

GÉNÉRALITÉS BOTANIQUES

HISTORIQUE ET GÉNÉRALITÉS

Classification de Feldmann

Tableau succinct des grands groupes du monde végétal

Évolution

Histoire des plantes

Quelques aspects de nomenclature

Différentes branches de la Botanique

LA TIGE

1- Définitions

2- Morphologie

3- Croissance en longueur

Croissance des tiges ligneuses

Bourgeons : les différents types

Point végétatif du bourgeon

Croissance en longueur - les pousses

4- Différents types de tiges

Tiges dressées

Tiges rampantes

Tiges grimpantes

Tiges souterraines : bulbes, tubercules, rhizomes

5- Anatomie de la tige

Croissance en épaisseur

Structure primaire

LA RACINE

Définition et description

Structure primaire

Structure secondaire

Les rôles de la racine

Rôle de fixation

Rôle d'absorption

Fonction d'organe de réserve

LES FEUILLES

Morphologie

Phyllotaxie

Origine des feuilles

Préfoliation

Chute des feuilles

Anatomie

LE MILIEU AQUATIQUE

1- Généralités – Définition des plantes aquatiques

2- Caractéristiques du milieu aquatique

3- Conséquences sur l'anatomie des tiges et des feuilles

4- Conséquences sur la reproduction

5- Milieux aquatiques particuliers

Complément 1 : ADAPTATION AUX TEMPÉRATURES

Complément 2 : ADAPTATION AU MILIEU SEC

REPRODUCTION DES ANGIOSPERMES

- 1- Multiplication végétative
- 2- Reproduction sexuée
 - Généralités
 - La fleur
 - Morphologie florale : diagramme, formule
 - Origine de la fleur
 - Variantes de l'organisation florale

L'ANDROCÉE

- 1- Morphologie de l'étamine
- 2- Diverses formes d'étamines
- 3- Origine et développement de l'anthere
- 4- Le pollen
- 5- Germination du pollen
- 6- Pollinisation
- 7- Agents de pollinisation
- 8- Incompatibilité entre pollen et pistil
- 9- Application aux études du pollen

LE GYNÉCÉE

- 1- Morphologie générale
 - Carpelles
 - Ovaire
 - Pistil
- 2- L'Ovule
 - Double fécondation

LA GRAINE ET SA GERMINATION

- Trois exemples
- Développement de l'embryon
- Germination de la Graine

LES FRUITS

- I- Généralités
- II- Classification (s)
 - Selon l'origine du fruit
 - Selon la nature du péricarpe
- III- Agents de dissémination

Tableau récapitulatif de la classification des fruits

NOTIONS GÉNÉRALES SUR LA FLORE ET LA VÉGÉTATION

CLASSIFICATION : LA SYSTÉMATIQUE

RAPPELS DE SYSTÉMATIQUE ET DE PHYLOGÉNIE

INTRODUCTION A LA VÉGÉTATION TROPICALE

- Forêt équatoriale humide
- Forêts-savanes
- Savanes
- Milieu aride
- Milieus particuliers

NOTIONS SUR LA NOUVELLE CLASSIFICATION DE GUIGNARD

HISTORIQUE ET GÉNÉRALITÉS

Classification de Feldmann

Algues bleues (cyanophytes) : ne sont pas comme les autres végétaux en ce sens qu'elles n'ont pas de vrai noyau, mais ont un noyau sans membrane nucléaire ; c'est un centroplasme.

Pas de véritables plastes, mais un chromatoplasme qui comporte des pigments :

- la chlorophylle comme les autres végétaux,
- plus une protéide particulière : la phycocyanine, laquelle donne la coloration bleue.

(Voir : Botanique - Encyclopédie de la Pléiade p. 28 47).

Les Eucaryotes, par contre, ont de véritables plastes qui portent les pigments; ils ont un noyau avec une membrane. (Voir : Botanique - Encyclopédie de la Pléiade p. 109 et suiv. et notamment le tableau de la page 111).

Thallophytes : les organes reproducteurs (gamétocystes et sporocystes) sont formés d'une seule paroi cellulaire qui est celle de la cellule mère. L'appareil végétatif est un thalle : des cellules plus ou moins agglomérées entre elles, ou des filaments de cellules plus ou moins enchevêtrés (faux tissus appelés plectenchymes).

Cormophytes : les organes reproducteurs (gamétanges et sporanges) ont une paroi pluricellulaire. Le gamétange femelle s'appelle archégone. Le gamétange mâle s'appelle anthéridie; il est le seul élément mobile ; il rencontre le gamète femelle par sa propre mobilité ou par un tube conducteur. Les associations de cellules forment de véritables tissus qui forment des parenchymes.

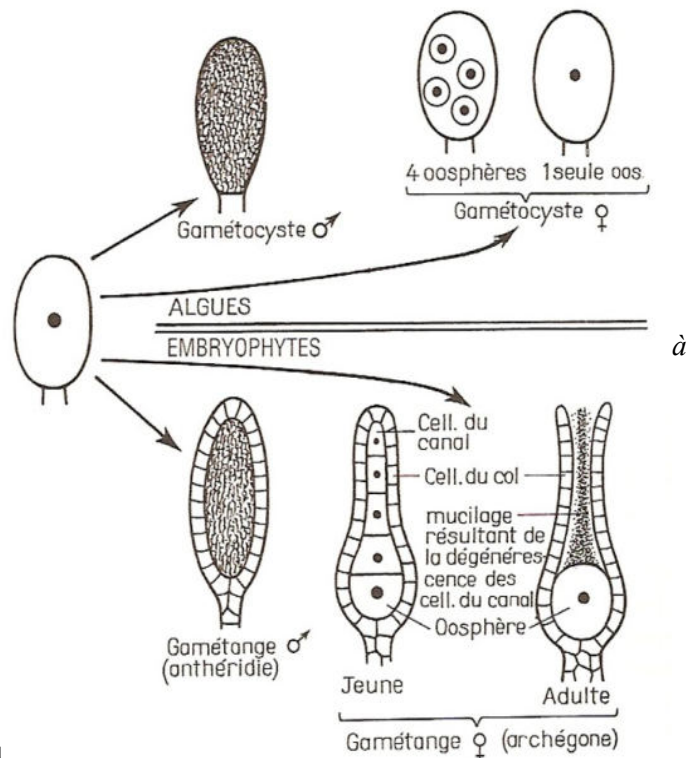


Tableau succinct des grands groupes du monde végétal

ALGUES PROCARYOTES	CYANOPHYTES CHLOROPHYCOPHYTES PYRROPHYCOPHYTES EUGLENOPHYCOPHYTES
ALGUES EUCARYOTES	CHRYSOPHYCOPHYTES PHEOPHYCOPHYTES RHOPHYCOPHYTES
THALLOPHYTES	PHYCOMYCETES = SIPHOMYCETES MYXOMYCETES
CHAMPIGNONS	TRICHOMYCETES ZYGOMYCETES ASCOMYCETES BASIDIOMYCETES = SEPTOMYCETES = EUMYCETES
LICHENS	

CORMOPHYTES (ARCHEGONIATES)	BRYOPHYTES (25000 espèces actuelles)	MOUSSES :	Bryales Sphagnales Anoriales Anthocerales	
		ANTHOCEROTHEES : HEPATIQUES		
		PSILOPHYTES : PSOPHYTINEES	Rhyniales Psilophytales Psilotales Lepiocoendrales Isostales	
		LYCOPHYTES : LYCOPODINEES	Lycopoidiales Selaginellales Catamicales	
	PTERIDOPHYTES = cryptogames vasculaires (10000 espèces actuelles)	SPHENOPHYTES : ARTICULEES	Equisetales Ophioglossales Marattiales	
		FILICOPHYTES : FILICINEES	Osmondales Filicales Hydropteridales	
		PTERIDOSPERMES	Pteridospermales Cycadales Cordaliales Ginkgoales	
	PRESPERMAPHYTES (=prephanérogames)	CORDAITES		
		GYMNOSPERMES	BENNETTITINEES CONIFERALES PINALES	Bennettiales Lebachiales Araucariales Podocarpales Cupressales Taxales
	SPERMAPHYTES (=Phanérogames) (250000 espèces actuelles)	CHLAMYDOSPERMES	Epnedrales Wetwitiales Onetales	
	ANGIOSPERMES			

Évolution (cf. tableau A. Raynal-Roques ci-dessous)

On voit bien sur ce tableau :

- l'apparition et le développement, à l'ère primaire, des algues, puis des fougères, puis leur régression au secondaire ;
- l'apparition des gymnospermes plus tard au primaire, puis leur développement et aussi leur régression au secondaire ;
- l'apparition des angiospermes au début du tertiaire, puis leur progression au tertiaire et au quaternaire.

Sur un autre tableau, celui de Pelt, il y a aussi les groupes fossiles ou dont il ne reste plus que quelques représentants (concerne surtout les Fougères).

Le premier végétal vascularisé a été une Fougère (Lemoigne, 1968, qui a vu cela sur un Rignia).

