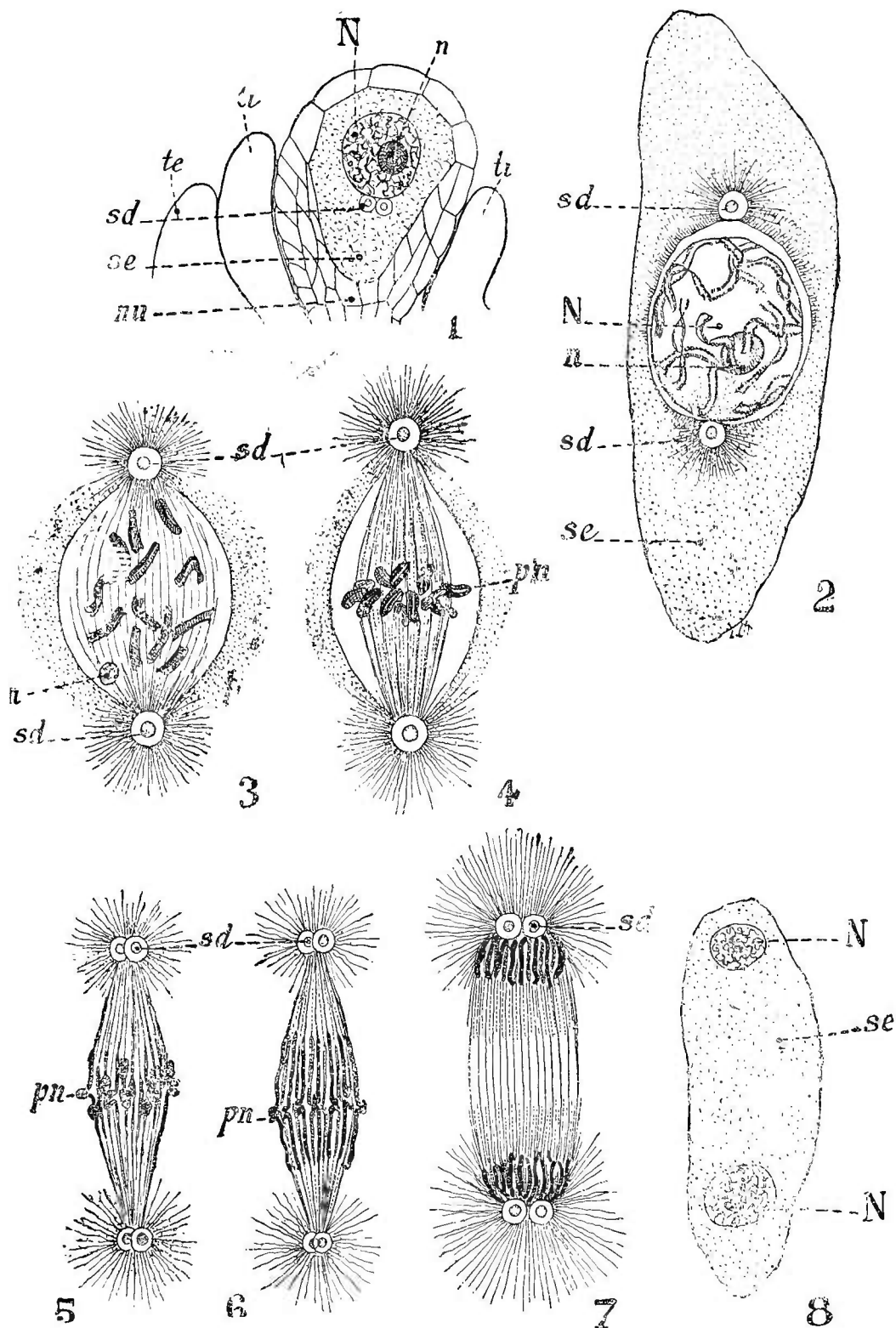


Fig. 20. — Première division du noyau du sac embryonnaire chez le *Lis* (d'après M. Guignard).

1, coupe longitudinale d'un jeune ovule; *se*, sac embryonnaire; *N*, son noyau; *n*, le nucléole; *sd*, sphères directrices; 2, sac embryonnaire isolé plus fortement grossi; 3 à 7, états successifs de la division du noyau; *pn*, plaque nucléaire; 8, sac embryonnaire après la division du noyau.

la cellule primitive, s'isolent et constituent de nouvelles cellules.

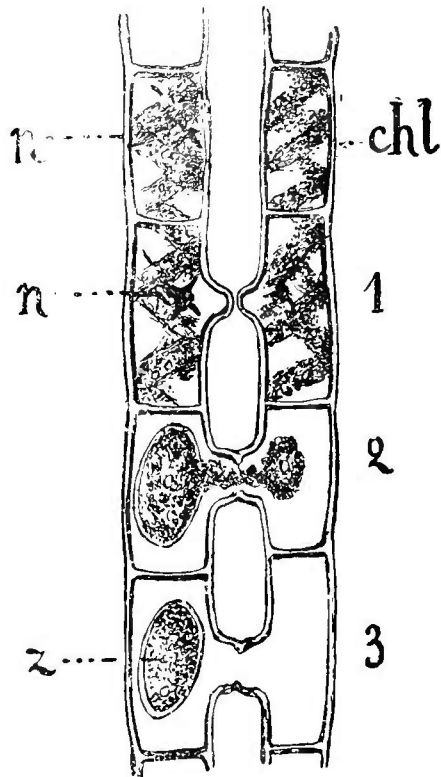


Fig. 21.

1, 2, 3, phases successives de la conjugaison chez une Algue (*Spirogyra*).

**12. Conjugaison.** — Il y a conjugaison quand deux cellules s'unissent et se pénètrent l'une l'autre au point de disparaître comme telles et de se fondre en une cellule unique (fig. 21).

C'est toujours par conjugaison que se forme l'œuf, c'est-à-dire la cellule mère de la plante.

**13. Rénovation.** — La rénovation est la formation d'une cellule nouvelle par le protoplasma d'une cellule déjà existante; à cet effet, le contenu exsude de la cellule, s'organise après qu'il s'est fixé et acquiert en se transformant des propriétés nouvelles. Ce mode de multiplication des cellules ne se

rencontre que chez les Cryptogames.

## PRODUITS CELLULAIRES

**14.** La cellule est l'élément actif de la plante; c'est dans son intérieur que se forment aux dépens du protoplasma les substances chimiques que fournit le règne végétal.

Ces substances sont les unes azotées (albumine, fibrine, légumine, glutine, etc.), les autres non azotées (amidon, fécule, gomme, graisses, etc.).

On y trouve des sels minéraux (chlorures, carbonates, sulfates, phosphates de potassium, de sodium, de calcium, etc.), des acides comme l'acide tartrique, oxalique.

Nous allons étudier successivement les plus importantes de ces matières.

TABEAU DES SUBSTANCES CONTENUES DANS LES CELLULES

Corps albuminoïdes..	}	Albumine, légumine, glutine, aleurone, chloro- phylle, matières colorantes, alcaloïdes.
Corps hydrocarbonés.		Amidon, fécule, inuline, sueres, gommes, acides végétaux, essences volatiles, etc.
Corps gras.....	}	Huiles, graisses, eire, résines, etc.
Matières minérales...		Carbonates, oxalates, phosphates, tartrates, sul- fates, etc., de chaux de potassium, de sodium, de magnésium, etc., silice, fer, etc.

### SUC CELLULAIRE

15. Primitivement, comme nous l'avons déjà dit, la cavité cellulaire est remplie par le protoplasma enveloppant un noyau. Mais bientôt, par suite de développements ultérieurs, le protoplasma se réduit de plus en plus, et semble se creuser de petites cavités ou vacuoles qui, d'abord isolées et limitées par des traînées protoplasmiques, se fondent en une seule dans laquelle apparaît le liquide cellulaire. Pendant longtemps on a cru que ces vacuoles étaient creusées directement dans le protoplasma et lui appartenaient en propre. Aujourd'hui il est démontré, particulièrement depuis les recherches de M. Van Tieghem, que ces vacuoles ne sont autres que des leucites particuliers creusés d'une cavité renfermant de l'eau. Ces leucites aquifères ont reçu le nom d'*hydroleucites*. Ce sont eux qui renferment le suc cellulaire pendant toute la vie de la cellule, et ce n'est que lorsque le protoplasma et tous les leucites ont disparu que le liquide arrive à toucher directement la membrane et à remplir tout le volume qu'elle circonscrit.

Les hydroleucites existent dans toutes les cellules vivantes. Ils ne manquent que chez les Algues de l'ordre des Cyanophycées, qui sont d'ailleurs également dépourvues de leucites pleins et même de noyau.

Le rôle des hydroleucites est très important dans la nutrition et la croissance de la cellule. Ils sont d'abord les réservoirs où le protoplasma, le noyau, les leucites pleins et la membrane puisent l'eau qui leur est nécessaire.

En attirant l'eau ils se dilatent et exercent ainsi sur le protoplasma et sur la membrane une pression souvent énergique. La tension entre le contenu et la membrane est ce que l'on appelle la *turgescence* de la cellule.

Outre ce rôle mécanique, les leucites aquifères ont aussi une grande activité chimique, ils forment des albuminoïdes, du sucre, de la gomme, des tannins, des principes colorants solubles, etc.

### MATIÈRE AMYLACÉE

16. Les plantes sont des organismes essentiellement producteurs de matière amylacée, qui prend le nom d'*amidon* quand elle provient des céréales, et de *fécule* quand on l'extrait de la pomme de terre. Nulle substance organisable n'est plus répandue que l'amidon; on le trouve dans presque toutes les plantes, tantôt dans un organe, tantôt dans un autre, aux différentes périodes de la végétation. Les plantes en produisant une quantité bien plus considérable que celle qui est nécessaire à leur nutrition et à leur accroissement, l'excédent s'emmagasine dans les cellules pour y être utilisé plus tard et servir à d'autres développements.

17. **Propriétés physiques de l'amidon.** — L'amidon se présente sous la forme de petits grains solides composés de couches concentriques. Ces grains ont des dimensions qui varient entre des limites très étendues : les plus gros, ceux qui proviennent des tubercules des pommes de terre de Rohan, atteignent 0 m. 02; les plus petits, ceux du *Chenopodium quinoa*,

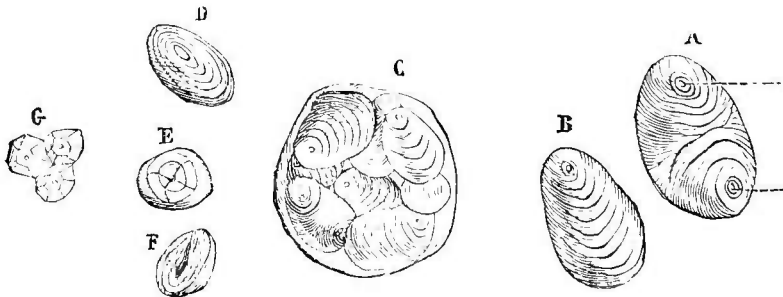


Fig. 22. — Grains de diverses fécules très grossis.

Grains de fécule. — A, B, fécule de pomme de terre; h, h, hile. — C, cellule remplie de grains de fécule, prise sur la pomme de terre. — D, E, F, fécule de froment; le grain F a été coupé vers son milieu. — G, fécule de maïs.

ont à peine 0 m. 002. Jeunes, ils ont la forme sphérique ou ovoïde, mais, par suite de leur inégal accroissement, ils deviennent souvent très irréguliers. Ils sont insolubles dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther (fig. 22).

**18. Propriétés chimiques de l'amidon.** — Sous l'influence de l'eau et de la chaleur, l'amidon éprouve des changements très importants : broyé dans un mortier rugueux avec une grande quantité d'eau, il se dissout en partie en laissant l'enveloppe extérieure de chaque grain qui est insoluble; chauffé vers 75° avec une petite quantité d'eau, il se gonfle considérablement et forme une masse gélatineuse qu'on appelle *empois*. Tous les acides faibles, vers 100°, le convertissent en dextrine puis, par une action prolongée, en glucose. Enfin, un des caractères chimiques les plus tranchés et qui sert à le distinguer, c'est la coloration bleue foncée que l'iode libre lui communique. Mais l'eau d'iode qui donne avec la fécule une belle couleur bleue produit avec l'amidon des colorations très variables, suivant l'état de désagrégation de celui-ci, colorations qui sont le bleu, le bleu violet, le violet et finalement le rouge.

**19. Composition chimique de l'amidon.** — La matière amylicée qui forme les grains d'amidon est composée de carbone, d'oxygène et d'hydrogène dans la proportion de l'eau; c'est donc un hydrate de charbon ( $C^{12}H^{10}O^{10}$ ); mais, dans chaque grain, il y a en outre de l'eau d'*organisation* et des traces de sels. Cette matière offre la plus grande analogie avec la cellulose par sa composition et ses propriétés; seulement, on admet dans chaque grain deux sortes de matières amylicées, l'une facilement soluble dans l'eau, la *granulose*, qui donne une belle coloration bleue par l'action de l'iode, l'autre, plus difficilement soluble et plus résistante aux réactifs, qui se rapproche surtout de la cellulose par ses propriétés et qui a reçu le nom de *cellulose amylicée*. On peut facilement isoler la granulose soit par une macération des grains d'amidon dans l'eau à une température comprise entre 40 et 50°, soit même en triturant l'amidon en présence de l'eau froide : on obtient une dissolution de granulose et pour résidu la cellulose amylicée qui représente le squelette du grain d'amidon; cette trame ne représente que les deux à six centièmes du poids de chaque grain.

Un phénomène de dissolution analogue se produit dans la plante vivante et c'est toujours sous l'influence du protoplasma et de ferments azotés solubles, que cette dissolution a lieu : c'est ce que l'on observe dans la germination où, par l'action de la *diastase*, la matière amylicée contenue dans les



cotylédons (haricots) ou dans l'albumen (céréales) se transforme en dextrine d'abord, puis en sucre. Cette propriété de pouvoir se dissoudre dans les cellules vivantes permet le transport de cette matière d'une partie d'un végétal à un autre et cela plusieurs fois de suite.

**20. Structure des grains d'amidon.** — Chaque grain est constitué par une série de couches concentriques qui se sont déposées autour d'un centre d'action, le noyau du grain, qui est le point central ou le *hile*; seulement ces couches ont des densités bien différentes, ce qui résulte d'une répartition inégale de l'eau d'organisation.

Les grains d'amidon s'accroissent par apposition, c'est-à-dire par dépôts successifs à l'extérieur de molécules nouvelles en dehors des anciennes. Quelquefois une même masse solide contient plusieurs noyaux, on a alors ce que l'on appelle un *grain composé*.

Les grains composés proviennent de l'union de grains primitivement isolés.

**21. Formation des grains d'amidon.** — L'amidon apparaît sous forme de granules extrêmement petits à l'intérieur des leu-

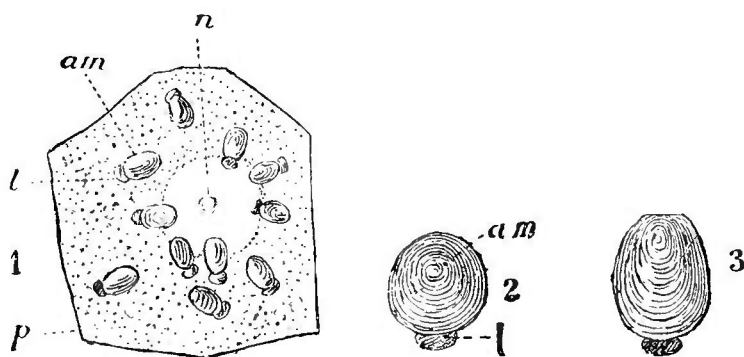


Fig. 23. — Formation des grains d'amidon dans la Pomme de terre.

1, cellules contenant des leucites *l* en train de former des grains d'amidon *am*; *n*, noyau; *p*, protoplasma; 2 et 3, leucites plus fortement grossis, avec les grains d'amidon.

cites, aussi bien dans les leucites incolores que dans les leucites colorés. La production des grains d'amidon est une des fonctions principales des leucites colorés et particulièrement des chloroleucites, elle est pour ainsi dire l'unique but des leucites incolores; aussi désigne-t-on souvent ceux-ci sous le nom d'*amyloleucites*.

Les grains d'amidon naissent, tantôt en un point quelconque

de la masse du leucite, tantôt seulement dans sa couche superficielle (fig. 23).

Dans le premier cas, comme ils sont enveloppés de toutes parts par la substance du leucite, et également nourris de tous les côtés, ils prennent et conservent une structure concentrique. Petits et souvent fort nombreux, ils se soudent parfois alors de manière à former un grain composé.

Dans le second cas, ils ne tardent pas à faire saillie à l'intérieur du leucite, auquel ils demeurent attachés par la base pendant que l'extrémité s'avance librement vers l'extérieur. Ils atteignent d'ordinaire d'assez grandes dimensions et prennent une structure excentrique parce que le côté par où ils s'appuient sur le leucite croît beaucoup plus que le côté opposé.

Qu'ils soient nés dans la profondeur du leucite ou dans le voisinage de sa périphérie, à mesure que les grains d'amidon grandissent, le leucite formateur se réduit de plus en plus et finit par laisser les grains libres dans le protoplasma.

**22. Siège de la matière amylacée.** — A une certaine période de la végétation les diverses parties d'une plante contiennent de l'amidon ou de la fécule; mais il est certains organes où cette substance s'accumule de préférence; ce sont : les graines, les fruits, les tiges et les parties souterraines.

1° Dans les graines, on la trouve soit dans l'embryon, comme cela a lieu dans les Légumineuses (haricots, fèves, lentilles), soit dans la partie qui entoure l'embryon, c'est-à-dire l'albumen, comme on l'observe dans le blé, l'orge, l'avoine, le riz, etc.

2° Dans les fruits, le péricarpe contient de l'amidon; mais il disparaît à la maturité et se change en sucre; ex. : la Banane.

3° On trouve de la fécule dans la tige des Sagoutiers, de la famille des Palmiers.

4° Les parties souterraines (rhizomes, bulbes, tubercules et racines) sont des organes dans lesquels s'emmagasinent des quantités énormes de fécule; nous citerons : la Pomme de terre (*Solanum tuberosum*); la Batate ou Patate (*Batatas edulis*), le Manioc (*Manihot utilisima*), l'Arrow-root des Anglais (*Maranta arundinacea*), etc.

## INULINE

23. L'inuline est ainsi nommée parce qu'elle a été découverte dans la racine de l'Aulnée (*Inula Helenium*) : c'est une substance dont les grains ressemblent à ceux d'amidon sans noyau. Elle se rencontre en dissolution dans le suc cellulaire d'un grand nombre de plantes de la famille des Composées. Les tubercules de Dahlia, les racines de Topinambour, l'axe aplati et charnu qui supporte les fleurs de l'Artichaut et du Chardon sont très riche en inuline. Sa composition est la même que celle de l'amidon ( $C^{12}H^{10}O^{10}$ ); mais elle s'en distingue en ce qu'elle est soluble dans l'eau bouillante et que l'iode la colore en brun.

## CHLOROPHYLLE

24. La matière colorante verte si généralement répandue dans le règne végétal prend le nom de chlorophylle (de *χλωρός*, vert, et *φύλλον*, feuille). Elle est très abondante, à certains moments, dans les cellules des feuilles où elle se présente sous forme de petites masses arrondies ou polyédriques qui ne sont autres que des leucites verts ou *chloroleucites*, communément appelés *grains de chlorophylle*. Les chloroleucites ne contiennent qu'une très faible proportion de matière colorante; celle-ci est soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, le chloroforme, qui sont au contraire sans action sur les substances protoplasmiques. Si au moyen d'un de ces dissolvants on décolore le leucite, celui-ci conserve sa forme primitive et ne subit même aucune réduction sensible de volume.

25. **Formation et multiplication des grains de chlorophylle.** — Les grains de chlorophylle apparaissent d'abord incolores dans le protoplasma cellulaire. Puis leur matière colorante se développe en passant du jaune clair au vert d'abord tendre, à la fin très vif. Dans la plupart des plantes, l'action de la lumière est indispensable à la formation des grains de chlorophylle, qui restent jaunâtres si la plante vit dans l'obscurité; c'est ce que l'on peut remarquer sur les pousses des végétaux qui sont nés dans un endroit obscur. Les organes qui présentent cette colo-

ration sont dits *étiolés* et leur matière colorante a reçu le nom d'*étioline* ou de *xanthophylle*. Par une exception remarquable, les cotylédons des Conifères et les feuilles des Fougères forment de la chlorophylle dans l'obscurité la plus profonde.

Comme les leucites en général, les grains de chlorophylle peuvent se multiplier par division, lorsque l'accroissement de la cellule qui les contient l'exige.

La division s'opère ordinairement par un étranglement qui, partant de la périphérie du grain, perpendiculairement à sa plus grande longueur, atteint peu à peu le centre.

**26. Composition chimique de la chlorophylle.** — La composition chimique de la chlorophylle n'est connue que depuis peu de temps, car on est longtemps resté sans obtenir cette substance à l'état de pureté.

En effet quand on épuise les feuilles par l'alcool, on obtient bien une dissolution dans laquelle la chlorophylle domine, mais qui renferme, en outre, de l'étioline et d'autres matières étrangères. Aussi est-ce par une série de manipulations compliquées que l'on peut se procurer de la chlorophylle vraiment pure.

La chlorophylle pure est une substance un peu molle, d'un vert intense quand elle vient d'être préparée. Elle cristallise en petites aiguilles aplaties qui paraissent appartenir au système du prisme rhomboïdal oblique.

La chlorophylle a les propriétés d'un acide faible; elle forme avec les alcalis des sels solubles, avec les autres bases des sels insolubles. Sa formule est  $C^{36}H^{36}AzO^4$ .

Traitée par l'acide chlorhydrique concentré et à chaud, la chlorophylle cristallisée se dédouble en deux substances, l'une vert bleuâtre, c'est l'*acide phyllocyanique*, l'autre jaune brun, c'est la *phylloxanthine*.

Parmi toutes les réactions de la chlorophylle, celle qui est intéressante au point de vue botanique, c'est sa solubilité dans l'alcool, l'éther et le chloroforme.

**27. Position et déplacement des grains de chlorophylle dans la cellule.** — Les grains de chlorophylle sont le plus souvent situés dans la couche pariétale de la cellule, mais leur position varie avec le mode d'éclaircissement et surtout l'intensité de la lumière. Les déplacements se font par l'action du protoplasma qui environne les grains de chlorophylle, et peuvent se traduire à l'œil par des changements de coloration des organes verts;

ils sont en relation avec les fonctions physiologiques de la chlorophylle.

Les grains de chlorophylle peuvent dans certains cas abandonner une cellule pour émigrer dans une autre. Cette dispersion des grains se produit normalement dans nos pays à la chute des feuilles; la masse protoplasmique tout entière et avec elle les chloroleucites, préalablement dissous, quittent les cellules des organes caducs pour venir se concentrer dans les parties vivaces.

**28. Rôle de la chlorophylle.** — La chlorophylle possède la propriété de décomposer l'acide carbonique. Sous l'influence de la lumière solaire, elle fixe le carbone et laisse dégager l'oxygène; c'est à ce phénomène qu'on donne le nom d'assimilation chlorophyllienne.

### CRISTALLOIDES

**29.** Le protoplasma, dans certains cas, prend la forme de solides géométriques limités par des faces, des arêtes et des angles qui rappellent tout à fait la structure cristalline, ce qui leur a fait donner le nom de *cristaux organisés* ou *cristalloïdes*; leur forme ordinaire est celle d'un cube, d'un rhomboèdre, d'un octaèdre, etc.

Leur nom exprime que tout en possédant les formes rectilignes des vrais cristaux, ils diffèrent de ceux-ci par une certaine mollesse et par la propriété de se gonfler et de changer de forme au contact de l'eau.

Les cristalloïdes se rencontrent dans les organes des plantes où se trouvent accumulées des substances nutritives destinées à des fonctions ultérieures : c'est le cas des cellules de la pomme de terre et des graines oléagineuses; de là, l'idée que, lorsque la plante a produit du protoplasma en excès, elle l'emmagasine à l'état cristallisé qui est une forme plus stable et plus appropriée au nouveau rôle qu'il doit jouer plus tard.

### ALEURONE

**30.** L'aleurone a été découverte par Hartig, en 1855; elle est ainsi nommée parce qu'elle offre l'aspect de grains de fécule

(ἄλευρον, *farine*). Les parties de la plante dont l'évolution est terminée, comme les graines mûres, contiennent toujours à côté de la fécule et des graisses une certaine proportion d'*aleurone*, c'est ce que l'on observe dans les cellules des graines de Graminées, de Légumineuses, etc.; on voit, dans les intervalles que laissent entre eux les grains d'amidon, de très petits granules d'aleurone. Mais c'est surtout dans les graines oléa-

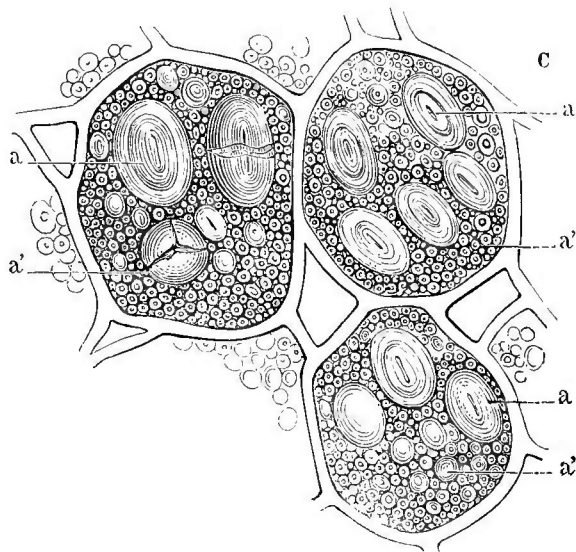


Fig. 24. — Cellules de l'embryon du Pin renfermant des grains d'amidon et des grains d'aleurone.

*a*, grains d'amidon coupés en travers montrant les couches concentriques; *a'*, grains d'aleurone.

gineuses que les grains d'aleurone se rencontrent en grande abondance.

### 31. Constitution physique et chimique des grains d'aleurone.

— L'aleurone, à cause de sa grande solubilité dans l'eau, a longtemps échappé à l'observation, parce qu'elle disparaissait aussitôt que l'on traitait par ce liquide un fragment de graine pouvant contenir cette substance.

Pour obtenir l'aleurone et pour l'étudier, on traite une tranche mince d'une graine (noix, amande) par une huile qui dissout la matière grasse et laisse à nu les grains d'aleurone. Examiné au microscope, chaque grain présente une masse principale, opaque, de nature albuminoïde, renfermant très souvent soit des grains arrondis qu'on appelle *globoides* et qui sont un phosphate double de chaux et de magnésie, soit des cristaux d'oxalate de chaux.

Tantôt la masse protoplasmique du grain d'aleurone est amorphe, tantôt elle affecte la forme d'un cristalloïde. On peut donc dire qu'un grain d'aleurone est, en général, composé de deux parties : un *cristalloïde* et un *globoïde* limités par une mince couche amorphe. Quant aux caractères physiques de ces grains, ils peuvent varier à l'infini.

Traitée par l'iode, l'aleurone se colore en brun jaune ; avec

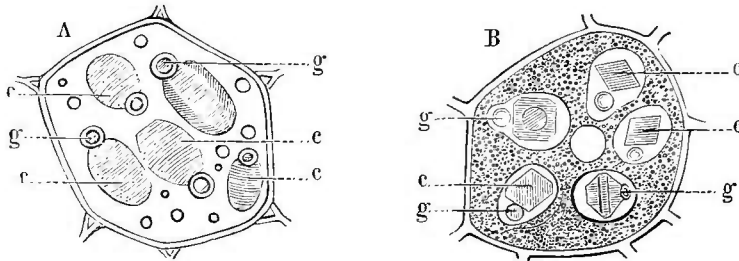


Fig. 25.

A, grains d'aleurone montrant le cristalloïde *c* et le globoïde *g*. — B, grains d'aleurone montrant des cristaux d'oxalate de chaux *c* et des globoïdes *g* formés de phosphate de chaux et de magnésie.

le nitrate acide de mercure elle donne une coloration rouge très intense. Ces grains sont insolubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme. Ces diverses réactions sont celles qui caractérisent les corps albuminoïdes.

**32. Origine et disparition des grains d'aleurone.** — D'après M. Van Tieghem, les grains d'aleurone prennent toujours naissance dans des hydroleucites ; la formation des grains d'aleurone ne commence qu'après que la graine a acquis sa complète maturité ; alors à mesure que celle-ci perd de l'eau, on voit apparaître de l'aleurone sous forme de petits corps sphériques, puis polyédriques. On peut observer ce phénomène dans les graines de Pivoine.

A l'époque de la germination, dès les premiers signes de la vie embryonnaire, l'enveloppe amorphe de chaque grain disparaît ; le cristalloïde se dissout ainsi que le globoïde et sont employés à la formation des tissus nouveaux. On peut donc considérer l'aleurone comme la forme que prennent les matières azotées pendant la vie latente lorsqu'elles se trouvent en présence de matières grasses.

## MATIERES GRASSES

33. Les matières grasses existent abondamment dans le règne végétal. Leur consistance est variable; communément, on donne le nom d'*huiles* à celles qui sont liquides; on nomme *beurres* celles qui sont molles et *grais* celles qui sont solides. Elles se présentent ordinairement sous la forme de petites gouttelettes très régulièrement sphériques réfractant considérablement la lumière, tantôt adhérentes aux parois des cellules, tantôt nageant dans le liquide cellulaire. On trouve ces corps dans les tiges, les fruits et surtout dans les graines.

1° Dans les tiges, on rencontre rarement des matières grasses; elles sont toujours mélangées d'huiles volatiles, d'essences et de camphre : c'est ce que l'on observe dans le Camphrier (*Drya balanops aromatica*) de la famille des Diptérocarpées.

2° Le fruit de l'Olivier (*Olea Europæa*) fournit l'huile d'Olive et le fruit d'un Palmier (*Elæis guineensis*) produit l'huile de Palme.

3° C'est surtout dans les graines que s'accumulent les corps gras et principalement dans l'embryon : nous citerons les graines des plantes de la famille des Crucifères qui fournissent l'huile de Colza (*Brassica oleracea*), l'huile de Navette (*Brassica napus*), l'huile d'Œillette (*Papaver somniferum varnigrum*).

Un grand nombre de plantes de la famille des Euphorbiacées donnent aussi de l'huile qui se trouve soit dans l'albumen, soit dans l'embryon : nous citerons l'huile de Ricin (*Ricinus communis*) et l'huile de Lin que l'on retire de la graine de Lin (*Linum usitatissimum*) de la famille des Linacées.

## SUCRES

34. Les sucres sont des substances que la nature a répandues avec une sorte de profusion dans les différentes parties des plantes et particulièrement dans les tiges et les racines.

Les principes sucrés se rencontrent en dissolution dans le suc cellulaire et peuvent parfois y cristalliser. Ils forment trois familles bien distinctes : les *glucoses*, les *saccharoses* et les *mannites*.



La présence de la glucose peut être constatée par la réduction de la liqueur de Barreswill (dissolution de Tartrate double de cuivre et de potasse). Ce liquide, naturellement coloré en bleu, donne un précipité rouge, lorsqu'il est chauffé avec une dissolution de glucose. La saccharose n'agit pas sur la liqueur de Barreswill, mais l'action de l'acide sulfurique la transforme facilement en glucose, en sorte que l'on pourra aisément reconnaître sa présence dans un tissu, en constatant qu'avant l'action de l'acide, le tissu est sans action, et qu'après l'action il agit.

La mannite en aucun cas réduit le réactif cupro-potassique.

De tous les sucres, le plus important est la saccharose proprement dite ou *sucre de canne*, que l'on extrait dans nos pays de la racine de Betterave (*Beta vulgaris*) et de la Canne à sucre (*Saccharum officinarum*) qui croît dans les régions chaudes.

## GOMMES

35. Vers la fin de l'été, la plupart des arbres fruitiers de nos pays, comme les Abricotiers, les Amandiers, les Pruniers, les Cerisiers, etc., laissent exsuder à travers leur écorce un liquide épais et visqueux qui se concrète à l'air, auquel les naturalistes donnent le nom de *gomme*. Pendant longtemps on a considéré cette production comme le résultat d'une sécrétion, mais on sait aujourd'hui que c'est une simple modification de la membrane cellulaire qui devient mucilagineuse et par conséquent partout où il y a de la cellulose, il peut se former de la gomme, surtout dans l'écorce et la moelle. Mais les gommes telles qu'on les retire des végétaux gommifères, soit naturellement, soit par des incisions, ne présentent pas toutes les mêmes caractères physiques et chimiques; les unes sont solubles, les autres insolubles, ce qui tient à ce que les principes immédiats qui s'y trouvent n'ont pas les mêmes propriétés. Ces principes encore mal connus sont : l'*arabine* qui est soluble dans l'eau et a la même composition chimique que l'inuline, la *bassorine* qui est insoluble et se gonfle seulement au contact de l'eau, la *cérasine* qui ne se dissout que dans l'eau bouillante.

Les principales gommes sont :

1° La gomme qui exsude du tronc des arbres fruitiers à noyau, qui s'appelle *gomme du pays* ou *gomme nostras*.

2° La *gomme adragante* qui est fournie par des plantes du genre *Astragalus* de la famille des Légumineuses, telles que : *A. verus*, *A. gummifer* et *A. creticus*; les deux premiers sont originaires de la Perse, le troisième se trouve dans les îles de l'Archipel. La gomme adragante est insoluble dans l'eau, mais lorsqu'elle est mise en contact avec ce liquide, elle se gonfle, se ramollit et devient pulpeuse.

3° La *gomme arabique* provient des plantes du genre *Acacia* de la famille des Légumineuses.

4° La *gomme du Sénégal*, gomme soluble, exsude d'une espèce d'*Acacia* appelé *A. Senegalensis*.

5° La *viscine*, matière visqueuse que l'on rencontre en abondance dans les fruits du Gui, l'écorce du Houx, les racines de la Viorne; elle sert à fabriquer la glu.

### MATIÈRES MINÉRALES

36. Les substances inorganiques que l'on rencontre le plus fréquemment dans les cavités cellulaires sont les sels de chaux

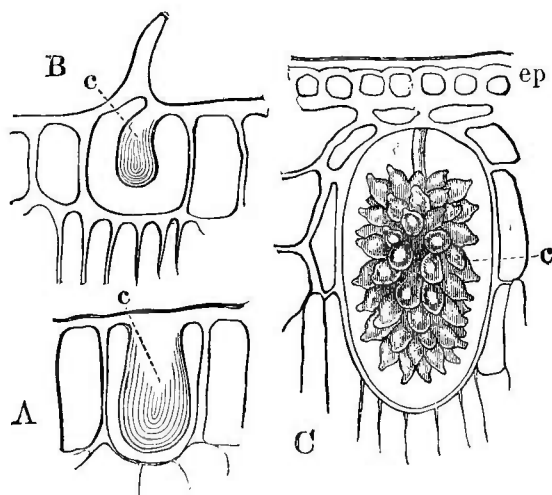


Fig. 26. — Coupes à travers le tissu d'une feuille contenant des cystolithes.  
A, chez l'Ortie; B, chez le Mûrier; C, chez le Caoutchouc.

(oxalate, carbonate, tartrate et sulfate de chaux); on y trouve également, mais plus rarement, des sels de potasse, de soude, de magnésie, de fer et enfin des dépôts de silice.

**37. Carbonate de chaux. Cystolithes.** — Le carbonate de chaux se dépose dans les parois des cellules molécule à molécule et c'est à la présence de ce sel dans les tissus que les bois doivent leur grande résistance; tel est, par exemple, l'Eucalyptus d'Australie dont les tissus sont imprégnés de carbonate de chaux en quantité si grande que le bois fait effervescence avec les acides. Ce sel se trouve parfois dans les cellules à l'état de petits grains distincts, souvent en nombre assez considérable pour constituer de petits corps auxquels on donne le nom de *cystolithes* (de *κυστις*, vessie, et *λίθος* pierre). Ces cystolithes, sortes de concrétions mamelonnées, se rencontrent abondamment dans les plantes de la famille des Artocarpées et des Acanthacées; dans le Figuier à caoutchouc (*Ficus elastica*), les cystolithes sont suspendus en forme de petits lustres au centre des cellules épidermiques (fig. 26).

**38. Oxalate de chaux. Raphides.** — De tous les sels de chaux, c'est l'oxalate qui est le plus répandu dans les plantes : il se présente sous la forme de cristaux très nets, solubles dans les acides. Ils prennent naissance, le plus souvent, dans les hydroleucites de cellules spéciales qui diffèrent par leur forme et par leur dimension de toutes les cellules d'alentour; ce sont des *cellules oxalifères*.

Les cristaux d'oxalate de chaux affectent, soit la forme d'octaèdre, soit la forme de longues aiguilles appartenant au sys-

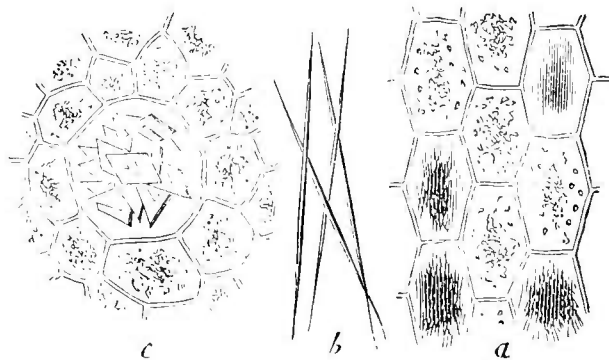


Fig. 27.

*a*, cellules avec raphides; *b*, raphides grossies; *c*, tissu cellulaire montrant une cellule avec un groupe de cristaux.

tème rhomboédrique, auxquelles on donne le nom de *raphides*.

Les raphides qui se développent surtout dans les Monocotylédones ne sont pas isolées; elles sont réunies en faisceaux.

parallèles, au centre même des cellules. On les trouve dans tous les organes, mais c'est surtout dans les tissus mous ou dans l'épiderme qu'elles se localisent.

39. **Silice.** — La silice est aussi assez répandue dans les plantes mais moins que l'oxalate et le carbonate de chaux. Elle se dépose parfois régulièrement dans les cellules épidermiques comme dans les Prêles; on trouve encore des dépôts de cette matière dans le Bambou et dans le Roseau, les Rotangs ou Rotins, et c'est à la présence de ces dépôts de matières siliceuses que ces derniers doivent leur résistance, ce qui les rend propres à la confection des sièges.

MATIÈRES COLORANTES DES PLANTES

40. Les couleurs que présentent les plantes sont dues à des matières solides ou liquides que les cellules contiennent dans leur intérieur.

Parmi ces matières, la plus répandue est la couleur verte qui est produite par la *chlorophylle* que nous avons déjà étudiée (§ 24).

D'autres substances que l'on peut appeler *fausses chlorophylles* colorent parfois aussi en vert certains organes des plantes, mais bien plus rarement que la chlorophylle.

Les autres couleurs que l'on trouve, surtout dans les fleurs, où elles sont si nombreuses et si variées, ont été classées en deux séries, dont l'une a pour base le jaune et constitue la *série xanthique* (de ξανθός, jaune) et l'autre le bleu qui porte le nom de *série cyanique* (de κυανός, bleu).

Ces deux séries forment une échelle chromatique dont le vert est le trait d'union, savoir :

Série xanthique.....	.....	}	rouge. orange rouge. orange. orange jaune. jaune. jaune vert.
Série cyanique.....	.....	}	vert. bleu verdâtre. bleu. bleu violet. violet. violet rouge.

41. Considérée au point de vue anatomique, la série xanthique doit, en général, sa coloration à des chromoleucites plongés au sein du protoplasma. Les principes colorants actuellement connus de ces chromoleucites, sont la *xanthophylle* ou *étioline* et la *carotène*. Le premier est amorphe, le second au contraire peut cristalliser en forme de fuseaux, de tables à trois pointes, etc.

Les couleurs de la série cyanique paraissent dues à des pigments dérivés du fannin et tenus en dissolution dans le suc cellulaire.

La coloration blanche qu'offrent quelquefois les pétales ou d'autres parties de la plante n'est due ni à un liquide ni à des granules colorés, mais à la présence de l'air dans les cellules. C'est ce qui résulte de l'expérience : en comprimant un fragment de pétale plongé dans l'eau, ou en le plaçant sous le récipient de la machine pneumatique, on voit l'air sortir sous forme de bulles et le fragment devenir incolore. Quelquefois la coloration blanche est lavée de teintes de diverses nuances; aussi, pour reconnaître si une fleur est franchement blanche, faut-il la placer sur une feuille de papier blanc, pour en reconnaître la véritable teinte.

## TISSUS ET ORGANES VÉGÉTAUX

42. On donne le nom de *tissu* à une réunion de cellules qui obéissent à une loi commune de développement.

Dans les végétaux inférieurs, la masse entière du tissu qui forme le corps de la plante reste homogène; elle représente un système unique dont tous les éléments jouissent des mêmes propriétés physiologiques. Mais, dans les plantes plus élevées en organisation, le tissu fondamental des cellules se différencie en plusieurs espèces de tissus : d'abord il s'établit une différence entre les couches externes qui forment l'épiderme et les couches les plus intérieures, et celles-ci, à leur tour, subissent de nouvelles modifications qui donnent lieu à des faisceaux fibreux, vasculaires et fibro-vasculaires qui eux-mêmes se séparent en plusieurs assises. Il se forme donc de la sorte divers

systèmes de tissus très différenciés tant au point de vue physiologique qu'anatomique; mais, dans tous les cas, toutes ces créations nouvelles proviennent d'un tissu primitif homogène, comme on peut s'en assurer en examinant un organe en voie d'accroissement, telles une tige, une feuille ou une racine.

Ce tissu primitif a reçu le nom de *méristème* ( $\mu\epsilon\rho\iota\zeta\omega$ , partager); il est formé de cellules à parois très minces, exactement appliquées les unes contre les autres et sans cesse en voie de division.

Les principales formes de tissus des organes végétaux adultes sont les *tissus de protection*, les *tissus conducteurs*, les *tissus de soutien et de résistance*, le *tissu assimilateur*, les *tissus de réserve* et le *tissu sécréteur*.

Nous allons les étudier successivement.

## TISSUS DE PROTECTION

43. Les tissus de protection sont le plus souvent situés à la périphérie des organes et ont principalement pour objet de garantir les tissus internes contre le desséchement qui pourrait résulter de l'évaporation, rendue facile par la minceur même de leurs parois.

44. **Épiderme.** — Pour tous les organes jeunes et en contact avec l'air c'est l'épiderme qui fait fonction de tissu protecteur.

L'épiderme recouvre d'une couche continue tous les organes aériens et par suite de la subérification des membranes extérieures de ses cellules fournit une protection efficace aux tissus sous-jacents. Ce n'est en effet que de place en place que les cellules épidermiques laissent entre elles des intervalles appelés *stomates* qui mettent en communication l'intérieur de la plante avec le milieu ambiant.

L'épiderme a fréquemment quelques-unes de ses cellules transformées en poils.

Les cellules épidermiques sont presque toujours disposées en une seule assise; elles sont aplaties dans le sens de leur épaisseur et en contact intime les unes avec les autres; elles ne contiennent le plus souvent ni chlorophylle, ni grains d'amidon. Dans quelques cas, le suc qui les baigne renferme un liquide coloré en rouge, en violet ou en bleu, qui alors donne une

coloration particulière aux parties sous-jacentes : ainsi dans le *Dracæna terminalis*, ce liquide est pourpre et les feuilles ont une couleur pourpre assez intense.

Dans les organes qui s'accroissent dans tous les sens, comme les feuilles larges des Dicotylédones, les contours des cellules sont sinueux et irréguliers; dans ceux, au contraire, dont le développement se fait surtout en longueur, comme les feuilles des Monocotylédones, la forme de cellules épidermiques est le plus souvent allongée dans le même sens (fig. 29).

L'épiderme est souvent remarquable par l'accumulation d'une quantité considérable de silice qui donne à cette membrane une dureté telle que l'on peut s'en servir dans les arts pour polir les métaux. C'est surtout dans les plantes de la famille des Graminées et dans quelques espèces de Prêles (*Equisetum hyemale*) que la silice est très abondante. Pour mettre en évidence cette matière, il suffit d'incinérer une portion d'épiderme : il reste comme résidu le squelette siliceux.

**43. Cuticule.** — On donne le nom de cuticule à la lamelle la plus extérieure des cellules épidermiques : c'est une membrane incolore, résistante, et n'offrant aucune trace d'organisation.

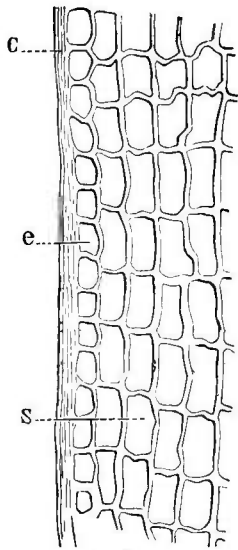


Fig. 28.

Section transversale d'une tige montrant la cuticule *c*, l'épiderme *e* et la couche sous-jacente ou subéreuse *s*.

L'existence de cette lamelle a été mise en évidence par Brongniard sur les feuilles du Chou, de l'OEillet, du Lis, de l'Iris, etc. En soumettant une de ces feuilles à une macération prolongée dans l'eau, il se détache sans peine une mince pellicule non celluleuse, offrant des fentes en forme de boutonnières qui correspondent aux stomates. Sur une section transversale d'une feuille on reconnaît, à l'aide d'un fort grossissement, que les cellules épidermiques sont plus épaisses à l'extérieur, ce qui est dû à la présence de la cuticule, qui enveloppe sans interruption la membrane épidermique (fig. 29).

La cuticule est insoluble dans l'acide sulfurique concentré, soluble au contraire dans la potasse bouillante; la teinture d'iode avec ou sans addition d'acide sulfurique la colore en jaune ou en jaune

brun; mais si on détruit par la potasse la cuticule, on reconnaît aisément la présence de la cellulose à la teinte bleue qu'elle prend sous l'action de l'iode.

La cuticule n'est pas autre chose que la portion externe des cellules épidermiques modifiée par suite de la présence d'une matière particulière, la *cutine*, qui imprègne les membranes de cellulose. Cette substance est très analogue, sinon identique, à la *subérine* qui imprègne les membranes subérifiées.

D'après les recherches nouvelles de M. de Bary, il se dépose dans la substance même de la cuticule des particules de cire, souvent mêlées à de la résine, qui contribuent à préserver les parties aériennes des plantes du contact de l'eau. Souvent ce dépôt cireux arrive à la surface externe de la lame cuticulaire, s'y étale et y forme un revêtement sous forme d'un enduit brillant, ou bien sous forme de ce qu'on appelle la *pruine* ou la *fleur* des fruits (Raisins, Prunes, etc.) et de quelques feuilles (Iris, Chou, etc.).

**46. Stomates.** — L'épiderme présente un grand nombre de petites ouvertures qui portent le nom de stomates : ce sont des petites bouches placées dans l'épaisseur de l'épiderme, s'ouvrant à l'extérieur par une fente elliptique allongée, bordée par deux cellules symétriques dont la disposition rappelle assez bien celle des lèvres de la bouche et qui forment une sorte de sphincter qui dilate ou resserre l'orifice suivant les circonstances.

**47. Développement des stomates.** — La naissance d'un stomate provient toujours de la division d'une jeune cellule épidermique qui s'arrondit et qui ensuite produit par une nouvelle division les deux cellules de bordure du stomate; mais la manière dont s'accomplit ce double phénomène est très variable.

L'une des plus simples, qui donne une idée générale du mode de développement de ces ouvertures, nous est fournie par la formation des stomates sur les feuilles jeunes de Jacinthe : à l'endroit où il doit se former un stomate, une cloison transversale pratiquée dans une cellule épidermique en sépare une portion à peu près quadrangulaire qui est la cellule mère du stomate; bientôt une seconde cloison longitudinale, c'est-à-dire perpendiculaire à la surface de la feuille, divise cette cellule en deux autres semblables qui s'arrondissent en se développant;



puis la cloison commune se sépare en deux lamelles pour former l'orifice.

Dans certains cas, surtout dans les plantes Phanérogames, la cellule mère se divise en trois parties et c'est la cellule moyenne qui, par bipartition, doit former l'ouverture entre ces deux moitiés, etc.

**48. Siège des stomates.** — Les stomates se rencontrent dans un grand nombre d'organes et surtout dans les parties vertes. Le nombre en est considérable à la face inférieure des feuilles; on en a compté plus d'un million dans les feuilles du Tilleul; la face supérieure en renferme peu ou point; lorsque la feuille est flottante, ils résident à la face supérieure et s'il y en a à la face inférieure, ils sont en très petit nombre. Les feuilles

submergées n'en possèdent pas. Mais les feuilles ne sont pas les seuls organes qui possèdent ces petites bouches, et d'une manière générale on peut en rencontrer dans tous les organes verts; les jeunes tiges, les pétioles et les fruits en ont aussi quand ils sont jeunes.

Comme les stomates n'apparaissent qu'assez tard, leurs arrangements dépendent en partie de la disposition des cellules épidermiques. Si ces cellules sont allongées en séries longitudinales, les stomates occupent une position analogue avec des orifices dirigés suivant l'axe

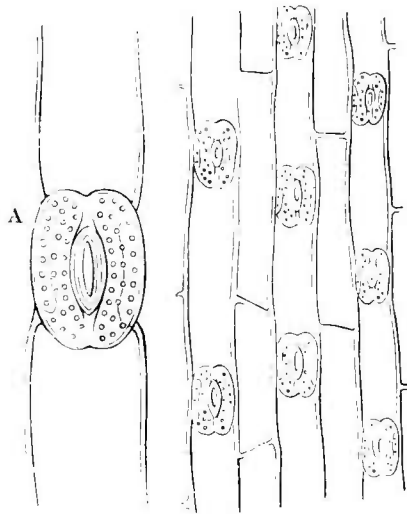


Fig. 29.

Lambeau d'épiderme pris sur une feuille de Jacinthe montrant les stomates. A, stomate grossi.

d'accroissement; si les cellules sont irrégulières et ondulées, la disposition des stomates offre aussi une apparence irrégulière.

Certains stomates sont très petits et difficiles à voir, soit parce qu'ils sont logés dans des dépressions qui les masquent, soit parce qu'ils sont localisés dans certains points où ils forment des agglomérations plus ou moins grandes. Les feuilles du Laurier rose (*Nerium oleander*) en sont un exemple remarquable : à leur face inférieure se trouvent des dépressions ou

cavités à ouverture étroite garnies intérieurement de poils à la base desquels sont réunis un grand nombre de stomates extrêmement petits.

**49. Usages des stomates.** — L'observation démontre que l'ouverture des stomates est susceptible de s'agrandir et de se resserrer suivant les circonstances. D'après Amici, l'humidité de l'air ferme les orifices, tandis que la sécheresse et l'action solaire les tiennent ouverts et leurs bords écartés. Par leur fond, ces ouvertures correspondent à des méats intercellulaires remplis d'air. Ces méats, communiquant entre eux, servent ainsi de moyen de diffusion aux gaz qui baignent les organes et par suite facilitent les échanges gazeux entre l'atmosphère et la plante. Quant à la cause de ces mouvements de dilatation et de resserrement, elle dépend soit des cellules épidermiques qui environnent le stomate, soit des cellules de bordure de la fente stomatique; on conçoit, en effet, que sous l'influence de l'humidité les cellules épidermiques qui environnent un stomate venant à se gonfler par l'absorption de l'eau contrarient le mouvement des cellules stomatiques et pressent même sur elles au point de les obliger à se fermer. Il y a donc antagonisme entre les mouvements des cellules de l'épiderme et des cellules du stomate et, suivant que l'un l'emporte sur l'autre, il y a resserrement par l'action de l'humidité et plus rarement agrandissement.

**50. Poils.** — On appelle *poils*, dans les plantes élevées en organisation, des petits filaments qui naissent des cellules de l'épiderme. Ils existent presque sur toutes les parties des végétaux; quand un organe en est dépourvu il est dit *glabre* ou nu. Leur forme est très variée.

**1° Poils unicellulés.** — Le premier degré de la formation d'un poil se trouve dans ces éminences ou papilles de l'épiderme de certains pétales qui lui donnent un aspect velouté; ces papilles constituent des prolongements tubuleux qui s'allongent par leur sommet et se ramifient rarement : c'est ainsi que se forment les *poils laineux* sur les feuilles et les bourgeons des Dicotylédones. Quand les bourgeons s'épanouissent, ils se détachent et tombent, comme on peut le voir dans le Marronnier d'Inde (*Æsculus hypocastanum*); ailleurs, au contraire, ces revêtements laineux persistent, particulièrement à la face inférieure des feuilles.

2° Les *poils en aiguillons* ont la même structure; leurs parois sont plus épaisses; ils sont plus courts et terminés en pointe aiguë.

3° *Poils articulés ou cloisonnés*. — Parfois la cellule épidermique qui produit le poil se sépare en deux par une cloison transversale de manière à former deux cavités distinctes; de nouvelles cloisons se forment à mesure que le poil s'allonge et

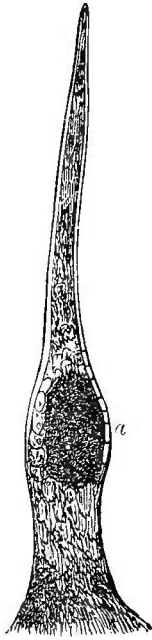


Fig. 30. — Poil unicellulé de l'Ortie (*Urtica urens*).  
a, ampoule.

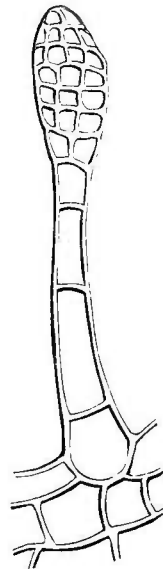


Fig. 31. — Poil cloisonné pris sur une feuille.

l'on a des poils articulés qui, parfois même, se ramifient : on a ainsi des poils cloisonnés ou mieux *articulés* (fig. 31).

4° *Poils écailleux et massifs*. — Si les articles du poil se subdivisent par des cloisons longitudinales ou si le poil s'accroît à son sommet par des files de cellules dans tous les sens, il se forme des filaments étalés en écailles; souvent même la papille qui s'est séparée de la cellule basilaire par une cloison, s'étale en forme de table et se partage en cellules radiées de manière à former un disque circulaire : ainsi se développent les poils en écussons de l'Arbousier, de l'*Hippuris*, etc. Enfin, il n'est pas rare d'observer au-dessus des poils une protubérance que l'épiderme suit naturellement en forme de verrue : tels sont les poils urticaires de l'Ortie, les poils épineux de la tige du

Houblon, du *Malpighia urens* (Voy. *Poils glanduleux*, § 60).

§1. **Le liège.** — L'épiderme cesse de bonne heure de pouvoir accroître le nombre et même la dimension de ses cellules; aussi ne peut-il suivre l'accroissement des organes de longue durée et se rompt çà et là. Sa fonction protectrice est alors dévolue à un tissu particulier qui apparaît en général assez tard et que l'on nomme le *liège* ou *tissu subéreux*.

Le liège est constitué par plusieurs assises de cellules tabulaires, étroitement appliquées les unes contre les autres, sans laisser de méats; leur membrane est imprégnée de *subérine*, substance imperméable à l'eau, comme l'est d'ailleurs aussi la cutine. Le liège s'observe dans les rameaux de presque toutes les Dicotylédones; il existe aussi dans la racine.

Il y a presque toujours formation de liège dans la cicatrisation des blessures, que celles-ci se produisent normalement par la chute des feuilles ou qu'elles soient accidentelles.

§2. **Assise subéreuse.** — Dans la racine, la deuxième assise de l'écorce se subérifie en général de très bonne heure et constitue ce que l'on appelle l'*assise subéreuse*.

## TISSUS DE SOUTIEN

§3. Chez la plupart des plantes élevées en organisation, un certain nombre de cellules se modifient pour constituer par leur ensemble une sorte de squelette qui permet de donner à leurs différents organes la rigidité qui leur est nécessaire pour résister aux causes de déformation.

Quand la plante n'atteint qu'un faible développement, cet appareil de soutien est souvent uniquement constitué par le tissu vasculaire; mais si elle est susceptible d'acquérir de grandes dimensions, on voit s'ajouter à ce dernier d'autres éléments qui constituent le tissu de soutien proprement dit.

Ces éléments sont le *sclérenchyme* et le *collenchyme*.

§4. **Sclérenchyme.** — Le sclérenchyme (*σκληρος*, dur; *εγγυμα*, le tissu) est formé de cellules à parois épaissies et dont la membrane est plus ou moins lignifiée. Ces cellules ne renferment ni noyau, ni protoplasma; elles sont par conséquent mortes et leur rôle est essentiellement mécanique.

Les éléments du sclérenchyme se rattachent à deux formes principales: ils sont tantôt courts, tantôt longs.

Le sclérenchyme à éléments courts se trouve dans le bois de la plupart de nos arbres, intercalé aux vaisseaux; il est aussi très répandu dans les parties molles et charnues, c'est lui qui constitue les amas d'apparence pierreuse, connus sous le nom de *noyaux*, que l'on trouve souvent dans les poires. Les éléments longs du sclérenchyme sont appelés *fibres*.

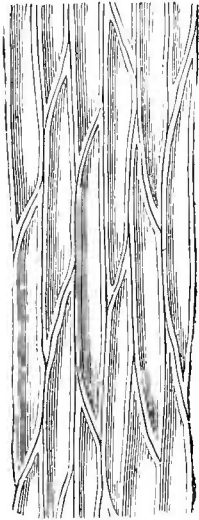


Fig. 32.  
Faisceau fibreux.

Les fibres sont des cellules terminées en pointes aux deux bouts et le plus souvent intimement unies latéralement sous forme de cordons appelés *faisceaux fibreux* (fig. 32). La membrane des fibres est fortement épaissie, parfois jusqu'à oblitérer la cavité, mais néanmoins, à l'encontre du sclérenchyme à courts éléments, les fibres sont en général peu lignifiées et conservent une certaine souplesse : c'est cette propriété que l'on utilise dans le sclérenchyme du Lin, du Chanvre et de la Ramie.

**55. Collenchyme.** — Le collenchyme (*κολλα*, gélatine) est composé de cellules qui, par l'épaisseur de leurs parois et leur forme générale, ressemblent aux fibres, mais qui s'en distinguent par la présence d'un contenu protoplasmique. La membrane des cellules du collenchyme est en cellulose pure.

Le collenchyme réside d'habitude immédiatement au-dessous de l'épiderme; il y forme tantôt des couches continues, tantôt des cordons parallèles à la grande longueur de l'organe. C'est ce tissu qui constitue les arêtes de la tige quadrangulaire des Labiées et les bandelettes saillantes des Ombellifères.

## TISSUS CONDUCTEURS

Les tissus conducteurs ont pour rôle le transport des substances nécessaires à la vie des plantes; ils sont de deux sortes : le *tissu vasculaire* qui conduit l'eau et les matières dissoutes et le *tissu criblé* qui transporte les substances insolubles.

**56. Tissu vasculaire.** — Le tissu vasculaire est formé de vais-

seaux, longs conduits simples ou ramifiés, à parois toujours ornées de sculptures variées, et dont la direction dans la tige est toujours longitudinale.

Les vaisseaux dérivent de cellules disposées bout à bout qui ont perdu leur contenu et dont les membranes se sont lignifiées; tantôt la cloison de séparation de deux cellules contiguës a disparu, on a alors un vaisseau parfait dit *vaisseau ouvert*; tantôt cette cloison persiste, et le vaisseau reçoit le nom de

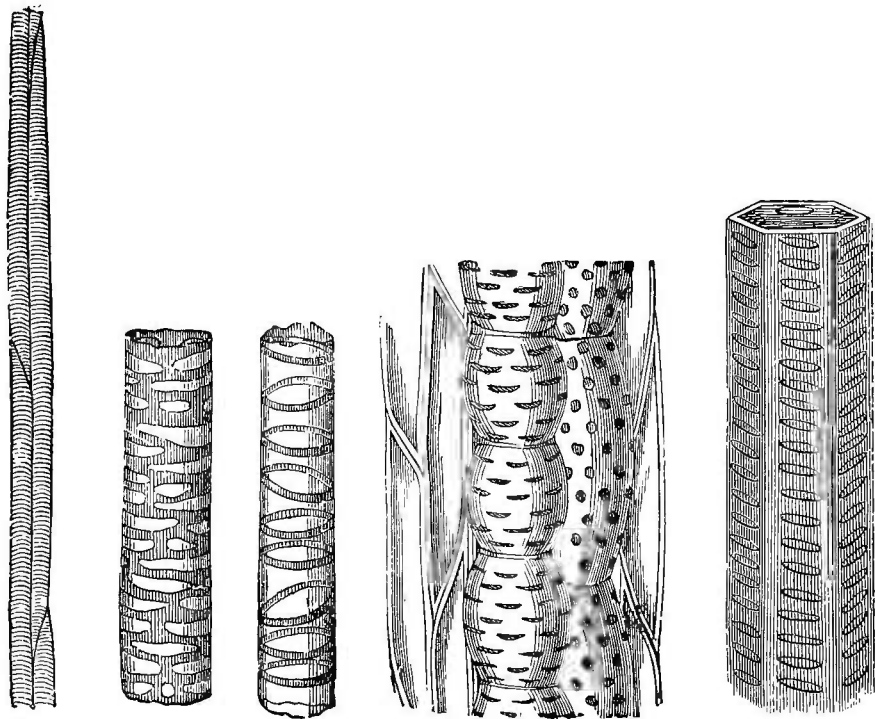


Fig. 33. — Vais-  
seaux spiralés.

Fig. 34.

A, vaisseau réticulé.  
B, vaisseau annelé.

Fig. 35. — Vaisseau  
ponctués.

Fig. 36.—Vaisseau  
scalariforme.

*vaisseau fermé*. Les vaisseaux fermés sont beaucoup plus répandus que les vaisseaux ouverts, ils existent seuls chez les Cryptogames vasculaires, les Conifères et un grand nombre de Monocotylédones.

Ouverts ou fermés, les vaisseaux peuvent offrir tous les genres d'épaississements que nous avons signalés dans les membranes cellulaires; on a ainsi des vaisseaux *ponctués*, *rayés*, *annelés*, *spiralés*, *scalariformes*, etc. (fig. 33, 34, 35 et 36).

Les divers ornements des vaisseaux ont pour double effet d'augmenter la résistance par les parties épaisses et de per-

mettre aux liquides de passer d'un vaisseau à l'autre par les parties minces.

Les vaisseaux constituent l'élément fondamental de ce que l'on appelle le *bois*; ils sont tantôt isolés au sein d'un tissu différent, tantôt accolés en assises, en couches, en faisceaux.

57. **Tissu criblé.** — Le tissu criblé est formé de cellules allongées, cylindriques, à parois cellulósiques minces, portant des ponctuations dans tous les points où deux cellules de même nature se touchent. Ces ponctuations sont perforées comme des cribles, de sorte que le contenu cellulaire s'étend sans discontinuité d'une cellule à l'autre. Ce contenu se compose d'une substance albuminoïde analogue au protoplasma, mais dépourvue de noyau, d'une sorte de gelée jaunâtre de nature azotée et d'un liquide clair souvent alcalin.

#### TISSU ASSIMILATEUR

58. Le tissu assimilateur est caractérisé par la présence dans ses cellules, de la chlorophylle, à laquelle il doit la propriété de décomposer l'acide carbonique de l'air.

Les cellules de ce tissu ont une paroi cellulósique mince et laissent entre elles de larges espaces où l'air peut pénétrer.

Les feuilles et la zone externe des tiges aériennes et aquatiques sont en grande partie constituées par le tissu assimilateur; c'est lui aussi qui compose la totalité du corps dans la plupart des Algues et des Muscinées.

#### TISSUS DE RÉSERVE

59. On appelle tissus de réserve, des tissus où les matières organisables formées par les plantes sont déposées temporairement, pour être reprises et utilisées plus tard.

Ces tissus sont formés de cellules à parois minces, non lignifiées, d'une forme polyédrique ou arrondie; ils ne présentent que peu ou point de méats.

Le contenu des cellules est formé d'un protoplasma peu abondant, et pour la plus grande partie, de la substance qui constitue la réserve nutritive.

Ces réserves peuvent être du sucre, de l'amidon, de l'inuline, des matières grasses ou de l'aleurone.

### TISSU SÉCRÉTEUR

60. Le tissu sécréteur se compose de cellules vivantes dont la membrane demeure mince, ordinairement sans aucune apparence de ponctuations ou de lignes transversales et qui renferment des produits d'élimination ou, comme on dit, de sécrétion.

1° *Canaux sécréteurs*. — Un grand nombre de plantes ont leur corps traversé par des espaces intercellulaires, bordés d'une assise de cellules sécrétrices qui y déversent leurs produits. Ces espaces sont ordinairement allongés en tubes qui courent dans toute la longueur des organes. On les appelle des canaux *sécréteurs*. Ces canaux sont produits par l'écartement de cellules primitivement contiguës qui, une fois séparées, se subdivisent un certain nombre de fois, de façon à former un cercle complet ne comprenant pas moins de douze à quinze éléments qui entourent la lacune élargie.

Le contenu qui remplit le canal paraît n'être d'aucune utilité pour la plante. Lorsqu'il s'accumule en quantité suffisante, il peut s'extravaser au dehors, mais le plus souvent ce n'est que par une blessure faite à la plante que l'on peut le recueillir.

C'est ainsi que le Pin maritime fournit sa résine au moyen d'entailles pratiquées sur la base du tronc.

Outre les Conifères, plusieurs autres végétaux présentent ce genre de tissu sécréteur, telles sont les Composées (Armoise) et les Ombellifères (Fenouil, Persil, etc.).

2° *Poches sécrétantes*. — Les poches sécrétantes ou *glandes* sont, comme les canaux sécréteurs, le plus souvent logées dans l'intérieur des organes, mais leur origine est tout autre. Les unes, en effet, sont constituées par des cellules isolées, les autres par un amas de cellules qui se distinguent d'une manière bien tranchée du tissu ambiant, par leur contenu; un exemple remarquable est fourni par le Laurier camphrier (*Laurus camphora*) dont les cellules isolées du parenchyme de la feuille fournissent le camphre du Japon. Dans le cas des glandes multicellulaires, l'amas des cellules sécrétantes s'entoure de cellules



spéciales qui l'isolent du tissu voisin, puis chacune de ces cellules, après avoir fourni leur produit de sécrétion, se résorbe, d'où résulte une cavité accidentelle remplie par la réunion des contenus cellulaires primitifs et par les débris des parois des cellules qui les renfermaient : c'est ce qui arrive pour la Fraxinelle, par exemple, où les glandes finissent par prendre la forme de petites ampoules et pour les glandes multicellulaires du fruit du Citron, chez lequel l'huile essentielle s'accumule dans de grandes cavités produites par la résorption des cellules qui constituaient les glandes (fig. 34 et 37).

Relativement à leur position, les glandes se distinguent en glandes externes ou superficielles et en glandes internes, lesquelles, suivant les cas, peuvent être simples ou composées.

Au nombre des glandes superficielles on doit compter toutes celles qui déversent leurs produits au dehors, comme les amas de cellules ou nectaires qui sécrètent un liquide sucré; mais c'est surtout sous forme de poils dits *glanduleux* que les glandes

superficielles se manifestent sous les formes les plus variées. Parmi les exemples de glandes internes, nous citerons celles du fruit du Citronnier et du fruit de l'Oranger qui sont placées sous l'épiderme et apparaissent comme autant de petits points transparents; il suffit de presser la peau de ces fruits pour en faire sortir l'huile essentielle.

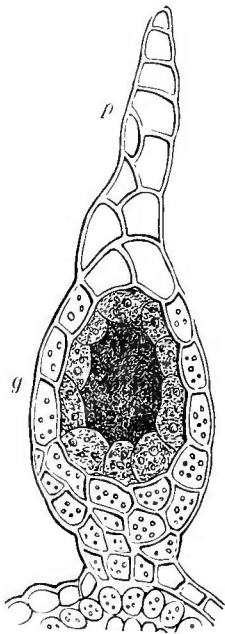


Fig. 37. — Poil glanduleux de la Fraxinelle blanche.

*p.*, poil. — *g.*, glande.

chacun d'eux est formé d'une cellule qui se renfle inférieurement en ampoule dont le contenu est un liquide incolore

3° *Poils glanduleux*. — Les poils glanduleux appelés aussi *poils sécréteurs* sont d'ordinaire formés par une réunion de cellules placées bout à bout qui surmontent un amas de cellules sécrétantes entourant un réservoir central : on peut voir ces sortes de poils glanduleux, à l'œil nu, sur les tiges et les feuilles de la Fraxinelle blanche (*Dic-tamus albus*). Le liquide sécrété par ces poils est une huile volatile inflammable. Les poils des Orties, plantes vulgaires de nos pays, ont une structure assez analogue :

et âcre. Lorsqu'un de ces poils entre dans la peau, sa pointe se brise, ce qui permet au liquide irritant de pénétrer dans la plaie (fig. 30).

Quelquefois, la masse cellulaire sécrétante peut s'élever jusqu'au sommet du poil en forme de renflement arrondi ; on donne à ces sortes de poils le nom de *poils capités*. On trouve des poils capités sur les écailles qui entourent et qui protègent les bourgeons des Peupliers : ce sont ces poils qui sécrètent cette substance visqueuse qui enduit les écailles et empêche l'eau de pénétrer dans l'intérieur du bourgeon.

Le Pois chiche (*Cicer arietinum*) porte aussi de ces poils qui exsudent un liquide très acide.

4° *Laticifères*. — Les laticifères, appelés aussi *vaisseaux propres*, sont caractérisés par la présence, dans leur intérieur,

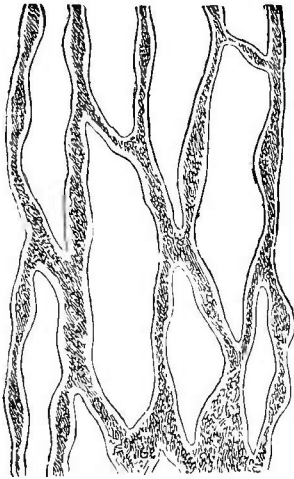


Fig. 38. — Vaisseaux laticifères pris dans l'Éclairé.

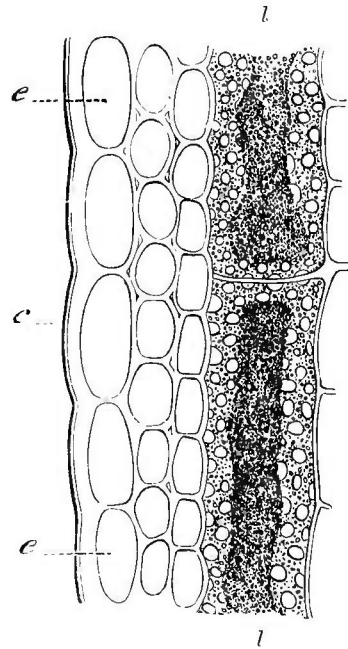


Fig. 39.

*l, l*, latex contenu dans les cellules ponctuées d'une écaille de bulbe d'oignon; *c*, cuticule; *e*, épiderme.

d'un suc particulier, le *latex*. Vus au microscope, sur la section longitudinale d'une portion de tige, ils apparaissent sous forme de traînées blanchâtres, rougeâtres, ou jaunâtres, suivant la couleur du latex. Les laticifères se rattachent à deux types bien distincts : les *laticifères articulés* et les *laticifères continus*.

Les premiers sont comme les vrais vaisseaux le résultat de la fusion d'un certain nombre de cellules en un tube unique

à parois minces. Ces laticifères forment souvent des réseaux qui s'étendent dans toutes les parties du corps de la plante.

On trouve des laticifères articulés chez les Chicoracées, les Papavéracées, plusieurs Liliacées (Oignon, Ail) (fig. 38 et 39).

Les *laticifères continus* sont de longs tubes, indéfiniment rameux, mais non anastomosés, que l'on rencontre chez les Euphorbiacées, les Urticées, les Apocynées et les Asclépiadées. Ces tubes à parois minces ou épaissies uniformément sont déjà présents dans l'embryon; ils croissent avec les membres qui les contiennent, depuis l'extrémité des racines les plus profondes jusqu'à celle des feuilles les plus hautes.

### LES SÉCRÉTIONS ORGANIQUES

61. Les sécrétions organiques forment, au point de vue chimique, trois groupes distincts : les sucs chargés de tannins, les sucs à essences et à résines et enfin les latex.

62. **Tannins.** — Les tannins se rencontrent en dissolution dans le suc cellulaire d'un très grand nombre de plantes. On en manifeste la présence en plongeant la section de l'organe à étudier dans une dissolution de sulfate de fer; toutes les cellules qui se colorent en vert noir renferment du tannin.

Les tannins sont en général contenus dans des cellules isolées, dispersées sans ordre apparent au milieu des tissus; quelquefois cependant ils s'accumulent dans des laticifères (Haricot, Sureau, etc.).

La propriété de former, avec la gélatine et la substance des membranes animales, une combinaison rigide et imputrescible fait employer les tannins dans la fabrication des cuirs.

63. **Essences et résines.** — Les essences ou huiles *essentiell*es sont des liquides volatiles, fréquemment recherchés dans l'industrie pour leur parfum ou pour leurs propriétés dissolvantes.

Au fur et à mesure de leur production, les essences fixent plus ou moins une quantité d'oxygène ou d'eau et donnent naissance à des composés oxygénés plus fixes, tels que les *camphres* et les *oléorésines*, ou même complètement solides comme les *résines*.

Les parfums dégagés par les fleurs résultent d'une lente oxydation des essences en présence de la lumière.

Les organes de sécrétion susceptibles de contenir les diverses sortes d'essence, sont les poils sécréteurs, les canaux sécréteurs et les poches ou glandes sécrétrices. Dans les fleurs, d'après les recherches de M. E. Mesnard, les huiles essentielles sont localisées ordinairement dans les cellules épidermiques de la face supérieure des pétales et des sépales.

**64. Latex.** — On donne le nom de latex aux sucS laiteux contenus dans les vaisseaux laticifères. Ces sucS, de composition chimique différente, sont formés d'une partie liquide, transparente, tenant en suspension des corpuscules solides diversement colorés, généralement formés de caoutchouc.

Le latex est ordinairement coloré en blanc et a l'apparence du lait comme dans le Figuier, le Pavot, la Laitue, l'Euphorbe, etc.; il est jaune foncé dans la grande Chélidoine (*Chelidonium majus*) vulgairement nommée Éclairé; orange dans l'Artichaut; verdâtre, dans la Pervenche (*Vinca*); rouge dans la Sanguinaire (*Sanguinaria canadensis*) de la famille des Papavéracées.

Le latex des Euphorbes contient un grand nombre de grains d'amidon. Dans les espèces herbacées ils ont la forme de bâtonnets cylindriques ou fusiformes. Dans les espèces arborescentes des régions chaudes ils ont quelquefois la conformation du tibia humain.

*Usages du latex.* — Il existe un grand nombre de sucS laiteux qui ont reçu des applications dans l'industrie, dans les arts, dans la médecine, etc. Les principaux latex utilisés sont :

1° Le *caoutchouc* que l'on retire des plantes appartenant aux familles des Euphorbiacées, des Artocarpées et des Apocynées au moyen d'entailles faites à l'écorce, un peu au-dessus du sol.

Les arbres à caoutchouc sont : les *Siphonia*, arbres de la famille des Euphorbiacées, dont les espèces les plus remarquables sont le *Siphonia guianensis* et mieux l'*Hevea guianensis*, l'*Hevea bresiliensis*, l'*Hevea lutea*, etc.; on le retire aussi du *Castilloa elastica* qui croît dans le nord de l'Amérique du Sud; du *Ficus elastica* de la famille des Artocarpées; enfin, on peut encore extraire cette substance de l'*Urceola elastica* de la famille des Apocynées. Un autre arbre de la Malaisie, l'*Isonandra gutta*, produit la gutta-percha qui a reçu de si nombreuses applications.

2° L'opium, latex que l'on retire du *Papaver somniferum* var. *album* au moyen d'incisions pratiquées dans les capsules de Pavot.

3° Certains latex sont très vénéneux : tels sont l'*Upas antiar* qui provient de l'*Antiaris toxicaria*, arbre qui croit en abondance dans l'île de Java ; c'est avec cette substance que les Javanais empoisonnent leurs flèches. Un autre latex très vénéneux est celui fourni par le Mancenillier (*Hypomane mancenilla*), arbre des Antilles, dont le feuillage ressemble à celui de nos poiriers et le fruit à une pomme d'api. Ces latex perdent leurs propriétés toxiques lorsqu'on les fait sécher sous l'action de la chaleur, ce qui montre que le principe vénéneux est volatil.

4° Quelques latex sont alimentaires ; nous citerons en particulier celui que l'on retire du *Galactodendron utile* ou *arbre à la vache*, parce qu'il possède la qualité du lait de cet animal.

## LIVRE II

### ORGANOGRAPHIE ET PHYSIOLOGIE

---

#### ORGANES DE NUTRITION

65. Toute plante se compose d'un système d'organes groupés autour d'un axe unique et central, divisé en deux parties, l'une ascendante et aérienne ou *tige*, l'autre descendante et souterraine ou *racine*.

Ces deux parties, continuation d'un même organe central, sont séparées l'une de l'autre par une ligne idéale nommée le *collet*; la première porte les *feuilles*; sur la seconde, naissent les *radicelles* dont l'ensemble constitue la racine proprement dite.

Nous allons étudier successivement chacun de ces organes en commençant par la tige.

#### DE LA TIGE

66. La tige est la partie ascendante de l'axe végétal; elle s'élève dans l'air et donne naissance aux organes foliacés, caractère qui la distingue de la racine.

Toutes les plantes n'ont pas de tige. Les Algues, les Champignons en manquent; c'est seulement dans les Mousses qu'elle

commence à se dessiner sous la forme d'un filament grêle qui se charge de feuilles; mais, à partir des Fougères, tous les végétaux ont une tige dont la forme, les dimensions et la direction varient à l'infini.



Fig. 40. — Tige volubile du Houblon.

**67. Forme et dimension des tiges.**

— La tige peut affecter des formes très variées. Elle est généralement cylindrique; mais elle peut s'aplatir et devenir carrée comme dans la famille des Labiées, ou bien triangulaire comme chez quelques Cypéacées (*Carex*); enfin elle peut être polygonée et même cannelée.

Sa longueur n'est pas moins variable : ainsi il existe des plantes chez lesquelles les dimensions de la tige sont tellement petites qu'on a pensé pendant longtemps qu'elle n'existait pas. On donnait autrefois aux plantes qui offrent cette disposition le nom de *plantes acaules* ou sans tige (de  $\alpha$  privatif, et  $\alpha\kappa\omega\lambda\acute{o}\varsigma$ , tige); ex. : le Pissenlit, la Mandragore, le Chardon, etc.

D'autre part, il existe des tiges qui peuvent atteindre 100 à 150 mètres de hauteur : tels sont les *Eucalyptus* de l'Australie

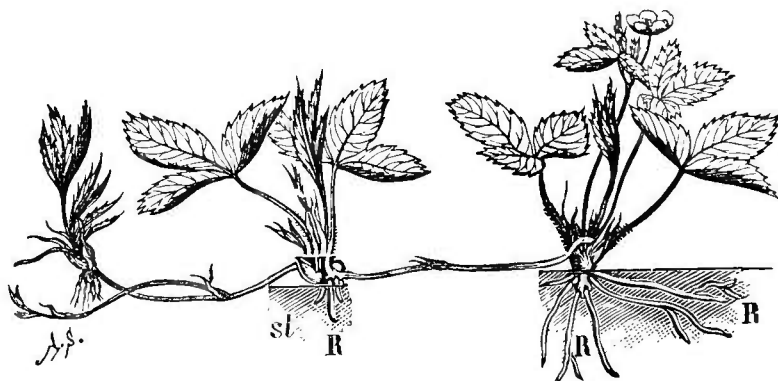


Fig. 41. — Tige traçante. — Coulant de Fraisier.

et en particulier le *Sequoia* gigantesque de la Californie (*Sequoia gigantea*) et certaines Lianes des contrées chaudes dont la tige flexible atteint, dit-on, près de 300 mètres. Quant au diamètre

ou épaisseur, elle varie depuis un simple fil de la grosseur d'un crin comme dans la Cuscute, jusqu'à 12, 15 et 25 mètres comme chez le Baobab (*Adansonia digitata*).

**68. Direction des tiges.** — Dans un grand nombre de plantes, la tige s'élève verticalement (*tige dressée*); quelquefois elle se couche à la surface du sol (*tige couchée*); dans ce dernier cas on dit qu'elle est *rampante* quand elle émet par les points en contact avec le sol des petites racines qui s'enfoncent dans la terre; ex. : Véronique petit chêne; elle est dite *traçante* quand elle donne naissance à des rameaux grêles ou *coulants* qui s'enracinent; ex. : le Fraisier.

Les tiges *grimpantes* sont celles qui ont le même diamètre dans une très grande étendue et dont la consistance ne leur permet pas de se maintenir verticalement; elles se couchent si

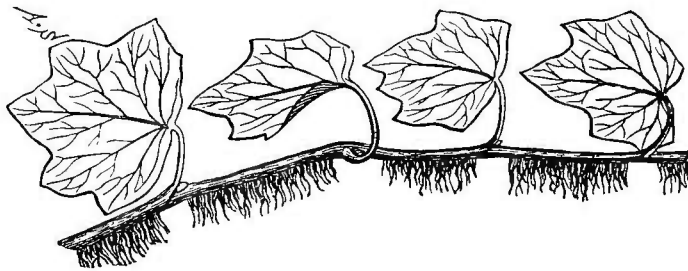


Fig. 42. — Tige de Lierre avec les racines adventives.

elles ne sont pas soutenues ou s'accrochent aux corps voisins à l'aide de petits filaments que l'on appelle *vrilles*, comme le Pois, à l'aide de racines adventives qui s'enfoncent dans l'arbre ou dans le mur qui leur sert de support, comme le Lierre, ou bien à l'aide de suçoirs, comme la Cuscute; d'autres tiges, comme celles du Houblon et du Liseron, s'enroulent autour des arbres, tantôt de gauche à droite, *enroulement dextrorsum*, comme dans le Houblon, le Chèvrefeuille, tantôt de droite à gauche, *enroulement sinistrorsum*, comme dans le Liseron et le Haricot; on donne à ces tiges le nom de *volubiles*.

**69. Consistance des tiges.** — Suivant leur consistance, les tiges se divisent en *herbacées* et *ligneuses*: les premières restent molles et n'ont qu'une courte durée; les secondes ont une consistance dure et vivent un certain temps.

On appelle *herbes* toutes les plantes qui ont la tige complètement herbacée, ex. : la Bourrache, la Laitue, etc.



Les plantes ligneuses offrent de nombreuses variations, ce qui les fait distinguer en *arbrisseaux*, *arbustes* et *arbres* : dans les arbrisseaux, les ramifications de la tige ligneuse commencent à la base, le végétal n'atteint pas plus de cinq mètres de hauteur et peut vivre un nombre assez considérable d'années; ex. : le Noisetier. On donne le nom d'arbuste à des plantes à tige complètement ligneuse qui ne dépassent pas un mètre et celui d'arbre à celles dont la tige ligneuse s'élève à une très grande hauteur et a une durée très longue. On peut, comme nous le verrons plus loin, déterminer assez rigoureusement l'âge d'un arbre par l'examen des couches de bois : c'est ainsi qu'on a reconnu qu'il y a des Chênes qui peuvent atteindre 800 ans; certains Figuiers des pagodes ont 2000 ans d'existence et on cite au Cap Vert un Baobab qui compte environ 6000 ans.

**70. Durée des plantes.** — Le degré de consistance de la tige a une certaine influence sur la durée de la vie de chaque plante, durée que l'on exprime par un nom.

1° Si la plante parcourt toute son évolution dans une année, c'est-à-dire si elle naît, fleurit et fructifie, elle est dite *annuelle* et se désigne par le signe ① qui, en astronomie, indique le soleil; ex. : Céréales, Chanvre, Pâquerette, Coquelicot, etc.

2° Si la plante, dans la première année de son évolution, accumule dans ses organes des réserves alimentaires qui, l'année suivante, doivent servir pour la floraison et la fructification, elle est dite *bisannuelle* et on la désigne par le signe ♂ qui est le signe de la planète Mars ou par le signe ②; ex. : la Carotte, le Persil.

Cette distinction des plantes en annuelles et bisannuelles ne répond pas à une loi générale, car il y a un grand nombre de plantes, même parmi celles qui ne sont pas cultivées, qui sont tantôt annuelles et tantôt bisannuelles; ex. : la Jusquiame, la Belle de nuit; d'autres sont annuelles dans certains climats et bisannuelles dans d'autres : nous citerons à ce sujet le Ricin commun qui est annuel dans les régions tempérées et bisannuel en Afrique; on peut même artificiellement rendre bisannuelle une plante qui d'ordinaire est annuelle; il suffit pour cela de l'empêcher de fleurir, ex. : le Réséda. Il existe même des plantes qui ne fleurissent et ne fructifient qu'une seule fois dans toute leur période végétative; tels sont les Bambous, gigantesques roseaux des régions intertropicales.

Ces considérations ont conduit les botanistes à donner aux plantes qui ne fleurissent qu'une seule fois le nom de plantes *monocarpiennes* et celui de *polycarpiennes* à celles qui fleurissent plusieurs fois, quelle que soit l'évolution.

3° Parmi les végétaux vivaces, les uns peuvent avoir la tige ligneuse et les rameaux herbacés, c'est ce qui a lieu pour les plantes à tige souterraine et qui poussent des rameaux aériens : on les désigne par le signe ♃ de la planète Jupiter dont la révolution sidérale est de plus de douze ans ; les autres ont leurs rameaux ligneux et se désignent par le signe ♄ de la planète Saturne dont la révolution autour du soleil est de plus de trente ans.

### TIGES AÉRIENNES

71. Un certain nombre de tiges ont reçu des noms particuliers : ce sont le *tronc*, le *stipe*, le *chaume*, le *cladode*, etc.



Fig. 43. — Stipe du Palmier.

72. **Tronc.** — Le *tronc* est une tige caractérisée par sa forme cylindro-conique et par sa division constante en branches sur

lesquelles naissent les feuilles. Ce mode de division donne un aspect particulier propre aux arbres de nos forêts (Chêne, Peuplier, Sapin, Orme, Hêtre, Marronnier, etc.). Dans cette tige l'écorce se sépare facilement du corps ligneux qui est lui-même composé de couches concentriques emboîtées les unes dans les autres.

73. **Stipe.** — Au lieu de se ramifier par l'accroissement de bourgeons latéraux, le *stipe* n'offre à son sommet qu'un bourgeon terminal qui donne des feuilles à l'aisselle desquelles apparaissent des fleurs. Cette tige est cylindrique et la partie externe formée des débris de pétioles ne peut pas se séparer du corps ligneux : c'est dans les plantes monocotylédones et particulièrement dans les Palmiers qu'on observe ce genre de tiges.

74. **Chaume.** — Le chaume est une tige herbacée ou ligneuse, creuse, souvent simple et présentant de distance en distance



Fig. 44. — Chaume (le Sorgho).      Fig. 45. — Cladode (le petit Houx).

des entre-nœuds pleins qui sont l'origine de feuilles engainantes ; cette sorte de tige appartient spécialement aux plantes de la famille des Graminées (Blé, Avoine, Orge, etc.).

75. **Cladode.** — Les cladodes ( $\kappa\lambda\acute{\alpha}\delta\omicron\varsigma$ , rameau) sont des rameaux aplatis qui prennent l'apparence de feuilles, comme le montre le petit Houx (*Ruscus aculeatus*). On reconnaît que ce sont des rameaux, parce que à leur base se trouvent des écailles ou des cicatrices de feuilles et qu'ils portent eux-mêmes des feuilles et des fleurs.

Dans quelques cas, le cladode ne porte rien qui permette de décider au premier coup d'œil sa véritable nature : c'est le cas de ces filaments verts, grêles et allongés qu'on prend, chez les Asperges, pour des feuilles et qui, au fond, ne sont que des petits cladodes ; car, à la base de chaque bouquet de ces organes verts, se trouve une petite feuille bien caractérisée qui ne laisse aucun doute sur la valeur morphologique de ces appendices.

### TIGES SOUTERRAINES

Un certain nombre de tiges, en raison de leur mode de végétation, se présentent avec des caractères particuliers qu'il importe de connaître ; ce sont les *rhizomes* et les *tubercules*.

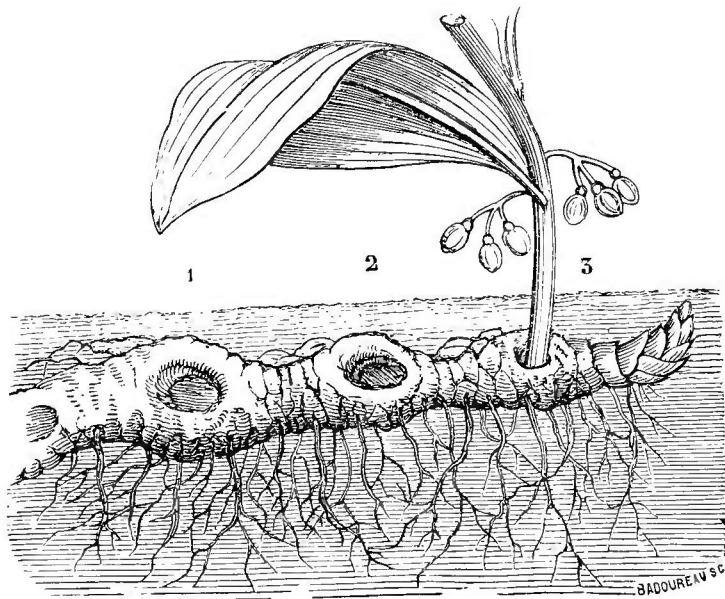


Fig. 46. — Rhizome, le Sceau de Salomon.

1, 2, cicatrices de rameaux. — 3, rameau aérien.

76. **Rhizome.** — On donne ce nom à des tiges qui, au lieu de se développer à la surface du sol, rampent obliquement ou

horizontalement dans son intérieur et, pendant que leur partie antérieure émet des racines et des bourgeons, leur partie postérieure se détruit peu à peu.

D'après le mode de végétation, le rhizome peut être indéfini ou défini : 1° il est dit *indéfini*, lorsque son allongement se fait par un bourgeon terminal et que les feuilles sont remplacées par des écailles à l'aisselle desquelles naissent des bourgeons qui forment des rameaux dont les uns deviennent aériens, tandis que les autres se propagent horizontalement et produisent ces sortes de feutrages si nuisibles à l'agriculture; comme, chaque année, la tige s'allonge souterrainement, il semble que la plante change de place; ex. : le Chiendent (*Triticum repens*), le Jonc fleuri (*Butomus umbellatus*); la Primevère (*Primula officinalis*); 2° dans le rhizome *défini*, le bourgeon terminal au lieu de s'allonger dans le sol se relève et se développe dans l'air où il porte des fleurs et des fruits; alors à l'aisselle d'une feuille ou d'une écaille souterraine naît un bourgeon qui ne tarde pas à s'allonger en un rameau souterrain dirigé horizontalement, lequel se termine lui-même par un bourgeon. Celui-ci se relève à son tour et produit des fleurs et des fruits et ainsi de suite; il suit de là que l'ensemble du rhizome n'est pas formé par un axe continu d'où naît une série de rameaux, mais par une succession d'axes auxquels correspondent autant de générations successives.