Histoire des plantes :

- IVème s. avant JC Aristote
- 1er s. après JC Dioscoride en Grèce : Traité de matière médicale
- Pline l'Ancien en Italie : Histoire Naturelle
- Renaissance : botanique plus scientifique ; observation naturaliste, représentation
Brunels, Fuchs, puis Delobel, De l'Ecluse, Césalpin, les frères Bauhin.
- XVIIème s. les botanistes voyagent
Camerarius : Epistole Sexu Plantarum, 1694
Tournefort : Eléments de Botanique, 1694 ; Flore du Levant (il introduit la notion de genre)
Linné : Species Plantarum, 1753 ; il introduit la nomenclature binaire (reprend les 2 précédents).
- XVIIIème s. 1789 Jussieu : Genere Plantarum.
- XIXème s. on introduit l'évolution
1800 Lamarck : exposé à l'accadémie des sciences
1859 Darwin : On the origin of species by means of natural selection
1778-1841 : Augustin-Pyramus De Candolle.

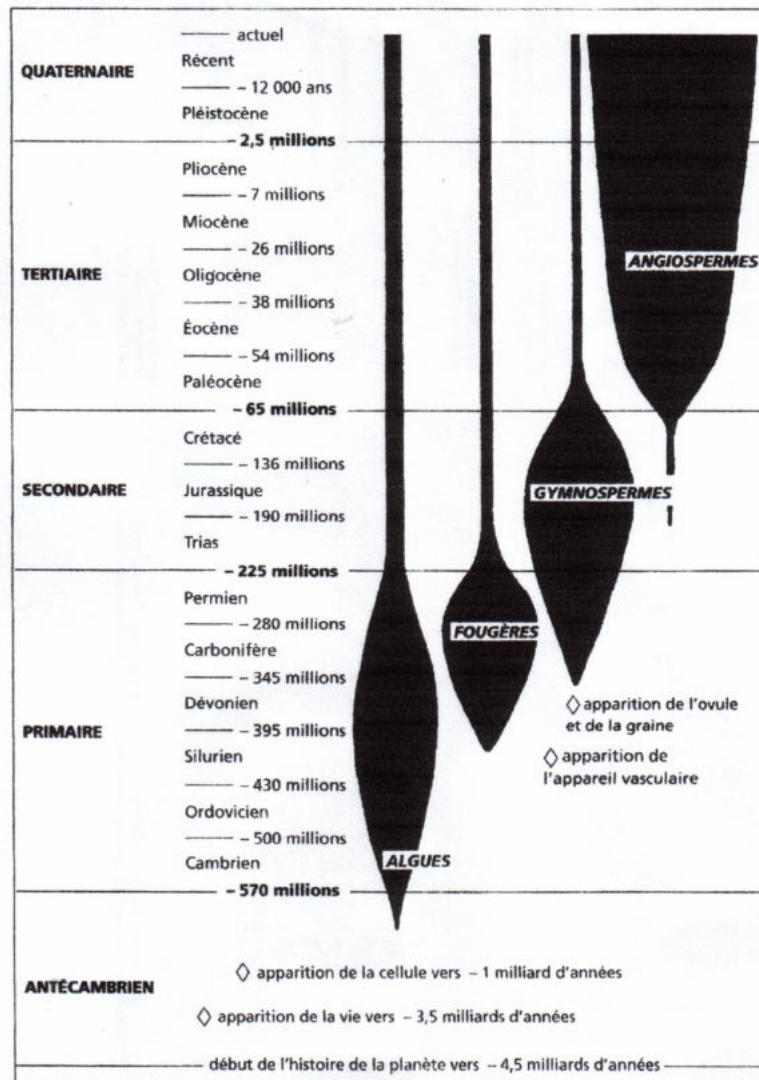


Tableau de A. Raynal-Roques

Quelques aspects de nomenclature :

- Code de la nomenclature botanique : les lois sont révisées tous les 5 ans par une Association ad hoc. Loi de priorité : on s'est servi de Linné 1753.
- Cultivar : variante de plante cultivée. Exemple : *Sorbus aria magnifica* ; *magnifica* est un nom de cultivar de *Sorbus aria*.
- Concept de taxon : taxon = chaque groupe délimité, distingué des groupes voisins, qui constitue un groupe unitaire. Actuellement on les distingue essentiellement sur des caractères génétiques ; on se base sur une étude de corrélation des caractères : caractères morphologiques corrélés à d'autres caractères.
- Un exemple dans la nomenclature : avec *Gentiana lutea*

Division	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Astéridées
Ordre	Gentianales
Famille	Gentianacées
Genre	<i>Gentiana</i>
Espèce	<i>lutea</i>

Différentes branches de la Botanique :

Phytographie : consiste à décrire d'une façon analytique.

Taxonomie : compare ces unités et délimite pour créer des taxons.

Systématique : classe la multitude des taxons.

Phylogénie : étude de l'origine des espèces végétales qui sont considérées comme issues de formes simples par évolution.

Paléobotanique (introduite par Brongniart) : étudie les formes fossiles ; ceci a permis d'établir la continuité entre formes fossiles et actuelles. Evolution = 3 sortes :

- 1- Forme simple qui devient plus complexe : complexité croissante ; on parle d'évolution progressive.
- 2- On peut aussi perdre des choses (par ex. les Mousses qui ont perdu des parties vasculaires) ; on dit évolution régressive.
- 3- On peut avoir une espèce de cycle : il y a acquisition de complexités, puis il y en a tellement qu'il y a régression vers un type d'apparence plus simple ; on appelle cela une surévolution.

Taxonomie génétique : s'intéresse au code génétique des espèces ; on se limite souvent à la concentration d'ADN.

Chimiotaxonomie : on s'intéresse à la constitution chimique ; certains auteurs ont classé à partir de cela.

Cytotaxonomie : s'intéresse à l'étude de la cellule et spécialement aux nombres chromosomiques.

Palynologie : étude des pollens. Le pollen est entouré d'une paroi : la sporollénine qui est tirée résistante à beaucoup d'agents, ce qui a permis d'étudier les pollens et de reconstituer "l'antérieur".

Taxonomie numérique : dans la mesure où les caractères observés sont de plus en plus nombreux, il faut déterminer ceux qui sont les plus importants ; appel à des méthodes informatiques ; à contrôler avec les observations.

Biogéographie : les plantes et le milieu.

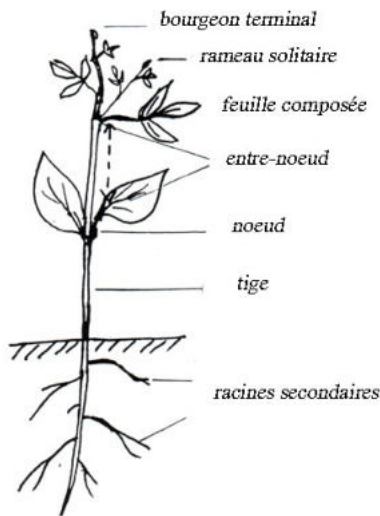
Génécoologie ou Ecologie génétique : s'intéresse aux mutations et à la manière dont elles apparaissent. Ces mutations réalisent des phénotypes qui sont sélectionnés par le milieu (d'où liaison avec la biogéographie).

Ecologie : développement avec Charles de Flahaut, puis un de ses disciples, le Professeur Gaussein (Toulouse) ; école phytosociologique de Braun-Blanquet et un de ses élèves : Amberger.

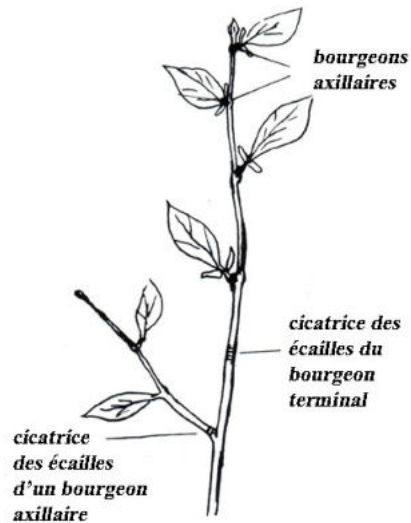
LA TIGE

1- Définitions

Partie aérienne du végétal qui porte les feuilles et les organes reproducteurs.



JEUNE TIGE HERBACEE

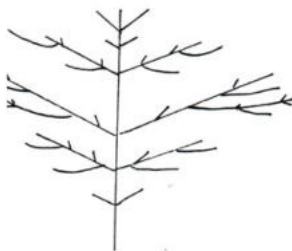


RAMEAU FEUILLE

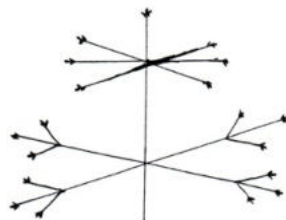
2- Morphologie

Tige herbacée est différente de tige ligneuse. Tige herbacée : un bourgeon terminal ; des feuilles sur le parcours ; la feuille est axillée par un bourgeon axillaire ; elle s'insère sur la tige dans une partie un peu plus épaisse qu'on appelle noeud. La ramification se fait du bas vers le haut. Les végétaux passent en règle générale tous par de stade herbacé ; en fin de saison, les feuilles tombent, la tige se dessèche. Au contraire, si un végétal est de type ligneux : la tige persiste; les feuilles tombent, mais il reste au niveau des noeuds, les bourgeons axillaires ; ils donneront de nouvelles pousses à la prochaine saison.

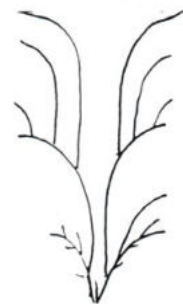
3- Croissance en longueur



Arbre à développement acrotone
Rameaux à développement hypotone
Erable



Arbre à développement étagé
Rameaux à développement amphitone
Sapin



Buisson à développement basitone
Rameaux à développement épitone
Epine Vinette

TYPE ARBRE

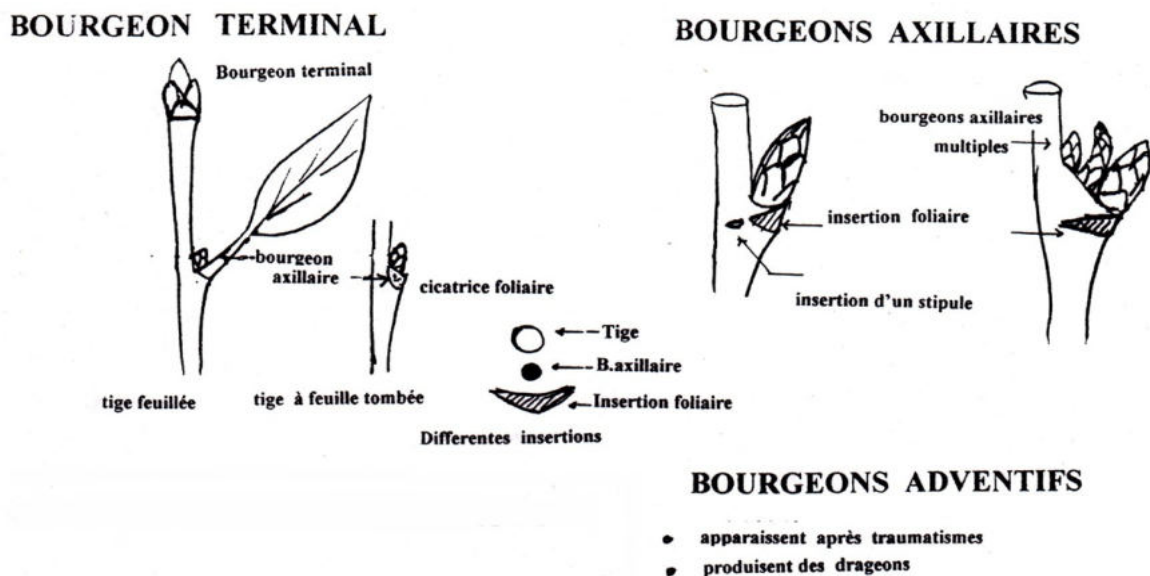
TYPE BUISSON

Croissance des tiges ligneuses

Trois cas :

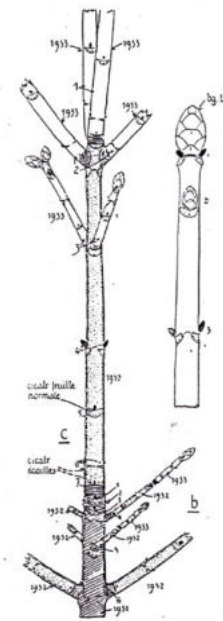
- 1) Prépondérance des rameaux près du sommet : c'est un développement acrotone ; ce sont les bourgeons axillaires du bas de la plante qui donnent les plus longs rameaux : c'est un développement hypotone des rameaux.
- 2) Les bourgeons axillaires donnent des pousses de plus en plus grandes vers le bas, de façon équivalente de chaque côté de la tige : c'est un développement amphitone des rameaux. Ces 2 types correspondent à la majeure partie des arbres.
- 3) La tige principale se développe très peu ; par contre les bourgeons axillaires développent, à partir de la base, des rameaux à plus grandes pousses vers la partie supérieure : développement basitone du végétal, développement épitone des rameaux. Concerne surtout le type buisson. Il y a tous les intermédiaires entre ces 3 cas, d'où des "arbres buissonnants" (par ex. Sureau).
Arbre : plus de 10 m. Arbuste : 1 à 10 m. Arbrisseau : inférieur à 1 m.

Bourgeons : les différents types

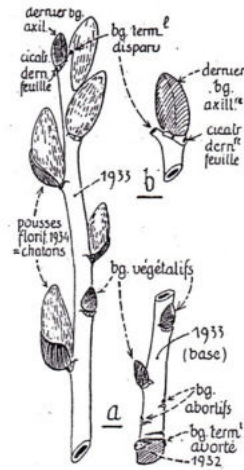


Bourgeon végétatif : organe qui assure la croissance et la ramification des tiges. Ceux qui donneront des fleurs = bourgeons floraux. Origine : le bourgeon se développe à partir d'un petit massif de cellules superficielles de la tige qui s'appelle un primordium gemmaire. Ces cellules se multiplient activement. Il y a en général un seul bourgeon à l'aisselle d'une feuille, mais parfois plusieurs, par ex. chez le Forsythia qui en a 4 en général.

Bourgeons adventifs : ils passent presque inaperçus, à la base des arbres le plus souvent ; ils n'entrent en action que par suite d'un traumatisme ou de certaines conditions météorologiques. Les bourgeons ont de multiples écailles, imbriquées en général (quelquefois une seule écaille). Le bourgeon est toujours présent (parfois on ne le voit pas, par ex. Platane). Le bourgeon terminal donne chaque année une pousse ; les bourgeons axillaires donneront une année plus tard. La croissance dirigée par le bourgeon terminal est une croissance monopodiale. Si le bourgeon terminal avorte, c'est le bourgeon axillaire le plus près du bourgeon terminal qui assure la croissance du rameau ; alors, cela s'appelle une croissance sympodiale ; on a alors une croissance moins droite (plus ou moins). Ces 2 cas se retrouvent aussi pour les tiges herbacées. Les écailles des bourgeons sont les "homologues" des feuilles. Souvent on a la disposition suivante, et ceci en allant vers l'intérieur : écailles, ébauche de gaine foliaire, puis ébauche de limbe, puis feuille complète. Les écailles assurent la protection ; c'est pourquoi elles sont imbriquées ; également elles évitent la dessiccation. Elles sont la plupart du temps recouvertes d'un duvet et souvent d'un revêtement cireux à l'intérieur (la propolis, très convoitée par les abeilles).



Croissance monopodiale
(Marronnier)

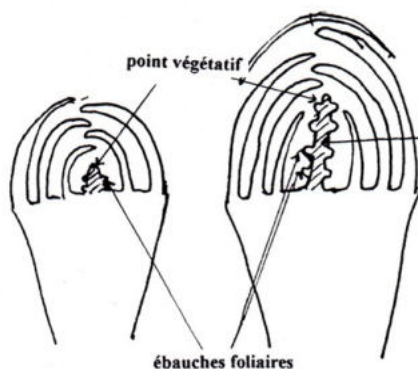


Croissance sympodiale
(Saule)

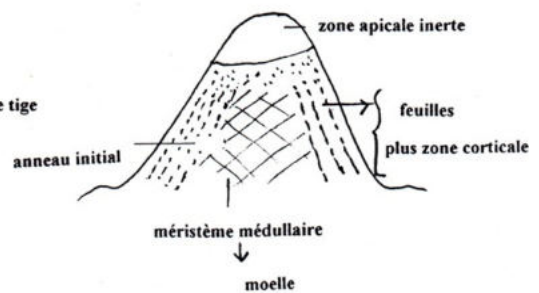
Point végétatif du bourgeon :

A l'intérieur du bourgeon, protégé par les écailles, on a le point végétatif. Si le bourgeon est très jeune, c'est une simple bosse, petit mamelon où les cellules sont en voie de division ; cette activité (multiplication continue) s'appelle la mérése. Puis le bourgeon s'allonge pour former une tige embryonnaire ; la formation de cette jeune tige est faite par un allongement des cellules et des entrenœuds : c'est l'auxèse.