Les rhizomes définis sont très fréquents dans le règne végétal : comme exemple, nous citerons le rhizome connu vulgairement sous le nom de *Sceau de Salomon* (*Polygonatum vulgare*) qui croît dans les bois des environs de Paris.

Quelques rhizomes sont utilisés à cause de la fécule qu'ils renferment; un certain nombre sont employés en médecine : tels sont les rhizomes du Chiendent, de la Fougère mâle. Ce que l'on appelle vulgairement *asperges* sont les bourgeons charnus du rhizome de l'Asperge qui sortent de terre pour former un rameau aérien appelé *turion*.

77. **Tubercules.** — Dans un grand nombre de plantes les extrémités des rameaux qui rampent sous le sol se modifient profondément, se renflent et se remplissent de fécule : on donne à ces parties le nom de *tubercules* ou de *rhizomes tuberculeux* : le plus commun et le plus utile est celui de la Pomme de terre.

Pour comprendre la formation des tubercules nous prendrons comme exemple le développement d'un jeune pied de Pomme

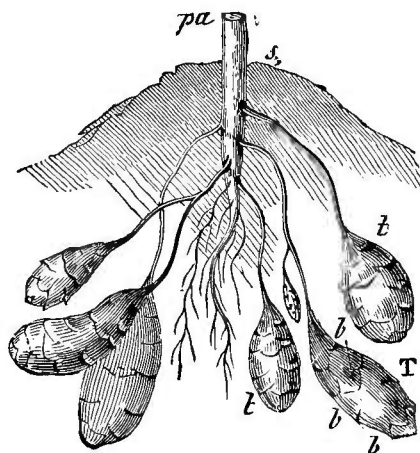


Fig. 47. — Développement des tubercules de Pomme de terre.

Un pied de Pomme de terre (*Solanum tuberosum*). — *pa*, partie aérienne de la plante. — *s*, niveau du sol. — *t*, tubercules en voie de développement montrant leurs écailles. — *T*, un de ces tubercules. — *b, b*, bourgeons encore cachés sous les écailles qui représentent les feuilles.

de terre : lorsqu'on sème une graine de Pomme de terre, la radicule et la tigelle se développent, puis il pousse des rameaux, à l'aisselle des feuilles les plus inférieures, qui s'enfoncent dans le sol et qui se renflent en plusieurs points pour former des tubercules. Si l'on fait une section de ces renflements, on voit que les cellules du tissu de l'écorce comme celles du tissu médullaire sont gorgées de féculé sans qu'on puisse reconnaître la moindre différenciation de tissu. Dans le Topinambour (*Helianthus tuberosus*) la tubérisation se produit de la même manière, c'est-à-dire sur les côtés des rameaux; mais, dans d'autres plantes comme l'*Orobus tuberosus*, plante de la famille des Légumineuses, les tubercules se forment sur le rameau lui-même, à la base des bourgeons, de sorte que le rameau souterrain ressemble à un chapelet.

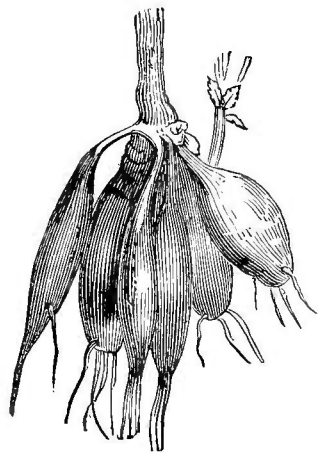


Fig. 48. — Tubercules de Dahlia.

Quelquefois c'est la base de la tige ou de ses ramifications qui se renfle, on a alors des tubercules ressemblant à des oignons et que pour cela on appelle parfois des *bulbes solides*

(fig 53). Ces tubercules bulbiformes s'observent chez le Safran, le Colchique, le Glaïeul, etc.

Ce ne sont pas seulement les tiges qui peuvent donner naissance à des tubercules, il s'en produit aussi sur les racines par transformation du pivot ou de ses ramifications et même des racines adventives. On peut distinguer facilement un tubercule provenant d'un rameau du renflement tuberculeux de certaines racines : en effet un rameau tuberculeux présente à sa surface des nœuds appelés *nœuds vitaux* et par les jardiniers des *yeux*, d'où sortent des feuilles et souvent des branches qui sont disposées dans un ordre mathématique; dans une racine tubériforme, on n'observe rien de semblable : ainsi, dans le tubercule de la Pomme de terre, on remarque des enfoncements disposés en rangées régulières d'où naissent des petites feuilles rudimentaires, tandis que le *Dahlia* n'en présente aucun : le tubercule de la Pomme de terre est une tige; celui du *Dahlia* est une racine

## BULBES

78. Un bulbe est un organe composé d'un plateau souterrain, charnu et plus ou moins complexe qui, par sa partie inférieure,

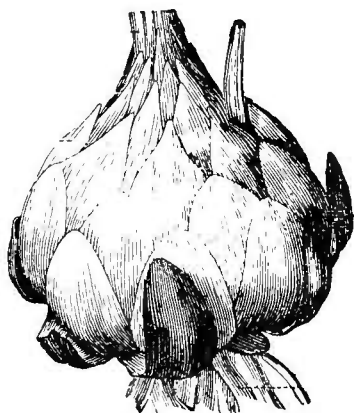


Fig. 49. — Bulbe écaillé du Lis blanc.

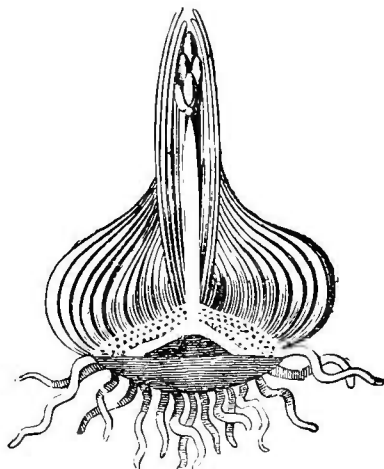


Fig. 50. — Bulbe ou oignon de Jacinthe, coupé verticalement.

donne naissance à une masse considérable de racines et porte à sa partie supérieure un bourgeon plus ou moins central entouré d'écailles charnues ou de tuniques qui s'insèrent sur le

plateau et le protège; latéralement, on trouve un ou plusieurs bourgeons nommés *caïeux* destinés à reproduire la plante; aussi à la fin de chaque période végétative, les jardiniers détachent

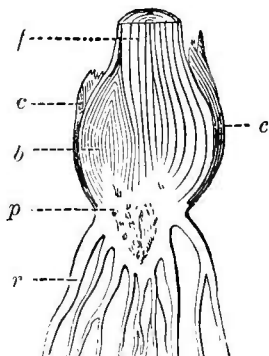


Fig. 51. — Coupe verticale du bulbe du Poireau.

Bulbe du Poireau. — *f*, feuilles développées, coupées à leur base. — *p*, plateau qui représente la tige. — *r*, racines. — *b*, bourgeon placé à l'aisselle d'une écaille extérieure et qui se développe en un nouveau bulbe. — *e, e*, une autre écaille.

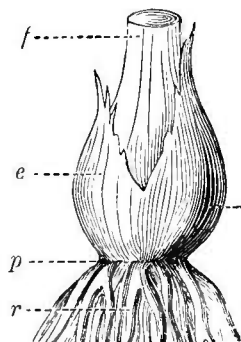


Fig. 52. — Bulbe tunique du Poireau.

Bulbe tunique du Poireau (*Allium porrum*). — *f*, feuilles coupées. — *p*, plateau. — *r*, racines. — *e, e*, écailles qui forment la tunique.

les caïeux pour les planter à part et en obtenir tout autant de nouveaux individus.

On divise les bulbes en deux catégories, suivant la disposition des appendices et la dimension des plateaux : ce sont les *Bulbes écailleux* et les *Bulbes tuniqués*.

**79. Bulbe écailleux.** — C'est celui dont les feuilles presque planes s'imbriquent sur plusieurs rangées. Lorsque ce bulbe végète, à l'aisselle d'une écaille apparaît un rameau qui se termine par des fleurs; si la végétation continue, un second rameau se montre à l'aisselle d'une nouvelle écaille et ainsi de suite, ex. : le Lis.

**80. Bulbe à tunique.** — Dans ce genre de bulbes dont le type est l'Oignon, les tuniques s'insèrent au pourtour du plateau et forment des gaines complètes emboîtées les unes dans les autres. Lorsqu'ils se développent, c'est le plateau qui s'allonge en donnant naissance à une tige qui porte des fleurs; ex. : Oignon, Poireau, etc.

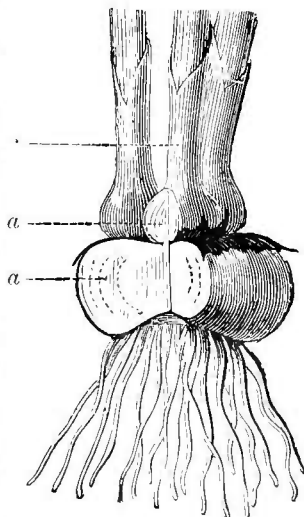


Fig. 53. — Tubercule du Safran d'automne.



Les bulbes sont des réservoirs de matières nutritives que la plante utilise à l'époque de la végétation et qui servent aussi à l'homme comme condiments; tels sont l'Oignon (*Allium cepa*); l'Ail (*A. sativum*); l'Echalote (*A. ascalonicum*); la Ciboule (*A. fistulosum*); le Poireau (*A. porrum*), etc.; le Salep utilisé comme analeptique se retire du tubercule des Orchis que l'on appelle aussi pseudo-bulbes.

## STRUCTURE DE LA TIGE

### TIGE DES PLANTES DICOTYLÉDONES

**81. Tigelle.** — Considérée dans l'embryon, la tige d'une plante dicotylédone se compose de cellules toutes semblables et intimement unies entre elles; c'est ce que l'on peut voir, à l'aide du microscope, sur une coupe longitudinale et transversale : sur la section longitudinale, on aperçoit un groupe de cellules homogènes à parois minces, plus ou moins polyédriques; sur la section transversale, la masse limitée par une couche d'épiderme est divisée en deux parties par une zone composée de cellules serrées, à parois plus minces, appelée *procambium*. Cette zone divise le parenchyme<sup>1</sup> primitif en deux portions, l'une centrale ou *moelle primitive*, l'autre extérieure ou *écorce primaire*.

**82. Tige de première année.** — Au moment de la germination, le procambium devient le siège d'une activité puissante; les cellules qui le constituent s'allongent et se multiplient rapidement; on voit alors, en des points déterminés dont le nombre peut être de 4, 5, 6, etc., certaines rangées de cellules se différencier en systèmes de tissus dont l'ensemble porte le nom de *faisceaux libéro-ligneux* et qui, d'ordinaire, laissent subsister à leur intérieur une couche de cellules génératrices appelée *cambium*. Les différentes formes de tissu différencié que l'on rencontre dans chacun de ces faisceaux se rattachent à deux groupes distincts que l'on nomme le *liber* à la péri-

1. On nomme parenchyme (παρα, à côté; εγγυμα, ce qui est coulé dans le vide) tout le tissu de cellules vivantes situé à l'intérieur du corps d'une plante, au-dessous de l'épiderme.

phérie, le *bois* vers le centre, la portion *libérienne* et la portion *ligneuse* (fig. 54).

Les éléments du procambium qui n'ont pas pris part à la formation des faisceaux se transforment de bonne heure en des tissus définitifs qui sont les *rayons médullaires* compris dans l'intervalle des faisceaux et le *péricycle* situé entre les faisceaux et l'écorce.

Ainsi à cet état et quoique fort jeune la tige d'une plante

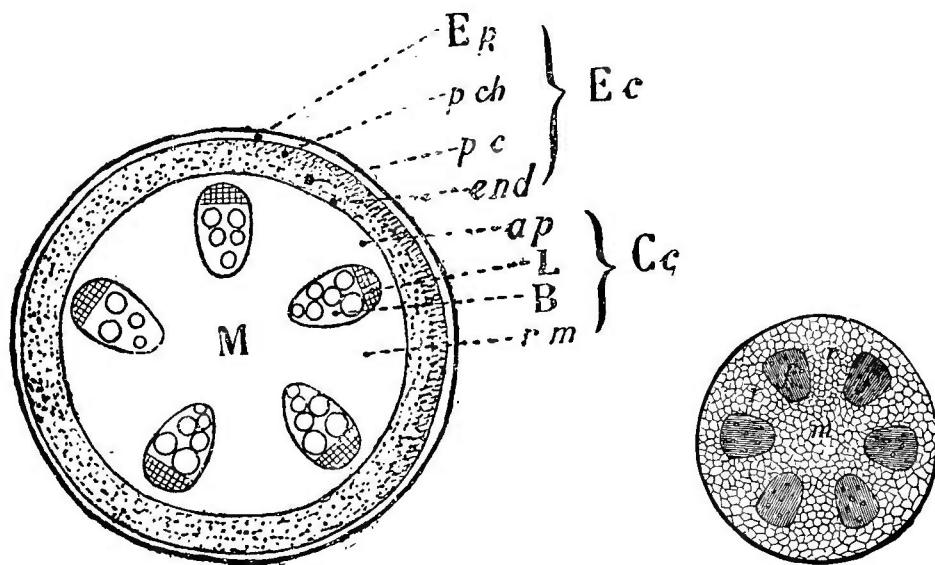


Fig. 54. — Schémas de la structure primaire de la tige.

*Ec*, écorce; *Cc*, cylindre central; *pch*, parenchyme chlorophyllien; *rm*, rayons médullaires; *B*, bois; *L*, liber; *M*, moelle.

dicotylédone contient déjà tous les éléments d'une tige à l'état parfait, savoir : à la périphérie l'*épiderme*, au-dessous de celle-ci un manchon mince et mou qui est l'*écorce*, et enfin au centre un cylindre plus résistant nommé *cylindre central*, composé du péricycle, des faisceaux libéro-ligneux, des rayons médullaires et de la moelle.

Étudions maintenant en détail la structure des différents tissus dont la jeune tige est composée et que l'on désigne, nous verrons plus loin pourquoi, sous le nom général de *tissus primaires*.

## STRUCTURE DES TISSUS PRIMAIRES D'UNE TIGE

**83. Épiderme.** — L'épiderme de la tige présente, dans sa jeunesse, une couche continue de cellules ordinairement dépour-

vues de chlorophylle et dont les membranes extérieures sont plus ou moins cutinisées. Dans les tiges aériennes il possède ordinairement des stomates disposés en séries longitudinales. Outre les stomates, l'épiderme des tiges aériennes renferme souvent aussi du tissu sécréteur en cellules isolées ou groupées,

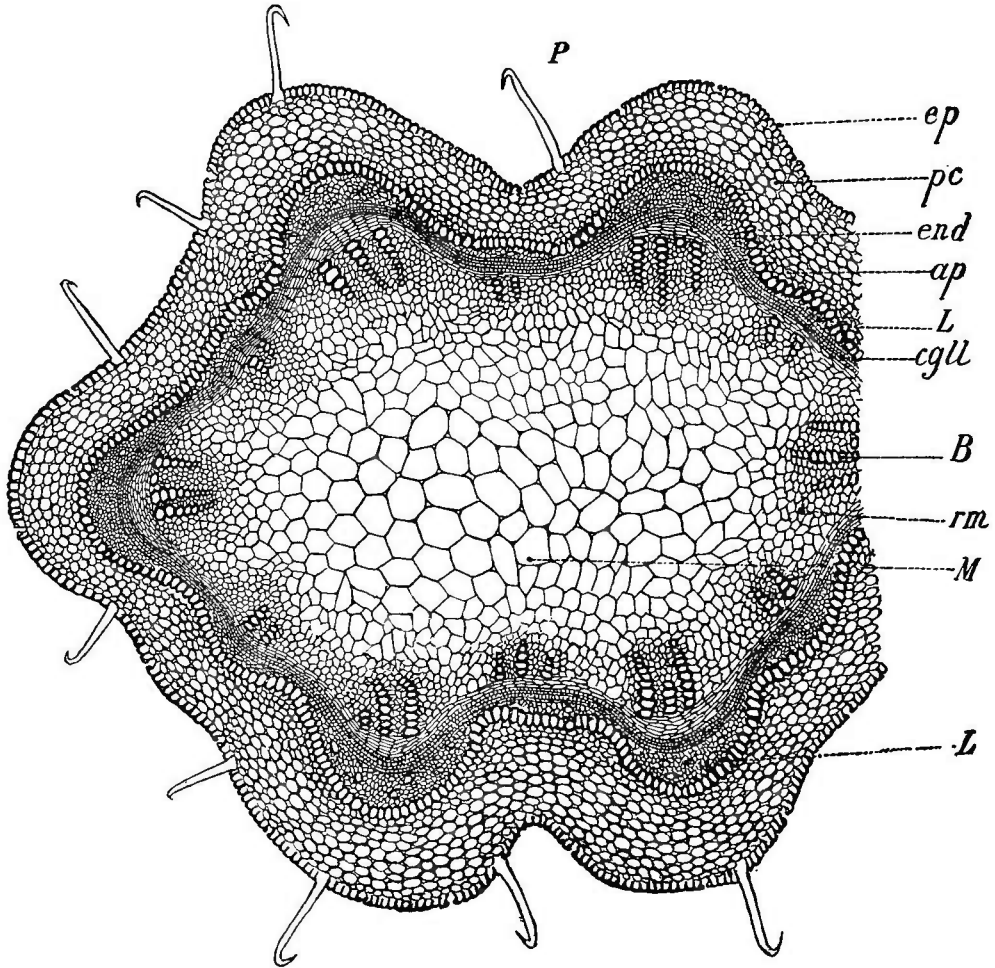


Fig. 55. — Coupe transversale d'une jeune tige de Haricot.

*ep*, épiderme; *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme; *L*, liber; *B*, bois; *M*, moelle  
*rm*, rayon médullaire; *ap*, péricycle.

disposées soit dans la surface générale, soit dans les poils qui la hérissent.

En général simple, l'épiderme peut quelquefois diviser ses cellules par des cloisons tangentielles et constituer alors plusieurs assises.

*Écorce.* — L'écorce est formée de cellules polyédriques ou ovoïdes laissant entre elles de petits méats et renfermant de la

chlorophylle. Cette substance est particulièrement abondante dans les couches les plus externes qui constituent souvent chez les plantes à feuillage peu développé un véritable tissu assimilateur capable de remplacer celui des feuilles.

L'écorce contient fréquemment des tissus de soutien qui tantôt sont distribués en faisceaux longitudinaux, tantôt forment une couche continue sous-jacente à l'épiderme et appelée *exoderme*.

L'assise la plus interne de l'écorce est souvent remarquable par les plissements subérisés que présentent ses cellules sur leur face radiale; on lui donne le nom d'*endoderme* (fig. 56).

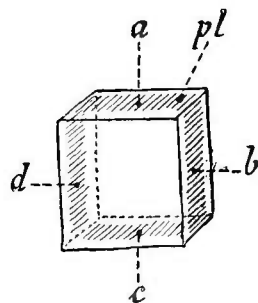


Fig. 56. — Cellule de l'endoderme avec plissements.

*Péricycle*. — Le péricycle comprend une ou plusieurs assises de cellules dont quelques-unes peuvent se transformer en fibres qui, groupées sur la face externe des faisceaux, ajoutent encore à la résistance et à la solidité du cylindre central.

*Faisceaux libéro-ligneux*. — Les faisceaux libéro-ligneux sont dans la jeune tige groupés le long d'un cercle qui occupe la circonférence même du cylindre central; ils sont séparés les uns des autres par les rayons médullaires. Chaque faisceau se compose de deux parties différentes, mais intimement unies. La moitié externe, plus large et moins épaisse suivant le rayon, composée essentiellement de tubes criblés, est un faisceau libérien; la moitié interne, plus étroite et plus étendue suivant le rayon, composée essentiellement de vaisseaux, est un faisceau ligneux. Le liber du faisceau est formé de tubes criblés, diversément mélangés à des cellules de parenchyme. Les tubes externes sont plus étroits, ceux qui suivent sont plus larges et bordés de petites cellules dites *cellules annexes*; enfin le liber se termine en dedans par de grandes cellules.

Le liber des jeunes tiges ne renferme que très rarement des fibres, mais il peut contenir du tissu sécréteur qui se forme souvent en même temps que le tissu libérien <sup>1</sup>

Le bois du faisceau commence au bord interne, c'est-à-dire

1. W. Russell, Contribution à l'étude de l'appareil sécréteur des Papilionacées.

du côté de la moelle, par des vaisseaux fort étroits, toujours fermés, annelés, spiralés ou réticulés entourés et entremêlés de cellules de parenchyme quelquefois transformées en fibres.

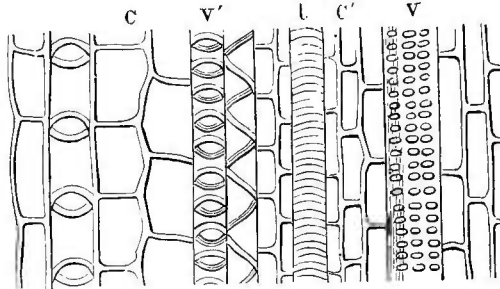


Fig. 57. — Coupe longitudinale schématique d'un faisceau libéro-ligneux.

V, vaisseau ponctué; T, vaisseau spiralé; V', vaisseau annelé; C, parenchyme ligneux.

Puis viennent des vaisseaux de plus en plus larges à mesure qu'on progresse vers l'extérieur, le plus souvent rayés, scala-

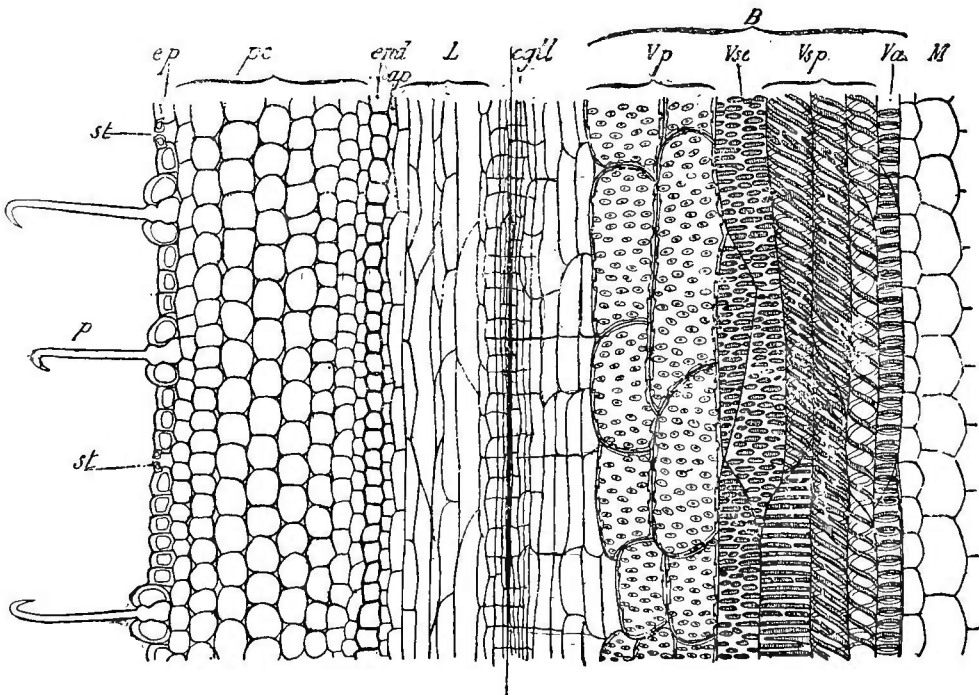


Fig. 58. — Coupe longitudinale d'une jeune tige de Haricot.

ep, épiderme; pc, parenchyme cortical; end, endoderme; vp, vaisseaux ponctués; vsp, vaisseaux spiralés, vsc, vaisseau scalariforme; va, vaisseau annelé; st, stomates; p, poils; péricycle.

riformes, réticulés et ponctués; les plus larges sont d'ordinaire ouverts (fig. 57 et 58).

Chez la plupart des Dicotylédones, les vaisseaux sont dis-

posés en séries radiales, contiguës ou séparées par des séries de cellules de parenchyme constituant ce que l'on nomme les rayons ligneux.

*Moelle et rayons médullaires.* — La moelle et les rayons médullaires sont formés dans les jeunes tiges par des cellules polyédriques, à parois minces, laissant entre elles de petits méats. Dans certaines tiges tuberculeuses, la moelle est énorme, c'est elle qui constitue la masse du tubercule. Au contraire, dans les tiges aquatiques et dans certains rhizomes elle est très réduite et peut même manquer (*Myriophyllum*, *Elodea*, etc.).

#### FORMATIONS SECONDAIRES DE LA TIGE

84. Quand la tige vit assez longtemps, il est fréquent de voir s'ajouter aux divers tissus primaires que nous venons de décrire de nouveaux éléments qui en s'intercalant parmi eux compliquent singulièrement la structure de l'organe.

On désigne sous le nom de *tissus* ou de *formations secondaires* ces productions qui apparaissent à un certain moment dans les tiges et déterminent leur épaissement progressif.

Les formations secondaires sont dues à l'activité de deux assises génératrices concentriques, l'une externe ou *phellogène*, l'autre interne ou *cambium*. L'anneau externe produit du liège. L'anneau interne produit du bois et du liber (fig. 59).

*Formation du phellogène.* — Le phellogène peut naître dans l'épiderme, l'écorce ou le péricycle, mais le plus souvent c'est dans l'écorce qu'il prend son origine.

Les cellules de l'assise destinée à devenir génératrice commencent par s'accroître singulièrement dans le sens du rayon, puis se divisent chacune en deux moitiés *a* et *b*. La moitié externe *a* cesse bientôt son accroissement et commence à épaisir ses parois pour constituer la première cellule du liège. La moitié interne *b* continue à croître suivant le rayon et découpe successivement vers l'extérieur un segment *a'*, puis des segments *a''*, *a'''*, etc., destinés chacun à fournir une nouvelle cellule du liège.

Vers l'intérieur, la cellule *b* donne parfois naissance à un petit nombre de cellules qui restent parenchymateuses. L'ensemble des cellules nées ainsi du côté interne de l'assise géné-

matrice constitue ce que l'on appelle l'écorce *secondaire* ou mieux le *phelloderme*.

*Cambium*. — La zone génératrice destinée à former le bois et le liber secondaire a une situation bien définie. Au niveau

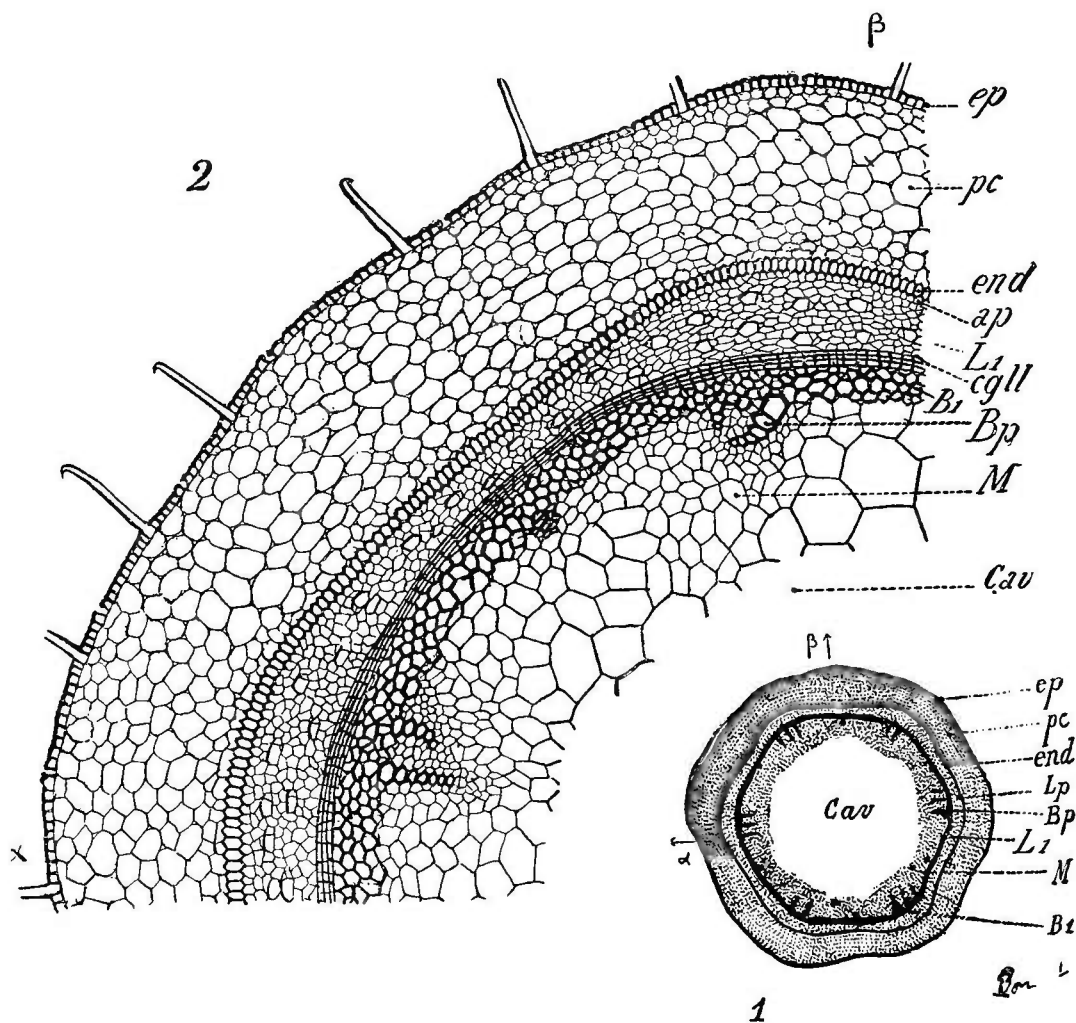


Fig. 59. — Coupe transversale dans une tige de Haricot âgée de quelques mois.

1, aspect général; *cav*, cavité axile; 2, détail du segment  $\alpha\beta$ ; *cgl*, couche génératrice libéro-ligneuse. Le reste de la légende comme fig. 54 et 57.

des faisceaux elle se constitue aux dépens de l'assise de cellules qui occupent le bord interne du liber contre le bois; dans l'intervalle des faisceaux elle se forme aux dépens soit du péri-cycle, soit de rayons médullaires.

Le cambium se cloisonne presque toujours à la fois vers l'extérieur et vers l'intérieur, en donnant du tissu libérien d'un côté, du tissu ligneux de l'autre.

83. **Structure des tissus secondaires de la tige.** — *Liège.* — Le liège est, comme nous le savons (§ 51), formé de cellules tabulaires, disposées en séries régulières et dont la membrane épaissie est imprégnée de subérine.

La couche de liège est parfois très limitée, mais dans d'autres cas elle prend un puissant accroissement en épaisseur; c'est ce que nous montre le Chêne liège (*Quercus suber*) qui, en Algérie, forme des forêts considérables, et le Chêne occidental du Portugal, tous deux exploités pour l'extraction du liège.

A cet effet, lorsque l'arbre a atteint de dix à quinze ans, on enlève une première couche assez épaisse en traçant sur le tronc des incisions longitudinales que l'on réunit par des incisions transversales. Cette opération appelée *démarclage* fournit un liège grossier nommé *liège mâle*. On a le soin de ne pas atteindre le bois et de laisser non seulement la couche libérienne mais encore une partie de la couche subéreuse, le *lard* ou *mère du liège*. Tous les sept ou huit ans une nouvelle couche se produit, laquelle donne un liège fin appelé *liège femelle*.

Dès qu'il est constitué, le liège intercepte l'arrivée des liquides dans les tissus primaires au-dessous desquels il se forme, ceux-ci se dessèchent puis se déchirent sous l'influence de la pression exercée sur eux par l'ensemble des tissus secondaires internes. Plus tard les assises les plus externes du liège meurent à leur tour et sont aussi déchirées. C'est ainsi que se produit l'exfoliation de l'écorce du Platane et d'autres arbres.

En certains points, la couche de liège est interrompue par de petits corps arrondis qui proéminent à la fois en dehors et en dedans sous forme de lentilles biconvexes; on les nomme des *lenticelles*. A l'endroit d'une lenticelle, l'assise génératrice se cloisonne avec une grande activité et donne des cellules qui s'arrondissent plus ou moins et laissent entre elles des méats pleins d'air (fig. 61).

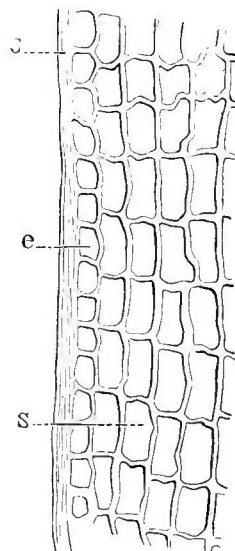


Fig. 60. — Section transversale du liège de l'Aristolochie.

c, cuticule. — e, épiderme. — s, liège.



Les lenticelles peuvent être considérées comme des pores permettant l'accès de l'air dans le corps de la plante.

*Phelloderme.* — Les cellules du phelloderme sont disposées comme celles du liège en séries radiales; elles restent très longtemps vivantes et conservent des parois cellulósiques.

Fréquemment le phelloderme manque ou bien est réduit à un petit nombre d'assises de cellules.

*Liber secondaire.* — Le liber secondaire se compose comme le liber primaire de cellules libériennes et de tubes criblés,

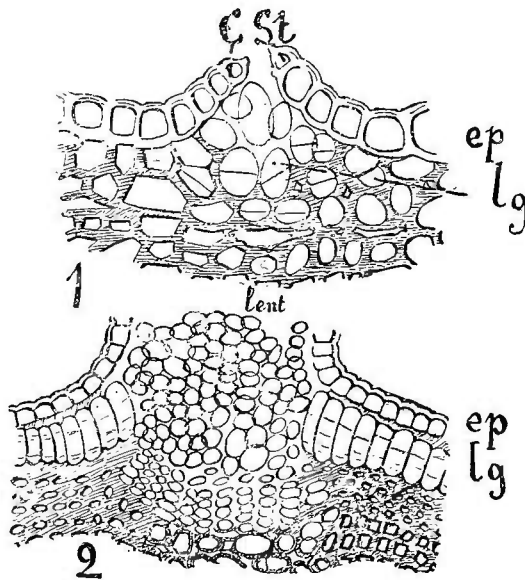


Fig. 61. — Formation des lenticelles dans l'écorce du Sureau.

1, 2, états successifs; *ep*, épiderme; *lg*, liège; *lent.*, lenticelle; *St*, stomate.

mais on y trouve aussi des fibres résistantes et flexibles qu'on nomme les *fibres libériennes*.

*Bois secondaire.* — Le bois secondaire se compose surtout de fibres dures et cassantes entremêlées çà et là de cellules ligneuses et de vaisseaux; ces derniers sont ordinairement ponctués.

*Les vaisseaux spiralés manquent toujours dans le bois secondaire.*

*Rayons médullaires secondaires.* — Les masses ligneuses et libériennes secondaires sont fendues radialement et traversées par des files de cellules qui restent parfois longtemps sans se lignifier et que l'on nomme les rayons médullaires secondaires ou petits rayons. Ces rayons se prolongent à partir d'une certaine profondeur dans le bois jusque dans le liber.

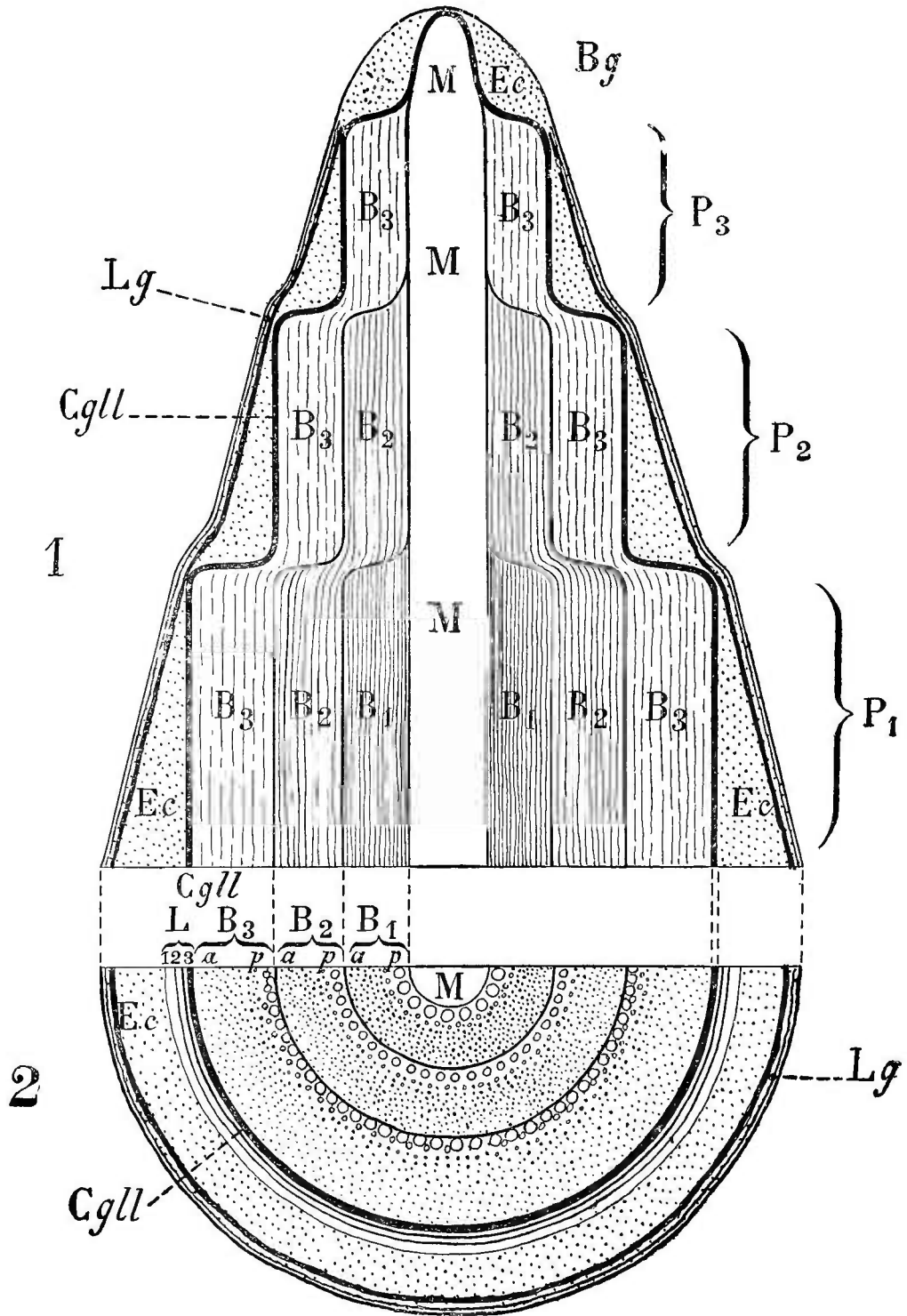


Fig. 62. — Schéma de coupes faites dans une tige ligneuse, au début de la 4<sup>e</sup> année.

1, coupe longitudinale; 2, coupe transversale. *Bg*, bourgeon; *P<sub>1</sub>*, *P<sub>2</sub>*, *P<sub>3</sub>*, les pousses correspondant aux 3 années précédentes; *B<sub>1</sub>*, *B<sub>2</sub>*, *B<sub>3</sub>*, les trois couches de bois; *L* (1, 2, 3), les trois couches de liber; *cgll*, assise génératrice libéro-ligneuse.

## STRUCTURE D'UNE TIGE AGÉE

Tous les ans, au printemps, dans les régions tempérées, les assises génératrices qui avaient cessé de fonctionner pendant la mauvaise saison, reprennent une nouvelle activité et deviennent le siège de nouvelles formations qui viennent se superposer aux anciennes; il suit de là que la couche de bois de la seconde année va recouvrir celle de la première année, de même que la couche de liber et celle de liège ajoutent, respectivement aux couches semblables formées l'année précédente.

Chaque année les mêmes faits se reproduisent et la tige augmente incessamment son diamètre (fig. 62).

**86. Aubier, cœur du bois.** — Examinées, sur une tige de Chêne, de Noyer, de Cerisier ou de tout autre arbre dont le bois est plus ou moins coloré, les couches ligneuses se distinguent parfaitement les unes des autres en raison de leur différence de structure et de composition chimique. Les couches les plus intérieures sont plus foncées et plus denses; les couches extérieures ont une teinte plus pâle et leur tissu est plus mou : on donne aux premières le nom de *cœur du bois* ou *duramen* et aux secondes le nom d'*aubier*. En réalité, il n'existe aucune différence entre l'aubier et le bois : l'aubier représente les couches les plus jeunes et qui n'ont pas encore acquis toutes les propriétés qu'elles doivent avoir; ce n'est qu'à mesure qu'il s'en forme de nouvelles, que les plus intérieures se lignifient, se colorent de plus en plus et passent ainsi successivement à l'état de cœur du bois. Toutefois les proportions qui existent entre le duramen et l'aubier peuvent varier dans des limites très étendues qui dépendent de l'espèce végétale, des conditions du sol, de la culture, etc.

Il existe souvent une différence de coloration très marquée entre l'aubier et le bois; tantôt cette différence se produit brusquement et sans ligne de démarcation comme dans le bois d'ébène dont le cœur est noir et l'aubier blanc; dans le bois de campêche, le cœur du bois est d'un rouge foncé tandis que les couches d'aubier sont blanchâtres; tantôt enfin, cette différence est presque insensible, comme cela arrive dans les bois blancs et légers. comme le Sapin, le Peuplier, le Hêtre, etc.

**87. Lignes de démarcation des couches de bois.** — Considérées dans leur ensemble, les couches ligneuses sont d'autant plus denses et plus dures qu'elles sont plus intérieures, ce qui tient aux transformations qui se produisent par les progrès de l'âge; bien plus, chacune d'elles prise isolément est d'autant plus compacte qu'on l'examine dans sa partie la plus interne. Ce fait s'explique facilement : en effet, au printemps, alors que la plante est en pleine activité, les liquide séveux, à la fois plus abondants et plus aqueux, traversent rapidement la tige et donnent lieu à la formation d'un tissu composé de vaisseaux nombreux entremêlés de peu de fibres; en été, au contraire, les sucS élaborés, plus denses donnent un tissu moins riche

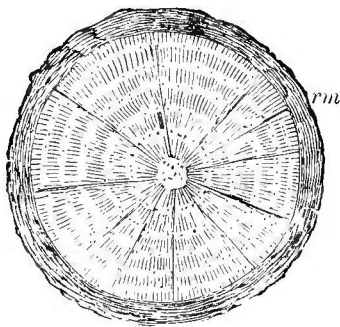


Fig. 63. — Coupe transversale d'un tronc de Chêne de six ans.

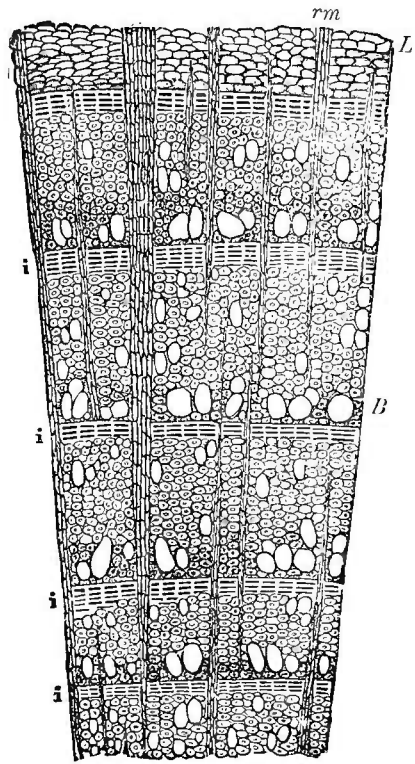


Fig. 64. — Coupe transversale d'une tige de Hêtre.

*B*, bois; *i*, *i*, fibres formées pendant l'automne de chaque année; *L*, liber; *rm*, rayons médullaires.

en vaisseaux, mais qui contient une plus grande proportion de fibres : ainsi la différence de dureté et de coloration s'explique par une différence de structure. Les mêmes faits se renouvelant à chaque période végétative, on conçoit comment il est possible de distinguer les diverses couches annuelles de bois sur la section transversale d'un tronc.

**88. Age d'une tige.** — La disposition des couches de bois en zones concentriques et bien distinctes n'existe que dans les climats froids et tempérés, c'est-à-dire dans les régions où

l'hiver vient suspendre la végétation; dans quelques circonstances particulières, telles qu'une saison chaude et humide, il peut s'en produire deux, une au printemps et une autre en été au moment de la sève du mois d'août; il peut même arriver que les formations consécutives se confondent en une seule; mais, à part ces exceptions, on peut admettre avec une certaine justesse que l'âge d'une tige ou d'un arbre correspond au nombre des couches ligneuses : on cite à ce sujet un tronc d'arbre qui existe au Muséum dans lequel la date de 1755 se trouve incrustée entre l'écorce et le bois; abattu en 1805, on a compté 50 couches parfaitement distinctes (fig. 64).

**89. Variations du bois.** — Le bois, considéré dans les différentes espèces d'arbres, varie quant à la dureté, la densité, la couleur et la résistance : cette diversité tient à diverses causes, telles que les proportions relatives d'aubier et de cœur du bois, l'épaisseur des couches, leur lignification et leur structure; de là la distinction entre les arbres à *bois dur* et les arbres à *bois blanc* : les premiers, tels que le Chêne, l'Orme, le Noyer, le Tilleul, etc., présentent vers leur centre une masse ligneuse colorée qui est le cœur du bois, et à l'extérieur l'aubier; ces bois servent dans l'ébénisterie et la charpente, et leur valeur est proportionnelle à la masse du cœur du bois. Les seconds sont formés de couches qui présentent à peu près partout la même densité et la même coloration : tels sont les Saules, les Peupliers, le Hêtre; ils sont employés généralement comme combustibles.

#### TIGE DES MONOCOTYLÉDONES

90. La tige des plantes monocotylédones peut, comme celle des dicotylédones, se présenter soit à l'état herbacé, soit à l'état ligneux. Dans l'un et l'autre cas, elle est ordinairement simple et cylindrique, portant à son sommet un bouquet de grandes feuilles comme on l'observe dans les Palmiers et les Fougères; parfois cependant elle est ramifiée comme dans l'Asperge.

**91. Tige des Monocotylédones ligneuses.** — Au premier abord, certains caractères extérieurs permettent de distinguer la tige ligneuse des végétaux monocotylédones du tronc ou

tige ligneuse des arbres dicotylédones; mais ces différences sont plus tranchées encore quand on pénètre à l'intérieur pour en étudier la structure interne. Si on fait une section transversale dans un *stipe* qui est le type le plus parfait de ces sortes de tiges, on y voit les mêmes éléments anatomiques mais différemment disposés : ainsi, sur une tige de Palmier, on n'observe pas ces couches ligneuses superposées, avec un canal médullaire au centre, traversées par des rayons médullaires :

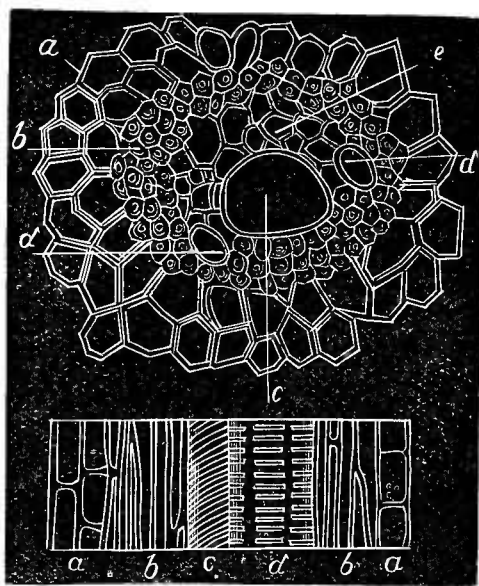


Fig. 65. — Coupe transversale et horizontale d'un faisceau libéro-ligneux du Palmier.

*a*, fibres corticales. — *b*, fibres ligneuses. — *c*, vaisseau spiralé. — *d*, vaisseau rayé.

c'est une masse celluleuse dans laquelle sont disséminés des faisceaux libéro-ligneux comprenant des fibres ligneuses, des vaisseaux et du parenchyme et à l'extérieur une couche libérienne avec tous ses éléments : on voit donc que chacun de ces faisceaux est constitué de la même façon que les faisceaux primitifs des Dicotylédones, avec cette seule différence qu'il n'y a pas de zone génératrice interposée entre le liber et le bois.

*Trajet des faisceaux.* — Si l'on suit la marche des faisceaux à partir de chaque feuille, on reconnaît que, loin d'être parallèles, ils prennent une direction sinueuse. Chacun d'eux se porte d'abord vers le centre de la tige en décrivant une courbe à convexité supérieure, puis il descend verticalement sur une certaine longueur et enfin se rapproche de la péri-

phérie en décrivant un nouvel arc convexe vers le haut. Bien plus, le faisceau n'est pas contenu dans un plan vertical, mais dans une surface gauche, comme si le stipe avait éprouvé un mouvement de torsion, de sorte qu'il semble décrire une hélice irrégulière. La figure théorique 67 montre la marche des

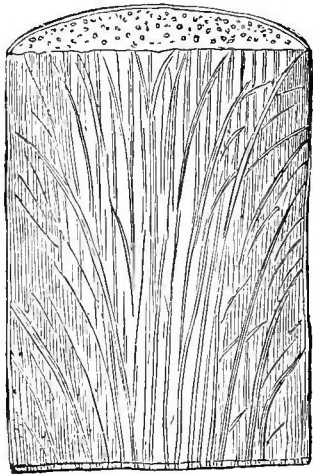


Fig. 66. — Section longitudinale d'une tige de Palmier.

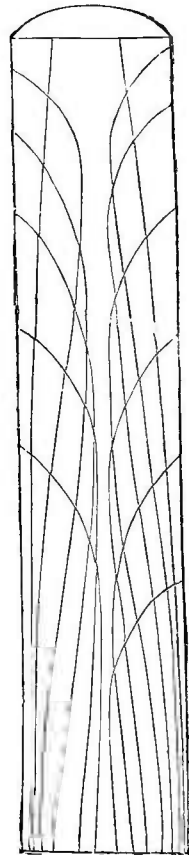


Fig. 67. — Développement des fibres, d'après M. Mohl.

divers faisceaux libéro-ligneux. Une première conséquence qui découle de cette disposition, c'est que, plus le stipe s'élève, plus la partie périphérique devient dure puisque les faisceaux se rapprochent de plus en plus de la circonférence, ce qui est l'inverse de ce qui se passe dans les Dicotylédones. Cette constitution particulière du bois des arbres monocotylédones, et en particulier des Palmiers, explique l'usage qu'on en fait pour la confection d'objets divers, tels que cannes, manches de parapluie, sur lesquels se dessinent les faisceaux vasculaires à cause de leur couleur plus foncée.

*Variation de structure des faisceaux.* — Les faisceaux ne

conservent ni la même grosseur ni la même structure dans tous les points de leur étendue : ainsi les vaisseaux spiralés disparaissent quand les faisceaux commencent à se rapprocher de la surface externe puis, successivement, les vaisseaux annelés, ponctués, etc., de sorte qu'en arrivant au point le plus rapproché de la surface externe, il ne se trouve plus que des fibres ligneuses et des tubes criblés (fig. 65).

Telle est la structure générale du stipe; mais il existe d'autres plantes monocotylédones arborescentes qui, par la formation dans l'intérieur de la tige d'un bois secondaire, tiennent le milieu entre les Monocotylédones et les Dicotylédones : tels sont l'Aloès et les *Dracæna* qui présentent un mode de production spécial de faisceaux composés de fibres ligneuses et de tubes criblés.

Sur la coupe transversale d'une tige de *Dracæna marginata*, par exemple, on observe, en allant de dehors en dedans : 1° une écorce molle protégée par du liège périphérique; 2° un anneau de méristème, c'est-à-dire de cellules en voie de cloisonnement (§ 42), qui rejette vers l'extérieur un certain nombre de cellules d'écorce secondaire, et vers l'intérieur des cellules de parenchyme secondaire : l'activité de ce méristème étant permanente, la couche de parenchyme augmente sans cesse, ce qui détermine l'accroissement en diamètre de la tige; 3° une zone plus ou moins large de tissus secondaires formés du parenchyme lignifié et de nombreux faisceaux disposés en cercles concentriques assez irréguliers, chacun de ces faisceaux ne se composant que de fibres et de tubes criblés; 4° une sorte de moelle centrale contenant les faisceaux qui se rendent aux feuilles après avoir traversé plus ou moins obliquement la couche secondaire. Il importe de remarquer que les faisceaux qui appartiennent à la couche secondaire n'ont aucune relation avec les feuilles : ils sont propres à la tige et se terminent à peu de distance du sommet <sup>1</sup>.

Ces divers faisceaux, faisceaux ligneux, faisceaux libériens, se forment sur place au milieu d'une zone génératrice commune, et non à la façon de ce que nous avons indiqué en parlant de la formation des faisceaux des Dicotylédones.

1. H. Jacob de Cordemoy, Recherches sur les Monocotylédones à accroissement continu. 1894.



92. **Tige des Monocotylédones herbacés.** — Parmi ces tiges, il en est qui ont leurs faisceaux disposés en un cercle unique, tandis que d'autres reproduisent les principaux traits de la disposition décrite plus haut chez le Palmier : un épiderme, une écorce, et, à l'intérieur, des faisceaux libéro-ligneux entourés de parenchyme.

Les vaisseaux des Graminées (fig. 68) et des Cypéracées sont d'ordinaire rangés en doubles séries qui divergent en forme

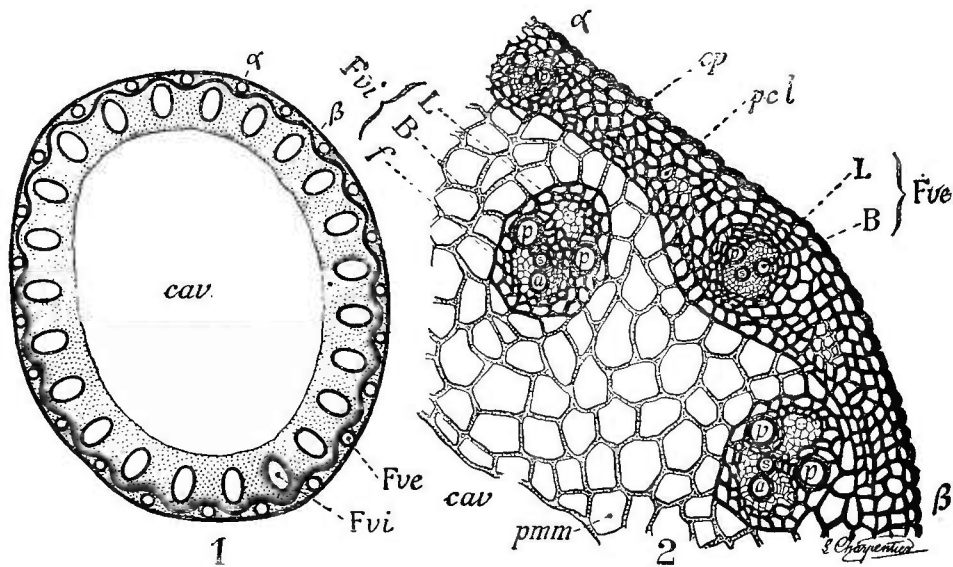


Fig. 68. — Coupe transversale d'une tige de Blé.

1, aspect général. *Fvi*, faisceaux du cercle interne; *Fve*, faisceaux du cercle externe; *cav.*, cavité de la tige. 2, détail du segment  $\alpha\beta$ . *ep*, épiderme; *pcl*, parenchyme cortical lignifié; B, bois; *f*, fibres;  $\alpha$ , vaisseaux annelés; *s*, spiralés; *p*, ponctués; *L*, liber; *pmm*, parenchyme médullaire.

de V La pointe du V est occupée par les premiers vaisseaux et les extrémités des branches par un vaisseau beaucoup plus large, spiralé ou réticulé; l'espace compris entre les branches est rempli soit par du parenchyme, soit par du liber.

Dans les rhizomes, les extrémités des branches se rejoignent assez souvent, de sorte que le liber se trouve entouré par un cercle complet de bois.

Quelques Monocotylédones ont la tige creuse (*Graminées*), ce qui tient à ce que les faisceaux n'arrivent pas jusqu'au centre, la moelle se déchire et disparaît en partie; mais le pourtour de la tige est formé des mêmes éléments que le stipe.

*Usages.* — Les faisceaux libéro-ligneux sont employés dans

l'industrie pour fabriquer des nattes, des paillassons, des cordages et même du papier. C'est ainsi qu'en Angleterre on se sert des faisceaux du *Stipa tenacissima* pour la fabrication d'un papier qui est de mauvaise qualité parce que les fibres ligneuses qui sont mêlées aux fibres libériennes sont cassantes; les faisceaux de quelques Palmiers donnent ce que l'on appelle le *crin végétal*.

### TIGE DES GYMNOSPERMES

93. La tige des Gymnospermes présente une structure assez semblable à celle que nous avons décrite chez les Dicotylédones; son liber secondaire est remarquable par l'alternance régulière qu'offrent ses éléments : après un rang de fibres vient une assise de tubes criblés, puis un rang de cellules libériennes, puis une nouvelle assise de tubes criblés, puis de nouveau un rang de fibres et ainsi de suite.

Le bois secondaire, particulièrement chez les Conifères, est formé de vaisseaux fermés presque tous ponctués-aréolés et de cellules ligneuses; il est traversé par des rayons médullaires réduits à une seule assise de cellules, aussi quand on examine une section de tige âgée, à l'œil nu, il semble qu'il n'existe pas de rayons.

### TIGE DES ACOTYLÉDONES

94. La grande division des Acotylédones, qu'il est mieux d'appeler *Cryptogames*, comprend des végétaux dont la structure est uniquement cellulaire et des végétaux dans lesquels entrent à la fois des cellules et des vaisseaux : les premiers sont appelés *Cellulaires*, les seconds ont reçu le nom de *Vasculaires*.

Dans les *Cryptogames vasculaires* on distingue trois groupes, savoir : les *Fougères*, les *Lycopodiacées* et les *Equisétacées* ou *Prêles*.

95. **Tige.** — L'anatomie de la tige des *Cryptogames vasculaires* est très intéressante à connaître.

Dans son état ordinaire la structure de la tige des *Cryptogames vasculaires* comprend au-dessous de l'épiderme et de

l'écorce un cercle de faisceaux libéro-ligneux à liber entourant le bois, enveloppés chacun d'un péricycle et d'un endoderme spécial. L'écorce et la moelle sont donc en continuation directe ou pour mieux dire il n'y a plus de moelle : le parenchyme tout entier de la tige depuis l'épiderme jusqu'au centre est constitué par l'écorce (fig. 69).

Les faisceaux concentriques desséchés dans ce parenchyme sont aujourd'hui considérés comme étant les anneaux libéro-ligneux de cylindres centraux distincts, dépourvus de moelle.

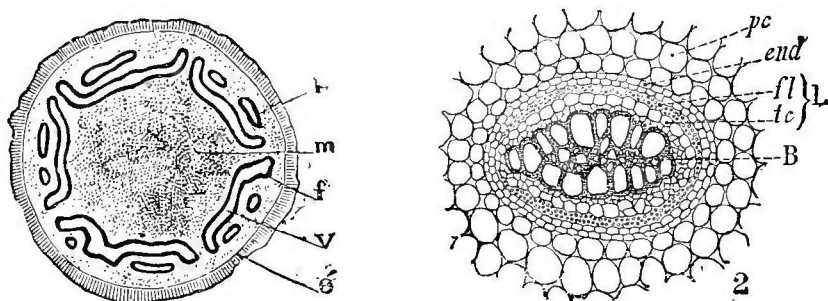


Fig. 69. — Section transversale d'une tige de Fougère arborescente.

1, aspect général; 2, détail d'un faisceau concentrique; *ed*, endoderme; *L*, liber; *B*, bois.

En un mot la tige des Cryptogames vasculaires, au lieu de posséder un seul cylindre central, en renferme plusieurs; elle est comme on dit *polystelique* (πολυς, beaucoup; στήλη, cylindre).

La multiplicité des cylindres centraux est de règle chez les Cryptogames vasculaires; on trouve néanmoins quelques exceptions : ainsi l'Osmonde a un cylindre central unique analogue à celui des Dicotylédones et plusieurs Prêles en manquent complètement; leurs faisceaux sont alors isolés au sein du parenchyme cortical et possèdent chacun un péricycle et un endoderme propre.

Les vaisseaux des Cryptogames vasculaires sont la plupart *scalariformes*.

## ACCROISSEMENT DES TIGES DICOTYLÉDONES

96. Parmi les organes des végétaux, les tiges sont les parties dans lesquelles le phénomène de l'accroissement est le plus remarquable et le plus manifeste. Chaque année, en effet, on voit la tige s'accroître en hauteur et en épaisseur.

1° *Accroissement en diamètre.*

En étudiant l'organisation de la tige (§ 86), nous avons montré que les deux parties essentielles, bois et liber, se composent de plusieurs cônes superposés, emboîtés les uns dans les autres autour de la moelle; cette disposition résulte de ce que, à chaque période printanière, il se forme une nouvelle couche de bois et une nouvelle couche de liber qui se séparent et s'isolent avec les caractères qui leur sont propres. Ce phénomène s'accomplit dans la zone génératrice; c'est dans cette zone que, sous l'influence des sucs nutritifs élaborés, les cellules se multiplient et se transforment en éléments qui prennent les caractères du bois ou du liber (fig. 70).

L'accroissement en épaisseur s'observe chez la majorité des Dicotylédones et des Gymnospermes, mais il ne s'effectue que rarement chez les Monocotylédones et les Cryptogames vasculaires. Ces plantes gardent d'ordinaire indéfiniment leur structure primaire; les progrès de l'âge ne se manifestent chez elles que par une subérification et une lignification plus grandes de leurs tissus.

2° *Accroissement en hauteur.*

Le développement successif de la tige en hauteur est déterminé par la partie du bourgeon terminal qu'on nomme le *cône végétatif*. Ce cône est uniquement composé d'un tissu de méristème, mince et délicat, dont l'élongation s'effectue par la segmentation des cellules qui le constituent et d'autant plus rapidement qu'il y a accumulation plus grande de substances nutritives : c'est ainsi que l'Agave peut s'accroître de 10 centimètres en un jour, et cet accroissement est encore bien plus considérable dans les régions méridionales, si bien qu'on peut

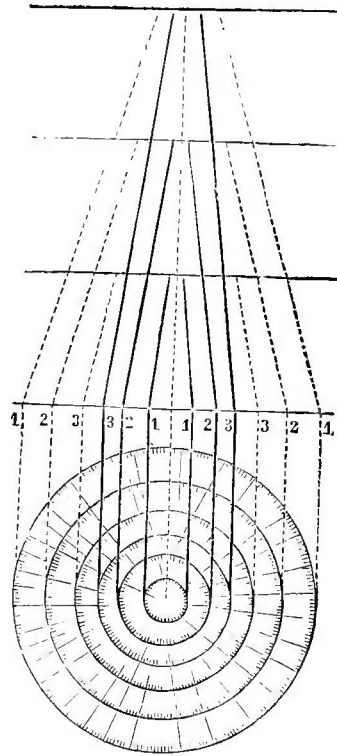


Fig. 70. — Schéma représentant la section longitudinale d'une tige de 3 ans.

1, 2, 3, couches de bois; 3, 2, 1, couches de liber.

le suivre facilement au moyen d'une lunette munie d'un réticule.

Parmi les cellules qui constituent le cône végétatif il en est quelques-unes désignées sous le nom d'*initiales* qui sont destinées à produire les divers tissus. Quelquefois, comme chez les Cryptogames vasculaires et les Gymnospermes, il n'y a qu'une seule initiale en forme de pyramide à sommet dirigé vers le

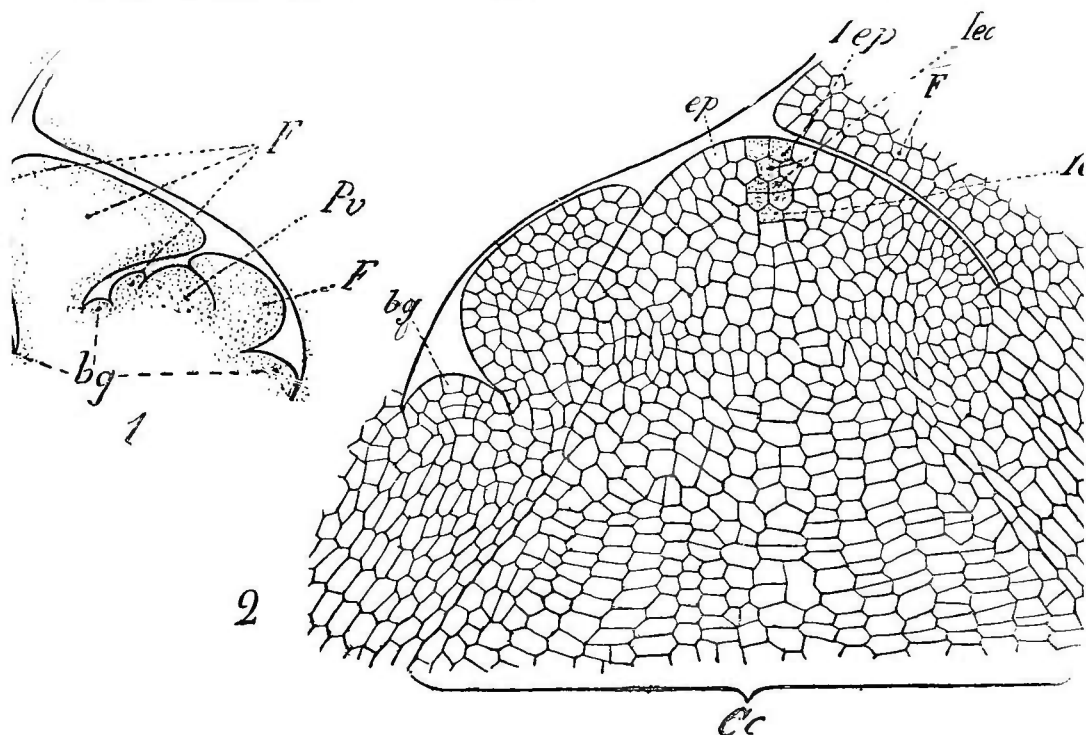


Fig. 71. — Section longitudinale à travers le sommet d'une jeune tige

1, faible grossissement; 2, détail du sommet vu à un grossissement plus considérable: *Pv*, cône végétatif; *F*, jeunes feuilles; *bg*, rudiment de bourgeon axillaire; *ep*, épiderme; *Iep*, cellules initiales de ce tissu; *Iec*, initiales de l'écorce; *Iec*, initiales du cylindre central *Cc*.

bas, mais le plus souvent il y a au moins trois initiales, une pour l'épiderme, une pour l'écorce, une pour le cylindre central (fig. 71).

## RACINE

97. **Racine pivotante.** — **Racine fasciculée.** — Au moment où la germination commence, la portion de l'axe de l'embryon située au-dessous des cotylédons, autrement dit la radicule,

sort de la graine et s'enfonce dans le sol; on donne à cette partie le nom de *pivot* ou de *racine principale*.

Deux cas peuvent se présenter : 1° le pivot continue à s'allonger avec vigueur; il atteint d'ordinaire de grandes dimensions en conservant sa forme et donne naissance à des *racines secondaires* disposées en séries régulières et qui offrent un grand développement; on donne à ce genre de racines le nom de *racines pivotantes*. Ex. : la Betterave, le Radis, la Carotte, la Luzerne et la plupart des arbres forestiers (Chêne, Orme, etc.); 2° l'allongement du pivot cesse de bonne heure et, des différents points de sa surface, naissent des racines secondaires, tertiaires, qui continuent à croître et donnent lieu à des faisceaux multiples qui s'étalent sous le sol à une petite profondeur; ces sortes de racines portent le nom de *racines fibreuses* ou *fasciculées*. Exemple : Blé, Avoine, Fraisier, etc.

98. **Racines tuberculeuses.** — Il n'est pas rare de voir certaines racines augmenter considérablement de volume, se ren-

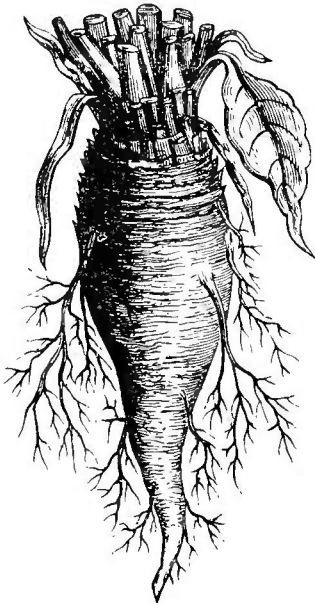


Fig. 72. — Racine pivotante de la Betterave.

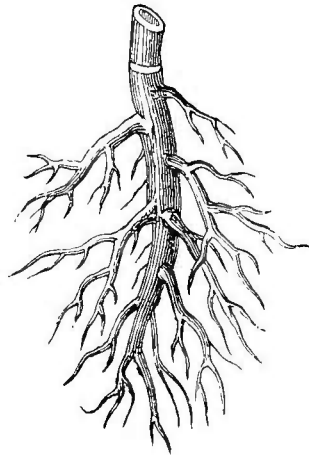


Fig. 73. — Racine pivotante de l'Orme.

fler en forme de tubercules et finalement se transformer en réservoirs de matières nutritives (*racines tuberculeuses*); c'est ce que nous montre le *Dahlia variabilis* où, à la fin de la période végétative, apparaissent, sur les côtés des racines, des renfle-

ments tuberculeux; de même l'Asphodèle produit des tubercules remplis de matière féculente qui sert à la fabrication de l'alcool. La plupart des fécules alimentaires sont extraites des racines tuberculeuses : ainsi le salep est la fécule accumulée dans les tubercules des genres *Orchis* et *Ophris*; le tapioca



Fig. 74. — Racine fasciculée du Potiron.



Fig. 75. — Racine tubéreuse du Dahlia.

provient de la racine du Manioc (*Jatropha manihot*), de la famille des Euphorbiacées.

Parmi les racines alimentaires, nous citerons : l'igname comestible (*Dioscorea batatas*) de la famille des Dioscorées; la Betterave (*Beta vulgaris*) de la famille des Chénopodées; le Navet (*Brassica napus*), le Radis (*Raphanus sativus*) de la famille des Crucifères, etc.

**99. Applications.** — Cette distinction des racines en pivotantes et fasciculées a conduit à des applications importantes en agriculture et en horticulture : c'est sur cette distinction que repose le procédé dit de l'*assolement*. Autrefois, lorsqu'un champ avait produit la même plante à racines fasciculées pendant quelques années, les couches superficielles étant appauvries par cette culture prolongée, on laissait le champ en jachère pour lui donner le temps de redevenir apte à de nouvelles productions. Aujourd'hui on sème des plantes à racines pivotantes, des Betteraves, par exemple, qui vont puiser leur nourriture dans les parties profondes et donnent aux couches superficielles le temps de se refaire sans pour cela laisser le sol improductif : c'est ainsi qu'on peut expliquer la nécessité

de la rotation des cultures et la possibilité de cultiver à la fois des plantes à racine pivotante et à racine fasciculée.

Lorsqu'on veut transplanter des arbres, on choisit de préférence ceux qui ont des racines fasciculées : outre qu'ils sont plus faciles à déraciner, leurs nombreuses racines donnent plus de chances à la réussite de l'opération.

On peut transformer des plantes à racines pivotantes en plantes à racines fasciculées ; pour cela il suffit de couper le pivot à une certaine distance au-dessous du sol : sur la partie restante apparaissent des racines secondaires. On peut obtenir le même résultat en faisant des semis sur un sol pavé à une certaine profondeur ; lorsque le pivot rencontre l'obstacle, il ne peut plus continuer à s'enfoncer et de nouvelles racines se montrent sur les côtés de la même façon que dans le cas précédent.

Si l'on veut arroser une plante à racine pivotante, il faut verser l'eau auprès du pied, ce qui permet au liquide d'arriver jusqu'aux radicelles ; dans le cas d'une plante à racine fasciculée, il sera préférable de verser l'eau loin du pied afin de la mettre en contact avec les parties vraiment absorbantes.

#### PARTIES CONSTITUANTES DE LA RACINE

Toute racine se compose d'une racine principale, le *pivot*, sur lequel se développent des racines secondaires, tertiaires, etc., désignées sous le nom de *radicelles*.

**100. Racines secondaires et tertiaires.** — A mesure que la racine s'allonge et s'enfonce dans le sol, on voit apparaître, dans le voisinage de la partie supérieure, 3, 4, 5 petits mamelons situés dans le même plan qui, en se développant, se dirigent vers l'intérieur du sol pour former les racines secondaires ; un peu plus tard, de nouveaux mamelons apparaissent, dans un plan inférieur, qui se comportent de la même façon que les premiers et ainsi de suite, de sorte que ces racines forment une suite de verticilles disséminés sur les différents points de la racine principale jusqu'au voisinage du sommet qui reste libre.

Les racines latérales tertiaires se montrent sur les racines secondaires de la même façon que celles-ci se sont formées sur le pivot.



101. **Poils absorbants.** — On trouve sur les racines des *poils* dits *absorbants* qui n'existent que sur les parties jeunes. Ces poils, à parois minces et délicates, s'allongent très rapidement et jouent dans l'absorption un rôle considérable, ce qui les a fait considérer comme de véritables *sucçoirs* : après avoir rempli leurs fonctions pendant quelques jours, ils tombent et sont remplacés par d'autres qui se développent en des points situés immédiatement au-dessous et ainsi de suite jusqu'au voisinage de l'extrémité radicale qui n'en produit jamais (fig. 76).

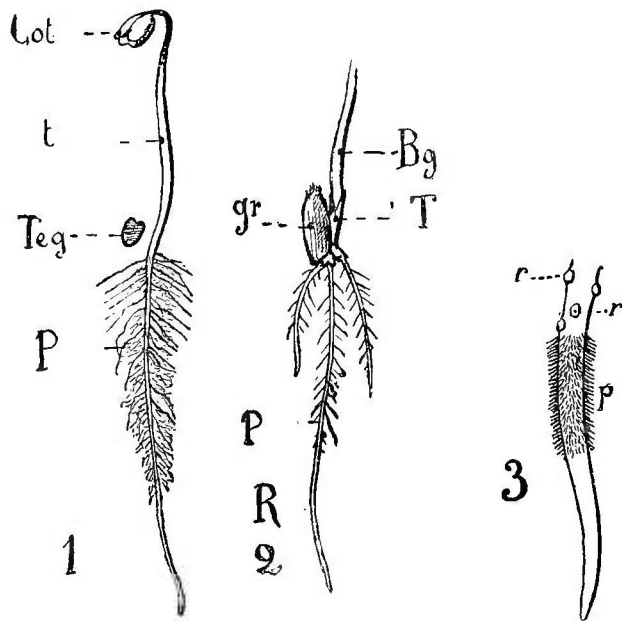


Fig. 76. — Poils absorbants.

1, chez la Moutarde. — 2, chez le Blé. — 3, chez le Haricot. — r, jeunes radicelles.

102. **Piléorhize.** — L'extrémité des racines est constamment recouverte par un tissu ferme et résistant, une sorte de coiffe que l'on nomme la *Piléorhize* (de  $\pi\acute{\iota}\lambda\omicron\varsigma$ , chapeau, et  $\rho\acute{\iota}\zeta\alpha$ , racine); son rôle est de protéger la pointe de l'organe contre les frottements exercés par les particules solides du sol.

Au-dessous de cette calotte, on trouve un tissu cellulaire mince et délicat qui est l'origine et le point de départ de nouvelles formations; c'est le *point* ou le *cône végétatif* par lequel s'effectue l'élongation de la racine.

La piléorhize se montre à l'extrémité de toutes les racines sous les formes les plus variées : tantôt en doigt de gant comme dans les lentilles d'eau douce (*Lemna*); tantôt, comme chez les

Conifères, sous la forme d'une lame composée de cellules superposées; tantôt enfin sous la forme d'une couche mince, comme dans le plupart de nos arbres.

**103. Exfoliation de la piléorhize.** — La piléorhize est un produit du cône végétatif qu'elle enveloppe et qui se renouvelle par l'intérieur; les cellules qui composent la couche la plus externe se désagrègent et tombent tôt ou tard. Cette exfoliation superficielle se produit de diverses manières suivant la nature des plantes, suivant le degré d'humidité.

Dans le Pavot, le Colza, elle se détache par lambeaux de cellules peu adhérentes et visqueuses; dans le Blé, l'Orge, c'est une dissociation qui se produit au milieu d'une sorte de mucilage; l'effet de ces destructions successives est de mêler au sol des matières qui sont considérées par quelques naturalistes comme ayant une influence sur le sol lui-même et sur les racines des plantes qui s'y développent.

**104. Point végétatif de la racine.** — Pendant longtemps, on a admis que les extrémités des radicules étaient formées par des renflements cellulaires appelés *spongiolés* que l'on considérait comme le point par lequel s'effectuait l'élongation de la racine. L'existence de la piléorhize montre que ce n'est pas en ce point que se montrent les cellules de nouvelle formation, mais dans un point placé immédiatement au-dessus.

Le cône végétatif est, comme toute formation naissante, composé de cellules minces et délicates remplies de protoplasma et de suc cellulaire mêlé de granulations et en tout semblables à celles qui constituent le point végétatif des tiges, des feuilles et des branches; il y a seulement cette différence que le point végétatif de la tige est nu, tandis que celui de la racine est toujours recouvert par la piléorhize.

C'est par ce point que la racine une fois formée s'allonge en même temps qu'elle s'épaissit et cet allongement se produit par l'accroissement des éléments déjà formés, par multiplication et segmentation des cellules situées à la pointe de la racine, c'est-à-dire au niveau de la piléorhize.

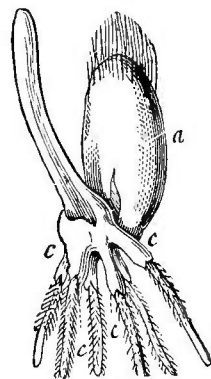


Fig. 77. — Germination d'un grain de Blé.

*a*, le grain. — *b*, la tigelle.  
— *r, r, r, r, r, r*, racines; —  
*c, c, c*, coléorhizes.

La croissance est par conséquent subterminale au lieu d'être terminale comme dans la tige; c'est d'ailleurs ce que l'on peut prouver expérimentalement de la façon suivante : on trace avec de l'encre sur une racine en voie de croissance, des traits équidistants à partir de l'extrémité, de centimètre en centimètre. Après quelques jours, la racine s'est allongée mais les traits de division par centimètres sont encore tous à la même distance les uns des autres qu'au début, sauf le 1<sup>er</sup> qui est le plus rapproché de l'extrémité. C'est donc uniquement dans le segment formé par le centimètre inférieur de la racine que se produit l'allongement.

En divisant en millimètres, par des traits, cette région, on peut voir que la portion tout à fait terminale comprenant le premier millimètre ne s'accroît pas du tout; la croissance fait sentir son action d'une manière de plus en plus intense sur les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> millimètres et va en s'affaiblissant ensuite.

**105. Direction des racines.** — La croissance se fait dans les circonstances ordinaires de telle manière que l'extrémité de la racine principale aille verticalement vers le centre de la terre quelle que soit sa direction primitive. Les racines secondaires se développent en faisant un angle déterminé avec la direction du pivot. De même, les racines tertiaires font également un certain angle avec la direction des racines secondaires qui les portent. Il en résulte que les diverses ramifications de la racine finissent par comprendre entre elles une grande masse de terre, ce qui facilite beaucoup l'alimentation de la plante et lui permet en même temps de se fixer solidement.

On admet que c'est sous l'influence de la pesanteur que les diverses parties de la racine tendent à se diriger vers l'intérieur du sol; l'action exercée par la pesanteur a reçu dans ce cas particulier le nom de *géotropisme*.

### RACINES ADVENTIVES

**106.** Indépendamment des racines que nous venons d'indiquer et dont l'ensemble représente la portion descendante du végétal, il en existe d'autres qui peuvent se développer sur les diverses parties de la plante et qui viennent en aide aux racines proprement dites ou les remplacent quand elles se détruisent. Comme ces nouvelles productions se montrent sur des points

qu'on ne peut pas déterminer d'avance, on leur a donné le nom de *racines adventives*.

Ces sortes de racines peuvent prendre naissance soit naturellement, soit artificiellement, sur la tige, les branches et même les feuilles. Des racines adventives apparaissent à la partie inférieure de la tige des plantes monocotylédones, comme cela a lieu dans le Palmier qui porte à la base du stipe de nombreuses racines qui servent à fixer cet arbre au sol et à le nourrir. Dans toutes les Graminées on voit pousser des racines adventives sur

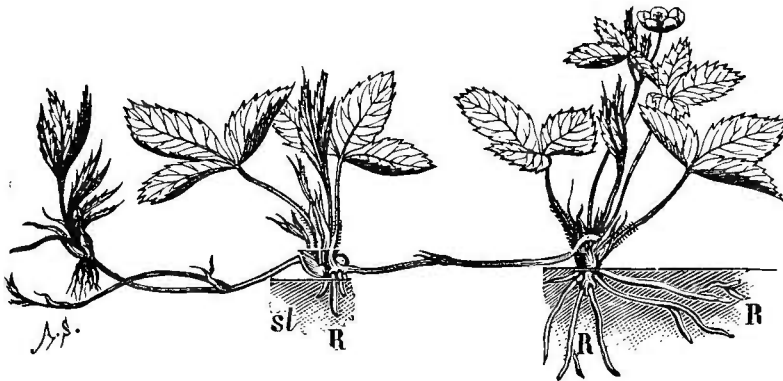


Fig. 78. — Coulant de Fraisier. — *R*, racine adventive.

les parties couchées de la tige et qui aident à la végétation. Beaucoup de plantes dicotylédones ont aussi la propriété d'émettre des racines qui partent de différents points de la tige et des branches : nous citerons le *Pandanus utilis*, le Figuier religieux, le Chiendent, etc. La Vanille émet de la tige et des branches de longues racines adventives qui descendent verticalement vers le sol, s'y enfoncent et remplissent les fonctions des racines proprement dites.

On peut faire naître artificiellement des racines adventives sur les feuilles, les fruits et les racines, et c'est sur cette propriété que repose la multiplication de quelques espèces : il suffit de mettre ces parties en contact avec la terre humide en buttant la tige, c'est-à-dire en accumulant à sa base une certaine quantité de terre humide; ex. : la Garance.

Un fragment de racine d'*Aralia papyrifera*, une feuille de Bégonia ou d'Oranger appliquée par une de ses faces sur la terre humide produit de nombreuses racines adventives; le Cresson de fontaine (*Nasturtium officinale*) développe des racines dans l'eau.

Les racines adventives ne prennent pas toujours le développement nécessaire pour servir d'organes d'absorption et ce fait tient au milieu dans lequel elles se développent : ainsi dans le Lierre (*Hedera helix*) les racines qui se montrent sur la tige



Fig. 79. — Stipe d'un Cocotier et d'un Pandanus montrant à la base leurs racines adventives.

qui grimpe le long d'un mur ou d'un arbre restent courtes, s'enfoncent dans le mur ou dans l'arbre et s'y fixent solidement; on les appelle alors des *crampons*. Si, au contraire, la tige du Lierre grimpe sur le sol, comme cela a lieu lorsqu'on le met en bordure, les racines s'allongent et acquièrent des dimensions qui les rendent propres à l'absorption des fluides nutritifs. Cet exemple montre bien que les crampons ne sont que des racines adventives dont le développement dépend uniquement du milieu où elles sont placées.

**107. Origine des racines adventives.** — Les racines adventives, dans les tiges et les branches, naissent du péricycle. Dans les points où doit sortir une racine, on voit l'écorce se soulever, puis poussée par une force intérieure, elle éclate, et de la fente sort un cône radicaire qui s'or-

ganise intérieurement et ne tarde pas à prendre sa structure caractéristique.

**108. Applications pratiques des racines adventives.** — C'est sur cette facilité avec laquelle se produisent des racines adventives, soit naturellement, soit artificiellement, que reposent certains procédés de multiplication des plantes auxquels on donne les noms de *bouturage* et de *marcottage*.

**109. Bouturage.** — Cette opération consiste à planter une

portion de végétal dans la terre humide de manière à lui faire produire des racines; cette partie détachée s'appelle une bouture : ainsi, une branche de Peuplier ou de Saule détachée de la plante mère et enfouie dans le sol développe des racines qui fournissent la nourriture à cette branche, et en font un nouvel individu. Ces branches portent le nom de *plançons*.

Comme toutes les parties d'une plante sont susceptibles de produire des racines, il s'ensuit qu'on peut bouturer des fragments de tiges, de branches, de feuilles et de racines. Toutefois la facilité avec laquelle ce phénomène se produit, autrement dit la reprise des boutures, diffère beaucoup d'une plante à une

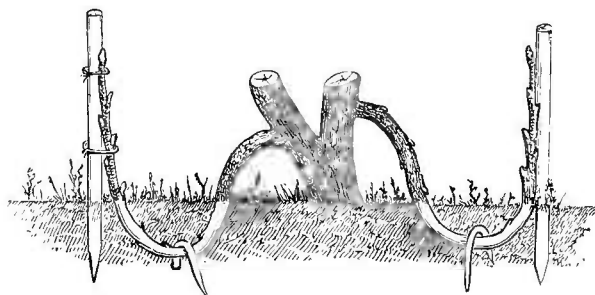


Fig. 80. — Marcottage d'une tige flexible.

autre : à ce point de vue, elle est plus facile dans les arbres à bois tendre que dans les arbres à bois dur; les jeunes pousses réussissent mieux que les branches âgées. Il est aussi à remarquer que certains points sont plus prédisposés à l'enracinement que d'autres; tels sont les entre-nœuds, les épaississements qui sont gorgés de sucs, les entailles, etc.

Les conditions nécessaires au bouturage sont les suivantes : la branche doit conserver sa fraîcheur jusqu'au développement des racines; aussi, dans bien des cas, faut-il recouvrir la bouture d'une cloche, se servir de terre de bruyère ou d'un mélange de terreau et de terre meuble.

**110. Marcottage.** — Un second mode de multiplication des plantes qui est fondé aussi sur le développement des racines adventives est le *marcottage*, procédé qui consiste à placer dans la terre humide une branche ou un rameau sans le détacher de la branche mère; bientôt apparaissent, sur la partie de la branche couchée et en contact avec le sol humide, des racines qui grandissent rapidement et puisent dans ce milieu les éléments nécessaires à leur développement; on n'a plus alors qu'à

séparer la marcotte de son pied mère, immédiatement au-dessous du point où elle a produit des racines.

Le marcottage se produit quelquefois naturellement, comme on le voit chez le Fraisier, où un grand nombre de branches, nommées *coulants*, s'allongent en courant à la surface du sol et

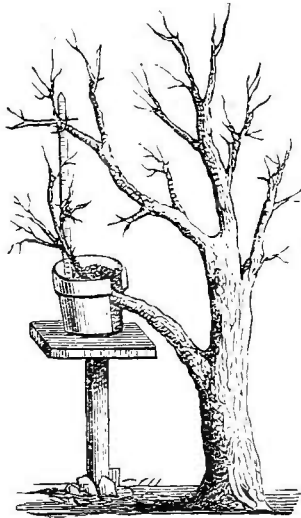


Fig. 81. — Marcottage d'une tige ligneuse.

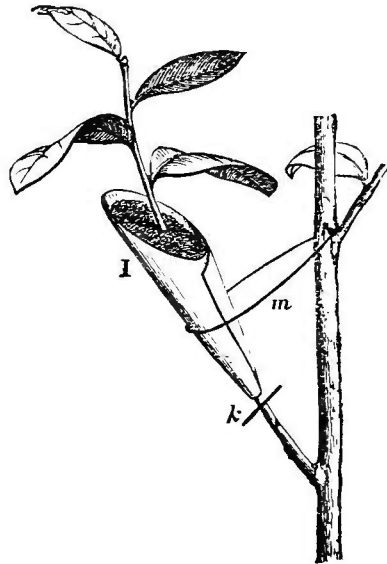


Fig. 82. — Marcottage à l'aide d'un cornet de plomb.

s'enracinent (fig. 78). C'est en étudiant les circonstances de ce marcottage naturel que les jardiniers ont pu marcotter des plantes qui ne l'auraient jamais été sans ce procédé artificiel : c'est ainsi qu'on marcotte les Œillets, le Chèvrefeuille, la Clématite, la Vigne, etc., en courbant des branches dans de petites fossettes pratiquées dans la terre et en laissant sortir leurs extrémités que l'on redresse à l'aide d'un tuteur (fig. 80). En général, on ne doit marcotter que les rameaux jeunes et vigoureux ; dans le marcottage des arbres et des arbrisseaux dépourvus de rameaux flexibles situés à la base de la tige, on fait passer les branches dans un vase approprié à cet usage et rempli de terre humide ou d'un bourrelet de mousse humectée.

## STRUCTURE DE LA RACINE

**111. Racine des Dicotylédones.** — La racine considérée en un point voisin de son sommet se compose d'une écorce et d'un cylindre central (fig. 83).

*Écorce.* — L'écorce est limitée extérieurement par une couche de cellules dont la plupart sont prolongées en poils, ce qui lui a fait donner le nom d'*assise pilifère*. Il faut se garder de confondre cette assise avec l'épiderme qui recouvre toutes les parties aériennes des plantes. L'assise pilifère ressemble à l'épiderme par la forme et la disposition de ses cellules, mais elle en diffère complètement, comme nous le verrons plus loin, par son origine et aussi par l'absence absolue de stomates.

Le tissu cortical proprement dit est formé par plusieurs assises de cellules dont les extérieures, de bonne heure subérifiées, sont souvent sans ordre apparent, tandis que les plus internes se disposent dans la direction des rayons de la section de la racine.

Comme dans la tige, l'assise la plus interne de l'écorce affecte les caractères particuliers qui lui ont fait donner le nom d'*endoderme*. Les cellules de l'endoderme présentent sur leurs faces latérales des plissements lignifiés très nets.

*Cylindre central.* — Le cylindre central commence par un

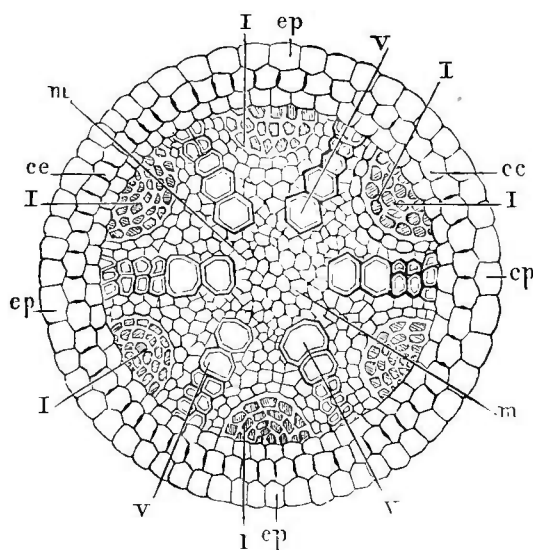


Fig. 83. — Section transversale du cylindre central d'une racine de Dicotylédone.

*mm*, moelle. — *V*, faisceaux ligneux. — *L*, faisceaux libériens. — *ap*, péricycle. — *end*, endoderme.

péricycle qui à l'encontre de celui de la tige n'est formé que d'une assise de cellules.

Le péricycle de la racine a une importance capitale. En effet les cellules de cette couche conservent la propriété de se diviser et par leur division de former les radicelles et les racines adventives.