POINT VEGETATIF

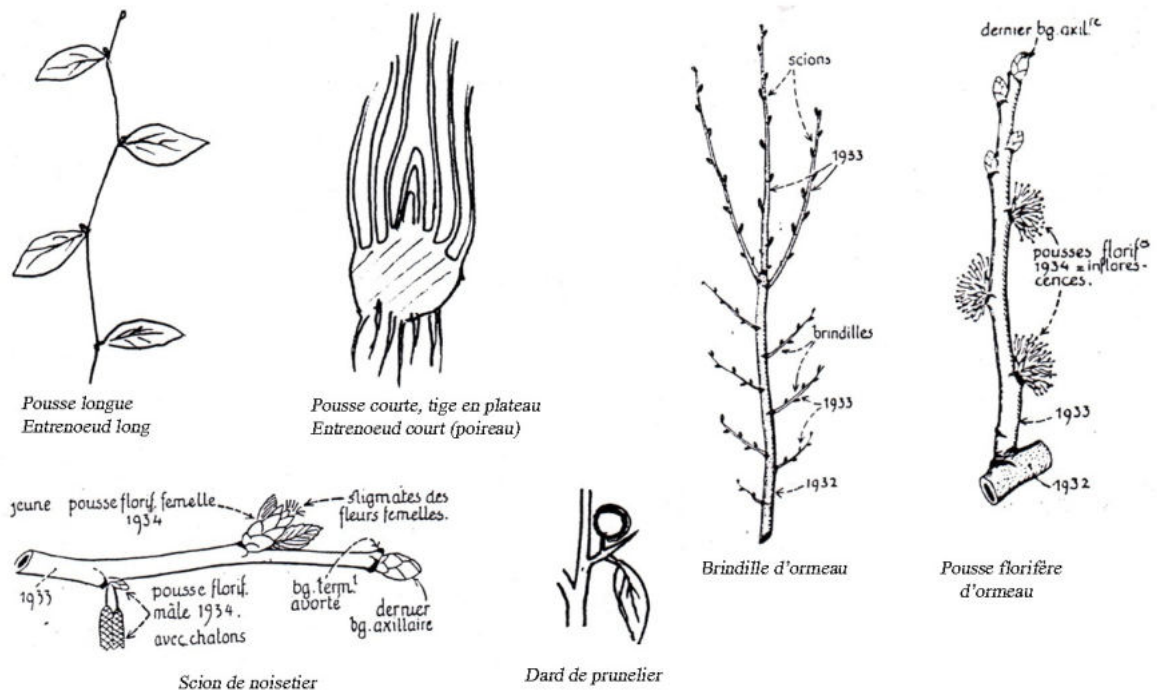


THEORIE DE L'ANNEAU INITIAL (Plantefol 1948)



Croissance en longueur - les pousses

Comment se fait ce développement ? Après des théories abandonnées, on retient actuellement celle de Plantefol : il existe une zone apicale inerte et en dessous un anneau initial qui est à l'origine de la formation des tissus. Si la pousse se fait verticalement, on a un développement orthotrophe ; si c'est obliquement on a un développement plagiotrope.



Pousses longues : les entre noeuds sont très allongés. Dans les pousses longues, il y en a qui sont très fortes : ce sont les scions ; il y en a de fragiles et fines : ce sont les brindilles. Souvent les 2 sur le même végétal, par ex. beaucoup d'arbres fruitiers.

Pousses courtes : à l'extrême, on a une tige "en plateau" (poireau par ex.) : la tige est un simple empiètement, les entre noeuds n'étant presque pas visibles. C'est bien entendu un extrême ; il y a tous les intermédiaires.

Il y a aussi les pousses florifères.

Il y a une 4ème sorte de pousses : les dards (ont valeur de tige).

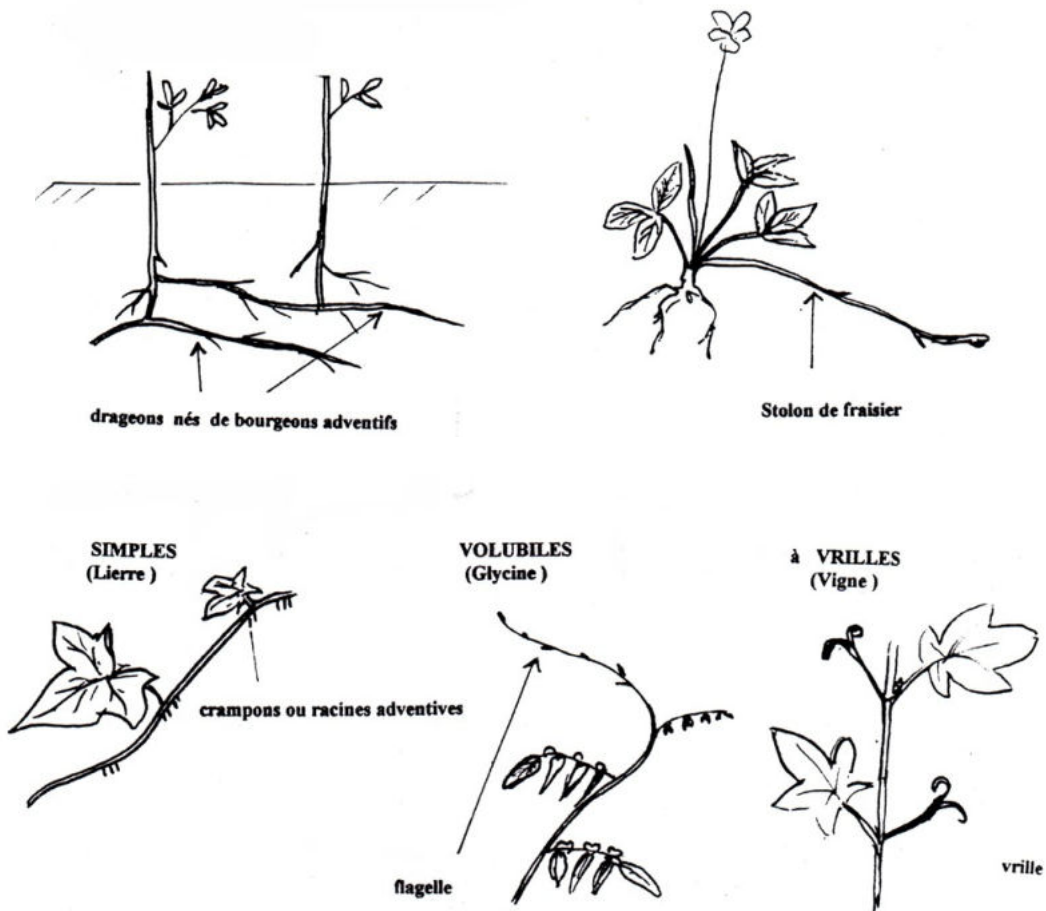
4- Différents types de tiges

Tiges dressées :

cas ordinaire.

Tiges rampantes :

entre noeuds en général assez longs ; sur le sol ou même sous le sol (drageons et stolons).

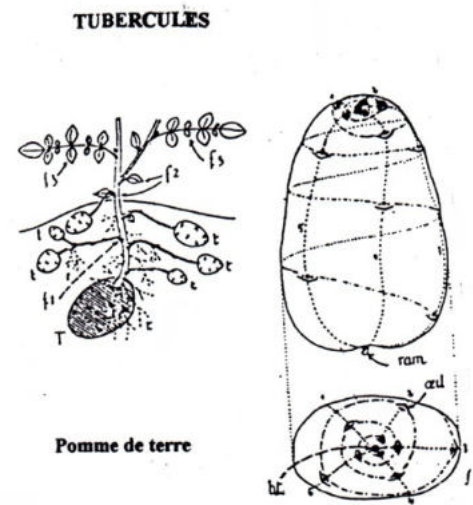
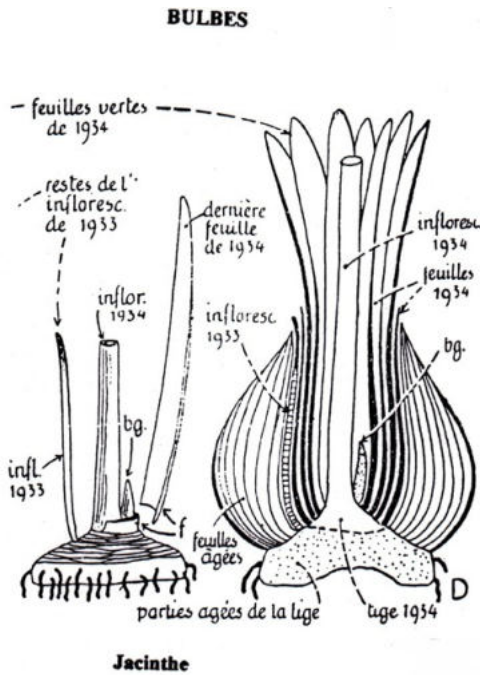
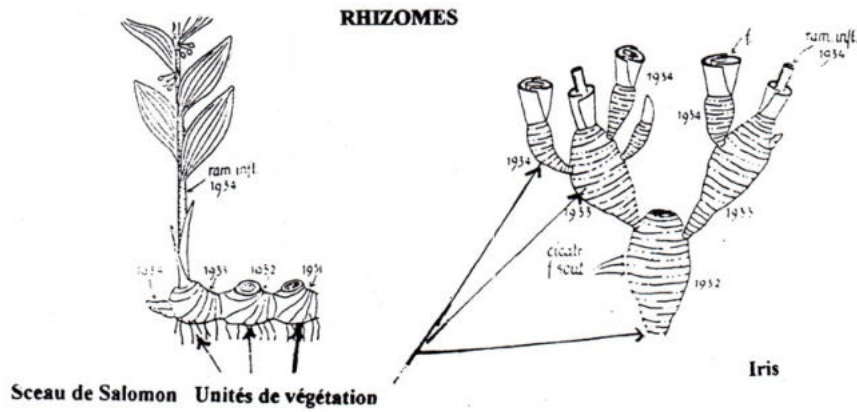


Tiges grimpantes :

- **simples** : souvent avec crampons (racines adventives) ;
- **volubiles** : doivent leur mouvement à une courbure due à une irrégularité de croissance de chaque côté de la tige ; on dit que la tige subit une nutation ;
- **à vrille(s)** : organe spécialisé dans la fixation ; l'enroulement de la vrille est conditionné par une sensibilité au contact : c'est un haptotropisme ; l'origine de la vrille peut être caulinaire (ex. la Vigne) ou foliaire (vrilles des Légumineuses).