En dedans du péricycle se trouve un cercle de faisceaux et au centre de la racine une moelle.

*Faisceaux.* — Les faisceaux libériens sont, dans la racine, séparés des faisceaux ligneux et situés en alternance avec eux. Les files vasculaires sont régulièrement distribuées autour du centre et c'est dans leurs intervalles que sont disposés les faisceaux libériens.

Au point de vue de son organisation le liber de la racine diffère peu de celui de la tige, mais il n'en est pas de même du bois; les faisceaux ligneux en effet sont uniquement composés de vaisseaux; ils ne renferment ni fibres ni cellules ligneuses. En outre les vaisseaux les plus étroits sont vers l'extérieur et les vaisseaux les plus larges vers l'intérieur, ce qui est absolument l'inverse de ce que l'on observe dans la tige.

Dans les racines très grêles, les faisceaux ligneux arrivent souvent à se réunir au centre de la racine, de sorte que la moelle fait alors défaut.

*Formations secondaires dans la racine.* — De même que dans la tige, il se forme à un certain moment dans la racine, des tissus secondaires qui viennent s'intercaler entre les tissus de première formation.

Ces nouveaux tissus proviennent, comme ceux de la tige, de l'activité des deux zones génératrices concentriques : le phellogène et le cambium.

L'assise génératrice du liège prend le plus souvent naissance dans le péricycle, en outre du liège elle produit habituellement du phelloderme. L'écorce primaire ne tarde pas à mourir et à s'exfolier tout entière; c'est cette écorce perdue que le phelloderme a pour fonction de remplacer dans son rôle de réserve, de sécrétion, etc.

La couche génératrice libéro-ligneuse se forme en dehors du bois primaire et en dedans du liber. Elle se compose de deux série d'arcs ajustés bout à bout; les premiers, concaves en dehors, occupent le bord interne de chaque faisceau libérien et sont empruntés à la moelle; les seconds, concaves en dedans, occupent le bord externe de chaque faisceau ligneux et sont empruntés à l'assise interne du péricycle, dédoublé d'abord à cet effet quand il est formé au début d'une seule assise.

Tous ensemble ils constituent une assise génératrice sinueuse

qui donne une couche de bois sur sa face interne et une couche de liber sur sa face externe. Le bois secondaire ainsi produit contient de gros vaisseaux ponctués, des fibres et des cellules ligneuses; le liber secondaire peut contenir tous les éléments caractéristiques des faisceaux libériens de la tige.

Quand ce mécanisme a fonctionné pendant un certain temps, la racine présente un aspect tout différent de celui qu'elle avait d'abord. Son liber primaire, écrasé par le bois de nouvelle formation, n'est plus reconnaissable, sa moelle est impercep-

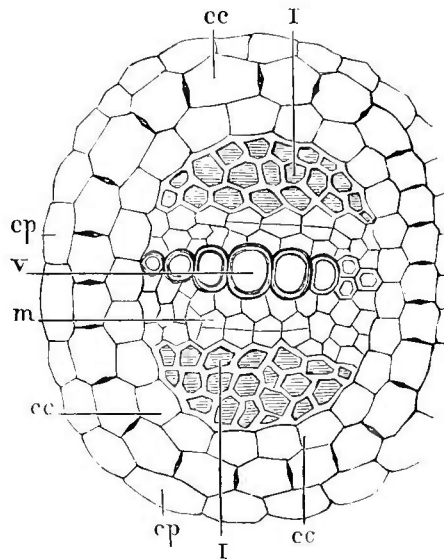


Fig. 84. — Section du cylindre central d'une racine de Monocotylédone.

tible et les pointes des faisceaux primaires sont perdues au milieu des formations secondaires. La racine primaire a en quelque sorte perdu tous ses caractères et a pris une structure assez semblable à celle de la tige.

**112. Racine des Monocotylédones.** — La racine de la plupart des Monocotylédones conserve indéfiniment son organisation primaire; cependant chez quelques Aroïdées et Iridées on voit apparaître une assise génératrice du liège. Le péricycle est fréquemment incomplet chez les Monocotylédones (fig. 84).

**113. Racine des Cryptogames vasculaires.** — L'assise génératrice libéro-ligneuse n'existe jamais chez les Cryptogames vasculaires, mais les Ophioglosses et les Marattacées peuvent néanmoins posséder un liège.

Le péricycle manque dans les Prêles.

## FORMATION DES RADICELLES

114. Les radicules et les racines adventives naissent, comme nous le savons, du péricycle; voyons maintenant de plus près comment s'effectue leur formation.

Considérons le cas, de beaucoup le plus fréquent, où le péricycle est formé d'une simple assise de cellules. Un certain nombre de ces cellules, disposées côte à côte en une petite plage circulaire, entrent en jeu toutes à la fois et constituent la *plage rhizogène* (fig. 85).

Cette plage rhizogène occupe une position déterminée par

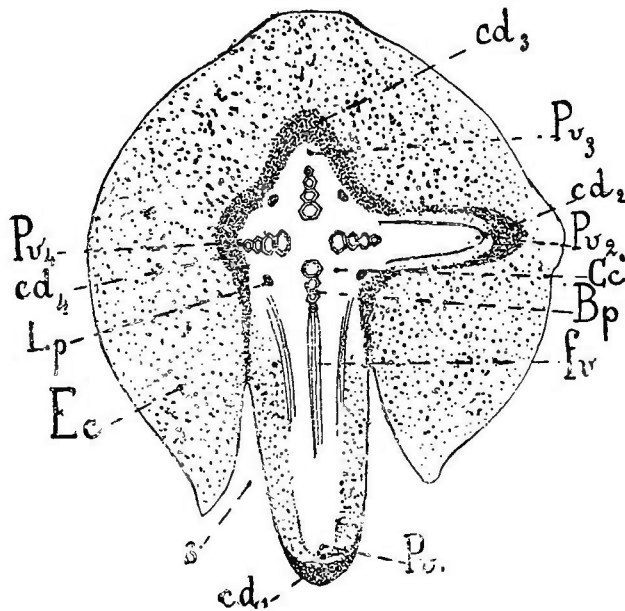


Fig. 85. — Coupe transversale d'une racine de Haricot, au niveau du développement de quatre radicules.

$Pv_1, Pv_2, Pv_3, Pv_4$ , points végétatifs de moins en moins développés;  $cd_1, cd_2, cd_3, cd_4$ , les poches digestives correspondantes;  $Bp$ , bois;  $Lp$ , liber.

rapport aux faisceaux ligneux et libériens, et cette position entraîne celle des radicules.

Elle est toujours située en face d'un faisceau ligneux lorsque le cylindre central renferme plus de deux faisceaux ligneux et de deux faisceaux libériens; par conséquent le nombre des radicules est alors égal à celui des faisceaux. Lorsqu'il n'y a que deux faisceaux ligneux et deux faisceaux libériens, la plage

rhizogène s'établit en face d'un rayon médullaire. Les radicelles sont alors disposées en deux fois autant de rangées longitudinales qu'il y a de faisceaux, c'est-à-dire en quatre rangées.

Toutes les cellules de la plage rhizogène ne contribuent pas à former la radicelle, celle-ci en effet provient le plus souvent du cloisonnement d'une seule cellule qui donne naissance aux initiales des divers tissus. Les autres cellules jouent simplement un rôle accessoire.

Au fur et à mesure qu'elle s'accroît, la jeune radicelle pousse l'endoderme qui s'étend progressivement en cloisonnant ses cellules et forme autour d'elle une espèce de capuchon appelé *poche digestive*.

Cette poche doit sa qualification de digestive à la propriété qu'elle a de sécréter une sorte de diastase qui digère toute l'écorce extérieure à elle, en absorbe tous les produits solubles et les transmet à la radicelle.

Plus tard, au moment de la sortie de la radicelle, la poche digestive se détache à la base et tombe, quelquefois néanmoins elle persiste sous forme de manchon autour de l'origine des radicelles.

Chez les Cryptogames vasculaires, les radicelles se forment dans l'endoderme et c'est l'assise sus-endodermique qui joue le rôle de poche digestive.

#### ORIGINE DES TISSUS DE LA RACINE

115. Les divers tissus définitifs dérivent de la différenciation d'un méristème primitif terminal lequel, à son tour, provient du cloisonnement d'une cellule mère unique ou d'un groupe de cellules mères.

La formation de la racine par une cellule mère unique ne s'observe que chez quelques Cryptogames vasculaires, tandis que l'intervention d'un groupe de cellules est général chez les autres plantes.

Ce groupe de cellules est composé de trois sortes d'éléments superposés, spécialisés de manière à engendrer chacun une portion déterminée de la racine : les supérieurs, c'est-à-dire ceux qui sont tournés vers la base du membre, produisent le cylindre central, les moyens, l'écorce et les inférieurs, la piléorhize ou coiffe (fig. 86).

La piléorhize a, comme on le voit, la même origine que l'épiderme dans les tiges, elle doit par conséquent être considérée

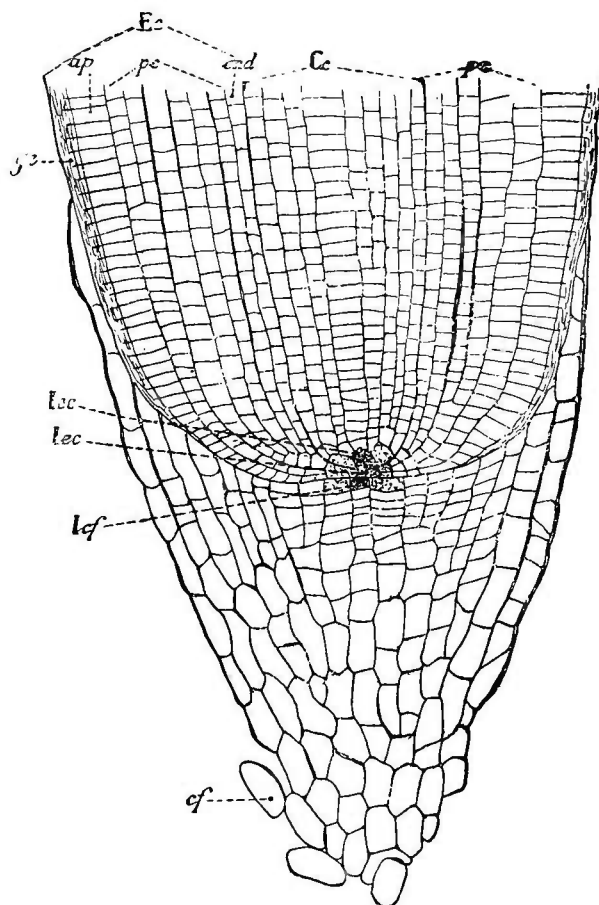


Fig. 86. — Coupe axiale, à travers l'extrémité d'une racine d'Orge.

*Cf*, coiffe; *lcf*, cellules initiales de la coiffe; *lec*, initials de l'écorce; *lsc*, initials du cylindre central; *ap*, assise pilifère; *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme; *Cc*, cylindre central.

comme l'épiderme de la racine, épiderme éphémère qui, une fois son rôle de protection rempli, disparaît sans laisser de traces.

## FONCTIONS DES RACINES

Les racines ont des fonctions multiples :

1° Elles servent à fixer la plante au sol; 2° elles agissent comme organes respiratoires; 3° elles sont les principaux organes d'absorption pour les matériaux nécessaires à l'accroissement et à la nutrition des plantes.

## ABSORPTION

L'absorption est l'introduction dans l'organisme végétal de substances liquides et gazeuses.

**416. Absorption des gaz.** — L'observation la plus simple démontre que les racines possèdent la propriété d'absorber des substances gazeuses; qu'on plonge, par exemple, les racines d'une plante dans un ballon contenant de l'air, on constate, au bout de quelque temps, que le volume du gaz a très sensiblement diminué.

D'après les expériences de de Saussure, l'absorption de l'air et en particulier de l'oxygène est une condition nécessaire à la vie des plantes; en pénétrant dans les tissus, l'oxygène forme de l'acide carbonique aux dépens des principes carbonés du végétal par suite d'un phénomène analogue à celui de la respiration des animaux. Dans l'azote, dans l'hydrogène ou dans tout autre gaz inerte ou toxique, la plante ne tarde pas à périr; ceci montre donc que les extrémités déliées des racines jouent le rôle d'organes respiratoires analogues à ceux que nous montrent certaines parties des plantes; d'autre part, on sait que les arbres recouverts d'une couche épaisse de terre durcie ou d'une couche d'eau stagnante dépérissent et finissent même par mourir; il suffit, pour leur donner leur vigueur naturelle, de remuer légèrement la terre autour de la tige, en d'autres termes d'y faire un nouveau *binage*; par cette opération, on fait pénétrer l'air jusqu'aux racines et ce résultat est si bien connu des horticulteurs qu'ils disent « qu'un bon binage vaut deux arrosages ».

De même, quand les racines d'un arbre sont en contact avec un gaz délétère, le gaz d'éclairage par exemple, l'arbre meurt rapidement, comme cela arrive pour les plantations des villes; aussi, pour remédier à cet inconvénient, a-t-on le soin d'établir une ventilation constante dans la terre meuble qui les recouvre. Un autre fait, qui montre encore l'importance de cette absorption gazeuse, c'est qu'il y a des racines dont les extrémités vivent longtemps à l'air libre : telles sont les racines adventives des plantes monocotylédones; il est probable que,

dans ce cas, elles absorbent l'air en nature. Les racines contribuent donc d'une manière puissante aux phénomènes de la respiration.

**117. Absorption des liquides.** — Indépendamment des fluides élastiques, les racines absorbent les liquides et les matières qui y sont dissoutes. Aucune substance solide, quelle que fine qu'on puisse la supposer, ne peut pénétrer par absorption dans les tissus : qu'on plonge les racines intactes d'une plante dans de l'eau tenant en suspension des corpuscules colorés, dans aucun cas il ne sera possible de constater la moindre trace de coloration des tissus. Si, au contraire, on répète la même expérience avec des dissolutions colorées, il sera possible, si le liquide n'est pas trop visqueux, de constater la présence de traînées colorées dans le corps de la plante.

De même que pour les gaz, les radicelles absorbent aussi bien les substances nuisibles à la végétation que celles qui sont utiles. Lorsqu'on plonge les racines dans une dissolution saline, il y a absorption à la fois d'eau et de sel ; mais l'eau pénètre en quantité plus notable et la dissolution se concentre de plus en plus. Enfin, si la dissolution contient plusieurs sels, chacun d'eux pénètre dans la plante en proportion très inégale, et, pour expliquer cette inégalité, les physiologistes font intervenir soit l'influence de la viscosité, soit l'adhérence des substances au sol.

**118. Substances absorbées par les racines.** — Les matériaux que les racines trouvent dans le sol sont de nature organique et inorganique : les premières sont des produits de décomposition des substances animales et végétales qui sont enfouies dans le sol (*engrais*) et qui, sous l'influence de l'air et de l'eau, se transforment en humus, en sels ammoniacaux, en acide carbonique, etc.

Les substances inorganiques sont des silicates, phosphates, carbonates, sulfates, etc., à base de potasse, de chaux, de fer, de magnésie, etc., les uns solubles dans l'eau, les autres qui le deviennent à la faveur de l'acide carbonique ou des dérivés organiques : toutefois, cette dissolution de sels insolubles ne peut se faire qu'avec une certaine lenteur, et c'est ce qui explique la nécessité de laisser reposer le sol pour lui donner le temps de se reconstituer et les procédés désignés en agriculture sous le nom de *rotation des cultures*.

**119. Siège de l'absorption par les racines.** — Quels sont, dans les racines, les organes véritables de l'absorption? Anciennement, on admettait que l'absorption s'effectuait par les extrémités mêmes des radicules que l'on considérait comme un tissu lâche et mou, comparable à une éponge, et auquel on donnait le nom de *spongioles*; mais on sait aujourd'hui que ces extrémités sont entourées et protégées par une couche de cellules plus ou moins résistantes formant ce que nous avons appelé la *piléorhize* : or, quand on met en contact avec l'eau le sommet recouvert par la piléorhize, la racine n'absorbe pas; elle se dessèche et meurt rapidement. Si, au contraire, on coupe l'extrémité considérée comme une spongiole, ou bien si on laisse cette extrémité hors du liquide, l'absorption a lieu par les parties plongées et la plante conserve sa vitalité. Ces expériences et d'autres qu'on pourrait citer, montrent que le siège de l'absorption réside dans les points de la racine situés en dehors de la piléorhize. Cette absorption a lieu, grâce à la présence des *poils radiculaires* ou *suçoirs*; ces poils sont aujourd'hui considérés comme les véritables organes absorbants. On a pu, en effet, constater la pénétration des liquides à travers ces poils; ces filaments adhèrent si fortement aux particules solides environnantes que, lorsqu'on retire avec précaution une plante qui a poussé dans un sol meuble, on entraîne toujours avec elle une petite quantité de terre adhérente aux racines par l'intermédiaire de ces poils.

**120. Digestion par les poils absorbants.** — Les corps solides, tels que les fragments de roches, peuvent être rendus liquides et assimilables, c'est-à-dire subir une véritable digestion sous l'action d'un liquide qui transsude à la surface des poils absorbants. Ce suc digestif est acide; il rougit le papier bleu de tournesol. Il est souvent si énergique qu'il dissout le marbre et même le verre; aussi les racines des plantes que l'on fait croître sur une plaque de marbre ou sur un verre peuvent les corroder jusqu'à s'y incruster profondément.



## LA SÈVE

On donne le nom de sève au liquide que les racines des plantes puisent dans le sol pour servir à la végétation.

**121. Composition de la sève.** — Ce liquide est essentiellement constitué par de l'eau qui tient en dissolution des gaz, des sels et de très petites quantités de matière organique. Elle contient : 1° de l'air et de l'acide carbonique ; 2° des sels minéraux (phosphates, carbonates, sulfates, etc., de potassium, de calcium, de magnésium, etc.), et des oxydes métalliques (oxyde de fer) ; 3° de matières organiques azotées ou analogues à la cellulose, solubles et qui ont la propriété de fixer et de servir de véhicule à la silice et aux matières terreuses.

La composition de la sève varie du reste avec la nature du sol, avec l'espèce de plante et même dans les parties d'une même plante ; elle est d'autant plus dense qu'on l'observe dans des points plus élevés de la tige et, sauf quelques exceptions, elle est à peu près formée des mêmes éléments.

Ce liquide, dans la période active de la végétation, est sans cesse en mouvement. Il se porte vers tous les organes pour les nourrir ou pour y subir des transformations chimiques, s'élevant des racines jusqu'aux feuilles (*sève ascendante*), puis revenant des feuilles jusqu'aux racines (*sève descendante*) : c'est à ce mouvement général, à travers tous les tissus, que l'on donne le nom de *circulation de la sève*.

**122. Sève ascendante.** — C'est principalement au printemps que la sève monte des racines jusqu'aux feuilles à travers les couches ligneuses et particulièrement à travers celles qui avoisinent la moelle.

Coulon, le premier, a reconnu la voie que suit la sève dans son mouvement ascensionnel : si, en effet, au printemps, on pratique des entailles sur la tige d'un Peuplier, on voit des bulles liquides accompagnées d'air s'échapper de la section avec un certain bruit ; à mesure que la tarière pénètre dans les couches de plus en plus profondes, celles-ci sont d'autant plus humides qu'elles proviennent des couches plus rapprochées du centre. L'écorce et la moelle ne participent pas à ce mouvement, car on peut enlever une portion verticale dans une grande étendue, obstruer ou détruire la moelle, la sève n'en continue

pas moins son mouvement d'ascension. C'est donc le corps ligneux et surtout les couches centrales qui sont la véritable voie de la sève dans les plantes dicotylédones; dans les Mono-

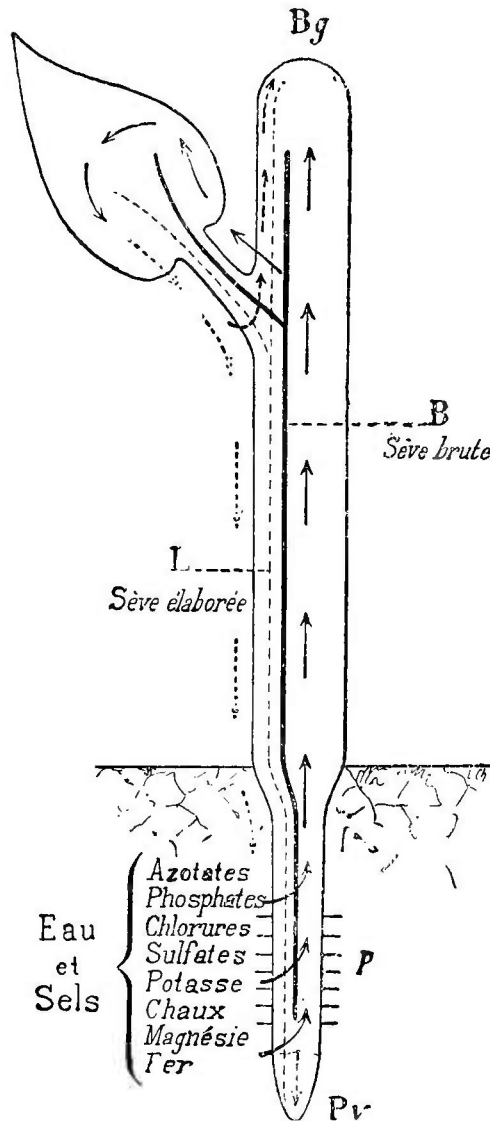


Fig. 87. — Figure théorique représentant la circulation de la sève dans la plante.

La sève brute (eau avec quelques sels) absorbée par les poils absorbants remonte par les vaisseaux du bois jusque dans les feuilles. Une fois transformée en sève élaborée, elle est reprise par les tubes criblés du liber qui en distribuent les éléments à tous les tissus et particulièrement à ceux qui sont le siège d'un accroissement considérable : Points végétatifs Pv et Bourgeons Bg.

cotylédones, le mouvement s'opère par les faisceaux fibro-vasculaires. Mais la sève ne suit pas seulement un trajet rectiligne; elle se porte et se répand dans toutes les directions à travers les branches et les rameaux qui constituent la tige et, dans ce

mouvement, elle suit surtout la voie des rayons médullaires pour atteindre toutes les parties de la plante. L'ascension de la sève se continue pendant tout le cours du printemps jusqu'à l'entier développement des rameaux et des feuilles, mais il se ralentit peu à peu à mesure que la végétation s'avance et finit par s'arrêter.

Pendant dans quelques circonstances lorsque, par exemple, à une température élevée s'ajoute une grande humidité du sol, une nouvelle ascension du fluide séveux se produit à la fin de l'été; c'est ce que l'on appelle la *sève du mois d'août*. Ce fait s'observe particulièrement dans les arbres dont la végétation est précoce : on voit alors les bourgeons, qui ne devaient s'épanouir qu'au printemps suivant, se développer et produire des rameaux qui se couvrent de feuilles et de fleurs.

En traversant les différents tissus, la sève se modifie graduellement dans sa composition chimique. Elle rencontre dans son trajet des matières accumulées dans les cellules (gommes, sucres, albumine, légumine, sels) qu'elle dissout et qu'elle entraîne avec elle pour servir à d'autres usages.

**123. Sève descendante.** — La sève, à mesure qu'elle s'élève, se concentre et s'épaissit en se chargeant des matériaux qu'elle rencontre dans son trajet et qu'elle dissout. Après avoir subi, dans les feuilles, des modifications profondes qui la changent en fluide nourricier, elle redescend des feuilles vers les racines; c'est ce que l'on nomme la *sève descendante*, et ce mouvement s'effectue par le liber. La production de tissus nouveaux au-dessus d'une ligature circulaire faite sur un tronc d'arbre démontre l'existence d'une sève descendante.

La sève élaborée dite descendante se répand et se diffuse dans tous les sens, apportant à tous les tissus et à tous les organes des suc nourriciers nécessaires à leur développement. Le liquide nourricier ainsi constitué chemine peu à peu, à partir des feuilles, à travers les faisceaux vasculaires et les cellules jusqu'aux parties de la plante dans lesquelles il est consommé ou bien jusque dans les tubercules, les bulbes, les fruits où il s'emmagasine pour être utilisé plus tard (fig. 87).

Le mouvement des suc nutritifs se fait donc dans les directions les plus variées; tantôt et surtout il descend vers les racines, souvent aussi il se porte transversalement en suivant les lieux de consommation ou de réserve du végétal.

## CAUSES DES MOUVEMENTS DE LA SÈVE

124. Les causes qui déterminent le mouvement ascensionnel de la sève dans les plantes ne sont pas encore bien connues. Ce que l'on peut dire, c'est que ce mouvement est le résultat des causes multiples qui sont : 1° les phénomènes de nutrition et d'accroissement des éléments organiques; 2° le phénomène de la transpiration à la surface des feuilles; 3° les forces moléculaires (*imbibition, capillarité, endosmose*).

125. **Influence de la nutrition et de l'accroissement.** — L'accroissement des éléments cellulaires est essentiellement lié à une absorption d'eau, non pas parce que ce liquide est destiné à combler les vides, mais surtout parce que les tissus en voie de formation exigent une imbibition d'eau nécessaire à leur constitution. Parvenus à leur complet développement, ces tissus empruntent de l'eau qu'ils décomposent pour fournir de l'hydrogène aux composés organiques; en outre, les réservoirs de matière nutritive, c'est-à-dire les produits azotés accumulés temporairement dans certains organes, exigent aussi une dépense d'eau quand ces matériaux se dissolvent pour être transportés dans les branches, les rameaux et les feuilles en voie de végétation.

Il y a donc dans tout phénomène d'accroissement dépense d'eau et par suite transport de ce liquide au lieu d'utilisation, ce qui amène des mouvements lents du fluide séveux de cellule à cellule : on a des exemples de ces mouvements, quand des tubercules de Pomme de terre et des bulbes d'Oignon, placés dans un air sec, développent leurs bourgeons ils se réduisent en perdant peu à peu leur eau d'organisation et finissent par se dessécher entièrement.

126. **Influence de la transpiration.** — Les plantes terrestres qui offrent un développement feuillé considérable sont le siège d'une évaporation d'eau tellement puissante que, dans le cours d'une période végétale, la quantité d'eau disparue dépasse un grand nombre de fois le poids et le volume de la plante. Cette élimination d'eau doit être à tout instant compensée par l'absorption d'une quantité correspondante qui vient combler les vides incessants qui se produisent dans les vaisseaux situés

au-dessous des feuilles ; de là résulte un courant liquide dans le corps ligneux et à travers les faisceaux fibro-vasculaires des organes foliaires.

On peut, par l'expérience, démontrer l'influence de la transpiration à la surface des feuilles : si on plonge la section inférieure d'une tige coupée et couverte de feuilles dans de l'eau colorée, on constate, au bout de quelques heures, la présence de ce liquide dans les différents points de la tige. Si on répète l'expérience avec une tige privée de feuilles, on trouve que la quantité des liquides contenus dans les vaisseaux du corps ligneux diminue et peut même disparaître complètement.

**127. Influence des forces moléculaires.** — 1° *Imbibition*. Le premier acte de l'absorption est l'*imbibition*, c'est-à-dire la pénétration progressive d'un liquide dans la trame des tissus, pénétration qui peut se produire en dehors de la vie et qui, en définitive, n'est que le résultat d'une action capillaire analogue à celle qui détermine l'ascension d'un liquide dans un morceau de sucre ou une mèche de coton.

2° *Capillarité*. Mais l'imbibition n'est que l'acte préparatoire de l'absorption : pour expliquer ce phénomène, on a été conduit à comparer la marche de la sève dans les tissus végétaux à l'ascension des liquides dans les tubes capillaires. Nul doute que cette force physique ne soit une des causes les plus puissantes du mouvement ascensionnel de la sève. Les éléments anatomiques constituent des appareils capillaires extrêmement ténus qui permettent aux liquides qui les mouillent de s'élever à de grandes hauteurs ; de plus, l'adhérence des liquides avec les parois représente une force de plusieurs atmosphères qui peut maintenir en place la colonne soulevée par la force capillaire. Les expériences de Jamin prouvent la puissance considérable de la capillarité ; ce physicien a construit des arbres artificiels dans lesquels les liquides montaient à des hauteurs considérables ; il a même constaté que les liquides s'élevaient beaucoup plus haut quand les tubes qui faisaient fonction de vaisseaux contenaient alternativement des bulles de gaz et des gouttes liquides, comme cela arrive parfois dans les plantes.

3° *Endosmose*. En 1826, Dutrochet découvrit toute une série de phénomènes qui offrent la plus grande analogie avec les actions capillaires et dont la connaissance est très importante pour l'explication du mécanisme de l'absorption chez les végé-

taux. Le fait fondamental de cette découverte est le suivant : un tube vertical ouvert est fixé à la tubulure d'une cloche dont le fond est fermé par une membrane animale ou végétale, on remplit la cloche d'une dissolution étendue de sucre ou de sel jusqu'à la naissance du tube et on la plonge dans un vase contenant de l'eau distillée; cet appareil porte le nom d'*endosmomètre* ou *osmomètre*. Bientôt, on voit le niveau s'élever dans le tube par suite du passage de l'eau à travers la membrane, tandis que le liquide extérieur se charge d'une quantité plus ou moins grande de la dissolution sucrée ou salée; en d'autres termes, il s'établit à travers la cloison poreuse deux courants d'inégale intensité et de sens contraire dont la vitesse est déterminée par la propriété d'imbibition des membranes, par la force d'attraction des deux liquides l'un pour l'autre et l'attraction relative que la substance de la membrane exerce sur les liquides en présence.

La découverte de Dutrochet, sur les propriétés osmotiques des membranes organisées, a conduit les physiologistes à en faire l'application aux mouvements de la sève.

Soit une racine plongée dans l'eau pure, et imaginons une file de cellules superposées pleines d'un liquide plus dense que le milieu humide : la première cellule absorbe de l'eau par endosmose jusqu'à ce qu'il y ait équilibre de densité entre son contenu et l'extérieur; à ce moment, la seconde cellule renfermant un liquide plus dense que la première joue par rapport à elle le rôle d'endosmomètre, de sorte que le liquide de cette dernière pénètre dans la seconde jusqu'à ce qu'il y ait encore équilibre de densité et ainsi de suite; de cette série d'actions résulte nécessairement un mouvement ascendant d'eau qui pousse devant elle celle qui y a déjà pénétré, de cellule à cellule, dans le corps de la racine, dans la tige, dans les branches et dans les feuilles; telle serait la cause de cette pression énorme, s'exerçant de dehors en dedans, à laquelle est soumise

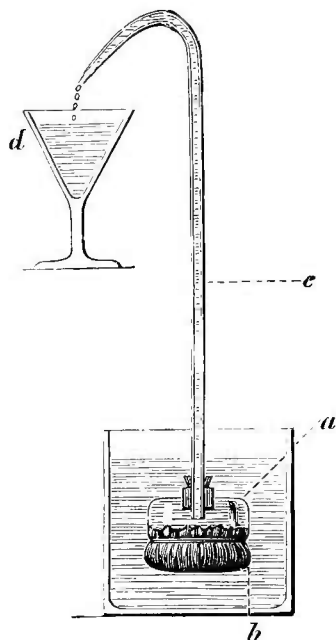


Fig. 88. — Endosmomètre.  
a, cloche tubulée. — c, tube.

la sève des Poiriers, de la Vigne et de quelques autres végétaux (fig. 89).

En résumé, l'ascension des liquides séveux qui se portent des racines vers les parties vertes des feuilles est due à l'action

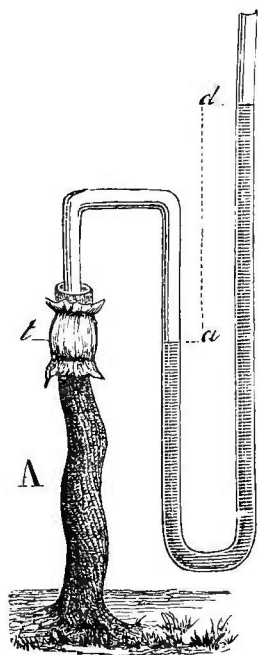


Fig. 89. — Pied de Vigne surmonté d'un manomètre pour montrer la force ascensionnelle de la sève représentée par la colonne liquide *ad*.

de forces moléculaires puissantes : les cellules de la racine se remplissent d'abord par imbibition et par endosmose ; le liquide absorbé ainsi, progresse par capillarité vers les cellules de la tige, aidé par le phénomène de l'accroissement et par l'évaporation de l'eau qui s'opère à la surface et aussi par les phénomènes de contractilité du protoplasma. Ce sont des forces analogues qui bien certainement doivent forcer le suc élaboré à se porter vers les parties où il doit être emmagasiné, puis consommé.

### ALIMENTS DES VÉGÉTAUX

128. La plante, pour se nourrir, emprunte au sol et à l'atmosphère certains matériaux à l'état de combinaisons inorganiques qu'elle transforme en substance organisée. L'atmosphère lui fournit de l'acide carbonique, de l'oxygène et de la vapeur d'eau ; le sol lui procure de l'eau, de l'acide carbonique, de

l'ammoniaque, des sels minéraux (phosphates, sulfates, carbonates, chlorures de potassium, de sodium, de calcium, de magnésium); le végétal trouve en outre dans le sol de petites quantités de silice, de fer, de manganèse et même de fluor à l'état de fluorure de calcium; les plantes marines absorbent en particulier des bromures et des iodures.

Ces diverses substances nutritives se réduisent par l'analyse chimique en un petit nombre de corps simples qui représentent les éléments nutritifs des végétaux; mais tous sont loin d'avoir la même importance et l'on ne doit véritablement considérer comme substances nutritives élémentaires que celles qui sont absolument indispensables au fonctionnement de la nutrition; parmi ces éléments nutritifs, nous citerons en première ligne, le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, le soufre et le phosphore qui entrent dans la constitution de la cellulose et des albuminoïdes du protoplasma, sans lesquels il est impossible de concevoir l'existence de la cellule végétale.

Le potassium, le calcium, le magnésium, le fer sont aussi nécessaires à la nutrition des plantes, fait qui résulte des recherches expérimentales sur la végétation. Toutes les fois qu'un de ces éléments vient à manquer, la nutrition languit et l'accroissement s'arrête; quant aux autres substances que nous avons énumérées plus haut, leur présence dans des circonstances particulières ne permet pas de les considérer comme des principes indispensables à la végétation.

En résumé, nous devons considérer comme éléments essentiellement nutritifs les corps suivants :

Carbone,	Soufre,	Sodium,
Hydrogène,	Phosphore,	Calcium,
Oxygène,	Chlore,	Magnésium,
Azote,	Potassium,	Fer.

## ROLE PHYSIOLOGIQUE DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

**129. Rôle du carbone.** — L'acide carbonique contenu dans l'air (0,0004 environ), ou dissous dans l'eau, est la source presque exclusive où les végétaux puisent leur carbone, corps qui y entre environ pour la moitié du poids de la plante. Sous l'influence de la lumière solaire, les parties vertes et surtout les feuilles décomposent l'acide carbonique, fixent le carbone et



exhalent de l'oxygène. Ce fait résulte des expériences directes faites sur la végétation et se déduit surtout des circonstances dans lesquelles les plantes vivent dans des conditions naturelles.

Quelques plantes qui sont dépourvues de chlorophylle, comme les plantes parasites, prennent leur carbone sous forme de composés organiques produits par d'autres plantes qui possèdent des cellules vertes.

**130. Rôle de l'hydrogène.** — L'hydrogène fait aussi partie d'un grand nombre de combinaisons organiques. On admet que ce gaz provient de la décomposition de l'eau en oxygène et hydrogène dans les mêmes circonstances que la décomposition de l'acide carbonique. L'hydrogène et le charbon en s'unissant directement forment des composés hydro-carbonés (corps gras, résines, essences, acides). Cette manière de voir s'appuie sur ce fait que les plantes complètement développées, en dehors de toute matière organique, renferment toujours une quantité d'hydrogène bien supérieure à la quantité d'oxygène nécessaire pour faire de l'eau; une autre preuve de cette décomposition se déduit aussi de ce fait que le volume d'oxygène éliminé dans la décomposition de l'acide carbonique est un peu plus grand que celui de l'acide carbonique disparu. Enfin on admet qu'une faible proportion d'hydrogène pénètre dans la plante à l'état d'ammoniaque.

**131. Rôle de l'oxygène.** — L'oxygène pénètre dans la plante à l'état d'acide carbonique, d'eau et de sels oxygénés; seulement, une partie de ce gaz est éliminée pendant la décomposition de l'acide carbonique et de l'eau, ce qui fait que les composés qui prennent naissance dans le corps de la plante sont moins riches en oxygène que ceux qui sont absorbés. Cette élimination est compensée en partie par une absorption lente d'oxygène atmosphérique qui joue le même rôle que l'oxygène absorbé dans la respiration des animaux.

**132. Rôle de l'azote.** — Nous savons que l'azote est un des éléments constitutifs des albuminoïdes du protoplasma. Sous quelle forme ce gaz pénètre-t-il dans la plante? quelle est son origine? il n'est pas douteux que l'azote contenu dans les tissus végétaux ne provienne de l'atmosphère : un grand nombre de pâturages, bien qu'ils ne reçoivent aucun engrais, contiennent une notable proportion de matières azotées et, dans les plantes

cultivées, il arrive quelquefois que le poids de l'azote l'emporte sur celui qui existe dans les engrais employés; il faut donc admettre que l'atmosphère est le réservoir où les plantes puisent leur azote; seulement ce gaz ne pénètre jamais dans la plante à l'état *libre*, ainsi que cela résulte des nombreuses expériences de Boussingault, mais à l'état de nitrates et de sels ammoniacaux : c'est ainsi que, si l'on fait végéter une plante dans un milieu artificiel privé de composés nitrés et d'ammoniaque, on n'y observe jamais aucune augmentation de composés azotés.

D'après G. Ville, au contraire, les plantes peuvent absorber l'azote *libre* lorsqu'elles sont très vigoureuses, et elles le deviennent en présence des composés nitrés contenus dans le sol.

M. Berthelot et d'autres expérimentateurs ont indiqué récemment une source plus active de composés azotés formés aux dépens de l'azote aérien : la fixation de l'azote est effectuée par des Bactéries qui vivent dans des nodosités des racines de Légumineuses (Luzerne, Genêt, Trèfle, etc.). La quantité d'azote assimilée, grâce à ces Bactéries, par un hectare de terrain planté de Légumineuses a été évaluée à plus de 700 kilog. en quatre mois.

**133. Rôle des sels minéraux.** — Les plantes contiennent dans leurs tissus une petite quantité de sels minéraux, comme on peut le constater en incinérant une portion de végétal. Les parties qui restent comme résidus contiennent généralement du soufre, du phosphore, du chlore, du silicium combinés au potassium, au calcium, au magnésium et au fer.

Le soufre est absorbé à l'état de sulfate soluble et entre dans la constitution des albuminoïdes; il en est de même du phosphore qui entre dans les plantes à l'état de phosphates rendus solubles au moyen des carbonates alcalins ou alcalino-terreux. Le phosphore fait aussi partie intégrante des albuminoïdes.

Le fer a aussi une très grande importance dans la nutrition; il entre dans la composition de la chlorophylle.

Le silicium est absorbé à l'état de silice qui se dissout dans l'eau qui baigne le sol à la faveur de l'acide carbonique.

Enfin, comme le fer, le potassium, le calcium et le magnésium sont indispensables pour la mise en jeu de l'activité assimilatrice des cellules et pour la formation des albuminoïdes du protoplasma.

## ASSIMILATION ET DÉSASSIMILATION

134. Les substances nutritives absorbées (*acide carbonique, eau, ammoniacque, sels*) subissent dans le corps de la plante des modifications chimiques dont le résultat est leur transformation en substance végétale; on donne à ce phénomène le nom d'*assimilation*.

Les organes verts, c'est-à-dire les organes qui contiennent des cellules à chlorophylle, sont seuls capables d'engendrer la substance organisée des végétaux sous l'influence de la lumière solaire, aux dépens de l'acide carbonique et de l'eau et avec le concours d'autres éléments nutritifs. Ce phénomène est toujours accompagné d'un dégagement considérable d'oxygène, ce qui fait que l'assimilation est un véritable phénomène de *désoxydation* ou de *réduction*. Aussi, les substances assimilées, comme l'indique l'analyse, sont moins riches en oxygène que celles qui ont servi à leur formation. Les produits ainsi engendrés dans les cellules vertes peuvent, à l'intérieur de ces cellules et dans d'autres organes où ils ont été transportés mécaniquement, subir des changements et des décompositions chimiques dont les conditions extérieures inverses de celles de l'assimilation constituent dans leur ensemble le phénomène de la *désassimilation*. Ces décompositions ont lieu dans l'obscurité aussi bien qu'à la lumière et sont accompagnées d'une inhalation d'oxygène et d'une élimination d'acide carbonique; elles amènent nécessairement l'usure d'une partie des matériaux de l'organisme végétal (respiration végétale) et constituent une véritable combustion ou *oxydation* analogue à celle que l'on observe dans l'organisme animal (respiration animale); seulement dans les végétaux le phénomène de désassimilation (absorption d'oxygène, élimination d'acide carbonique) est bien inférieur à l'assimilation (absorption d'acide carbonique, élimination d'oxygène), de sorte que l'effet résultant de ces deux actions chimiques inverses est une introduction d'acide carbonique et un dégagement d'oxygène, par suite, un accroissement de la plante.

En résumé, les phénomènes chimiques de la nutrition des plantes ont pour siège deux sortes de cellules : 1° des cellules de *réduction* caractérisées par la présence de la chlorophylle

et qui possèdent la propriété d'*assimilation*; 2° des cellules d'*oxydation* qui possèdent la propriété de *désassimilation* : par les premières s'effectuent l'accroissement, la formation et l'agrandissement des cellules; par les secondes, la quantité des substances organiques de la plante diminue, les éléments cellulaires se détruisent et se transforment peu à peu en produits minéraux.

**135. Produits d'assimilation et de désassimilation.** — Les produits assimilés par la plante aux dépens de la matière inorganique sont les uns non azotés (hydrates de carbone, graisses, etc.), les autres azotés (albuminoïdes). Parmi ces produits il en est un certain nombre qui sont destinés à l'accroissement des organes et à la formation des membranes cellulaires et des matières organisées qui y sont contenues, de ce nombre sont : l'amidon, les diverses espèces de sucre, les graisses et les albuminoïdes du protoplasma et de la matière verte; elles constituent un groupe de substances spéciales que l'on désigne sous le nom de substances *plastiques* ou organisables. Mais on trouve encore dans les tissus et les organes d'autres matériaux d'un ordre secondaire qui ne sont plus utilisables pour de nouvelles formations organiques et qui restent inactifs au lieu même de leur production; tels sont : les gommés, les huiles essentielles, le caoutchouc, les résines, les acides végétaux, les alcaloïdes, le tannin, les matières colorantes, etc. Tous ces produits s'accumulent dans des cellules spéciales, dans les glandes, les vaisseaux laticifères et les canaux résinifères. Mais jusqu'ici on ne connaît ni le rôle qu'ils jouent dans la nutrition ni leur signification physiologique.

**136. Matériaux d'accroissement et de réserve. Réservoirs nutritifs.** — Les produits d'assimilation qui constituent le groupe des substances plastiques peuvent servir immédiatement à l'accroissement ou bien séjourner pendant un certain temps dans le corps de la plante sans être immédiatement utilisés; on les désigne dans ce cas sous le nom de *matériaux de réserve*, et les tissus et organes où ils s'accumulent pour servir en un moment donné sont dits des tissus de réserve ou *réservoirs nutritifs*. Les cellules vertes où se forment et se transforment les matières assimilées peuvent servir de réservoirs nutritifs; mais le plus souvent ces matières sont transportées

mécaniquement dans d'autres tissus auxquels est dévolu plus particulièrement le rôle de réservoirs; tels sont : les tissus de la tige, des rhizomes, des tubercules et des graines.

#### ROLE DES SUBSTANCES ASSIMILÉES PENDANT LA VÉGÉTATION

137. La végétation comprend deux périodes distinctes : 1° à l'obscurité, la plante se développe et s'accroît aux dépens des matériaux de réserve; 2° à la lumière, elle organise aux dépens des matériaux du sol et de l'atmosphère la substance nécessaire à la formation des organes. Nous allons examiner successivement ce qui se passe dans chacune de ces circonstances.

138. **Végétation à l'obscurité.** — C'est un fait bien établi que les rhizomes, les tubercules, les graines, etc., qui renferment les matériaux de réserve nutritive peuvent épanouir leurs bourgeons, développer leurs racines, leurs tiges, leurs feuilles, etc., par le simple concours de l'eau et de l'oxygène de l'air sans l'intervention de la chlorophylle et de la lumière; on doit donc conclure, de là, que ce sont les substances accumulées dans les réservoirs nutritifs qui fournissent les éléments nécessaires à l'accroissement : aussi ces réservoirs se vident peu à peu et finissent par s'épuiser; puis tout accroissement cesse à moins que l'action combinée de la lumière et de la chlorophylle n'engendre par voie d'assimilation de nouveaux produits.

Les substances contenues dans les réservoirs nutritifs sont des albuminoïdes (albumine, légumine, glutine, etc.), qui servent à former la substance azotée des nouveaux organes ou le protoplasma. D'autre part, on trouve encore dans ces réservoirs des combinaisons dépourvues d'azote (hydrates de carbone, corps gras) qui sont destinées à former les éléments cellulaires des organes en voie de développement. Une partie de ces corps non azotés peut se transformer en d'autres produits secondaires (acides végétaux, tannin, matières colorantes, etc.); enfin une autre partie est brûlée ou détruite par l'oxygène atmosphérique, comme on peut le constater spécialement dans la germination des graines à l'obscurité.

Toutes ces substances, azotées ou non, pendant leur migration dans les organes en voie de développement et pendant

leur utilisation, subissent une série de changements chimiques remarquables : c'est ainsi qu'avant de prendre la forme stable de la cellulose, les substances non azotées subissent les changements les plus variés; on voit les corps gras disparaître, l'amidon se changer en sucre et réciproquement, puis apparaît la cellulose. De même, les albuminoïdes, pendant leur transport vers les tissus en voie d'accroissement et pendant leur utilisation dans les organes, éprouvent aussi de nombreuses métamorphoses : c'est ainsi que, pendant la germination des Légumineuses, la légumine se transforme en albumine; c'est ainsi que, chez les Graminées, le gluten se dissout pour servir à de nouvelles substances albuminoïdes.

**139. Végétation à la lumière.** — Lorsque dans le développement de la plante les réserves nutritives ont disparu, tout accroissement cesse et, pour que la végétation reprenne une nouvelle activité, il faut que les parties vertes, sous l'influence de la lumière, composent de nouvelles substances organisées aux dépens de la matière inorganique du sol et de l'atmosphère : 1° sous l'influence de la lumière et de la chaleur, le carbone qui provient de la décomposition de l'acide carbonique s'associe aux éléments de l'eau pour former des hydrates de carbone dont les plus importants sont l'amidon, la cellulose, les sucres et les matières grasses; 2° en même temps il se forme, aux dépens de l'ammoniaque, des nitrates et des sels alcalins, des composés plus complexes (*albumine, glutine, légumine*); il se produit de la chlorophylle, de l'aleurone, des matières colorantes qui s'accumulent dans les graines et les autres organes pour servir plus tard à de nouvelles végétations.

## LES FEUILLES

**140.** Les feuilles sont des organes qui naissent toujours sur la tige et les rameaux. Elles ont ordinairement la forme de lames aplaties, de couleur verte, dans lesquelles on distingue deux régions, l'une inférieure, étroite, c'est le *pétiole*; l'autre supérieure qui s'étale en lame, c'est le *limbe*. Il peut arriver qu'à sa base, la feuille s'élargisse en un cylindre creux qui

embrasse la tige en forme de *gaine* (Palmiers, Aroïdées, Umbellifères).

Considérés dans leur ensemble ou dans leurs parties, les organes foliaires présentent un nombre infini de variations; aussi, pour en faciliter l'étude, on les divise ordinairement en *feuilles simples* et en *feuilles composées*.

### FEUILLES SIMPLES

L'étude de la feuille simple complète présente à considérer trois parties distinctes : le limbe, le pétiole et la gaine.

**141. Limbe de la feuille.** — Le limbe, partie aplatie de la

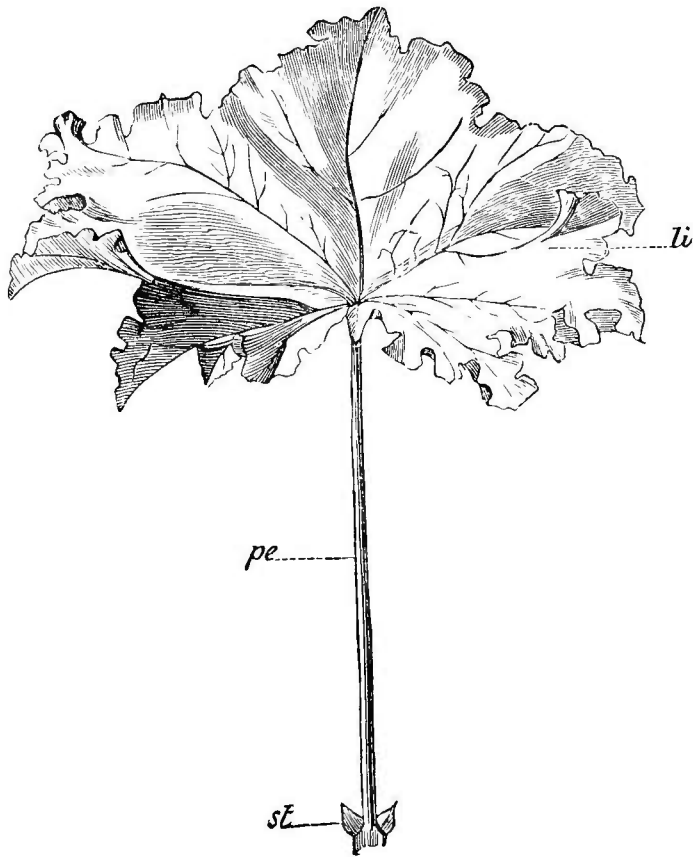


Fig. 90. — Feuille simple, stipulée, à nervation palmée (Mauve crêpue).

*li*, limbe. — *pe*, pétiole. — *st*, une des stipules.

feuille, a la forme d'une lame variable en consistance, en épaisseur et en couleur. Il présente une face supérieure plus lisse et plus verte, une face inférieure d'une couleur plus claire sou-

vent recouverte de poils ou de duvet et dont l'épiderme est traversé par un grand nombre de *stomates*; cette face est encore remarquable par le grand nombre de lignes saillantes appelées *nervures*. On distingue encore dans le limbe une *base*, point d'insertion de la feuille avec la tige, et un *sommet* qui est le point opposé à la base.

Le limbe est ordinairement de couleur verte; quelquefois, à cette couleur s'ajoutent le rouge, le bleu et le jaune, de sorte que l'effet observé est un mélange de ces diverses teintes. Ces couleurs peuvent être séparées et résider dans des cellules spéciales, le limbe est alors *maculé*.

**142. Pétiole.** — Le pétiole est le support de la feuille. Il est ordinairement grêle, cylindrique ou prismatique et, ce qui arrive fréquemment, sa partie supérieure est concave; dans quelques cas, ses bords sont munis d'une petite membrane et le pétiole est dit *ailé*.

Le pétiole s'attache à la tige, soit par un point très rétréci, soit par une base élargie qui enveloppe une portion ou la totalité de la branche; dans ce dernier cas, la feuille est dite *amplexicaule*; si le pétiole embrasse et environne celle-ci dans une certaine étendue, il forme alors une gaine et la feuille est dite *engainante*.

**143. Gaine.** — La gaine est la partie de la feuille qui se trouve à la base du pétiole et s'insère directement à l'axe en l'embrassant plus ou moins. Dans les Ombellifères, par exemple, la gaine est élargie, mais elle a son maximum de développement dans la famille des Graminées et des Cypéracées : dans le premier cas la gaine est *fendue* (Blé, Avoine); dans le second cas elle est *entière* (*Carex*).

**144. Variation de ces parties.** — Des trois parties de la feuille que nous venons d'examiner, c'est le limbe qui est le plus important; c'est lui qui est chargé de remplir les fonctions physiologiques assignées aux feuilles; aussi il existe presque toujours et, lorsqu'il vient à manquer, le pétiole se transforme pour remplir le même rôle que lui.

Dans un grand nombre de plantes, la gaine peut manquer et alors la feuille se réduit au pétiole et au limbe (*feuille pétiolée*); le pétiole aussi peut ne pas exister, la feuille est dite *sessile*; dans ce cas elle embrasse généralement la tige, on dit qu'elle est *embrassante* ou *amplexicaule*. Il peut même arriver, comme



dans le Chèvrefeuille (*Lonicera caprifolium*), que deux feuilles sessiles opposées se soudent, alors l'axe paraît traverser le limbe.

Enfin la feuille peut se réduire à son pétiole qui, dans ce cas, prend son aspect et son rôle physiologique : nous citerons comme plante présentant cette particularité remarquable, l'Acacia d'Arabie (*Acacia arabica*) de la famille des Légumineuses qui, au lieu d'avoir des feuilles composées comme les autres plantes de la même famille, n'a que des lames étroites à nervures parallèles et qui sont elles-mêmes placées parallèlement à l'axe. On donne à ces pétioles modifiés le nom de *phyllodes*; ces sortes de feuilles sont souvent terminées, surtout dans les plantes jeunes (*Acacia heterophylla*), par des folioles à disposition pennée, ce qui montre nettement que les phyllodes ne sont que les pétioles aplatis de feuilles dont le limbe a avorté (fig. 99).

L'avortement du limbe des feuilles et la transformation de leur pétiole en phyllode se rencontrent aussi dans quelques plantes aquatiques. L'exemple le plus remarquable nous est fourni par la Sagittaire (*Sagittaria sagittæfolia*), de la famille des Alismacées, dont les feuilles aériennes sont formées d'un limbe sagitté porté par un long pétiole, tandis que celles qui sont submergées sont constituées par un pétiole élargi terminé en fer de lance.

**145. Nervation des feuilles.** — Le limbe des feuilles est sillonné dans divers sens par des lignes proéminentes qui en forment comme la charpente et auxquelles on donne le nom de *nervures*; l'intervalle compris entre ces nervures s'appelle le *parenchyme*.

La disposition des nervures ou la *nervation* présente de nombreuses variations qu'on peut ramener à trois types principaux, qui sont : la *nervation pennée*, *palmée* et *rectinervée*.

1° La *nervation pennée* est caractérisée par une nervure médiane qui va de la base au sommet du limbe d'où partent à droite et à gauche des nervures secondaires marchant parallèlement les unes aux autres et qui se terminent sur les bords de la feuille; ex. : le Châtaignier, l'Orme; la feuille est dite *penninervée* (fig. 91).

2° Dans la *nervation palmée* ou *digitée*, plusieurs nervures principales partent du sommet du pétiole et vont en rayonnant,

à la manière des doigts des Palmipèdes, comme nous le mon-



Fig. 91. — Feuille simple à nervation pennée; limbe dentelé (Orme).



Fig. 92. — Feuille à nervation palmée quinquépartite (Sycomore).

trent les Mauves; la feuille est dite *palminervée* ou *digitinervée* (fig. 90).

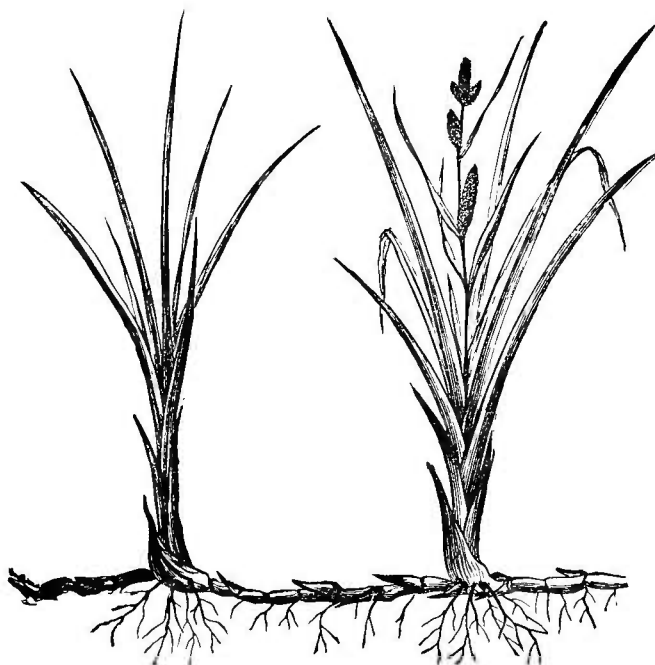


Fig. 93. — Feuilles rectinervées du Carex des sables.

3° Dans la nervation *rectinervée*, un grand nombre de nervures fines partent de la base du limbe et atteignent son

sommet en restant à peu près parallèles; la feuille est dite *rec-tinervée*. Ce mode de nervation est très commun dans les plantes monocotylédones; mais on le trouve aussi dans quelques plantes dicotylédones; ex. : le Chardon Roland (*Eryngium campestre*).

**146. Découpures des feuilles.** — Les bords du limbe de la feuille sont parfois continus dans tout son parcours; la feuille est dite *entière* : telles sont les feuilles du Buis, du Laurier-rose, etc.; mais, dans la plupart des plantes, les bords présentent des échancrures plus ou moins profondes. Suivant la forme et la profondeur de ces découpures, la feuille est dite *dentelée*, *crénelée*, *dentelée en scie*, *lobée*, *fendue*, etc.

Elle est *dentelée* lorsque les découpures sont peu profondes et offrent l'aspect d'une sorte de dentelure qui même peut être double comme dans l'Orme (*Ulmus campestris*) (fig. 91).

Elle est *dentée* lorsque le bord est découpé en petites dents aiguës qui ne s'inclinent ni d'un côté ni de l'autre; ex. : le Sénéçon (*Senecio vulgaris*), la Moutarde blanche (*Sinapis alba*).

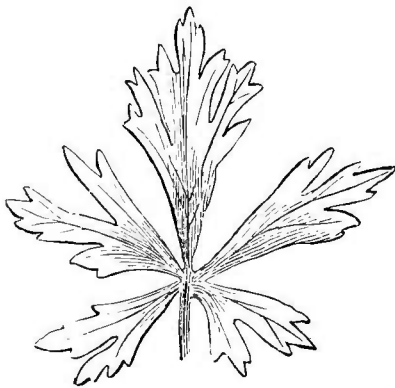


Fig. 94. — Feuille simple, palmatipartite (Aconit).

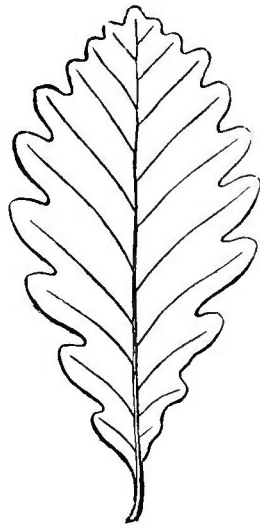


Fig. 95. — Feuille simple à nervation pennée, à limbe fendu (Chêne).

Elle est *crénelée* lorsqu'elle offre des parties saillantes arrondies séparées par des angles rentrants; ex. : le Lierre terrestre (*Glechoma hederacea*); la Bétoine (*Betonica officinalis*).

Elle est *dentée en scie* quand les dents sont inclinées vers le sommet de la feuille, comme dans la Violette (*Viola odorata*).

On la dit *lobée* quand les incisions du bord s'étendent jusqu'à la moitié du limbe, comme le Groseillier (*Ribes rubrum*).

On la dit *fendue* ou *fide* quand les incisions, tout en pénétrant jusqu'à la moitié du limbe, forment des lobes étroits.

Enfin, on l'appelle *partite* quand les découpures se prolongent jusqu'à la nervure médiane, ce qui lui donne l'aspect d'une feuille composée. Comme les découpures du limbe ont toujours lieu entre les nervures de façon à dessiner la disposition de ces lignes, il s'ensuit que les feuilles peuvent être

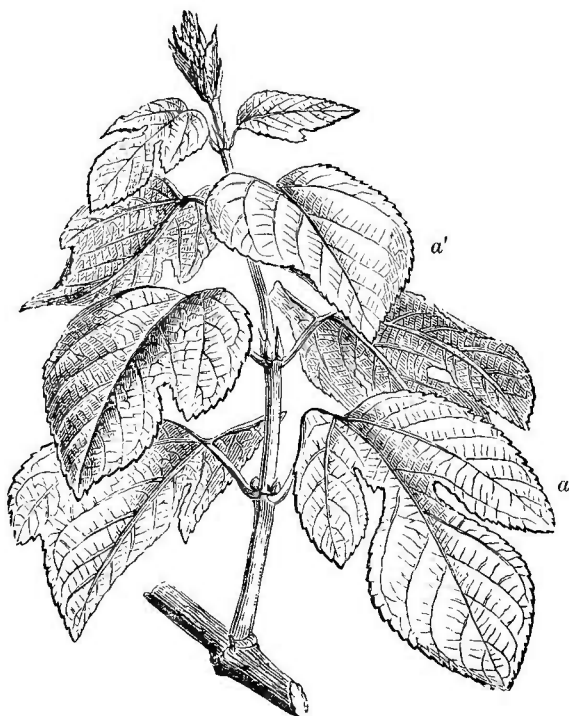


Fig. 96. — Feuilles du Mûrier à papier (*Broussonetia papyrifera*).

*a*, feuilles découpées. — *a'* feuilles entières.

lobées, fendues et partites de deux manières, suivant que la nervation est *pennée* ou *palmée*; on dit alors que la feuille est *pennatifide*, *pennatilobée*, *pennatipartite* ou bien *palmatifide*, *palmatilobée*, etc.

**147. Variation des feuilles dans une même plante.** — Toutes les feuilles d'une même plante sont loin de présenter la même configuration; il y a même à cet égard, dans certains végétaux, une différence si grande que, si l'on ne les voyait que détachées, on ne pourrait pas croire qu'elles ont été cueillies sur

le même individu : ainsi tout le monde peut observer que le Lierre (*Hedera helix*), le Mûrier à papier (*Broussonetia papyrifera*) offrent des feuilles entières et des feuilles lobées (fig. 96); de même le *Valeriana Phu* a les feuilles de la base entières, tandis que celles du sommet sont découpées.

Les variations dans la forme, selon la hauteur à laquelle elles s'insèrent, sont tellement fréquentes que les botanistes ont cru devoir les désigner sous le nom de feuilles *radicales*, feuilles *caulinaires*, feuilles *florales* : les premières ne naissent par sur la racine comme le nom semble l'indiquer, mais sur la partie de la tige la plus voisine de la racine; les secondes, qui sont les plus nombreuses, occupent les points intermédiaires de la tige entre la base et le sommet : les troisièmes sont situées au sommet de la tige et accompagnent les fleurs.

Les feuilles d'une même plante varient encore suivant le milieu dans lequel elles végètent : ainsi les plantes aquatiques ont ordinairement deux sortes de feuilles; les unes submergées qui sont minces, les autres flottantes à la surface du liquide, qui sont élargies : ainsi la Renoncule aquatique (*Ranunculus aquatilis*) a des feuilles flottantes lobées et des feuilles submergées en forme de lanières.

**148. Forme des feuilles.** — La forme des feuilles varie à l'infini, quant à la conformation; on emploie, pour les désigner, des noms qui rappellent la forme d'objets connus (*feuilles arrondies, ovales, obovales, lancéolées, sagittées*), etc. Ces désignations s'appliquent aussi bien aux feuilles simples qu'aux feuilles composées, mais, comme elles sont pour la plupart inutiles, nous n'insisterons pas davantage sur ce point.

**149. Feuilles anormales.** — Il existe quelques plantes dans lesquelles les organes foliacés présentent une conformation anormale de leurs parties : nous citerons les feuilles fistuleuses de l'Ail et de l'Oignon, les feuilles grasses des *Sedum*, les feuilles en cornets des *Sarracenia*. Les feuilles de la Dionée ou Attrape-mouche (*Dionœa muscipula*) ont le limbe divisé en deux lobes bordés de longs cils raides et couverts de glandes et qui, sous l'influence d'une irritation quelconque, les pattes d'un insecte par exemple, se rapprochent par un mouvement de charnière de la ligne médiane. D'autres feuilles, comme la Châtaigne d'eau ou Macre (*Trapa natans*), montrent à leur surface des renflements ovoïdes, spongieux ou creux et pleins d'air; aussi

les plantes dont le pétiole devient ainsi vésiculeux peuvent flotter à la surface de l'eau.

De même que le pétiole, le limbe peut aussi se creuser d'une ou plusieurs cavités : ainsi se forment les feuilles fistuleuses de l'Ail et de l'Oignon.

Enfin, une modification plus grande s'observe dans les feuilles de quelques plantes qui portent à leur extrémité une espèce d'urne ou godet appelé *ascidie* et qui sécrète une liqueur particulière; ex. : les Utriculaires.

### FEUILLES COMPOSÉES

150. Les feuilles *composées* sont celles qui sont formées d'un pétiole commun sur lequel s'insèrent des petits pétioles ou *pétiolules* qui portent un limbe à leur sommet (fig. 97).

Lorsque ces petits pétioles se ramifient à leur tour, ce sont

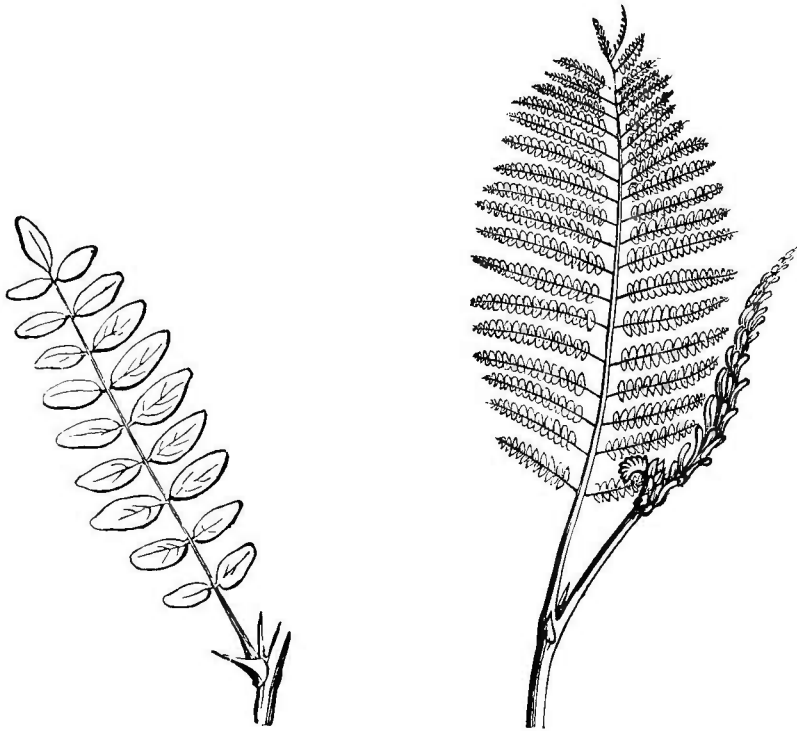


Fig. 97. — Feuille composée pennée impaire (Robinia faux Acacia).

Fig. 98. — Feuille doublement composée ou décomposée (Acacia).

leurs ramifications qui portent le limbe; la feuille est dite *doublement composée* ou *décomposée*. Chacun de ces petits limbes s'appelle une *foliole* et présente au point de vue de sa nerva-

tion et de ses découpures les mêmes dispositions que la feuille simple (fig. 97)..

Les pétioles peuvent affecter deux positions différentes caractéristiques.

1° Tantôt les pétioles sont rangés le long du pétiole commun à droite et à gauche comme les barbes d'une plume, et alors la feuille est dite *composée pennée* : telle est la feuille du faux Acacia; tantôt le pétiole se termine par une foliole à son sommet et, dans ce cas, le nombre des folioles étant impair, la feuille est dite *composée pennée impaire*; tantôt, enfin, il n'y a

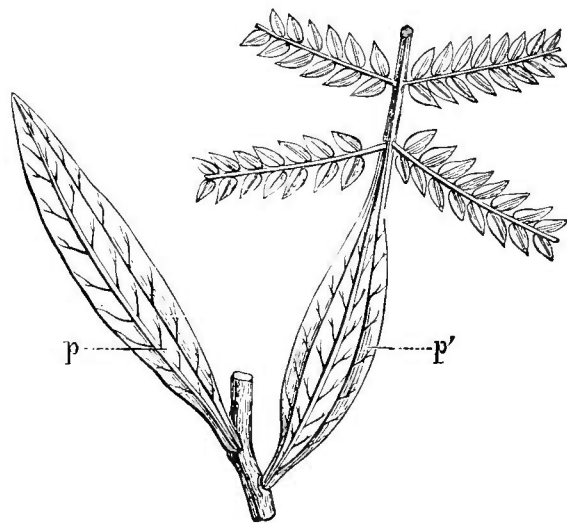


Fig. 99. — Feuille doublement composée (*Acacia heterophylla*).

P', P, phyllodes.

pas de foliole impaire et on l'appelle alors *composée pennée paire*. Il peut arriver que le pétiole commun se ramifie en pétioles secondaires pennés qui, à leur tour, donnent attache aux limbes; on dit que les feuilles sont *bipennées* (feuilles de la Sensitive) et, s'il existe des pétioles tertiaires, on les appelle *tripennés*.

2° Les feuilles composées peuvent présenter des nervations digitées, c'est-à-dire que les pétioles naissent du sommet du pétiole commun et s'écartent comme les doigts de la main : le Marronnier d'Inde est un exemple remarquable de cette disposition (fig. 100). Nous trouvons enfin les feuilles à trois folioles ou *trifoliolées* comme le Trèfle d'eau, le faux Ébénier (fig. 101) et celles qui n'ont qu'une seule foliole, que des raisons d'ana-

logie et la présence d'une articulation font ranger parmi les composées : telles sont celles des Orangers et des Citronniers qui appartiennent à une famille dont toutes les feuilles sont

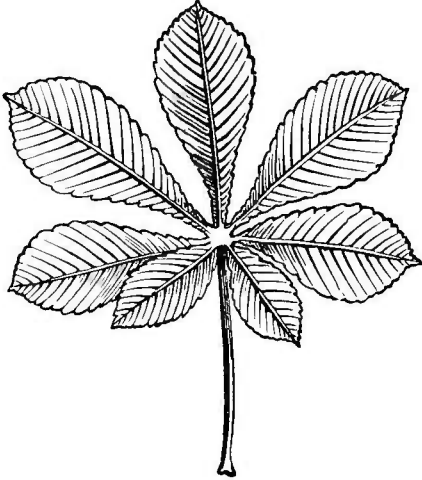


Fig. 100. — Feuille composée palmée du Marronnier d'Inde (*Æsculus Hippocastanum*).

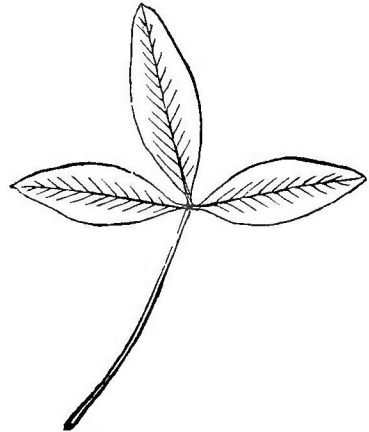


Fig. 101. — Feuille composée trifoliolée du faux Ébénier.

composées. Ces arbres ont des feuilles à un seul limbe fixé à un pétiole unique, ce qui leur donne l'aspect de feuilles simples; mais, sur les côtés de ce pétiole, on remarque deux petites ailes membraneuses, ce qui fait qu'on les considère comme des feuilles pennées dont toutes les folioles latérales ont avorté.

#### PHYLLOTAXIE OU DISPOSITION DES FEUILLES SUR LA TIGE

Les feuilles sont réparties sur les tiges ou sur les branches de trois manières différentes : elles peuvent être *opposées*, *verticillées* ou *alternes*.

**151. Feuilles opposées.** — Les feuilles sont dites opposées, lorsque, placées à la même hauteur, elles s'insèrent aux extrémités d'un même diamètre; de plus, celles qui se trouvent immédiatement ou au-dessus ou au-dessous, occupent une position correspondante aux extrémités d'un diamètre perpendiculaire au premier, disposition qu'on exprime en disant qu'il y a *alternance* (fig. 102 et 103).

**152. Feuilles verticillées.** — Lorsque le nombre de feuilles



insérées sur la tige est supérieur à deux, leur ensemble constitue un *verticille* et les feuilles sont dites *verticillées*; en outre, on constate que les feuilles d'un verticille alternent avec celles

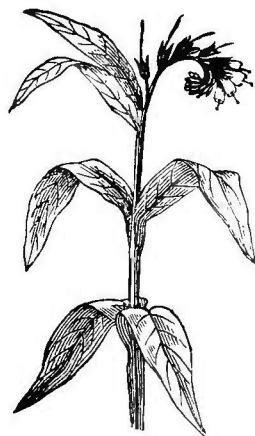
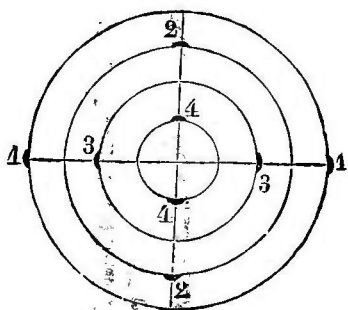


Fig. 102. — Diagramme d'une branche à feuilles opposées. Fig. 103. — Feuilles opposées.

qui forment le verticille suivant; ex. : le Caille-lait (*Galium Mollugo*) qui a six feuilles à chaque verticille. On observe du reste le passage des feuilles opposées aux feuilles verticillées, par exemple, dans le Laurier-rose (*Nerium oleander*) dans

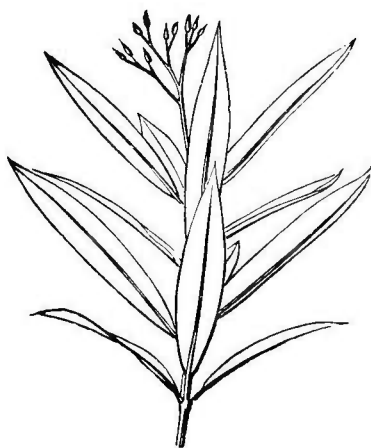
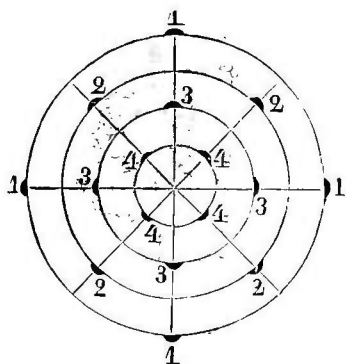


Fig. 104. — Diagramme d'une branche à feuilles verticillées, comprenant 4 feuilles.

Fig. 105. — Branche de Laurier-rose; feuilles verticillées par trois.

lequel il y a trois feuilles au même niveau : il en est de même dans les *Carex* dont la tige est triangulaire (fig. 104 et fig. 105).

**153. Feuilles alternes.** — Lorsqu'à chaque nœud de la tige, il n'existe qu'une seule feuille de telle sorte que ces organes

sont disséminés le long de l'axe, on les désigne sous le nom de feuilles *alternes*; cet arrangement présente une régularité parfaite et obéit à des lois dont l'étude constitue la *phyllotaxie*.

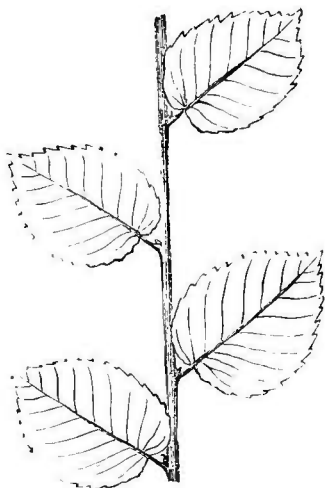


Fig. 106. — Branche d'Orme; feuilles alternes ou disposition distique.

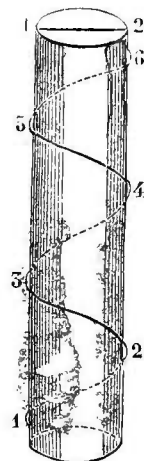


Fig. 107. — Schéma de la disposition distique.

Ces lois sont intéressantes à connaître, car elles s'appliquent à tous les organes latéraux comme les bractées, les différentes

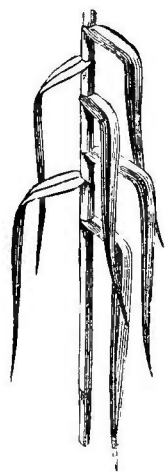


Fig. 108. — Jeune pied de Souchet; disposition tristique.

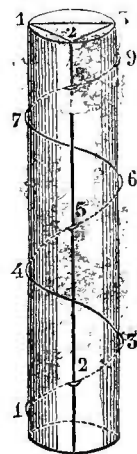


Fig. 109. — Schéma de la disposition tristique.

parties constituantes des fleurs, qui ne sont autre chose que des feuilles modifiées.

1<sup>re</sup> LOI. *Les feuilles alternes sont placées sur un nombre déterminé de génératrices tracées sur l'axe.*

2<sup>e</sup> LOI. *Si, partant d'une feuille quelconque, on fait passer un*

fil par les points d'attache de toutes les autres, ce fil décrit une spirale régulière et continue.

On appelle *cycle foliaire*, la portion de spire comprise entre deux feuilles superposées, c'est-à-dire entre deux feuilles placées sur une même génératrice.

On nomme *angle de divergence*, l'espace angulaire compris entre deux nœuds consécutifs, c'est-à-dire l'arc compris entre leurs projections sur un plan horizontal, compté sur la circonférence qui représente la projection de la tige sur le même plan.

L'alternance des feuilles présente plusieurs cas dont les plus simples sont la disposition *distique*, *tristique* et *quinconciale*.

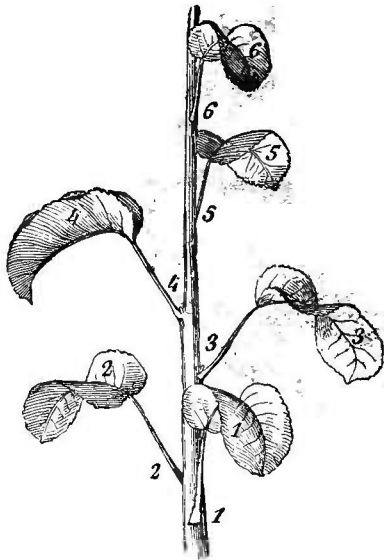


Fig. 110. — Branche de Poirier portant 6 feuilles à disposition quinconciale.

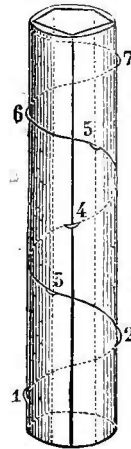


Fig. 111. — Schéma de la disposition quinconciale.

1° *Disposition distique*. — Les feuilles sont rangées sur deux génératrices diamétralement opposées : en se superposant donc de deux en deux nœuds, leurs projections sur un plan horizontal se trouvent nécessairement situées aux extrémités d'un même diamètre. Dans ce cas, on voit que, pour passer d'une feuille à celle qui lui est immédiatement superposée, on décrit un tour de spire et on passe par deux feuilles ; on représente cette disposition par la fraction  $\frac{1}{2} = \frac{1 \text{ tour}}{2 \text{ feuilles}}$  qui exprime que le cycle a pour valeur 1 tour et comprend deux feuilles ; de plus cette fraction est l'expression de l'angle de divergence, car l'arc compris entre deux nœuds consécutifs est égal à  $1/2$  cir-

conférence. L'Orme et les Graminées nous fournissent des exemples de cette disposition (fig. 106 et fig. 107).

2° *Disposition tristique*. — Les feuilles sont placées sur trois génératrices; le cycle comprend un seul tour de spire et passe par trois feuilles. On exprime ce mode d'arrangement par la fraction  $\frac{1}{3} = \frac{1 \text{ tour de spire}}{3 \text{ feuilles}}$  et l'angle de divergence est représenté par la même fraction; ex. : *Carex*, Aulne (fig. 108 et fig. 109).

3° *Disposition quinconciale*. — Il peut arriver, comme on l'observe sur le Poirier, le Pêcher, le Prunier et le Peuplier,

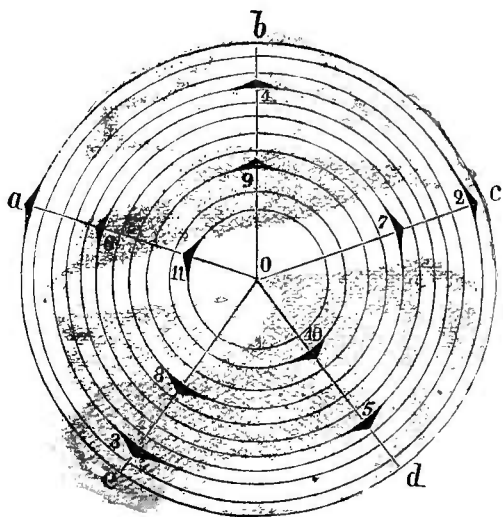


Fig. 112. — Diagramme d'une branche à feuilles alternes, à disposition quinconciale. L'angle de divergence  $aoc = \frac{2}{5}$ .

que les feuilles soient placées sur cinq génératrices; dans ce cas, le cycle est formé de deux tours de spire et comprend cinq feuilles; cette disposition dite *quinconciale* est caractérisée par le rapport  $\frac{2}{5} = \frac{2 \text{ tours de spire}}{5 \text{ feuilles}}$  et l'angle de divergence est représenté par la fraction  $\frac{2}{5}$  de circonférence (fig. 110, fig. 111 et fig. 112).

154. **Rapports phyllotaxiques.** — Si l'on compare entre eux les rapports  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{2}{5}$ , on remarque que le rapport  $\frac{3}{8}$  s'obtient en faisant la somme des numérateurs et des dénominateurs des deux premiers. De même, si on fait la somme des numérateurs et des dénominateurs des deux fractions  $\frac{1}{3}$  et  $\frac{2}{5}$ , on obtient la fraction  $\frac{3}{8}$  qui est la disposition immédiatement supérieure qu'on observe assez fréquemment; ex. : la Joubarbe (*Sempervivum tectorum*). En continuant à appliquer la même règle aux frac-

tions  $\frac{2}{5}$  et  $\frac{3}{8}$ , on aura un nouveau rapport représenté par  $\frac{5}{13}$  et ainsi de suite; on formera donc ainsi la série indéfinie :

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \frac{13}{34}, \text{ etc.}$$

Une autre série, qui se présente plus rarement et qui satisfait aux mêmes conditions, est la suivante :

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{2}{6}, \frac{3}{10}, \frac{5}{16}, \frac{8}{26}, \text{ etc.}$$

**155. Spirale génératrice, spirales secondaires.** — Dans la plupart des plantes, les feuilles sont assez écartées pour pouvoir suivre avec facilité la ligne spirale qui les unit toutes; mais,

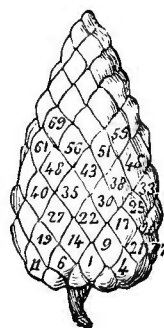
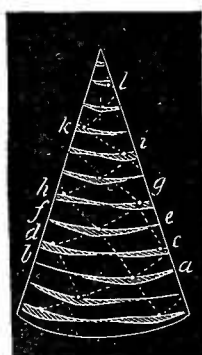


Fig. 113. — Cône de Pin sylvestre montrant ses spirales secondaires et les numéros de sa spirale génératrice.

Fig. 114. — Disposition géométrique des écailles d'un cône de Pin sur son axe conique.

*a, b, c, d, e, g, h*, spirale génératrice. — *bg*, spirale secondaire. — *ck*, autre spirale secondaire.

quand l'axe est très court et déprimé, les feuilles sont alors excessivement rapprochées les unes des autres et on ne peut suivre bien exactement la ligne qui passe par tous les points d'insertion des feuilles; c'est ce qui a lieu dans les plantes dont les feuilles sont réunies en rosette comme la Joubarbe, le cône des Pins et des Sapins; il est alors difficile de déterminer l'angle de divergence et par suite la spirale primitive.

Dans ce cas, on remarque que les feuilles sont placées sur plusieurs spirales parallèles et obliques, les unes dirigées de gauche à droite, les autres de droite à gauche, auxquelles on donne le nom de *spirales secondaires* par opposition à la *spirale primitive* qu'on nomme aussi spirale *génératrice*, laquelle embrasse la série complète de feuilles de la tige; les spirales

secondaires, au contraire, n'embrassent qu'un certain nombre de feuilles. Dans ce cas, pour obtenir l'expression du *cycle générateur* (*spirale génératrice*), on compte, d'une part, les spires dirigées vers la droite et, d'autre part, celles qui marchent à gauche, puis on prend pour numérateur le plus petit nombre et pour dénominateur la somme des deux groupes de spires : ainsi, dans le cône du Pin sylvestre, on trouve 8 spires marchant de droite à gauche et 13 qui vont de gauche à droite; le nombre de feuilles qui entrent dans le cycle est donc  $8 + 13 = 21$  et comprennent 8 tours de spire; sa formule est donc  $\frac{8}{21}$ . Connaissant l'expression numérique du cycle, il sera possible de numéroter les feuilles qui forment le cône du Pin ou une rosette, en s'appuyant sur ce principe que la différence entre les nombres qui numérotent deux feuilles successives d'une spire secondaire est toujours égale au nombre de spires secondaires de la même direction : donc, pour numéroter les feuilles de la pomme du Pin sylvestre, on écrira le nombre 1 sur une écaille de la base et on augmentera successivement de 8 unités tous les numéros de droite à gauche (1, 9, 17, 25, etc.), et de 13 tous les numéros de gauche à droite (1, 14, 27, 40, etc.) (fig. 114).

**156. Modifications du cycle.** — En général la spirale formée par les feuilles alternes conserve le même cycle; mais il n'est pas rare de voir le cycle et par suite l'angle de divergence se modifier entre deux feuilles voisines à mesure que se produit l'élongation de la tige. Primitivement ce rapport étant  $\frac{2}{5}$  peut devenir  $\frac{7}{8}$ ,  $\frac{3}{17}$ , etc.

**157. Homodromie. Hétérodromie.** — La spirale foliaire peut aussi changer de direction, marcher tantôt de droite à gauche, tantôt de gauche à droite. Le plus ordinairement la direction de la spirale des branches est inverse de celle de la tige; on dit alors qu'il y a *hétérodromie* (de ἕτερος, autre; δρόμος, marche). Quand le sens de la spirale reste le même, en passant des tiges aux branches, on dit qu'il y a *homodromie* (de ὁμός, semblable, et δρόμος, marche). Cette considération est importante pour l'explication morphologique de quelques inflorescences et la détermination d'une dichotomie fausse.

## STIPULES

Les stipules sont des petits appendices de couleur verte que l'on rencontre à la base des pétioles, au point d'insertion des feuilles.

158. **Situation des stipules.** — Les stipules sont ordinairement au nombre de deux, une de chaque côté du pétiole, comme dans le Tilleul, le Charme et la Pensée. Leur forme est dissymétrique, de sorte que chaque stipule est comme l'image de l'autre dans un miroir.

Le plus souvent elles sont libres et indépendantes, comme

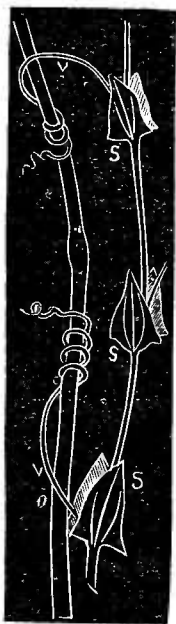


Fig. 115. — Stipules foliacées, *s, s*, placées à la base des vrilles *v, v*, et attestant leur analogie avec les feuilles.

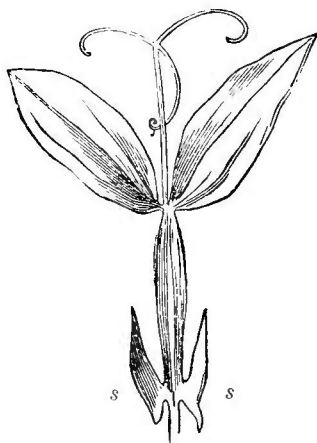


Fig. 116. — Feuille de Gesse dont plusieurs folioles sont converties en vrilles; à sa base se voient des stipules *s, s*.

*v*, vrilles. — *s*, stipules.

chez l'Aubépine et la Mauve, ou bien plus ou moins adhérentes, comme chez le Rosier.

Dans la botanique descriptive, on donne le nom de *stipules pétiolaires* à celles qui adhèrent aux deux côtés du pétiole par opposition à celles qui sont libres que l'on nomme *stipules caulinaires*.

Il arrive quelquefois, dans les plantes à feuilles alternes, que

les deux stipules latérales ont leur base assez large pour embrasser la tige et se souder l'une avec l'autre par le bord externe, du côté opposé à la feuille.

**159. Consistance, durée et nature des stipules.** — Suivant leur consistance qui est assez variable, les stipules sont dites



Fig. 117. — Rameau de Pois, montrant à sa base de larges stipules foliacées, *s*, et à son sommet les folioles transformées en vrilles.

*foliacées*, c'est-à-dire semblables à des feuilles (Aigremoine), *membraneuses*, *écailleuses*, etc. Quelquefois elles ont une longue durée et sont *persistantes*, ou bien elles se détachent avant que les feuilles aient atteint leur complet développement; elles sont dites *caduques* ou *fugaces*.

Les stipules doivent être considérées comme le résultat d'une ramification très précoce du pétiole ou du limbe à sa base, car



leurs faisceaux vont s'embrancher sur les faisceaux foliaires alors que ceux-ci sont encore contenus dans l'écorce de la tige.

Toute feuille pourvue de stipules est donc en réalité une feuille composée.

Du reste, de même que les feuilles, les stipules peuvent se transformer en vrilles et en épines; ainsi, dans les *Smilax*, les feuilles sont accompagnées de deux vrilles qui représentent des stipules et dans le Câprier et le Robinia, à la place des stipules, se trouvent des épines.

Dans les plantes à feuilles opposées il n'existe pas généralement de stipules, mais il y a des exceptions à cette règle, comme cela a lieu dans la famille des Rubiacées où il existe quatre stipules le plus souvent libres. Dans quelques plantes, les stipules, au lieu de rester séparées, se confondent plus ou moins ensemble bien qu'appartenant à deux feuilles distinctes, de sorte qu'au lieu de quatre stipules on n'en trouve que deux; mais la lame bilobée indique leur origine binaire : ce sont ces doubles stipules ainsi réunies que l'on nomme *stipules interpétiolaires*.

## STRUCTURE DES FEUILLES

La connaissance de la structure des feuilles est indispensable pour bien comprendre le rôle physiologique que ces organes jouent dans la vie des plantes.

Cette structure varie suivant que les feuilles sont aquatiques ou aériennes.

**160. Structure de feuilles aériennes.** — La feuille se composant d'un pétiole avec ses ramifications (nervures) et du limbe, nous allons étudier successivement chacune de ces parties.

**161. Pétiole.** — Le tissu du pétiole et des nervures est formé d'un certain nombre de faisceaux libéro-ligneux qui ne sont que la continuation de ceux de la tige et qui s'en détachent dans les points où se forment les organes foliaires. Ces faisceaux réunis dans le pétiole présentent, sur une section transversale, la forme d'un croissant. Leurs éléments constitutants sont les mêmes que ceux de l'axe et conservent les mêmes rapports de position, en sorte que les parties qui se trouvent à l'intérieur de la tige occupent la partie supérieure : on y trouve, de haut en bas des vaisseaux spiralés, des vaisseaux rayés,

ponctués, une zone génératrice, enfin des tubes criblés, des fibres et des cellules libériennes.