Tiges souterraines : bulbes, tubercules rhizomes

- **bulbe** : tige en plateau ; les "feuilles" autour sont des tuniques ;
- **tubercule** : hypertrophie des tiges souterraines qui sont des stolons ; ex. : sur la pomme de terre, on retrouve la structure d'une tige (les "yeux" sont des bourgeons,...) ; ici les tubercules sont d'origine caulinaire ; de même de Chou-rave, le Topinambour ; aussi le Crosne (dans ce cas ce sont les entre noeuds qui se tubérisent) ; mais il y a aussi des tubercules racinaires (par ex. le Dahlia) ;
- **rhizome** : tige qui progresse en formant chaque année des unités de végétation sous la dépendance du bourgeon axillaire (le bourgeon terminal donne la hampe florale) ; les unités de végétation peuvent être aussi verticales (ex. Iris) ; la progression peut être double, par 2 bourgeons axillaires (ex. Iris).



5- Anatomie de la tige

Croissance en épaisseur

Sève : Eau + sels minéraux dissous = la sève brute, courant ascendant. Formation de substances carbonée donne la sève élaborée, redistribuée dans courant descendant par l'intermédiaire du liber (tissu conducteur). Les tissus conducteurs différencient tige et racine.

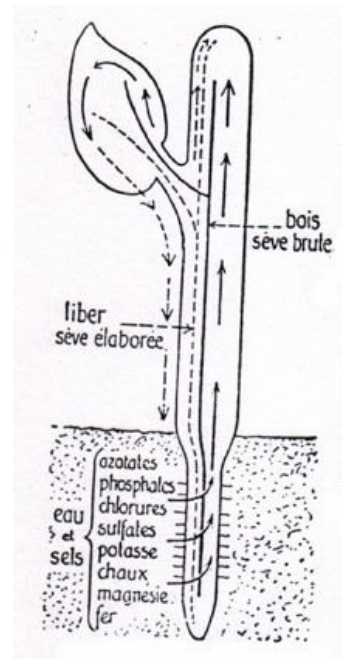
Structure en coupe :

Epiderme

- Collenchyme cellulose, tissu de soutien
- Parenchyme cellules de réserves
- Sclérenchyme fibres imprégnées de lignine, tissu de soutien.

Les vaisseaux : ceux de sève brute, ceux de sève élaborée = liber.

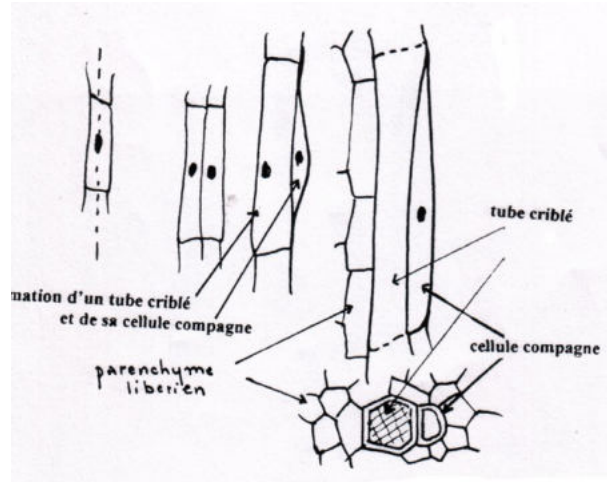
Bois : cellules qui se superposent et se lignifient. Les vaisseaux se lignifient sauf quelques points. Les cellules meurent ensuite et il ne reste plus que la paroi lignifiée. Le bois conduit la sève brute qui circule à l'intérieur des cellules vidées et qui jouent le rôle d'un tuyau.



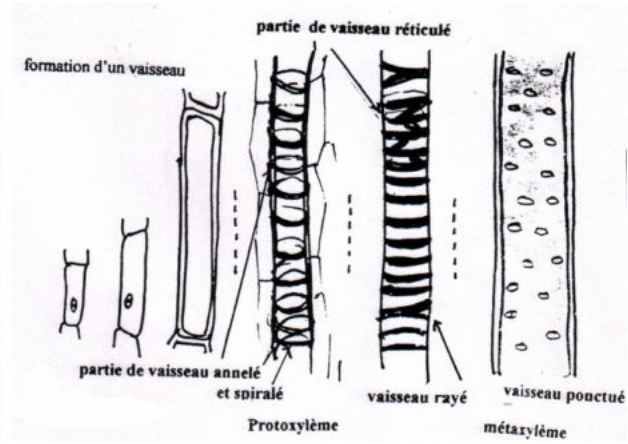
Liber : la cellule s'allonge puis subit une division dans le sens tangentiel ; les 2 cellules deviennent de taille différente ; la grande cellule se vide progressivement de son contenu ; la petite, non ; elle reste vivante (elle est appelée cellule compagne) ; la cellule large devient un tube criblé et sert de "tuyau" à la sève élaborée.

Au bout du tube criblé = sorte de passoire, il y a le crible. Il peut suspendre la circulation de la sève élaborée à certains moments (automne) ; il se ferme par une substance qui se dépose : la colloïde (mais ce n'est pas vrai pour toutes les plantes).

Structure primaire



Liber ou Phloème en coupe longitudinale



Bois ou Xylème en coupe longitudinale

Le processus se limite à cela pour les jeunes tiges herbacées, plantes annuelles et les monocotylédones.

Bois : vaisseaux de plus en plus gros vers l'extérieur (centrifuge).

Liber : vaisseaux de plus en plus gros vers l'intérieur (centripète).

Se complique lorsqu'il s'agit de dicotylédones ou d'espèces ligneuses. Il y a 2 assises en plus :

1 - Le cambium libéro-ligneux ; il apparaît entre le liber et le bois ; il est intrafasciculaire (= à l'intérieur de chaque faisceau), puis entre les faisceaux (= interfasciculaire). La cellule se divise : elle donne vers l'extérieur une cellule de liber secondaire et vers l'intérieur une cellule de bois secondaire, puis les cellules recommencent. Le bois secondaire formera le support ligneux de l'arbre.

2 - Le cambium subébo-phello-dermique appelé aussi phellogène. Fonctionne un peu comme le précédent. Il donne à l'extérieur du suber (= liège) et à l'intérieur quelques cellules de phello-derme.

Schématiquement:

suber = liège

phellogène

phello-derme.

Le suber s'imprègne d'une substance grasse qui isole la cellule, laquelle se lyse et devient une couche protectrice. Ces structures de protection sont aussi le jeu d'un cambium (qui n'existe pas dans les monocotylédones et les jeunes tiges). Puisque le suber isole, comment se fait la respiration ? L'épiderme se soulève ; des lamelles se détruisent ; des cellules se distendent ; il y a formation de lenticelles qui laissent passer l'air. Les lenticelles sont l'équivalent des stomates dans l'épiderme des végétaux verts. Le bois I et le liber I sont fournis par l'anneau initial et le méristème primaire. Le bois II et le liber II sont fournis par le cambium.

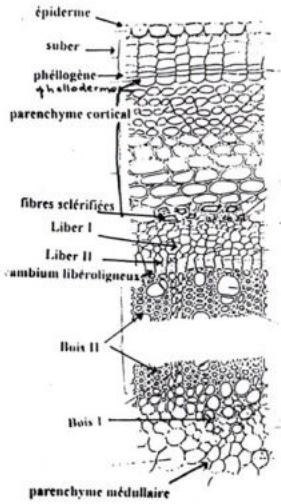
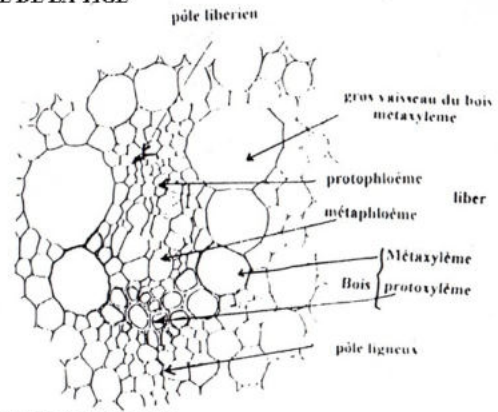
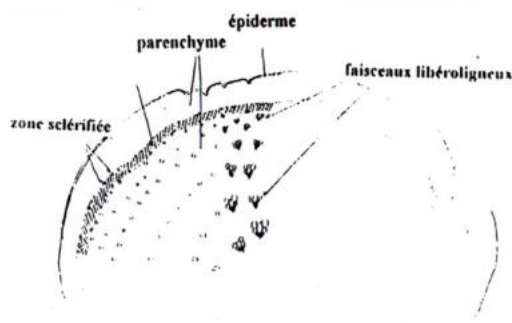
Rayons ligneux : réserves, dans l'"autre sens".

Communication entre les éléments = par des ponctuations.

Communication entre les cellules du même élément = par les perforations.