Les nervures, n'étant que la continuation du pétiole quand il existe, en reproduisent le mode d'organisation; seulement à

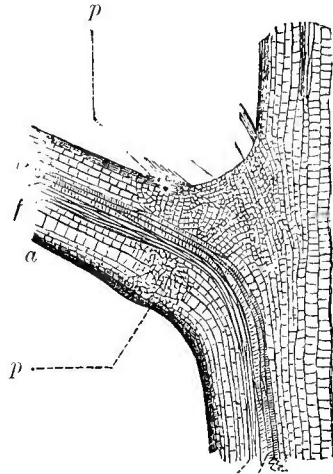


Fig. 118. — Union du faisceau vasculaire d'une feuille avec celui de la branche (dans un Fuchsia).

*a*, le pétiole. — *pp*, points de jonction de la feuille et de la branche. — *t*, vaisseaux spiralés. — *v*, vaisseaux annelés ou autres. — *f, f*, fibres ligneuses.

mesure qu'elles se ramifient, leur structure se simplifie, si bien qu'elles finissent par se réduire à un ou deux vaisseaux spiralés entourés de quelques cellules allongées; de plus, tandis que

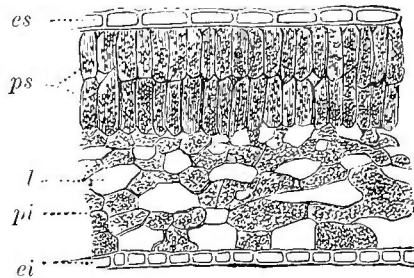


Fig. 119. — Tranche transversale d'une feuille aérienne de Balsamine, d'après Ad. Brongniart.

Coupe d'une feuille de Balsamine. — *es*, épiderme supérieur. — *ei*, épiderme inférieur. — *ps*, couche supérieure du parenchyme en palissade. — *pi*, couche inférieure du parenchyme à cellules lâches. — *l*, lacunes.

dans les Dicotylédones les ramifications, en s'anastomosant entre elles, forment un réseau fin et délicat comparable à une dentelle, on voit dans les Monocotylédones ces mêmes faisceaux rester simples et parallèles entre eux.

162. **Limbe.** — Le limbe est formé de deux couches d'épiderme, l'une qui occupe la face inférieure, l'autre la face supérieure, et entre ces deux lames un parenchyme à cellules vertes.

L'épiderme qui recouvre les deux faces du limbe est généralement formé d'une ou de plusieurs assises de cellules aplaties et unies par leurs bords : tantôt, comme dans les feuilles des Monocotylédones, les cellules sont rectangulaires et rangées en séries linéaires; tantôt le contour des cellules est irrégulier et sinueux comme dans la grande majorité des Dicotylédones.

Mais un des caractères importants de l'épiderme foliaire est

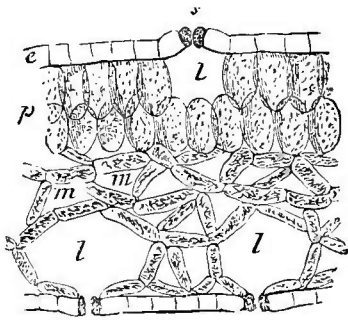


Fig. 120. — Tranche verticale d'une feuille de Giroflée.

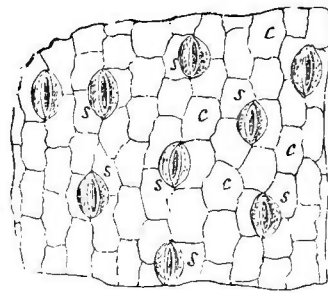


Fig. 121. — Lambeau d'épiderme de la face inférieure de la même feuille.

*e*, épiderme supérieur. — *s*, stomate. — *p*, parenchyme en palissade. — *m*, *m*, couche de cellules lâches et irrégulières avec méats. — *l*, *l*, lacunes. — *e'*, épiderme inférieur. — *c*, *c*, cellules épidermiques. — *s*, *s*, stomates.

la présence de stomates destinés à mettre le parenchyme de la feuille en rapport avec le milieu ambiant.

Ces petites bouches sont en général très nombreuses à la face inférieure des feuilles; on en a compté plus d'un million dans une feuille de Tilleul; la face supérieure en est quelquefois complètement dépourvue. Lorsque la feuille est flottante, l'épiderme supérieur possède souvent seul des stomates; lorsqu'elle est complètement submergée, ces orifices manquent absolument (fig. 120).

Le *parenchyme* (fig. 120 et fig. 122), dans la grande majorité des cas, n'est pas le même à la face inférieure qu'à la face supérieure : sous l'épiderme supérieur, on trouve deux ou trois assises de cellules serrées plus ou moins allongées et perpendiculaires de manière à laisser peu de vides entre elles, ce qui leur donne l'aspect de bâtonnets ou de pieux très rapprochés

(*parenchyme en palissade*). L'intérieur de ces cellules renferme du protoplasma et tous les produits qui dérivent de ce corps, surtout des grains de chlorophylle, de l'amidon, des cristaux, etc. Sous l'épiderme de la face inférieure se trouve un

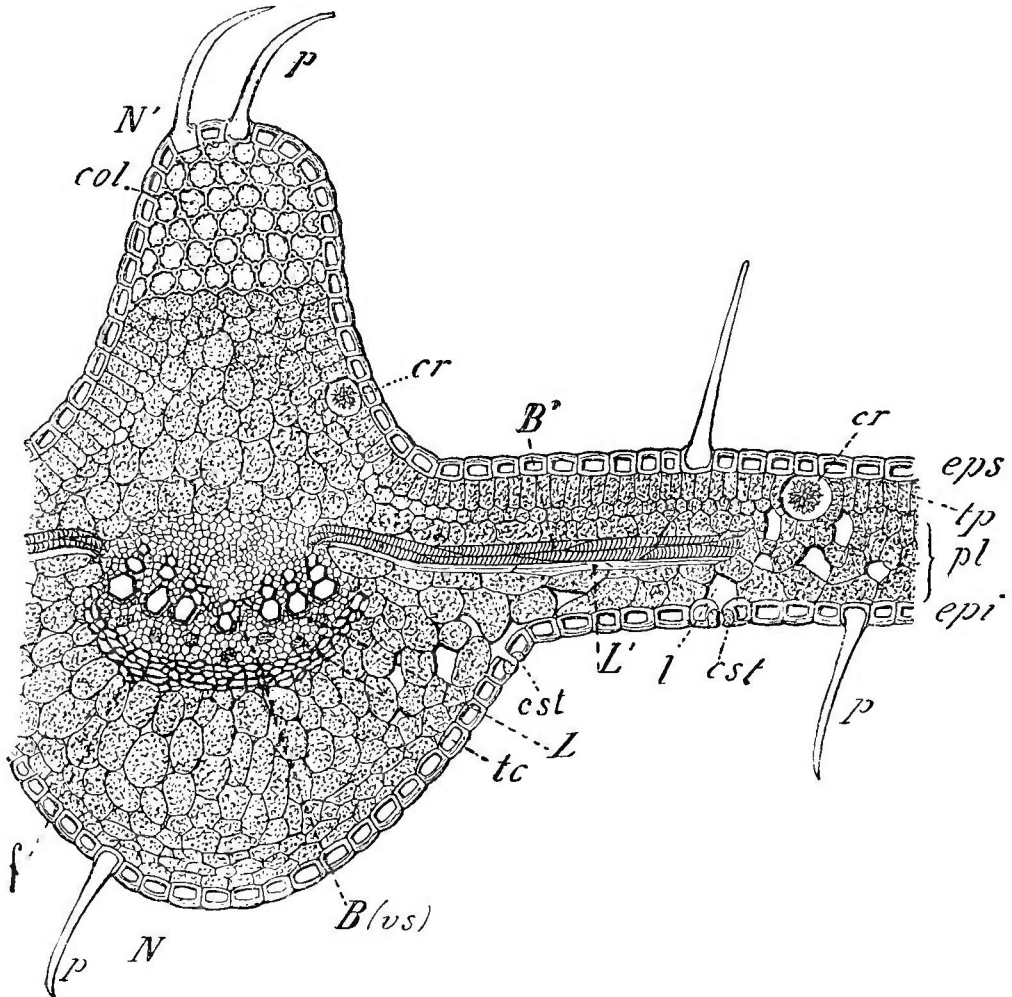


Fig. 122. — Coupe dans le limbe d'une feuille de Haricot passant par une nervure N, N'.

*cr*, cristaux d'oxalate de chaux; *est*, cellules stomatiques; *eps* et *epl*, épidermes; *lp*, tissu en palissade; *pl*, parenchyme lacuneux; *col*, collenchyme; B, bois; L, liber.

tissu formé de cellules très irrégulières, lâches, ne se touchant qu'en certains points, disposition qui amène la formation de méats considérables remplis d'air, communiquant entre eux et par suite avec l'atmosphère par l'intermédiaire des stomates; ces cellules contiennent aussi de la chlorophylle, c'est le tissu dit *lacuneux*. Dans certaines feuilles, cette portion du parenchyme présente une irrégularité plus grande encore; ses cel-

lules sont rameuses, étoilées et ne se touchent que par leurs prolongements, ce qui donne lieu à la formation de méats plus considérables encore.

Un certain nombre de feuilles terrestres ont une structure qui s'éloigne beaucoup de celle que nous venons de décrire. Fréquemment, dans les plantes monocotylédones, rarement dans les Dicotylédones, le parenchyme consiste en une masse de cellules arrondies, lâches et qui se déchirent facilement pour former des lacunes dans l'intervalle des faisceaux vasculaires : c'est ce que l'on observe sur une coupe transversale d'une feuille de Jacinthe (*Hyacinthus orientalis*).

Cette uniformité de structure se rencontre encore dans les feuilles des plantes grasses. Ces feuilles sont épaisses et constituées par de grosses cellules serrées qui ne laissent entre elles qu'un petit nombre de méats. Cependant on trouve, disséminées dans la masse, quelques cellules spéciales, des cellules spiralées par exemple. L'épiderme lui-même se différencie plus nettement et offre une résistance d'autant plus grande que la plante vit dans un sol plus aride, ce qui empêche une trop grande perte d'eau par transpiration; aussi ces cellules épidermiques s'incrument-elles fréquemment de matières minérales qui augmentent leur résistance.

Le parenchyme foliaire contient quelquefois des cellules de sclérenchyme qui, tantôt isolées (Olivier, Phyllirée), tantôt groupées en faisceaux (*Carex*), peuvent contribuer à soutenir la feuille; enfin on peut y trouver également des laticifères ou des canaux sécréteurs intercellulaires.

**163. Structure des feuilles aquatiques.** — Les plantes qui vivent dans l'eau ont leurs feuilles d'une structure beaucoup plus simple que celles qui vivent dans l'air, ainsi que Brongniart l'a établi. Dans les plantes dont les feuilles sont étalées à la surface, comme les *Nymphaea*, l'épiderme de la face supérieure possède seul des stomates : dans celles qui sont submergées comme le *Potamogeton natans*, les *Zannichellia*, etc., les stomates font entièrement défaut; chez l'*Élodea*, si abondant dans nos cours d'eau, le limbe est presque uniquement formé par les deux épidermes accolés : toute l'organisation se réduit, lorsqu'on examine une section transversale, à une série de trois rangées de cellules superposées dont la moyenne se différencie des autres et renferme peu de chlorophylle; aussi ces sortes

de feuilles retirées de l'eau et laissées à l'air se fanent et se crispent très facilement par suite d'une transpiration abondante.

Dans les plantes marines, le parenchyme est composé de

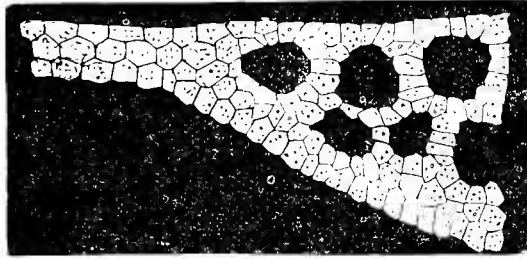


Fig. 123. — Coupe transversale de la feuille submergée d'un *Potamogeton perfoliatum*, d'après Brongniart.

cellules grandes ou petites remplies de chlorophylle avec des lacunes aérifères : ainsi dans le *Posidonia Oceanica* que l'on trouve en abondance sur les bords de la Méditerranée, on voit

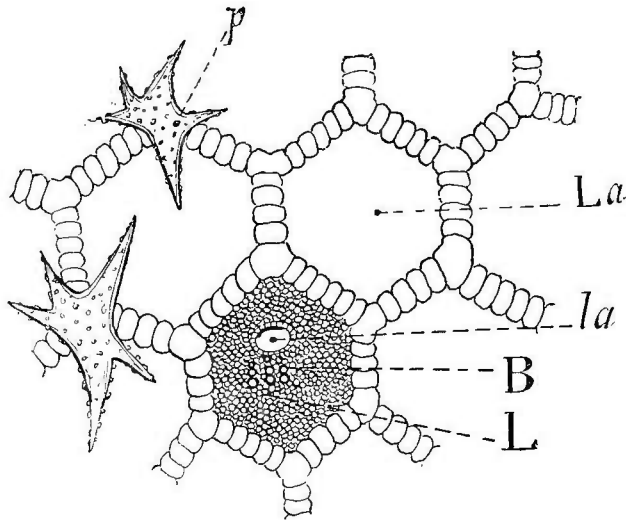


Fig. 124. — Portion de coupe faite dans le pétiole d'un *Nymphaea*.  
La, lacunes; p, poils étoilés.

sur une coupe transversale deux épidermes à peu près identiques composés d'une seule assise de cellules régulières et, entre ces deux couches, des cellules plus larges, plus irrégulières qui, pendant l'accroissement de la plante, finissent par se séparer en certains points pour former des lacunes parallèles au plan de la feuille.

Une disposition analogue s'observe dans les *Zostera* <sup>1</sup>

**164. Fonctions des feuilles.** — Les feuilles sont avec les racines les principaux organes de la nutrition : 1° plongées dans l'atmosphère, elles absorbent de l'acide carbonique, de l'oxygène et de la vapeur d'eau; 2° sous l'influence de la lumière, en présence de la chlorophylle, elles décomposent l'acide carbonique et la vapeur d'eau, fixent le carbone et l'hydrogène dans leurs tissus; 3° l'oxygène en pénétrant dans la plante produit des oxydations et, par suite, la transformation des produits nutritifs; 4° les feuilles ont aussi la propriété de rejeter au dehors certains produits de décomposition, tantôt sous forme de vapeur aqueuse (*transpiration*), tantôt sous forme de gaz (*respiration*), tantôt sous forme de matières solides (*excrétion*); 5° enfin ces organes sont le siège de mouvements singuliers qui se produisent, soit spontanément sans cause apparente appréciable, soit sous l'influence excitatrice de la lumière ou d'actions mécaniques.

Absorption, assimilation, transpiration, respiration, mouvements, telles sont les principales fonctions des feuilles que nous allons étudier successivement.

#### TRANSPIRATION DES FEUILLES

165. On donne le nom de transpiration à la perte d'une quantité plus ou moins considérable d'eau qui se produit à la surface des plantes.

La grande majorité des végétaux étalant dans l'air un feuillage abondant et d'un développement superficiel très grand, on conçoit que les organes foliaires doivent être le siège principal où se passe le phénomène de la transpiration. Là, chaque cellule du parenchyme foliaire représente une cavité remplie de liquide cellulaire qui n'est séparé du milieu ambiant que par une mince membrane : il doit donc s'échapper à la surface de ces organes une quantité d'eau variable suivant l'état même

1. Les feuilles des *Posidonia* et des *Zostera* possèdent de gros faisceaux fibreux qui subsistent longtemps sur les tiges, après la destruction du parenchyme foliaire, sous forme de longs filaments. Arrachés de leur support et roulés par les flots, ces filaments s'enchevêtrèrent fréquemment de manière à former des sortes de pelotes feutrées connues sous le nom d'Égagropiles marines et très abondantes sur les côtes de la Provence.

de cette surface, la température, l'état hygrométrique, etc. La présence de stomates creusés dans l'épaisseur de la couche épidermique facilite singulièrement l'évaporation aqueuse ainsi que cela résulte des expériences de Boussingault; nous ne citerons à ce sujet qu'un seul exemple : la face supérieure d'une feuille de Tilleul dépourvue de stomates ne perd que les  $\frac{2}{5}$  de l'eau qui s'échappe de la face inférieure.

C'est en général sous forme de vapeur invisible que l'eau de transpiration s'exhale dans l'atmosphère. Quand cette exhalation est peu abondante et que la température est suffisamment élevée, cette eau disparaît à mesure qu'elle se forme; mais si la quantité d'eau transpirée augmente et si la température est peu élevée, on voit alors ce liquide apparaître sous forme de petites bulles qui souvent acquièrent un volume notable : on voit fréquemment, au lever du soleil, des perles d'eau qui pendent à la pointe des feuilles des Graminées et des Aroïdées; les feuilles du Chou présentent aussi des bulles volumineuses qui s'accumulent dans les anfractuosités de leur face supérieure.

L'eau transpirée par les feuilles est remplacée par celle que les racines puisent dans le sol. Pendant le jour, la transpiration est souvent assez active pour que la sève n'arrive pas assez rapidement pour compenser les pertes; les feuilles perdant alors une partie de leur eau de constitution se flétrissent; mais la nuit amenant un ralentissement dans l'évaporation permet à ces organes de réparer les pertes faites pendant le jour, parce que les racines continuent de fonctionner tant que l'organisme n'est pas complètement saturé.

On peut mesurer la quantité de vapeur dégagée de la façon suivante : on adapte hermétiquement une branche garnie de feuilles, à l'extrémité redressée et élargie d'un tube capillaire *t* rempli d'eau; la plus grande partie de ce tube est horizontale. La vapeur d'eau qui se dégage à la surface des feuilles est remplacée dans la plante par l'eau du tube qui est absorbée par la section de la tige. Mais à mesure que l'eau est absorbée dans la branche verticale du tube, l'extrémité de la colonne d'eau se déplace (de *a* en *b*) dans la branche horizontale. En mesurant ce déplacement, on peut connaître la quantité d'eau qui a été absorbée par la branche, et, par conséquent, la quantité de vapeur d'eau qui a été dégagée par les feuilles (fig. 125).



Le physicien Hales a fait un grand nombre d'expériences pour déterminer la quantité d'eau transpirée par les plantes aux différentes époques de la journée; il a trouvé qu'un pied de grand soleil (*Helianthus annuus*) perdait en moyenne 600 grammes d'eau en 24 heures. En comparant la surface de cette plante à celle du corps humain on trouve, qu'à surface égale, la transpiration de la plante est environ le tiers de celle du corps humain : ce résultat montre l'énorme quantité d'eau que les plantes d'un champ en culture ou d'une prairie peuvent exhaler dans l'atmosphère. Sénébier, dans ses recherches sur

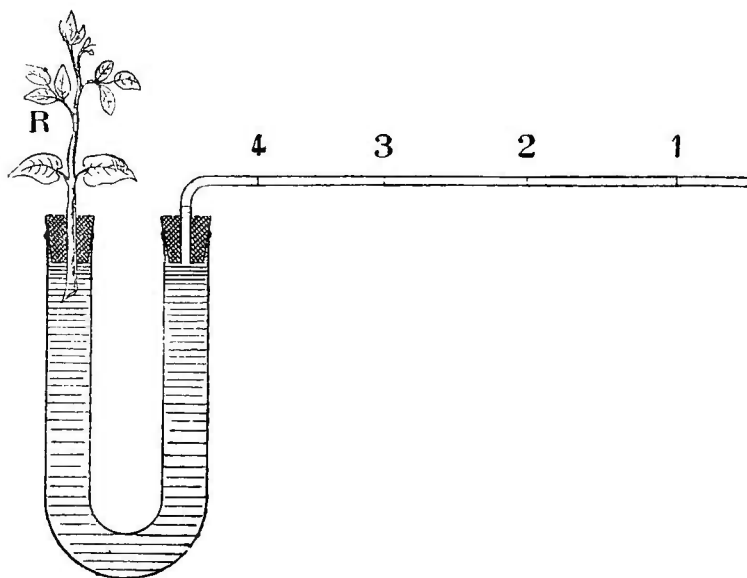


Fig. 425. — Appareil permettant de suivre la transpiration du rameau R par le volume d'eau enlevé au tube en U.

1, 2, 3, 4, niveaux atteints successivement par l'extrémité de la colonne liquide.

la végétation, a prouvé que la quantité d'eau exhalée est à celle qui est absorbée dans le rapport de 2 à 3, ce qui est une preuve évidente qu'une partie de ce liquide se fixe dans la plante.

Plusieurs causes peuvent modifier la transpiration des feuilles; nous citerons en première ligne la température : plus cette température est élevée, plus la perte d'eau est grande et rapide, C'est à cette grande déperdition d'eau à la surface des feuilles que l'on doit attribuer la fanaison des plantes; si on recouvre au moyen d'une cloche une plante qui se fane, bientôt l'air de la cloche se sature d'humidité et la plante reprend sa vigueur.

La lumière agit à l'égal de la chaleur : en plein soleil, la radiation peut doubler et même tripler l'intensité de la déper-

dition de l'eau chez les plantes sans chlorophylle, elle peut la centupler lorsque la plante est verte. On donne le nom de *chlorovaporisation* à la vaporisation de l'eau sous l'influence de la chlorophylle; la chlorovaporisation ajoute ses effets à ceux de la transpiration proprement dite, mais ne doit pas cependant être confondue avec elle, car cette dernière est une fonction protoplasmique tandis que la chlorovaporisation est placée

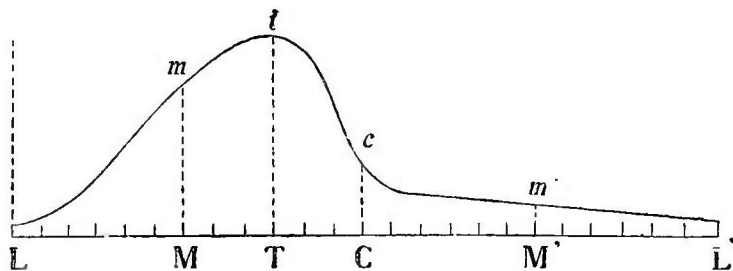


Fig. 126. — Courbe représentant les variations de la transpiration pendant vingt-quatre heures (d'après G. Bonnier). Les longueurs horizontales représentent les heures, les hauteurs au-dessus de la base, les quantités d'eau transpirées.

L, lever du soleil; M, midi; T, trois heures; C, coucher du soleil; M', minuit.

directement sous la dépendance de la chlorophylle. Ni l'une ni l'autre ne doivent être assimilées à l'évaporation pure et simple qui s'observe à la surface des corps poreux; l'évaporation en effet est un phénomène physique nullement influencé par la lumière.

L'état hygrométrique a une influence très marquée : dans un air saturé, la transpiration est presque nulle; elle est maximum dans un air sec et chaud; pendant la nuit, elle diminue et finit par s'arrêter. Ces faits expliquent l'influence bienfaisante de la pluie après une journée d'été très chaude et l'influence non moins grande d'irrigations artificielles qui, en humectant constamment le sol, activent la végétation dans des proportions très notables.

Les plantes grasses telles que les *Cactus* restent vivaces pendant de longues sécheresses parce qu'elles ont un épiderme très résistant muni de peu de stomates, qui s'oppose à une exhalation aqueuse abondante; il en est tout autrement des plantes submergées dont les feuilles recouvertes d'un épiderme mince et délicat se flétrissent très rapidement lorsqu'elles sont en contact avec l'air.

## ABSORPTION

166. Les feuilles possèdent aussi la propriété d'absorber le gaz et les liquides. L'absorption gazeuse se démontre comme pour les racines en plongeant des feuilles dans un vase contenant un gaz en communication avec un manomètre à mercure on voit le niveau du liquide baisser à mesure que se fait l'absorption gazeuse. Mais les feuilles absorbent-elles les liquides ? L'observation et l'expérience semblent établir ce fait qui est nié par les uns, admis par les autres. Les parties vertes des végétaux, suivant les conditions dans lesquelles elles se trouvent peuvent absorber ou ne pas absorber l'eau liquide, la rosée ou même la vapeur atmosphérique. On sait que les feuilles, pendant la saison chaude, après avoir été exposées à l'action solaire, deviennent molles et fanées à la fin de la journée ; le lendemain on les retrouve rigides et vivaces parce que, la nuit l'humidité de l'air arrêtant l'évaporation superficielle, l'eau du sol pompée par les racines et la rosée déposée sur les feuilles suffisent pour compenser et réparer les pertes ; on sait également que la pluie, en imbibant les feuilles des plantes, amène rapidement le redressement des organes verts fanés dans les circonstances déjà signalées.

L'action efficace de la pluie, de la rosée, des brouillards, et un mot l'absorption directe de l'eau par les parties vertes ne saurait donc être mise en doute lorsque celles-ci, par suite d'une grande transpiration, sont arrivées à un certain degré de dessiccation. Mais il en est tout autrement quand la feuille est pourvue de son eau de constitution ; le poids n'augmente ni par la submersion dans l'eau ni dans une atmosphère saturée d'humidité.

Des expériences très anciennes faites par Haller, Mariotte, etc. montrent la faculté absorbante des feuilles ; ainsi, si, à l'exemple de Haller, on prend une branche d'arbre bifurquée qu'on la laisse se flétrir à l'air, puis qu'on plonge l'un des rameaux dans l'eau, on voit l'autre reprendre bientôt toute sa fraîcheur.

On peut répéter l'expérience de Haller d'une autre manière

on coupe sur une tige un rameau composé de deux feuilles, dont on lute les deux extrémités afin d'empêcher l'évaporation par les sections; ainsi préparé, ce fragment se fane très vite; mais si l'on plonge l'une des feuilles dans l'eau, non seulement elle reprend sa vigueur, mais l'autre redevient aussi vivace.

Les expériences de Boussingault, faites dans ces derniers temps, confirment celles de Haller et montrent que la pluie, la rosée et la vapeur atmosphérique, en pénétrant dans l'intérieur des organes verts, contribuent d'une manière efficace à ranimer la vigueur de la plante en lui restituant, en partie, l'eau qu'elle a perdue par une évaporation trop précipitée et que l'action absorbante des racines est impuissante à compenser d'une manière complète.

### RESPIRATION DES PLANTES

167. **Phénomènes généraux.** — Considérée dans son caractère essentiel, la respiration des plantes consiste dans une absorption d'oxygène et une élimination d'acide carbonique. L'oxygène, en pénétrant dans les tissus, brûle le carbone et l'hydrogène d'une partie des composés organiques, forme de l'eau et de l'acide carbonique, et cette combustion est accompagnée d'une production de chaleur.

Cette absorption d'oxygène est liée d'une manière intime à l'accroissement des tissus, aux changements et aux transformations chimiques qui s'opèrent dans leur profondeur : en effet, toutes les recherches faites sur la végétation montrent que, dans une atmosphère privée d'oxygène, non seulement tout accroissement s'arrête, mais encore la plante s'étiole et meurt.

Plus l'activité des tissus est grande, plus les transformations chimiques sont énergiques, plus est grande la proportion d'oxygène absorbé; aussi, c'est dans les graines qui germent et dans les bourgeons foliaires ou floraux en voie d'épanouissement, que l'on observe une respiration énergique et puissante : c'est ainsi que, dans un temps très court, le volume d'oxygène absorbé dépasse plusieurs fois le volume de ces organes; en outre, cette absorption est nécessairement accompagnée d'une perte de substance assimilée, perte qui varie suivant diverses circonstances, mais qui est généralement

compensée et dépassée par les produits nouveaux d'assimilation que la plante engendre sous l'action combinée de la lumière et de la chlorophylle.

De ces considérations générales, on doit conclure que la respiration joue, dans la vie des plantes, le même rôle que dans la vie des animaux; c'est par elle que l'oxygène, en détruisant une partie de la substance végétale, provoque des mutations chimiques dans tout l'organisme et détermine ces mouvements internes et externes qui sont indispensables à la nutrition et au développement des végétaux.

**168. Organes respiratoires.** — La respiration ne se produit pas avec la même énergie dans tous les organes. C'est principalement dans les bourgeons, dans les fleurs, dans les feuilles naissantes et dans toutes les parties colorées autrement que par le vert que ce phénomène présente la plus grande intensité. Dans les organes verts, comme les feuilles, qui renferment des cellules à chlorophylle, le phénomène de l'absorption de l'oxygène avec dégagement d'acide carbonique se produit aussi, mais faiblement lorsque ceux-ci sont exposés à l'action d'une lumière intense, car ces mêmes organes sont en même temps le siège d'un phénomène chimique inverse (décomposition de l'acide carbonique avec fixation de carbone et élimination d'oxygène); il en résulte un effet multiple qui en complique singulièrement l'examen, puisqu'on ne peut observer alors que des différences résultant de deux phénomènes inverses; aussi, pour étudier le phénomène de la respiration, faut-il l'examiner d'abord dans les organes dépourvus de chlorophylle.

**169. Absorption d'oxygène. Exhalation d'acide carbonique.** —  
1° Les organes sans chlorophylle (fleurs, bourgeons, graines et les feuilles naissantes) absorbent de l'oxygène et exhalent une proportion à peu près correspondante d'acide carbonique, le jour comme la nuit, à l'obscurité aussi bien qu'à la lumière. C'est ce qui a été d'abord établi par Th. de Saussure; ainsi, une fleur de Giroflée absorbe, en 24 heures, 41 fois son volume d'oxygène; une fleur de Capucine en absorbe 8,5, et une fleur de Passiflore 18,5. Ces divers exemples montrent combien est grand le volume d'acide carbonique exhalé par les fleurs et le danger que peut occasionner la présence d'un grand nombre de ces organes dans un lieu complètement clos ou peu aéré.

Les expériences exécutées sur les bourgeons et sur les graines

en voie de germination conduisent à des résultats semblables.

2° Les organes verts, les feuilles par exemple, exposés à l'obscurité, absorbent aussi le gaz oxygène comme les fleurs; mais la quantité de gaz absorbé varie suivant la plante : ainsi, les feuilles charnues consomment moins d'oxygène que les autres; les feuilles des arbres feuillés sont plus actives que celles des arbres toujours verts, ce qui est démontré par l'exemple suivant : une feuille d'Abricotier ou de Hêtre consomme 8 fois son volume d'oxygène, tandis qu'une feuille d'Agave (plante grasse) en consomme seulement 0,8.

**170. Respiration à la lumière.** — La respiration d'une plante verte, exposée au soleil, est, comme nous l'avons dit plus haut, masquée par un échange gazeux inverse, mais il est facile de montrer que même à la lumière la plante peut absorber de l'oxygène et dégager de l'acide carbonique.

Pour faire cette démonstration, il suffit de placer sous une cloche une plante verte, en même temps qu'un verre contenant de l'eau de baryte et d'exposer le tout au soleil. L'abondant précipité de baryte indique un dégagement d'acide carbonique et montre ainsi que la respiration a lieu.

On peut d'ailleurs par l'expérience suivante de Claude Bernard suspendre le dégagement d'oxygène et la décomposition de l'acide carbonique sans troubler la respiration.

On remplit une éprouvette avec de l'eau pure et une autre éprouvette avec de l'eau renfermant du chloroforme; sous chacune de ces éprouvettes, on met une plante aquatique renfermant de la chlorophylle, puis on renverse les deux éprouvettes sur deux cuvettes pleines d'eau et on expose le tout au soleil.

Dans l'éprouvette qui renferme de l'eau pure, la plante dégage des bulles d'oxygène qui se rassemblent au sommet de l'appareil. Dans l'éprouvette qui contient du chloroforme, il n'y a pas de dégagement d'oxygène, ainsi qu'on peut s'en assurer en y introduisant une allumette présentant quelques points incandescents. Mais si l'on analyse le gaz dissous dans l'eau on peut

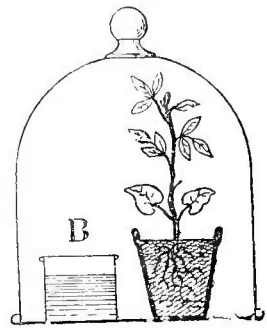


Fig. 127. — La plante dégage de l'acide carbonique à la lumière.

B, vase contenant de l'eau de baryte.

constater qu'il y a eu absorption d'oxygène et dégagement d'acide carbonique. Donc la plante a respiré à la lumière de la même manière qu'elle aurait respiré à l'obscurité.

*On doit donc considérer la respiration comme un phénomène*

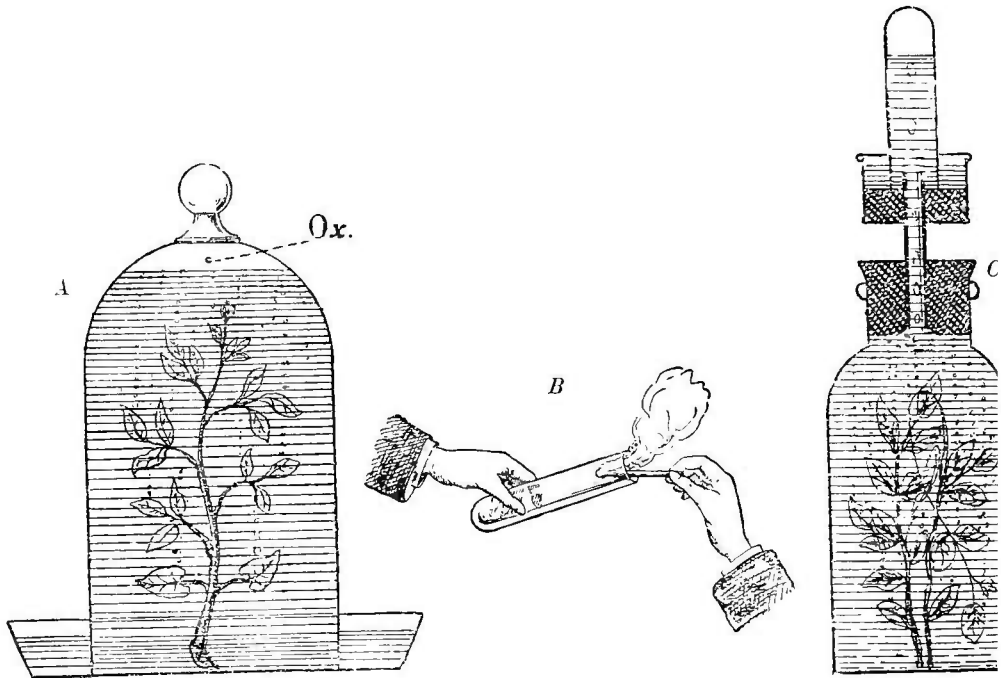


Fig. 128.

A. dégagement de l'oxygène par les végétaux exposés au soleil, mis en évidence après introduction dans une cloche remplie d'eau; B. une allumette ne présentant plus qu'un point en ignition se rallume dans l'oxygène; C. appareil permettant de recueillir et d'essayer d'une manière continue les gaz dégagés par des végétaux.

*général appartenant à tous les êtres organisés, animaux et plantes et dont les conditions générales sont les mêmes dans les deux règnes.*

**171. Dégagement de la chaleur pendant la respiration.** — La respiration des plantes comme celle des animaux étant une véritable combustion est nécessairement liée à la production d'une certaine quantité de calorique; seulement ce dégagement de chaleur n'est pas assez considérable pour amener une élévation appréciable de la température des tissus parce que d'une part, la combustion respiratoire ne présente pas cette énergie qu'on observe chez les animaux, et d'autre part la plante se trouve dans les conditions les plus favorables à la déperdition prompte de la chaleur qui accompagne cette combustion. On peut néanmoins observer au thermomètre l'élévation de la tem-

pérature des graines en voie de germination à cause de l'activité respiratoire, à cette époque de la vie. On constate encore un excès de température de 4, 5 et 10 degrés sur le milieu ambiant dans les fleurs des Aroïdées, à l'époque de la fécondation.

Dans quelques cas rares on a pu observer un dégagement de lumière, une phosphorescence. La cause de cette élévation de température est la combustion du carbone des matériaux assimilés, ce qui est facile à démontrer : en effet, quand on prive ces plantes d'oxygène, la phosphorescence cesse immédiatement. Un certain nombre de Champignons (*Agaricus olearius* de Provence, *A. igneus*, *A. noctilucens*) présentent le phénomène de phosphorescence comme certains insectes; mais aussitôt qu'on les soustrait à l'action de l'oxygène le phénomène disparaît.

#### ASSIMILATION CHLOROPHYLLIENNE

172. On donne le nom d'*assimilation chlorophyllienne* au phénomène de la décomposition de l'acide carbonique, avec élimination d'oxygène, qui s'observe chez les plantes vertes exposées à la lumière. Par le fait de l'assimilation, la plante fixe du carbone dans ses tissus et répare ainsi les pertes que lui fait subir la respiration (§ 134).

La fixation du carbone se manifeste par l'apparition de l'amidon qui débute sous forme de grains de très petites dimensions sur les chloroleucites (§ 20). On peut s'en assurer en exposant à la lumière une plante verte quelconque dont les chloroleucites ont perdu leurs grains d'amidon par suite d'un séjour prolongé à l'obscurité; il suffit d'une heure ou deux d'exposition au soleil pour voir apparaître de nouveaux grains d'amidon.

La décomposition de l'acide carbonique est accomplie par la chlorophylle sous l'influence de la lumière; toutefois les lumières de différentes sortes qui composent la radiation solaire n'agissent pas de la même façon; les radiations qui correspondent au rouge du spectre sont celles qui donnent la décomposition la plus rapide, car elles sont intégralement absorbées par la chlorophylle. Les rayons rouge extrême et intra-rouge, ainsi que tous les rayons à partir du vert n'ont pas d'effet parce qu'ils traversent la chlorophylle sans absorption.



L'expérience suivante permet de montrer quelle est l'influence des radiations sur la décomposition de l'acide carbonique. On place à côté l'une de l'autre, sur une cuve à mercure, une série d'éprouvettes contenant chacune une feuille de Bambou et une dissolution d'acide carbonique dans l'eau. Cette série d'éprouvettes est éclairée par un spectre solaire horizontal, disposé de telle sorte que chaque éprouvette reçoive une région déterminée du spectre. Après six heures d'exposition, on recueille les gaz dégagés, et l'on reconnaît que c'est dans l'éprouvette éclairée par la lumière rouge que la décomposition

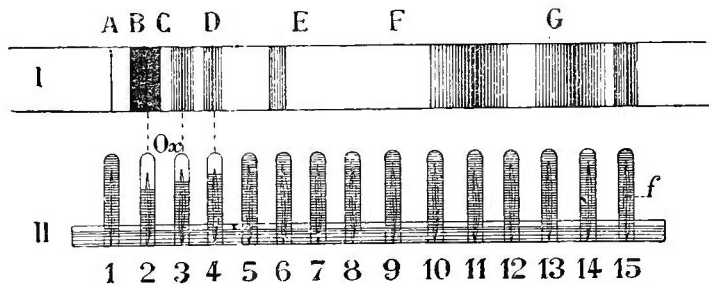


Fig. 129.

I, spectre d'absorption par une dissolution de chlorophylle; II, influence de la réfrangibilité des rayons sur l'action chlorophyllienne. Il n'y a dégagement d'oxygène que dans les rayons voisins du rouge qui sont fortement absorbés par la chlorophylle.

a été la plus rapide; dans le jaune, elle est presque aussi intense; très faible dans le vert, elle est nulle dans le bleu et le violet.

Ce sont par conséquent les rayons les moins réfrangibles du spectre, c'est-à-dire les rayons calorifiques qui déterminent la décomposition de l'acide carbonique. La raison de cette relation est d'ailleurs facile à comprendre : en effet la combustion de l'amidon en présence de l'oxygène est une source de chaleur et produit de l'acide carbonique; donc en vertu du principe de la conservation des forces, toutes les fois qu'il y aura réduction de l'acide carbonique, que l'union du carbone et de l'oxygène sera rompue, une quantité de chaleur égale à celle que produit la combustion de l'amidon devra être fournie aux corps qui sont le siège de la réduction.

L'intensité de la décomposition de l'acide carbonique ne dépend pas seulement de la réfrangibilité des rayons incidents, mais encore de leur intensité; si la lumière est trop faible, la décomposition ne se fait pas : les plantes exposées à la lumière

diffuse au fond d'une chambre, par exemple, tout en conservant leur couleur verte, meurent en général rapidement, parce que la lumière qu'elles reçoivent, bien que suffisante pour déterminer l'apparition de la chlorophylle, demeure impuissante pour leur permettre d'assimiler du carbone.

A mesure que l'intensité lumineuse augmente, la décomposition de l'acide carbonique devient plus rapide; mais au delà

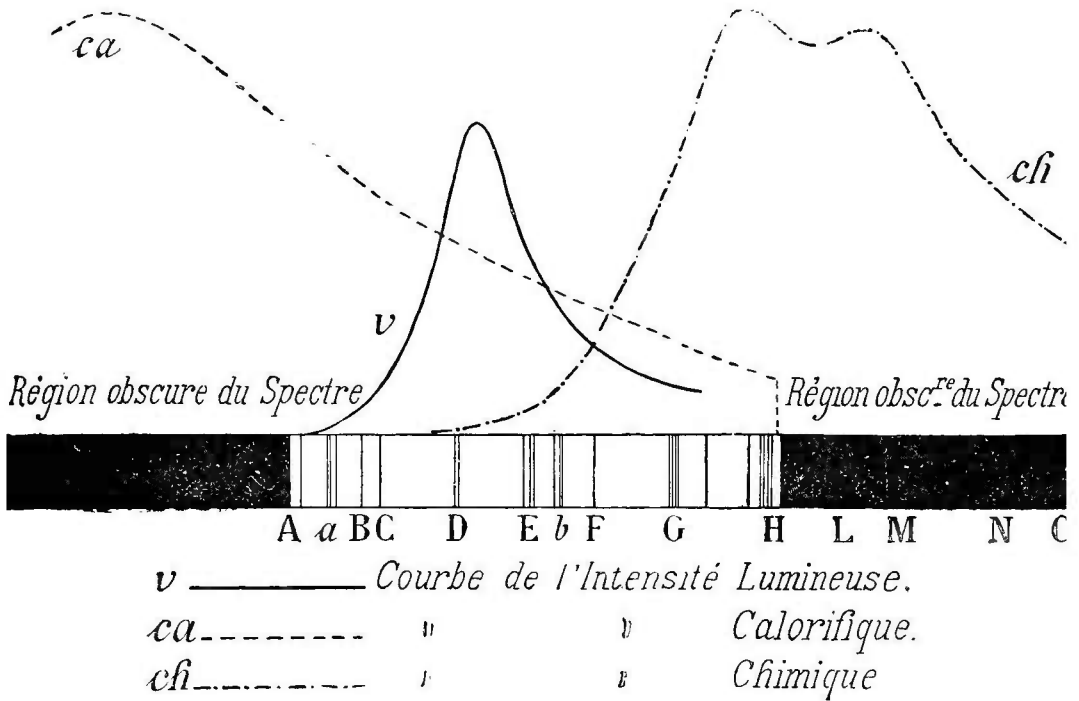


Fig. 130. — Spectre solaire normal et courbes indiquant la manière dont varient les pouvoirs calorifique, lumineux et chimique des divers rayons.

d'une certaine valeur, l'accroissement de l'intensité de la lumière, loin d'activer la décomposition de l'acide carbonique, la ralentit au contraire.

L'intensité lumineuse la plus favorable correspond d'ordinaire à la lumière solaire directe, mais chez quelques plantes comme les Mousses, les Fougères, les *Oxalis*, l'intensité optimum est de beaucoup inférieure à la radiation solaire directe.

On s'explique ainsi pourquoi ces plantes recherchent de préférence le couvert des bois, où elles trouvent une lumière de peu d'intensité.

Pour que l'assimilation chlorophyllienne se fasse, l'éclaire-

ment n'est pas la seule condition physique nécessaire; il faut que la plante se trouve à une température convenable; il y a une limite inférieure, au-dessous de laquelle elle ne s'opère pas. Cette limite est très variable suivant les plantes : elle peut être entre  $0^{\circ} 5$  et  $2^{\circ} 5$  chez le Méléze, entre  $10^{\circ}$  et  $15^{\circ}$  chez le *Potamogeton*, etc. A partir de cette limite inférieure, le phénomène

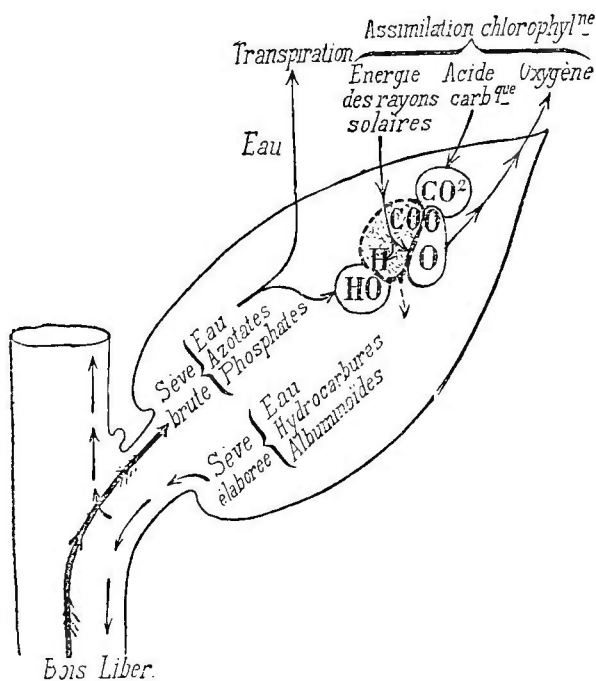


Fig. 131. — Schéma des principaux phénomènes qui se produisent à la lumière dans les feuilles.

va croissant avec la température jusqu'à la destruction de la chlorophylle, sans passer par un optimum.

L'intensité de l'assimilation chlorophyllienne est liée dans une certaine mesure à la quantité d'acide carbonique à décomposer. L'assimilation est nulle dans de l'acide carbonique pur, elle acquiert son maximum d'intensité dans une atmosphère renfermant 10 0/0 de ce gaz proportion qui est bien loin d'être atteinte dans l'air que nous respirons.

## MOUVEMENTS DES ORGANES FOLIAIRES

173. Les organes foliaires, c'est-à-dire les feuilles vertes, les pétales, les étamines et même certaines parties du pistil (styles,

stigmates) exécutent des mouvements périodiques très variés. Les uns se produisent d'une manière spontanée, sans qu'aucune cause extérieure intervienne d'une façon appréciable; les autres sont provoqués par l'influence excitatrice de la lumière et même de la chaleur; d'autres enfin se manifestent par des actions mécaniques telles que l'attouchement, l'ébranlement ou le contact d'un corps solide, etc. Le rôle que ces diverses formes de mouvement remplissent dans la vie des plantes nous est inconnu en ce qui concerne les feuilles vertes; quant à ceux accomplis par les pétales et les étamines, on comprend que leurs mouvements, sous l'influence de la lumière ou par le contact des insectes, doivent faciliter le transport de la matière fécondante.

**174. Mouvements périodiques spontanés.** — Des mouvements brusques, spontanés, dont la durée n'est que de quelques minutes, se manifestent avec netteté chez quelques plantes sans qu'aucune cause appréciable vienne agir sur elles : on appelle *irritables* les feuilles qui jouissent de cette propriété.

L'exemple le plus remarquable nous est fourni par le Trèfle tournant (*Hedysarum gyrans*), plante vivace de la famille des Légumineuses qui croît au Bengale. Les feuilles de cette plante se composent d'un pétiole commun sur lequel s'insèrent des pétiolules grêles portant deux folioles et qui se termine par une grande foliole impaire (fig. 132). Vers la température de 22°, le jour comme la nuit, on voit les folioles latérales animées de mouvements énergiques plus ou moins réguliers dont la durée est de deux à cinq minutes, suivant la

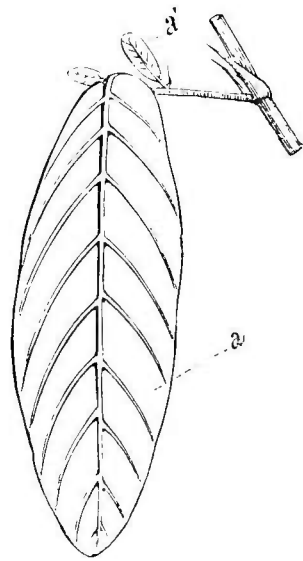


Fig. 132. — Feuille de l'*Hedysarum gyrans*, pennée, trifoliolée.

*a.* foliole impaire. — *a', a'*, folioles latérales.

température; cette particularité singulière a fait donner à cette plante le nom de *plante télégraphe*. Quant à la grande foliole, elle exécute aussi des mouvements analogues à ceux de la *veille* et du *sommeil* et, comme le pétiole général y participe,

il s'ensuit que la feuille entière change entièrement de position le jour et la nuit.

D'autres feuilles périodiquement mobiles (feuilles de Légumineuses, beaucoup d'*Oxalis*) sont aussi le siège d'une oscillation tournante spontanée qui est presque complètement masquée par l'oscillation nocturne et diurne due à l'excitation lumineuse; mais que l'on porte ces feuilles dans l'obscurité et dans une enceinte à température constante, on pourra constater des mouvements lents et tournants analogues à ceux du Trèfle oscillant.

**175. Mouvements diurne ou de veille, nocturne ou de sommeil.** — Les feuilles vertes, sous l'influence alternante du jour et de la nuit, éprouvent des mouvements périodiques bien déterminés auxquels on donne le nom de mouvements de *veille* et de *sommeil*. Ce phénomène s'observe facilement dans les feuilles des Légumineuses telles que les Casses, le Robinier faux Acacia. Le jour, ces feuilles s'épanouissent et s'étalent suivant un plan; la nuit elles se replient sur elles-mêmes, se contournent et se recouvrent de diverses manières, se tournant tantôt vers le haut comme les folioles des *Lotus*, de la Fève des marais, tantôt vers le bas comme les folioles des Robiniers et des Casses. D'autres exécutent deux mouvements distincts : ainsi dans les Mimosées le pétiole commun s'affaisse vers le bas pendant la nuit et les folioles s'appliquent latéralement en avant le long du pétiole qui les porte; au contraire, le pétiole des *Phaseolus* se redresse et les folioles s'abaissent.

Dans toutes ces feuilles, le mouvement est essentiellement déterminé par les variations journalières de l'intensité lumineuse : toute augmentation d'intensité amène un mouvement dans le sens de la position diurne; toute diminution donne lieu à un déplacement inverse, et le siège de ces mouvements réside dans des organes moteurs qui fixent le pétiole à la tige et dont nous parlerons plus loin.

**176. Mouvements dus à des actions mécaniques, mouvements de la Sensitive.** --- Un grand nombre de feuilles, chez lesquelles on constate des mouvements périodiques spontanés et qui sont en outre sensibles à l'action de la lumière, éprouvent encore des déplacements qui sont provoqués soit par des actions mécaniques, soit par le contact d'un corps étranger. Les feuilles du Robinier faux Acacia, celles d'*Oxalis* et de diverses espèces

de Mimosées présentent ce phénomène à un très haut degré; sous l'influence d'un choc, d'un ébranlement quelconque, ces

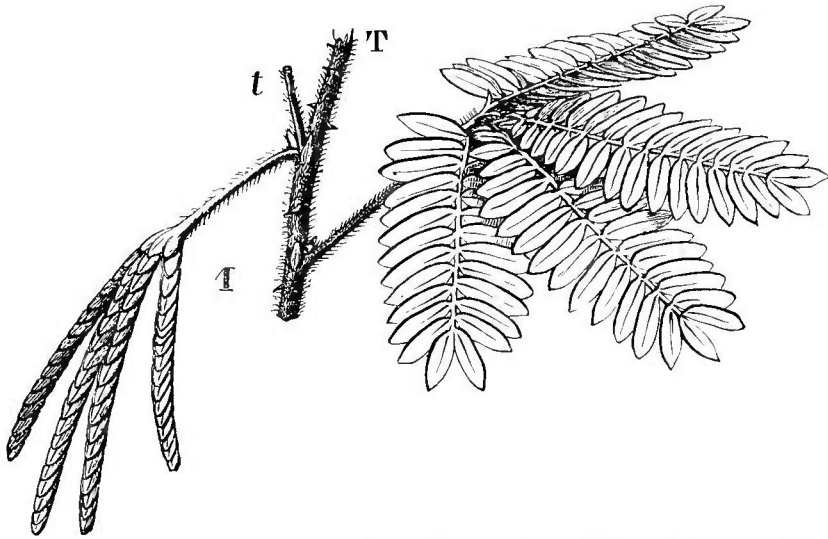


Fig. 133. — Deux feuilles de Sensitive, l'une étalée, l'autre ployée.

feuilles prennent la position nocturne; dans l'*Oxalis* et dans la Sensitive (*Mimosa pudica*), un simple attouchement de l'endroit sensible de l'organe moteur suffit pour amener un déplacement brusque qui se propage dans toutes les parties non touchées; on voit alors le pétiole commun s'abaisser, les quatre pétioles se rapprocher en se portant en bas et les folioles s'appliquer l'une sur l'autre à la manière des tuiles d'un toit. Toutefois cet état ne dure qu'un certain temps; bientôt les folioles s'épanouissent de nouveau; le pétiole principal se relève et la feuille reprend sa position normale.

Dans tous les cas, nous devons signaler deux faits importants, c'est que l'irritabilité est suspendue quand on soumet ces plantes à l'action de l'éther, du chloroforme, etc.; de plus, l'excitabilité cesse à la suite d'attouchements ou de chocs répétés; elle est aussi suspendue dans le vide de la machine pneumatique.



Fig. 134. — Feuilles d'*Oxalis* à l'état de sommeil.

Des mouvements analogues s'observent dans les étamines des *Berberis* et des *Mahonia*.

Les étamines rabattues en dehors dans l'état de repos s'infléchissent à l'intérieur lorsqu'on les touche légèrement à la base de la face interne.

Chez un grand nombre de Composées (Centaurée, Artichaut, Chardon), un faible choc ou un léger frottement sur un point de l'étamine amène des mouvements compliqués.

**177. Organes moteurs de la Sensitive.** — Le siège des mouvements de ces plantes réside dans des renflements placés à la base du pétiole commun, des quatre pétioles secondaires et des folioles qu'ils portent.

Ces divers organes moteurs sont constitués par un parenchyme assez épais revêtu d'une couche épidermique privée de stomates; au centre, se trouve un faisceau libéro-ligneux qui se subdivise en pénétrant dans le pétiole.

Le parenchyme est formé de couches de cellules dont l'épaisseur diminue de la face supérieure à la face inférieure. Les cellules de cette dernière couche renferment chacune un globule liquide ayant l'aspect d'une goutte d'huile.

Connaissant la structure des renflements moteurs, il nous reste à chercher quel est l'élément anatomique qui est plus spécialement le siège de cette irritabilité; or si, sur le gros organe moteur du pétiole commun d'une feuille de Sensitive, on enlève avec un scalpel le parenchyme de la face inférieure jusqu'au faisceau central, le pétiole n'en conserve pas moins la propriété d'excitabilité; mais, si on vient à altérer le parenchyme de la face inférieure, le pétiole s'abaisse et perd définitivement l'irritabilité, d'où l'on peut conclure que la face inférieure est la seule partie sensible; de plus, on peut constater qu'au moment de l'excitation, cette face perd une certaine quantité d'eau qui se répand soit dans les cellules de la face supérieure, soit dans les espaces inter-cellulaires. L'abaissement des feuilles, d'après les nouvelles recherches de M. Gaston Bonnier, détermine toujours une diminution sensible de pression dans la portion basilaire des renflements moteurs, tandis que le retour à la position de veille est accompagné d'une augmentation de pression dans la même région.

**178. Mouvements de la Dionée ou Gobe-Mouches et des Drosera.** — Les feuilles de quelques plantes présentent des mou-

vements très singuliers qui diffèrent de ceux que nous venons d'indiquer : telles sont les Dionées Gobe-Mouches (*Dionaea muscipula*) et les *Drosera*.

1° La Dionée, plante qui croît dans les marécages de la Caroline du Sud, a des feuilles composées d'un pétiole élargi avec un limbe formé de deux palettes réunies par une charnière,



Fig. 133. — Dionée Gobe-Mouches.

*p, p*, palettes.

hérissées de poils sur leurs bords. La portion médiane de ce limbe jouit d'une irritabilité telle, que le plus léger contact, comme celui des pattes d'un insecte, détermine un rapprochement prompt des lobes du limbe, ce qui amène l'emprisonnement de tout animal qui cherche à s'y reposer.

Le siège de cette irritabilité réside dans la ligne médiane du limbe.

2° Une autre petite plante de la même famille, qui croît dans nos marais (*Drosera rotundifolia*), présente un phénomène ana-



logue. Les feuilles de cette plante sont arrondies, concaves, bordées sur leurs bords de filaments ou poils surmontés chacun d'une glande : dès qu'un insecte attiré par le suc visqueux qui mouille le limbe vient s'y fixer, les poils irrités par ce contact se redressent et s'entre-croisent de manière à enlacer l'animal comme dans un filet.

## BOURGEONS

Les bourgeons sont de petits organes complexes, de forme ovoïde ou conique, qui naissent ordinairement sur la tige et qui, par leur évolution, produisent des branches et des rameaux.

**179. Organisation des bourgeons.** — Vus extérieurement, les bourgeons sont formés d'écaillés imbriquées c'est-à-dire disposées à la manière des tuiles d'un toit, quelquefois recouvertes d'un enduit résineux (Peuplier, Marronnier) et garnies à l'intérieur d'un duvet moelleux qui les protège contre le froid de l'hiver et contre l'humidité. Examinés sur une section longitudinale, on remarque au centre une cavité dont le fond est occupé par un axe court, rudiment d'une jeune branche, qui représente le point végétatif. Cet axe porte des petites feuilles rudimentaires séparées par des entre-nœuds : il est constitué par un canal médullaire assez grand en communication directe avec celui de la branche sur laquelle le bourgeon est placé ; les parois de ce canal sont formées par des faisceaux libéro-ligneux qui sont la continuation des faisceaux libéro-ligneux de la tige.

**180. Division des bourgeons.** — 1<sup>o</sup> *Bourgeons terminaux*, *bourgeons axillaires*. — Relativement à leur position, on distingue des bourgeons *terminaux* et des bourgeons *axillaires* : les premiers continuent la tige ou la branche qu'ils terminent et qui, par suite d'un arrêt dans la végétation, n'a pu amener l'évolution complète des organes foliaires. Les seconds sont à l'aisselle des feuilles. Ils sont d'abord excessivement petits, parce qu'ils reçoivent très peu d'éléments nutritifs à cause de la présence des feuilles ; dans cet état, les jardiniers les nomment des *yeux*. Ils grossissent peu à peu en prenant les formes qu'ils doivent avoir en automne et restent stationnaires pendant l'hiver ; on les désigne alors sous le nom de

*boutons*; ce n'est qu'au printemps, au moment de la végétation nouvelle, qu'ils se développent et se convertissent en branches. Toutefois, dans des circonstances exceptionnelles, des bourgeons axillaires donnent leur pousse ou *scion* l'année même où ils sont nés, comme cela a lieu dans le cas d'une végétation vigoureuse, par suite de la taille des arbres ou lorsqu'un arbre a été effeuillé accidentellement.

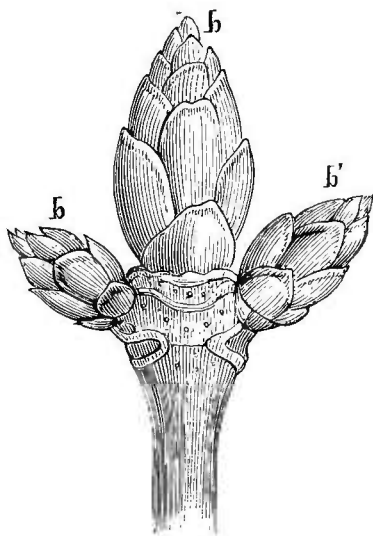


Fig. 136. — Extrémité d'une branche de Marronnier portant trois bourgeons *b, b, b*, munis de leurs écailles.

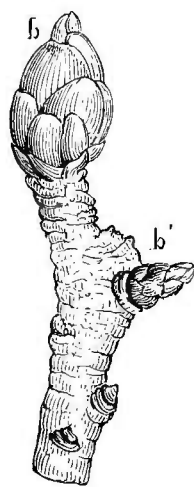


Fig. 137. — Extrémité d'une branche portant un bourgeon à fleur, *b*, et un bourgeon à bois, *b'*.

2° *Bourgeons écailleux et bourgeons nus*. — Relativement à la nature des arbres, on distingue des bourgeons *nus* et des bourgeons *écailleux* : ils sont nus quand les feuilles enveloppantes conservent le caractère des feuilles ordinaires; ils sont écailleux quand ils possèdent une enveloppe protectrice qui tombe au moment de l'épanouissement du bourgeon. La plupart des arbres de nos pays ont des bourgeons écailleux; la plupart des plantes herbacées ont des bourgeons nus.

3° *Bourgeons à bois. Bourgeons à fleur*. — Relativement à la nature des pousses, tantôt les bourgeons donnent une branche chargée de feuilles sans fleurs; ils prennent alors le nom de *bourgeons à bois* et on les reconnaît à leur forme pointue; tantôt ils produisent des branches à feuilles et à fruits; ils sont alors volumineux et renflés; on les dit des *bourgeons à fleurs*. Cette distinction est importante au point de vue de la culture des arbres fruitiers.

En général, un bourgeon placé à la base d'une branche ou scion qui se développe rapidement ne s'organise pas de manière à donner des fleurs. Pour obvier à cet inconvénient, on arrête l'arrivée de la sève jusqu'au cône végétatif en détruisant cette partie, opération qu'on appelle le *pincement*, ou bien par la *taille en vert*, c'est-à-dire pendant le cours de la végétation, ou bien encore par le *cassement*, c'est-à-dire en supprimant le rameau un peu au-dessus de sa base.

4° *Prompts bourgeons, bourgeons dormants et bourgeons de remplacement.* — On donne le nom de *prompts bourgeons* à ceux qui, une fois nés, continuent à s'accroître sans interruption et produisent des branches; c'est ce qui arrive pour les plantes annuelles : ces bourgeons sont toujours nus. Il arrive pourtant, dans quelques cas, que des bourgeons nus ne s'épanouissent et ne s'allongent en branches qu'au printemps suivant. Par opposition on donne le nom de *bourgeons dormants* à ceux qui ne se transforment en branches que l'année suivante.

Quelques arbres de nos pays produisent deux générations de branches chaque année; telle est par exemple la Vigne : si l'on examine les rameaux de cet arbuste, on les voit couverts de bourgeons écailleux dormants qui ne se développent qu'au printemps en fournissant des branches qui s'allongent rapidement et se couvrent de nouveaux bourgeons; mais au lieu de rester stationnaires, ceux-ci continuent à se développer et fournissent des rameaux de seconde génération.

Ces derniers rameaux très grêles périssent en général pendant l'hiver et ce sont des bourgeons dits de *remplacement* situés à leur base qui sont destinés à assurer la ramification de la plante, l'année suivante.

Les bourgeons de remplacement existent chez la plupart des végétaux, mais restent le plus souvent cachés dans l'aisselle foliaire, attendant pour évoluer en branche que le rameau qu'ils accompagnent ait cessé sa végétation. C'est à eux qu'incombe la ramification des plantes lorsque le bourgeon axillaire se transforme en épine (Aubépine, Févier, Oranger, etc.), en vrille (Passiflore, *Cardiospermum*, etc.), en inflorescence (Pensée, Ketmie) ou bien se détruit accidentellement ou normalement (Vigne, Robinier, etc.).

Il est aujourd'hui démontré que les bourgeons de remplace-

ment ne sont pas autre chose que des ramifications successives très précoces des bourgeons axillaires.

5° *Bourgeons adventifs*. — Outre les bourgeons axillaires et terminaux on en voit apparaître sur différentes parties de la plante, soit normalement, soit par suite de circonstances exceptionnelles; on donne à ces bourgeons le nom de *bourgeons adventifs* : c'est ainsi qu'à la suite de plaies et de déchirures du tronc d'un arbre ou de ses branches, on voit sur ces points lésés apparaître de nombreux bourgeons qui se convertissent rapidement en branches; de même un grand nombre d'arbres tels que le Peuplier, l'Orme, le Robinier, etc., émettent en différents points de leurs racines ligneuses des bourgeons qui s'enracinent et reproduisent de nouveaux individus; c'est là le mode le plus commun de la multiplication des arbres dits à *racines traçantes*.

**181. Recépage. Émondage.** — C'est sur cette propriété que possèdent les plaies ou les déchirures des arbres de donner naissance à de nombreux bourgeons adventifs que reposent les opérations de culture nommées *recépage* et *émondage*.

Le recépage consiste à couper ras de terre un arbre de manière à former une large plaie sur laquelle se montrent des bourgeons, puis des branches de même âge et de même force. De cette manière l'arbre est transformé en *taillis*; c'est ainsi qu'on recépe les Saules pour former des échelas pour la Vigne.

L'*émondage* consiste à couper toutes les branches d'un arbre de manière à produire autant de plaies qui se couvrent de bourgeons adventifs et fournissent des branches qui sont employées à divers usages, comme on le fait souvent pour le Peuplier d'Italie.

**182. Taille des arbres.** — La taille des arbres repose sur ce fait physiologique que, si l'on enlève une partie des bourgeons d'une tige, la sève, en se répartissant sur un nombre moins grand, détermine un développement plus considérable des bourgeons non supprimés.

Cette opération consiste donc à couper, chaque année, les branches près de leur point d'attache, de manière que les bourgeons qui restent puissent profiter de toute la nourriture.

L'*ébourgeonnement* et l'*éborgnage* concourent au même but : dans l'*ébourgeonnement* on enlève au printemps un certain

nombre de bourgeons épanouis et convenablement choisis; dans l'éborgnage on détruit en automne des bourgeons non épanouis.

### BRANCHES

183. Les branches proviennent toujours du développement d'un bourgeon; or, les bourgeons étant communément placés à l'aisselle des feuilles, il suit nécessairement que les branches ont la même position que les feuilles, c'est-à-dire, qu'elles sont opposées, alternes ou verticillées. Il y a un petit nombre de plantes qui n'ont pas de branches, la tige restant parfaitement simple : tel est le cas du stipe ou tige ligneuse de la plupart des Palmiers, des Dattiers et des Cocotiers. Mais dans le règne végétal c'est là une exception, et c'est du nombre et de l'arrangement général des branches, de leur position et de leur direction que dépend ce que les botanistes appellent vulgairement le *port de la plante* : ainsi les branches sont courtes et dressées dans le Peuplier d'Italie; elles sont longues, grêles et pendantes dans le Saule pleureur. Le Pin pignon a ses branches dressées et réunies en corymbe, ce qui donne aux *villas* de la campagne de Rome un effet particulier.

Pour se faire une idée juste des branches, on doit les considérer comme des tiges secondaires placées sur la tige principale pour y puiser leur nourriture. Ceci admis, on conçoit que les branches, sous le rapport de la forme et de la structure, doivent ressembler complètement à la tige sur laquelle elles prennent naissance : c'est ainsi qu'elles peuvent être dressées, couchées, rampantes, grimpantes, souterraines, former des rhizomes, des bulbes, etc.

### GREFFE

184. **Définitions.** — Nous avons vu que les bourgeons et les rameaux qui résultent de leur évolution représentent des individus en quelque sorte indépendants, qui tirent leur nourriture de la tige ou de la branche sur laquelle ils ont pris naissance; de là découle naturellement un mode spécial de multiplication des plantes, la *greffe*, opération qui consiste à transporter une portion de végétal sur un autre végétal qui pourra lui fournir

les sucS nourriciers dont elle a besoin pour vivre et continuer à se développer comme si elle était restée sur son pied mère.

La partie transportée s'appelle *greffe* ou *greffon* et le végétal qui lui sert de plante nourricière a reçu le nom de *sujet*.

On appelle *sauvageon* les plantes qui n'ont pas été greffées; les individus obtenus par semis de graine, par marcottage et bouturages sont dits *francs de pied*.

**185. Théorie de la greffe.** — L'observation établit ce fait important que les bourgeons et les rameaux peuvent modifier les liquides séveux qui leur sont fournis par des racines étrangères de manière à les faire servir à leur développement; il suit de là que la greffe pourra vivre avec le sujet, toutes les fois que la portion tronquée des vaisseaux de celui-ci, chargée de conduire la sève, sera mise en contact immédiat avec les vaisseaux tronqués de la portion transportée; et, comme les éléments conducteurs de la sève se trouvent dans les couches d'aubier et surtout dans les couches jeunes du liber, il suffira, pour atteindre ce résultat, d'établir un contact intime entre ces deux parties.

Une autre condition pour la réussite de l'opération est de ne greffer l'une et l'autre que des variétés de la même espèce ou des espèces du même genre. Toutes les variétés de Pommiers, de Pruniers, d'Abricotiers, etc., peuvent se greffer les unes sur les autres.

Lorsque ces dernières conditions que nous venons d'indiquer sont remplies, le greffon, en se développant, conserve tous les caractères de l'espèce ou de la variété d'où il provient; il se nourrit des sucS nutritifs qu'il reçoit de la tige sur laquelle il est planté, en d'autres termes, il ne fait que changer de nourrice.

La greffe des arbres fruitiers a pour avantage d'augmenter la qualité des fruits, de hâter l'époque de leur maturité et d'avancer de plusieurs années la fructification des arbres.

**186. Classification des greffes.** — On distingue trois sortes de greffes : 1° les greffes par approche qui correspondent à la marcotte; 2° les greffes par rameaux qui correspondent à la bouture; 3° les greffes par bourgeons qui correspondent aux semis de graines.

1° *Greffe par approche.* — Cette méthode consiste à rapprocher deux parties, par exemple deux branches de deux jeunes

arbres voisins, après avoir pratiqué deux entailles qui intéressent l'aubier et même quelquefois le canal médullaire. On fixe ces parties au moyen de ligatures de manière à empêcher toute disjonction et on les préserve de l'action de l'air et de l'eau au moyen d'un mastic convenable. Après un ou deux ans, la soudure étant complète, on peut séparer le greffon de son pied mère. La nature nous fournit des exemples de ce genre de greffe.

2° *Greffe par rameaux*. — Ce procédé consiste à prendre un

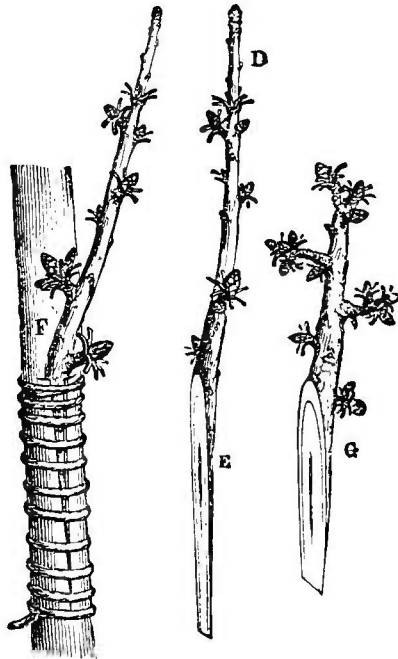


Fig. 138. — Greffe en fente.

F, greffe en place. — E, G, rameaux préparés.

rameau jeune et vigoureux sur une plante et à le placer sur une autre plante. On en distingue de plusieurs sortes dont la plus commune est la greffe en fente qui s'obtient en fixant le rameau dans une fente pratiquée jusqu'au corps ligneux; on la pratique le plus souvent au printemps au moment où les boutons du sujet commencent à s'entr'ouvrir.

3° *Greffe par bourgeons*. — Les greffes de cette catégorie s'effectuent en enlevant un ou plusieurs boutons attachés à une plaque d'écorce et en transportant celle-ci d'un point à un autre point sur le même individu ou sur un individu de même espèce. On en distingue de deux sortes : la greffe en *écusson* et la greffe

en *flûte*. On donne le nom d'écusson à une plaque corticale munie d'un bouton, dont la forme rappelle celle d'un écusson.

On pose l'écusson sur le sujet après avoir fait préalablement une incision en T qui pénètre jusqu'à l'aubier. Dans la greffe en flûte, le greffon est un ou plusieurs boutons portés sur un

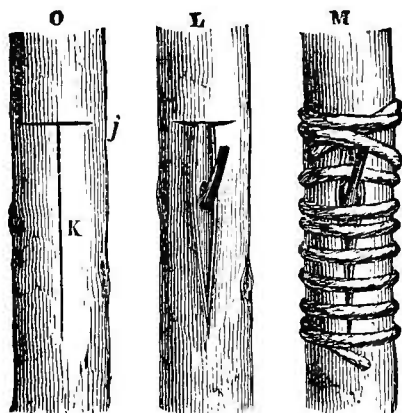


Fig. 139. — Greffe en écusson.

O, K, sujet préparé pour la greffe. — L, M, sujet avec l'écusson.

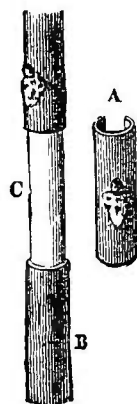


Fig. 140. — Greffe en flûte.

A, anneau. — B, tige. — C, partie dénudée.

anneau d'écorce dépourvu d'aubier; on le fixe sur le sujet après avoir enlevé un anneau d'écorce de même dimension.

## ÉPINES ET AIGUILLONS

187. Les plantes sont souvent munies d'organes durs et rigides que l'on appelle des *piquants*. Ces piquants peuvent avoir des origines très diverses : ce sont tantôt des rameaux modifiés (Ajonc, Févier, Lyciet), tantôt des feuilles (Épine-Vinette) ou des stipules (Robinier, Caprier), quelquefois même des racines (*Acanthorrhiza aculeata*); fréquemment aussi les piquants ne sont pas autre chose que des productions épidermiques (Rosier) ou corticales (Ronce) qui ne sont soumises à aucune loi phyllotaxique.

Les piquants qui possèdent des faisceaux conducteurs ont reçu le nom d'*épines*, ceux qui en sont dépourvus sont appelés des *aiguillons*. D'après les récentes recherches expérimentales de M. A. Lothelier, les plantes à piquants que l'on fait végéter à l'ombre ou dans l'air humide ne tardent pas à perdre leurs caractères : soit par la suppression pure et simple des parties



épineuses, soit par la transformation de celles-ci en organes normaux. Cela permet d'expliquer pourquoi dans les régions désertiques, les plantes à piquants constituent souvent le fond de la végétation, tandis que sous les climats humides leur nombre est très restreint.

## DE LA FLEUR EN GÉNÉRAL

**188. Parties constituantes de la fleur.** — La fleur est l'ensemble des organes qui servent à la reproduction de l'espèce. Elle se compose généralement de quatre séries d'organes qui sont : 1° le *calice*; 2° la *corolle*; 3° l'*androcée*; 4° le *gynécée*.

Le calice est formé de feuilles modifiées appelées *sépales*.

La corolle est formée de feuilles modifiées nommées *pétales*.

La réunion de ces deux parties constitue les enveloppes de

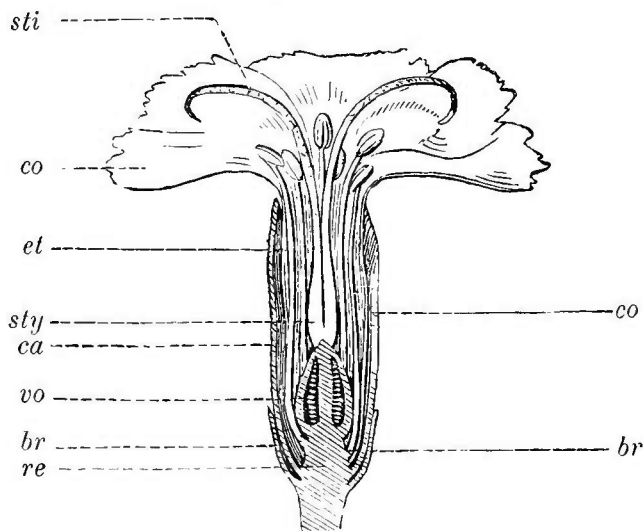


Fig. 141. — Coupe verticale d'une fleur d'OEillet.

*re*, réceptacle. — *ca*, calice. — *co*, corolle. — *et*, étamines. — *vo*, ovaire. — *sty*, style. — *sti*, stigmates. — *br*, bractées.

la fleur ou le *périanthe*, qui joue un rôle protecteur pour les autres parties de la fleur.

L'androcée est formé de tous ces petits filaments qui portent le nom d'*étamines* ou organes mâles.

Le gynécée est l'ensemble des *pistils* ou organes femelles.

Le périanthe, l'androcée, le gynécée, sont fixés à un support

commun de forme variable qui est le *réceptacle* de la fleur.

Ce réceptacle est l'épanouissement d'un petit rameau appelé *pédoncule* qui naît à l'aisselle des feuilles ou des petites feuilles modifiées que l'on désigne sous le nom de *bractées*. On peut donc considérer la fleur, autrement dit les organes de la reproduction comme l'analogue des organes de la végétation, c'est-

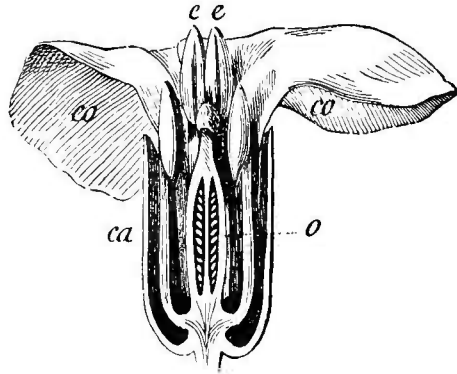


Fig. 142. — Coupe verticale d'une fleur de Giroflée.

ca, calice. — co, corolle. — e, e, étamines. — o, ovaires montrant les ovules.

à-dire composée d'un axe court portant des feuilles modifiées (sépales, pétales, étamines, pistils).

**189. Fleurs hermaphrodites; fleurs unisexuées; fleurs nues.** — Toutes les fleurs sont loin de présenter le même degré de complication. Un grand nombre de végétaux n'ont que des fleurs *incomplètes*, c'est-à-dire des fleurs qui manquent d'un ou de plusieurs des organes que nous venons d'énumérer. Quelquefois, comme dans le Buis, l'androcée ou le gynécée manque : si c'est l'androcée, la fleur est dite *femelle*; si c'est le gynécée, la fleur est dite *mâle*; dans les deux cas elle est *unisexuée*.

Toutes les fleurs qui ont à la fois un androcée et un gynécée s'appellent *hermaphrodites*; celles qui sont privées de périante sont dites *nues*. Ex. : l'If, le Saule, le Frêne.

**190. Fleurs dioïques, monoïques, polygames.** — Il existe des plantes sur lesquelles les fleurs mâles et les fleurs femelles sont portées sur des pieds différents; on dit alors qu'il y a *diœcie* et la plante est dite *dioïque*. Ex. : le Chanvre, le Saule. Il y a, au contraire, *monœcie* et la plante est dite *monoïque*, lorsque les fleurs mâles et les fleurs femelles occupent le même pied; ex. : le Maïs, le Noisetier, le Noyer.

Lorsque dans une plante on trouve réunies sur le même pied des fleurs mâles, des fleurs femelles et des fleurs herma-

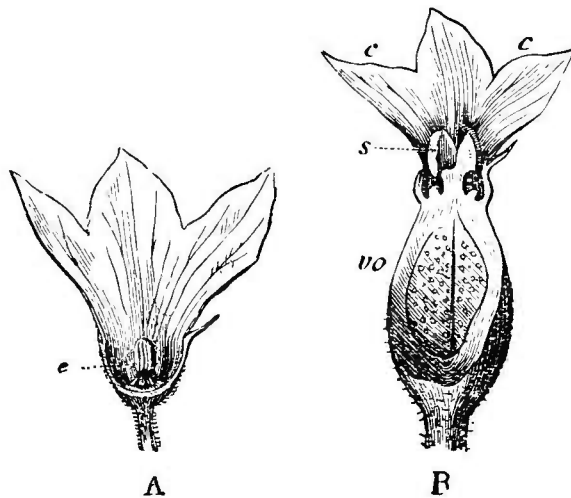


Fig. 143. — Fleurs unisexuées du Potiron.

A, fleur staminée ou fleur mâle; *e*, étamines. — B, fleur pistillée ou fleur femelle. — *vo*, ovaire adhérent au calice. — *s*, stigmates. — *c*, corolle.

phrodites, celle-ci prend le nom de *polygame*; ex. : le Frêne, la Pariétaire. Les plantes monoïques, dioïques et polygames sont désignées sous le nom général de *diclines*.

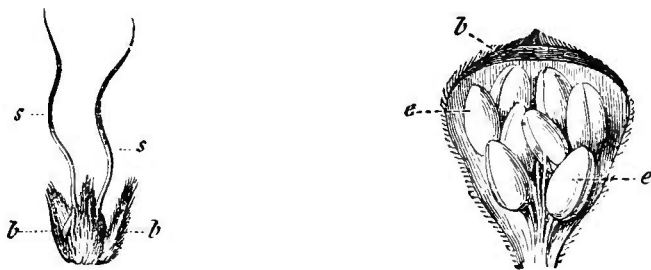


Fig. 144. — Fleur unisexuée femelle du Noisetier. Fig. 145. — Fleur unisexuée mâle du Noisetier.

*b, b*, enveloppe formée de bractées. — *s, s*, styles surmontant l'ovaire.  
*b, b*, bractées. — *e, e*, étamines.

**491. Dispositions relatives des diverses parties d'une fleur; verticilles floraux.** — Les différentes pièces qui constituent le calice, la corolle, l'androcée et le gynécée, peuvent s'insérer sur le même plan ou, ce qui arrive le plus souvent, être placées à des hauteurs différentes : dans le premier cas, elles forment un *verticille*; dans le second, elles ont une disposition *spirale*. Les fleurs spirales sont relativement rares et ne se trouvent

que dans certaines familles de Dicotylédones, telles que les Renonculacées, Magnoliacées, Nymphéacées, chez lesquelles le réceptacle est allongé; dans ce cas, le nombre de feuilles florales est généralement considérable et indéterminé. Dans la disposition verticillée, au contraire, le nombre de verticilles est déterminé et constant pour des groupes nombreux d'espèces. Mais, en général, l'axe floral étant très court et par suite les tours de spire très rapprochés, on admet que, dans tous les cas, les sépales, les pétales, les étamines et les pistils sont réunis en verticilles, et les fleurs sont par conséquent verticillées ou cycliques.

**192. Loi de la superposition et de l'alternance.** — Quand deux verticilles consécutifs sont composés d'un même nombre de pièces, il peut se présenter deux cas : ou bien les pièces d'un verticille sont placées en regard des pièces du verticille immédiatement inférieur; dans ce cas, on dit qu'il y a *superposition*; ou bien chaque pièce d'un verticille correspond à l'intervalle de deux pièces du verticille voisin et alors on dit qu'il y a *alternance*.

Ainsi, par exemple dans la Vigne, les étamines sont superposées aux pétales parce que chaque étamine s'insère devant un pétale, tandis que dans la Violette les étamines alternent avec les pétales parce qu'elles occupent les intervalles qui séparent les pétales les uns des autres.

**193. Diagramme d'une fleur.** — Pour représenter le nombre et la disposition des diverses parties d'une fleur et en faciliter l'étude, on emploie une représentation graphique qui n'est autre chose que la projection de la fleur sur un plan horizontal, projection que l'on nomme *diagramme*; cette construction permet de saisir du premier coup d'œil les différences de nombre et de position des parties constituantes de la fleur. Il suit de là que, suivant que la fleur sera formée d'un, de deux, de trois ou de quatre verticilles, etc., le diagramme présentera un, deux, trois, quatre cercles, etc.

**194. Nombre de pièces de chaque verticille. Types floraux.** — De même que le nombre de verticilles qui constituent la fleur est variable, de même le nombre des parties qui entrent dans la composition de chaque verticille offre de nombreuses variations.

Dans la grande majorité des Dicotylédones, les fleurs types

sont formées de quatre verticilles alternes différenciés en calice, corolle, androcée et gynécée, et chaque verticille comprend cinq feuilles florales, plus rarement quatre. Ce type caractérise un grand nombre de groupes naturels; mais il n'est pas rare de voir le nombre cinq remplacé par un de ses multiples, et cette multiplication se trouve presque exclusivement

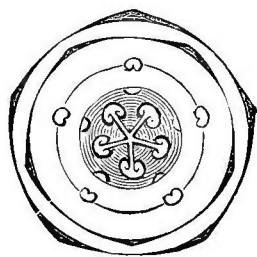


Fig. 146. — Diagramme d'une fleur type dicotylédone.

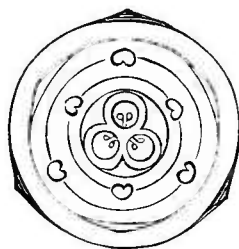


Fig. 147. — Diagramme d'une fleur type monocotylédone.

limitée à l'androcée. Le *Sedum rubens* nous offre un exemple de la fleur type Dicotylédone.

La fleur type des Monocotylédones consiste ordinairement en cinq verticilles alternes, comprenant le même nombre de feuilles qui est ordinairement de trois ou d'un multiple de trois, savoir : un périanthe externe et un périanthe interne composé chacun d'un verticille de trois sépales; deux verticilles de trois étamines; enfin, un verticille de trois pistils. La fleur des Liliacées et des Iridées réalise ce cas.

**195. Modifications des types floraux.** — Autour des deux types que nous venons de signaler se rangent d'innombrables combinaisons florales qui ne sont que des modifications plus ou moins profondes résultant de l'adhérence ou soudure des parties voisines, de leurs métamorphoses et de leur dédoublement.

1° L'adhérence des parties ou leur soudure détermine des changements considérables dans la conformation des fleurs. Non seulement les parties d'un même verticille peuvent s'unir entre elles, mais celles qui constituent deux verticilles voisins contractent souvent une union qui change d'une manière notable leurs rapports de position : ainsi, les pétales se soudent avec les sépales, les étamines avec les pétales, etc., cette soudure s'observe entre les étamines (*Balsamine*), et entre les étamines et les stigmates (*Asclépias*).

2° *Métamorphose*. — Dans les fleurs on observe souvent à la place d'un organe le développement d'un autre de nature différente : ainsi, dans le Marronnier d'Inde, la corolle n'a ordinairement que quatre pétales, la cinquième se changeant en étamine. Dans les Renoncules, les Roses et les OEillets, les étamines se changent en pétales et forment des *fleurs doubles*;

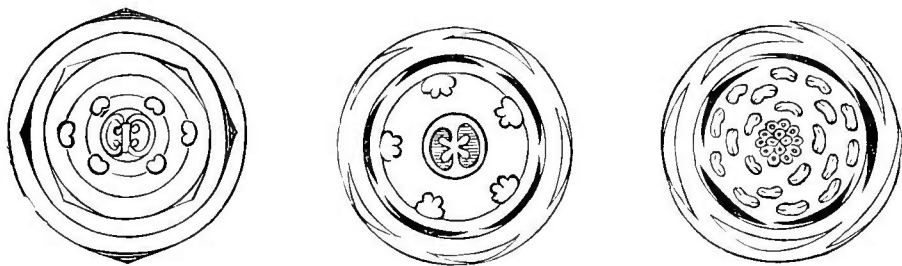


Fig. 148. — Diagramme de la fleur des Crucifères.

Fig. 149. — Diagramme de la fleur du Fraisier.

Fig. 150. — Diagramme de la fleur de Vigne.

dans d'autres circonstances, les étamines se réduisent à leurs filets et même se changent en écailles, en glandes ou enfin disparaissent complètement. Ces diverses métamorphoses sont l'une des causes les plus fréquentes qui tendent à troubler la symétrie et la régularité de la fleur en supprimant une ou plusieurs pièces d'un même verticille, tout un verticille ou même plusieurs : ainsi la Rue (*Ruta graveolens*) offre un singulier exemple de cette réduction du type, car on trouve sur le même pied des fleurs pourvues de cinq pièces à chaque verticille et d'autres où les verticilles floraux n'en possèdent que quatre.

3° *Dédoublement*. — Dans un grand nombre de circonstances il arrive qu'à la place d'un organe il en naît plusieurs; c'est ce qu'on appelle le *dédoublement* : ainsi, dans la Giroflée et en général dans toutes les Crucifères, deux étamines se dédoublent chacune en deux autres, en sorte qu'au lieu de quatre étamines qui représentent le type normal, il y en a six. Les Orangers, les Malvacées, les Myrtacées offrent des faisceaux d'étamines disposés sur une seule rangée et qui proviennent primitivement d'un nombre variable d'étamines en nombre égal aux pétales.

## RÉGULARITÉ ET SYMÉTRIE DE LA FLEUR

196. **Régularité.** — Dans l'étude de la structure de la fleur, il y a à considérer la régularité et la symétrie. Une feuille florale (sépale, pétale, étamine, pistil) est régulière toutes les fois qu'elle peut être partagée par un plan longitudinal en deux moitiés *symétriques*, c'est-à-dire en deux parties identiques situées à droite et à gauche de ce plan; elle est *irrégulière* dans le cas contraire. Un ensemble de feuilles florales de même nature, qu'il s'appelle calice, corolle, androcée, gynécée, est *régulier* toutes les fois que les diverses pièces qui le constituent sont égales entre elles, insérées à la même hauteur sur le réceptacle et équidistantes.

En appliquant ces considérations à la fleur considérée dans son ensemble, on est conduit à conclure qu'une fleur est *régulière*, lorsque tous les verticilles qui la constituent sont réguliers; elle est *irrégulière*, quand elle ne satisfait pas à ces conditions.

197. **Symétrie.** — On dit qu'une fleur est symétrique par rapport à un plan vertical lorsqu'elle est partagée par ce plan en deux moitiés exactement semblables; ce plan s'appelle *plan de symétrie*. A ce point de vue, les fleurs présentent divers degrés de symétrie, c'est-à-dire qu'elles peuvent être coupées symétriquement par un, deux, trois ou plusieurs plans et par suite être mono, di, tri, polysymétriques: ainsi, la fleur de la Vigne a un plan de symétrie: la fleur de l'Orpin (*Sedum Telephium*) a cinq plans de symétrie et la fleur du Lis en a trois.

## INFLORESCENCE

198. Les fleurs, sur les plantes, sont réparties et disposées de manières très diverses: c'est ce qu'il est facile de constater en examinant les fleurs d'un Lilas, d'un Poirier, d'une Pervenche, etc., en pleine floraison.

On donne le nom d'*inflorescence* à l'arrangement spécial des fleurs sur la tige et les rameaux; ce nom s'applique aussi à un ensemble de fleurs diversement groupées.

La fleur étant un bourgeon, c'est-à-dire un axe portant un groupe serré de feuilles, on conçoit que, suivant le mode de

ramification de cet axe et suivant la nature des feuilles qu'il supporte, les fleurs doivent présenter les dispositions les plus variées, de là la distinction des fleurs solitaires et des fleurs groupées. Les fleurs sont dites *solitaires* quand elles sont séparées les unes des autres par des feuilles; elles sont dites *groupées* quand elles forment des bouquets de fleurs et qu'elles ne sont séparées que par des feuilles modifiées, des bractées, ou quand il n'existe entre elles aucun organe. Dans les deux cas, l'inflorescence peut être *définie* ou *indéfinie* : elle est dite *définie*, lorsque le nombre des fleurs peut être déterminé et calculé à l'avance; dans ce cas, le rameau floral se terminant par une fleur est arrêté dans son élongation et ne peut s'étendre que par des ramifications secondaires; elle est *indéfinie* lorsque le nombre de fleurs correspondant à chaque génération est indéterminé et ne dépend que de la vigueur de la plante, c'est-à-dire d'un arrêt de développement du bourgeon terminal.

On distingue trois sortes d'inflorescences qui sont : 1° les *inflorescences simples*; 2° les *inflorescences composées*; 3° les *inflorescences mixtes*.

### INFLORESCENCES SIMPLES

Ces inflorescences sont indéfinies ou définies.

**199. Inflorescence indéfinie.** — 1° *Fleurs solitaires terminales* ou *axillaires*. — La forme la plus simple de ce genre de disposition est celle où la fleur occupe le sommet d'un rameau feuillé ou bien naît à l'aisselle d'un rameau non feuillé appelé pédoncule : dans le premier cas, la fleur est dite *terminale solitaire*; dans le second, elle est *axillaire solitaire*; ex. : la Pervenche.

Dans l'inflorescence terminale, l'axe principal ou primaire est arrêté dans son élongation par l'apparition d'une fleur, et celles qui se montrent ensuite naissent latéralement au-dessous de la fleur terminale et couronnent les sommets des axes secondaires dont le nombre est indéfini.

Dans l'inflorescence axillaire, au contraire, l'axe principal ne se termine pas par une fleur; il peut s'allonger indéfiniment et les axes secondaires sont encore en nombre illimité; la grande Pervenche, la Renoncule bulbeuse, la Tulipe, sont des exemples de fleurs solitaires.

2° *Grappe*. — Si les fleurs, en nombre indéfini, sont portées



par des axes secondaires ou pédicelles égaux entre eux et terminés chacun par une fleur, on dit que l'inflorescence est une grappe; ex. : le Groseiller (*Ribes rubrum*); l'Épine-Vinette (*Berberis vulgaris*).

3° *Épi*. — Si, dans une grappe, les axes secondaires devien-

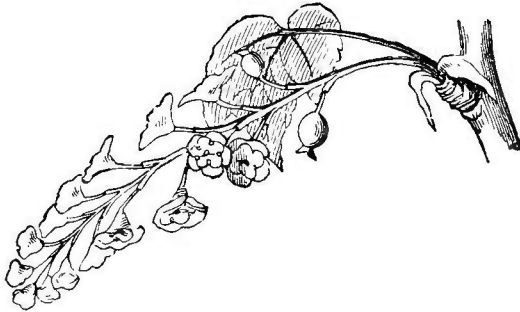


Fig. 151. — Grappe du Groseillier.



Fig. 152. — Épi simple d'une Verbenacée.

*a*, fleurs déjà fructifiées; — *b*, fleurs épanouies; — *c*, fleurs en boutons.

nent très courts, les fleurs sont sessiles et l'inflorescence porte le nom d'*épi*; ex. : le Plantain.

4° *Corymbe*. — Lorsque les axes secondaires, quoique inégaux en longueur, s'élèvent tous à la même hauteur, l'inflorescence se nomme un *corymbe*; ex. : le Prunier, le Cerisier, etc. (fig. 154).

5° *Ombelle*. — Dans l'ombelle, la forme de l'axe qui porte les pédicelles s'aplatit, devient très court et surbaissé, ce qui est l'inverse de ce que nous montrent la grappe, le corymbe et l'épi. Cette inflorescence consiste dans un faisceau d'axes secondaires tous égaux en longueur, qui naissent et divergent du sommet de l'axe primaire; à la base des pédicelles se trouve une collette de bractées que l'on nomme l'*involute* (fig. 162).

L'ombelle est donc un corymbe dont l'axe primaire est très court.

6° *Capitule*. — Ce genre d'inflorescence est caractéristique de la famille des Composées. On peut se faire une idée très nette du capitule en supposant qu'il se passe dans l'ombelle ce qui se produit dans la grappe pour former un épi, c'est-à-dire que les pédicelles disparaissent, les fleurs deviennent sessiles et

l'axe primaire s'élargit en forme de plateau; ex. : l'Artichaut, le Chardon. Le capitule prend le nom de *sycone* lorsque le récep-

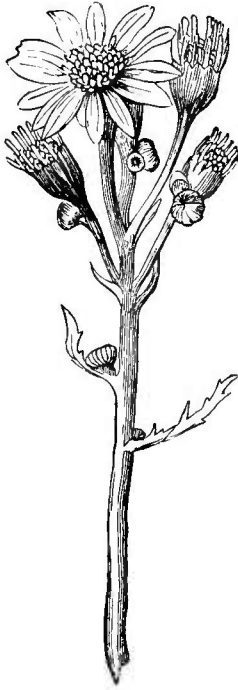


Fig. 153. — Capitule du Senecion.

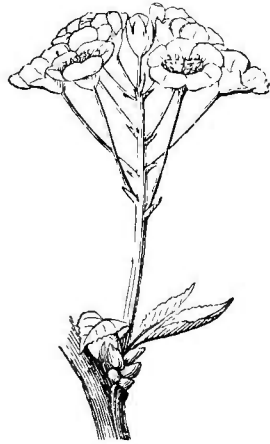


Fig. 154. — Corymbe simple du Cerisier de Sainte-Lucie.

tacle devient concave et même se convertit en une cavité; ex. : le Figuier.

Dans un grand nombre de plantes et en particulier dans la

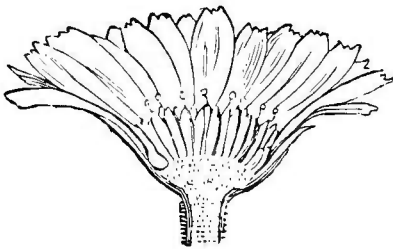


Fig. 155. — Coupe verticale d'un capitule (Souci).

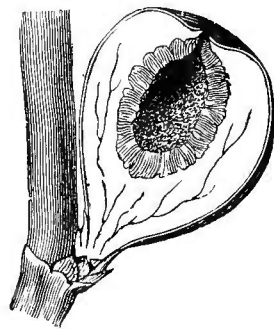


Fig. 156. — Capitule ou sycone du Figuier.

famille des Composées chaque capitule est entouré par une colerette simple ou double de bractées (*involucre*); lorsqu'il en est ainsi, le capitule prend le nom de *fleur composée*. Tantôt toutes

les fleurs sont semblables entre elles comme dans l'Artichaut, tantôt celles qui occupent la circonférence sont différentes de celles du centre : ainsi dans la Pâquerette, les fleurs centrales sont jaunes, les fleurs de la circonférence sont blanches.

### INFLORESCENCE DÉFINIE

200. **Inflorescence définie.** — Nous savons que, dans un grand nombre de plantes, les fleurs se développent au sommet des tiges et des rameaux (Pivoine); l'axe est alors terminé par une fleur unique; son rôle est fini. Mais, dans certains cas, le phénomène se complique par l'apparition d'un axe secondaire à l'aisselle d'une bractée, et cet axe se termine encore par une fleur; de là résultent de nouvelles inflorescences dites à *évolution définie*. Quand, dans une inflorescence définie, les fleurs ne sont pas solitaires, c'est toujours en présence d'une *cyme* que l'on se trouve.

La cyme peut être *bipare* ou *unipare*.

1° *Cyme bipare.* — C'est dans la famille des Caryophyllées que l'on rencontre les exemples les plus nets de ces sortes d'inflo-

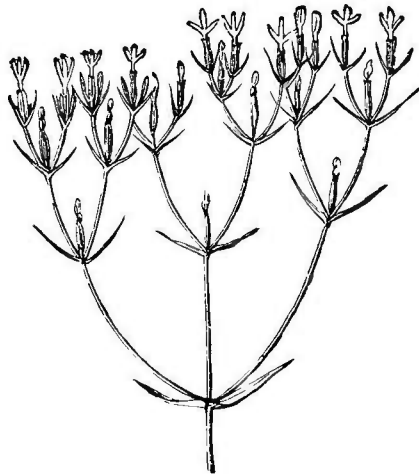


Fig. 157. — Cyme bipare de la petite Centaurée.

rescences; l'axe principal, avant de se terminer par une fleur, donne naissance à l'aisselle de ses deux bractées opposées, à deux axes secondaires terminés par deux fleurs qui portent aussi des bractées opposées, à l'aisselle desquelles naissent deux axes tertiaires terminés par des fleurs, et ainsi de suite; il suit

de là que chaque axe est terminé par une fleur et porte le même nombre de bractées (fig. 157 et 158).

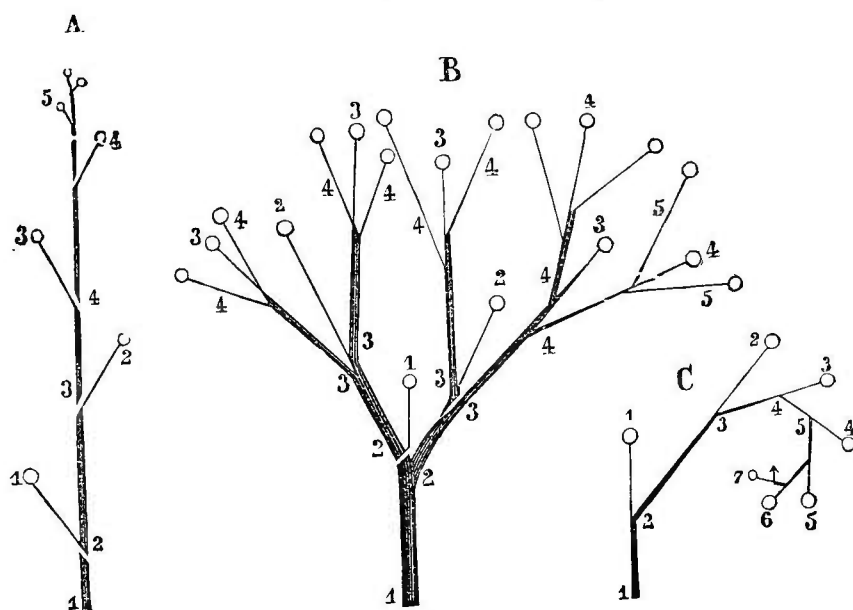


Fig. 158. — Figures théoriques des cymes.

A, cyme unipare hélicoïde : les chiffres 1, 2, 3, 4.... indiquent l'ordre de génération des axes successifs; — B, cyme bipare; — C, cyme unipare scorpioïde.

2° *Cyme unipare*. — Ce mode d'inflorescence se produit de la manière suivante : soit un axe primaire terminé par une fleur



Fig. 159. — Cyme scorpioïde de la Grande Consoude.

a, axe primaire avec sa fleur terminale; b, axe secondaire; c, axe tertiaire; d, axe quaternaire, etc.

et portant en un certain point une seule bractée; à l'aisselle de cette bractée naît un axe secondaire terminé par une fleur; cet

axe portant du même côté une bractée, il s'ensuivra un axe tertiaire, et ainsi de suite. Cette cyme, ainsi constituée, portera un plus ou moins grand nombre de fleurs toutes situées sur le côté de la génération précédente. Il suit de là que la cyme unipare offre une grande ressemblance avec une grappe dont les fleurs sont placées du même côté; mais elle s'en distingue en ce que, dans la grappe, les fleurs sont toujours portées sur



Fig. 160. — Épi composé du Blé.



Fig. 161. — Épi composé de la Flouve odorante.

l'axe principal, tandis que dans la cyme il y a une série d'axes de générations différentes.

L'inflorescence définie qui a les fleurs du même côté se courbe en crosse, devient spiralée, circonstance qui lui a valu le nom d'inflorescence *scorpiöide*; dans ce cas, si les fleurs sont situées sur la convexité de la spire et sur un seul rang, l'inflorescence est une cyme *unipare hélicoïde*; si les fleurs sont situées sur deux rangées, on l'appelle cyme *unipare scorpiöide*; ex. : le Myosotis, l'Héliotrope (fig. 158).

## INFLORESCENCES COMPOSÉES

201. Dans un grand nombre de plantes, les axes secondaires, au lieu de se terminer directement par une fleur, se ramifient à leur tour et portent des pédoncules floraux de troisième génération, on a alors une inflorescence *composée* à deux degrés. Mais ce nombre peut être dépassé, c'est-à-dire que les axes tertiaires peuvent donner naissance à des axes quaternaires qui, eux-mêmes, se ramifient et ainsi de suite; alors l'inflorescence est dite doublement *composée* ou *décomposée*.

Deux cas se présentent :

1° Les axes de deuxième génération se ramifient comme l'axe principal de l'inflorescence, on a alors : 1° des *épis composés*, comme dans le Blé où chaque groupe de fleurs se compose d'épis sessiles ou *épillets* portés sur l'axe primaire; 2° des *grappes composées*, comme dans le Lilas et le Troëne, c'est-à-dire

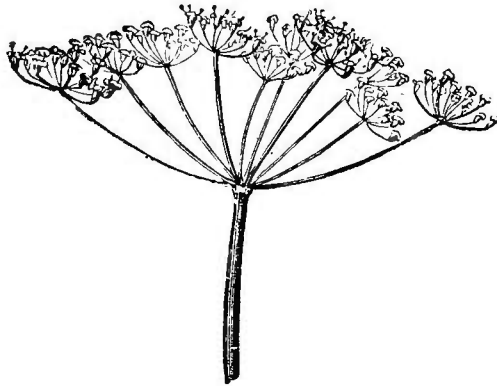


Fig. 162. — Ombelle composée du Fenouil.

des groupes de grappes insérées sur un axe allongé; 3° des *corymbes composés*, comme dans l'Alisier; 4° des *ombelles composées*, comme dans le Cerfeuil, la Carotte.

2° Les axes de deuxième génération présentent un mode différent de ramification; on désigne alors l'inflorescence par le nom de chacune de celles qui la constituent; ainsi, on dit des grappes d'épis, des corymbes d'ombelles, etc.; comme exemple, nous citerons une plante bien connue, le Chardon-Marie (*Sylvestris Marianum*) dont l'inflorescence se compose d'une grappe sur laquelle naissent des capitules.

## INFLORESCENCES MIXTES

202. On appelle inflorescence mixte une inflorescence indéfinie composée d'inflorescences définies ou réciproquement. Le nombre en est très varié : ainsi, supposons qu'une grappe, au lieu de porter des fleurs à l'aisselle des bractées, porte des cymes, nous aurons des grappes de cymes, c'est-à-dire une inflorescence mixte, puisqu'elle est *définie* quand on considère chaque cyme en particulier, et *indéfinie* puisque le nombre de ces cymes est indéterminé.

L'inflorescence du Marronnier d'Inde est une grappe de cymes unipares scorpioïdes ; celle du Jonc fleuri est une ombelle de cymes unipares scorpioïdes, etc.

## PÉDONCULES ET BRACTÉES

203. Lorsqu'un rameau doit se terminer par une fleur, il arrive souvent que, dans une partie de son étendue, il est complètement nu ou bien qu'il ne porte que des feuilles modifiées, c'est-à-dire différant par la couleur, la forme et les dimensions ; on donne à cette partie, qui présente ces caractères, le nom de *pédoncule* et aux petites feuilles modifiées celui de *bractées*.

Le pédoncule est donc la *queue de la fleur* ou son support ; il peut être simple ou ramifié, axillaire ou terminal. Le pédoncule simple, portant une fleur, est un axe *primaire* ; les ramifications forment des axes *secondaires*, *tertiaires*, etc. ; on les nomme *pédicelles*.

Les *bractées* sont de véritables feuilles qui, à mesure qu'elles se rapprochent du sommet des branches ou des rameaux, deviennent de plus en plus petites, changent de forme et même de coloration.

On peut en suivre graduellement tous les degrés intermédiaires : c'est ainsi qu'on voit les feuilles des Ombellifères très découpées à la base se simplifier à mesure qu'elles approchent du sommet où elles forment de simples petites lames. La coloration peut aussi différer de celle des feuilles et prendre un éclat tel que certaines plantes, comme la Sauge cardinale, ne sont cultivées que pour la beauté de leurs bractées qui de loin

ressemblent à des fleurs. Enfin, les bractées ont sur leurs rameaux les mêmes dispositions que les feuilles, c'est-à-dire qu'elles peuvent être alternes, opposées ou verticillées; à leur aisselle, apparaissent des bourgeons florifères nommés *boutons*, assez souvent accompagnés de bourgeons de remplacement. Toutes ces circonstances sont encore de nouvelles preuves que les bractées sont des organes de même ordre que les feuilles.

Quelques bractées ont reçu des noms particuliers : lorsqu'elles sont réunies circulairement autour d'une fleur ou d'un bouquet de fleurs, comme dans un grand nombre de Composées (Artichaut, Chardon), elles constituent un *involucre*, dans la famille des Umbellifères (Carotte, Persil, Cerfeuil); chaque petit bouquet séparé qui entre dans un groupe de fleurs, porte à sa base un verticille de bractées qui prend le nom d'*involutelle*.

On nomme *cupule* une sorte d'involucre, formé de petites bractées ou écailles, en forme de godet qui persiste et accompagne le fruit, comme le gland de Chêne, la noisette, etc.

Le *spathe* est une grande bractée qui enveloppe la fleur avant son épanouissement et qui se fend longitudinalement pour lui livrer passage. On observe des spathes dans l'*Arum*, l'Iris, le Narcisse, etc., enfin, dans les plantes de la famille des Graminées, telles que le Blé, le Seigle, l'Avoine, etc., il existe à la base de chaque groupe de fleurs deux bractées opposées, minces, terminées par des filaments raides qu'on nomme *arêtes*; ces sortes de bractées sont désignées sous le nom de *glumes*; celles qui enveloppent chaque fleur du groupe prennent le nom de *glumelles*.

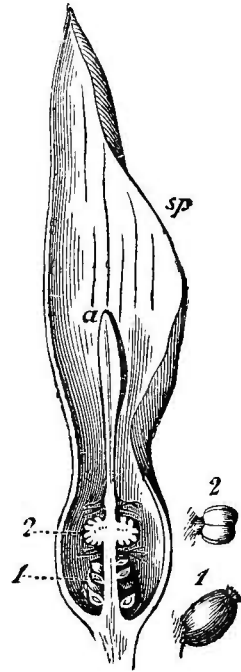


Fig. 163. — Coupe verticale d'une inflorescence d'*Arum* enveloppée dans son spathe *sp*.

1, fleurs femelles; — 2, fleurs mâles.



## DE LA FLEUR EN PARTICULIER

## PÉRIANTHE

204. Dans une fleur complète, en dehors des organes reproducteurs, on trouve deux séries d'organes foliaires qui représentent les enveloppes florales, savoir : le calice à l'extérieur et la corolle à l'intérieur; leur ensemble forme le périanthe (de περι, autour, ανθος, fleur).

Les différentes feuilles modifiées qui forment le calice sont le plus ordinairement vertes; on les nomme *sépales*. Les différentes feuilles modifiées, de couleurs le plus souvent brillantes et vives, constituent la corolle; on les appelle *pétales*. Lorsque le périanthe est formé de deux verticilles, il est dit *double*; mais dans beaucoup de plantes il n'y a qu'un seul verticille, il est alors *simple*, et tantôt il est vert comme un calice, tantôt coloré comme une corolle; la plupart des botanistes lui donnent toujours le nom de calice et l'on dit que la corolle manque. (Anémone, Sagine apétale, Pimprenelle, etc.)

Enfin quelquefois il arrive qu'au lieu de deux verticilles, le périanthe en contient trois, quatre, etc.; dans ce cas, on considère comme appartenant au calice tous les verticilles qui ressemblent au plus extérieur et à la corolle tous ceux qui ont le caractère du plus intérieur

## CALICE

205. Le calice est l'enveloppe extérieure de la fleur; il se compose d'un nombre variable de feuilles modifiées nommées *sépales*.

Les sépales sont le plus ordinairement verts; quelquefois ils sont colorés et alors on dit qu'ils sont *pétaloïdes* : c'est le cas du plus grand nombre des plantes monocotylédones; mais cette particularité se présente aussi chez certaines Dicotylédones; il en est même qui, comme le Pied-d'alouette (*Delphinium Consolida*) et l'Aconit (*Aconitum*), plantes de la famille des Renonculacées, doivent leur coloration au calice

**206. Nombre de sépales.** — Le nombre de sépales qui entrent dans la constitution du calice est très variable. Dans des cas rares, il est formé d'un seul ou de deux sépales, comme dans l'Herbe aux fées (*Circæa lutetiana*).

Les calices dans lesquels entrent trois sépales, sont plus communs, surtout dans les Monocotylédones où ce nombre est le

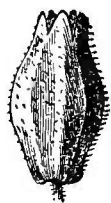


Fig. 164. — Calice monosépale du Silène pendant.



Fig. 165. — Calice polysépale de Lin vivace.

type. D'autre part, plusieurs Dicotylédones ont un calice composé de quatre pièces, mais le type cinq est la règle.

**207. Calice polysépale et monosépale.** — Les sépales qui forment le calice peuvent être libres ou soudés entre eux : dans le premier cas le calice est dit *polysépale*, et *monosépale* ou *gamosépale* dans le second.

Le calice monosépale est celui qui se présente le plus ordinairement. La soudure peut avoir lieu dans une étendue plus ou moins considérable, et, pour désigner ces différents états, on a appliqué à cette enveloppe florale les mêmes termes qui servent à désigner les découpures des feuilles.

Aussi lorsque les échancrures atteignent le milieu de la hauteur, on se sert de la terminaison *fide* et l'on a un calice monosépale *bifide*, *trifide*, etc. ; si les divisions dépassent le milieu du calice, c'est la terminaison *lobée* et, suivant le cas, on dit calice *bilobé*, *trilobé*, etc. Enfin on nomme calice *bipartite*, *tripartite*, etc., celui qui porte des divisions qui sont très voisines de la base.

**208. Régularité et irrégularité du calice.** — Le calice, qu'il soit polysépale ou monosépale, est *régulier* ou *irrégulier* ; il est régulier lorsqu'il se compose de sépales égaux entre eux et également espacés autour du centre de la fleur ; tels sont les calices de la Bourrache, de la Giroflée, etc.

Il est irrégulier, si les pièces qui le constituent sont inégales et ne sont pas disposées symétriquement autour du centre de

la fleur ; ex. : la Sauge, le Pied-d'alouette, etc. Une autre cause d'irrégularité tient au développement de certains organes appelés *éperons*, comme on le voit dans le calice de la Capucine (*Tropæolum majus*), dans laquelle les cinq sépales sont semblables entre eux, mais le cinquième porte à sa partie inférieure une saillie conique remplie d'un liquide sucré dont les insectes sont très friands et qui est sécrété par des glandes : on appelle ces organes des *nectaires*.

209. **Structure du calice.** — Les sépales étant des feuilles modifiées, leur structure est à peu près la même que celle des feuilles : on y trouve un épiderme avec des stomates sur les deux faces et un parenchyme composé de cellules très serrées, étirées en palissade ou de forme arrondie. Ce parenchyme est sillonné de nervures disposées d'une façon analogue à celles des feuilles, et d'une structure peu différente.

## COROLLE

210. La corolle est le second verticille de la fleur : elle se compose de feuilles modifiées nommées *pétales* qui, dans la grande majorité des cas, ont une coloration vive et éclatante.

On distingue dans un pétale une partie supérieure élargie que l'on nomme le *limbe* et une autre inférieure effilée qui unit le limbe au réceptacle et qu'on appelle l'*onglet*. Dans beaucoup de plantes, l'onglet est à peu près nul ; alors le limbe s'insère par sa base au réceptacle ; on dit qu'il est *sessile*.

Le limbe et l'onglet peuvent se présenter sous les formes les plus diverses. Parfois, on rencontre au point où l'onglet s'unit au limbe des appendices dits *ligulaires* variables de forme et de situation et qui ne sont autre chose que des ramifications des pétales : c'est ainsi que dans l'Aconit, par exemple, le limbe des pétales porte une sorte d'éperon légèrement recourbé, tapissé intérieurement par un tissu glandulaire qui sécrète du *nectar* ; les Renoncules présentent également des nectaires protégés par un appendice en forme d'écaille.

Lorsqu'une corolle est formée de pétales libres, c'est-à-dire qui peuvent être détachés successivement les uns après les

autres, on l'appelle *polypétale* ou *dyalipétale*; ex. : Œillet, Giroflée, Rose. Lorsqu'au contraire, et c'est un cas fréquent, on ne peut enlever aucun d'eux séparément sans emporter les autres, on dit qu'elle est *monopétale* ou *gamopétale*; ex. : la Belladone, le Liseron. Mais les pétales ne sont pas adhérents

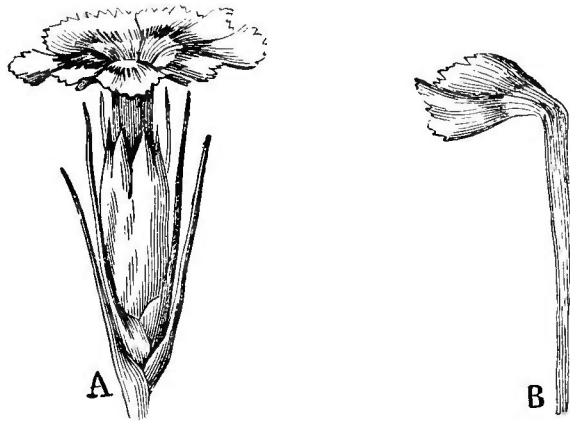


Fig. 166. — Corolle caryophyllée d'un Œillet.

A, la fleur montrant son calice monosépale tubuleux muni d'un calicule à sa base, et sa corolle à 5 pétales. — B, un des pétales isolé.

dans toute leur étendue; pour exprimer ces différents états, on se sert des mêmes termes (*denté, fide, partite, etc.*), dont nous nous sommes servis pour les feuilles et les calices.

### COROLLE POLYPÉTALE

211. La corolle polypétale peut être *régulière* ou *irrégulière*. Elle est régulière quand les pétales, égaux entre eux, s'insèrent sur le réceptacle à la même hauteur et à des distances égales; elle est irrégulière quand les pétales sont inégaux et qu'ils sont insérés à des hauteurs et à des distances différentes.

212. **Formes principales de la corolle polypétale régulière.** — On distingue dans les corolles polypétales trois modifications principales qu'il importe de connaître et que Tournefort a prises pour base de sa classification naturelle :

1<sup>o</sup> La *corolle cruciforme* composée de quatre pétales disposés en croix : cette forme est caractéristique d'une famille de plantes qui, pour cette raison, sont désignées sous le nom de *Crucifères*; ex. : Chou, Navet, Moutarde, Cresson, Giroflée, etc. (fig. 168).

2° La *corolle rosacée* composée de trois, quatre, cinq ou six pétales, sans onglets, étalés en rosace; ex. : la Rose, la Ronce, le Pommier, la Renoncule (fig. 167).

3° La *corolle caryophyllée* comprenant cinq pétales dont les

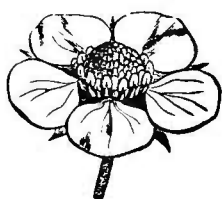


Fig. 167. — Fraisier. Corolle rosacée.



Fig. 168. — Corolle cruciforme.

onglets sont longs et cachés par le calice qui est monosépale et tubuleux; ex. : l'Œillet, le Silène et la plupart des plantes de la famille des Caryophyllées (fig. 169).

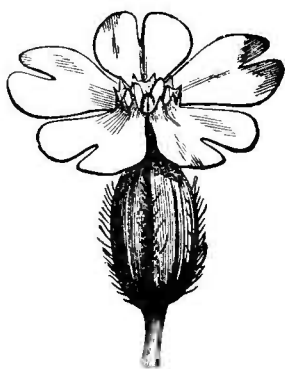


Fig. 169. — Lychnis. Corolle caryophyllée.



Fig. 170. — Pois. Corolle papilionacée.

**213. Formes principales de la corolle polypétale irrégulière.**  
— D'après Tournefort, on peut les réduire à deux formes : 1° la

corolle *papilionacée* composée de cinq pétales inégaux; un impair supérieur nommé *étendard*, deux latéraux semblables et opposés appelés *ails* et deux inférieurs égaux formant par leur réunion ce que l'on nomme la *carène*. Cette corolle caractérise un groupe important de la famille des Légumineuses, celui des Papilionacées, qui fournit les gousses à graines comestibles et succulentes; ex. : Haricots, Pois, Fèves, Lentilles, etc. (fig. 170); 2° la corolle *anormale* comprend toutes celles qui sont plus ou moins irrégulières; telle est la corolle de l'Aconit, qui a deux pétales en forme de casque.

### COROLLE MONOPÉTALE

214. La corolle monopétale ou gamopétale se compose de trois parties : 1° le *tube* ou la partie la plus inférieure plus ou moins longue; 2° le *limbe* ou la partie supérieure évasée et souvent étalée; 3° la gorge, partie intermédiaire qui représente la ligne de démarcation entre le tube et le limbe. Comme la corolle polypétale, elle peut être régulière ou irrégulière

215. **Formes principales de la corolle monopétale régulière.** — Les formes principales de la corolle monopétale régulière

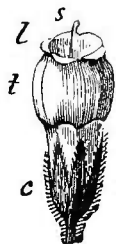


Fig. 171. — Corolle monopétale tubulée de la grande Consoude.

Fig. 172. — Corolle monopétale urcéolée de la Bruyère cendrée.

*c*, calice. — *t*, tube de la corolle. — *l*, limbe de la corolle. — *s*, stigmate ou extrémité du pistil.

sont au nombre de six : 1° la corolle en *entonnoir*, c'est-à-dire en forme de tube qui s'élargit de la base au sommet; ex. : le Tabac (*Nicotiana Tabacum*); 2° si, au lieu de se rétrécir à la base en forme d'entonnoir, le tube s'évase peu à peu à la base, à la manière d'une cloche, la corolle est dite *campanulée*; ex. : Campanule, Liseron; 3° si le tube est cylindrique et s'étale de manière à prendre l'aspect d'une coupe antique, on dit que la

corolle est *hypocratériforme*; ex. : le Lilas, la Pervenche; 4° la corolle est *urcéolée* lorsqu'elle est renflée de manière à pré-

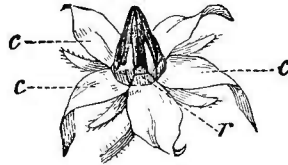


Fig. 173. — Corolle monopétale rotacée (Bourrache).

*ccc*, corolle divisée en cinq lobes, rotacée. — *r*, replis faisant saillie à l'entrée du tube et opposés aux lobes de la corolle.

senter l'aspect d'une petite outre; ex. : beaucoup de Bruyères; 5° elle est *rotacée* quand le lobe est très court et le sommet

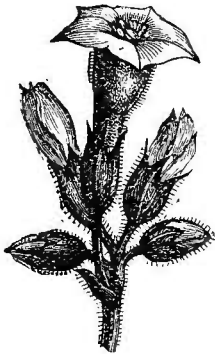


Fig. 174. — Corolle en entonnoir du Tabac.

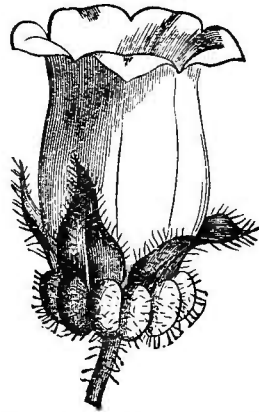


Fig. 175. — Corolle monopétale campanulée.

s'étale à la façon d'une roue; ex. : la Bourrache; 6° enfin quand

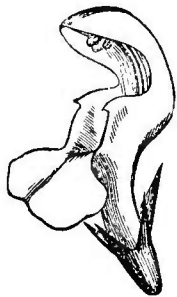


Fig. 176. — Lamier. Corolle labiée.

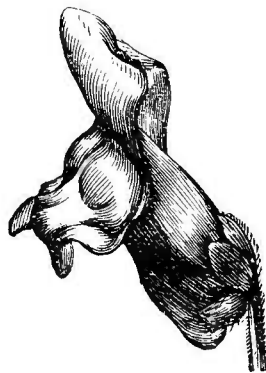


Fig. 177. — Muflier. Corolle personnée.

la corolle, au lieu de se dilater, se continue en tube creux, comme la grande Consoude et un grand nombre de Bruyères,

ou la dit *tubuleuse*; Tournefort avait remarqué cette corolle dans un grand nombre de Synanthérées et l'appelait corolle *flosculeuse*, nom qu'on a remplacé par celui de *fleuron*.

**216. Formes principales de la corolle monopétale irrégulière.** — Les modifications de la corolle monopétale irrégulière se réduisent à trois : 1° la corolle *ligulée*, dont le limbe cylindrique se fend d'un côté et se déjette de l'autre en forme de languette plate que terminent de petites dents; ex. : la Chicorée, le Pissenlit, etc.; on donne à cette corolle le nom de corolle *semi-flosculeuse* ou *demi-fleuron*; 2° la corolle *labiée*, qui caractérise la famille des Labiées, a un limbe partagé transversalement en deux parties qu'on appelle lèvres, dont l'une



Fig. 178. — Corolle tubuleuse ou fleuron de Seneçon.



Fig. 179. — Corolle ligulée ou demi-fleuron de Seneçon.

est formée de deux lèvres, tandis que l'autre en a trois; ex. : la Sauge, le Thym (fig. 176). Quelquefois, comme dans la Bugle (*Ajuga reptans*), l'une des lèvres manque; 3° la corolle est dite *personnée* ou en masque lorsque la gorge, au lieu d'être largement ouverte, est fermée par un renflement de la lèvre inférieure, ce qui lui donne l'apparence du museau d'un animal; ex. : la Gueule de Loup (*Antirrhinum majus*) (fig. 177).

**217. Structure des pétales.** — Les pétales sont ordinairement colorés, minces, brillants, d'une texture délicate. Considérés au point de vue anatomique, on y retrouve les mêmes élé-



ments que dans les feuilles avec plus de simplification, savoir : un parenchyme homogène compris entre deux épidermes et sillonné de nervures formées de faisceaux libéro-ligneux habituellement dépourvus d'éléments sclérenchymateux. L'épiderme, qui revêt les deux faces des pétales, présente presque toujours des stomates; celui de la face inférieure n'a pas la même organisation que celui de la face supérieure, surtout dans les pétales à apparence veloutée : ce velouté est dû à des villosités qui sont très saillantes dans les fleurs à coloration vive.

Enfin, lorsqu'un pétale est odorant, les huiles essentielles qui sont la cause de cette odeur sont situées soit dans des glandes placées dans l'intérieur du parenchyme, soit dans les cellules épidermiques prolongées ou non en poils glanduleux.

**218. Réceptacle floral. Rapport de position des étamines et des pistils.** — Le réceptacle, portion épanouie de l'axe floral, est l'organe qui supporte les différents verticilles de la fleur.

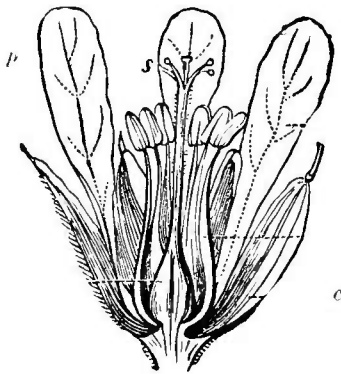


Fig. 180. — Fleur de Géranium, à étamines hypogynes.

c, calice. — p, pétales. — s, stigmates. — e, étamines. — o, ovaire.

Sa forme est très variable : ainsi, chez les Renoncules et les Hellébore, il représente un cône plus ou moins saillant sur la surface duquel s'étalent les divers verticilles floraux et, dans le *Magnolia grandiflora*, il forme un corps cylindrique allongé qui n'est autre chose que la continuation du pédoncule floral et autour duquel sont insérés de bas en haut et disposés en spirale, les bractées, les pétales, les étamines, et les pistils; dans d'autres plantes, il est creusé en coupe au fond de laquelle est

placé le gynécée, comme dans les Roses.

Suivant que le réceptacle est conique ou en forme de coupe, les étamines occupent par rapport au gynécée une position relative, autrement dit un mode d'insertion auquel A.-L. de Jussieu attachait une grande importance dans sa classification.

On distingue trois sortes d'insertions qui portent le nom d'*hypogyne*, *périgynique* et *épigynique* : 1° dans l'insertion *hypogyne*, les étamines s'insèrent à la base même du réceptacle

allongé, le gynécée occupant le sommet du cône : les Renoncules, les Giroflées, les Lins, les Balsamines ont des étamines hypogynes.

2° Dans l'insertion *périgyne*, c'est sur le calice qu'ont lieu les

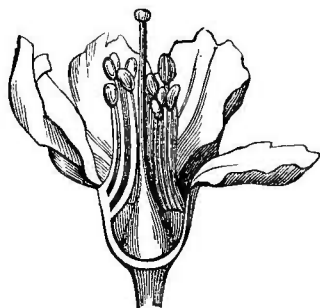
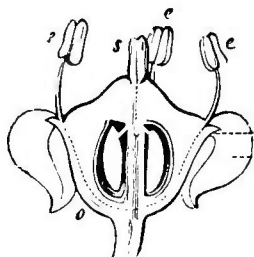


Fig. 181. — Fleur de l'Aralia, à étamines épigynes, avec un ovaire adhérent.

Fig. 182. — Fleur à étamines périgynes de l'Abricotier commun.

points d'attache des étamines qui forment par cela même un cycle autour du gynécée; le Cerisier, le Poirier, les Rosiers, les Fraisiers, etc., ont des étamines *périgynes*.

3° Enfin on appelle insertion *épigyne* celle dans laquelle les étamines sont insérées au-dessus de la partie supérieure de l'ovaire, ce qui a lieu nécessairement toutes les fois que l'ovaire est *infère* ou *adhérent*; ex : les Ombellifères et les Rubiacées, etc.

Lorsque les étamines sont hypogynes, l'ovaire est dit *supère* et le réceptacle est convexe; mais lorsqu'il y a périgynie, le réceptacle est aplati et les ovaires sont placés en partie en dessus et en partie en dessous du plan d'insertion des étamines. Enfin lorsqu'il y a épigynie, l'ovaire est situé totalement au-dessous du plan d'insertion et il est dit *infère* ou *adhérent*.

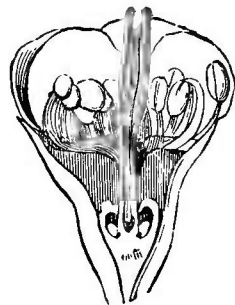


Fig. 183. — Ovaire adhérent de la fleur du Poirier.

## ANDROCÉE

219. L'androcée, troisième verticille de la fleur, est l'ensemble des organes mâles ou *étamines*. On distingue dans une étamine trois parties : l'*anthère*, le *filet* et le *pollen*.

## ANTHÈRE

220. L'anthère est un renflement de l'étamine, dans lequel se trouve logé le *pollen* ou matière fécondante. Sa forme est

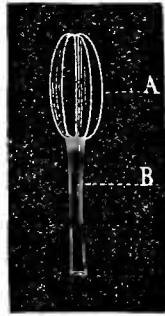


Fig. 184. — Étamine d'une Renoncule.  
A, anthère; — B, filet.

très variable, et sa couleur est ordinairement jaune; mais on peut en rencontrer qui sont bleuâtres et même rougeâtres, le nombre de loges est toujours très limité; il est de deux dans le plus grand nombre de végétaux et alors l'anthère est dite *biloculaire*; quelquefois chacune des deux loges ordinaires se subdivise en deux, comme on le voit dans les Lauriers; l'anthère est dite *quadriloculaire*. Dans quelques cas plus rares, elle n'offre qu'une seule cavité, comme dans les Mauves; on la nomme *uniloculaire*.

Les loges qui constituent l'anthère sont en général très rapprochées l'une de l'autre; il existe cependant toujours entre elles un corps intermédiaire, le *connectif*, dont la forme est très

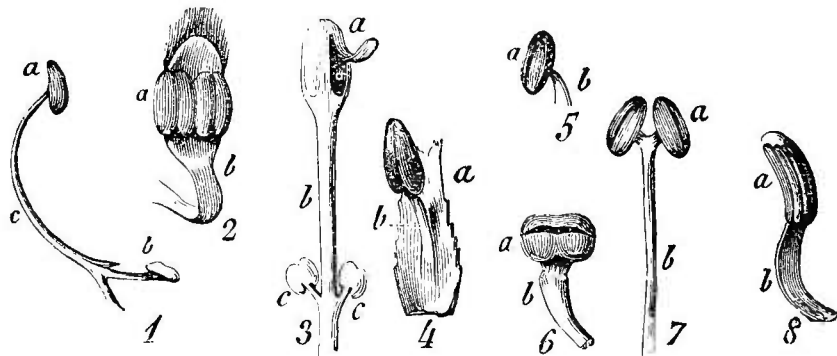


Fig. 185. — Formes diverses d'étamines.

Étamines : 1, de la Sauge; *a*, loge fertile de l'anthère; *b*, loge stérile; *c*, connectif. — 2, de la Pervenche; *a*, anthères; *b*, filet. — 3, d'un Laurier; *a*, loge de l'anthère ouverte; *b*, filet; *c*, étamines avortées. — 4, de la Bourrache; *a*, appendice; *b*, filet. — 5, du Nerprun; *a*, anthère; *b*, filet. — 6, de l'Alchémille: mêmes lettres. — 7, du Tilleul; *id.* — 8, du Nénuphar jaune; *id.*

variée. Dans les cas ordinaires, le connectif n'est pas très apparent, mais il est des circonstances où il offre un grand développement: ainsi, dans certaines plantes de la famille des Labiées, le filet se bifurque en deux parties portant chacune une loge

(Sauge), ou bien il s'aplatit à la manière d'un pétale, et chaque loge de l'anthere occupe un côté; ex. : la Renoncule âcre.

221. **Structure.** — La structure des anthères est assez com-

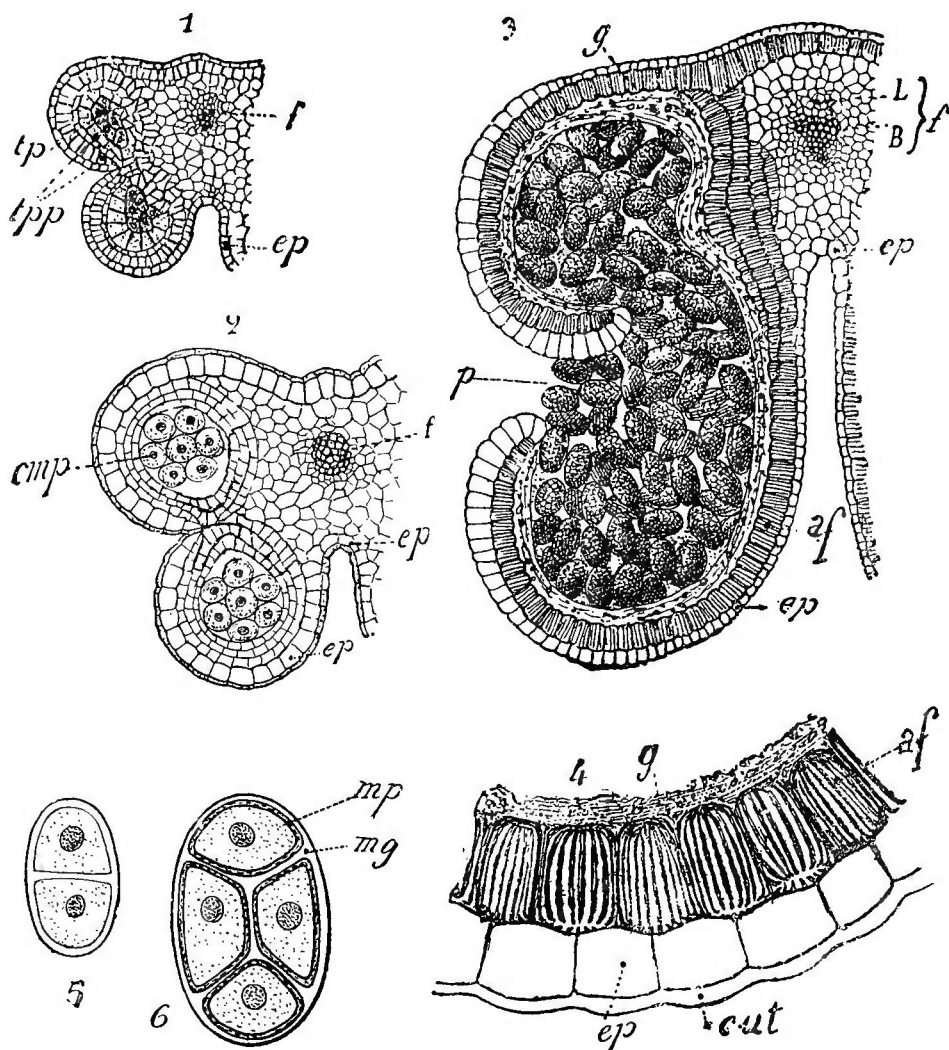


Fig. 186. — 1, 2, 3, 4, différenciation des tissus de l'anthere chez le Lis, formation des 4 sacs polliniques, leur fusion en deux loges et déhiscence.

*ep*, épiderme; *cut*, cuticule; *tp*, tissu pollinique; *cmp*, cellules mères des grains de pollen; *af*, assise mécanique; *ani*, *ane*, cellules nourricières des grains de pollen, transformées à la fin en gelée; *g*; 5, première bipartition d'une cellule mère; 6, seconde bipartition de la même et mise en liberté par gélification de la couche *mg*, des 4 grains de pollen formés; *mp*, partie de la membrane qui persiste.

plexe. Dans la coupe transversale d'une anthere non encore ouverte, on reconnaît la symétrie par rapport à un plan; on voit sur cette coupe quatre cavités, rapprochées deux à deux, de part et d'autre du plan médian; nous les appellerons *sacs*

*polliniques*. L'ensemble de deux sacs polliniques correspond à une loge d'anthère.

Une anthère comprend donc deux loges ou quatre sacs polliniques.

Au milieu nous voyons un faisceau libéro-ligneux, c'est le faisceau du connectif, placé sur le prolongement du faisceau du filet.

Sur une grande partie de leur étendue, les parois des sacs polliniques sont formées seulement par deux assises de cellules : 1° l'épiderme; 2° l'assise sous-épidermique qui présente des épaisissements lignifiés et qu'on nomme *assise mécanique*.

222. **Déhiscence des anthères.** — A l'époque de la fécondation, chaque anthère doit s'ouvrir pour donner issue au pollen qu'elle contient; c'est ce que l'on nomme la *déhiscence* des anthères. Sur chaque loge, au fond du sillon qui sépare les deux sacs on voit apparaître une fente qui s'élargit peu à peu et donne issue à la poussière fécondante. Une seule fente est suffisante pour ouvrir deux sacs polliniques, car la cloison qui les sépare se détruit avant que la déhiscence n'ait lieu. La destruction de cette cloison est nécessaire pour que la fente se produise; sa disparition en effet entraîne la formation d'une ligne de moindre résistance suivant laquelle la paroi des loges peut se rompre. La rupture est déterminée par la contraction inégale des portions cellulosesiques et des portions lignifiées des membranes cellulaires de l'assise mécanique, sous l'influence de la sécheresse.

Quelquefois la déhiscence au lieu de s'effectuer selon une *fente*, se fait soit par des *pores*, placés au sommet ou à la base (Pomme de terre, Bruyère), soit par des sortes d'opercules comme dans l'Épine-Vinette.

223. **Filet.** — Le filet de l'étamine est le support de l'anthère; il joue le même rôle que le pétiole par rapport au limbe de la feuille. Quelquefois, il est très court et l'anthère est dite sessile; le plus souvent il est allongé de manière à porter l'anthère au-dessus des enveloppes florales. Sa forme est ordinairement celle d'un fil, mais parfois il s'élargit et prend l'aspect péta-loïde comme dans le *Nymphæa alba*.

L'anthère peut être attachée au filet de deux manières : ou bien le filet fait suite au connectif et alors l'anthère est immobile, ce que les botanistes expriment en disant qu'elle est

*adnée*; ex. : la Renoncule bulbeuse; ou bien le filet se fixe par un seul point sur le connectif, alors l'anthere est mobile ou *oscillante*; ex. : Amaryllis, Belladone.

224. **Structure du filet.** — En faisant une coupe transversale dans le filet d'une étamine, on reconnaît que la structure est symétrique par rapport à un seul plan comme dans le pétiole d'une feuille. Vers le centre, on voit un faisceau libéro-ligneux; tout autour se trouve un tissu homogène limité par un épiderme.

225. **Nombre des étamines dans une fleur.** — Le nombre des étamines que renferme une fleur varie beaucoup suivant les espèces de plantes. Quelquefois il n'en existe qu'une seule (Saule), d'autres fois on en compte plus de cent, comme dans le Pavot. Lorsque les étamines sont en nombre considérable, elles sont le plus souvent disposées en un ou plusieurs verticilles alternant le plus ordinairement entre eux et avec les pièces du périanthe : c'est sur ces caractères du nombre des étamines que Linné a établi les douze premières classes de son système de classification, classes qu'il désigne sous le nom de *monandrie*, *diandrie*, *triandrie*....., *dodécandrie*, suivant que l'androcée comprend une, deux, trois....., douze étamines. Les plantes qui contiennent plus de douze étamines constituent la *polyandrie*.

226. **Rapport des étamines entre elles.** — Ces rapports se tirent de leur longueur relative et de leur soudure.

I. *Rapports de longueur* — Les étamines d'une fleur sont

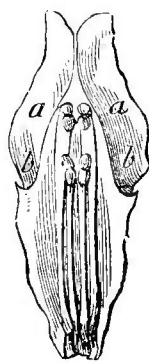
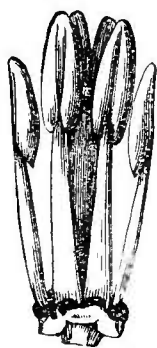


Fig. 187. — Étamines tétradynames de la Giroflée. Fig. 188. — Étamines didynames.

*aa*, étamines inférieures plus longues. — *bb*, étamines supérieures plus courtes.

égales ou presque égales; d'autres fois il existe une inégalité marquée qui provient de la longueur des filets. Linné en a tiré

deux caractères importants pour deux classes de son système :

1° Lorsque dans une fleur il existe quatre étamines dont deux sont plus longues que les deux autres, on dit qu'elles sont *didynames*; ex. : la plupart des Labiées, la Linaire et le Muflier.

2° Lorsqu'il existe six étamines telles que quatre d'entre elles sont plus longues que les deux autres, elles sont appelées *tétradynames*; cette disposition est caractéristique de la famille des Crucifères.

II. *Rapports de soudure.* — Dans la plupart des plantes, les étamines sont indépendantes les unes des autres; mais, dans certaines, elles se soudent entre elles comme les pièces des autres verticilles floraux : cette adhérence peut avoir lieu soit par les filets, soit par les anthères.

Lorsque les étamines sont unies par les filets de manière à

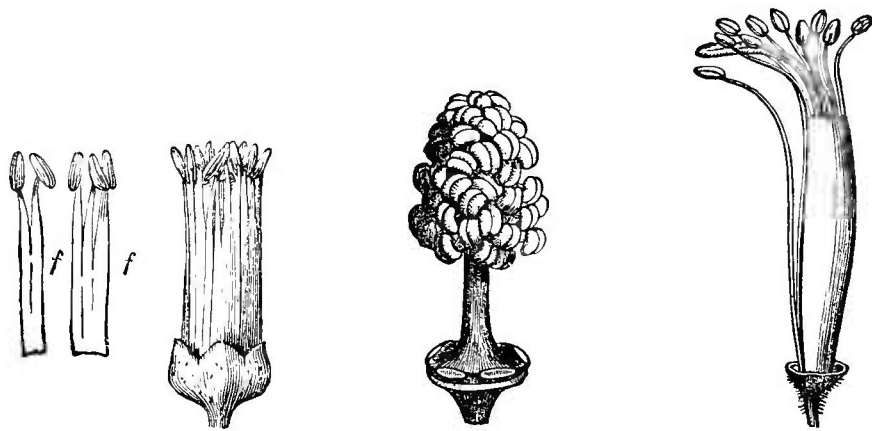


Fig. 189. — Étamines polyadelphes de l'Oranger.

*f, f*, groupes d'étamines.

Fig. 190. — Étamines monadelphes d'une Malvacée.

Fig. 191. — Étamines diadelphes d'une Papilionacée.

former des faisceaux distincts, on dit qu'il y a *adelphie*; si le nombre de faisceaux est de deux, il y a *diadelphie*, et les étamines sont dites *diadelphes*; tel est le cas de la Fumeterre dont les six étamines forment deux faisceaux semblables.

La diadelphie peut être égale comme dans la Fumeterre et inégale comme dans les Papilionacées, groupe de la famille des Légumineuses : dans cette famille, neuf fois sur dix, les étamines sont disposées en deux faisceaux, l'un comprenant neuf étamines et le dixième restant libre; c'est donc une diadelphie inégale.

Lorsque les étamines sont réunies par leurs filets en un seul

faisceau, on dit qu'il y a *monadelphie*; ex. : le Lin. Si elles forment trois faisceaux, c'est la *triadelphie*; enfin, il y a *polyadelphie* si le nombre des faisceaux est considérable; ex. : l'Oranger, le Citronnier.

Les étamines peuvent aussi se souder par les anthères, les filets restant libres; ce fait se présente dans la famille des Composées ou Synanthérées dont les fleurs sont disposées en capitules; on dit alors *syngénèses* ou *synanthérées*; de là le nom de *syngénésie* appliqué à une classe du système de Linné. Dans ces plantes, cinq filets sont libres et les cinq anthères sont unies et forment manchon; tantôt l'union est intime; d'autres fois, au contraire, cette union a lieu seulement par un point déterminé.

**227. Rapports des étamines avec les pétales.** — Lorsque le nombre des étamines est le même que celui des pétales, on observe très fréquemment la loi de l'alternance, c'est-à-dire que les étamines alternent avec les pétales; ex. : les Solanées. Mais il y a des groupes de plantes comme la Vigne, la Primevère où elles sont superposées.

Lorsqu'il y a deux verticilles à l'androcée, il y en a toujours un qui alterne avec la corolle et un qui lui est superposé.

**228. Staminodes.** — Il arrive parfois que, parmi les étamines qui composent l'androcée d'une fleur, quelques-unes avortent, c'est-à-dire manquent d'anthère et se réduisent au filet dont la forme est parfois celle d'une baguette bifurquée à son sommet et qui, même, devient pétaloïde; les botanistes les nomment *staminodes*, nom qui rappelle leur origine : c'est sur cette transformation des étamines en pétales par la culture que repose le mode de formation des fleurs doubles.

**229. Nature morphologique des étamines.** — Les étamines, comme les autres parties de la fleur, ne sont que des feuilles modifiées. Cette analogie d'origine est plus difficile à établir que pour les sépales et les pétales; mais dans quelques plantes et particulièrement dans le Nénuphar blanc (*Nymphaea alba*), où les étamines et les pétales en nombre considérable sont rangés en spirales, on voit, en s'avancant de la périphérie au centre, les pétales se convertir peu à peu en étamines. D'ailleurs, la transformation des étamines en pétales se manifeste encore dans les *fleurs doubles* dans lesquelles, par l'effet de la culture, on voit les étamines se transformer insensiblement en



pétales. Or, l'analogie des pétales avec les sépales, des sépales avec les bractées et des bractées avec les feuilles étant bien établie, on doit en conclure que les étamines ne sont que des modifications d'un même organe, qui est la *feuille*.

## POLLEN

230. Le pollen est la matière fécondante des plantes. Le plus ordinairement, il se présente sous la forme d'une fine poussière jaune qui s'échappe des loges de l'anthère lorsqu'elles s'ouvrent (*pollen pulvérulent*); quelquefois cependant les grains de pollen, au lieu d'être distincts, sont réunis les uns aux autres comme on l'observe dans les Orchidées et les Asclépiadées; on donne à ces pollens solides le nom de *masses polliniques* ou *pollinies*.

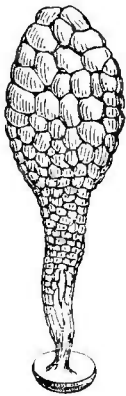


Fig. 192. — Masse pollinique de l'Orchis.

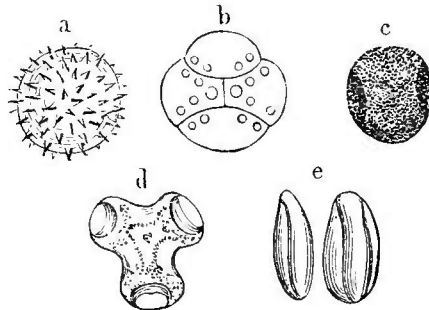


Fig. 193. — Grains de pollen.

*a.* grain de pollen hérissé de pointes. — *b.* grain de pollen composé de quatre grains. — *c.* grain de pollen sphérique. — *d.* grain de pollen triangulaire. — *e.* grain de pollen elliptique montrant ses plis.

231. **Formes, dimensions et coloration du pollen.** — 1° Les grains de pollen ont un volume très petit qui varie d'une espèce à une autre entre 0 mm. 2 et 0 mm. 007 : ainsi dans la Belle de nuit, les dimensions du pollen sont de 0 mm. 2 et dans la *Ficus elastica* ils atteignent à peine 0 mm. 008.

2° La couleur du pollen est généralement le jaune, comme dans le Lis blanc; mais il est rouge dans le Réséda; il est violet dans la Tulipe et bleu dans l'Épilobe, etc.

3° La forme de ces grains est aussi très variable : ils sont

souvent globuleux ou elliptiques comme dans les Malvacées et les Synanthérées; quelques-uns sont triangulaires; d'autres affectent la forme de polyèdres à facettes nombreuses et variées.

232. **Structure du pollen.** — Chaque grain de pollen est une cellule avec sa membrane, son protoplasma et son noyau.

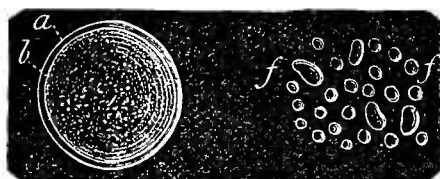


Fig. 194. — Grains de pollen de la Renoncule, vus au microscope.

*a*, membrane externe. — *b*, membrane interne. — *f*, granules à un fort grossissement.

La membrane est formée de deux couches. La couche externe ou *exine* est fortement subérifiée tandis que la couche interne ou *intine* est en cellulose pure.

La membrane interne ne manque jamais; quant à l'exine, elle est le résultat d'un épaissement considérable de l'intine et elle manque quelquefois. La surface de l'exine présente des *plis* généralement peu nombreux : on en trouve deux ou trois

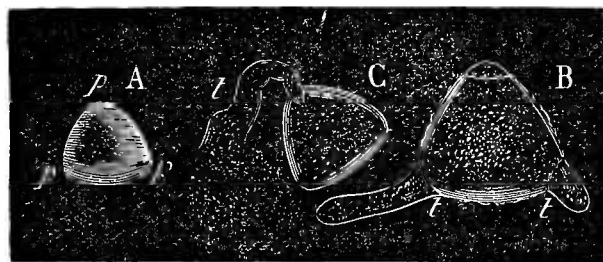


Fig. 195. — Grains de pollen de la Capucine.

A, grain intact; *p*, pores. — B, grain gonflé; *t*, boyau pollinique. — C, grain rompu dans l'eau pure.

placés à égale distance les uns des autres, ex. : Rosacées, Légumineuses, Crucifères. En outre des plis, on aperçoit de véritables trous nommés *pores* dont le nombre est quelquefois très grand, comme dans la Belle de nuit; ces trous sont, dans quelques grains, fermés par un couvercle, sorte de soupape qui se soulève au moment où la membrane interne fait saillie. C'est par ces pores que cette membrane, qui est très extensible, émet un tube quand le grain de pollen se gonfle

sous l'influence de l'humidité, comme on l'observe à l'aide du microscope en plaçant sur le porte-objet un grain de pollen en contact avec de l'eau.

Si les grains de pollen sont en présence d'une grande quantité d'eau, le tube pollinique finit par se déchirer soit à son extrémité, soit sur tout autre point; alors le contenu jaillit sous forme de jet, phénomène qui est aussi artificiel : il est rare, en effet, que le pollen soit en contact avec une grande quantité d'eau, et quand cela arrive à l'époque des grandes pluies, pendant la floraison, la fécondation, loin d'être favorisée par cette circonstance, est compromise : cet effet de la pluie est ce que les agriculteurs appellent la *coulure*.

**233. Cloisonnement du grain de pollen.** — Le protoplasma du grain de pollen est très riche en matières nutritives; on y reconnaît la présence d'huile, d'amidon, de saccharose et de nombreuses substances azotées.

Il renferme toujours un noyau. Celui-ci au moment où le grain sort du sac pollinique éprouve le phénomène de la bipartition et donne ainsi naissance à deux nouveaux noyaux qui s'isolent l'un de l'autre par une cloison. Chez les Angiospermes la cloison reste albuminoïde et disparaît de bonne heure, tandis que chez les Gymnospermes elle se revêt de cellulose et persiste. Le grain de pollen des Gymnospermes est de la sorte divisé en deux cellules, ordinairement de tailles différentes et dont les rôles, ainsi que nous le verrons, sont loin d'être les mêmes.

### DÉVELOPPEMENT DE L'ÉTAMINE

**234.** Les parties constituantes de l'étamine apparaissent sur le réceptacle de la fleur de la même manière que les feuilles se montrent sur les rameaux. A son origine, une étamine se présente sous la forme d'un mamelon entièrement composé d'un parenchyme homogène à parois minces et délicates qui s'aplatit de dehors en dedans en forme de lame. Ce mamelon s'allonge graduellement et se sépare bientôt en deux parties, l'une supérieure renflée qui doit former l'anthère, l'autre inférieure rétrécie qui représente le filet et joue le même rôle que le pétiole d'une feuille.

**235. Formation des cellules mères du pollen.** — Le paren-

chyme de la jeune anthère est homogène au début, mais bientôt le long de quatre lignes longitudinales, si elle doit être biloculaire, le long de deux si elle doit être uniloculaire, les cellules de la rangée sous-épidermique se dédoublent par une cloison tangentielle.

Les cellules du rang interne se divisent et se subdivisent en

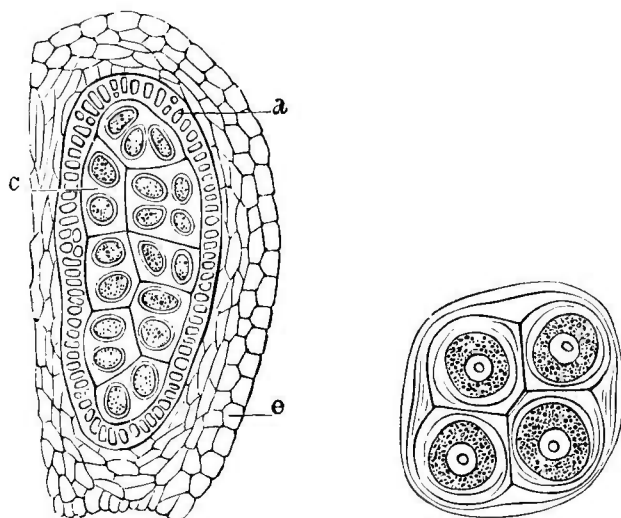


Fig. 196. — 1. Coupe transversale d'une loge d'anthère de la Courge.

1. *c*, cellules mères des grains de pollen; *a*, assise nourricière interne; 2. Cellule mère renfermant quatre grains de pollen.

plusieurs autres, et de ces segmentations successives et répétées résulte un nombre plus ou moins considérable de cellules irrégulièrement polygonées, remplies de protoplasma, aux dépens desquelles doivent se former les grains de pollen; on donne à ces cellules le nom de *cellules mères du pollen* parce que c'est dans leur intérieur que les grains polliniques vont prendre naissance. En même temps les cellules du rang externe se divisent par des cloisons tangentielles successives de manière à donner trois assises de cellules superposées. La plus interne des assises ainsi formées, en contact avec les cellules mères des grains de pollen, prend des caractères particuliers, ses cellules deviennent cubiques et leur protoplasma prend une couleur jaunâtre. Ces mêmes transformations s'opèrent sur toute la rangée de cellules qui bordent latéralement et en dedans le groupe des cellules mères. Ce groupe est donc finalement enveloppé par une gaine de cellules jaunes, gaine destinée à disparaître plus tard.

L'assise moyenne aplatie par l'accroissement de l'assise interne disparaît avec elle sans avoir pris aucun caractère particulier.

Enfin l'assise externe, en contact immédiat avec l'épiderme, est persistante, c'est elle qui constitue l'assise mécanique.

L'épiderme n'éprouve pas de modifications, il se contente de prendre des cloisons radiales pour suivre le développement des protubérances qui se forment au-dessous de lui.

**236. Formation du pollen.** — Les *cellules mères*, par suite de transformations ultérieures, donnent naissance aux grains de pollen. Elles commencent par se diviser chacune en quatre, tantôt par deux cloisons cruciales formées successivement après chaque bipartition du noyau (Monocotylédones), tantôt par deux cloisons rectangulaires établies simultanément entre les quatre noyaux nouveaux (Dicotylédones) (fig. 196).

Les quatre cellules filles épaississent leur membrane tant sur les cloisons qui les séparent que sur leur paroi externe. Mais les couches d'épaississement sont de nature différente selon leur situation; les plus internes sont en cellulose pure, tandis que les plus externes sont en cellulose susceptible de se gélifier. Aussi les cellules ne tardent-elles pas à se séparer. A ce moment la gaine de cellules jaunes se détruit et leur contenu se répand entre les jeunes grains de pollen; la couche moyenne disparaît également, de sorte que les grains de pollen se trouvent dans une cavité qui est celle du sac pollinique définitivement constitué. Le liquide contenu dans cette cavité et qui provient des cellules disparues sert à la nourriture des grains de pollen. Une fois le pollen formé, si la membrane qui entoure les grains se résorbe, chaque grain devenant libre, leur ensemble forme le *pollen pulvérulent*; si, au contraire, la paroi ne disparaît qu'incomplètement, les différents grains sont liés les uns aux autres par des filaments de sorte qu'en tirant un seul hors de l'anthère, on peut en faire sortir un grand nombre; c'est le *pollen en chapellet*; enfin si la membrane persiste, tous les grains sont réunis dans une sorte de gangue et l'on a le *pollen solide* tel qu'on le trouve dans les Orchidées.

## GYNÉCÉE

237. Le gynécée ou pistil, organe femelle des plantes, est le verticille le plus intérieur de la fleur dont il occupe toujours le centre. Il est formé par la réunion d'éléments que l'on nomme *carpelles* (de καρπός, fruit). Chaque carpelle comprend ordinairement trois parties : 1<sup>o</sup> un renflement inférieur, l'*ovaire*, sorte de sac qui renferme les rudiments des graines ou *ovules*; 2<sup>o</sup> un prolongement filiforme, le *style* (de στῦλος, colonne), qui surmonte l'ovaire; 3<sup>o</sup> un corps glandulaire, qui termine le style et dont le rôle est très important dans la fécondation et qui porte le nom de *stigmaté*.

Lorsque le gynécée se compose de plusieurs pistils, tous ces pistils se ressemblent et chacun d'eux est composé d'un ovaire, d'un style et d'un stigmaté; et, comme les autres éléments constitutifs de la fleur, ces carpelles peuvent être libres ou soudés, cette soudure pouvant avoir lieu de plusieurs manières.

238. **Constitution d'un pistil. Carpelle.** — Le pistil, comme les pièces du périanthe et de l'androcée, est constitué par une ou plusieurs feuilles modifiées ou *carpelles*; dans le premier cas il est dit *simple*; dans le second il est dit *composé*.

Un carpelle doit être considéré comme une feuille modifiée qui, en se repliant suivant la nervure médiane de manière que la face supérieure soit en dedans, circonscrit une cavité dans laquelle sont logés les *ovules*. La ligne suivant laquelle se produit la soudure des bords de cette feuille étant rapprochée de l'axe de la fleur s'appelle *suture ventrale*; c'est sur elle que se montrent les ovules attachés à une saillie intérieure, le *placenta*; le côté opposé qui correspond à la nervure médiane s'appelle *suture dorsale*. En admettant donc ce mode d'origine qui est confirmé par l'observation, on voit que l'ovaire est formé par le limbe de la feuille carpellaire, le style par la nervure médiane prolongée et le stigmaté par une modification glandulaire de l'extrémité de cette même nervure; enfin le placenta, point d'attache des ovules, n'est autre chose qu'un épaississement des bords soudés de la feuille.

239. **Nombre de carpelles.** — Le nombre des carpelles qui entrent dans le gynécée est très variable. Certaines fleurs ont

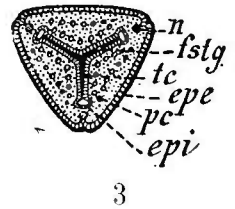
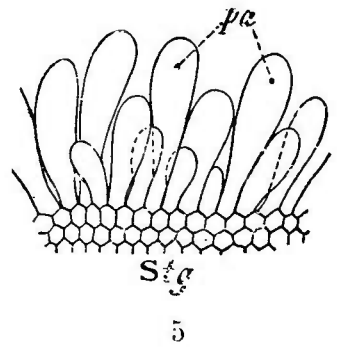
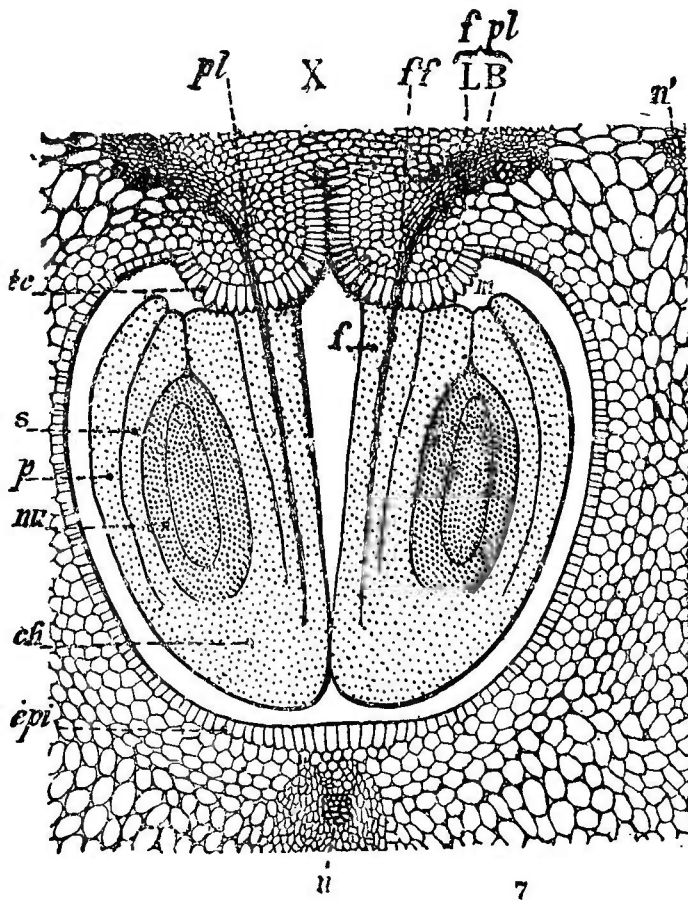
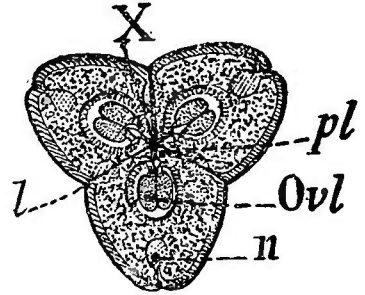
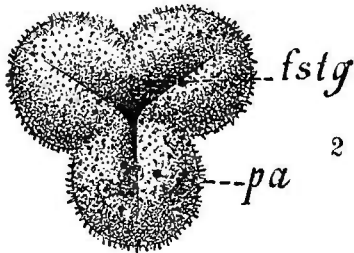
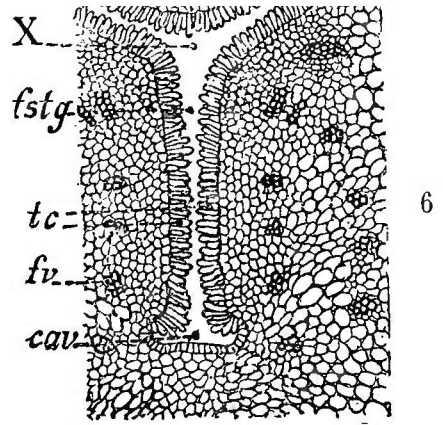
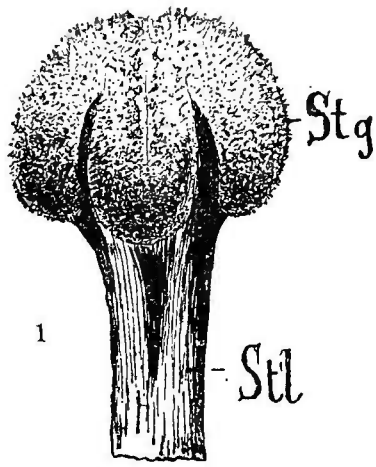


Fig. 497. — Structure du pistil chez le Lis.

1, extrémité supérieure du pistil légèrement grossie. — 2, la même vue par le haut : *fstg*, les fentes conduisant dans les loges de l'ovaire ; *pa*, papilles stigmatiques. — 3, coupe transversale du style. — 4, coupe transversale de la cavité ovarienne ; *pl*, placenta ; *Ovl*, ovules ; *X*, position de l'axe de la fleur. — 5, fragment de tissu stigmatique fortement grossi. — 6, coupe transversale du style fortement grossi. — 7, coupe transversale d'une loge ovarienne ; *f*, funicule ; *p*, primine ; *s*, seco-pyle ; *B*, bois ; *L*, liber ; *ff*, faisceau du funicule.

un pistil composé d'un seul carpelle (Haricot, Pêcher); d'autres en ont deux comme les Solanées et les Ombellifères. Chez les Monocotylédones, on en compte généralement trois et, chez les Dicotylédones, c'est le nombre cinq qui prédomine.

Les carpelles peuvent être libres ou unis. 1° Lorsqu'ils sont distincts les uns des autres, ils peuvent offrir des dispositions

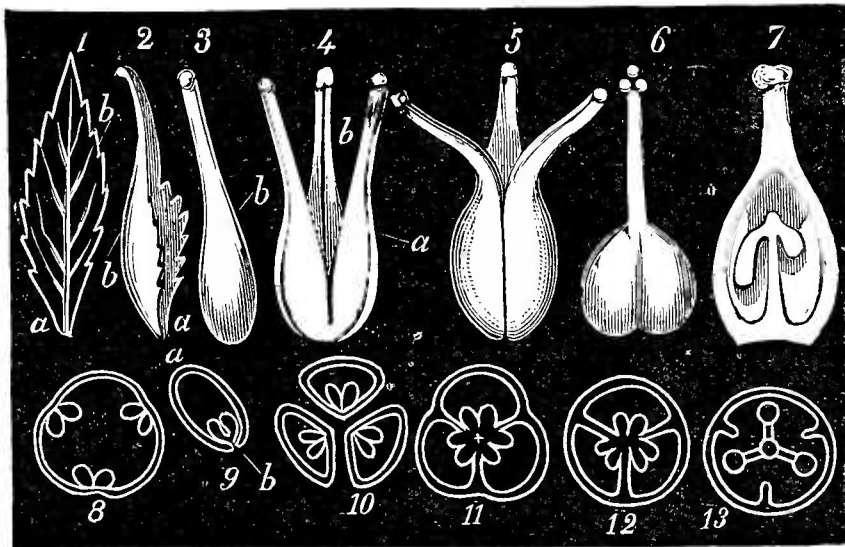


Fig. 198. — Théorie du carpelle.

1, une feuille; *a*, nervure médiane; *b*, *b*, bords. — 2, cette feuille se repliant pour former le carpelle. — 3, le carpelle formé avec cette feuille; *b*, les bords. — 4, verticille pistillaire de trois carpelles libres; *a*, nervure médiane; *b*, bords formant la suture. — 5, verticille pistillaire de trois carpelles soudés par les ovaires et les styles. — 6, un verticille analogue où les trois carpelles sont soudés par les ovaires et les styles. — 7, pistil unique en apparence, à stigmate trilobé, résultant de la soudure à peu près complète de trois carpelles. — 8, coupe d'un ovaire formé de trois carpelles soudés entre eux par leurs bords, formant une seule loge à placentation pariétale. — 9, coupe transversale d'un carpelle avec la position des ovules; *a*, suture dorsale; *b*, suture ventrale. — 10, coupe transversale des trois carpelles de la figure (5). — 12, coupe transversale de l'ovaire tri-carpellé de la figure 6; placentation axile. — 13, coupe d'un ovaire à trois loges, dont les cloisons se sont détruites par le développement et qui présente une placentation centrale.

variées sur le réceptacle : tantôt, ils sont en nombre déterminé, formant un verticille simple comme dans la Pivoine ; tantôt, ils sont fixés sur un réceptacle plus ou moins développé et disposés en série spirale comme dans le Magnolia ou sans ordre comme dans la Renoncule et le Fraisier. Lorsque les pièces du gynécée sont en nombre égal ou moindre que celui des pièces de l'androcée, elles obéissent dans certains cas à la loi de l'alternance, c'est-à-dire que les carpelles alternent avec les étamines et par suite sont opposés aux pétales ; mais il y a de nombreuses exceptions.



2° Lorsque les carpelles sont unis, cette union peut avoir lieu par les bases, les sommets étant libres, ou bien par les sommets, les bases restant indépendantes. Lorsque les styles sont soudés, leur réunion peut être plus ou moins étendue et alors on exprime ce fait par les mots *fide*, *lobé*, *partite* dont nous avons déjà donné la signification en parlant des feuilles.

De même, l'union des carpelles par les ovaires peut avoir lieu de différentes façons, fait très important au point de vue de la placentation.

Dans la majorité des cas, chaque carpelle se soude d'abord par les bords, puis tous les carpelles se juxtaposent et se réunissent par les côtés de la face externe de leurs parois, de manière à constituer un pistil composé d'autant de loges distinctes qu'il y a de carpelles soudés; ex. : le Poirier.

Une autre disposition que l'on rencontre aussi, c'est l'union de chaque carpelle par ses bords au bord correspondant du carpelle voisin, ce qui amène la formation d'une seule cavité centrale.

**240. Placentation.** — On distingue dans les carpelles trois sortes de placentation : la *placentation centrale*, la *placentation pariétale* et la *placentation axile* : les deux premières n'existent que dans un ovaire *uniloculaire*; la troisième ne se rencontre que dans l'ovaire *pluriloculaire*.

1° Lorsque le gynécée est formé par un seul carpelle, il arrive fréquemment que ce carpelle porte sur un de ses bords un placenta sur lequel s'insèrent les ovules; cette placentation est dite *pariétale*; si le gynécée est composé de plusieurs carpelles soudés bord à bord de manière à ne former qu'une cavité centrale, l'ovaire peut encore présenter une placentation pariétale comme on le voit dans la Violette, qui offre trois placentas pariétaux. Ordinairement les placentas pariétaux sont peu saillants dans la cavité ovarienne; cependant il peut arriver qu'ils forment des lames verticales qui s'avancent vers le centre de l'ovaire et partagent cette cavité en plusieurs loges incomplètes qui pourraient faire croire à un ovaire multiloculaire.

2° Quand la cavité ovarienne est divisée en plusieurs compartiments, les ovules sont presque toujours fixés à la partie la plus rapprochée de l'axe de la fleur, c'est-à-dire à l'angle interne de chaque loge, et alors la placentation est dite *axile*;

ex. : la Tulipe. Le plus ordinairement, ces placentas font saillie à l'intérieur de l'ovaire.

D'une manière générale, on peut dire que dans tout ovaire pluriloculaire la placentation est toujours axile, les exceptions à cette règle sont plus souvent apparentes que réelles.

3° Une autre forme de la placentation est celle qu'on nomme *centrale*; on voit alors dans l'ovaire s'élever une sorte de colonne

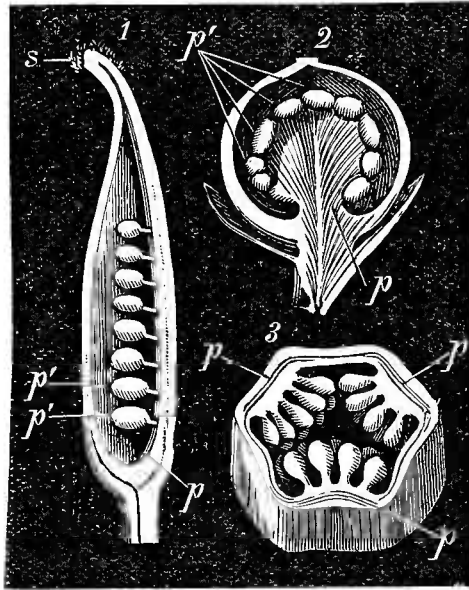


Fig. 199. — Modes de placentation.

Modes de placentation. — 1, carpelle de l'Aconit; *p*, placenta sutural placé sur la suture ventrale, à *placentation axile*; *o' o'*, ovules portés sur leurs funicules; *s*, stigmate. — 2, carpelle de la Lysimaque vulgaire; *p*, placenta central, portant les ovules *p'*. — 3, carpelle du Turnera à feuilles d'Orme, montrant trois placentas pariétaux *p*, *p*, *p*.

centrale, isolée, sans connexion avec les bords et sur laquelle s'attachent les ovules; ex. : les Primulacées.

241. **Tissu conducteur.** — Le long de chaque bord, la face interne des feuilles carpellaires subit une modification spéciale qui aboutit à la formation d'une bandelette de *tissu conducteur*, ainsi nommé parce qu'il est la voie qui conduit les tubes polliniques aux ovules. Ce tissu constitue souvent une lame épaisse dont les cellules ont des parois très molles et en voie de gélification.

242. **Ovaire.** — L'ovaire, partie inférieure du carpelle ou des carpelles quand ils sont soudés, est une cavité tantôt simple et tantôt partagée en plusieurs compartiments appelés *loges*.

Lorsque cette cavité est unique, l'ovaire est dit *uniloculaire*; lorsqu'elle comprend deux, trois, quatre, cinq loges, etc., il est dit *biloculaire, triloculaire... multiloculaire*.

Quelquefois un ovaire composé de plusieurs carpelles peut n'avoir qu'une loge. Ce fait se présente dans deux circonstances particulières : 1° par avortement ou destruction naturelle des cloisons intérieures; 2° par l'accolement des feuilles carpellaires bord à bord comme nous l'avons déjà indiqué : c'est ce qui a lieu dans la Violette, où l'ovaire est uniloculaire quoiqu'il soit le résultat de la soudure de trois carpelles; le Pavot en est aussi un exemple remarquable. On peut, dans la plupart des cas, reconnaître qu'un ovaire uniloculaire provient de plusieurs carpelles soudés : ainsi, toutes les fois qu'un ovaire à une seule loge est surmonté de plusieurs styles ou de plusieurs stigmates libres ou même soudés, mais laissant des traces de leurs soudures, on peut dire que cet ovaire est le résultat de l'union de plusieurs carpelles; de même lorsque, dans l'ovaire uniloculaire, il existe plusieurs placentas, c'est que l'ovaire est encore le résultat de l'union de plusieurs feuilles carpellaires.

## STYLE

243. Le style est le corps filiforme qui surmonte l'ovaire et qui se termine par le stigmate. Quelquefois il manque complètement, alors le stigmate est placé immédiatement sur l'ovaire; on dit qu'il est *sessile*. Dans un pistil simple, le style est simple et sans divisions; dans un pistil composé, il y a autant de styles que de carpelles soudés, alors ils peuvent être libres et distincts ou se réunir à leur base dans une proportion plus ou moins étendue; de là les expressions de style *bifide, trifide, bipartite, tripartite*, etc.

Le nombre des styles est très variable suivant les plantes : ainsi dans le Cerisier, il n'y en a jamais qu'un; on en compte trois dans le Blé et l'Œillet, cinq dans les Lychnis, etc.

Quant à la position du style, il s'insère presque toujours au sommet de l'ovaire, et alors il est *terminal*. Cependant quelquefois il part soit d'un côté de l'ovaire, soit de la base; dans le premier cas il est dit *latéral*, et *basilaire* dans le second.

## STIGMATE

244. Le stigmate est la portion glandulaire qui termine le style; lorsqu'il est fixé sur l'ovaire directement, il est dit *sessile*; sa forme est très variable.

Le stigmate est simple quand il provient d'un pistil unique; il est multiple dans les pistils composés où il y a autant de stigmates que de pistils; tantôt les stigmates sont libres et distincts, tantôt ils sont plus ou moins réunis en un seul.

## OVULES

245. On donne le nom d'ovules aux petits corps arrondis qui, fixés au placenta dans l'intérieur de l'ovaire, doivent se transformer en graines après la fécondation.

246. **Direction des ovules dans l'ovaire.** — La direction des ovules dans chaque loge ovarienne est un caractère d'une certaine valeur pour la distinction des plantes et de leurs groupes.

Quand il n'existe qu'un seul ovule dans chaque loge, l'ovule peut être *dressé*, *renversé*, *ascendant* ou *pendant*.

1° Il est dit *dressé* lorsque, fixé au fond de sa loge, son axe coïncide avec celui de l'ovaire; ex. ; la famille des Polygonées.

2° Il est *renversé* quand il a la position inverse, c'est-à-dire qu'il s'attache au sommet de la loge et que son extrémité libre occupe le bas.

3° Il est *ascendant* quand l'une de ses extrémités est attachée sur le côté et que l'autre est libre et se dirige vers le haut.

4° Il est *pendant* lorsqu'il est attaché sur un des côtés de la loge et que l'autre se dirige vers le fond.

5° Quand, dans une même loge, il y a deux ovules, ils peuvent être ou *collatéraux*, c'est-à-dire placés l'un à côté de l'autre, ou *superposés*, c'est-à-dire placés l'un au-dessus de l'autre.

6° Enfin, quand il y en a un grand nombre, comme dans les Renonculacées, ils sont disposés en deux séries ordinairement verticales.

247. **Structure de l'ovule.** — La structure de l'ovule ne peut être étudiée qu'en considérant ce qui se passe dans son développement successif.

Dans les points du placenta où doit se produire un ovule, on

voit s'élever un petit mamelon conique ou ovoïde dû à l'épaississement du parenchyme placentaire; cette portion fondamentale de l'ovule qu'on nomme *nucelle* (petite noix) est uniquement formée de tissu cellulaire. Bientôt la base du nucelle développe un bourrelet annulaire qui finalement l'enveloppe en laissant à son sommet une petite ouverture qui porte le nom de *micropyle*; en même temps, il s'en forme ordinairement un second qui naît de la même manière au-dessous du premier

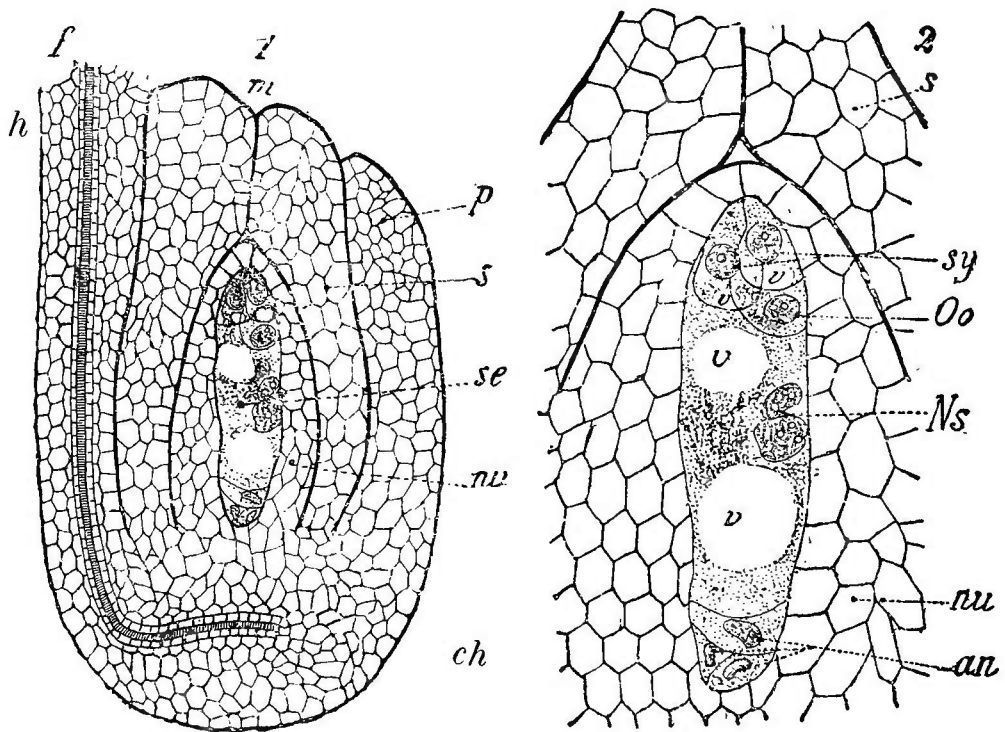


Fig. 200. — Ovule du Lis (*Lilium candidum*).

1, coupe suivant le plan médian. — 2, sac embryonnaire et tissu avoisinant vus à un plus fort grossissement; *h*, hile; *ch*, chalaze; *nu*, nucelle; *s*, secondine; *p*, primine; *m*, micropyle; *se*, sac embryonnaire; *Oo*, noyau de l'oosphère; *sy*, noyaux des synergides; *an*, cellules antipodes; *Ns*, noyau du sac embryonnaire; *v*, vacuoles.

et finit par le recouvrir et même le dépasser en laissant aussi une petite ouverture correspondant à la première, de sorte que le micropyle, au lieu d'être formé par un petit trou, constitue un canal dans lequel on distingue deux orifices, l'un appelé *exostome* qui correspond à l'enveloppe extérieure ou *primine*, l'autre appelé *endostome* qui correspond à la seconde enveloppe ou *secondine*. Il peut arriver que la primine et la secondine manquent et alors l'ovule se réduit au nucelle; ex. : le Gui, le Santal.

Les ovules s'insèrent le plus souvent sur le placenta par l'intermédiaire d'un cordon ou *funicule*. On donne le nom de *hile* au point où le funicule s'attache à l'ovule. Le hile représente la base de l'ovule; son sommet, c'est le micropyle (fig. 202).

Le nucelle et la primine sont uniquement formés de parenchyme, mais le tégument externe peut renfermer des vaisseaux.

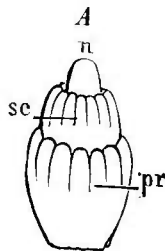


Fig. 201.

A. *n*, nucelle; *pr*, primine; *sc*, secundine.

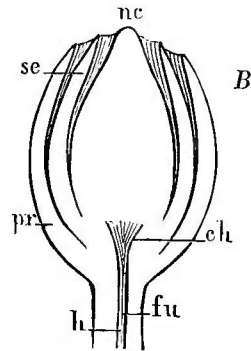


Fig. 202.

B. *nc*, nucelle; *pr*, primine; *se*, secundine; *fu*, funicule; *ch*, chalaze; *h*, hile.

Le funicule renferme un faisceau libéro-ligneux, qui d'une part est relié aux faisceaux du placenta et d'autre part vient se ramifier dans le tégument externe. Le point où le faisceau du funicule se divise pour entrer dans le tégument externe a reçu le nom de *chalaze*.

**248. Forme des ovules.** — L'ovule, pendant son évolution, présente très souvent des inégalités d'accroissement dans ses différentes parties; de là trois sortes d'ovules : les *ovules orthotropes*, les *ovules anatropes*, les *ovules campylotropes*.

1° Dans l'ovule *orthotrope*, le hile et le micropyle sont diamétralement opposés pendant toute la durée du développement; l'ovule a alors la forme d'un œuf dont l'axe se termine d'un côté par le hile et de l'autre par le micropyle; ex. : la Rhubarbe, le Sarrasin (fig. 203).