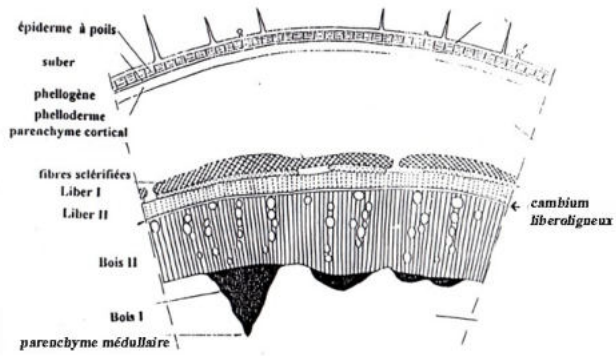
Ecorce = liber + parenchyme cortical.

STRUCTURE PRIMAIRE DE LA TIGE



Sambucus nigra

STRUCTURE SECONDAIRE DE LA TIGE



Aristolochia sp.

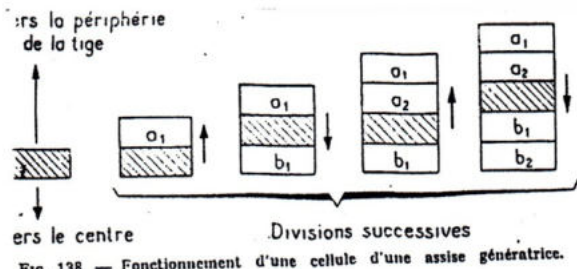


FIG. 138. — Fonctionnement d'une cellule d'une assise génératrice.

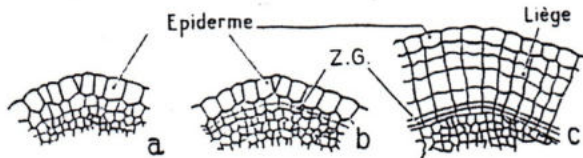


FIG. 139. — Formation et activité de la zone génératrice subéro-phellodermique dans une tige de Sureau (*Sambucus nigra*).

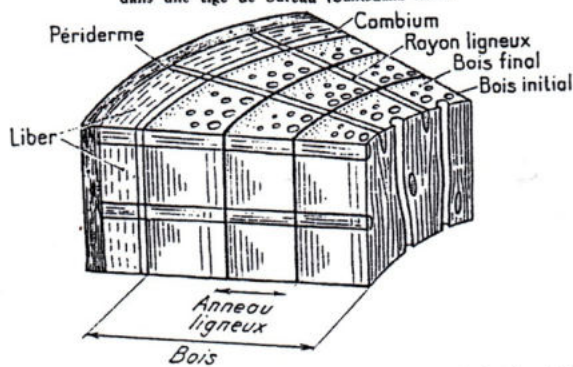


FIG. 74. — Bloc-diagramme montrant l'organisation générale d'un bois.

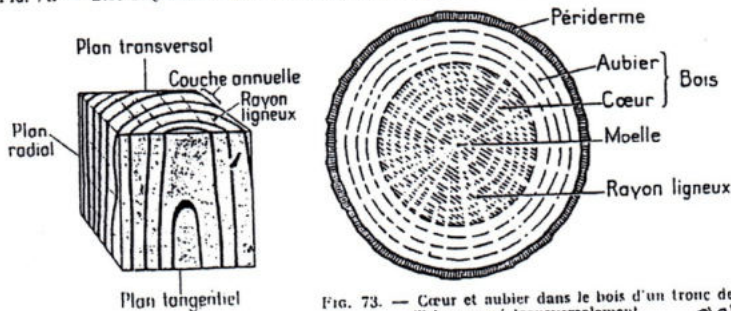


FIG. 72. — Aspect des plans transversal, radial et tangentiel dans un cube taillé dans du bois.

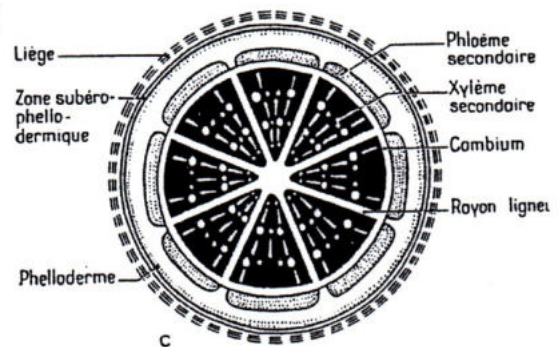
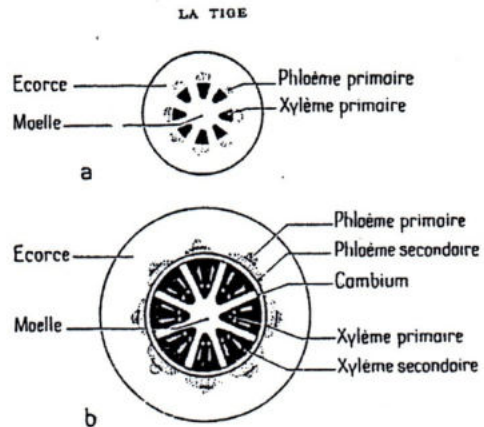
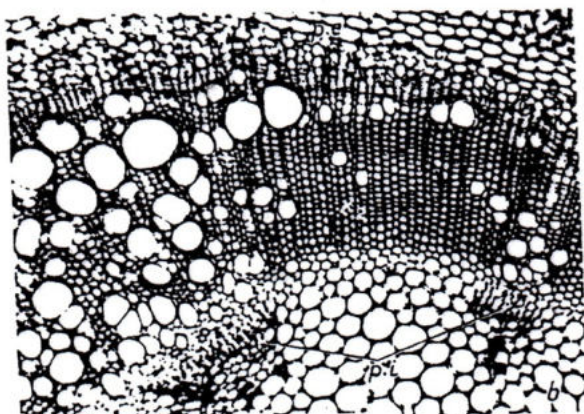
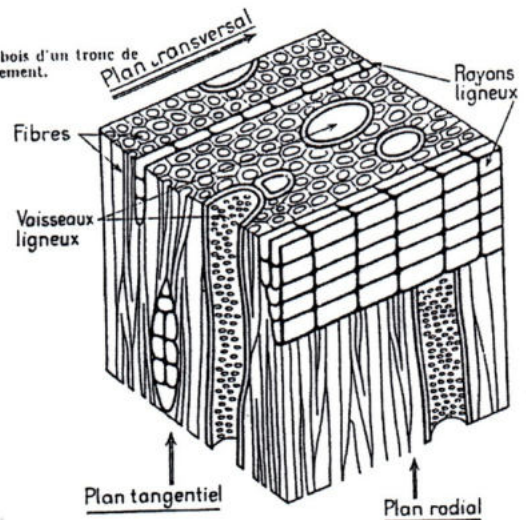
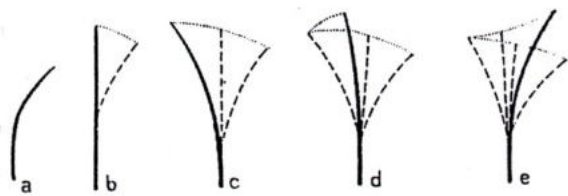
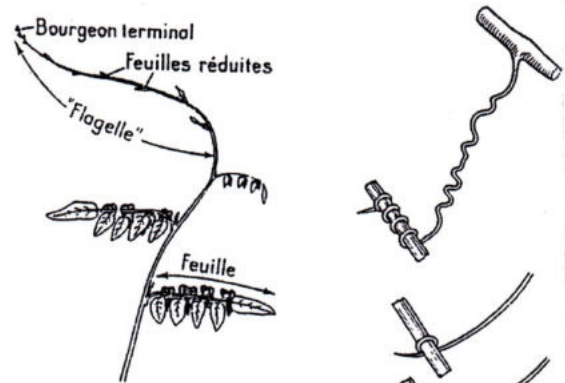


FIG. 73. — Cœur et aubier dans le bois d'un tronc de Chêne coupé transversalement.