2° Dans l'ovule *anatrophe*, par suite d'un mouvement de rotation du nucelle, le hile restant en place, le micropyle se rapproche de la base et se place tout près du hile; en même temps, la chalaze se dirige vers le sommet pour occuper la place du micropyle, et le faisceau libéro-ligneux qui unit celle-ci au hile s'allonge sous la forme d'un cordon saillant qui apparaît

dans l'épaisseur de la primine et se nomme le *raphé*; ex. : Hellébore, Noisetier. Les ovules anatropes sont les plus fréquents (fig. 204).

3° D'autres fois, le changement de l'ovule est moins prononcé; le hile et la chalaze restant superposés, par suite d'un accroissement plus rapide d'un des côtés de l'ovule, le micropyle se

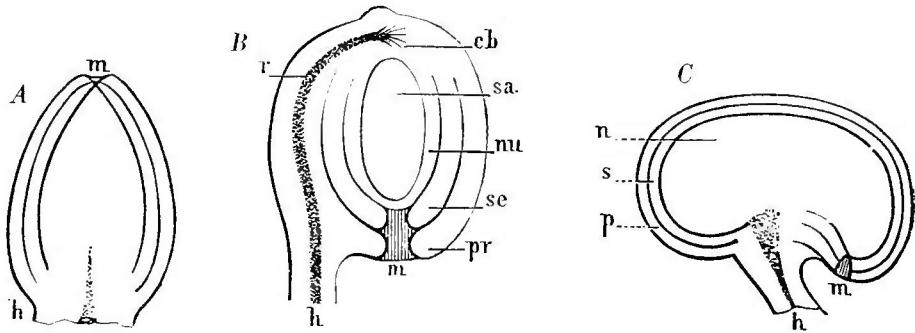


Fig. 203.  
Ovule orthotrope.

Fig. 204.  
Ovule anatrop.

Fig. 205.  
Ovule campylotrope.

A. *m*, micropyle; *h*, hile.  
B. *h*, hile; *m*, micropyle; *r*, raphé; *ch*, chalaze; *pr*, primine; *se*, secondine; *nu*, nucelle; *sa*, sac embryonnaire.  
C. *h*, hile; *m*, micropyle; *p*, primine; *s*, secondine; *n*, nucelle.

rapproche du hile et l'ovule devient réniforme; c'est l'ovule *campylotrope*; ex. : le Haricot. Cette disposition est celle qui se rencontre le plus rarement (fig. 205).

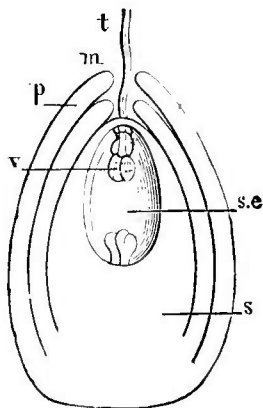


Fig. 206.

*t*, tube pollinique; *m*, micropyle; *se*, sac embryonnaire; *v*, vésicule embryonnaire; *p*, primine; *s*, secondine.

249. **Sac embryonnaire des Angiospermes.** — Quelle que soit la forme de l'ovule, l'organisation de ses parties fondamentales est toujours la même. Le nucelle est formé d'abord d'une masse de tissu cellulaire homogène à la partie inférieure de laquelle se montre la terminaison des faisceaux libéro-ligneux qui constituent le funicule et la chalaze.

A un certain moment qui, généralement, précède la floraison, certaines cellules sous-épidermiques du nucelle se différencient et changent de caractère; tantôt c'est une cellule qui présente ces modifications, tantôt il y en a plusieurs. Ces différenciations ou transformations consistent dans un accroissement rapide qui se fait soit en hauteur, soit dans les deux sens, en

sorte que, dans le premier cas, la cellule occupe toute la hauteur de l'ovule; dans le second, les cellules environnantes sont refoulées à la périphérie et la cellule nouvelle occupe toute la cavité du nucelle; on donne à cette cellule ainsi développée le nom de *sac embryonnaire* parce qu'elle est destinée à produire l'embryon. Il arrive quelquefois que plusieurs sacs embryonnaires apparaissent au début dans un même nucelle, comme cela a lieu chez les Gymnospermes; on a constaté la présence de cette multiplicité de sacs dans les Crucifères où cependant un seul arrive à son complet développement.

Au moment de la fécondation, le sac embryonnaire des Angio-

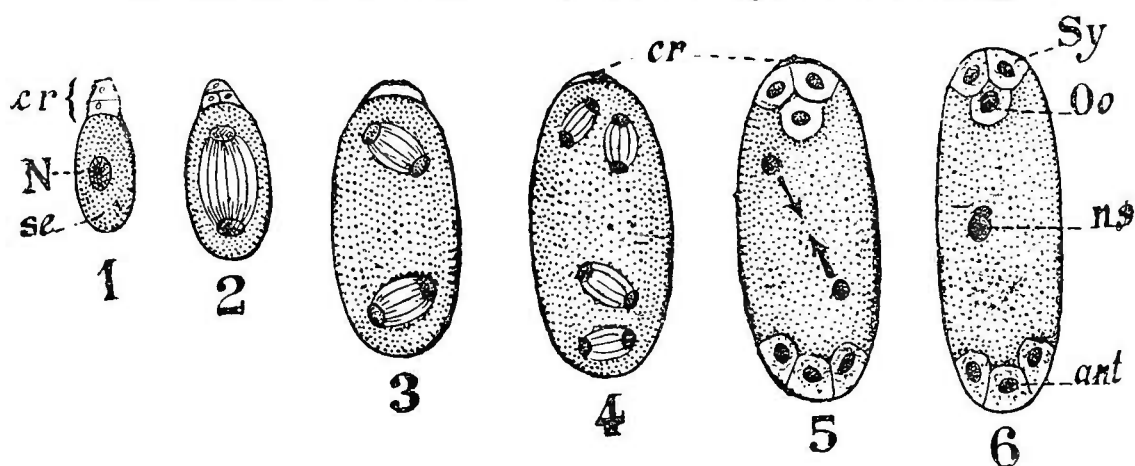


Fig. 207. — Formation de l'oosphère dans le sac embryonnaire (schéma).

*cr*, calotte qui sera résorbée; *se*, sac embryonnaire avant les cloisonnements; *N*, son noyau; 2, 3, 4, états successifs dans la formation des 8 noyaux; 5 et 6, constitution de l'état définitif; *Sy*, synergides; *Oo*, Oosphère; *ns*, noyau secondaire; *ant*, antipodes.

spermes présente l'aspect d'une grande cavité remplie de protoplasma; dans cette cavité, on remarque, à l'extrémité tournée vers le micropyle, un système de trois cellules dépourvues de membrane cellulosique. Les deux plus petites sont les *synergides*, la plus grosse est l'*oosphère*; c'est l'oosphère qui, après avoir subi l'action du pollen, se développera pour donner une nouvelle plante. Au centre du sac est un gros noyau entouré de protoplasma; enfin à la base, du côté de la chalaze, on trouve deux ou plusieurs cellules pourvues d'une membrane de cellulose. Ce sont les *cellules antipodes*. On ignore absolument le rôle qu'elles jouent dans le développement de l'embryon.

250. **Sac embryonnaire des Gymnospermes.** — Le sac embryonnaire des Gymnospermes, bien qu'ayant la même origine



que celui des Angiospermes, a une organisation assez différente. Ce sac en effet est rempli de bonne heure par une masse com-

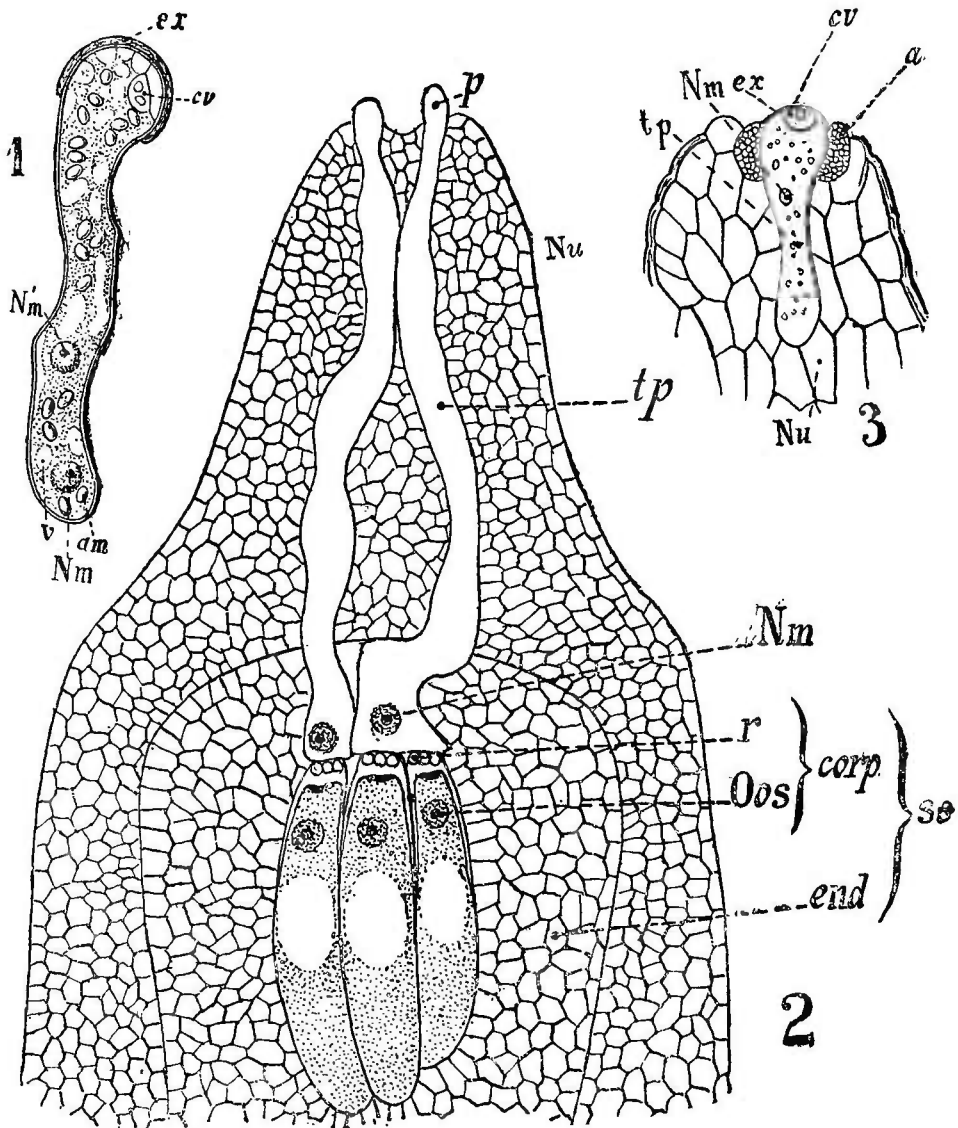


Fig. 208. — Fécondation dans les Gymnospermes.

1, germination d'un grain de pollen; *ex*, exine; *cv*, cellules végétatives; *Nm* et *Nm'*, noyaux mâles résultant de la bipartition du noyau mâle primitif; *am*, grains d'amidon. — 2, coupe longitudinale du sommet d'un ovule de Genévrier en voie de fécondation; *Nu*, nucelle; *se*, sac embryonnaire; *end*, endosperme; *corp*, corpuscules; *r*, rosettes; *Oos*, oosphères; *Nm*, noyaux mâles. — 3, pollen du Pin en germination sur le nucelle, *Nu*; *tp*, tube pollinique.

pacte de cellules qui constitue ce que l'on appelle l'*endosperme*. Certaines des cellules supérieures de cet endosperme sont beaucoup plus grandes que les autres, étendues dans le sens de la

longueur et séparées chacune de la membrane du sac par une rosette de quatre petites cellules. Chaque grande cellule, avec sa rosette, est ce qu'on appelle un *corpuscule*.

Le protoplasma demeure homogène autour du noyau, il n'y a ni forme ni synergides, ni antipodes, ni même d'oosphère.

L'oosphère en effet provient du cloisonnement d'un corpuscule, — il y a donc autant d'oosphères qu'il y a de corpuscules (3-15 chez les Cupressinées, 5-8 chez l'If).

La division des corpuscules détermine la formation de deux cellules, l'une, grande, qui constitue l'oosphère, l'autre, très petite, qui s'insinue entre les cellules de la rosette et reçoit le nom de *cellule de canal* parce que sa disparition, en général précoce, entraîne dans la rosette la formation d'une sorte de pertuis destiné au passage du tube pollinique.

Le sommet du nucelle, en dessociant ses cellules, se creuse souvent d'une cavité qui s'étend jusqu'aux corpuscules. Cette cavité a reçu le nom de *chambre pollinique*.

## FÉCONDATION

251. On donne le nom de fécondation à l'ensemble des phénomènes qui se passent au contact du pollen et du pistil et qui déterminent dans l'ovule la formation de l'embryon; par suite de ces phénomènes, l'ovule se transforme en graine et l'ovaire en fruit.

252. **Germination du pollen.** — La fécondation commence au moment où, la fleur étant épanouie, les anthères s'entr'ouvrent et lancent le pollen sur le stigmate préparé pour le recevoir : en effet, le stigmate est tapissé à sa surface de papilles nombreuses qui lui donnent un aspect velouté et qui sécrètent un liquide visqueux destiné à retenir et à gonfler les grains de pollen; arrivés au contact de ce liquide, ces grains s'y fixent et deviennent le siège de phénomènes analogues à ceux que l'on observe lorsqu'on met le pollen en contact avec l'eau (fig. 195).

Le protoplasma des grains se gonfle et poussant devant lui, à l'endroit d'un pore, la membrane de cellulose qui l'entoure s'allonge en un tube grêle, le *tube pollinique*. Celui-ci croît par son sommet et sans se cloisonner, ni se ramifier, atteint promptement plusieurs milliers de fois la longueur du grain primitif.

Chez les Gymnospermes où le grain est cloisonné c'est la plus grande des deux cellules qui seule se développe pour former le tube pollinique; l'autre reste complètement inactive (fig. 208).

Quand la germination des grains de pollen s'opère sur un stigmate, les tubes polliniques pénètrent dans les interstices

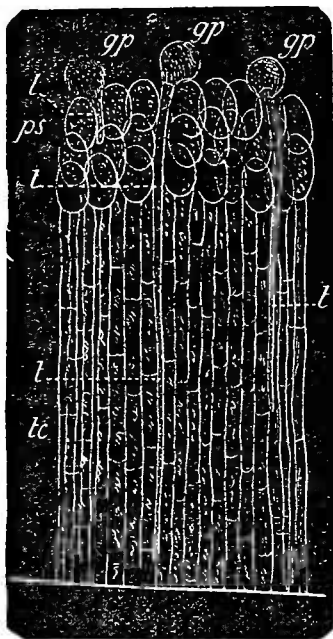


Fig. 209. — Portion de stigmate de la Renoncule au moment de la fécondation.

*gp*, grains de pollen; *ps*, cellules formant les papilles du stigmate; *tc*, tissu conducteur; *l*, *l*, tubes polliniques.

des cellules stigmatiques et s'insinuant à travers le tissu conducteur qui occupe le centre du style arrivent jusqu'aux ovules en suivant les placentas.

Comme chaque ovule exige pour sa fécondation un tube pollinique, le nombre de ces tubes qui pénètrent dans un ovaire donné est en rapport avec le nombre des ovules qui y sont contenus.

Le temps nécessaire à la pénétration du tube pollinique dans le micropyle varie selon les espèces végétales : ainsi dans le Glaïeul, dont le style a 4 centimètres de longueur, le tube met trois jours pour franchir cet espace; le Colchique exige dix à douze heures et les Orchidées dix jours ou même des semaines et des mois pour arriver jusqu'à l'ovaire.

On peut, à l'aide de coupes transversales, reconnaître par le microscope la présence du tube pollinique à des hauteurs diverses du stigmate et du style.

### 253. Fécondation dans le sac embryonnaire des Angiospermes.

— Le tube pollinique pénètre dans l'ovule par le micropyle, arrive jusqu'au sommet du nucelle dont la partie centrale est occupée par le sac embryonnaire et se met en contact plus ou moins intime avec lui. Non seulement il se colle sur ce sac, mais encore il le déprime et le perfore pour arriver jusqu'au contact de l'oosphère. A ce moment le protoplasma granuleux et les noyaux traversent la membrane du tube pollinique et pénètrent dans l'oosphère. Une fois la pénétration faite, l'un

des noyaux se dirige vers le noyau de l'oosphère et va se fusionner avec lui. La fécondation est alors achevée et l'œuf formé s'entoure aussitôt d'une membrane de cellulose (fig. 210).

Le second noyau du tube pollinique se résorbe sans concourir à la fécondation. Quant aux synergides elles disparaissent après la fécondation; quelquefois cependant on les a vues

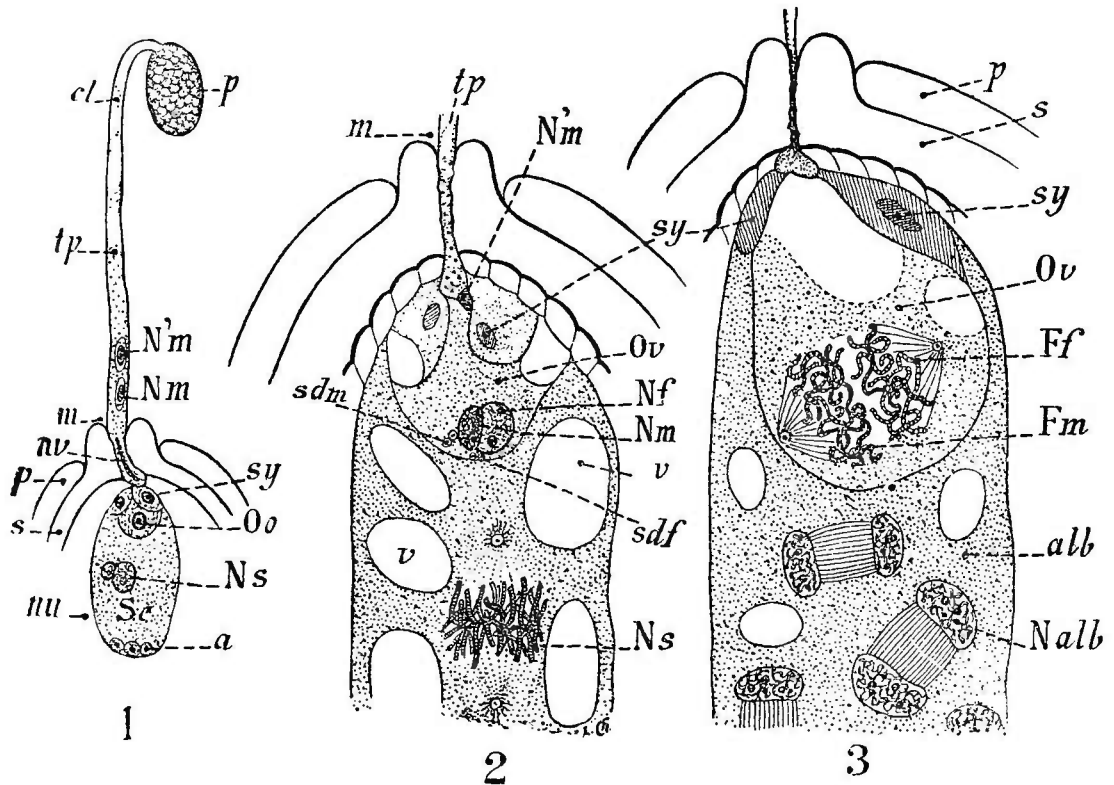


Fig. 210. — Fécondation et première division de l'œuf chez le Lis (d'après Guignard).

1, arrivée du tube pollinique *cp* émis par le grain de pollen *p* à l'ovule; *m*, micropyle; *nv*, noyau végétatif; *Nm*, noyau mâle fertile; *N'm*, noyau mâle stérile du tube pollinique; 2, pénétration du noyau mâle fertile avec ses sphères directrices *sdm* dans l'oosphère contre le noyau *Nf* de laquelle il s'applique; 3, première division de l'œuf; *Fm*, filaments issus du noyau mâle; *Ff*, groupe de filaments issus du noyau femelle qui vont constituer ensemble une plaque nucléaire; *alb*, albumen en voie de formation.

s'approprier une partie du protoplasma du tube pollinique avec le noyau qui demeure sans emploi et dans ce cas former un ou deux œufs surnuméraires (*Mimosa Dehnhardti*).

Lorsque l'oosphère est fécondée, la vie tout entière se concentre dans l'ovaire. La corolle se fane; les pétales se dessèchent et tombent; les étamines, ayant rempli leurs fonctions, subissent le même sort; à leur tour, le stigmate et le style

devenus inutiles disparaissent; seul, l'ovaire persiste, se transforme en fruit et les ovules en graines.

254. — Fécondation dans le sac embryonnaire des Gymnospermes. — Les fleurs femelles des Gymnospermes — ces plantes

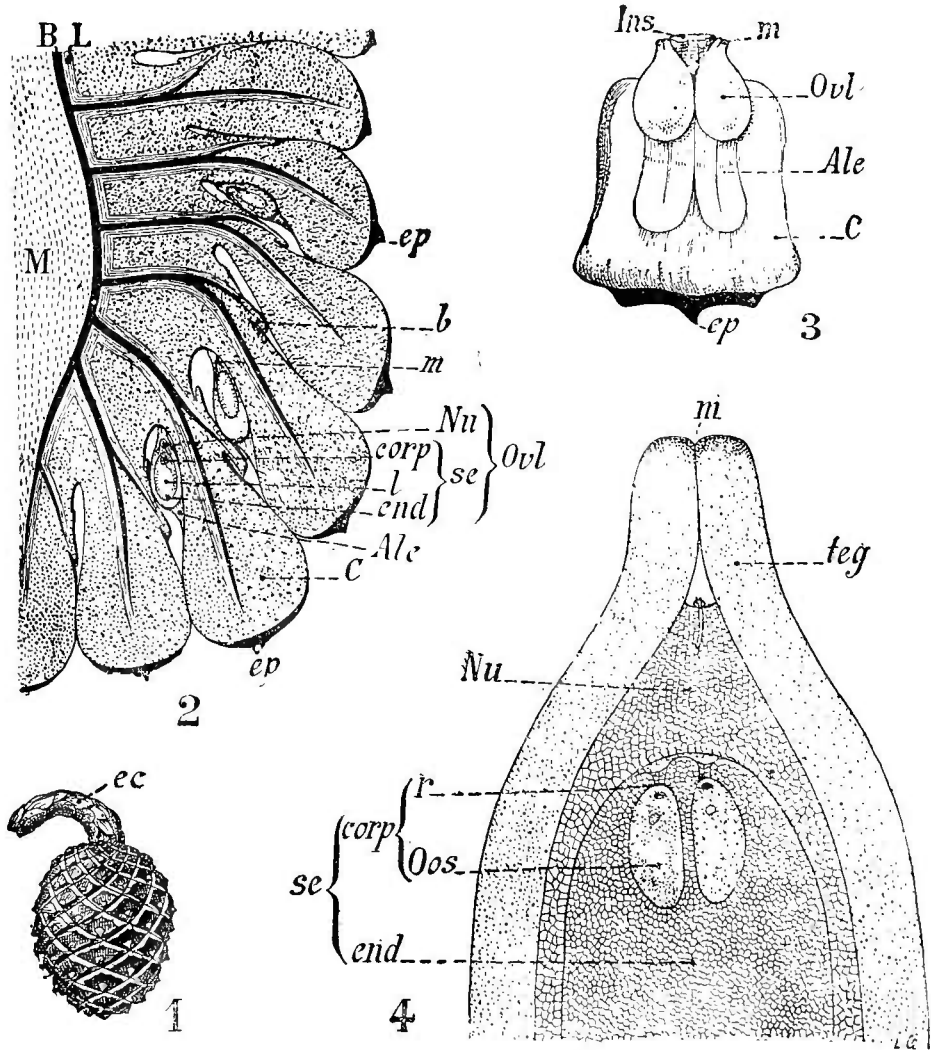


Fig. 211. — Inflorescence femelle du Pin sylvestre peu avant la fécondation des oosphères (mois de Mai de la 2<sup>e</sup> année).

1, jeune cône en voie de développement; 2, portion d'une coupe verticale et médiane du même, fortement grossie; 3, face interne de l'une des écailles; 4, coupe verticale et médiane du sommet d'un ovule; *ec*, écailles stériles; *se*, sac embryonnaire; *corp*, corpuscules; *end*, endosperme; *r*, rosette; *Oos*, oosphère.

sont monoïques ou dioïques — ne possèdent ni style, ni stigmate et leurs ovules sont directement exposés à l'air; aussi pour que les grains de pollen puissent germer il faut qu'ils soient amenés par le vent sur le micropyle des ovules où

ils trouvent un liquide visqueux qui favorise leur germination (fig. 267 et 268). Le développement se fait en deux temps : le tube pollinique s'allonge d'abord de façon à gagner la chambre pollinique située dans le nucelle et passe à l'état de vie ralentie quelquefois pendant une année entière ; puis il recommence à s'allonger et après avoir percé la membrane du sac embryonnaire, s'introduit dans l'étroit passage laissé libre par la disparition de la cellule de canal, et arrive en contact avec l'oosphère (fig. 208 et 211).

Pendant le développement du tube pollinique, son noyau se divise plusieurs fois, mais de ces noyaux multiples, un seul pénètre dans l'oosphère, les autres restent inactifs.

La formation de l'œuf s'effectue comme chez les Angiospermes par la fusion du protoplasma et du noyau générateur du tube pollinique avec le protoplasma et le noyau de l'oosphère.

**255. Circonstances qui favorisent la fécondation.** — L'acte de la fécondation dépend de la disposition des fleurs et des conditions extérieures où elles sont placées.

*Fécondation des fleurs unisexuées.* — Dans les fleurs unisexuées qui ne possèdent chacune que des étamines ou des pistils, le transport du pollen ne peut s'opérer que par des intermédiaires qui sont généralement le vent et les insectes. La forme du pollen, le plus souvent pulvérulent, se prête facilement à cette dissémination ; mais, si le moindre vent peut entraîner le pollen à des distances quelquefois considérables de son point de départ, les insectes sont pour cette dissémination des agents de transport bien plus utiles. En voltigeant d'une fleur mâle à une fleur femelle pour y puiser le nectar, ils peuvent déposer quelques grains de pollen sur la surface visqueuse du stigmate, circonstance qui suffit pour la fécondation. Dans les végétaux monoïques, les fleurs mâles occupent les points élevés, de sorte que le pollen, par son propre poids, tombe sur le stigmate.

L'expérience a encore prouvé que la fécondation dans les plantes dioïques peut se produire à des distances souvent fort considérables. L'exemple le plus remarquable est celui d'un Pistachier femelle du Jardin des plantes qui fut fécondé par un Pistachier mâle de la pépinière des Chartreux, près du Luxembourg.

Dans les plantes dioïques, les Palmiers et les Dattiers, par exemple, on peut opérer artificiellement la fécondation en secouant sur les fleurs femelles le pollen provenant des fleurs mâles; ce procédé est mis en pratique de temps immémorial en Égypte et dans les autres parties de l'Afrique.

**256. Fécondation des fleurs hermaphrodites.** — Dans les fleurs hermaphrodites, c'est-à-dire dans celles qui réunissent les étamines et les pistils, le voisinage de ces organes rend la fécondation très facile; cependant, elle est assurée encore par les dimensions relatives des étamines et des pistils, la forme des stigmates, la direction et le mode de déhiscence des anthères et certains mouvements bien caractérisés qui se passent dans ces organes : c'est ainsi que Linné fait observer très ingénieusement que, lorsque les étamines sont plus longues que les pistils, les fleurs sont en général dressées; elles sont, au contraire, renversées dans celles où les étamines sont plus courtes que les pistils. Quand les étamines sont aussi longues que les pistils, les fleurs sont indistinctement dressées ou pendantes. Toutes ces dispositions sont favorables à la fécondation.

**257. Mouvements qui accompagnent la fécondation.** — Au moment où la fécondation doit se produire, il se passe souvent dans les étamines et les pistils des mouvements plus ou moins marqués qui aident à l'exécution de cette fonction.

Nous signalerons les plantes chez lesquelles ces mouvements sont très évidents : ainsi, les étamines de l'Épine-Vinette se rapprochent et se redressent contre le pistil; les huit ou dix étamines qui composent les fleurs de la Rue (*Ruta graveolens*), d'abord étalées horizontalement, s'appliquent successivement sur le stigmate, y déposent le pollen, puis se déjettent en dehors.

Dans plusieurs plantes de la famille des Urticées les étamines, infléchies sur le centre de la fleur, se redressent avec force comme autant de ressorts et lancent le pollen sur le stigmate.

Des mouvements analogues s'observent dans les styles et les stigmates des *Cactus*, des *Nigelles*, des *Onagres*, en vertu desquels ces organes se rapprochent des anthères au moment de leur déhiscence.

Des mouvements très remarquables s'observent encore dans la fécondation des plantes aquatiques; ils servent à expliquer

comment s'opère ce phénomène; ainsi, les *Nymphaea* viennent épanouir leurs fleurs à la surface de l'eau; les fleurs de la Renoncule aquatique cachées au fond de l'eau sécrètent une bulle d'air qui en remplit l'intérieur et préserve le pollen du contact de l'eau.

Mais l'exemple le plus remarquable est celui qui nous est donné par le *Vallisneria spiralis*, plante dioïque que l'on rencontre sur les bords du canal du Languedoc. Cette plante est entièrement submergée; au moment de la floraison, les fleurs femelles viennent s'épanouir à la surface de l'eau et les fleurs mâles restent au fond; mais, au moment de la fécondation, elles se gonflent, se détachent de leurs supports et viennent à la surface de l'eau s'épanouir et féconder les fleurs femelles; après la fécondation, celles-ci, par le retrait des spirales qui les supportent, redescendent au-dessous de l'eau où leurs fruits mûrissent.

**258. Rôle des insectes dans la fécondation.** — Ce n'est pas seulement pour les fleurs unisexuées que les insectes sont des agents précieux de la fécondation; chez quelques arbres hermaphrodites, le transport du pollen s'effectue aussi par l'intermédiaire de ces animaux, fait qui résulte surtout des observations de Darwin sur les Orchidées. Ce naturaliste célèbre a montré qu'un pistil d'Orchidée n'est jamais fécondé par l'étamine en contact avec lui. Il a constaté que, dans une prairie, la plupart de ces plantes perdent leurs masses polliniques. Il a vu des insectes, et en particulier des Hyménoptères, en recueillant le nectar des fleurs d'*Orchis*, emporter le pollen avec eux et le déposer sur d'autres fleurs.

A la suite d'une série d'expériences remarquables, Darwin a reconnu que la fécondation d'une fleur par ses propres étamines est peu efficace, c'est-à-dire ne produit pas de graine; elle a lieu avec plus d'avantage si le pollen d'une fleur agit sur le pistil d'une autre.

**259. Parthénogénèse.** — Malgré les preuves évidentes de l'existence de la fécondation pour la reproduction des végétaux phanérogames, quelques naturalistes ont admis jusqu'à ces derniers temps que certaines espèces peuvent produire des graines bien conformées sans fécondation. Ce phénomène a été désigné par Van Siébold sous le nom de *parthénogénèse*. Au siècle dernier, Spallanzani avait conclu de ses expériences sur le Chanvre,



l'Épinard, etc., que des graines à embryon pouvaient se produire dans ces plantes sans le secours du pollen. Plus récemment, d'autres naturalistes avaient admis, d'après leurs observations, l'existence de la parthénogénèse chez quelques plantes unisexuées; mais on sait aujourd'hui que ces plantes portent parfois à côté des fleurs mâles, des fleurs femelles.

Une seule plante de la Nouvelle-Hollande, le *Cœlebogyne illicifolia*, semblait être sous ce rapport à l'abri de toute objection et devoir être la preuve irréfutable de la production de graines sans le concours du pollen, lorsqu'en 1857 Baillon reconnut que souvent les fleurs femelles du *Cœlebogyne* portent des étamines fertiles. Ce fait, confirmé en 1860 par les observations longtemps continuées de Karsten, réduit à néant l'hypothèse de la parthénogénèse des plantes.

#### DÉVELOPPEMENT DE L'EMBRYON

**260. Embryon dicotylédoné.** — La fécondation une fois opérée, la vésicule embryonnaire qui l'a subie s'entoure d'une membrane de cellulose, s'allonge en dirigeant son extrémité libre vers la base de l'ovule et se subdivise en un certain nombre de cellules par des cloisons transversales; c'est ce que l'on nomme le *suspenseur* ou *proembryon*. A ce moment la cellule terminale du suspenseur subit une série de divisions et de subdivisions nouvelles et finalement se transforme en une masse compacte de petites cellules de forme sphérique ou ovoïde. Le suspenseur s'atrophie, disparaît en partie ou en totalité et c'est dans la masse de ce tissu qu'apparaissent les premières feuilles cotylédonaire ainsi que la gemmule à l'état simple d'un mamelon terminal, tandis que la première ébauche de la racicule prend naissance à la limite du proembryon.

**261. Embryon monocotylédoné.** — Lorsque l'embryon provient d'une plante monocotylédone, celui-ci passe par tous les états que nous venons de décrire jusqu'à ce qu'il constitue une masse globuleuse ou ovoïde; c'est alors qu'à son extrémité libre apparaît un seul mamelon cotylédonaire embrassant à sa base l'axe de l'embryon ou tigelle qui se termine par un second mamelon, la gemmule entourée par la base du cotylédon : à ce moment le cotylédon s'allonge rapidement ainsi que la tigelle d'où résulte un corps cylindrique et oblong creusé à son centre

d'une cavité dont l'ouverture latérale laisse voir la gemmule.

**262. Formation de l'albumen.** — Sitôt l'œuf formé chez les Angiospermes, et avant toute différenciation, chez les Gymnospermes, le noyau et le protoplasma du sac embryonnaire sont le siège de phénomènes particuliers qui aboutissent à la formation d'un tissu spécial nommé *albumen* ou *endosperme*. Le noyau central du sac se divise d'abord en deux noyaux, ceux-ci à leur tour se divisent de nouveau; en même temps, les noyaux de nouvelle formation se rapprochent des parois du sac et, quand leur nombre est assez considérable, la couche pariétale se transforme en une couche de cellules complètes dont les éléments se divisant ensuite par des cloisons tangentielles envahissent le sac jusqu'à son centre. Les cellules qui constituent l'albumen se remplissent jusqu'à la maturité de la graine, soit de matières albuminoïdes comme l'aleurone, soit de matières grasses, soit d'amidon. Chez un certain nombre

de plantes, un albumen se produit dans le nucelle, c'est-à-dire en dehors du sac embryonnaire, de sorte que la graine peut être considérée comme renfermant deux albumens. On donne le nom de *périsperme* à l'albumen qui se forme dans le nucelle (fig. 207, 208, 210 et 212).

Enfin, dans beaucoup de familles de Dicotylédones, les cotylédons se développent avant la maturité de la graine en corps assez volumineux pour absorber tout l'albumen déjà formé et occuper finalement tout le sac embryonnaire : c'est alors dans ces cotylédons épais et charnus que s'accumulent les réserves nutritives d'aleurone, de matière grasse et d'amidon au lieu d'être emmagasinées dans l'albumen; il suit de là que la différence entre les graines qui n'ont pas d'albumen et celles qui en ont un, c'est que la réserve nutritive de l'albumen passe dans les cotylédons avant la germination.

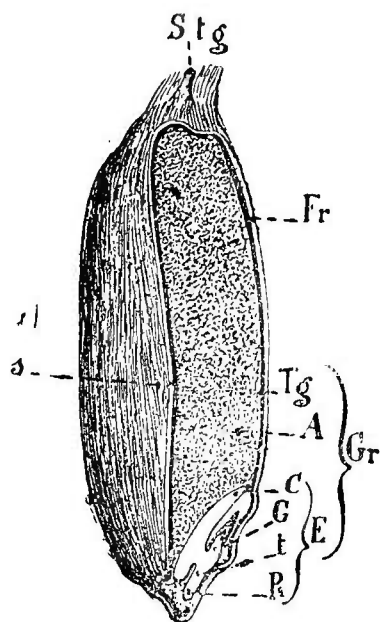


Fig. 212. — Coupe d'un grain de Blé.

*Fr*, péricarpe; *stg*, stigmaté; *Gr*, graine; *A*, albumen.

## FRUIT

263. **Parties constituantes du fruit.** — La fécondation opérée, la fleur ne tarde pas à se flétrir; le style, le stigmate, les anthères et les étamines se dessèchent et tombent, les pétales persistent souvent plus longtemps, mais ils finissent par disparaître; ce n'est que dans un petit nombre de plantes que le

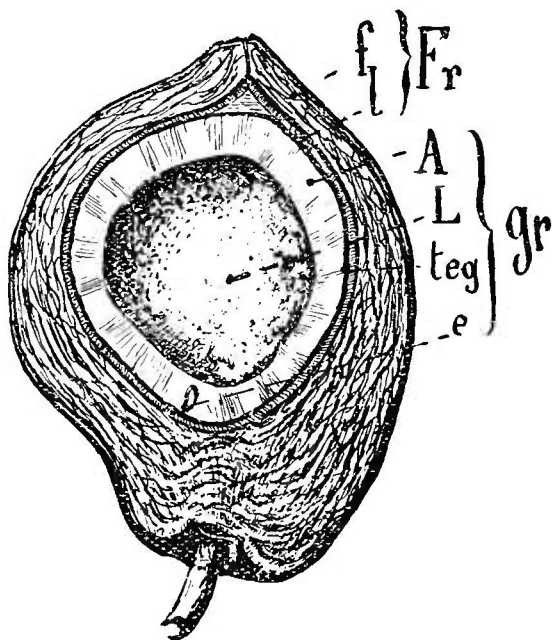


Fig. 243. — Fruit du Cocotier.

*Fr*, paroi du fruit; *gr*, graine; *A*, albumen; *f*, couche fibreuse du fruit; *e*, couche ligneuse; *teg*, tégument.

calice persiste et croît avec l'ovaire : cette nouvelle période de la vie des plantes prend le nom de *fructification*.

On donne le nom de *fruit* à l'ovaire *fécondé* et *mûri*. Il se compose de deux parties : le *péricarpe* et la *graine*. Mais avec le fruit on comprend des parties accessoires qui n'appartiennent pas au gynécée et même qui, totalement étrangères à la fleur, subissent en même temps que l'ovaire de notables transformations à la suite de la fécondation : ainsi, par exemple, dans la Fraise la partie de l'axe floral qui porte les petits fruits véritables se change en une masse charnue rouge; et, de même dans la Figue, l'axe floral se creuse, devient charnu et se

recouvre de petits fruits à sa face interne; on est convenu de regarder comme un fruit l'ensemble de tous ces petits fruits et du réceptacle commun.

264. **Fruits induviés.** — Les fruits de plusieurs plantes sont fréquemment accompagnés à la périphérie de parties accessoires appelées *induvies* et le fruit est dit *induvié*. Ces parties, de formes variables, résultent de la persistance et de l'accroissement de quelques organes voisins de la fleur : ainsi dans la

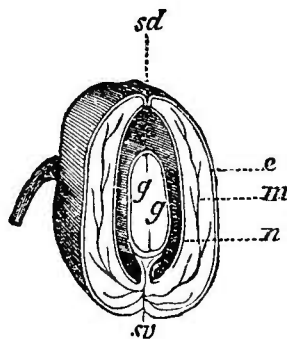


Fig. 214. — Coupe transversale de la gousse de la Fève des marais.

Coupe destinée à montrer la structure du péricarpe. — *sd*, suture dorsale de la feuille carpellaire. — *sv*, suture ventrale. — *e*, épicarpe. — *m*, mésocarpe. — *n*, endocarpe. — *e*, *m*, *n*, péricarpe. — *g*, coupe de la graine.

Noisette, fruit du Coudrier (*Corylus Avellana*), l'induvie a la forme d'un sac verdâtre qui n'est autre chose qu'une bractée persistante; dans le Coqueret alkékengé (*Physalis Alkekengi*), le fruit, qui est une baie, est entouré par le calice qui s'accroît et se colore en rouge; dans la Fraise et la Framboise, il y a toujours à la base une collerette verte qui n'est autre que le calice avec les stipules des sépales; d'autres fruits sont entourés par la corolle, les étamines. En résumé, tous les organes de la fleur peuvent induvier les fruits : ainsi dans le Figuier, le réceptacle induvie les petites drupes dont l'ensemble forme la Figue.

Outre les parties accessoires que nous avons indiquées sous le nom d'induvies, le fruit présente parfois le reste du calice, de la corolle et de l'androcée : or, si l'ovaire est *supère*, ces parties se montrent à la base; si, au contraire, l'ovaire est *infère*, c'est au sommet qu'on les retrouve.

## PÉRICARPE

265. Le péricarpe (de περί, autour; καρπός, fruit) est cette portion du fruit qui forme les parois de l'ovaire; c'est lui qui détermine sa forme.

Le péricarpe n'étant qu'une transformation de la feuille carpellaire, on distingue dans son épaisseur trois parties : 1° une membrane externe correspondant à l'épiderme de la face inférieure de la feuille : on l'appelle *épicarpe*; 2° une interne, qui représente l'épiderme de la face supérieure nommée *endocarpe*; 3° entre ces deux membranes, un parenchyme celluleux et souvent pulpeux qui n'est autre chose que le parenchyme foliaire et qu'on nomme *mésocarpe* (fig. 213 et 214).

La différenciation des trois couches du péricarpe est facile à déterminer quand le fruit provient d'un ovaire supère; lorsqu'au contraire il provient d'un ovaire infère, il est quelquefois difficile de discerner ce qui appartient à l'ovaire de ce qui appartient au réceptacle.

Dans tous les cas, les diverses couches du péricarpe ne subissent pas toujours la même transformation dans leur développement : en effet, dans certains fruits, toutes ces couches deviennent ligneuses, comme nous le verrons dans l'*achaine*, tandis que dans d'autres, les cellules du mésocarpe grandissant, leurs parois diminuent d'épaisseur et leurs cavités se remplissent de suc acides ou sucrés de façon à présenter une couche charnue comme dans la *baie*; de là la distinction des fruits en *fruits charnus* et en *fruits secs*. Dans d'autres cas, l'endocarpe subit la transformation ligneuse en même temps que le mésocarpe prend un développement considérable.

## CLASSIFICATION DES FRUITS

266. Les fruits peuvent être rangés en deux catégories : 1° ceux qui proviennent d'une seule fleur; 2° ceux qui proviennent de plusieurs fleurs très rapprochées, ou d'une inflorescence. Comme, d'après la définition du fruit, chaque ovaire fécondé et mûri constitue un fruit, il est évident que les fleurs

qui ne renferment qu'un seul ovaire ne peuvent produire qu'un fruit et que celles qui renferment plusieurs ovaires peuvent produire plusieurs fruits; de là une première division des fruits : 1<sup>o</sup> les *fruits simples*; 2<sup>o</sup> les *fruits multiples*.

On appelle *fruits composés* la réunion de plusieurs fruits provenant de fleurs distinctes.

### FRUITS SIMPLES

267. En général, on nomme fruit *simple* tout fruit qui provient d'une fleur à un seul carpelle. Cependant dans quelques plantes qui n'ont qu'un ovaire à chaque fleur, cet ovaire peut, pendant la maturation, se dédoubler en deux ou plusieurs parties dont chacune constitue un véritable fruit : ainsi l'ovaire des Labiées, formé de deux carpelles, se sépare en quatre pièces qui sont autant de fruits; de même l'ovaire unique du *Quassia* se sépare en mûrissant en cinq fruits et celui de l'Érable en deux.

Remarquons toutefois que les ovaires ne se développent pas toujours tous en fruits; il arrive souvent qu'un certain nombre se flétrissent et s'atrophient et même, lorsqu'un ovaire pluriloculaire se transforme en fruit, toutes les loges ne se développent pas : ainsi, dans la Noisette, il n'y a qu'une seule loge et l'ovaire est primitivement biloculaire; dans le Châtaignier, l'ovaire a trois loges et le fruit est aussi uniloculaire.

Les fruits simples se divisent en fruits *secs* et fruits *charnus*.

### FRUITS SECS

268. Dans ces fruits, le péricarpe est complètement lignifié, coriace et dépourvu de suc cellulaire : on les divise en fruits *indéhiscents* et en fruits *déhiscents*.

1<sup>o</sup> Dans les fruits *indéhiscents*, le péricarpe ne s'ouvre pas; il enveloppe la graine jusqu'au moment de la germination. Ces fruits portent des appendices qui facilitent la dissémination des graines : par exemple, dans le Pissenlit, le fruit porte une aigrette et s'envole au moindre vent; celui de l'Orme est entouré d'une membrane aliforme qui aide aussi au transport des graines, etc.

2<sup>o</sup> Dans les fruits *déhiscents*, le péricarpe, à complète matu-

rité, se déchire ou éclate brusquement et lance les graines au loin. Cette déhiscence s'effectue de diverses manières, mais généralement par des fentes longitudinales ou *valves* qui s'écar-

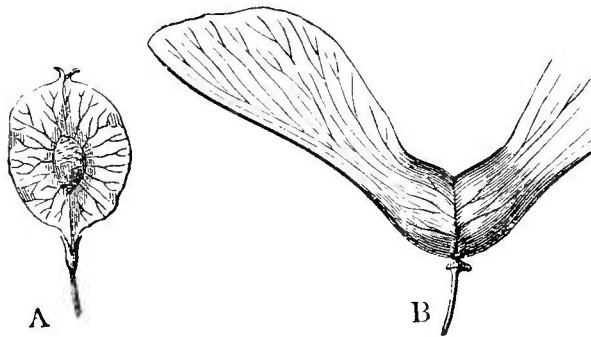


Fig. 215.

A. samare d'un Orme. — B, double samare de l'Érable Platane.

tent plus ou moins les unes des autres, et quelquefois par des pores situés au sommet des fruits (Pavot), ou bien encore par une fente transversale (Jusquiame).

269. **Fruits secs indéhiscent.** — L'*achaine* est un fruit sec, monosperme et indéhiscent, dont le péricarpe se sépare de la graine; ex. : le Pissenlit, la Chicorée, le Sarrasin ou Blé noir.

2° Le *caryopse*, semblable à l'achaine, ayant un péricarpe sec, mince, coriace et soudé à la graine, dont il ne peut être séparé; ex. : les Graminées (fig. 212).

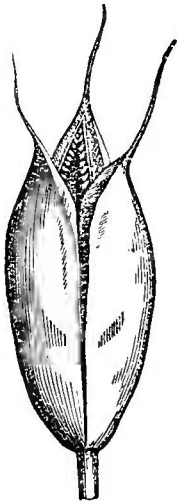


Fig. 216. — Capsule du Colchique.

3° La *samare*, fruit analogue à l'achaine, dont le péricarpe est muni d'une aile membraneuse; ex. : l'Orme (fig. 215).

4° La *noix*, à péricarpe sec, épais et lignifié; ex. : le Noisetier.

270. **Fruits secs déhiscent ou capsules.** — A la maturité, le péricarpe de ces fruits se déchire et laisse échapper les graines dont le nombre est considérable. La déhiscence peut se produire de plusieurs manières différentes.

I. *Capsules à déhiscence longitudinale.* — Généralement, la déhiscence s'opère par des fentes longitudinales et alors elle peut avoir lieu : 1° le long des cloisons qui se séparent elles-mêmes en deux lames; la capsule

est dite alors *septicide*; ex. : le Colchique (fig. 216). 2° Si les fentes portent, au contraire, sur les sutures dorsales, c'est-à-dire au

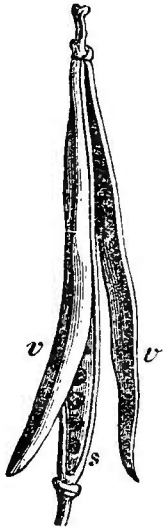


Fig. 217. — Silique de Colza.

Fig. 218. — Pyxide  
du Mouron.

Fig. 219. — Follicule  
du Pied d'alouette.

v, v, valves; s, cloison.

milieu de l'intervalle compris entre deux cloisons consécutives de manière que chaque valve représente deux moitiés de carpelles, la capsule est dite à *déhiscence loculicide*; ex. : la Tulipe. Dans ce cas, chaque cloison est le plus souvent entraînée sur la ligne médiane de chaque valve qui porte avec elle les placentas et les graines. 3° Si, au contraire, les placentas retiennent une partie ou la totalité des cloisons de façon que celles-ci, entièrement séparées des valves, restent unies à une colonne centrale qui porte les placentas et les graines, on dit que la capsule est à *déhiscence septifrage*. Ces divers modes de déhiscence peuvent se combiner entre eux.

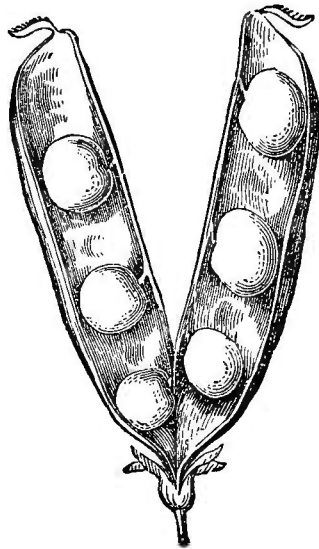


Fig. 220. — Gousse du Pois  
commun.

Ce groupe comprend trois espèces de fruits :



1° Le *follicule* consiste en un carpelle à une seule loge dont les graines, généralement très nombreuses, sont fixées sur une seule ligne. La déhiscence s'effectue par le côté où sont attachées les graines de telle sorte que le fruit reprend la forme de la feuille, ex. : la Pivoine, l'Ancolie, le Pied d'alouette, etc. (fig. 219).

2° La *gousse*, qui caractérise la famille des Légumineuses, s'ouvre à la fois par le bord placentaire et le bord dorsal de manière à présenter deux panneaux; ex. : Fève, Haricot, Pois, etc.

3° La *silique* caractérise généralement la famille des Crucifères. La déhiscence se fait de telle sorte que les deux moitiés du péricarpe se séparent de la cloison médiane qui reste en place avec les graines fixées sur ses bords; ex. : Chou, Cresson, Thlaspi et autres Crucifères (fig. 217).

II. *Capsules à déhiscence transversale*. — La pyxide est un fruit uniloculaire qui s'ouvre par une fente transversale circulaire de manière que la partie supérieure se détache comme un couvercle, la partie inférieure restant fixée au réceptacle; ex. : le Mouron rouge (fig. 218) et la Jusquiame.

III. *Capsule à déhiscence porricide*. — La capsule porricide est un fruit à graines nombreuses qui s'ouvre par de petites ouvertures à travers lesquelles s'échappent les graines; ex. : le Pavot.

## FRUITS CHARNUS

271. Le caractère de ces fruits est d'avoir le péricarpe ou une partie du péricarpe gorgé de suc de sorte qu'à la maturité, ils ont une consistance pulpeuse.

Ces fruits sont généralement indéhiscent; cependant il y a quelques exceptions; tel est le fruit du Muscadier (*Myristica moschata*): ce fruit s'ouvre très nettement en deux parties qui donnent issue aux graines. Nous citerons aussi quelques capsules charnues qui éclatent à la maturité; ex. : la Balsamine. On distingue deux sortes de fruits charnus, savoir : la *baie* et la *drupe*.

1° La *drupe* est un fruit qui, sous un épicarpe mince, con-

tient un mésocarpe charnu tandis que l'endocarpe forme une couche dure comprenant ordinairement une seule graine; telle est la Prune, la Cerise, la Pêche. La drupe peut contenir plusieurs noyaux (fig. 222).



Fig. 221. — Baies du Groseillier.

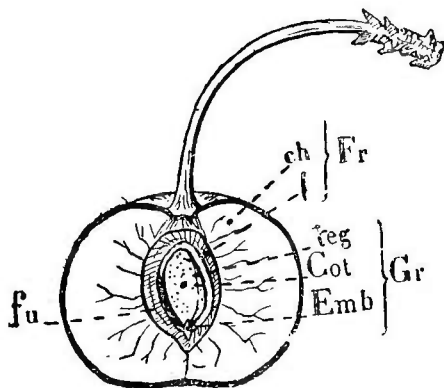


Fig. 222. — Coupe d'une Cerise.

*ch*, couche charnue; *l*, couche ligneuse; *teg*, tégument de la graine.

2° La *baie* comprend tous les fruits charnus dépourvus de noyau; tels sont : la Grenade, la Courge, le Raisin, la Groseille.

Les drupes et les baies peuvent présenter quelques variétés de détail qui n'ont pas d'importance.

## FRUITS COMPOSÉS

272. On donne le nom de fruits composés à un ensemble de fruits provenant de fleurs distinctes les unes des autres, que l'on considère généralement comme un seul fruit; ex. : la Figue, la Mûre, le Cône. Les fruits composés sont généralement formés par des achaines, autrement dit par des fruits secs; mais ils peuvent l'être aussi par des fruits charnus.

1° Le *cône* est une variété de fruits composés secs dont l'organisation est la suivante : au centre, un axe ligneux qui porte des bractées. Ces bractées, minces à l'état jeune, s'épaississent considérablement en vieillissant; chacune protège une double écaille portant des graines. Le cône peut changer de consistance et devenir charnu (fig. 224).

2° Le *sycône* est un fruit composé d'une enveloppe charnue, concave et aplatie, contenant un grand nombre de petites drupes

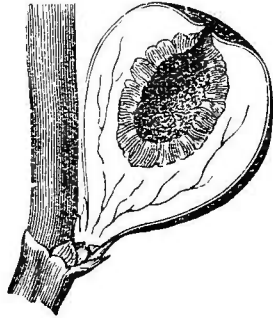


Fig. 223. — Figue (sycône).

qui, toutes, proviennent des fleurs femelles; ex. : la Figue (fig. 223).

3° La *sorose* est une réunion de plusieurs fruits soudés par

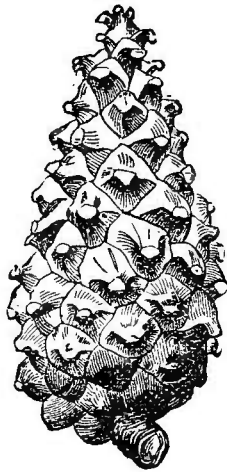


Fig. 224. — Pin, cône mûr (demi-grand. natur.).

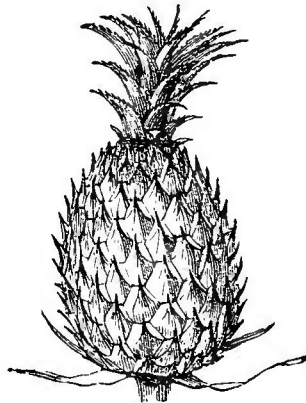


Fig. 225. — Sorose de l'Ananas, surmontée du bouquet de feuilles qui termine l'axe fructifère.

l'intermédiaire des enveloppes florales devenues charnues, simulant une baie mamelonnée; ex. : la Mûre et l'Ananas (fig. 225).

### FRUITS MULTIPLES

273. Le fruit multiple est une réunion de fruits provenant d'une seule fleur : ainsi, dans les Renoncules, le fruit est une

somme de petits achaines qui, dans leur ensemble, offrent l'aspect d'un fruit composé, mais il n'y a qu'une fleur.

Le fruit multiple peut être aussi charnu, comme dans le Framboisier, qui est une réunion de drupes.

Le fruit du Fraisier est une réunion d'achaines disposés sur le réceptacle devenu charnu, coloré et succulent.

## GRAINE

274. La graine est l'ovule fécondé; c'est elle qui, placée dans des conditions favorables, *germe* et donne naissance à une plante semblable à celle qui l'a produite.

### ORGANISATION DE LA GRAINE

275. La graine la plus complète se compose de trois parties : une enveloppe *séminale* ou *téguments*, un *albumen* et un *embryon* ou *plantule*. Quelques graines ne renferment que deux parties : un embryon et une enveloppe; ce n'est que lorsque la plantule ne porte pas en elle la nourriture nécessaire à son développement, qu'on trouve autour d'elle des réserves nutritives qui représentent l'albumen.

276. **Téguments de la graine.** — L'enveloppe des graines est formée par les deux membranes, primine et secundine, que



Fig. 226. — Graine de Mouron montrant l'embryon entouré d'un albumen.

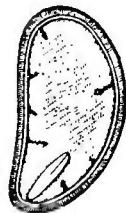


Fig. 227. — Graine de Lierre (embryon et albumen).

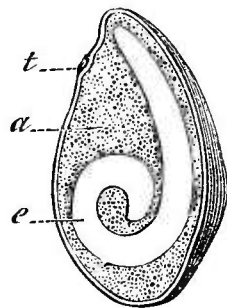


Fig. 228. — Graine d'Oignon.

*e*, embryon; *a*, albumen; *t*, téguments.

nous avons vues exister dans l'ovule au moment de la fécondation.

Dans un grand nombre de cas, la membrane interne se résorbe de sorte qu'il ne reste plus qu'une seule enveloppe;

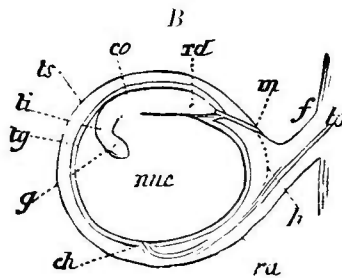
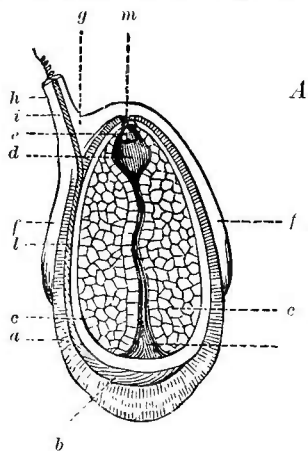


Fig. 229. — Structure de la graine du Nénuphar blanc. Fig. 230. — Coupe de la graine du Pois commun.

A. *a*, testa; *b*, tegmen; *c*, albumen; *d*, sac embryonnaire; *e*, embryon; *f*, arille; *g*, hile; *h*, funicule; *i*, vaisseaux du funicule; *k*, chalaze; *l*, raphé; *m*, micropyle.

B. *h*, hile; *ra*, raphé; *ch*, chalaze; *g*, *ti*, *co*, *rd*, embryon; *tg*, tegmen; *ts*, testa; *m*, micropyle; *f*, funicule; *to*, vaisseaux du funicule; *nuc*, cotylédon.

quand les deux téguments de l'ovule persistent et restent distincts, l'externe, ordinairement dur, coloré, ferme, ligneux



Fig. 231. — Graine de Cotonnier entourée de poils laineux (coton).

ou testacé, s'appelle *testa*, tandis que l'interne, mince et délicat, a reçu le nom de *tegmen*.

A sa surface, l'enveloppe des graines présente le *hile*, c'est-

à-dire la place où la graine s'est séparée du funicule; on y reconnaît encore le micropyle qui, dans les graines anatropes et campylotropes, est placé tout près du hile (Haricot, Pois, etc.) et qui a l'aspect d'une petite verrue creusée au centre.

277. **Parties accessoires de la graine.** — Suivant la configuration de son épiderme, la graine est lisse ou présente des saillies diverses telles que des crêtes, des poils, etc.; ainsi, dans le Cotonnier, par exemple, l'épiderme de la graine est

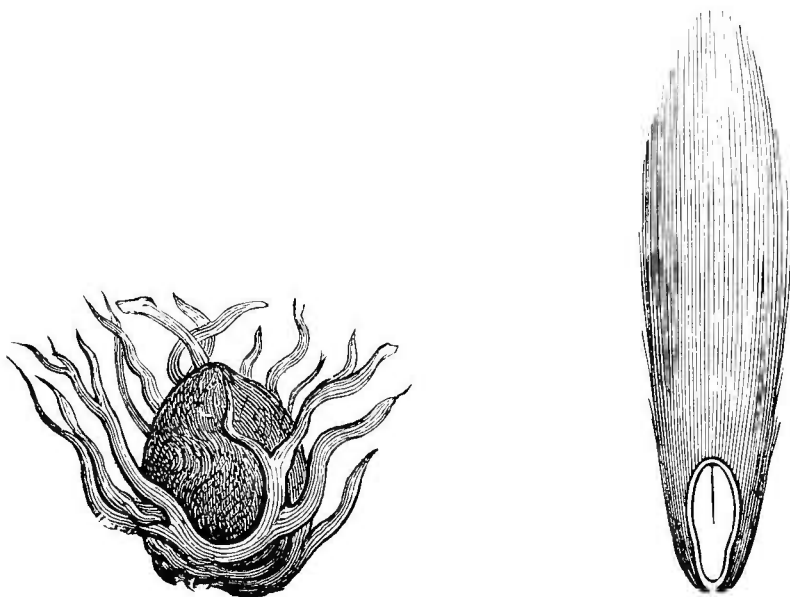


Fig. 232. — Graine entourée de son arille. Fig. 233. — Graine de Saule.

recouvert de longs poils laineux qui sont connus sous le nom de *coton*. Les graines du Saule, du Peuplier, du *Tamarix* développent aussi à leur surface des filaments soyeux qui aident à la dissémination. Ailleurs encore, sur certaines parties, on remarque des excroissances charnues appelées *strophioles* ou des proéminences qui recouvrent le micropyle et qu'on nomme *caroncules*, ou encore une sorte de sac ou de manteau charnu qui recouvre la base de la graine ou la graine tout entière, lequel se détache facilement de l'épiderme et que l'on nomme *arille* : ainsi, ce que l'on appelle vulgairement le macis de la noix muscade est une arille qui entoure la graine du *Myristica fragrans*.

278. **Albumen.** — L'albumen est un corps tout à fait indépendant de l'embryon et qui est destiné à fournir les premiers éléments nutritifs au moment de la germination. Nous avons déjà

indiqué son origine et son mode de formation à propos du développement de l'ovule. Ce corps n'existe pas dans toutes les graines et, lorsqu'il manque, ce sont les cotylédons qui le remplacent dans sa fonction nutritive : aussi de Mirbel avait reconnu depuis longtemps que, lorsque l'albumen existe, les

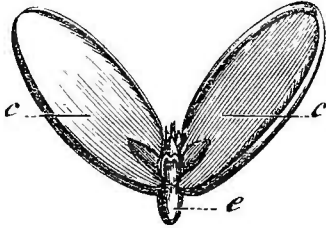


Fig. 234. — Graine d'Amandier.

*e*, embryon ; *c*, *c*, cotylédons.

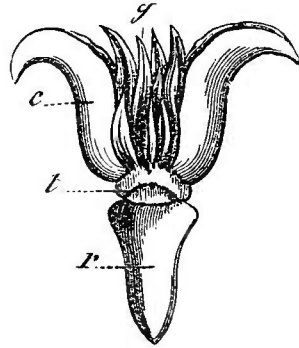


Fig. 235. — Embryon d'Amandier isolé dont on a enlevé les cotylédons.

*c*, *g*, gemmule ; *t*, tigelle ; *r*, radicle.

cotylédons sont minces, tandis que, dans le cas contraire, ce sont les cotylédons qui sont épais et charnus.

Les plantes monocotylédones renferment ordinairement un

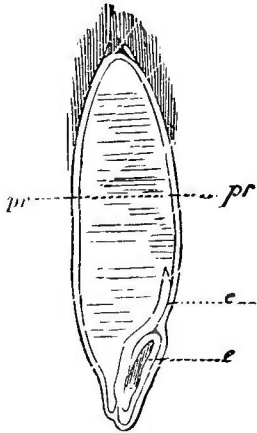


Fig. 236.

Embryon monocotylédone du Blé.

*e*, plantule ; *c*, cotylédon ; *pr*, albumen.

*c*, cotylédon ; *c'*, point d'insertion de celui qui a été enlevé ; *r*, radicle ; *t*, tigelle ; *g*, gemmule.

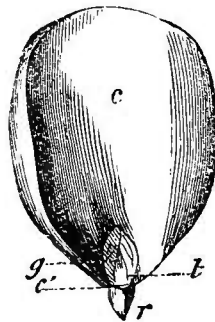


Fig. 237. — Embryon dicotylédone de l'abricotier dont on a enlevé un cotylédon.

albumen très développé et un embryon petit. Les graines des Céréales et les grosses graines, comme celles du Cocotier, sont des exemples frappants de cette disproportion (fig. 213).

Dans les plantes dicotylédones, tantôt la graine offre un abondant albumen et un embryon petit; ex. : le Café; tantôt l'embryon est relativement gros et l'albumen n'occupe qu'une petite place, comme dans la famille des Labiées; tantôt enfin, l'albumen fait défaut et la graine est occupée par l'embryon tout entier (graine de Chêne, de Haricot, de Fève, etc.).

L'albumen varie aussi dans sa nature et sa consistance; il peut être *amylacé* ou *farineux*, comme dans le Blé, le Maïs, le Sarrasin, etc.; il est *oléagineux* ou *charnu*, lorsqu'il renferme dans son tissu une grande quantité d'huile, comme dans le Pavot et le Ricin; il est *corné*, comme dans le Caféier, etc.

279. **Embryon.** — L'embryon est la partie essentielle de la graine; c'est une plante en miniature.

On y distingue un *axe* et des *organes latéraux*. L'axe se sépare en deux portions : une inférieure, destinée à s'enfoncer dans le sol, c'est la *radicule*; l'autre supérieure, difficile à distinguer, c'est la *tigelle* surmontée d'un petit bourgeon, la *gemmule*. Sur la tigelle, entre la gemmule et la radicule, naissent un ou deux organes latéraux que l'on nomme *cotylédons*. Quand il n'y en a qu'un, l'embryon est dit monocotylédone; quand il y en a deux, il est dit dicotylédone.

Dans les plantes monocotylédones, l'embryon est le plus souvent droit et cylindro-conique, quelquefois allongé, et alors il se recourbe. Le cotylédon unique s'insère tout autour de la tigelle comme une feuille engainante et la recouvre.

Dans les plantes dicotylédones, les deux cotylédons naissent à une même hauteur de la tigelle, en face l'un de l'autre, comme deux feuilles opposées. Ils représentent ordinairement la masse principale de l'embryon, de telle sorte que l'axe de forme conique placé entre eux n'est qu'une petite dépendance. Cette disproportion est surtout frappante dans les graines dépourvues d'albumen.

## GERMINATION

280. On donne le nom de germination à l'ensemble des phénomènes qui se passent dans la graine mûre quand l'embryon se développe en une nouvelle plante. L'étude de la germination



peut être envisagée sous le point de vue morphologique, physiologique et chimique, c'est-à-dire au point de vue du mode de développement de l'embryon et des phénomènes qui accompagnent ce développement.

## PHÉNOMÈNES MORPHOLOGIQUES DE LA GERMINATION

**281. Germination des Monocotylédones.** — Chez les Monocotylédones la germination offre quelques particularités intéressantes à connaître. D'abord le développement de l'embryon commence par l'élongation de la racicule; seulement au lieu de s'allonger en pivot, la racine primaire cesse bientôt de croître et développe des racines latérales qui s'échappent de la graine en déchirant les poches où elles étaient enfermées et qui formaient autant de gaines ou *coléorhizes* autour de leurs bases : c'est ce que l'on observe d'une manière très nette chez les Graminées (fig. 238).

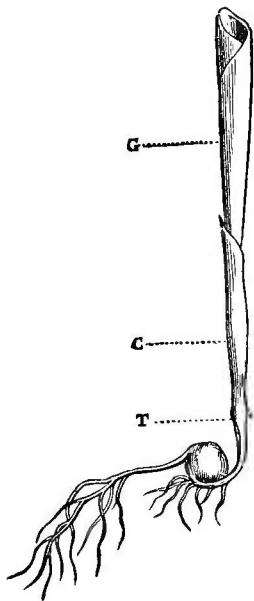


Fig. 238. — Germination du Maïs.

C, cotylédon; G, feuille suivante; T, tigelle.

D'autre part, la partie inférieure du corps cotylédonaire s'allonge en poussant hors de la graine l'extrémité radiculaire dans un sens et la gemmule dans l'autre, tandis que sa partie supérieure reste engagée dans l'albumen jusqu'à son entier épuisement. Cependant dans les Graminées, la gemmule et le cotylédon sortent de la graine et celui-ci reste uni à la plantule par une excroissance de l'axe, l'*écusson*, qui lui transmet les éléments nutritifs de l'albumen. Lorsqu'il ne contient pas d'albumen, le cotylédon est entraîné par la tigelle et se développe en feuille verte.

L'accroissement ultérieur de la plantule est déterminé par le développement de l'axe primaire qui finit par constituer une tige définitive, comme cela arrive dans le Palmier, l'Aloès, etc. Si l'axe en se développant devient très court, il peut former tantôt un tubercule ou un plateau de bulbe; s'il s'allonge et rampe, il constitue un rhizome : mais il n'est pas rare de voir la tige primaire périr après avoir fourni des pousses latérales

qui donnent lieu à des pousses secondaires, tertiaires, etc.

**282. Germination des Dicotylédones.** — Quand une graine commence à germer, son enveloppe séminale ou le péricarpe, s'il s'agit d'un fruit sec indéhiscent, absorbe de l'eau, se gonfle et s'ouvre. Par suite de ce gonflement, le cône radicaire s'allonge rapidement et développe des radicelles, tandis que les cotylédons et la gemmule sont encore enfermés dans la graine.

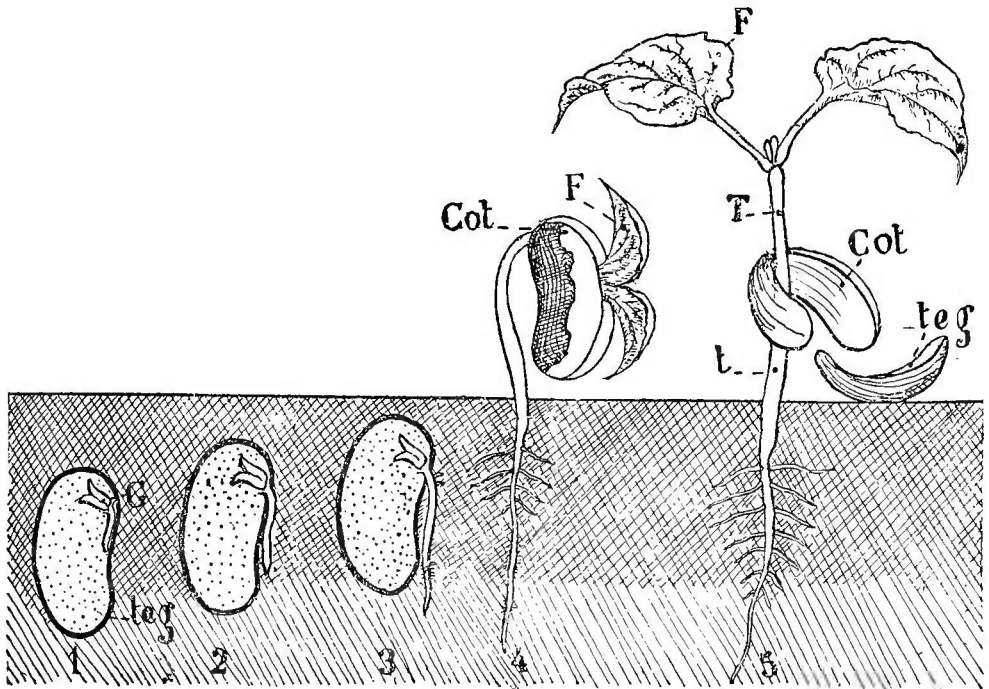


Fig. 239. — Germination de la graine chez le Haricot.

1 à 5, états successifs; *teg*, tégument; *t*, axe hypocotylé; *Cot*, cotylédons; *F*, feuille; *T*, tige.

Si les cotylédons sont épais et charnus, ils restent cachés dans la graine pendant tout le temps de la germination; ils s'épuisent peu à peu et finissent par disparaître; c'est alors que la gemmule s'allonge et s'élève dans l'air. Mais, dans la majorité des cas, les cotylédons, surtout s'ils sont minces, sont appelés à un développement ultérieur: la tigelle s'allonge et se redresse entraînant avec elle la gemmule et les cotylédons qui s'étalent dans l'air; ainsi amenés à la lumière, ces organes s'accroissent rapidement et se transforment en premières feuilles vertes, après avoir absorbé toutefois les réserves nutritives de l'albumen, s'il y en a un dans la graine: tel est le mode général

du développement des graines des plantes dicotylédones (fig. 239 et 240).

Quant à l'accroissement ultérieur de la plantule, il peut s'opérer par le développement puissant de l'axe primaire qui devient la tige principale, s'élève vers le ciel et produit des pousses latérales; dans ce cas, la racine principale s'accroît aussi avec vigueur et se charge de nombreuses radicelles. Il peut toutefois arriver, après la germination, que la tige primaire

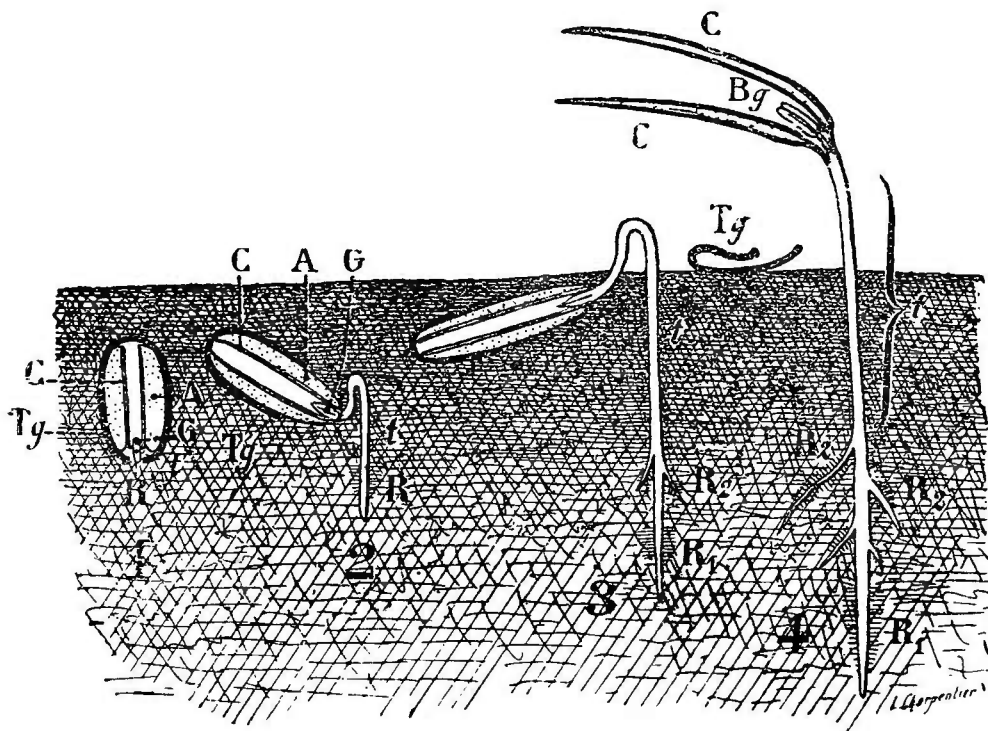


Fig. 240. — Germination de la graine chez le Ricin.

cesse de s'accroître et ne tarde pas à périr (*Lotus*, *Vicia*, *Faba*); ce sont alors les bourgeons axillaires des cotylédons ou des feuilles supérieures qui continuent la vie de la jeune plante

#### PHÉNOMÈNES PHYSIOLOGIQUES DE LA GERMINATION

283. Pour qu'une graine puisse germer il faut un concours de circonstances qui sont, les unes inhérentes à la graine, les autres qui dépendent de l'influence des milieux où elle se trouve.

284. **Conditions inhérentes à la graine.** — Pour qu'une graine possède la propriété germinative il faut : 1° qu'elle contienne un embryon et par conséquent qu'elle ait été fécondée;

2° qu'elle soit mûre ou à peu près mûre ; trop jeune, elle devient stérile ; 3° dans la majorité des cas, elle doit être d'origine assez récente pour qu'elle n'ait pas perdu sa vitalité ou autrement dit sa faculté germinative : il est des graines qui comme celles du Caféier, du Laurier, perdent, après quelques jours, la propriété de germer, tandis que d'autres conservent cette propriété pendant deux ou trois ans. On cite des graines de Melon et de Haricot qui ont germé après trente et quarante ans d'existence et même on a réussi à faire germer des graines d'Héliotrope et de Luzerne trouvées dans des tombeaux et qui remontaient à quinze ou seize cents ans. C'est en les mettant à l'abri du contact de l'air qu'on peut réussir à conserver les graines ; c'est ce que l'on fait en les enfouissant dans des cavités sèches et fermées que l'on nomme des *silos*.

**285. Conditions extérieures de la germination.** — Ces conditions sont : l'*humidité*, la *chaleur* et l'*air*.

1° *Influence de l'eau.* — L'eau est indispensable à la germination comme elle l'est à la manifestation des phénomènes de la vie. Elle imbibe et ramollit la graine, gonfle l'embryon et détermine la rupture de l'enveloppe séminale. En pénétrant à travers les éléments organiques, elle dissout les principes solubles pour les faire servir à la nourriture de la jeune plante ; elle facilite les transformations des substances insolubles et, en se décomposant partiellement, elle contribue aux phénomènes chimiques qui accompagnent toujours l'acte de la germination. Toutefois, il est à remarquer qu'un excès d'eau arrête la germination en altérant la graine, car il détermine l'exosmose des réserves dissoutes destinées à l'embryon ; il faut en excepter les espèces aquatiques.

2° *Influence de l'air.* — L'air est aussi indispensable que l'eau à la vie des plantes : dans le vide de la machine pneumatique, les graines restent absolument inertes comme dans une atmosphère d'hydrogène, d'azote ou d'acide carbonique ; c'est ce qui résulte des expériences de Th. de Saussure. Les graines profondément enfoncées dans le sol à l'abri du contact de l'air ne germent pas ; mais si, par une cause quelconque, elles arrivent dans les couches superficielles, elles se développent : c'est ainsi qu'à la suite des défrichements, on voit apparaître souvent des espèces qui n'existaient pas dans la localité ou qui avaient disparu depuis un temps très long.

Parmi les éléments de l'air, c'est l'oxygène qui joue le pre-

mier rôle pendant la germination. La graine absorbe de l'oxygène et élimine de l'acide carbonique formé aux dépens du carbone contenu dans la jeune plante, et ce phénomène de combustion respiratoire est accompagné d'un dégagement de chaleur, de changements et de transformations chimiques dont nous parlerons plus loin... L'absorption de l'oxygène et l'exhalation de l'acide carbonique peuvent être mises facilement en évidence en plaçant des graines d'Orge, par exemple, sous une cloche remplie d'air et reposant sur la cuve à mercure.

3° *Influence de la chaleur* — Pour germer, la graine a besoin d'une certaine quantité de chaleur; la température minima nécessaire à l'accomplissement de cet acte varie avec l'espèce végétale : ainsi, d'après de Candolle, la Moutarde blanche (*Sinapis alba*) peut germer à 0°; le Lin, à + 1°,8; le *Nigella sativa* et le *Trifolium repens*, à + 5°,7; pour le Blé d'hiver, l'Orge et l'Avoine, la température minima est de + 7°, et pour le Melon elle est de + 17°.

Soumises à un froid rigoureux, les graines ne perdent leurs facultés germinatives que si elles renferment une notable quantité d'eau, ce qui est rare. Les graines sèches au contraire peuvent supporter les plus basses températures sans éprouver de dommages; ainsi le Blé, l'Orge, l'Avoine sont capables de germer après avoir été maintenus pendant plusieurs jours dans un milieu réfrigérant dont la température est de — 100° centigrades.

Il existe également une limite supérieure de température au-dessus de laquelle les semences perdent cette propriété. Cette limite varie beaucoup avec l'espèce végétale : des semences des pays chauds germent à 45° ou même à 50°. Le degré d'humidité a une influence très marquée sur ce phénomène : ainsi d'après Edwards et Colin, les graines peuvent germer lorsqu'elles ont été chauffées dans l'eau à 50°, dans la vapeur d'eau à 62° et dans l'air sec à 75°; pour le Blé on peut pousser jusqu'à 100° sans qu'un seul de ses grains soit altéré.

Ces divers résultats montrent le rôle de l'humidité dans la germination, rôle déjà établi par les belles expériences de Th. de Saussure. Ce physiologiste a montré que la germination des diverses espèces de plantes peut être interrompue par la dessiccation et recommencer ensuite sous l'influence de l'humidité. Enfin il existe pour chaque espèce végétale une température favorable au phénomène qui nous occupe, et c'est à mesure

que l'on s'éloigne de ce terme que la germination devient de plus en plus difficile et lente. En général, la condition calorifique la plus avantageuse est une température de 10 à 20 degrés.

### PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA GERMINATION

286. Toute graine contient : 1° des corps albuminoïdes (albumine, légumine, aleurone, glutine, etc.); 2° des matières féculentes (cellulose, amidon, fécule, etc.); 3° des corps gras; 4° des

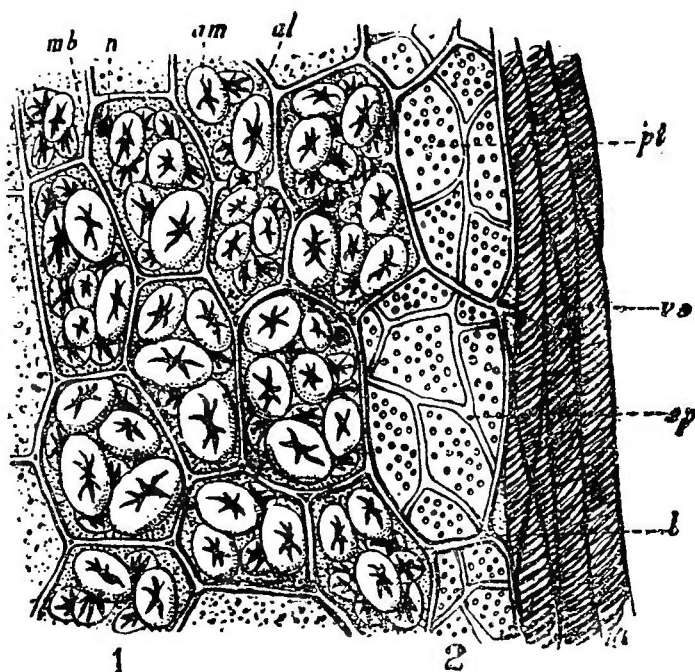


Fig. 241. — Parcelle du tissu des cotylédons chez le Haricot.  
*am*, grains d'amidon; *al*, grains d'aleurone; *ep*, cellules dont le contenu a été dissous.

matières minérales (chlorures, sulfates, phosphates, etc.) (fig. 241). La connaissance des principes immédiats qui entrent dans la composition chimique de la graine, permet, jusqu'à un certain point, de se rendre compte des phénomènes chimiques de la germination, c'est-à-dire des modifications et transformations que subissent ces diverses substances. Les agents essentiels de tous ces changements sont l'oxygène et l'eau.

C'est Th. de Saussure qui, le premier, a cherché à déterminer le rôle des divers agents nécessaires à la production des phénomènes de la germination et en particulier celui de l'oxygène.

Il a montré, en opérant dans des atmosphères limitées, que l'oxygène brûle une partie du carbone de la graine et exhale de l'acide carbonique.

Les recherches plus récentes de M. Gaston Bonnier ont confirmé les résultats énoncés par Th. de Saussure : dès le début et pendant toute la durée de la période germinative, la plantule absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique, en un mot respire activement; elle émet aussi de la vapeur d'eau, c'est-à-dire transpire; en même temps sa substance sèche va diminuant de poids.

D'une manière générale la quantité d'oxygène absorbé est plus grande que la quantité d'acide carbonique dégagé, ce qui prouve qu'une partie de l'oxygène est fixé définitivement dans les tissus, sans doute pour produire des hydrates de carbone.

**287. Dégagement de chaleur pendant la germination.** — En même temps que cette respiration active on peut constater un dégagement de chaleur assez intense. Ainsi dans une salle où l'on fait germer des graines, comme il en existe dans les brasseries, la température peut s'élever d'une façon considérable sous la simple influence de la chaleur dégagée par les graines.

**288. Changements que subissent les principes immédiats pendant la germination.** — Pendant la germination, les matières solubles sont dissoutes par l'eau pour servir immédiatement au développement de l'embryon; celles qui sont insolubles, et c'est le plus grand nombre, éprouvent une série de métamorphoses dont le but final est leur dissolution.

1° Les albuminoïdes se transforment en une substance azotée vivante qui est le protoplasma, point de départ de toutes les formations nouvelles.

2° Au milieu de ce protoplasma se développent des principes azotés mal définis nommés *diastases* qui agissent avec une grande intensité sur les matières insolubles de la graine qu'ils attaquent et dissolvent de proche en proche suivant les besoins de la plante.

Sous l'influence d'une diastase, la matière amylacée se transforme en dextrine, puis en glucose. Grâce à cette merveilleuse propriété, les masses féculentes accumulées dans l'albumen ou dans les cotylédons, en devenant solubles, sont transportées dans les cellules de l'embryon pour servir à leur nourriture et à leur accroissement.

3° Les matières grasses sont oxydées et transformées, partiellement du moins, en dextrine et en cellulose; cette transformation paraît s'opérer directement sans qu'une diastase intervienne.

# LIVRE III

## TAXONOMIE VÉGÉTALE OU CLASSIFICATION BOTANIQUE

---

289. On distingue, en botanique, deux sortes de classifications : 1° les classifications *artificielles* ou *systèmes*, qui ont pour base la manière d'être d'un organe ou d'un système d'organes choisis arbitrairement ; 2° les classifications *naturelles* ou *méthodes* dans lesquelles les groupements sont fondés, non pas d'après un organe comme dans un système, mais d'après l'ensemble des caractères tirés de l'ensemble de l'organisation.

Il suit de cette différence entre ces deux sortes de classifications que, reposant sur des principes différents, elles ont des avantages et un but qui leur sont propres : ainsi, par l'emploi d'un système artificiel, on arrive facilement à déterminer le nom d'une plante donnée en s'appuyant sur des caractères différentiels aussi tranchés que possible ; mais c'est là un faible service rendu, car le nom d'une plante n'apprend rien par lui-même ; aussi, considérée au point de vue scientifique, une classification artificielle ne peut être regardée que comme un instrument d'une valeur très secondaire.

Dans une méthode naturelle, au contraire, où les caractères distinctifs des groupes reposent sur les organes les plus importants, sans se préoccuper de leur nombre et de la difficulté de les apprécier de prime abord, la possibilité de reconnaître le nom d'une plante est un faible avantage quand on le compare à celui que l'on retire de la connaissance intime des principaux



points d'organisation du végétal, lorsqu'on a déterminé sa place dans la méthode : ainsi, par exemple, dans le système artificiel de Linné, si on a reconnu qu'une plante appartient à la quatrième classe qu'on nomme *tétrandrie*, on sait qu'elle a quatre étamines, et rien de plus; mais qu'on arrive par une méthode naturelle à reconnaître qu'une plante appartient à la famille des Crucifères, on aura acquis, par ce seul fait, une idée de la forme de son calice, de sa corolle, de son androcée, de son fruit, de sa graine, etc.

Parmi les nombreux systèmes qui ont été introduits dans la science, deux seulement méritent de fixer l'attention et marquent deux époques dans l'histoire de la botanique; c'est le système sexuel de Linné et la méthode des familles naturelles de de Jussieu, que nous indiquerons comme exemple d'un système et d'une méthode. Toutefois, il importe, avant d'entrer dans quelques détails, de définir les termes employés pour représenter les divisions qui constituent toute classification; ces termes sont ceux d'*espèces*, *variétés*, *races*, *genres*, *ordres*, *familles* et *classes*.

## DE L'ESPÈCE

290. L'ensemble de l'organisation de chaque plante présente une certaine somme de dispositions organiques qui lui sont communes avec un nombre variable de plantes, quant à sa conformation générale et quant à ses principales parties. Ces dispositions ont les unes un caractère d'ensemble et embrassent les conditions de position et d'arrangement des systèmes d'organes les plus importants; les autres sont relatives à la constitution des organes considérés d'une manière isolée, et finalement conduisent à des ressemblances de forme, de taille, de nombre, c'est-à-dire à des groupes d'individus tout à fait semblables entre eux et qui ne présentent que de très légères différences : on donne à ces groupes le nom d'*espèces*.

« L'espèce, dit Cuvier, est une réunion d'individus descendus l'un de l'autre ou de parents communs et de ceux qui leur ressemblent autant qu'ils se ressemblent entre eux. » Cette définition, qui repose sur un fait anatomique et physiologique incontestable, permet l'établissement définitif de l'espèce en dehors de toute théorie.

**291. Variabilité de l'espèce, variété, race.** — Dans cette définition de l'espèce il y a deux choses à considérer : la ressemblance et la descendance ; l'une est subordonnée à l'autre : c'est qu'en effet chez les individus rapportés à un même type spécifique, il n'y a jamais identité dans les caractères : certains se distinguent des autres par des différences très légères qui portent sur la taille, la couleur, la forme d'un organe ou de plusieurs organes, différences qui tiennent aux influences du milieu et qui s'éteignent avec l'individu. Mais là ne s'arrêtent pas les variations du type primitif : sous l'influence de causes diverses, certaines plantes subissent des modifications tellement profondes qu'il est souvent difficile de reconnaître leur origine commune. Lorsque la modification du type spécifique peut se transmettre par voie de descendance tant que l'action modificatrice dure, mais disparaît lorsque cette action vient à cesser, on l'appelle une *variété*.

La variabilité de l'espèce, fait admis par tout le monde, a été et est encore de nos jours le sujet de discussions ardentes. Cette divergence d'idées divise les naturalistes en deux camps opposés qui comptent chacun des noms illustres : les uns, ayant à leur tête Linné, de Jussieu, Cuvier, de Candolle, etc., considèrent les espèces comme des types fixes, invariables, du moins dans leurs principaux traits, ayant conservé les mêmes formes et la même organisation par voie de descendance depuis leur origine jusqu'à nos jours ; en d'autres termes, les espèces éteintes et vivantes se sont manifestées à diverses reprises et par intermittences à la surface du globe avec une fixité de forme qui est le caractère propre de l'espèce.

Les autres, avec Lamarck, Geoffroy Saint-Hilaire, Darwin, etc., rattachent l'origine des espèces les plus élevées à des transformations lentes subies par des espèces inférieures. Ils pensent que les individus composant une espèce ont subi et subissent encore de nos jours, par différenciation progressive et sous l'influence de causes diverses, des altérations profondes et forment des types spécifiques nouveaux qui pourront à leur tour en produire d'autres dans la série des âges.

Les individus qui constituent une espèce présentent ordinairement les mêmes caractères fondamentaux. Cependant il arrive souvent qu'un individu, en changeant de climat, de station, ou bien sous l'influence de circonstances extérieures, s'éloigne

plus ou moins du type spécifique; elle forme alors dans l'espèce une *variété* : ainsi, dans les plantes que l'on cultive, comme les Tulipes, les Œillets, il existe un grand nombre de variétés; ainsi le *Dahlia variabilis*, la Pensée ont donné par la culture les nombreuses variétés qui ornent nos jardins et qui se distinguent surtout par la coloration de leurs fleurs. Mais ce qui distingue les variétés des vraies espèces, c'est qu'elles ne sont pas permanentes, qu'elles ne se multiplient pas par graines et qu'elles tendent à reprendre les caractères du type primitif.

Cependant certaines variétés obtenues par la culture peuvent se multiplier par graines, si elles sont soumises aux mêmes conditions que celles qui ont présidé à leur création : on donne à ces variétés le nom de *races* : ainsi dans les Crucifères, dans les Céréales, dans les Arbres fruitiers, il existe des *races* variées et nombreuses qui se conservent avec les mêmes caractères dans certaines conditions déterminées.

En résumé l'*espèce* est le point de départ, l'*unité*; la *variété* est un individu ou un ensemble d'individus parmi ceux qui composent l'espèce et qui en diffèrent par quelques traits déterminés; les *races* sont des individus de la même espèce ayant reçu par hérédité les caractères d'une variété.

**292. Genres.** — A la notion de l'espèce se rattache nécessairement celle du genre. De même que l'idée d'une origine commune explique les ressemblances des individus qui composent une même espèce, de même on conçoit que des groupes d'espèces puissent se ressembler plus qu'elles ne ressemblent à d'autres, de telle sorte qu'on puisse les considérer comme issues d'une même souche, c'est-à-dire représentant des variétés d'une même espèce d'ordre plus élevé : c'est à la réunion des espèces qui ont entre elles le plus de ressemblance qu'on donne le nom de *genre*.

Les caractères qui servent à distinguer les genres sont toujours tirés des parties les plus essentielles des plantes, par conséquent des organes de la fleur et du fruit.

Chaque genre est désigné par un nom particulier, qui reste le même pour toutes les espèces qui le constituent, et chaque espèce se distingue par un second nom ajouté au premier; dès lors la désignation d'une plante comprend deux noms, l'un *générique* et l'autre *spécifique* : ainsi dans le genre *Veronica* nous trouvons les espèces *Veronica arvensis*, *Veronica spicata*, etc.

293. **Ordres, familles, classes.** — En rapprochant les genres qui ont des caractères communs, on établit des *ordres* si on n'a égard qu'à un caractère commun ou à quelques caractères choisis arbitrairement, et des *familles* ou *ordres naturels* si l'on rapproche les genres d'après des caractères qui embrassent toute l'organisation et qui donnent à ces groupes un air de ressemblance ou de famille.

On désigne les familles soit d'après l'un de ces groupes qui en représentent le type (Liliacées, Solanées, Rubiacées), soit d'après l'un de ces caractères (Labiées, Composées, etc.).

Les familles qui offrent entre elles des analogies tirées d'un caractère plus général et d'un ordre plus élevé, forment des groupes plus étendus auxquels on donne le nom de *classes*.

## SYSTÈME SEXUEL DE LINNÉ

294. Parmi les systèmes artificiels, le plus justement célèbre est celui que publia Linné en 1735 et qu'il désigna sous le nom de *système sexuel*, parce qu'il repose en entier sur les diverses modifications que présentent les organes floraux proprement dits ou *sexuels*, c'est-à-dire les étamines et les pistils.

Linné partage d'abord tous les végétaux connus en deux grandes divisions : 1<sup>o</sup> les *Phanérogames* (de φανερόν, évident), pourvues de fleurs apparentes et reconnaissables ; 2<sup>o</sup> les *Cryptogames* (de κρύπτω, je cache), qui n'ont pas de véritables fleurs, dont les organes sexuels sont cachés. Les Phanérogames se distinguent en celles qui ont des fleurs hermaphrodites ou monoclines et celles dont les fleurs sont unisexuées ou diclines. Les plantes à fleurs hermaphrodites comprennent 20 classes ; celles à fleurs unisexuées forment 3 classes, et les Cryptogames sont groupées dans une seule ; total : 24 classes.

Les 10 premières classes comprennent les plantes dans lesquelles les étamines sont égales et en nombre déterminé ; les 3 suivantes comprennent les étamines à nombre indéterminé, de 11 à 19, le plus souvent 12, de 20 à 100, périgynes ou hypogynes.

## TABLEAU DU SYSTÈME DE LINNÉ

I. MONANDRIE....	1 étamine.....	Exemples.	{ Hippuris, Valériane rouge.
II. DIANDRIE .....	2 — .....	—	{ Lilas, Véronique, Jasmin.
III. TRIANDRIE.....	3 — .....	—	{ Iris, Graminées.
IV. TÉTRANDRIE ..	4 — .....	—	{ Garance, Scabieuse, Caille-lait.
V. PENTANDRIE... ..	5 — .....	—	{ Bourrache, Solanées, Om-bellifères.
VI. HEXANDRIE....	6 — .....	—	{ Lis, Tulipe, Nar-cisse.
VII. HEPTANDRIE... ..	7 — .....	—	{ Marronnier d'Inde.
VIII. OCTANDRIE....	8 — .....	—	{ Sarrasin, Bruyère.
IX. ENNÉANDRIE... ..	9 — .....	—	{ Laurier, Rhu-barbe.
X. DÉCANDRIE....	10 — .....	—	{ OEillet, Rue.
XI. DODÉCANDRIE... ..	12-19 étamines.....	—	{ Réséda, Jou-barbe.
XII. ICOSANDRIE....	20 — ou plus. — Périgynes..	—	{ Rosier, Grenadier.
XIII. POLYANDRIE... ..	20 — ou plus. — Hypogynes.	--	{ Renoncule, Pa-vot.

Les plantes à étamines inégales forment deux classes :

XIV. DIDYNAMIE....	4 étamines. — Didynames.....	Exemples.	{ Labiées, Digi-tale.
XV. TÉTRADYNAMIE.	6 — — Tétradynames.....	—	{ Crucifères.

Viennent ensuite cinq classes caractérisées par la soudure des étamines entre elles ou avec l'ovaire

XVI. MONADELPHIE..	Étamines monadelphes.....	Exemples.	Malvacées.
XVII. DIADELPHIE... ..	— diadelphes.....	—	Légumineuses.
XVIII. POLYADELPHIE.	— polyadelphes.....	—	Oranger.
XIX. SYNGÉNÉSIE... ..	— synanthérées.....	—	{ Composées, Vio-lette.
XX. GYNANDRIE... ..	Union des étamines et des pistils....	—	Orchidées.

Les végétaux à fleurs unisexuelles ou diclines forment trois classes :

XXI. MONŒCIE.....	{ Fleurs mâles et fleurs femelles sur le même pied. ....	Fleurs.	{ Maïs, Chêne, Concombre.
XXII. DIOŒCIE.....	{ Fleurs mâles et fleurs femelles sur des pieds différents.....	—	{ Chanvre, Saule.
XXIII. POLYGAMIE....	{ Fleurs mâles et fleurs femelles réunies ou disposées sur le même pied....	Exemples.	{ Frêne, Parié-taire.

Enfin la XXIV<sup>e</sup> classe réunit les plantes cryptogames :

XXIV. CRYPTOGRAMIE.....	Exemples.	{ Fougères, Champignons, Mousses, Algues.
-------------------------	-----------	---

A chacune de ces classes se rapportent un certain nombre d'*ordres*, fondés sur les caractères tirés du pistil et du fruit, dont nous ne parlerons pas. Ce système permet d'arriver facilement à connaître le nom d'une plante; c'est pourquoi il est encore très en usage dans certains pays. On peut, pour arriver

au même but, se servir d'une méthode empirique plus facile pour les commençants et qu'on a appelée *méthode dichotomique*.

295. **Méthode dichotomique.** — La classification de Linné est aujourd'hui généralement remplacée par une méthode empirique désignée sous le nom de *méthode dichotomique*, qui permet aux jeunes commençants d'arriver plus facilement à connaître le nom des plantes.

Ce système a été appliqué pour la première fois par Lamarck dans sa *Flore française*, et ce procédé n'a pas tardé à se généraliser. Il consiste d'abord à séparer le règne végétal en deux groupes, puis chacun d'eux en deux autres, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on arrive à un groupe de deux fleurs qui se distinguent l'une de l'autre par un caractère bien tranché. Une plante étant donnée, il sera facile de connaître son nom par la seule considération de caractères saillants et contradictoires qui doivent servir de guide dans l'application de ce système. Comme type de ces sortes de méthodes, nous citerons celle de MM. Bonnier et de Layens qui se trouve dans leur *Flore des environs de Paris*.

#### MÉTHODE NATURELLE DE JUSSIEU

296. Parmi les nombreuses méthodes naturelles qui ont été proposées et qui toutes ont des mérites différents, nous devons citer en première ligne celle de de Jussieu (1789), car elle a précédé toutes les autres et leur a ouvert la voie. Toutes celles qui l'ont suivie n'en sont, à proprement parler, que des modifications. Ce qui distingue surtout cette méthode de toutes celles qui l'avaient précédée, ce sont les principes sur lesquels repose le groupement des genres en *familles naturelles* et la répartition des familles des Phanérogames dans les deux grandes divisions des Monocotylédones et des Dicotylédones. Or les principes qui ont servi de base pour la formation des familles sont non seulement la *valeur des caractères* tirés de l'organisation, mais encore leur *corrélacion* et leur *subordination*, et, pour en déterminer le degré d'importance, de Jussieu prend comme règle la *constance* ou l'*invariabilité* de ces caractères : c'est par l'étude attentive de certains groupes naturels (Liliacées, Graminées, Crucifères, Ombellifères, Composées,

Légumineuses) qui ont frappé les observateurs de tous les temps, que de Jussieu put déduire du degré de constance, la valeur relative des organes dans la formation des groupes naturels.

Parmi les organes des plantes, les uns se rapportent à la nutrition, les autres à la reproduction; leur degré d'importance dépend nécessairement du rôle qu'ils jouent dans les phénomènes de la vie; ce sont aussi ceux qui doivent être les plus constants. Or, dans la reproduction, c'est évidemment l'embryon qui est le plus important; sa présence ou son absence, son organisation propre, son mode de développement forment autant de caractères de première valeur qui ont servi à établir les trois grandes divisions du règne végétal : 1<sup>o</sup> les plantes *inembryonnées* ou *Acotylédones*; 2<sup>o</sup> les plantes *embryonnées* avec un seul cotylédon ou *Monocotylédones*; 3<sup>o</sup> les plantes *embryonnées* avec deux cotylédons ou *Dicotylédones*.

Les plantes acotylédones composent une seule classe renfermant la *cryptogamie* de Linné.

Les plantes monocotylédones sont rangées, d'après le mode d'insertion des étamines, en 3 classes qui portent le nom de *monohypogynie*, *monopérigynie*, *monoépigynie*.

Les plantes dicotylédones, étant beaucoup plus nombreuses, comprennent un plus grand nombre de divisions. Les Dicotylédones sont les unes hermaphrodites, les autres diclines : les premières ont été distinguées d'après l'absence ou l'état de la corolle en *apétales*, *monopétales* et *polypétales*, et c'est ensuite d'après le mode d'insertion des étamines qu'on les a divisées en 10 classes : ainsi les Dicotylédones apétales forment l'*hypostaminie*, la *péristaminie* et l'*épistaminie*. Chez les monopétales, la corolle porte à sa base les étamines qui peuvent être hypogynes, périgynes, épigynes; de là l'*hypocorollie*, la *péricorollie* et l'*épiorollie*. Seulement, dans l'*épiorollie*, les étamines sont tantôt soudées par les anthères, tantôt libres, ce qui constitue la *synanthérie* dans le premier cas, et la *ehorisanthérie*, dans le second. Quant aux Dicotylédones polypétales, elles forment 3 classes : l'*épipétalie*, l'*hypopétalie* et la *péripétalie*. Enfin la dernière classe constitue la *diclinie*, renfermant toutes les espèces à fleurs unisexuées monoïques et dioïques.

Tels sont les trois grands embranchements et les 15 classes de la méthode naturelle établie par A.-L. de Jussieu.

TABLEAU

DE LA MÉTHODE NATURELLE D'A.-L. DE JUSSIEU

PLANTES

ACOTYLÉDONÉES .....	1 ACOTYLÉDONIE ...			{ Champignons. Algues. Lichens. Mousses. Fougères. Equisétacées.					
		MONOCOTYLÉDONÉES à étamines...	{		hypogynes.....	2 MONOHYPOGYNIE..	Graminées.		
					périgynes.....	3 MONOPÉRIGYNIE..	{ Palmiers. Asparaginées. Liliacées.		
					épigynes.....	4 MONOÉPIGYNIE...	{ Narcissées. Iridées. Orchidées.		
		APÉTALES. <i>Étamines</i>	{		épigynes.....	5 ÉPISTAMINIE....	Aristolochiées.		
					périgynes.....	6 PÉRISTAMINIE...	{ Laurinées. Polygonées.		
					hypogynes.....	7 HYPOSTAMINIE...	{ Amarantacées. Plantaginées. Primulacées.		
		hermaprodites.	MONOPÉTALES. <i>Étamines</i>		{	hypogynes.....	8 HYPOCOROLLIE...	{ Jasminées. Solanées. Labiées. Borraginées. Convolvulacées.	
						périgynes.....	9 PÉRICOROLLIE...	{ Éricinées. Campanulacées.	
						épigynes.	{	soudées. 10 { ÉPICOROLLIE. SY- NANTHÉRIE.....	{ Synanthérées.
						libres... 11 { ÉPICOROLLIE. CHO- RISANTHÉRIE...			
						DICOTYLÉDONÉES <i>Fleurs.</i>	POLYPÉTALES. <i>Étamines</i>	{	épigynes.....
		hypogynes.....	13 HYPOPÉTALIE....		{ Renonculacées. Papavéracées. Crucifères. Aurantiacées. Géraniacées. Ampélidées. Malvacées. Tiliacées. Caryophyllées.				
		périgynes.....	14 PÉRIPÉTALIE.....		{ Ficoïdées. Myrtacées. Rosacées. Légumineuses.				
		unisexués.....	15 DICLINIE.....		{ Euphorbiacées. Cucurbitacées. Urticées. Amentacées. Conifères.				



Des modifications importantes ont été introduites à la méthode de de Jussieu par R. Brown, de Candolle, Lindley, Richard, Endlicher, Brongniart, etc. Grâce à leurs travaux et à leurs découvertes, le nombre, l'arrangement, l'ordre et l'étendue des familles ont été changés; de nouveaux groupes intermédiaires ont été établis entre celles-ci et les embranchements, groupes que la plupart des botanistes désignent sous le nom de classes; mais les principes qui servent de base à la méthode des familles naturelles sont restés les mêmes.

297. Le règne végétal a été divisé d'après les divers degrés de la différenciation externe du corps en quatre embranchements : les THALLOPHYTES, les MUSCINÉES, les CRYPTOGAMES VASCULAIRES et les PHANÉROGAMES.

On réunit quelquefois les trois premiers embranchements, Thallophytes, Muscinées et Cryptogames vasculaires sous le nom de CRYPTOGAMES, c'est-à-dire plantes sans fleurs, que l'on oppose ainsi aux Phanérogames, qui comprennent toutes les plantes à fleurs.

Les Thallophytes sont réduits à une expansion de forme variée, appelée *thalle*, dans laquelle on ne reconnaît aucun organe différencié en racine, tige ou feuille.

Les Muscinées possèdent seulement une tige et des feuilles.

Les Cryptogames vasculaires ont une tige, des feuilles et en outre des racines.

Enfin les Phanérogames possèdent tous les membres des Cryptogames vasculaires, et de plus sont susceptibles de porter des fleurs.

## I<sup>er</sup> EMBRANCHEMENT — THALLOPHYTES

L'embranchement des Thallophytes a été divisé en deux classes : les ALGUES et les CHAMPIGNONS.

### ALGUES

298. Plantes qui croissent dans les endroits humides, et surtout dans les eaux douces et salées. Quelques-unes sont

formées uniquement de cellules isolées (*Protococcus*), ou bien de filaments, de tubes ramifiés et cloisonnés (*Conferva*), ou d'expansions membraneuses (*Fucus*) : ces divers organes, quelle que soit leur forme, prennent le nom de *thalle*.

Les Algues peuvent se multiplier : 1<sup>o</sup> par des spores qui se détachent pour reproduire la plante; 2<sup>o</sup> par des œufs. Examinons successivement ces deux modes de reproduction.

**I. Reproduction par spores.** — La reproduction par spores est dite reproduction asexuée, elle s'observe chez presque toutes les Algues, mais elle n'existe seule que chez les plus inférieures du groupe.

La forme habituelle des spores des Algues est celle d'une cellule munie de cils vibratiles qui lui permettent de se mouvoir. On donne souvent le nom de *zoospores* à ces spores mobiles (fig. 242).

Les spores prennent naissance dans certaines cellules du thalle par division du protoplasma et du noyau, ou bien par

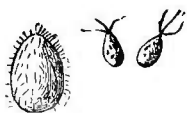


Fig. 142. — Zoospores de *Vaucheria* et de *Chætophora*.

rénovation du protoplasma (13); dans ce dernier cas, la cellule mère emploie tout son protoplasma à la formation d'une seule spore.

Les spores sont mises en liberté par la destruction de la paroi de leur cellule mère, nagent pendant un certain temps, puis se fixent après avoir perdu leurs cils. Une fois fixée la spore se revêt d'une membrane de cellulose et donne naissance à une nouvelle plante.

**II. Reproduction sexuée.** — Chez un certain nombre d'Algues, la formation de l'œuf résulte simplement de l'union de deux masses protoplasmiques semblables de forme et de dimension : tantôt, ce sont deux spores qui se fusionnent en une seule; tantôt c'est le contenu d'une cellule qui passe en entier dans une autre cellule voisine (fig. 243).

La reproduction sexuée, par fécondation vraie, a pour organes essentiels une cellule femelle ou *oosphère* qui est toujours dépourvue d'enveloppe au moment de la fécondation et

une cellule mâle ou *anthérozoïde* qui ressemble de tous points à une zoospore. Après la fusion, l'oosphère se recouvre d'une membrane et devient apte à germer; elle prend alors le nom d'*oospore* (fig. 244).

Les organes dans lesquels sont contenues les oosphères ont

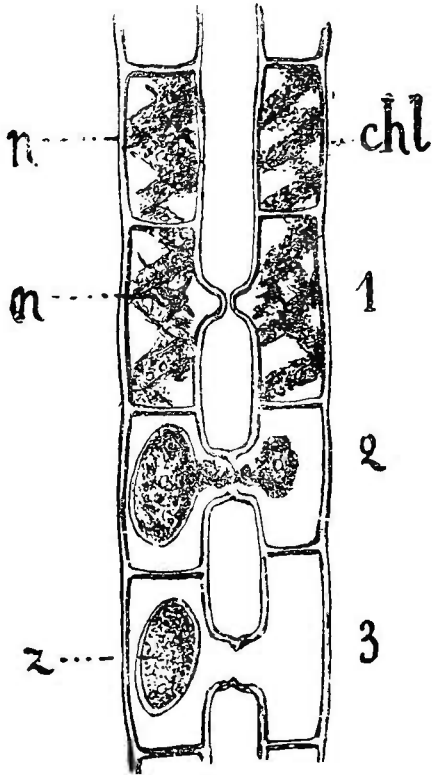


Fig. 243. — Phases successives de la conjugaison qui donne naissance à un œuf *z*, chez une Spirogyre.

*n*, noyau; — *chl*, protoplasma chlorophyllien, sous forme de ruban spiralé.

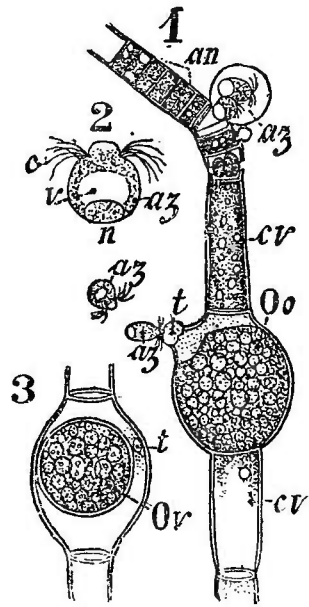


Fig. 244. — Formation de l'œuf par fusion d'un anthérozoïde *az*, et d'une oosphère *o*, chez un *Oedogonium*.

*cv*, cellules végétatives; — *Or* œuf.

reçu le nom d'*oogones* et ceux qui renferment les anthérozoïdes s'appellent des *anthéridies*.

Ces deux sortes d'organes varient considérablement de formes dans les différentes familles d'Algues, et ce n'est pas ici le lieu de les examiner en détail (fig. 245).

Les Algues sont la plupart des plantes à chlorophylle, et par conséquent assimilent directement les éléments minéraux nécessaires à leur nutrition; par suite les conditions nécessaires à la vie de ces Cryptogames sont l'eau et la lumière. Cette circonstance les distingue des Champignons qui, étant

privés de chlorophylle, vivent uniquement en parasites soit sur les animaux ou les végétaux, soit sur les produits organiques en voie de décomposition.

299. **Division des Algues.** — On divise les Algues en plusieurs groupes fondés sur la forme générale et la couleur; ce sont :

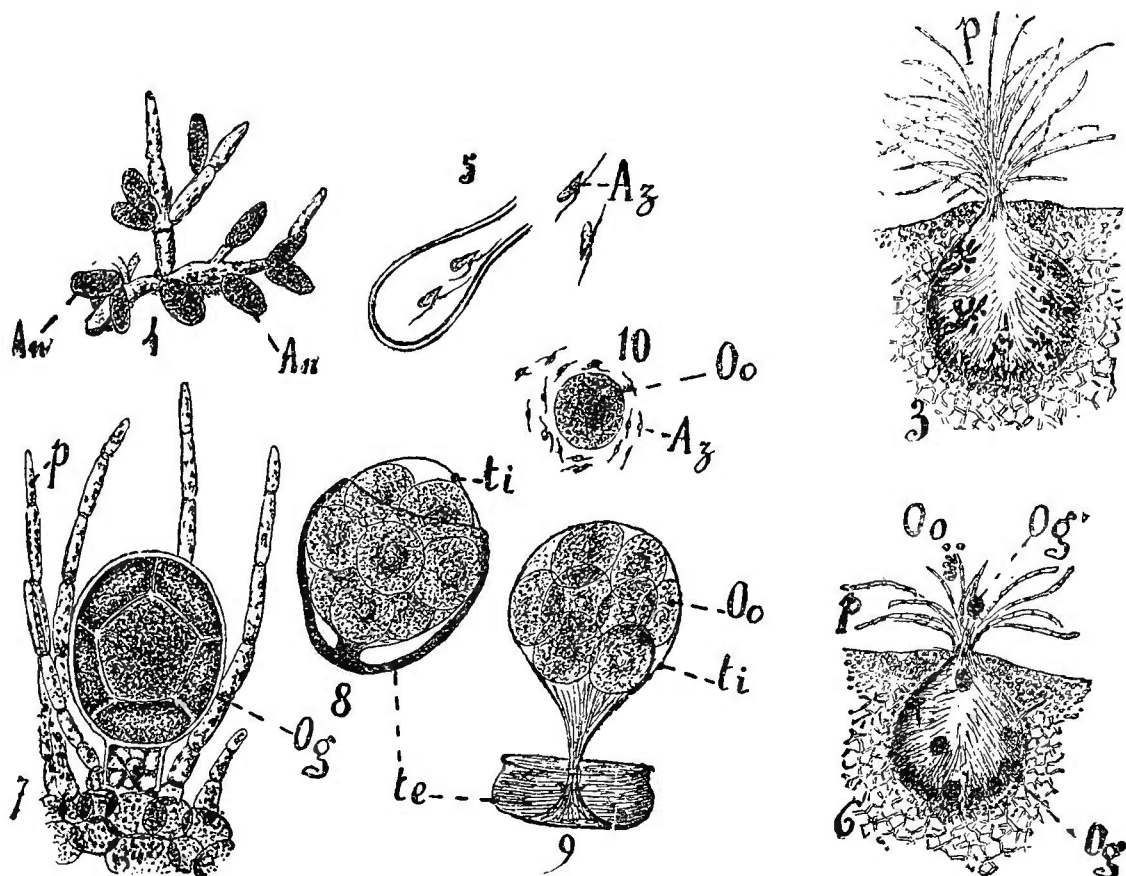


Fig. 245. — Reproduction sexuée chez un *Fucus*.

3, coupe à travers un conceptacle mâle renfermant des poils infertiles ou paraphyses *p* et des poils portant des anthéridies *An* (4); — 6, coupe à travers un conceptacle femelle : on y retrouve des paraphyses *p*, entremêlées d'oogones *Og*; — 7, coupe d'un oogone; — 8 et 9, mise en liberté des oosphères, qui sont fécondées en dehors de la plante mère par les anthérozoïdes *Az* (10).

1<sup>o</sup> les *Cyanophycées*, comprenant les Algues unicellulaires ou à cellules réunies en filaments, en chapelets, enveloppés dans une gangue gélatineuse, ex : *Nostoc*; 2<sup>o</sup> les *Chlorophycées*, Algues d'eau douce ou marines unicellulées ou pluricellulées et filamenteuses, de couleur verte, ex. : *Conferva*, *Ulva*, etc.; 3<sup>o</sup> les *Fucacées* ou *Phéophycées*, renfermant les grandes Algues marines dont le thalle, d'une couleur vert-olivâtre, est composé de petites cellules serrées; 4<sup>o</sup> les *Floridées* ou *Rhodophy-*

*cées*, les plus élevées en organisation, dont la couleur varie du rouge au violet, ex. : *Corallina*, *Gigartina*.

300. **Usages.** — Les Algues marines, désignées sous le nom général de varechs, sont exploitées pour l'extraction des sels de soude (*soudes de varech*); les eaux-mères résultant de cette préparation servent à l'extraction de l'iode et du brome. Quelques Algues sont employées comme aliment dans les pays du Nord (*Chondrus*), d'autres fournissent des engrais (*Laminaria*,

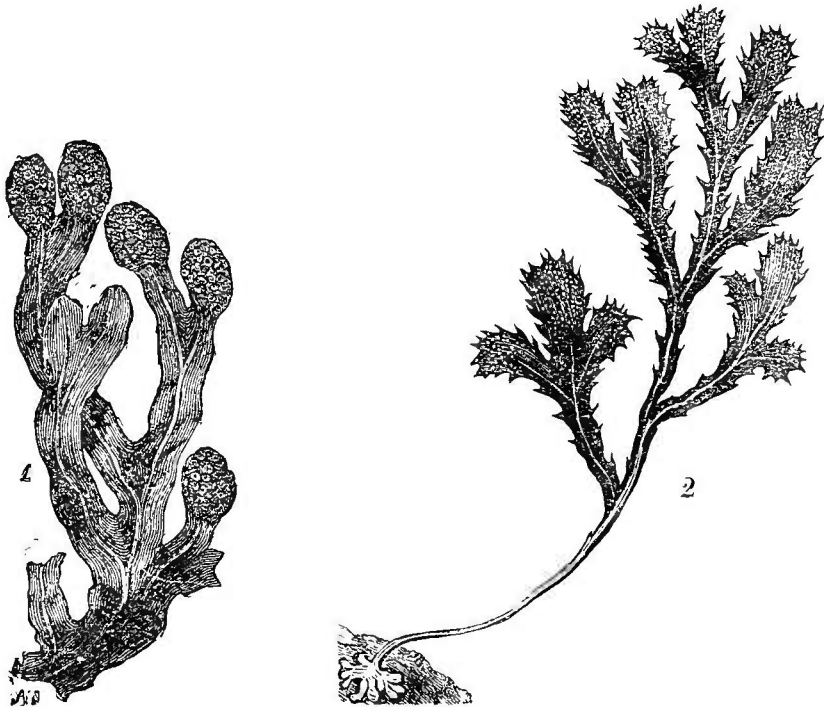


Fig. 246 et 247.

1. *Fucus serratus*. — 2. *Fucus vesiculosus*.

*Fucus*). La Mousse de Corse, l'un des vermifuges les plus estimés, se tire du *Gigartina helminthocorton* et du *Corallina officinalis*.

301. **Bactéries.** — Parmi les Algues les plus inférieures, il en est qui sont souvent dépourvues de chlorophylle et dont les cellules sont sans noyau. Ce sont les Bactéries, dont plusieurs espèces produisent des fermentations et sont extrêmement importantes pour le rôle qu'elles jouent dans la nature, ou par les maladies qu'elles occasionnent en se développant dans le corps de l'homme ou des animaux.

On peut citer l'*Amylobacter*, Bactérie qui détruit la cellulose

et l'amidon, à l'abri de l'oxygène; la Bactérie du charbon, celle du choléra, etc.

### CHAMPIGNONS

—302. Les Champignons sont des végétaux cellulaires dont la forme, la consistance et la durée sont très variées. Ils sont composés de cellules ovoïdes ou allongées unies bout à bout et disposées en filaments simples ou rameux, tantôt libres, tantôt agrégés de manière à former une masse spongieuse; on y trouve quelquefois des laticifères contenant un suc laiteux blanc, jaune ou orange.

—303. **Mycelium.** — Tout Champignon provient de la germination d'une *spore* qui produit d'abord un filament simple qui se ramifie, s'entrelace avec les filaments produits par les spores

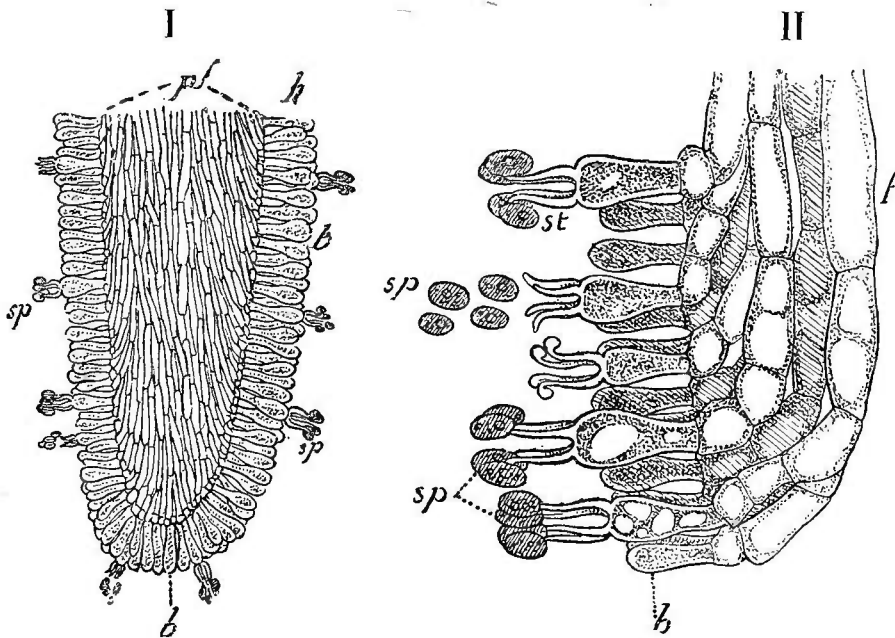


Fig. 248. — I. Coupe transversale de l'une des lames du chapeau d'un Champignon Basidiomycète.

I. *h*, hymenium formé par des basides *b*. — II. Développement des spores à l'extrémité des basides.

voisines et donne naissance à un tissu d'un aspect chevelu et généralement blanc, partie fondamentale de la plante, auquel on donne le nom de *mycelium*, ex. : le blanc de Champignon. Le mycelium se présente tantôt sous la forme d'une membrane (*Penicillum*), tantôt sous la forme de filaments réunis en cordes

(Agaric champêtre) ou bien encore à l'état tuberculeux (Truffe) ou pulpeux.

304. **Réceptacle fructifère.** — Du mycelium naît chez les Champignons supérieurs le réceptacle fructifère (*chapeau*) constitué par des filaments distincts ou réunis qui portent les spores à leurs sommets. Les rameaux d'où émanent ces corps reproducteurs se groupent quelquefois et forment une membrane appelée *hymenium*. Ces corps sont tantôt à découvert la surface du réceptacle pendant toute leur existence, tantôt

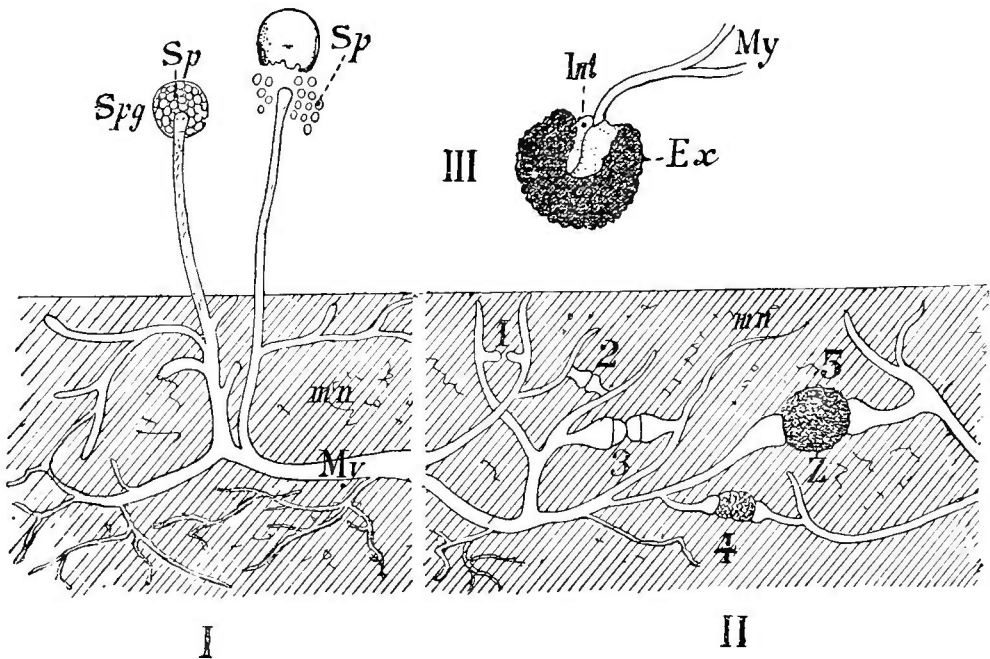


Fig. 249. — Moisissure blanche (*Mucor Mucedo*).

*mn*, milieu nutritif; — *My*, mycelium; — I, formation des spores; — II, formation de l'œuf; 1 à 5, états successifs; — III, germination de l'œuf: *Ex*, enveloppe externe; — *Int*, enveloppe interne.

protégés par une membrane (*volva*) qui recouvre entièrement le chapeau ou adhère simplement à ses bords (*velum*).

305. **Reproduction.** — Les Champignons se multiplient tous par des spores; quelques-uns seulement se reproduisent aussi par des œufs.

Les spores sont quelquefois dépourvues de membrane de cellulose et mobiles à l'aide de cils vibratils, en un mot des zoospores. Le plus souvent elles sont munies d'une membrane et immobiles.

Les spores peuvent être des cellules spéciales qui naissent à

l'extrémité d'un filament et après s'être différenciées se détachent tout entières avec leur membrane de cellulose (spores des Champignons à chapeau ou Hyménomycètes) (fig. 248). Le plus fréquemment les spores naissent dans une cellule mère par cloisonnements successifs.

La cellule mère des spores reçoit les noms de *sporange* ou d'*asque*.

La reproduction sexuée peut s'effectuer par l'union d'un anthérozoïde et d'une oosphère, mais dans la majorité des cas, il y a simplement fusion de deux corps protoplasmiques semblables.

Ainsi chez le *Mucor Mucedo*, vulgairement appelé moisissure, deux filaments du Champignon s'avancent l'un vers l'autre, se cloisonnent au-dessous de leur sommet et lorsqu'ils se sont rencontrés, réunissent leur contenu; l'œuf est alors formé (fig. 249).

**306. Végétation.** — Le mode de végétation des Champignons est dominé par ce fait qu'ils manquent de chlorophylle et par suite qu'ils n'assimilent pas. C'est donc aux dépens des com-

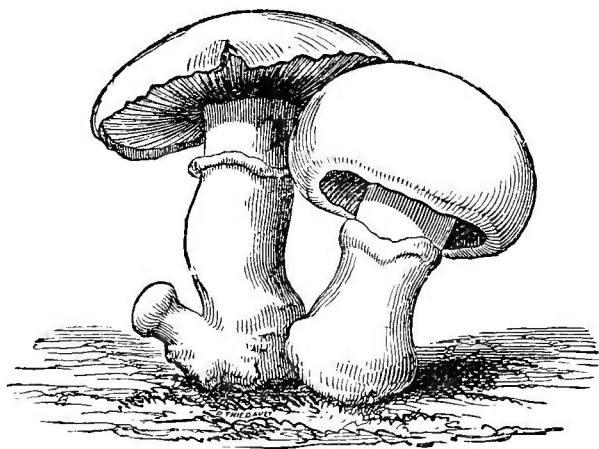


Fig. 250. — Agaric comestible.

posés hydro-carbonés assimilés par d'autres organismes qu'ils se développent et se nourrissent. Dans l'ordre de la nature, ils jouent donc un rôle destructeur en absorbant dans le sol les matériaux provenant de la décomposition des animaux et des plantes, ou bien en se fixant en parasites sur les plantes et les animaux vivants et en provoquant ainsi des dégénérescences et même la mort en pénétrant à l'intérieur du corps. L'absence



de chlorophylle fait aussi qu'ils n'ont pas besoin de lumière

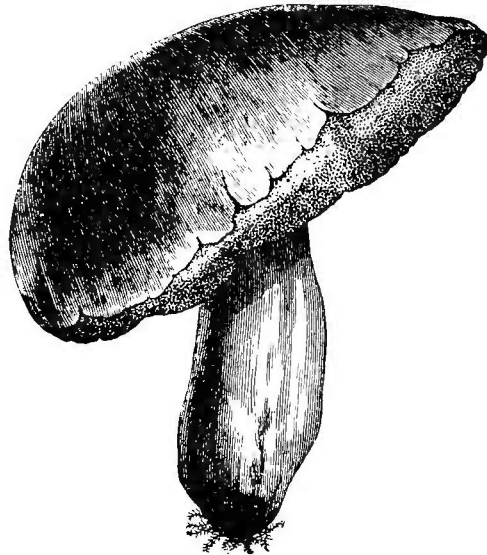


Fig. 251. — Bolet.

pour parcourir les diverses phases de leur évolution, comme on le voit pour la Truffe; cependant quelques-uns ne peuvent

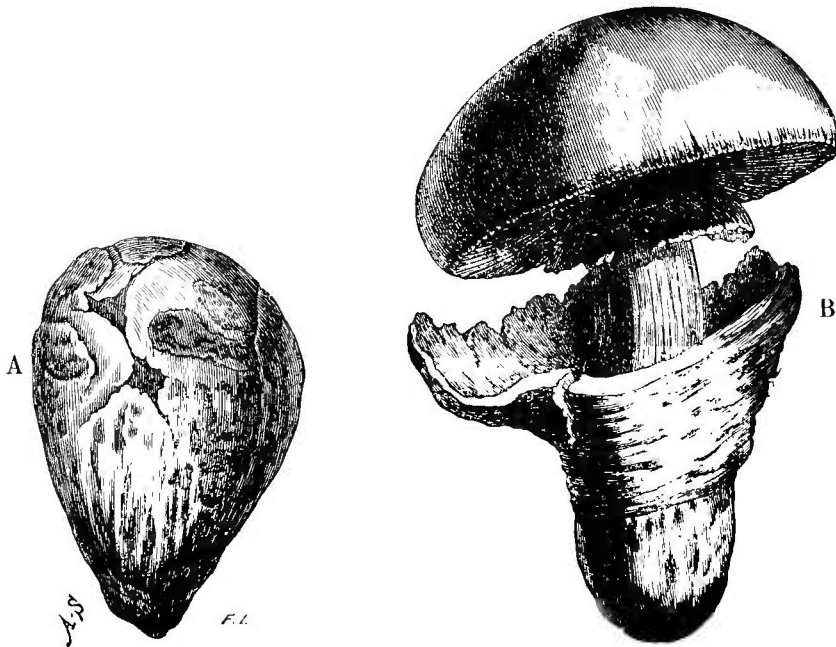


Fig. 252. — Oronge vraie.

A, l'Oronge renfermée dans sa volve avant l'épanouissement. — B, la même, épanouie.

former leur appareil reproducteur que s'ils reçoivent des radiations lumineuses, tels sont, par exemple, les Coprins.

Beaucoup de Champignons sont polymorphes, c'est-à-dire qu'ils se modifient ou se transforment jusqu'à ce qu'ils aient rencontré les conditions nécessaires à leur évolution complète.

307. **Principaux groupes.** — La grande classe des Champignons comprend des groupes nombreux, parmi lesquels nous citerons les suivants :

1<sup>o</sup> *Hyménomycètes.* — A ce groupe se rapportent les végétaux que l'on nomme vulgairement Champignons à chapeau, dont

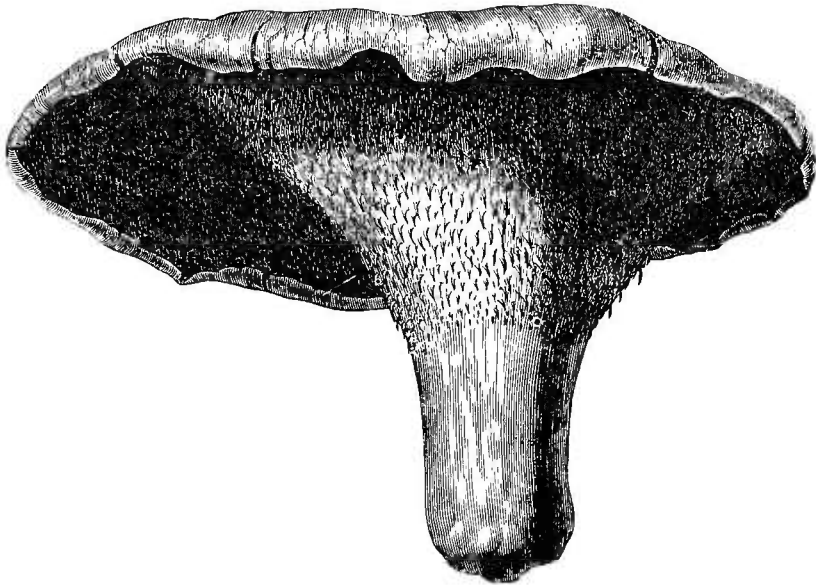


Fig. 253. — Hydne.

le corps est un réceptacle fructifère issu d'un mycelium qui végète dans le sol, sur le bois, etc. (Agarics, Polypores, Bolets).

2<sup>o</sup> Les *Ascomycètes*, très riches en formes variées : les types les plus simples sont les *levures* ou *ferments* qui déterminent la fermentation alcoolique des sucres végétaux sucrés ; les types les plus élevés constituent le groupe des *Tubéracées* à corps arrondi et tuberculeux, tels que les Truffes et les Morilles.

3<sup>o</sup> Les *Oomycètes*, renfermant le genre *Mucor*, qui vit en parasite sur les organes végétaux morts et sur les fruits charnus dont il provoque la décomposition.

4<sup>o</sup> *Uredinées.* — Les Uredinées sont des Champignons parasites dont l'évolution s'accomplit successivement sur plusieurs plantes différentes. L'Uredinée la plus importante à connaître est le *Puccinia graminis*, vulgairement appelé *rouille* du Blé. Pendant tout l'été, le *Puccinia* développe ses filaments mycé-

liens dans les feuilles du Blé et émet des spores de couleur orangée qui sont transportées par le vent et vont germer sur les feuilles de la même plante ou des plantes voisines. A la fin de l'été, on voit apparaître des spores brunes qui sont incapables de propager la maladie sur une Graminée. Elles ne germent que sur les feuilles de l'Épine-Vinette et donnent naissance dans leur intérieur à des filaments qui produisent çà et là des

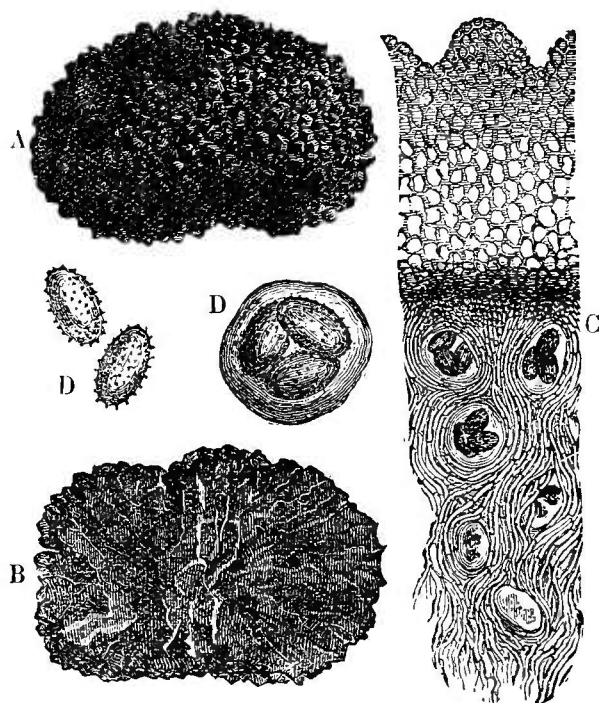


Fig. 254. — Truffe (Ascomycètes).

A, Truffe entière. — B, coupe verticale de la même. — C, tranche vue au microscope. — D, spores très grossies, trois groupées dans un asque et deux isolées.

petits sacs remplis de spores. Ces sacs qui font hernie au travers de l'épiderme foliaire se rompent à maturité et mettent en liberté des spores, dites spores d'*Æcidium*, qui ne peuvent se développer que sur le Blé.

308. **Usages.** — Quelques Champignons sont comestibles, ils appartiennent aux Basidiomycètes et aux Ascomycètes.

Parmi les Basidiomycètes on peut citer le *Psalliota campestris* cultivé sous le nom de Champignon de couche, la Clavaire, la Chanterelle, l'Oronge, le Bolet (*Boletus edulis*), le Mousseron (*Tricholoma Georgii*), etc.

Les Ascomycètes fournissent deux espèces comestibles, la Truffe et la Morille.

Les Champignons vénéneux sont très nombreux; les plus dangereux sont fournis par le genre *Amanita* (*A. muscaria* ou fausse Oronge; *A. citrina*, *A. phalloïdes*, *A. pantherina*, *A. verna*, etc.), le genre *Tricholoma* (*T. album*, *T. fulvum*), le genre *Lactarius* (*L. vellereus*, *L. theiogalus*) et le genre *Russula*. Certains Champignons parasites causent de très grands ravages dans les cultures, tels sont l'Ergot du Seigle, l'Oïdium, le Mildew, le *Peronospora* de la Pomme de terre, etc.

### LICHENS

309. Les *Lichens* sont des Thallophytes formés par l'union intime d'une Algue et d'un Champignon. Le Champignon profite de l'assimilation de l'Algue qu'il protège en revanche contre la dessiccation.

La forme des Lichens est assez variable et peut se rattacher

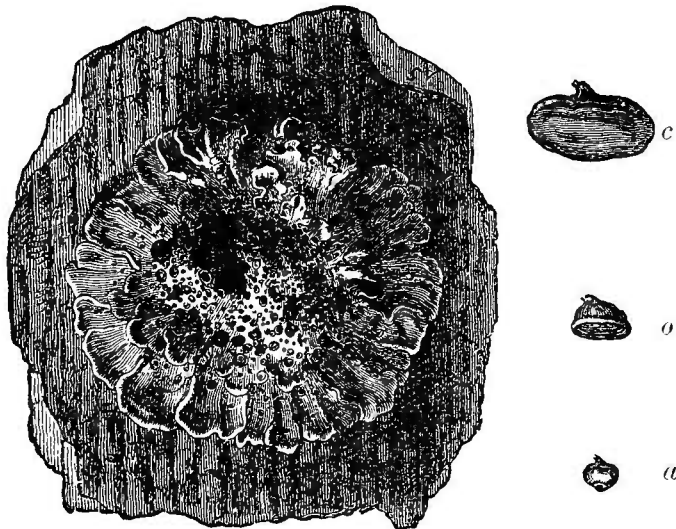


Fig. 255. — Lichen sur une écorce.

*a*, *o*, *c*, apothécies à différents états.

à trois types. Tantôt ils s'étalent en forme de croûte appliquée sur les pierres ou sur les écorces : le Lichen est dit alors *crustacé*. Tantôt ils constituent des lames membraneuses étalées à la surface de la terre : le Lichen est dit *foliacé*. Le thalle des Lichens foliacés peut atteindre jusqu'à 30 centimètres de dia-

mètre (*Peltigera*). Ailleurs le thalle est ramifié en forme de buisson; le Lichen est dit *fruticuleux*.

Le thalle d'un Lichen est composé en général de deux couches, l'une externe, dite *corticale*, formée de filaments enchevêtrés en un faux tissu très compact, l'autre interne, dite *médullaire*, formée de filaments lâchement unis, entre lesquels sont des cellules à chlorophylle appelées *gonidies* (fig. 256).

Les filaments appartiennent au champignon, les cellules sont

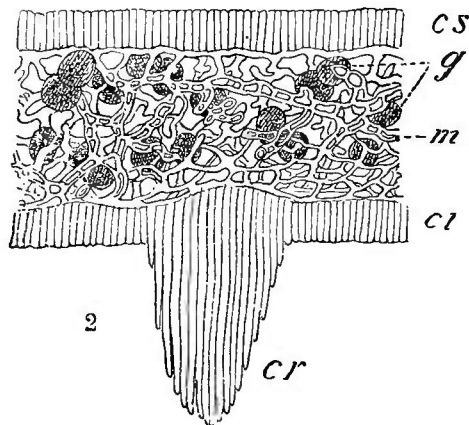


Fig. 256. — Coupe à travers le thalle d'un Lichen.

*m*, couche médullaire; — *g*, couche avec gonidies; — *cs*, couche membraneuse sup.; — *ci*, couche membraneuse inférieure prolongée par un crampon fixateur *cr*.

des Algues inférieures, très souvent des *Protococcus* ou des *Nostocs*. Les organes de fructification se montrent sous forme de disques nommés *apothécies*, dont la couleur diffère de celle du thalle. Les apothécies renferment à leur intérieur des spores en forme de massue contenant chacun huit spores (fig. 255).

Outre les apothécies avec leurs spores capables de germer, on rencontre des organes particuliers de multiplication nommés *sorédies*, qu'on peut assimiler à des bulbilles. Les sorédies se composent d'une ou plusieurs cellules d'Algue entourées par des filaments mycéliens de Champignon.

**310. Usages.** — Les Lichens sont les dernières plantes qu'on trouve sur les hautes montagnes ou dans les régions polaires; en outre ce sont eux qui apparaissent les premiers sur les rochers, et ils contribuent, en accumulant leurs débris, à la formation de la terre végétale.

Quelques Lichens sont employés en médecine, comme le

Lichen d'Islande (*Cetraria islandica*); les *Roccella* fournissent l'orseille, matière colorante rouge. Le Lichen des Rennes (*Cladonia rangiferina*) constitue en grande partie la nourriture des Rennes en Laponie.

Enfin le *Parmelia esculenta* n'est autre que la Manne du Désert.

## II<sup>e</sup> EMBRANCHEMENT — MUSCINÉES

311. Les Muscinées sont des plantes sans fleurs ni racines. La plupart d'entre elles ont des tiges et des feuilles; quelques-unes cependant ne présentent pas nettement cette différenciation, mais leur mode de développement les rattache néanmoins aux Muscinées à tiges feuillées.

La tige des Muscinées est composée d'un parenchyme homo-

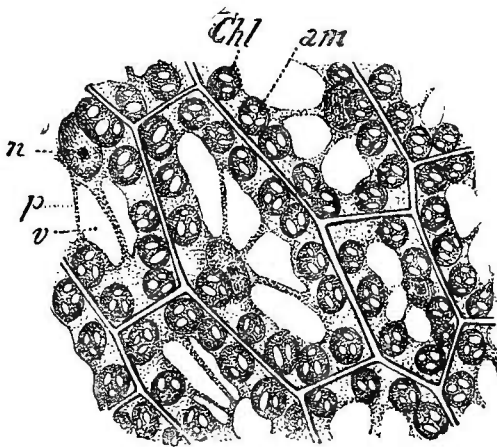


Fig. 257. — Fragment du tissu d'une Mousse.

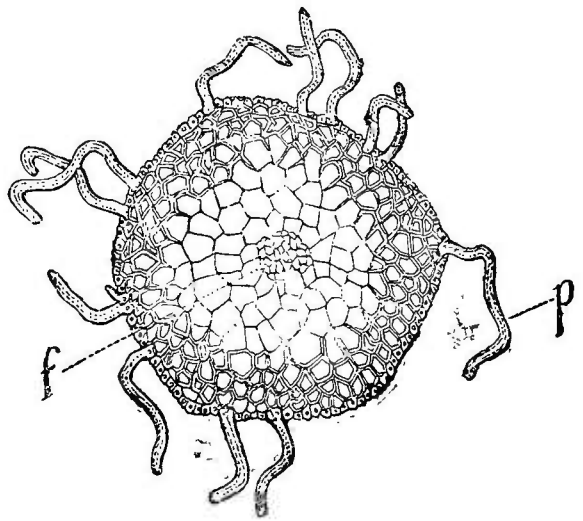


Fig. 258. — Section d'une tige de Mousse, montrant un rudiment d'appareil conducteur *f*.

*p*, poils.

gène dans lequel on peut distinguer parfois deux régions, l'une externe dont les cellules sont étroites et ont des parois épaisses, l'autre interne composée de larges cellules à membranes minces. Chez les Polytrics, cette zone interne constitue une sorte de cylindre central qui se distingue assez nettement du tissu périphérique (fig. 257 et 258).

Les feuilles sont réduites à un seul plan de cellules.

Les Muscinées ont été divisées en trois classes.

Les *Mousses*, les *Hépatiques* et les *Characées*.

312. **Mousses.** — Les Mousses sont de petites plantes droites ou rampantes, terrestres ou aquatiques, ayant toujours une tige distincte et des feuilles sessiles imbriquées; elles sont, en général, réunies en touffes sur la terre, les rochers, le tronc des arbres.

Les Mousses ont des organes mâles ou *anthéridies* réunis dans une sorte d'involucre nommé *périgone*; l'organe femelle ou



Fig. 259. — Mousse portant deux urnes, *u*.

*archégone* a la forme d'une bouteille à long col; au fond de l'archégone se trouve une oosphère qui après avoir subi l'influence fécondante de l'*anthérozoïde* donne naissance à un œuf. Cet œuf germe à l'endroit où il s'est formé et par des cloisonnements successifs arrive à produire un corps fusiforme que l'on nomme le *sporogone*. Le sporogone s'enfonce dans les tissus de la plante par son extrémité inférieure, tandis qu'à son autre extrémité il se renfle pour constituer un sac. Dans ce sac appelé *capsule* se forment des spores qui sont mises en liberté par la rupture de l'organe en deux parties, l'*urne* qui contient les spores et l'*opercule*, sorte de couvercle qui en tombant permet aux spores de s'échapper (fig. 259).

La capsule est ordinairement recouverte par un capuchon, appelé coiffe, laquelle n'est autre chose que l'archégone déchiré

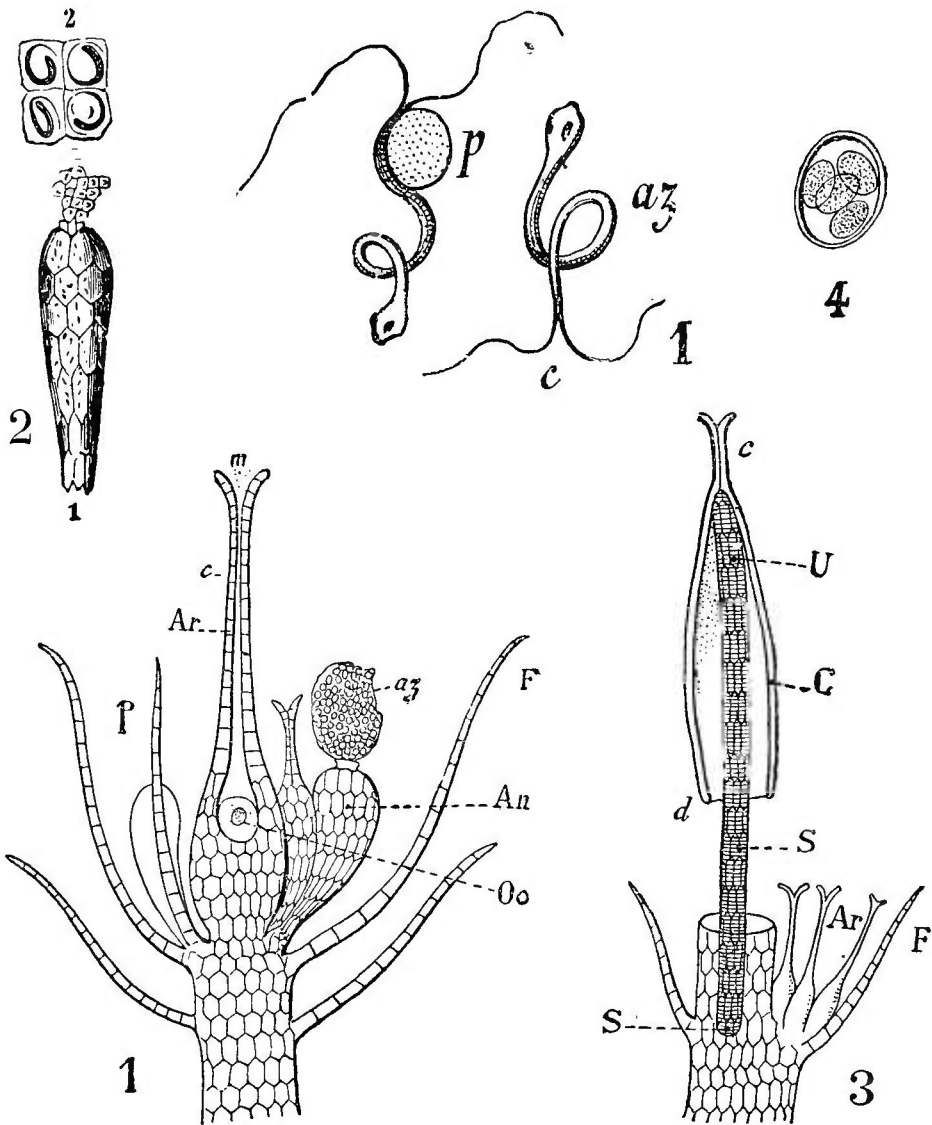


Fig. 260. — Formation de l'œuf chez les Mousses et premières phases de son développement.

1, coupe longitudinale du sommet d'une tige; — *An*, anthéridies; *Az*, anthérozoïdes; — *An*, Archégone; *Oo*, oosphère; — *c*, col; — *p*, poils stériles ou paraphyses; — 2, détails d'une anthéridie à maturité et des cellules formatrices des anthérozoïdes; — 3, début du développement d'un œuf; — *S*, pied du sporogone; — *U*, région où se formera la capsule sporifère; — *C*, paroi de l'archégone devenu la coiffe; — 4, formation de 4 spores dans une cellule de la capsule sporifère.

circulairement à sa base et soulevé par l'allongement du sporogone.

Les spores tombées sur le sol germent en un tube cloisonné



et ramifié nommé *protonema*, qui par bourgeonnement reproduit une nouvelle Mousse.

En résumé le développement complet d'une Mousse se produit en deux phases (fig. 261).

La tige feuillée, constituant ce que l'on appelle vulgairement la Mousse, forme un œuf par l'union d'un anthérozoïde et d'une oosphère.

Cet œuf germe sur place et donne naissance à un embryon asexué qui produit des spores; celles-ci en germant donnent des filaments sur lesquels se développent des tiges feuillées.

**313. Hépatiques.** — Les Hépatiques ont une tige étalée offrant l'aspect d'un thalle; les organes reproducteurs sont les mêmes que ceux des Mousses; il n'y a de différence que dans la cap-

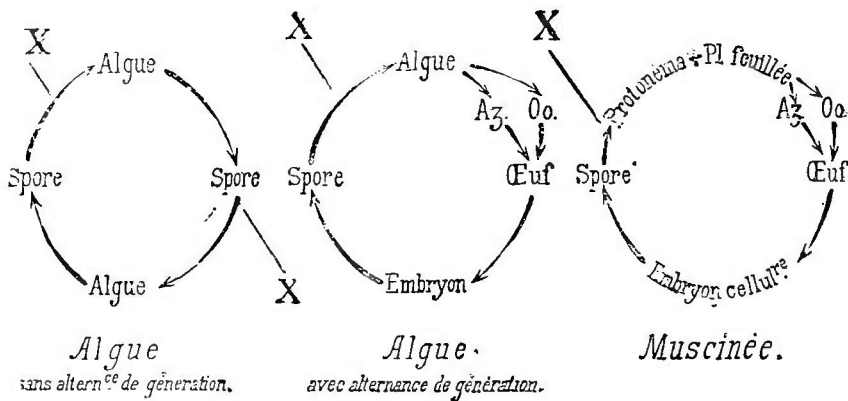


Fig. 261. — Courbes représentant la succession des formes que prennent les Algues et les Muscinées pendant leur développement.

sule du sporogone qui s'ouvre ordinairement en quatre valves et met en liberté, outre les spores, des cellules spéciales munies de lignes spiralées épaissies. Ces cellules appelées *élatères* servent à la dissémination des spores.

**314. Characées.** — Les Characées sont des plantes aquatiques, à tige cylindrique, grêle et peu élevée, souvent encroûtée de sels calcaires.

Les feuilles sont disposées en verticilles et portent à leur aisselle les organes reproducteurs qui sont des anthéridies et des archégonies. Les œufs donnent naissance directement à une tige feuillée.

**Usages des Mousses.** — Les Mousses sont sans utilité. Cependant nous devons citer les Sphaignes, Mousses blanchâtres qui vivent dans les lieux marécageux. Les Sphaignes constituent

presque exclusivement le sol des tourbières et ce sont leurs débris qui, en se décomposant lentement sous l'eau, se transforment en tourbe.

### III<sup>e</sup> EMBRANCHEMENT — CRYPTOGAMES VASCULAIRES

315. Les Cryptogames vasculaires sont dépourvues de fleurs, mais possèdent toutes des tiges, des feuilles et des racines.

L'existence de racines entraîne celle d'un tissu conducteur destiné à amener aux feuilles les liquides du sol et aux racines les substances assimilées par les feuilles; aussi trouve-t-on comme chez les Phanérogames des vaisseaux et des tubes criblés.

Les Cryptogames vasculaires ont été divisées en trois classes, les *Fougères*, les *Equisétacées* et les *Lycopodiacées*.

316. **Fougères.** — Les Fougères sont dans nos pays des plantes herbacées vivaces dont la tige ligneuse forme un rhizome courant dans l'intérieur du sol; mais dans les régions tropicales ce sont parfois de véritables arbres dont la tige s'élève à une très grande hauteur et forme un *stipe*. Les

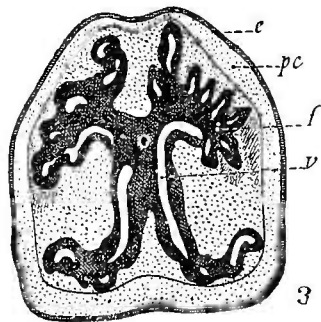


Fig. 262. — Coupe transversale d'un pétiole de Fougère aigle.

feuilles appelées frondes sont sessiles ou pétiolées, rarement simples; dans le jeune âge, elles sont enroulées en crosse (fig. 262). La reproduction s'effectue au moyen de spores qui naissent dans des sporanges. Ces sporanges sont groupés à la face inférieure des frondes en amas appelés *sores* souvent

recouvertes par une membrane très mince désignée sous le nom d'*indusium* (fig. 263).

Quand les sporanges sont mûrs, ils se déchirent et laissent échapper les spores sous forme d'une poussière brune.

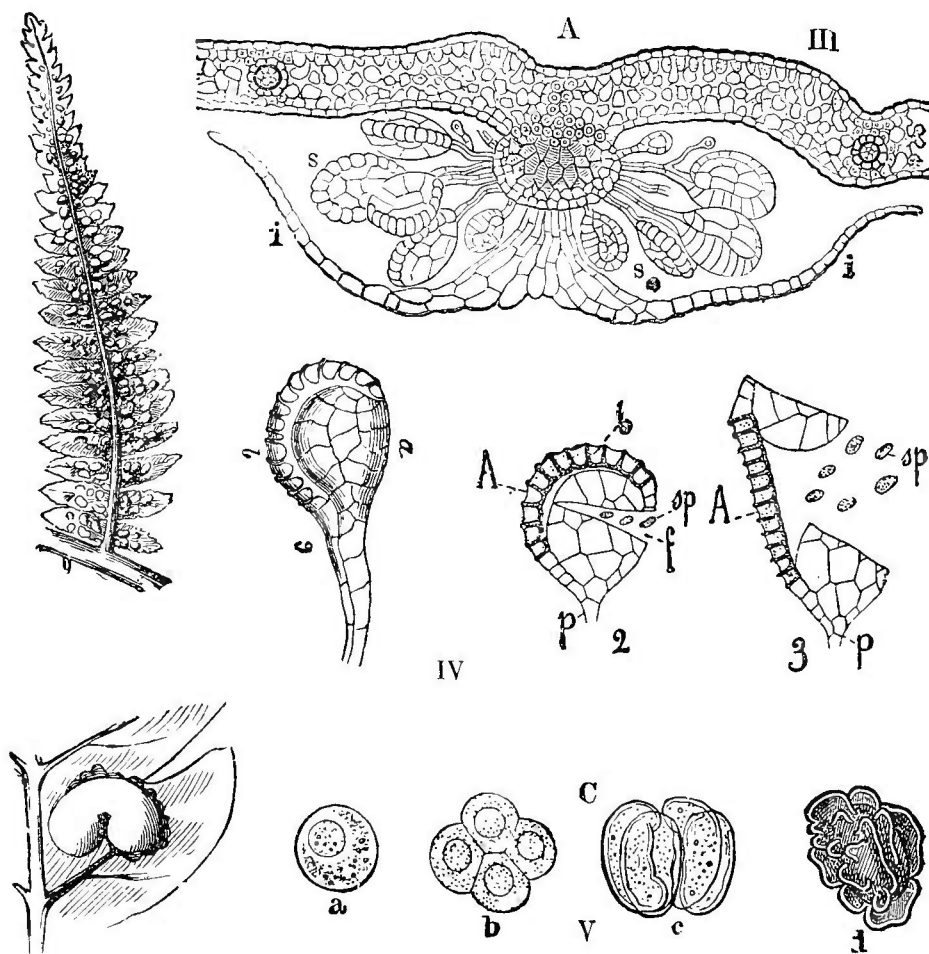


Fig. 263. — Formation des spores chez les Fougères.

I, folioles avec les sores; — II, une sore grossie avec les sporanges recouverts par l'indusium; — III, coupe transversale de la feuille et d'un groupe de sporanges; — N, nervure; *i*, indusie; — *s*, sporanges; — IV, déchiscence d'un sporange; — 1, 2, 3, états successifs; — *A*, anneau de cellules épaissies partiellement en *b*, qui amènent par dessiccation une déchirure faisant échapper les spores *sp*; — V, développement des spores par suite de deux bipartitions successives des cellules mères; — *b* et *c*, les groupes de 4 spores; *d*, spore complètement développée.

Les spores tombées sur le sol germent : mais une spore ne forme pas une Fougère semblable à celle qui l'a produite, elle donne naissance à une petite lame verte qu'on nomme le *prothalle* de la Fougère, c'est sur ce prothalle que se formera un œuf qui sera le point de départ d'une nouvelle Fougère.

L'œuf résulte de la fusion d'un anthérozoïde et d'une oosphère nés chacun dans un organe distinct.

Les anthérozoïdes se forment dans une anthéridie arrondie nichée dans une échancrure du prothalle; l'oosphère naît dans un archégone en forme de bouteille situé à la face inférieure de la lame.

La jeune Fougère se nourrit aux dépens du prothalle, qui ne

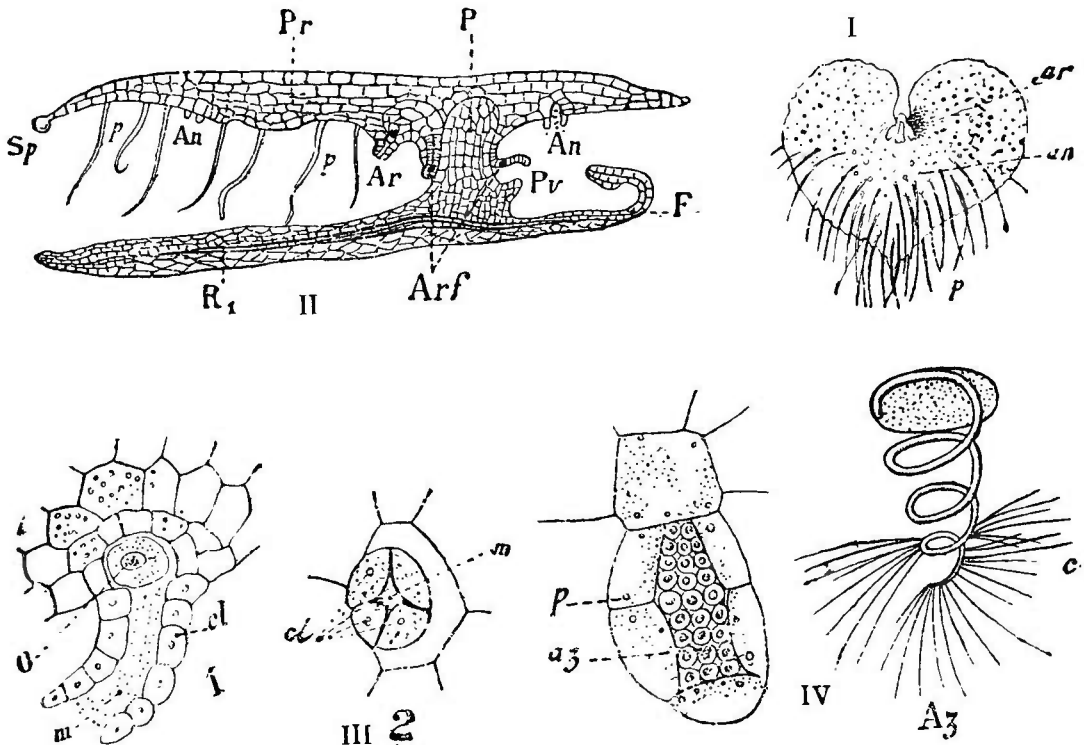


Fig. 264. — Prothalle d'une Fougère; formation des œufs et début de leur développement.

I, face inférieure du prothalle d'un *Aspidium*; — *ar*, archégone; — *an*, anthéridie; — *p*, poils absorbants. — II, coupe d'un prothalle passant par l'axe du pied d'une jeune Fougère développée aux dépens d'un œuf fécondé dans l'archégone *Arf*. — *F*<sub>1</sub>, 1<sup>re</sup> feuille; — *R*<sub>1</sub>, 1<sup>re</sup> racine. — III, coupe longitudinale d'un archégone à maturité; — *m*, mucilage qui remplit le canal menant à l'oosphère *o*. — IV, coupe transversale du col de l'archégone. — V, coupe d'une anthéridie arrivée à maturité, les anthérozoïdes *az* sont enfermés dans les cellules mères; — *Az*, anthérozoïdes fortement grossis, montrant en *c* les cils locomoteurs.

se détruit que lorsque la plante est capable de puiser elle-même sa nourriture dans le sol et dans l'air. On voit que chez les Fougères comme chez les Mousses, le développement n'est pas direct, c'est-à-dire que l'œuf ne donne pas en germant une plante semblable à celle qui l'a produite. Mais tandis que chez les Mousses la plante feuillée produit l'œuf et est issue d'une

spore, chez les Cryptogames vasculaires elle donne des spores et provient d'un œuf.

Principaux genres : *Polypodium*, *Asplenium*, *Pteris*, *Ceterach*.

**317. Equisétacées.** — Les Equisétacées sont des plantes aquatiques ou terrestres, à rhizome traçant. Leur tige, creuse, cannelée, est formée d'un grand nombre

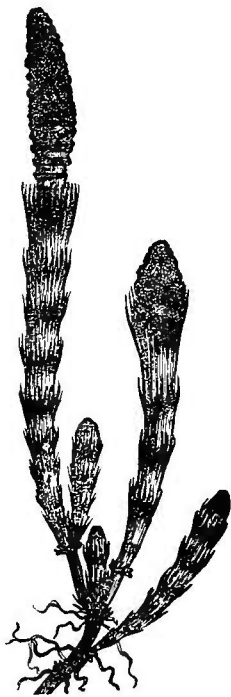


Fig. 265. — Prêle fluviale.

d'articles emboîtés les uns dans les autres. A la limite de séparation de ces articles, on aperçoit les feuilles, formant de petites languettes vertes ou brunes soudées ensemble de façon à constituer une collerette autour de la tige. Les rameaux sont verticillés; les organes de la reproduction (sporangies) sont placés à l'extrémité de certaines tiges sur des écailles qui forment par leur réunion de petites massues.

Les spores sont munies de bandes d'épaississement qui les font ressembler à des élatères d'Hépatique; les prothalles auxquels elles donnent naissance sont très rameux et habituellement les uns à anthéridies, les autres à archégonies.

Genre *Equisetum* renfermant la Prêle des champs (*Equisetum arvense*) la Prêle des bourbiers (*Equisetum limosum*), la Prêle d'hiver (*Equisetum hiemale*).

**318. Lycopodiacées.** — Les Lycopodiacées sont remarquables par la façon dont se ramifient leurs tiges et leurs racines. Les nouveaux rameaux ne se forment pas à l'aisselle des feuilles; mais, de temps à autre, l'extrémité même de la tige se divise en deux parties égales. Les racines se ramifient de même. On donne à cette sorte de ramification en fourches successives le nom de dichotomie. Les Lycopodiacées ont leurs sporangies insérés sur la face supérieure des feuilles de l'extrémité des rameaux; ces sporangies sont souvent de deux sortes, les uns renferment des spores destinées à donner naissance à des prothalles à anthéridie, les autres des spores produisant des prothalles à archégonies.

Les prothalles à anthéridie de certaines Sélaginelles sont excessivement réduits; ils ne se composent, en effet, que de quelques cellules parmi lesquelles une seulement représente le prothalle; les autres constituent l'anthéridie (fig. 266).

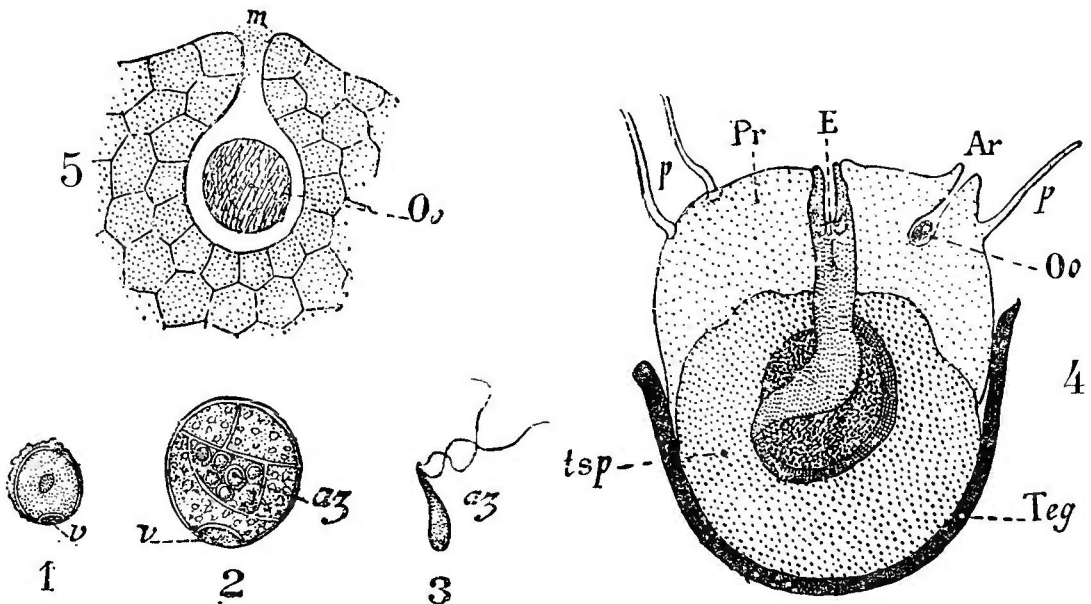


Fig. 266. — Formation de l'embryon chez la Sélaginelle.

1, 2, spore, dite microspore, donnant naissance à un prothalle mâle composé d'une cellule végétative *v* et d'une anthéridie. — 3, anthérozoïde libre. — 4, spore, dite macrospore, donnant naissance au prothalle femelle *Pr*; — *p*, poils absorbants; — *Ar*, archégonie; — *E*, embryon provenant d'une oosphère fécondée; — *tsp*, tissu primitif de la spore. — 5, portion du prothalle de la macrospore contenant un archégonie à maturité; — *m*, mucilage remplissant le col; — *Oo*, oosphère.

**319. Usages.** — Les rhizomes de certaines Fougères sont employés en médecine. Le *Pteris esculenta* des pays chauds renferme de la fécule qui sert à l'alimentation.

Enfin la poudre vendue dans le commerce sous le nom de poudre de Lycopode est entièrement formée par des amas de spores de *Lycopodium*.

## IV<sup>e</sup> EMBRANCHEMENT — PHANÉROGAMES

**320.** Les Phanérogames sont toutes des plantes à fleurs, mais les unes ont leurs ovules portés par des feuilles carpelaires non reployées autour d'eux pour les protéger, tandis que

les autres ont leurs ovules renfermés dans une cavité close. Aussi a-t-on scindé l'embranchement des Phanérogames en deux sous-embranchements : Les *Gymnospermes* et les *Angiospermes*.

## PREMIER SOUS-EMBRANCHEMENT — GYMNOSPERMES

321. Les Gymnospermes présentent la structure générale des Dicotylédones, que nous avons étudiée en détail dans les chapitres précédents, et néanmoins par certains caractères ils se rapprochent des Cryptogames vasculaires; ainsi leur tige s'accroît par la segmentation d'une cellule mère unique et leurs grains de pollen cloisonnés sont assez comparables aux prothalles mâles des Sélaginelles. Ces grains de pollen en effet se composent d'une ou plusieurs petites cellules stériles et d'une grande cellule contenant plusieurs noyaux et allongée en tube pollinique.

Les Gymnospermes renferment trois familles : les *Conifères*, les *Cycadées* et les *Gnetacées*.

## CONIFÈRES

322. Les Conifères constituent un groupe très important de végétaux connus généralement sous le nom d'*arbres verts* ou *résineux*. Leur tronc est ramifié et formé en grande partie de fibres et de vaisseaux aréolés; leurs feuilles sont entières, à nervures parallèles, persistantes.

Les fleurs sont dépourvues d'enveloppe florale et unisexuées : il y a tantôt monœcie, tantôt diœcie. Les fleurs mâles d'ordinaire beaucoup plus nombreuses que les femelles sont disposées en épis de couleur jaune; les fleurs femelles sont également en épis que la fructification transforme en fruit agrégé appelé *cône*. Chaque *étamine* qui entre dans la constitution de l'épi mâle a la forme d'un écusson, portant à sa face inférieure des sacs polliniques en nombre variable selon les espèces considérées. Chez les Pins on en trouve deux, chez les Cyprès six et chez les *Araucaria* il peut y en avoir une vingtaine.

Les grains de pollen, toujours cloisonnés, sont souvent munis

de vésicules pleines d'air qui leur permettent d'être transportés plus facilement par le vent (fig. 267).

Les fleurs femelles se composent d'un petit pédoncule né à l'aisselle d'une bractée et portant à son extrémité deux écailles

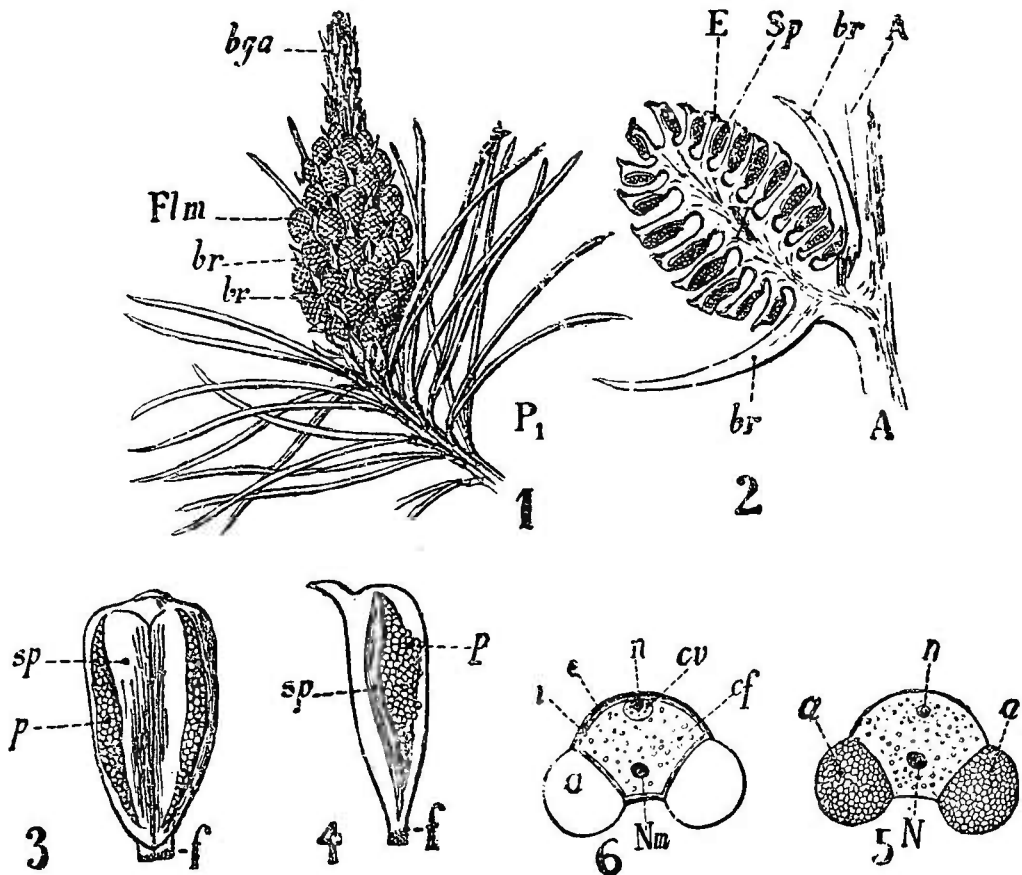


Fig. 267. — Inflorescence mâle du Pin sylvestre.

1, épi de fleur *flm*, à la partie supérieure duquel est un bourgeon *bga*, qui continuera à développer vers le haut la pousse de l'année; — *P*, pousse de l'année précédente; — *br*, bractées axillantes des fleurs. — 2, coupe longitudinale d'une fleur mâle; — *A*, axe de l'épi; — *br*, bractée axillante; — *X*, axe de la fleur; — *E*, étamines qui la composent; — *Sp*, sacs polliniques; — 3, face inférieure d'une étamine; — *sp*, les deux sacs polliniques; — *p*, grains de pollen sur le point de sortir des sacs. — 4, profil d'une étamine; — *f*, filet; — 5, grain de pollen, aspect brut; — 6, en coupe microscopique; — *e*, exine; — *i*, intine; — *a*, ampoules remplies d'air, limitées par un dédoublement de l'exine; — *cv*, cellule stérile végétative; — *n*, son noyau; — *cf*, cellule fertile mâle; — *Nm*, son noyau.

dont les faces supérieures sont en regard. L'une de ces écailles est infertile, l'autre porte sur sa face supérieure deux corps sphériques en forme de gourde, constituant les ovules (fig. 268).

Après la fécondation, les fleurs à étamines se flétrissent et



tombent, tandis que les fleurs à pistil grossissent considérablement; les bractées et les feuilles carpellaires qui étaient minces, s'épaississent et se pressent les unes les autres de façon à protéger les graines pendant leur développement.

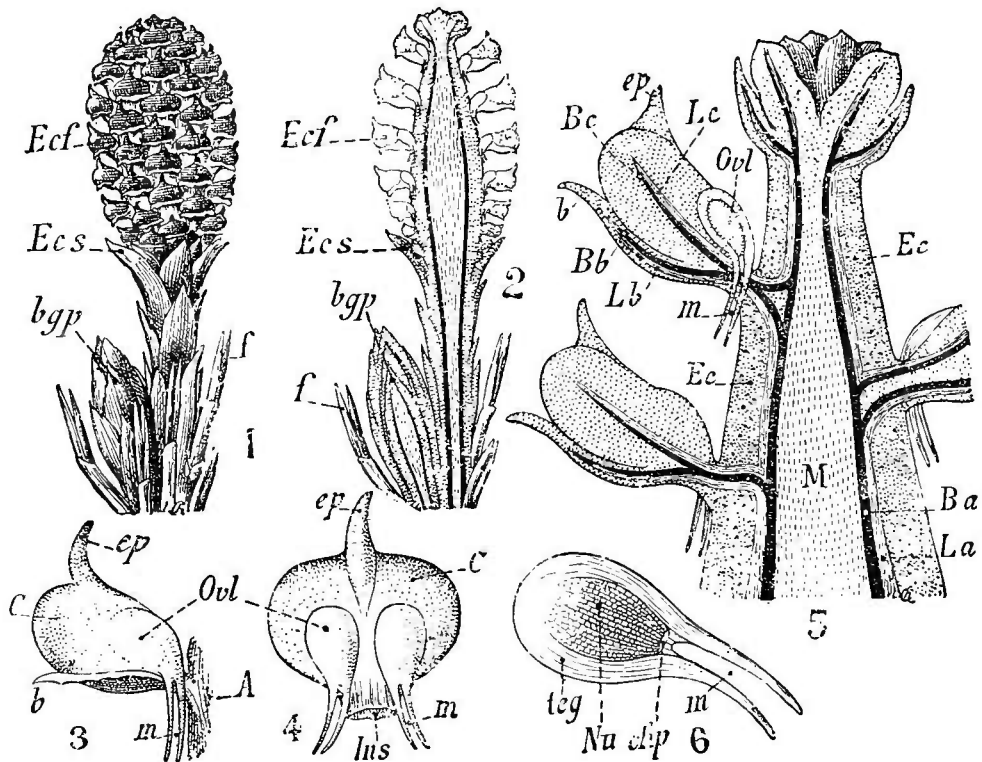


Fig. 268. — Inflorescence femelle du Pin sylvestre.

1. face latérale de l'inflorescence; — 2, sa coupe; — 3, face latérale de l'une de ses écailles; — 4, face supérieure de la même; — 5, détail d'une portion de la coupe longitudinale de l'inflorescence; — 6, coupe de l'ovule; — *ec*, écaille du petit cône; — *b*, bractée, et *c*, carpelle qui la constituent par leur soudure; — *bgp*, bourgeon qui se développera l'année suivante; — *Ovl*, ovules; — *m*, micropyle; — *A*, axe du petit cône; — *lns*, insertion des écailles sur cet axe; — *Ec*, écorce de l'axe; — *Ba*, son bois; — *La*, son liber; — *M*, sa moelle; — *Bc* et *Lc*, bois et liber du carpelle; — *Bb* et *Lb*, bois et liber de la bractée; — *chp*, chambres polliniques; — *Nu*, nucelle; — *Teg*, tégument.

On divise les Conifères en trois grandes tribus : les *Abiétinées*, les *Cupressinées* et les *Taxinées*.

1. *Abiétinées*. Arbres de haute taille, monoïques ou dioïques, dont les fleurs sont disposées en cônes à écailles nombreuses.

Genres : *Abies* (Sapin), *Pinus* (Pin), *Araucaria*, *Picea* (Epicea ou Sapin du Nord), *Sequoia*, etc.

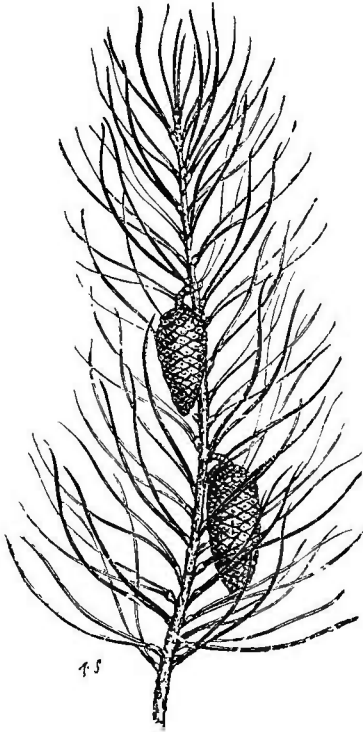


Fig. 269. — Cèdre.



Fig. 270. — Pin maritime.



Fig. 271. — Sapin du Nord.

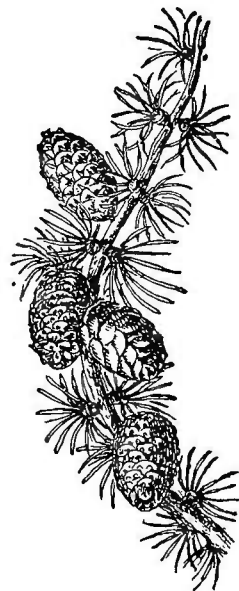


Fig. 272. — Mélèze.

2. *Cupressinées*. Arbres ou arbrisseaux à feuilles très petites et dont les cônes ont un très petit nombre d'écaïlles.

Genres : *Juniperus* (Genévrier), *Cupressus* (Cyprés), *Thuia*.

3. *Taxinées*. Arbres ou arbrisseaux non résineux presque



Fig. 273. — If.

toujours dioïques, possédant des fleurs à ovules, isolées, entourées d'une cupule charnue qui leur donne à [maturité l'apparence d'une baie.

L'If (*Taxus baccata*), unique représentant de ce groupe, est fréquent dans les bois des pays montagneux; il renferme dans ses parties vertes un poison excessivement violent.

### CYCADÉES

323. Les Cycadées sont représentées par des arbres habitant les régions chaudes de l'Afrique et de l'Amérique. Leur port rappelle un peu celui des Fougères; ils sont constitués par un tronc très gros et très court terminé par un bouquet de feuilles

très grandes, pennées et découpées, disposées en une large rosette.

Toujours dioïques, les fleurs des Cycadées se développent au sommet de la tige. Mâle ou femelle, la fleur se compose d'un axe épais couvert d'un grand nombre de folioles portant de gros ovules ou des sacs polliniques groupés par deux à six.

Les graines sont pourvues d'une enveloppe charnue.

Genre : *Cycas*.

### GNÉTACÉES

324. La famille des Gnétacées renferme trois genres dont l'appareil végétatif est fort différent.

Les *Ephedra* sont des arbrisseaux dépourvus de feuilles vertes et ressemblent à des Prêles. Les *Gnetum* sont des plantes volubiles à feuilles opposées.

Enfin le *Welwitschia* n'a que deux larges feuilles, croissant indéfiniment à la base et pouvant acquérir une dimension énorme, la tige est très courte et ne dépasse pas le niveau du sol.

Les fleurs femelles des Gnétacées sont nues à l'aisselle d'une bractée et ressemblent à celles des Conifères; mais elles s'en distinguent par l'union complète des feuilles carpellaires. Ces plantes ont par conséquent un ovaire clos, mais dépourvu de style et de stigmaté; aussi les considère-t-on comme établissant un terme de passage vers les Angiospermes.

Les Gnétacées, à l'exception du genre *Ephedra* qui se trouve quelquefois dans le Midi de la France, sont toutes des plantes exotiques.

325. **Usages.** — Les Conifères fournissent des bois de construction; on les emploie exclusivement, à cause de leur légèreté et de leur élasticité, pour la mâture des navires.

Quelques-uns sont même employés dans l'ébénisterie (*Thuya*).

Tous ces arbres fournissent, quand on incise leur écorce, une résine liquide, qui constitue la *Térébenthine*. En distillant la Térébenthine on en extrait l'essence de Térébenthine et une résine appelée *colophane*.

DEUXIÈME SOUS-EMBRANCHEMENT  
DES PHANÉROGAMES ANGIOSPERMES

Les Angiospermes ont été divisés en deux groupes ou classes :  
Les MONOCOTYLÉDONES, dont la plantule n'a qu'un cotylédon ;  
Les DICOTYLÉDONES, dont la plantule a deux cotylédons.