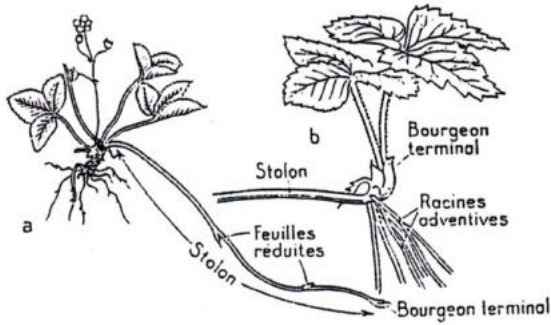


Mouvement du flagelle d'une tige volubile

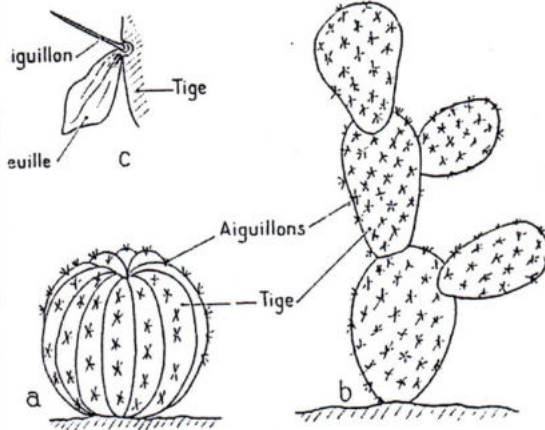


Flagelle d'une tige volubile de Glycine (*Wistaria sinensis*)

Enroulement d'une vrille de Bryone autour d'un support



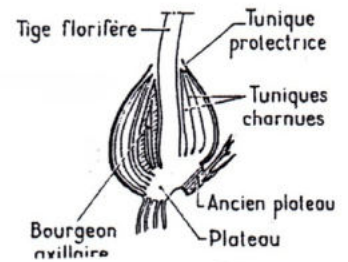
a- Stolon du fraisier ; b- enracinement du bourgeon terminal



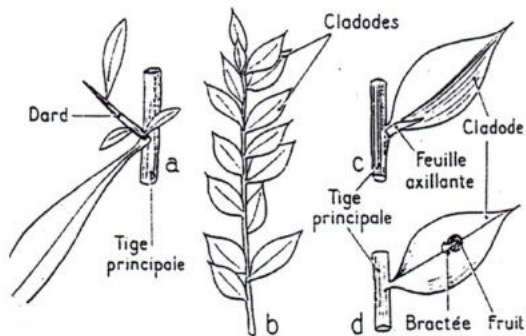
a- Mamillaire (tige sphérique)
b- Opuntia (tige entaquette)
c- feuille réduite sur une tige de jeune Cactée
(les feuilles disparaissent très rapidement)



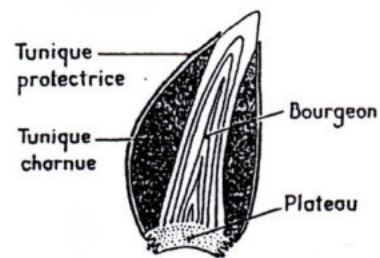
Oignon (*Allium cepa*)



Bulbe de la tulipe



a- Lyciet (*Lycium barbarum*)
b, c, d - Cladode du "petit houx" (*Ruscus aculeatus*)



Allium

LA RACINE

Définition et description

Définition :

C'est la partie souterraine de la plante, spécialisée dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux et dans la fixation au sol.

Structure primaire

La racine se forme à partir d'un point végétatif. On a expliqué longtemps le développement en se basant sur la théorie des Initiales ; les points initiaux ne donnent d'ailleurs pas de la même façon, chez les dicotylédones et chez les monocotylédones les trois éléments de la racine : assise pilifère, écorde, cylindre central ; mais il y a eu des contradictions et des hiatus et cette théorie a été abandonnée pour évoluer vers celle des zones actives.

Il y a une zone quiescente : pas de division cellulaire dans cette zone ; il y a aussi une des zones actives : beaucoup de divisions cellulaires.

Dans la racine, on a des massifs libéro-ligneux (alors que dans la tige on a des faisceaux). Le changement entre la structure de la racine et celle de la tige se fait progressivement dans l'axe hypocotyle.

Structure de la racine : voir page suivante à droite en haut pour monocotylédones et en bas à gauche pour dicotylédones.

Le bois augmente de taille vers le centre (différenciation centripète) alors que pour le liber c'est vers l'extérieur (différenciation centrifuge). C'est le contraire dans la tige. Chez les dicotylédones, on a un petit nombre de massifs libéro-ligneux ; alors que chez les monocotylédones on en a un beaucoup plus grand nombre ; la différence est nette. A la périphérie des monocotylédones, on a plusieurs assises de cellules de suber (s'appelle un subéroïde) ; alors qu'on a une seule couche chez les dicotylédones.

SYSTEME RADICULAIRE NORMAL

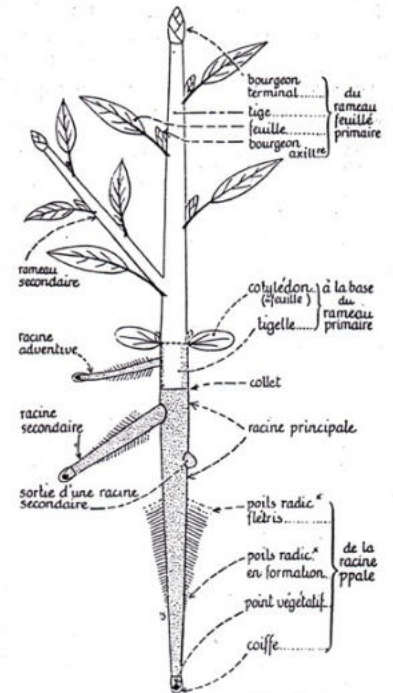
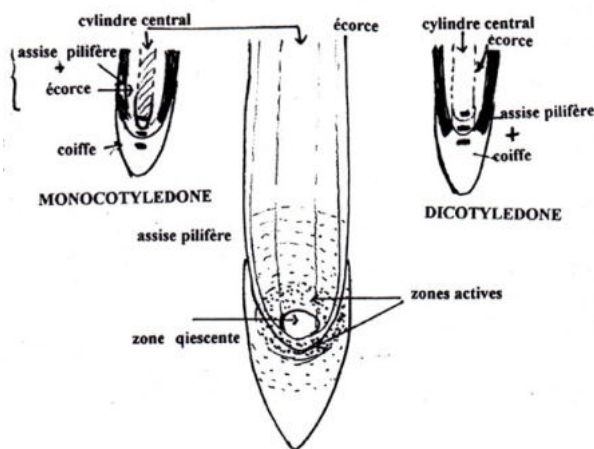
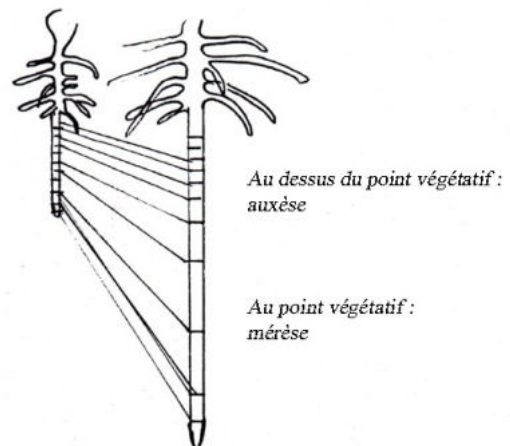


Schéma de l'appareil végétatif d'une Dicotylédone

ORIGINE DE LA RACINE : MERISTEME APICAL



CROISSANCE EN LONGUEUR DES RACINES

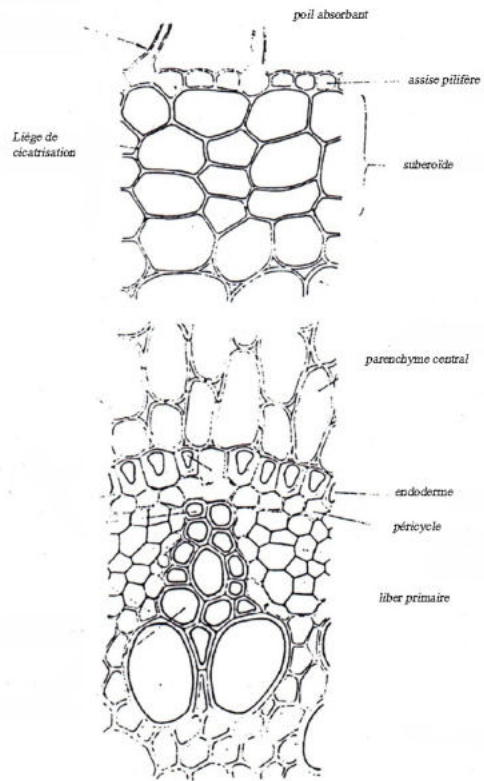


Structure secondaire

Il y a un cambium libéro-ligneux : d'abord au creux des massifs du liber, puis aux extrémités des massifs ligneux, puis tout se rejoint. Par ex. voir racine de courge sur polycopié page IV-3 en bas à droite.