I<sup>re</sup> CLASSE

MONOCOTYLÉDONES

326. Les Monocotylédones commencent la série des Angiospermes. Le caractère essentiel de cette classe est l'existence d'un véritable embryon muni d'un seul cotylédon.

La tige est herbacée ou ligneuse, simple ou ramifiée ; quand elle est ligneuse, elle est ordinairement simple et couronnée par un bouquet de feuilles.

Les racines apparaissent à la base de la tige qui, par suite de la disparition prématurée de la racine principale, ne se continue jamais en pivot.

Les feuilles ordinairement alternes, souvent engainantes, offrent des nervures parallèles et non réticulées.

Les fleurs, dans leur état parfait, sont construites sur le type ternaire, c'est-à-dire que le nombre de pièces distinctes qui composent les différents verticilles est ordinairement trois ou un multiple de trois.

On les divise en deux groupes suivant que la graine est pourvue ou dépourvue d'albumen et chacun de ces groupes, selon que l'ovaire est supère ou infère, se subdivise en deux classes comprenant un certain nombre de familles, dont nous ne citerons que quelques-unes.

GRAMINÉES

327. Plantes herbacées annuelles ou vivaces, à tige fistuleuse et noueuse que l'on nomme *chaume*. Les feuilles alternes forment une gaine qui embrasse la tige et qui souvent est fendue ; au point où le limbe se sépare de la gaine, on trouve un rebord saillant en forme de lame membraneuse nommé



Fig. 274. — Paturin annuel.

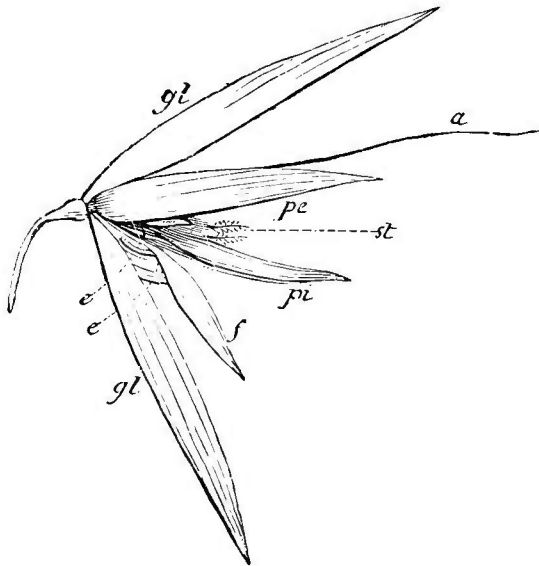


Fig. 275. — Fleur d'Avoine grossie.



Fig. 276. — Avoine.

*st*, styles. — *ee*, étamines. — *pi*, glumellules. — *pe*, glumelle. — *gl*, glume. — *a*, arête

*ligule*. L'inflorescence est rarement en épi; presque toujours elle est disposée en panicule.

Les fleurs des Graminées sont ordinairement hermaphrodites, rarement unisexuées, solitaires ou réunies sur un axe court de manière à former un assemblage appelé *épillet*, enveloppé à sa base par deux petites bractées (*glumes*). Chaque fleur considérée isolément se compose : 1° de deux petites bractées,



Fig. 277. — Touffe, épi mâle et épi femelle de Maïs.

l'une externe, l'autre interne (*glumelles*); 2° de deux ou trois petites écailles collatérales (*glumellules*); 3° de trois étamines, plus rarement une, deux, quatre ou six; 4° d'un pistil composé d'un ovaire à une seule loge surmonté de deux, quelquefois de trois styles à stigmates plumeux.

Le fruit est un caryopse et la graine se compose d'un albumen farineux qui porte à sa base un embryon. Genres principaux : *Triticum* (Froment); — *Secale* (Seigle); — *Hordeum* (Orge); — *Lolium* (Ivraie); — *Avena* (Avoine); — *Zea* (Maïs); — *Oriza* (Riz); — *Poa* (Paturin); — *Panicum* (Millet); — *Arundo* (Roseau); — *Bambusa* (Bambou); — *Saccharum* (Canne); —

*Sorghum* (Sorgho); — *Alopecurus* (Vulpin); — *Cynodon* (Chien-dent); etc.



Fig. 278. — Vulpin.      Fig. 279. — Phléole.      Fig. 280. — Agrostide.

328. **Usages.** — La famille des Graminées renferme toutes



Fig. 281. — Fétuque.      Fig. 282. — Paturin.      Fig. 283. — Houlque.

les céréales (Blé, Riz, Maïs, Seigle, etc.), qui sont la base de



l'alimentation humaine. La Canne à sucre (*Saccharum officinarum*) appartient aussi à cette famille.

### CYPÉRACÉES

329. La famille des Cypéracées renferme des plantes qui ressemblent beaucoup aux Graminées. On distingue les Cypéracées : 1° à leur tige qui est à trois angles, tandis que celle des Graminées est arrondie ; 2° à leurs feuilles dont la gaine n'est pas fendue, tandis que celle des Graminées présente une fente longitudinale du côté opposé au limbe. Les fleurs des *Carex*, genre le plus important de la famille des Cypéracées, forment des épillets ou des épis, les uns composés de fleurs à pistil, les autres de fleurs à étamines. Les fleurs à étamines sont composées d'une écaille présentant deux ou trois étamines à sa base. Les fleurs à pistil sont formées d'une petite bourse (utricule) enveloppant l'ovaire et le style et percée d'un trou qui laisse passer deux ou trois stigmates.

Le fruit est un achaine.

Genres : *Carex* (Laiche) ; *Cyperus* (Souchet) ; *Eriophorum* (Linaigrette) ; *Scirpus* (Souchet).

330. **Usages.** — Les Scirpes sont employés au rempaillage des sièges. C'est au genre Souchet (*C. papyrus*) qu'appartient l'espèce dont la moelle servait aux Egyptiens pour fabriquer le Papyrus.

### PALMIERS

331. Les Palmiers sont de grands arbres à tige simple et cylindrique appelée *stipe* couronnée par un bouquet de feuilles à bases persistantes, très grandes et disposées en éventail.

Les fleurs sont petites, blanchâtres ou jaunâtres ; — périanthe à six divisions ; — six étamines ; — ovaire à trois carpelles distincts ou soudés et surmontés chacun par un style ; — le fruit est une drupe. Genres : *Phœnix* (Dattier) ; — *Cocos* (Cocotier) ; — *Sagus* (Sagoutier), *Elveis*, *Calamus*, etc.

332. **Usages.** — On trouve dans cette famille le Dattier (*Phœnix dactylifera*), le Sagoutier (*Sagus farinifera*) ; le Cocotier (*Cocos nucifera*) : qui produit du sucre, du lait, du bois de construction et des cordages ; l'*Elveis guineensis* donne une huile

jaune odorante connue sous le nom d'*huile de palme*. L'*Areca catechu* fournit le *cachou*; enfin la tige du *Calamus Rotang* sert à confectionner des cannes, des manches de parapluie et des chaises.

### ORCHIDÉES

333. Plantes vivaces, à racines tuberculeuses, charnues, le plus souvent herbacées. Les feuilles sont toujours simples, alternes, engainantes à la base. Les fleurs, toujours très grandes



Fig. 284. — Orchis mâle (*Orchis mascula*).

et d'une forme particulière, sont disposées en inflorescence indéfinie (épi, grappe, panicule, etc.); périanthe à 6 divisions; 3 extérieures généralement colorées, 3 intérieures dont la supérieure (*labelle*) porte à sa base un éperon; — 3 étamines dont généralement les deux supérieures avortent; quelquefois, au contraire, les deux supérieures persistent, tandis que l'inférieure avorte : dans tous les cas, ces étamines se soudent avec

le style et forment une masse allongée qu'on nomme *gynostème*; l'anthère surmonte le gynostème et contient dans ses loges des *masses polliniques* ou *pollinies*. — L'ovaire, à une seule loge, porte attachés à trois placentas pariétaux de nombreux ovules anatropes.



Fig. 285. — Vanille.

Le fruit est une capsule ovoïde ou longue (*Vanille*) qui renferme un grand nombre de graines.

Les Orchidées sont en général des plantes des régions intertropicales.

334. **Usages.** — Parmi les produits utiles que fournit cette famille, nous citerons : les *Vanilla planifolia*, *claviculata*, etc., qui produisent le fruit connu sous le nom de *vanille*, et plusieurs Ophrydées qui donnent une fécule appelée *salep*.

## LILIACÉES

335. Les Liliacées sont des plantes à bulbes, ordinairement vivaces, rarement annuelles.

Les feuilles simples, entières, souvent toutes radicales, sont planes ou cylindriques et creuses; la tige ou hampe est généralement nue.

Les fleurs sont tantôt solitaires et terminales, tantôt en épis simples ou en grappes; le calice coloré est formé de six sépales



Fig. 286. — Jacinthe.

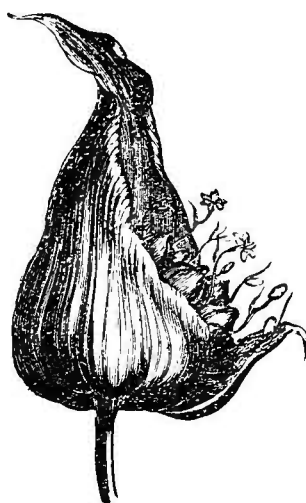


Fig. 287. — Inflorescence de l'Ail.

disposés sur deux rangs; étamines au nombre de six insérées à la base des sépales, quand ils sont distincts. L'ovaire est à trois loges avec un style simple terminé par un stigmate trilobé.

Genres : *Lilium* (Lis); — *Tulipa* (Tulipe); — *Hyacinthus* (Jacinthe); — *Allium* (Ail, Poireau, Échalote, etc.); — *Scilla* (Scille), etc.

336. Usages. — Un grand nombre de Liliacées sont recher-

chées pour la beauté de leurs fleurs; quelques espèces sont utilisées comme condiments (Ail, Oignon, Échalote, Ciboule).

337. A côté des Liliacées se placent :

1° Les *Asparaginées* dont le type est l'Asperge (*Asparagus officinalis*). L'Asperge a des fruits charnus, constituant de



Fig. 288. — Colchique d'automne; bulbe et fleur.

petites baies rouges. C'est une plante à rhizome appelé griffe sur lequel naissent des tiges aériennes à feuilles très réduites.

Ce groupe renferme des plantes d'ornement; les unes appartiennent à nos contrées; ce sont : le Muguet (*Convallaria maialis*), le Sceau de Salomon (*Polygonatum vulgare*), le Petit Houx (*Ruscus aculeatus*); d'autres sont exotiques telles que les Dragonniers (*Dracæna*), les Aloès (*Aloe*) et constituent des arbres.

2° Les *Colchicacées*, plantes bulbeuses qui renferment le Col-

chique d'automne (*Colchicum autumnale*) et le Véraître (*Veratrum album*) qui produit la *vératrine*, un des poisons les plus violents que l'on connaisse.

3<sup>o</sup> Les *Smilacées*, plantes vivaces, renfermant le genre *Smilax*; la Salsepareille (*Smilax salsaparella*) est une Smilacée.

### JONCÉES

338. Les Joncées sont des plantes herbacées qui vivent dans les lieux humides.

Leurs fleurs très petites et assez nombreuses se composent d'un périanthe à six divisions vertes ou brunes entourant six étamines disposées sur deux rangs. Au centre se trouve le



Fig. 289. — Perce-neige (*Galanthus nivalis*).

pistil formé par un ovaire globuleux à trois loges, terminé par trois stigmates allongés. Le fruit est une capsule à trois loges.

Genres : *Juncus*, *Luzula*.

339. **Usages.** — On emploie les Joncs pour faire des nattes, des corbeilles, etc.

## AMARYLLIDÉES

340. Plantes bulbeuses ou à rhizomes, à feuilles alternes et radicales; tige en forme de hampe rarement dressée et volubile. Les fleurs sont composées d'un périanthe à six divisions, de six étamines et d'un ovaire à trois loges surmonté d'un style simple avec un stigmate simple ou trilobé.

Genres : *Amaryllis*, *Galanthus*, *Crinum*, *Narcissus*, *Agave*.

341. Usages. — Les Amaryllidées, à cause de la beauté de leurs fleurs, sont recherchées comme plantes d'ornement.

## IRIDÉES

342. Plantes herbacées, quelquefois vivaces, à rhizomes tuberculeux. — Feuilles distiques, rectinervées. — Fleurs hermaphrodites rarement solitaires, ayant un périanthe à six divisions; — 3 étamines libres ou monadelphes; — ovaire

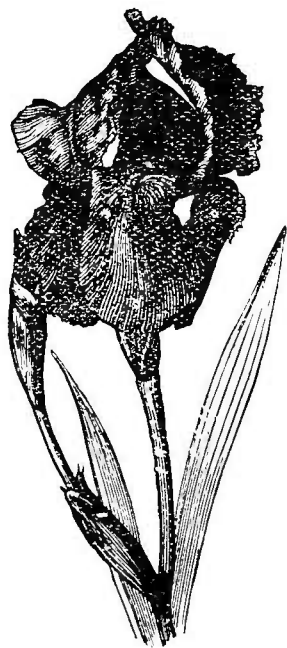


Fig. 290. — Iris; coupe verticale de la fleur.

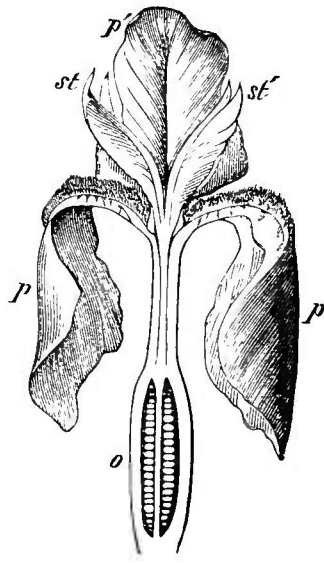


Fig. 291. — Inflorescence de l'Iris germanique.

infère à trois loges; — style simple terminé par un stigmate trilobé.

Le fruit est une capsule.

Genres principaux : *Iris*, *Crocus*, *Gladiolus*.

343. **Usages.** — L'Iris de Florence (*Iris florentina*) possède un rhizome employé dans la parfumerie à cause de son odeur de violette. Les stigmates desséchés du *Crocus sativus* donnent le *safran*.

## CANNACÉES ET ZINGIBÉRACÉES

344. Ces deux familles sont connues aussi sous le nom d'*Amomées*.

Plantes vivaces d'un port particulier qui les rapproche des Orchidées, à racine ordinairement tubéreuse et charnue, à feuilles engainantes.

Les fleurs souvent très grandes, rarement solitaires, sont disposées en grappes ou en panicules; périanthe double à trois sépales; au dedans du périanthe, trois étamines avortées (staminodes) et une ou deux étamines fertiles; — ovaire à trois loges à un seul style.

Le fruit est une capsule.

Genres : *Canna*, *Maranta*, *Alpinia*, *Zingiber*, *Curcuma*, *Amomum*.

345. **Usages.** — Le *Maranta arundinacea* fournit l'*Arrow-root*; le *Curcuma longa* produit une matière tinctoriale jaune; on retire des rhizomes de plusieurs espèces une fécule alimentaire. Les fruits de l'Amome appelés *Cardamome* possèdent des propriétés aromatiques; le Gingembre (*Zingiber officinalis*) est un condiment très recherché dans certains pays.

## II<sup>e</sup> CLASSE

### DICOTYLÉDONES

346. Les Dicotylédones sont des plantes herbacées ou ligneuses, à tige ordinairement ramifiée, composée de faisceaux libéro-ligneux disposés en un cercle unique autour d'un canal médullaire et dont l'accroissement s'effectue par le développement d'une zone génératrice située à la limite du corps ligneux. Les feuilles offrent généralement des nervures réticulées; les fleurs sont construites sur le type quinaire et l'em-



bryon, dans la plus grande majorité des cas, est pourvu d'un cotylédon double.

Les Dicotylédones se partagent en trois grandes sections : 1<sup>o</sup> les *Apétales*; 2<sup>o</sup> les *Monopétales* ou *Gamopétales*; 3<sup>o</sup> les *Poly-pétales* ou *Dialypétales*. Nous allons indiquer quelques familles de chacun de ces trois groupes, en choisissant les plus importantes.

### AMENTACÉES

347. Les Amentacées forment un groupe de plantes ligneuses, à fleurs apétales et diclines <sup>1</sup>, dont les mâles sont réunies en



Fig. 292. — Châtaignier commun (*Castanea vulgaris*).

chatons (*amenta*). Elles comprennent un grand nombre de familles dont les plus importantes sont :

1<sup>o</sup> *Bétulacées*. Arbres ou arbrisseaux à bourgeons écaillés; feuilles alternes simples, dentées; fleurs monoïques en chatons. Genres : *Betula* (Bouleau), *Alnus* (Aulne).

1. C'est-à-dire dont les étamines ne sont pas sur les mêmes fleurs que les carpelles.

2<sup>o</sup> *Corylacées*. Ne se distinguent de celle des Cupulifères que par leurs fleurs mâles qui sont privées de périanthe. Genres : *Corylus* (Noisetier), *Carpinus* (Charme).

3<sup>o</sup> *Cupulifères*. Arbres à feuilles alternes simples, stipulées; fleurs mâles en chatons, nues ou munies de bractées. Genres : *Quercus* (Chêne), *Castanea* (Châtaignier), *Fagus* (Hêtre).



Fig. 293. — Noyer commun (*Juglans regia*).

4<sup>o</sup> *Juglandées*. Arbres ou arbrisseaux, fleurs mâles en chatons et fleurs femelles, tantôt en chatons, tantôt en épis. Genre : *Juglans* (Noyer).

348. **Usages.** — Les Amentacées renferment la plupart des arbres forestiers que l'on désigne sous le nom d'*arbres feuillus* pour les distinguer des Conifères; ce sont eux qui fournissent la plupart de nos bois de charpente, d'ébénisterie et de chauffage (Bouleau, Aulne, Chêne, Châtaignier, Noyer, Peuplier, Platane, etc.).

## URTICÉES

349. Herbes, arbrisseaux ou arbres à feuilles alternes stipu-

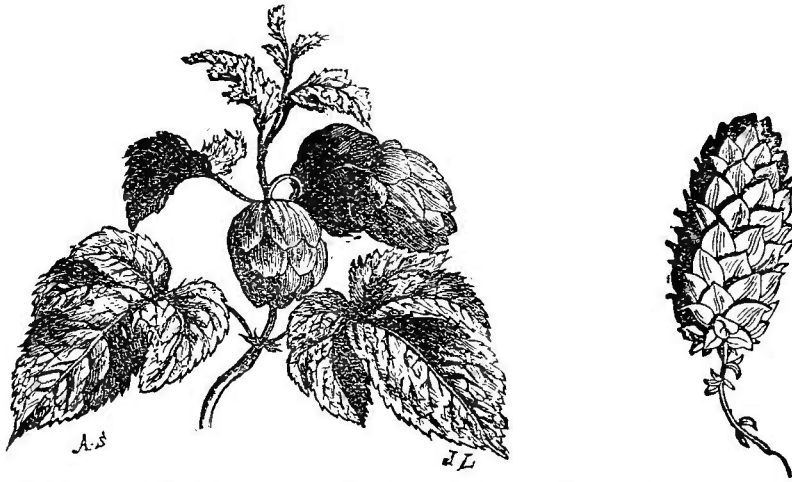


Fig. 294. — Houblon (*Humulus Lupulus*). Fig. 295. — Cône du Houblon.

lées, à fleurs petites, monoïques ou dioïques, souvent réunies en chatons.

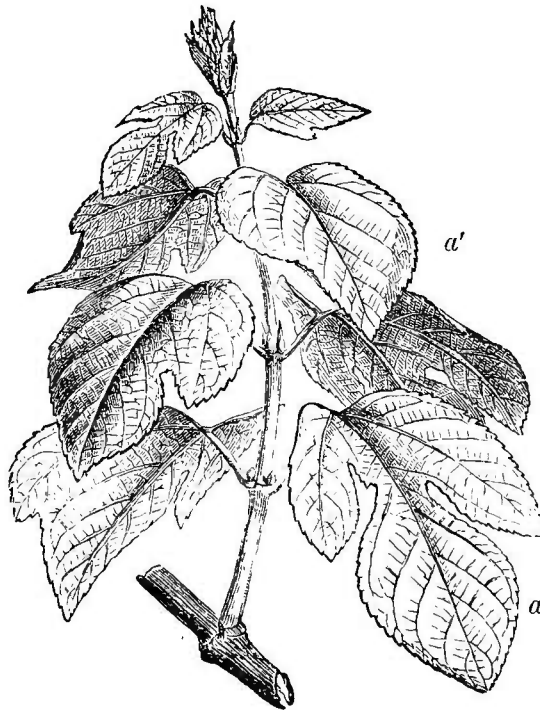


Fig. 296. — Mûrier à papier (*Broussonetia papyrifera*).  
a, feuilles découpées. — a', feuilles entières.

Cette famille a été divisée en plusieurs groupes que quel-

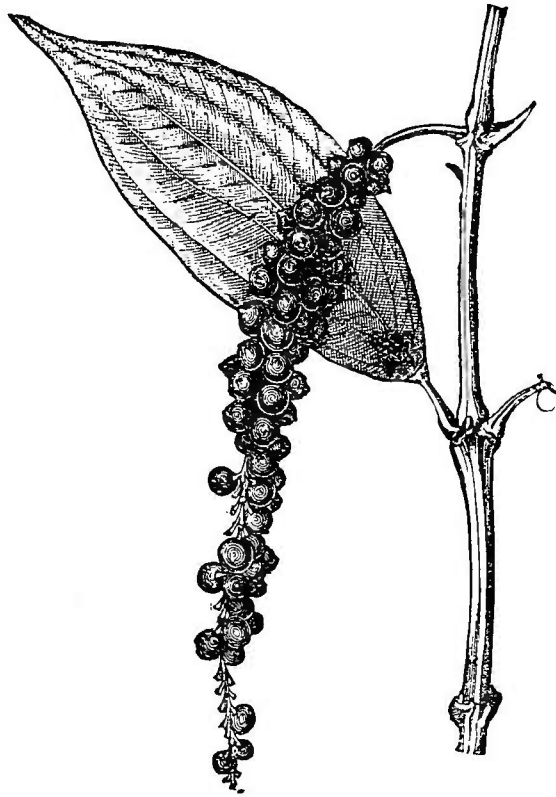


Fig. 297. — Poivrier (*Piper nigrum*).

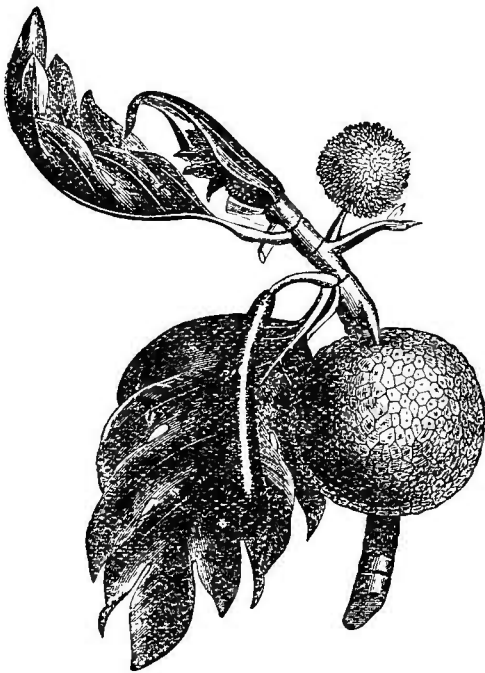


Fig. 298. — Fruit de l'arbre à pain (*Artocarpus rima*).

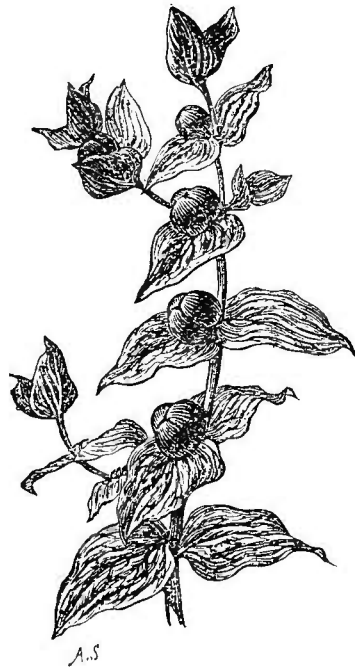


Fig. 299. — Euphorbe épurge (*Euphorbia lathyris*).

ques botanistes considèrent comme des familles distinctes.

Genres principaux : *Ulmus*, *Celtis*, *Urtica*, *Parietaria*, *Cannabis*, *Ficus*, *Morus*, *Antiaris*, *Galactodendron*.

350. Usages. — Le Chanvre (*Cannabis*) fournit l'une des matières textiles les plus estimées ; le Houblon (*Humulus*) sert à la fabrication de la bière ; les Figuiers (*Ficus*), les Mûriers (*Morus*), l'Arbre à la Vache (*Galactodendron utile*), appartiennent à cette famille.

D'autre part, on trouve encore dans ce groupe le *Ficus indica* qui produit la gomme-laque ; l'*Antiaris toxicaria* qui donne l'*Upas antiar*, poison qui sert aux Malais à empoisonner leurs flèches, etc.

### EUPHORBIACÉES

351. Herbes, arbrisseaux ou arbres à suc laiteux, à feuilles



Fig. 300. — Moutarde blanche (*Sinapis alba*).

munies de stipules ; fleurs unisexuées monoïques ou dioïques ; calice à trois, quatre, cinq ou six divisions ; corolle le plus sou-

vent nulle, quelquefois monopétale ou polypétale; étamines libres ou monadelphes dans les fleurs mâles; pistil le plus souvent à trois carpelles avec un nombre de styles égal à celui des carpelles.

Principaux genres : *Hevea*, *Croton*, *Manihot*, *Jatropha*, *Hippomane*, *Euphorbia*, *Mercurialis*, *Ricinus*.

352. **Usages.** — La plupart de ces plantes renferment des sucres âcres et corrosifs qui constituent des poisons violents; tels sont : le suc du Mancenillier, *Hippomane mancenilla*, et de l'*Hura crepitans*; le suc du *Siphonia elastica* fournit du caoutchouc; les graines du *Croton tiglium* et du *Jatropha* contiennent une huile très âcre; les graines du Ricin (*Ricinus communis*) donnent une huile purgative; enfin les rhizomes de Manioc (*Manihot*) contiennent une fécule alimentaire.

### LAURINÉES

353. Arbres ou arbrisseaux tous exotiques, sauf le Laurier commun (*Laurus nobilis*) qui habite le midi de l'Europe. Feuilles alternes, rarement opposées; fleurs hermaphrodites, quelquefois unisexuées; calice monosépale; étamines au nombre de quatre, huit ou douze; pistil formé d'un ovaire à une seule loge, surmonté d'un long style; genres : *Laurus*, *Cinnamomum*, *Sassafras*, etc.

354. **Usages.** — Les plantes de cette famille sont remarquables par l'huile essentielle et le camphre qu'elles renferment. L'écorce du *Laurus cinnamomum* est la *cannelle*; le *Laurus Camphora* et le *Dryobalanops Camphora* du Japon (Diptérocarpée) fournissent presque tout le camphre du commerce.

### ARISTOLOCHIÉES

355. Végétaux herbacés ou arbrisseaux grimpants, à feuilles simples, alternes, à rhizomes fréquemment tubéreux; fleurs régulières ou irrégulières; calice tubuleux; six ou douze étamines à filets libres ou soudés; un ovaire infère à plusieurs loges avec un style simple.

Genres principaux : *Aristolochia*, *Asarum*.

356. **Usages.** — La plupart de ces plantes ont des racines amères, âcres et possèdent des propriétés stimulantes. Ex. : la

Serpentaire de Virginie (*A. Serpentaria*) et l'Asaret ou Cabaret (*Asarum europæum*).

### POLYGONÉES

357. Plantes herbacées, quelquefois arbrisseaux, à feuilles alternes dont les stipules soudées entre elles entourent la tige d'une sorte de gaine; fleurs hermaphrodites ou diclines, axillaires ou terminales, solitaires, en grappe, en épi; périanthe simple offrant quatre ou six divisions; de trois à douze éta-

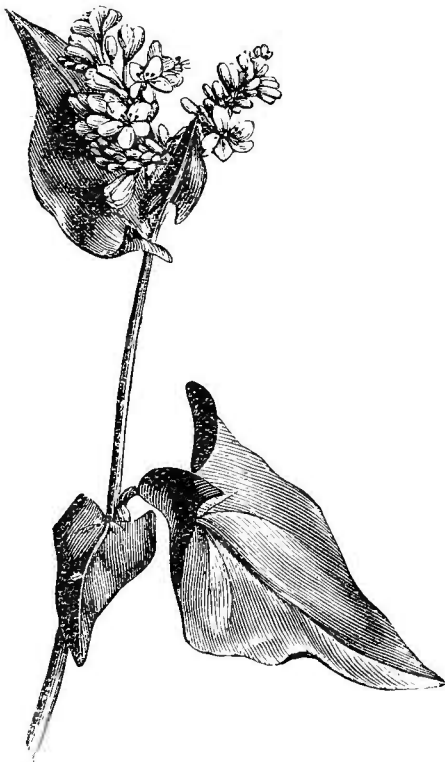


Fig. 301. — Sarrasin (*Polygonum Fagopyrum*).



Fig. 302. — Rhubarbe (*Rheum palmatum*).

mines; ovaire unique; trois styles ou un seul avec trois stigmates.

Genres : *Polygonum*, *Rumex*, *Rheum*.

358. Usages. — La Rhubarbe est la racine d'un grand nombre d'espèces de *Rheum*. Au genre *Rumex* appartiennent la Patience et l'Oseille; le Blé noir ou Sarrasin est la graine du *Polygonum*

*Fagopyrum*. Les feuilles du *Polygonum tinctorium* fournissent une sorte d'indigo.

### CHÉNOPODÉES

359. Plantes herbacées ou ligneuses, à feuilles alternes ou opposées sans stipules; fleurs petites, hermaphrodites, quelquefois unisexuées; calice monosépale; étamines variant de trois à cinq; ovaire à une seule loge, avec un style simple terminé par deux ou quatre stigmates.

Genres principaux : *Beta*, *Atriplex*, *Spinacia*, *Salicornia*, *Che-nopodium*, *Salsola*.

360. **Usages.** — Cette famille renferme l'Épinard (*Spinacia oleracea*), l'Arroche des jardins (*Atriplex hortensis*), la Betterave (*Beta vulgaris*), la Poirée (*Beta cycla*). On trouve encore dans cette famille les *Salsola* et les *Salicornia* qui croissent sur le bord de la mer et donnent de la soude par incinération.

### CARYOPHYLLÉES

361. Plantes annuelles ou vivaces à feuilles opposées simples et entières, sessiles ou pétiolées; fleurs terminales, solitaires, souvent réunies en cyme bipare; calice à quatre ou cinq sépales libres ou soudés; pétales en même nombre que les sépales; étamines de huit à dix, insérées à la base des pétales : pistil formé d'un ovaire à deux, trois et cinq loges avec un nombre égal de styles. Le fruit est le plus souvent une capsule à une seule loge par suite de la destruction, à maturité, des cloisons ovariennes.

Principaux genres : *Lychnis*, *Silene*, *Dianthus*, *Saponaria*, *Stellaria*.

362. **Usages.** — Les espèces utilisées sont : la Saponaire (*Saponaria officinalis*), le Mouron des oiseaux (*Stellaria media*), les Œillets (*Dianthus Caryophyllus*, *Armeria*, *prolifer*), etc.

### CRUCIFÈRES

363. Les plantes de cette famille sont ordinairement herbacées, rarement des sous-arbrisseaux; les feuilles alternes ou rarement opposées sont simples, entières ou lobées; fleurs



régulières en grappes, rarement solitaires; calice à 4 sépales libres; corolle à 4 pétales, blanche, jaune ou violacée; 6 étamines tétradynames<sup>1</sup>; ovaire formé de deux carpelles soudés, surmonté d'un style simple; le fruit est une silique.

Principaux genres : *Sinapis*, *Brassica*, *Raphanus*, *Cheiranthus*, *Nasturtium*, *Cochlearia*, *Isatis*, *Thlaspi*, *Iberis*, *Erysimum*, etc.

364. **Usages.** — Presque toutes les Crucifères renferment un principe sulfuré âcre et stimulant auxquels elles doivent leurs propriétés (*Sulfocyanure d'allyle*).

Un certain nombre sont alimentaires (Chou, Radis); quelques-unes sont employées en médecine : telles sont la Moutarde blanche (*Sinapis alba*), le Raifort (*Cochlearia officinalis*), le Cresson de fontaine (*Nasturtium officinale*), etc.

Les graines de Colza et de Navette donnent une huile comestible.

#### PAPAVÉRACÉES

365. Plantes annuelles ou vivaces, à suc laiteux blanc, jaune ou rouge; feuilles alternes généralement découpées, sans stipules; fleurs régulières terminales, solitaires ou disposées en cyme; calice à deux, rarement à trois sépales, caduc; corolle à quatre, quelquefois à huit ou douze pétales; étamines libres en nombre indéterminé; ovaire uniloculaire composé de plusieurs carpelles surmontés d'autant de stigmates sessiles; le fruit est généralement une capsule.

Genres principaux : *Papaver*, *Chelidonium*, *Sanguinaria*.

366. **Usages.** — Parmi les espèces les plus utiles se trouve le Pavot somnifère (*Papaver somniferum*) qui fournit l'opium. Dans le nord de la France, on cultive en grand l'espèce *Papaver somniferum* var. *nigrum* dont les graines fournissent l'huile d'œillette. On emploie aussi comme légèrement narcotiques les pétales du Coquelicot (*Papaver Rhœas*).

#### RENONCULACÉES

367. Plantes herbacées ou arbustes sarmenteux; feuilles alternes, rarement opposées, pétiolées, simples, entières ou

1. Quatre grandes et deux petites.

découpées, sans stipules; fleurs hermaphrodites ordinairement



Fig. 303. — Coquelicot.

*a*, fleur en bouton. — *b*, fleur épanouie. — *c*, fruit.

libres, parfois solitaires ou en grappes; calice à 3 ou 5 sépales,

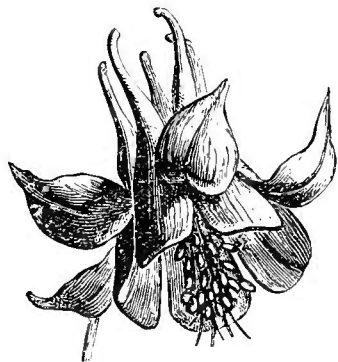


Fig. 304. — Fleur de l'Ancolic

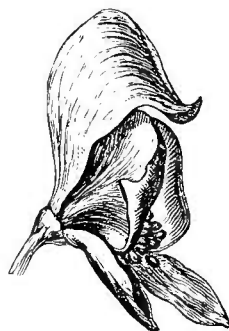


Fig. 305. — Fleur de l'Aconit.

pétaloïdes; corolle à pétales libres en même nombre que les

sépales; étamines très nombreuses, hypogynes; ovaires plus ou moins nombreux, libres, rarement soudés; le fruit est un achaine ou un follicule.

Cette famille comprend plusieurs groupes :



Fig. 306. — Renoncule; plante entière (*Ranunculus acris*).

A, feuille. — B, fleur. — C, fruit.

1. Renonculées. Genres : *Ranunculus*, *Myosurus*, *Adonis*;  
 2. Anémonées. Genres : *Anémone*, *Clematis*, *Thalictrum*; 3. Hel-  
 léborées. Genres : *Helleborus*, *Nigella*, *Delphinium*, *Aconitum*,  
*Aquilegia*; 4. Pœoniées. Genres : *Pœonia*, *Actæa*.

368. Usages. — La plupart des Renonculacées sont âcres et plus ou moins vénéneuses : tels sont les Aconits (*Aconitum*

*napellus*), qui doivent leurs propriétés à la présence de l'*aconitine*, quelques Renoncules et quelques Clématites.

### MALVACÉES

369. Herbes, arbrisseaux ou arbres à feuilles alternes simples et stipulées. Fleurs axillaires, solitaires ou diversement groupées; le calice, à trois ou cinq divisions, est souvent entouré d'un involucre; la corolle se compose généralement de cinq



Fig. 307. — Branche de Cacaoyer (*Theobroma Cacao*).

pétales souvent adhérents à leur base; étamines nombreuses, à filets soudés en un tube qui entoure le style. Ovaire formé par la réunion de plusieurs carpelles; styles en nombre égal à celui des carpelles.

Genres principaux : *Malva*, *Althæa*, *Sida*, *Abutilon*, *Hibiscus*, *Gossypium*, etc.

370. Usages. — Ces plantes sont en général mucilagineuses et émollientes. On emploie surtout les espèces du genre *Malva* (Mauve) et le fruit de la Ketmie (*Hibiscus esculentus*). Les graines d'*Ambrette*, remarquables par leur odeur musquée, proviennent des semences de la Ketmie musquée (*Hibiscus esculentus*). Les poils laineux que l'on désigne sous le nom de *coton* se tirent des graines du genre *Gossypium*.

### CUCURBITACÉES

371. Plantes herbacées annuelles ou vivaces, à tige grimpante portant des vrilles, à feuilles alternes munies de poils

rudes. Fleurs unisexuées; calice monosépale à cinq dents; corolle régulière à cinq pétales libres ou soudés; cinq étamines libres ou réunies en trois faisceaux. Dans les fleurs femelles, on trouve un ovaire infère, ordinairement à trois loges. Le fruit est très charnu et renferme un grand nombre de graines.

Genres : *Cucurbita*, *Bryonia*, *Cucumis*, *Elaterium*.

372. **Usages.** — Quelques espèces fournissent des fruits comestibles : telles sont les variétés de la Courge (*Cucurbita*), le Concombre (*Cucumis sativus*), le Melon (*Cucumis Melo*), la Pastèque (*Citrullus vulgaris*). La racine et le fruit de la Bryone (*Bryonia dioica*) et de la Coloquinte (*Citrullus Colocynthis*) sont des purgatifs violents.

### OMBELLIFÈRES

373. Famille de plantes herbacées annuelles ou vivaces, rarement des arbustes ou arbrisseaux à tige fistuleuse, qui tire son nom de la disposition de ses fleurs en ombelles. Feuilles alternes, engainantes à leur base, généralement décomposées en un grand nombre de folioles. Fleurs petites, blanches ou jaunes, disposées en ombelles simples ou composées. Chaque fleur se compose : d'un calice adhérent avec l'ovaire infère, dont le limbe est entier ou à cinq divisions; d'une corolle formée de cinq pétales, de cinq étamines alternes avec les pétales, d'un ovaire à deux loges surmonté de deux styles. Le fruit se sépare à sa maturité en deux achaines.

Genres principaux : *Chærophyllum* (Cerfeuil), *Fœniculum* (Fenouil), *Carum* (Carvi), *Daucus* (Carotte), *Pastinaca* (Panais), *Apium* (Céleri), *Æthusa* (Ciguë), *Cicuta*, *Ammi*, *Conium*, *Opoponax*, *Ferula*, *Angelica*, *Archangelica*, etc.

374. **Usages.** — Cette famille renferme des espèces alimentaires, médicinales et vénéneuses, ce qui tient à la présence dans leurs tissus d'une huile essentielle et d'un principe âcre et vireux.

Les principales espèces indigènes sont : la Cicutaire vireuse, ou Ciguë aquatique (*Cicuta virosa*), la grande Ciguë (*Conium maculatum*), la petite Ciguë (*Æthusa Cynapium*), qui sont des poisons violents.

L'Ache odorante (*Apium graveolens*) et une variété, l'Ache

Céleri, la Carotte (*Daucus Carota*), le Panais (*Pastinaca ole-racea*) sont alimentaires.

Le Persil cultivé (*Petroselinum sativum*) est employé comme condiment, le Carvi (*Carum Carvi*) ou Anis des Vosges, le Boucage-Anis (*Pimpinella Anisum*), le Fenouil commun (*Fœniculum officinale*), sont utilisés à cause de leurs fruits aromatiques. La médecine emploie les gommés-résines de l'*Asa fœtida* (*Ferula Asa fœtida*), du *Galbanum* (*Ferula erubescens*), de l'*Opoponax* (*Ferula Opoponax*), etc.

### LÉGUMINEUSES

375. Les plantes de ce groupe sont des herbes, des arbrisseaux ou des arbres. Les feuilles alternes, rarement simples, sont presque toujours composées-pennées et pourvues de stipules. Fleurs ordinairement hermaphrodites et irrégulières; calice à sépales plus ou moins soudés; corolle polypétale, parfois monopétale, rarement nulle; étamines insérées sur la corolle en nombre double de celui des pétales ou indéfini, généralement diadelphes, quelquefois monadelphes ou libres; pistil à un seul carpelle; style et stigmate simple. Le fruit est presque toujours une gousse. On divise les Légumineuses en quatre familles : les *Papilionacées*, les *Cesalpiniées*, les *Swartziées* et les *Mimosées*.

1<sup>o</sup> Les *Papilionacées* ont les fleurs irrégulières, composées d'un calice monosépale bilabié à cinq divisions, une corolle comprenant cinq pétales : 1 supérieur (*étendard*), 2 latéraux (*ailles*) et 2 inférieurs libres ou soudés (*carène*); 10 étamines diadelphes ou monadelphes.

Genres : *Myrospermum*, *Arachis*, *Indigofera*, *Trifolium*, *Medicago*, *Genista*, *Ulex*, *Phaseolus*, etc.

2<sup>o</sup> *Cesalpiniées*. Tige ligneuse, droite ou volubile; feuilles généralement composées et stipulées. Fleurs généralement hermaphrodites, presque régulières.

Genres : *Cercis*, *Tamarindus*, *Cassia*, *Cesalpinia*.

3<sup>o</sup> *Swartziées*. Arbres inermes, à feuilles impari-pennées ou simples et stipulées; fleurs hermaphrodites, un peu irrégulières.

Genre : *Swartzia*.

4<sup>o</sup> *Mimosées*. Arbres, arbustes ou herbes; feuilles simples

(phyllodes) ou bi, tri-pennées, quelquefois irritables. Fleurs hermaphrodites ou quelquefois polygames, régulières, disposées en épi, en corymbe.

Genres principaux : *Acacia*, *Mimosa*.

376. **Usages.** — Le groupe des Légumineuses comprend un grand nombre d'espèces utilisées : le *baume du Pérou* se retire du *Myrospermum peruvianum*; l'*indigo*, de l'*Indigofera tinctoria*; la racine de réglisse, du *Glycyrrhiza glabra*. Plusieurs espèces des genres *Astragalus* et *Acacia* fournissent des gommés. D'autres espèces donnent des graines alimentaires (Pois, Haricot, Fève, Lentille), ou des bois très employés dans l'industrie (bois d'aloès, de campêche, du Brésil, etc.).

## ROSACÉES

377. Importante famille renfermant des herbes, des arbrisseaux et des arbres à feuilles alternes, stipulées, quelquefois simples, plus souvent composées. Fleurs grandes, éclatantes, à inflorescence variable, mais le plus souvent terminales; calice monosépale à 4 ou 5 divisions, quelquefois accompagné d'un calicule; la corolle qui manque rarement est composée de 4 à 5 pétales réguliers; étamines en grand nombre et distinctes; pistil de forme très variable, composé de carpelles libres ou soudés entre eux et avec le tube du calice.

Les Rosacées sont très nombreuses; on les a distribuées en plusieurs tribus dont les principales sont :

1° *Pomacées*. Plusieurs carpelles uniloculaires soudés entre eux et avec le tube calicinal; fruit charnu.

Genres : *Pirus* (Poirier), *Crataegus* (Aubépine), *Malus* (Pommier), *Sorbus* (Sorbier), *Mespilus* (Néflier), *Cydonia* (Cognassier).

2° *Rosées*. Calice tubuleux contenant un nombre variable de carpelles attachés à la paroi interne du calice.

Genre : *Rosa*.

3° *Fragariées*. Calice étalé; plusieurs carpelles secs ou charnus, réunis quelquefois sur un renflement charnu; style plus ou moins latéral.

Genres : *Fragaria* (Fraise), *Rubus* (Ronce, Framboisier), *Potentilla* (Potentille), etc.

4° *Drupacées* ou *Amygdalées*. Un seul ovaire libre à style terminal; le fruit est une drupe.

Genres : *Prunus* (Prunier), *Cerasus* (Cerisier), *Amygdalus* (Amandier), *Persica* (Pêcher), etc.

378. Usages. — La famille des Rosacées renferme un grand nombre d'espèces qui donnent des fruits comestibles; tels sont : les fruits du Poirier (*Pirus communis*), du Pommier (*Malus communis*), du Cerisier (*Cerasus*), du Pêcher (*Persica vulgaris*), de l'Abricotier (*Armeniaca vulgaris*), du Néflier (*Mespilus germanica*),



Fig. 308. — Primevère (*Primula veris*).

du Cognassier (*Cydonia vulgaris*), du Prunier (*Prunus domestica*), etc. L'Amandier (*Amygdalus communis*) fournit des graines (*amandes*) qui sont comestibles et oléagineuses; les feuilles du Laurier-Cerise (*Cerasus Lauro cerasus*) donnent à la distillation une huile volatile employée en médecine; enfin les Framboises fournies par le *Rubus idæus*, les Fraises par le *Fragaria vesca*, les Mûres par le *Rubus fruticosus*, servent dans l'alimentation.



## PRIMULACÉES

379. Les Primulacées sont des plantes annuelles ou vivaces, à feuilles opposées ou verticillées. Les fleurs sont disposées en



Fig. 309. — Gentiane (*Gentiana lutea*).

épis ou en grappes; fleurs régulières; calice monosépale à 4 ou

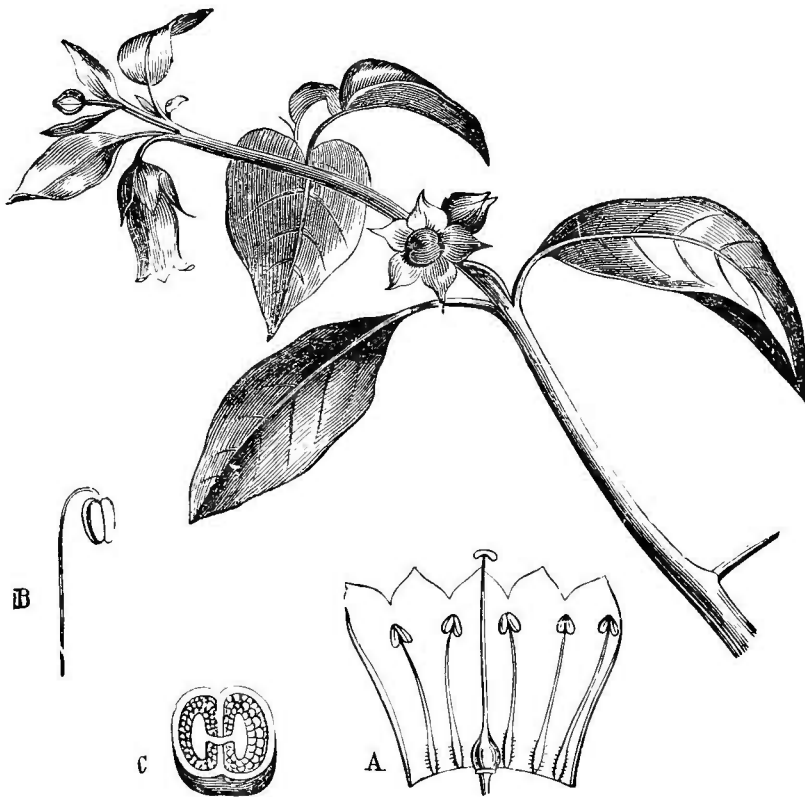


Fig. 310. — Belladone (*Atropa Belladonna*).

A, corolle. — B, étamine. — C, coupe transversale du fruit.

5 divisions; corolle régulière, tubuleuse; 5 étamines libres ou monadelphes; ovaire libre, à une seule loge, surmonté d'un

style simple. Les Primulacées sont aussi caractérisées par leurs étamines opposées aux divisions de la corolle,

Genres : *Primula* (Primevère) *Anagallis*, *Cyclamen* (Cyclame).

380. Usages. — Les espèces utilisées sont la Primevère (*Primula veris*), le Mouron rouge (*Anagallis arvensis*) et le Mouron bleu (*Anagallis cœrulea*).

### CONVOLVULACÉES

381. Plantes herbacées ou arbrisseaux à tige le plus souvent volubile et grimpante. Feuilles simples et alternes. Les fleurs sont axillaires ou terminales; calice à 5 sépales libres ou soudés



Fig. 311. — Jusquiame noire (*Hyoscyamus niger*).

par leur base; corolle monopétale, régulière; 5 étamines insérées sur le tube de la corolle; ovaire simple et libre à 2 ou 4 loges; style simple ou double. Le fruit est une capsule à 2 ou 4 loges.

Genres : *Convolvulus*, *Ipomæa*, *Cuscuta*, etc.

382. Usages. — Les rhizomes de plusieurs espèces renferment un suc résineux qui leur donne des propriétés purgatives; tels sont ceux du Jalap (*Exogonium Purga*); de la Scammonée (*Convolvulus Scammonia*). Les tubercules de l'*Ipomæa Batatas* sont comestibles (Batates ou Patates).

### SOLANÉES

383. Plantes herbacées ou arbrisseaux à feuilles simples ou découpées, alternes. Fleurs solitaires et extra-axillaires dispo-

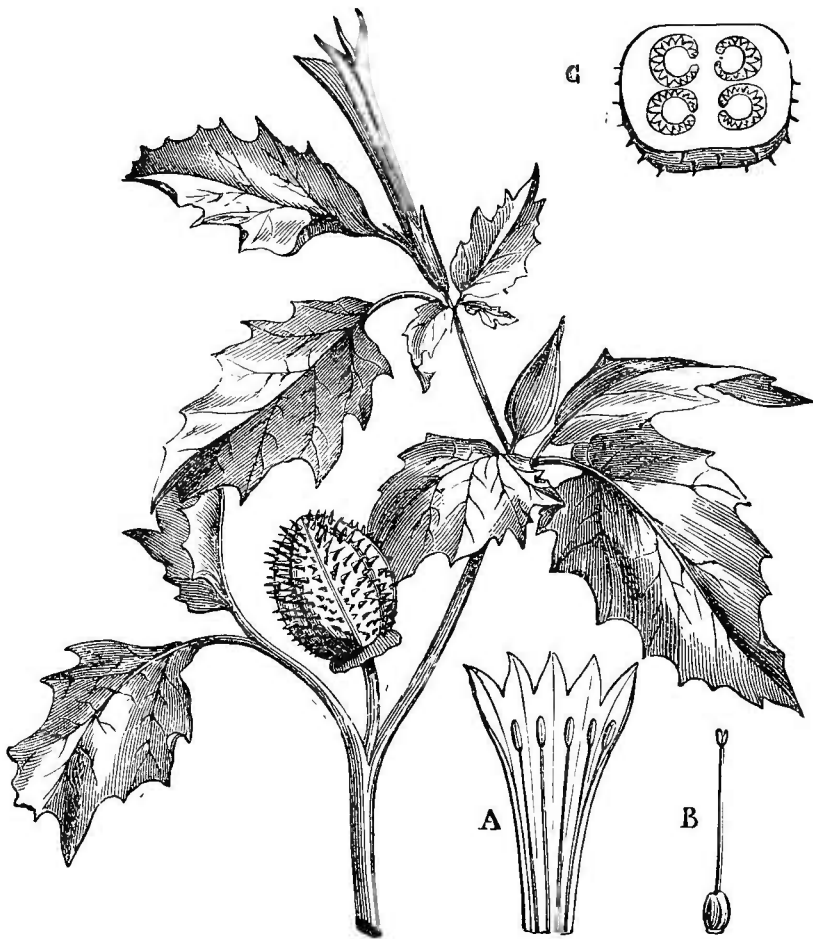


Fig. 312. — Stramoine (*Datura Stramonium*).

sées en épis ou en grappes; calice monosépale à 5 divisions, persistant; corolle régulière, rotacée, campanulée, infundibuliforme; 5 étamines insérées sur le tube de la corolle; ovaire

à 2 loges, polysperme. Le fruit est une capsule ou une baie.

Genres : *Solanum*, *Datura*, *Hyoscyamus*, *Nicotiana*, *Atropa*, etc.

384. Usages. — La plupart des Solanées contiennent des principes actifs qui les rendent vénéneuses (*solanine*, *atropine*, *nicotine*); les espèces vénéneuses sont : la Jusquiame (*Hyoscyamus niger*), la Stramoine (*Datura Stramonium*), la Belladone (*Atropa Belladonna*), le Tabac (*Nicotiana Tabacum*): quelques-unes



Fig. 313. — Tabac (*Nicotiana Tabacum*).

*a*, fleur. — *b*, fruit. — *c*, graine.

sont comestibles : la Pomme de terre (*Solanum tuberosum*), la Tomate (*Solanum Lycopersicum*), l'Aubergine (*Solanum Melongena*).

## LABIÉES

385. Famille très naturelle comprenant des végétaux herbacés, quelquefois des arbustes, dont la tige est carrée, les feuilles simples et opposées; les fleurs groupées à l'aisselle des feuilles en panicules forment des grappes ou des épis; calice monosé-

pale, tubuleux, à cinq dents; corolle tubuleuse partagée en 2 lèvres; 4 étamines didynames (quelquefois deux avortent); l'ovaire est formé de deux carpelles contenant chacun deux



Fig. 314. — Lamier blanc (*Lamium album*).

ovules; ceux-ci, à un certain moment du développement, sont séparés l'un de l'autre par une cloison, de sorte qu'à la maturité le fruit se compose de quatre achaines.

Genres à 2 étamines : *Salvia* (Sauge), *Rosmarinus* (Romarin); — à 4 étamines : *Lavandula* (Lavande), *Thymus* (Thym), *Melissa* (Mélisse), *Lamium* (Lamier), *Betonica* (Bétoine), *Origanum* (Marjolaine), etc.

386. **Usages.** — La plupart des Labiées possèdent des propriétés toniques, aromatiques et stimulantes dues à la présence d'une huile essentielle qui fait qu'on les utilise en médecine, dans la parfumerie et même comme condiments; telles sont : les Mélisses, les Menthes (*Mentha*), la Sauge (*Salvia officinalis*), le Thym (*Thymus vulgaris*), le Romarin et le Patchouli (*Pogostemum Patchouli*).

#### BORRAGINÉES

387. Arbres, arbrisseaux ou herbes dont les feuilles sont ordinairement hérissées de poils raides; feuilles alternes sim-

ples, et entières. Fleurs généralement régulières, tantôt solitaires, tantôt disposées en panicules, en corymbes, mais le plus souvent en grappes scorpioïdes ; corolle monopétale, tantôt régulière, comme dans la grande Consoude, tantôt labiée, comme dans la Vipérine ; 5 étamines ; un ovaire formé de deux carpelles biovulés devenu quadriloculaire par l'apparition d'une

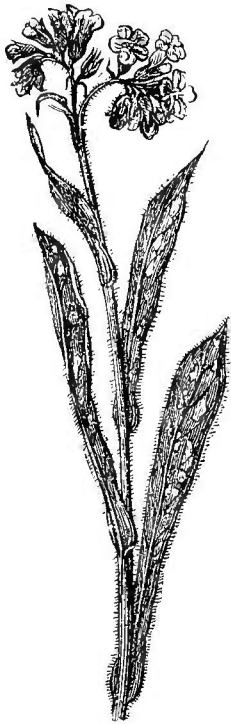


Fig. 315.  
Pulmonaire.

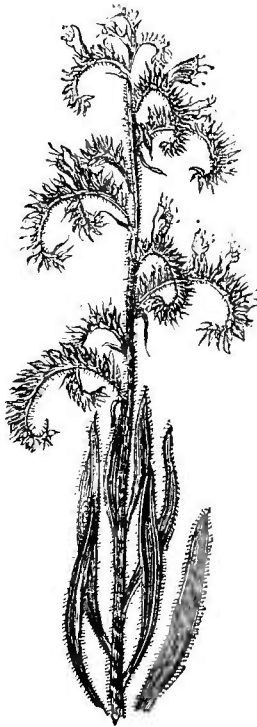


Fig. 316.  
Vipérine.



Fig. 317.  
Gueule-de-loup.

cloison comme chez les Labiées ; fruit composé de 4 achaines.

Genres : *Heliotropium*, *Borrago*, *Symphytum*, *Pulmonaria*, *Myosotis*, *Cynoglossum*.

**388. Usages.** — Les Borraginées sont des plantes mucilagineuses et astringentes : les feuilles de la Bourrache (*Borrago officinalis*), la racine de Consoude (*Symphytum officinale*), celle de la Cynoglosse sont utilisées en médecine ; les racines de l'Orcanette (*Alkanna tinctoria*) renferment une belle matière colorante rouge.

## RUBIACÉES

389. Famille nombreuse, composée d'herbes, d'arbrisseaux et d'arbres à feuilles simples, opposées ou verticillées <sup>1</sup>. Les fleurs sont axillaires, terminales ou réunies en tête; calice petit, à 4 ou 5 lobes; corolle régulière, monopétale, à 4 ou

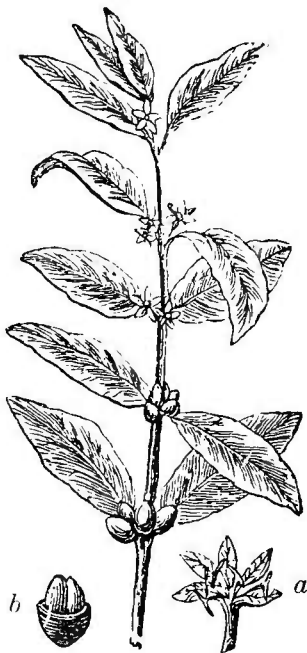


Fig. 318. — Caféier (*Coffea*).

*a*, fleur. — *b*, fruit.

5 lobes; étamines en même nombre; ovaire et fruit très variables.

Genres : *Rubia*, *Asperula*, *Cephaelis*, *Galium*, *Coffea*, *Cinchona*.

390. Usages. — Cette famille contient plusieurs espèces médi-

1. En réalité deux feuilles seulement d'un verticille portent des rameaux à leur aisselle; les autres peuvent être considérées comme des stipules très développées et semblables aux vraies feuilles; ces dernières d'ailleurs reçoivent seules leurs faisceaux directement du cylindre central de la tige et ce sont des ramifications de ces faisceaux foliaires qui se rendent dans les stipules. Cf. *Colomb*, *Recherches sur les stipules*.

cinales qui sont exotiques ; tels sont le Quinquina (*Cinchona*), l'Ipécacuanha (*Cephaelis Ipecacuanha*).



Fig. 319. — Chardon vulgaire (*Carduus nutans*).

A. tige et feuille. — B, capitule. — C, fleur isolée. — D, coupe du capitule.

391. Nous citerons comme espèces utiles : la Garance (*Rubia tinctorum*) et le Caféier (*Coffea arabica*).

### SYNANTHÉRÉES OU COMPOSÉES

392. Cette grande famille se compose de plantes herbacées, d'arbustes quelquefois sarmenteux ou même d'arbres. Les feuilles sont alternes, simples, rarement opposées ; les fleurs forment des *capitules*, c'est-à-dire des groupes étalés sur un plateau ou *réceptacle* charnu, plan ou convexe et enveloppé par un *involucre* de bractées ; ces capitules sont désignés sous le



nom de *fleurs composées*. Les fleurs sont de deux sortes : les unes, *fleurons*, ont une corolle monopétale, régulière, ordinairement à 5 lobes; les autres, *demi-fleurons*, ont une corolle irrégulière, déjetée latéralement en forme de languette. Tantôt les capitules se composent uniquement de fleurons, tantôt uniquement de demi-fleurons, tantôt enfin le centre est occupé par des fleurons et la circonférence par des demi-fleurons.

Chaque fleur comprend un calice adhérent avec l'ovaire infère, une corolle régulière ou irrégulière, 3 étamines à filets distincts mais dont les anthères sont soudées autour du style; l'ovaire uniloculaire est surmonté d'un style simple terminé par un stigmate bilobé; le fruit est un achaine.

D'après leurs capitules, on peut les diviser en trois groupes naturels :

1° **Carduacées** (Flosculeuses ou Tubuliflores), dont les capitules ne sont formés que de fleurons :

Genres : *Carduus* (Chardon), *Cynara* (Artichaut), *Carthamus* (Carthame), *Centaurea* (Centaurée);

2° **Chicoracées** (Semi-flosculeuses ou Liguliflores). Capitules uniquement formés de demi-fleurons.

Genres : *Lactuca* (Laitue), *Cichorium* (Chicorée), *Tragopogon* (Salsifis);

3° **Corymbifères** (Radiées). Capitules composés de fleurons au centre et de demi-fleurons à la circonférence.

Genres : *Helianthus* (Soleil), *Chrysanthemum* (Chrysanthème), *Anthemis*, *Arnica*, *Tanacetum* (Tanaïs), *Pyrethrum* (Pyrèthre).

393. **Usages.** — Les plantes de cette famille renferment un suc laiteux contenant un principe amer et résineux qui leur donne des propriétés toniques, stimulantes et fébrifuges, tels sont : l'Arnica (*Arnica montana*), la racine de Pyrèthre (*Anacyclus pyrethrum*), dont la poudre, connue sous le nom de Pyrèthre du Caucase, sert comme insecticide, le Chardon béni (*Cnicus benedictus*), la plupart des Centaurées, la racine de Bardane (*Lappa major* et *L. minor*).

Plusieurs sont utilisées comme plantes potagères : l'Artichaut (*Cynara Scolymus*), le Salsifis (*Tragopogon porrifolius*), la Laitue (*Lactuca sativa*), la Chicorée crépue (*Cichorium Endivia* var. *crispa*), l'Escarole (*Cichorium angustifolium*), etc.

## FAMILLES VOISINES DES COMPOSÉES

394. **Campanulacées et Dipsacées** — On peut rapprocher des Synanthérées, les Campanulacées dont le type est la Raiponce (*Campanula rapunculus*). Ces plantes ont les fleurs séparées, quelquefois réunies en capitules; leurs étamines sont parfois soudées par les anthères comme dans les Synanthérées, mais elles se distinguent de ces dernières par l'ovaire qui contient

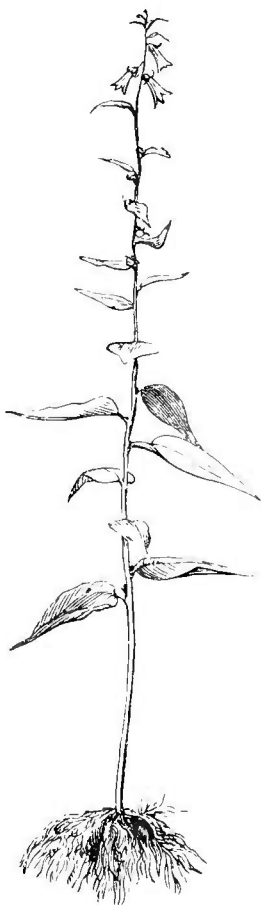


Fig. 320. — Campanule raiponce (*C. rapunculus*).

un grand nombre d'ovules et par le fruit qui est une capsule.

Genres : *Campanula*, *Specularia*, *Jasione*, *Phyteuma*.

Les Dipsacées, représentées par la Cardère, se rapprochent des Synanthérées par la disposition de leurs fleurs en capitules; mais leurs étamines ne sont jamais soudées par leurs anthères.

Genres : *Knautia*, *Scabiosa* (Scabieuse), *Dipsacus* (Cardère).

395. **Valérianées.** — Les Valérianées ont comme les Synanthérées des achaines surmontés par le calice persistant, mais leurs fleurs sont disposées en cyme.

Genres : *Valerianella*, dont deux espèces sont cultivées pour leurs feuilles que l'on mange en salade (Mâche); *Valeriana* (Valériane), plante employée en médecine dans le traitement des plaies contuses et des érysipèles; *Centranthus* (Valériane rouge) plante d'ornement.

FIN

# TABLE DES MATIÈRES

## INTRODUCTION

Division de la Botanique.....	V
Idée générale de l'organisation végétale.....	VI
Comparaison des végétaux et des animaux.....	IX
Caractères distinctifs des végétaux et des animaux.....	XI

## LIVRE PREMIER

### MORPHOLOGIE

#### Anatomie générale.

CELLULE VÉGÉTALE.			
1. Constitution de la cellule végétale .....	1	17. Propriétés physiques de l'amidon.....	20
2. Propriétés physiques et chimiques du protoplasma .....	4	18. Propriétés chimiques de l'amidon.....	21
3. Propriétés physiologiques du protoplasma.....	4	19. Composition chimique de l'amidon.....	21
4. NOYAU.....	5	20. Structure des grains d'amidon.....	22
5. LEUCITES.....	6	21. Formation des grains d'amidon.....	22
6. MEMBRANE CELLULAIRE.....	7	22. Siège de la matière amy- lacée.....	23
7. ACCROISSEMENT DE LA MEM- BRANE CELLULAIRE.....	10	23. INULINE.....	24
8. ASPECT DE LA MEMBRANE CEL- LULAIRE .....	11	24. CHLOROPHYLLE.....	24
9. FORME DES CELLULES.....	13	25. Production des grains de chlorophylle.....	24
10. MULTIPLICATION DES CELLU- LES .....	14	26. Composition chimique de la chlorophylle.....	25
11. Division.....	15	27. Position et déplacement des grains de chloro- phyllé.....	25
12. Conjugaison.....	18	28. Rôle de la chlorophylle...	26
13. Rénovation.....	18	29. CRISTALLOÏDES .....	26
14. PRODUITS CELLULAIRES.	18	30. ALEURONE.....	26
15. SUC CELLULAIRE.....	20	31. Constitution physique et	
16. MATIÈRE AMYLACÉE.....	20		21

chimique des grains d'aleurone.....	27	46. Stomates.....	37
32. Origine et disparition des grains d'aleurone.....	28	47. Développement des stomates.....	37
33. MATIÈRES GRASSES.....	29	48. Siège des stomates.....	38
34. SUCRES.....	29	49. Usages des stomates.....	39
35. GOMMES.....	30	50. Poils.....	39
36. MATIÈRES MINÉRALES.....	31	51. Liège.....	41
37. Carbonate de chaux. — Cystolithes.....	32	52. Assise subéreuse.....	41
38. Oxalate de chaux. — Raphides.....	32	53. TISSUS DE SOUTIEN.....	41
39. Silice.....	33	54. Sclérenchyme.....	41
40-41. MATIÈRES COLORANTES DES PLANTES.....	33	55. Collenchyme.....	42
42. TISSUS ET ORGANES VÉGÉTAUX.....	34	TISSUS CONDUCTEURS.....	42
43. Tissu de protection.....	35	56. Tissu vasculaire.....	43
44. Epiderme.....	35	57. Tissu criblé.....	44
45. Cuticule.....	36	58. Tissu ASSIMILATEUR.....	44
		59. TISSUS DE RÉSERVE.....	44
		60. Tissu SÉCRÉTEUR.....	45
		61. SÉCRÉTIONS ORGANIQUES.....	48
		62. Tannins.....	48
		63. Essences et résines.....	48
		64. Latex.....	49

## LIVRE II

## ORGANOGRAPHIE ET PHYSIOLOGIE

65. ORGANES DE NUTRITION.....	51	STRUCTURE D'UNE TIGE AGÉE.	
66. DE LA TIGE.....	51	86. Aubier, cœur du bois....	72
67. Formes et dimensions des tiges.....	52	87. Lignes de démarcation des couches du bois.....	73
68. Direction des tiges.....	53	88. Age d'une tige.....	73
69. Consistance des tiges.....	53	89. Variations du bois.....	74
70. Durée des plantes.....	54	90. TIGE DES PLANTES MONOCOTYLÉDONES.....	74
71. TIGES AÉRIENNES.....	55	91. Tige des monocotylédones ligneuses.....	74
72. Tronc.....	55	92. Tige des monocotylédones herbacées.....	78
73. Stipe.....	56	93. TIGE DES GYMNOSPERMES....	79
74. Chaume.....	56	94. TIGE DES CRYPTOGAMES VASCULAIRES.....	79
75. Cladode.....	57	95. Tige des Fougères.....	79
TIGES SOUTERRAINES		96. ACCROISSEMENT DES TIGES DICOTYLÉDONES.....	80
76. Rhizomes.....	57	97. RACINE. — Racine pivotante. — Racine fasciculée.....	82
77. Tubercules.....	58	98. Racines tuberculeuses....	83
78. BULBES.....	60	99. Applications.....	84
79. Bulbe écailleux.....	61	PARTIES CONSTITUANTES DE LA RACINE.	
80. Bulbe à tunique.....	61	100. Racines secondaires et tertiaires.....	85
STRUCTURE DE LA TIGE		101. Poils absorbants.....	86
TIGE DES PLANTES DICOTYLÉDONES.		102. Piléorhize.....	87
81. Tigelle.....	62	103. Exfoliation de la piléorhize.....	87
82. Tige de première année..	62	104. Point végétatif de la racine.	87
83. STRUCTURE DES TISSUS PRIMAIRES D'UNE TIGE.....	63	105. Direction des racines....	88
84. FORMATIONS SECONDAIRES DE LA TIGE.....	67		
85. Structure des tissus secondaires.....	69		

106. Racines adventives.....	88	143. Gaine.....	117
107. Origine des racines adven- tives.....	90	144. Variations de ces parties....	117
108. Applications pratiques...	90	145. Nervation des feuilles....	118
109. Bouturage.....	90	146. Découpage des feuilles...	120
110. Marcottage.....	91	147. Variations des feuilles dans une même plante.....	121
<b>STRUCTURE DE LA RACINE</b>		148. Forme des feuilles.....	122
111. Racines dicotylédones....	92	149. Feuilles anormales.....	122
112. Racines monocotylédones.	95	150. FEUILLES COMPOSÉES.....	123
113. Racines des cryptogames vasculaires.....	95	<b>PHYLLOTAXIE ou DISPOSITION DES FEUILLES SUR LA TIGE</b>	
114. FORMATION DES RADICELLES.	96	151. Feuilles opposées.....	125
115. ORIGINE DES TISSUS DE LA RACINE.....	97	152. Feuilles verticillées.....	125
<b>FONCTIONS DES RACINES</b>		153. Feuilles alternes.....	126
116. Absorption des gaz.....	99	154. Rapports phyllotaxiques..	129
117. Absorption des liquides..	100	155. Spirale génératrice. — Spi- rales secondaires.....	130
118. Substances absorbées par les racines.....	100	156. Modification du cycle.....	131
119. Siège de l'absorption par les racines.....	101	157. Homodromic, hétérodrom- ie.....	131
120. Digestion par les poils ab- sorbants.....	101	<b>STIPULES</b>	
<b>SÈVE</b>		158. Situation des stipules....	132
121. Composition de la sève... 102		159. Consistance, durée et na- ture des stipules.....	133
122. Sève ascendante.....	102	160. Structure des feuilles aé- riennes.....	134
123. Sève descendante.....	104	161. Pétiole.....	134
124. CAUSES DES MOUVEMENTS DE LA SÈVE.....	105	162. Limbe.....	136
125. Influence de la nutrition et de l'accroissement... 105		163. Structure des feuilles aqua- tiques.....	138
126. Influence de la transpira- tion.....	105	164. Fonctions des feuilles....	140
127. Influence des forces molé- culaires.....	106	165. TRANSPIRATION DES FEUILLES.	140
128. ALIMENTS DES VÉGÉTAUX....	108	166. ABSORPTION DES FEUILLES... 144	
<b>RÔLE PHYSIOLOGIQUE DES ÉLÉ- MENTS NUTRITIFS.</b>		<b>RESPIRATION DES PLANTES</b>	
129. Rôle du carbone.....	109	167. Phénomènes généraux....	145
130. Rôle de l'hydrogène.....	110	168. Organes respiratoires....	146
131. Rôle de l'oxygène.....	110	169. Absorption d'oxygène. — Exhalation d'acide car- bonique.....	146
132. Rôle de l'azote.....	110	170. Respiration à la lumière..	147
133. Rôle des sels minéraux... 111		171. Dégagement de la chaleur pendant la respiration..	148
134. ASSIMILATION ET DÉSASSIMI- LATION.....	112	172. ASSIMILATION CHLOROPHYL- LIENNE.....	149
135. Produits d'assimilation et de désassimilation.....	113	173. MOUVEMENT DES ORGANES FO- LIAIRES.....	152
136. Matériaux d'accroissement et de réserve. — Résér- voirs nutritifs.....	113	174. Mouvements périodiques spontanés.....	153
137. RÔLE DES SUBSTANCES ASSIMI- LÉES PENDANT LA VÉGÉTA- TION.....	114	175. Mouvements diurne ou de veille, nocturne ou de sommeil.....	154
138. Végétation à l'obscurité.. 114		176. Mouvements dus à des ac- tions mécaniques, mou- vements de la Sensitive. 154	
139. Végétation à la lumière.. 115		177. Organes moteurs de la Sen- sitive.....	156
140. FEUILLES.....	115	178. Mouvements de la Dionée ou Gobe-Mouches et du Drosera.....	156
141. LIMBE DE LA FEUILLE.....	116		
142. Pétiole.....	117		

<b>BOURGEONS</b>		
179. Organisation des bourgeons.....	158	
180. Division des bourgeons...	158	
181. Recépage. — Emondage..	161	
182. Taille des arbres.....	161	
183. BRANCHES.....	162	
184. GREFFE. — Définitions....	162	
185. Théorie de la greffe.....	163	
186. Classification des greffes.	163	
187. ÉPINES ET AIGUILLONS.....	165	
<b>DE LA FLEUR EN GÉNÉRAL</b>		
188. Parties constituantes de la fleur.....	166	
189. Fleurs unisexuées, fleurs hermaphrodites, fleurs nues.....	167	
190. Fleurs dioïques, monoïques, polygames.....	167	
191. Dispositions relatives des diverses parties d'une fleur. — Verticilles floraux.....	168	
192. Loi de la superposition et de l'alternance.....	169	
193. Diagramme d'une fleur...	169	
194. Nombre de pièces de chaque verticille. — Types floraux.....	169	
195. Modifications des types floraux.....	170	
<b>RÉGULARITÉ ET SYMÉTRIE DE LA FLEUR</b>		
196. Régularité.....	172	
197. Symétrie.....	172	
198. INFLORESCENCE.....	172	
INFLORESCENCES SIMPLES....	173	
199. Inflorescence indéfinie....	173	
200. Inflorescence définie....	176	
201. INFLORESCENCES COMPOSÉES..	179	
202. INFLORESCENCES MIXTES....	180	
203. PÉDONCULES ET BRACTÉES... 180		
<b>DE LA FLEUR EN PARTICULIER</b>		
204. PÉRIANTHE.....	182	
205. CALICE.....	182	
206. Nombre de sépales.....	183	
207. Calice polysépale et monosépale.....	183	
208. Régularité et irrégularité du calice.....	183	
209. Structure du calice.....	184	
210. COROLLE.....	184	
211. COROLLE POLYPÉTALE.....	185	
212. Formes principales de la corolle polypétale régulière.....	185	
213. Formes principales de la corolle polypétale irrégulière.....	186	
214. COROLLE MONOPÉTALE.....	187	
215. Formes principales de la corolle monopétale régulière.....	187	
216. Formes principales de la corolle monopétale irrégulière.....	189	
217. Structure des pétales.....	189	
218. Réceptacle floral. — Rapport de position des étamines et des pistils.	190	
219. ANDROCÉE.....	191	
220. ANTHÈRE.....	192	
221. Structure des anthères...	193	
222. Déhiscence des anthères..	194	
223. FILET.....	194	
224. Structure du filet.....	195	
225. Nombre des étamines dans une fleur.....	195	
226. Rapport des étamines entre elles.....	195	
227. Rapport des étamines avec les pétales.....	197	
228. Staminodes.....	197	
229. Nature morphologique des étamines.....	197	
230. POLLEN.....	198	
231. Formes, dimensions et coloration du pollen....	198	
232. Structure du pollen.....	199	
233. Cloisonnement du grain de pollen.....	200	
234. DÉVELOPPEMENT DE L'ÉTAMINE.	200	
235. Formation des cellules mères du pollen.....	200	
236. Formation du pollen.....	202	
237. GYNÉCÉE.....	203	
238. Constitution d'un pistil. — Carpelles.....	203	
239. Nombre de carpelles....	203	
240. Placentation.....	206	
241. Tissu conducteur.....	207	
242. Ovaire.....	207	
243. STYLE.....	208	
244. STIGMATE.....	209	
245. OVULES.....	209	
246. Direction des ovules dans l'ovaire.....	209	
247. Structure de l'ovule.....	209	
248. Forme des ovules... ..	211	
249. Sac embryonnaire des Angiospermes.....	212	
250. Sac embryonnaires des Gymnospermes.....	213	
251. FÉCONDATION.....	215	
252. Germination du pollen... 215		
253. Fécondation dans le sac embryonnaire des Angiospermes....	216	
254. Fécondation dans le sac embryonnaire des Gymnospermes.....	218	

255. Circonstances qui favorisent la fécondation. — Fécondation des fleurs unisexuées.....	219	271. FRUITS CHARNUS.....	230
256. Fécondation des fleurs hermaphrodites.....	220	272. FRUITS COMPOSÉS.....	231
257. Mouvements qui accompagnent la fécondation..	220	273. FRUITS MULTIPLES.....	232
258. Rôle des insectes dans la fécondation. — Fécondation des fleurs unisexuées.....	221	274. GRAINE.....	233
259. Parthénogénèse.....	221	275. ORGANISATION DE LA GRAINE.	233
<b>DÉVELOPPEMENT DE L'EMBRYON</b>		276. Téguments de la graine..	233
260. Embryon dicotylédone...	222	277. Parties accessoires de la graine.....	235
261. Embryon monocotylédone.	222	278. Albumen.....	235
262. Formation de l'albumen..	223	279. Embryon.....	237
<b>FRUIT</b>		280. GERMINATION.....	237
263. Parties constituantes du fruit.....	224	281. PHÉNOMÈNES MORPHOLOGIQUES. — Germination des Monocotylédones.....	238
264. Fruits induviés.....	225	282. Germination des Dicotylédones.....	239
265. PÉRICARPE.....	226	283-84. PHÉNOMÈNES PHYSIOLOGIQUES. — Conditions inhérentes à la graine.....	240
266. CLASSIFICATION DES FRUITS.....	226	285. Conditions extérieures de la germination.....	241
267. FRUITS SIMPLES.....	227	286. PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA GERMINATION.....	243
268. FRUITS SECS.....	227	287. Dégagement de chaleur pendant la germination.	244
269. Fruits secs indéhiscents..	228	288. Changements que subissent les principes immédiats pendant la germination.....	244
270. Fruits secs déhiscents ou capsules.....	228		

LIVRE III

TAXONOMIE VÉGÉTALE OU CLASSIFICATION BOTANIQUE

289. Classifications artificielles et naturelles.....	245	<b>Premier embranchement du règne végétal.</b>	
290. DE L'ESPÈCE.....	246	<b>THALLOPHYTES</b>	
291. Variabilité de l'espèce; variété, race.....	247	<b>ALGUES</b>	
292. Genres.....	248	298. Reproduction des Algues..	254
293. Ordres, familles, classes..	249	299. Division des Algues.....	257
294. SYSTÈME SEXUEL DE LINNÉ et Tableau du système sexuel.....	249	300. Usages des Algues.....	258
295. Méthode dichotomique...	251	301. Bactéries.....	258
296. MÉTHODE NATURELLE DE JUSSIEU et Tableau de la méthode naturelle.	251	302. CHAMPIGNONS.....	259
297. Division en quatre embranchements.....	254	303. Mycelium.....	259
		304. Réceptacle fructifère.....	260
		305. Reproduction des Champignons.....	260
		306. Végétation des Champignons.....	261



307. Principaux groupes de Champignons.....	263	344. CANNACÉES ET ZINGIBÉRACÉES	293
308. Usages des Champignons.	264	345. Usages des Cannacées et Zingibéracées.....	293
309. LICHENS.....	265		
310. Usages.....	266	II <sup>e</sup> CLASSE.	
<b>Deuxième embranchement du règne végétal.</b>		346. DICOTYLÉDONES.....	293
311. MUSCINÉES.....	267	347. AMENTACÉES.....	294
312. Mousses.....	268	348. Usages des Amentacées...	295
313. Hépatiques.....	270	349. URTICÉES.....	296
314. Characées.....	270	350. Usages des Urticées.....	298
<b>Troisième embranchement du règne végétal.</b>		351. EUPHORBIACÉES.....	298
315. CRYPTOGAMES VASCULAIRES.		352. Usages des Euphorbiacées.	299
316. Fougères.....	271	353. LAURINÉES.....	299
317. Equisétacées.....	274	354. Usages des Laurinées...	299
318. Lycopodiées.....	274	355. ARISTOLOCHIÉES.....	299
319. Usages.....	275	356. Usages des Aristolochiées.	299
<b>Quatrième embranchement du règne végétal.</b>		357. POLYGONÉES.....	300
320. PHANÉROGAMES.....	275	358. Usages des Polygonées..	300
1 <sup>er</sup> Sous-embranchement. — Gymnospermes.		359. CHÉNOPODÉES.....	301
321. Structure; familles.....	276	360. Usages des Chénopodées.	301
322. Conifères.....	276	361. CARYOPHYLLÉES.....	301
323. Cycadées.....	280	362. Usages des Caryophyllées.	301
324. Gnétacées.....	281	363. CRUCIFÈRES.....	301
325. Usages des Gymnospermes.....	281	364. Usages des Crucifères...	302
2 <sup>e</sup> Sous-embranchement. — Angiospermes.		365. PAPAVERACÉES.....	302
I <sup>e</sup> CLASSE.		366. Usages des Papavéracées.	302
326. MONOCOTYLÉDONES....	282	367. RENONCULACÉES.....	302
327. GRAMINÉES.....	282	368. Usages des Renonculacées.	304
328. Usages des Graminées...	285	369. MALVACÉES.....	305
329. CYPÉRACÉES.....	286	370. Usages des Malvacées....	305
330. Usages des Cypéracées...	286	371. CUCURBITACÉES.....	305
331. PALMIERS.....	286	372. Usages des Cucurbitacées.	306
332. Usages des Palmiers.....	286	373. OMBELLIFÈRES.....	306
333. ORCHIDÉES.....	287	374. Usages des Ombellifères..	306
334. Usages des Orchidées....	288	375. LÉGUMINEUSES.....	307
335. LILIACÉES.....	289	376. Usages des Légumineuses.	308
336. Usages des Liliacées.....	289	377. ROSACÉES.....	308
337. Familles annexes des Liliacées.....	290	378. Usages des Rosacées....	309
338. JONCÉES.....	291	379. PRIMULACÉES.....	310
339. Usages des Joncées.....	291	380. Usages des Primulacées...	311
340. AMARYLLIDÉES.....	292	381. CONVULVULACÉES.....	311
341. Usages des Amaryllidées.	292	382. Usages des Convolvulacées.	312
342. IRIDÉES.....	292	383. SOLANÉES.....	312
343. Usages des Iridées.....	293	384. Usages des Solanées.....	313
		385. LABIÉES.....	313
		386. Usages des Labiées.....	314
		387. BORRAGINÉES.....	314
		388. Usages des Borraginées..	315
		389. RUBIACÉES.....	316
		390. Usages des Rubiacées....	316
		391. Espèces utiles.....	317
		392. SYNANTHÉRÉES OU COMPOSÉES	317
		393. Usages des Synanthérées.	318
		FAMILLES VOISINES DES COMPOSÉES.	
		394. Campanulacées et Dipsacées.....	319
		395. Valérianées.....	320











## OUVRAGES DE SCIENCES MATHÉMATIQUES

(SECOND CYCLE)

<b>Cours d'Études scientifiques</b> , à l'usage des candidats aux divers baccalauréats et aux écoles du Gouvernement, par MM. DUFALLY et POIRÉ.	<b>Cours de Géométrie descriptive</b> <i>prog.</i> 1902, par E. SCHESSER, in-8, br.....
<i>A. Métrique</i> (DUFALLY), in-8°, br.....	3 50
<i>Géométrie</i> (DUFALLY), in-8°, br.....	4 50
<i>Algèbre</i> (DUFALLY), in-8°, br.....	4 »
<i>Trigonométrie</i> (DUFALLY), in-8°, br.....	3 »
<i>Géométrie descriptive</i> (DUFALLY). Texte et planches, in-8°, br.....	5 »
<i>Cronographie</i> (DUFALLY), in-8°, br.....	4 »
<i>Problèmes de mathématiques et de physique</i> (DUFALLY). Principes, formules et exercices, 2 vol. in-8, br.....	4 50
On vend séparément :	
<i>Problèmes de mathématiques</i> .....	3 »
— <i>de physique</i> .....	1 50
<b>Chimie usuelle</b> , par J.-F.-R. CHAMBERT. 721 expériences, 412 devoirs, 454 problèmes, 4 fort vol. in-12, br.....	6 50
<i>Séparément</i> : 1 <sup>re</sup> PARTIE. Chimie minérale, in-12, br.....	4 »
— 2 <sup>e</sup> PARTIE. Chimie organique, in-12, br.....	3 »
<b>Éléments d'Arithmétique</b> , par Ch. BRIOT, prof. à la Faculté des sciences de Paris, in-8, br.....	2 50
<b>Leçons d'Algèbre élémentaire</b> , par G. VACQUANT et A. MACÉ DE LÉPINAY, in-8, br.....	7 50
<b>Questions d'Algèbre élémentaire</b> , méthodes, solutions A. DISBOVES, in-8°, br.....	6 50
<b>Géométrie descriptive et cotée</b> (c. de 1 <sup>re</sup> et math.), <i>prog.</i> 1903, par E. SCHLUSSEN, professeur agrégé, in-8, br.....	5 »
Belle relié.....	6 »
Se vend aussi en 2 fasc. in-8, br., chaque.....	3 »
<b>Éléments de Géométrie descriptive</b> <i>prog.</i> 1902, par E. SCHESSER, in-8, br.....	3 50
Relié.....	4 50
<b>Éléments de Géométrie</b> , par A. AMIOT. Nouvelle édition entièrement refondue, par A. VINTJOUX, prof. de math. spéciales au lycée Saint-Louis, in-8, broché.....	6 50
<b>Topographie et Géodésie</b> (Cours de St-Cyr), par P. MOESSART, capitaine du génie, prof. à l'École spéciale militaire, in-12, br.....	7 50
<b>Traité de Géométrie descriptive</b> , 1 <sup>re</sup> PARTIE : la ligne droite, le plan, les polyèdres, par A. JAVARY, 7 <sup>e</sup> édition, refondue et augmentée, in-8°, br.....	5 »
<b>Traité de Géométrie descriptive</b> , répondant au programme d'admission à l'École de Saint-Cyr, à l'École forestière et à l'École navale, par A. JAVARY, in-8°, br.....	7 50
<b>Cours de Géométrie descriptive</b> , à l'usage des élèves de la classe de mathématiques élémentaires et des candidats au baccalauréat es sciences, par E. JURISCH, agrégé de l'Université, in-8°, fig. br.....	4 »
<b>Precis de Mécanique</b> , par A. TOURNOIS, prof. agrégé au lycée Henri-IV, in-12, br.....	2 75
Toile.....	3 25
<b>Trigonométrie rectiligne</b> , par E. SCHESSER, in-8°, br.....	4 »
<b>Leçons de Trigonométrie</b> , par Briot et Bouquet, in-8°, br.....	3 50
<b>Questions de Trigonométrie</b> , par DISBOVES, in-8°, br.....	5 »
<b>Solutions des exercices</b> , in-8°, br.....	5 »

## MATHÉMATIQUES SPÉCIALES

<b>Leçons de Géométrie</b> <i>hyt que</i> , 1 <sup>er</sup> Briot et Bouquet. Nouvelle édition revue et augmentée par M. APPEL, professeur à la Faculté des Sciences, in-8, br.....	8 75
<b>Leçons d'Algèbre</b> , par Ch. Briot, 2 <sup>e</sup> PARTIE, 17 <sup>e</sup> édition revue et mise au courant des nouveaux programmes par G. LE AR, professeur de mathématiques au lycée St-Louis, in-8, br.....	8 50
<b>Cours de Mathématiques spéciales</b> , par G. DE LONGCHAMPS, professeur de mathématiques spéciales au lycée Saint-Louis.	
<i>Algèbre</i> , in-8, br. Nouvelle édition.....	11 25
<i>Géométrie analytique à deux dimensions</i> , in-8°, br.....	10 »
<i>Géométrie analytique à trois dimensions</i> , in-8°, br.....	7 50
<i>Supplément au Cours de mathématiques spéciales</i> , 2 <sup>e</sup> édition in-8°, br.....	7 50
<b>Traité de Géométrie descriptive</b> , par A. JAVARY, 2 <sup>e</sup> PARTIE. Cônes et cylindres, sphères et surfaces du 2 <sup>e</sup> degré, in-8°, br.....	12 »
<b>Traité de Géométrie descriptive</b> , par E. JURISCH, 1 <sup>re</sup> fascicule à l'usage des candidats à Saint-Cyr et à l'École centrale, in-8°, br.....	4 »
2 <sup>e</sup> fascicule, à l'usage des candidats à l'École centrale et à l'École polytechnique, in-8°, br.....	4 »
<b>Questions de Géométrie descriptive</b> , à l'usage des candidats à l'École polytechnique et à l'École centrale, par E. JURISCH. Ouvrage renfermant 66 pl. hors texte, in-8°, br.....	9 50
<b>Cours élémentaire de Lavis</b> , préparation à l'École polytechnique, à l'École spéciale militaire et à l'École centrale, par J. PUIET, in-8°, br.....	2 50
<b>Croquis cotés</b> (préparation au concours d'admission à l'École polytechnique, à l'École centrale et à l'École des Ponts et Chaussées), par G. COQUILLIER, chef des travaux graphiques à l'École normale supérieure des mines, petit in-4°, br.....	4 »
Cart. ....	5 »
<b>Precis à l'usage des candidats à l'École centrale</b> , par M. WEILL, professeur de mathématiques spéciales au collège Chaptal.	
<b>Arithmétique</b> , in-8°, br.....	1 25
<b>Trigonométrie</b> , in-8°, br.....	1 75
<b>Géométrie</b> , in-8°, br.....	3 »
<b>Algèbre</b> , in-8°, br.....	4 »

## ORIENTAÇÕES PARA O USO

Esta é uma cópia digital de um documento (ou parte dele) que pertence a um dos acervos que fazem parte da Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP. Trata-se de uma referência a um documento original. Neste sentido, procuramos manter a integridade e a autenticidade da fonte, não realizando alterações no ambiente digital – com exceção de ajustes de cor, contraste e definição.

**1. Você apenas deve utilizar esta obra para fins não comerciais.** Os livros, textos e imagens que publicamos na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP são de domínio público, no entanto, é proibido o uso comercial das nossas imagens.

**2. Atribuição.** Quando utilizar este documento em outro contexto, você deve dar crédito ao autor (ou autores), à Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP e ao acervo original, da forma como aparece na ficha catalográfica (metadados) do repositório digital. Pedimos que você não republique este conteúdo na rede mundial de computadores (internet) sem a nossa expressa autorização.

**3. Direitos do autor.** No Brasil, os direitos do autor são regulados pela Lei n.º 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998. Os direitos do autor estão também respaldados na Convenção de Berna, de 1971. Sabemos das dificuldades existentes para a verificação se uma obra realmente encontra-se em domínio público. Neste sentido, se você acreditar que algum documento publicado na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP esteja violando direitos autorais de tradução, versão, exibição, reprodução ou quaisquer outros, solicitamos que nos informe imediatamente ([dtsibi@usp.br](mailto:dtsibi@usp.br)).