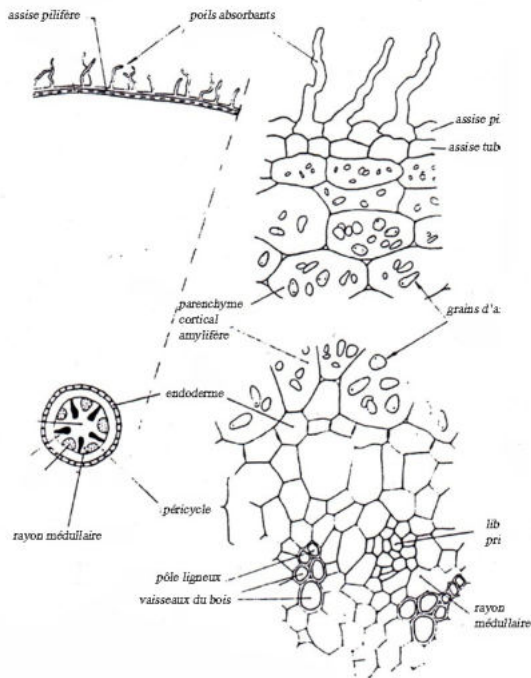


Shéma d'ensemble d'une coupe transversale de racine d'iris



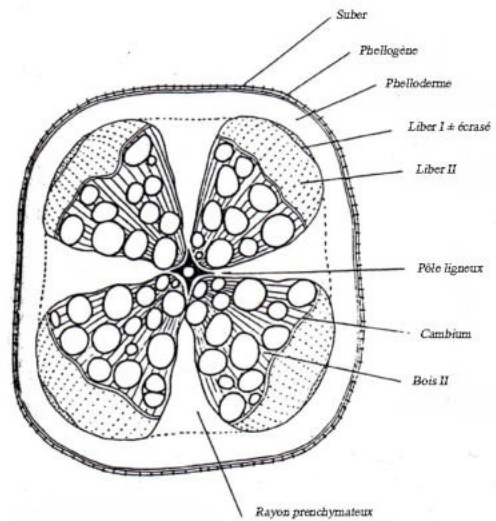
Détail d'une partie de coupe transversale de racine d'iris

STRUCTURE PRIMAIRE DE RACINE DE MONOCOTYLEDONE



Shéma et détail d'une partie de coupe de Ficaire

STRUCTURE PRIMAIRE DE RACINE DE DICOTYLEDONE



Shéma d'une coupe transversale de racine d Courge

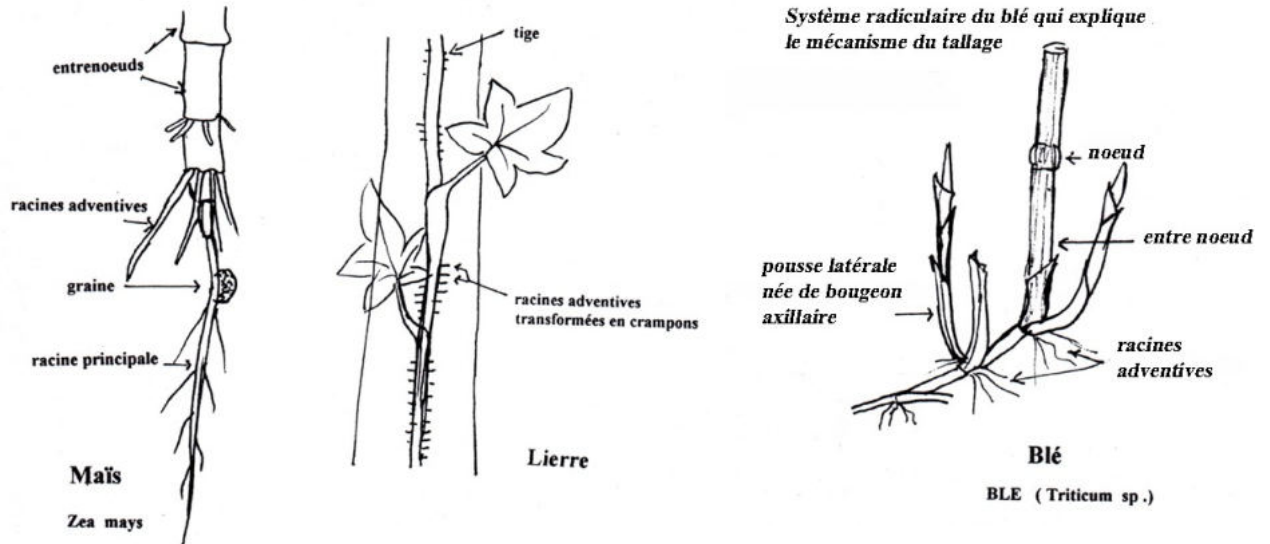
RACINE SECONDAIRE

Les rôles de la racine

Rôle de fixation :

Exemple, les racines adventives du Lierre (cf. ci-dessous)

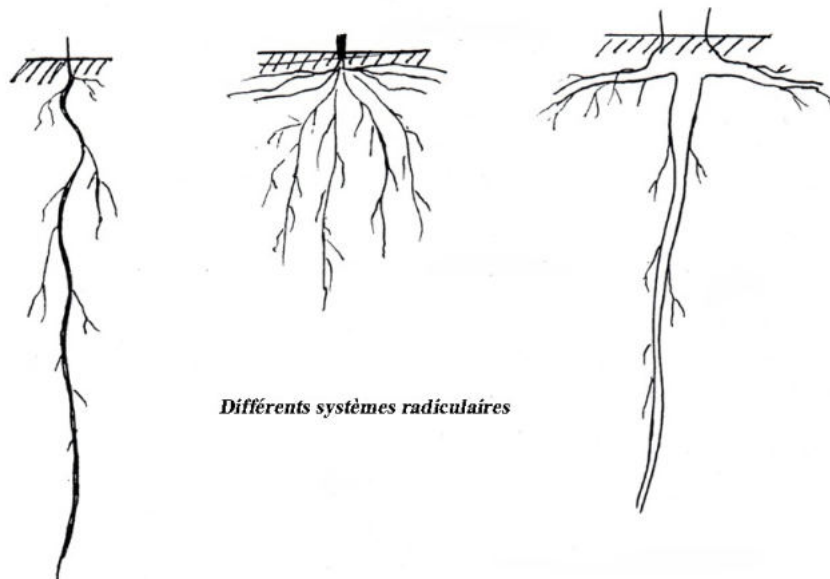
Autre cas : faisceau de racines adventives vers le bourgeon axillaire ; cela donne une autre tige ; par ex. le dans le cas du blé. Pour la culture du blé, on favorise ceci, qu'on appelle le tallage en roulant le blé au printemps.



Cas du Maïs : à partir de la graine il y a une racine principale qui a une durée de vie limitée ; lorsque la tige de maïs se développe, il y a des racines adventives qui apparaissent et se développent également ; la racine principale dégénère et le système racinaire devient en fait constitué des racines adventives. C'est souvent chez les Poacées.

Rôle d'absorption :

La racine recherche le plus possible des éléments nourriciers. Par exemple, racines qui s'enfoncent profondément dans le sol : des pivots ; pour chercher l'eau loin notamment. Au contraire on peut avoir un système fasciculé pour couvrir le plus large possible et chercher l'humidité. D'autres plantes jouent sur les deux tableaux, par ex. le Pin sylvestre.

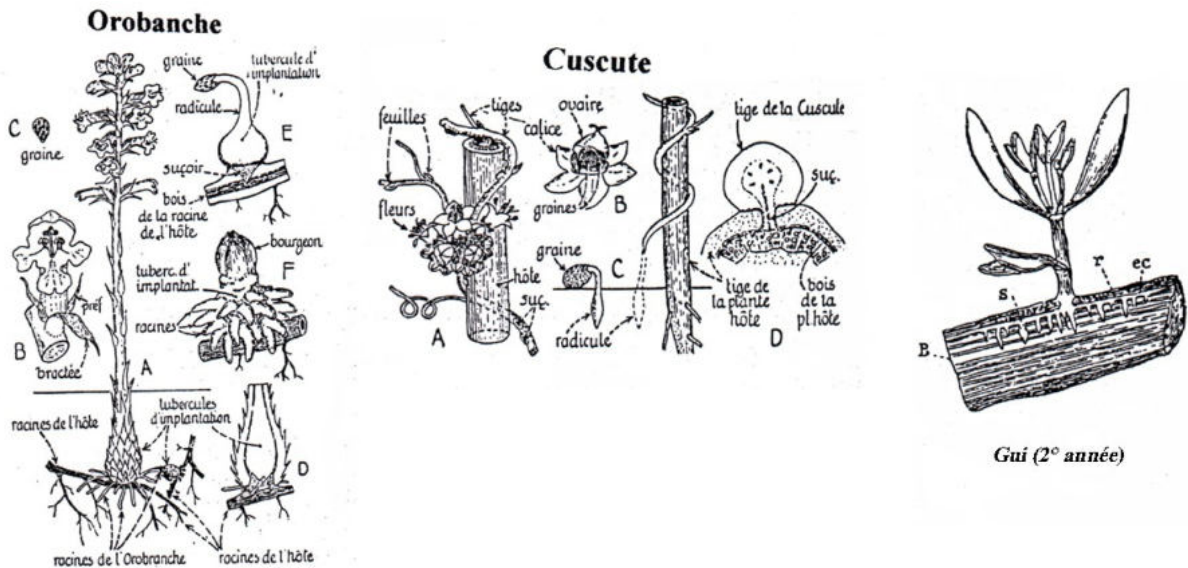


Racines spéciales des plantes parasites (par ex. les Orobanches) : la base des tiges est tubérisées (tubercules d'implantation) ; il y a des suçoirs (racines adventives) qui s'installent sur la racine de l'hôte.

Exemple de la Cuscute : les racines s'aplatissent contre la tige de l'hôte et sucent sa sève (sève brute et sève élaborée = la Cuscute est donc un parasite entier).

Autre ex. le système du Gui : système racinaire qui pénètre dans les pièces végétatives de l'hôte, dans le bois.

Note sur les parasites : la Cuscute, comme les Orobanches, est donc un parasite entier ou encore holoparasite ; ils prennent les deux sortes de sève ; alors que les semi parasites ou encore hémiparasites, comme par exemple le Gui ainsi qu' *Osyris alba*, ne prennent que la sève brute.

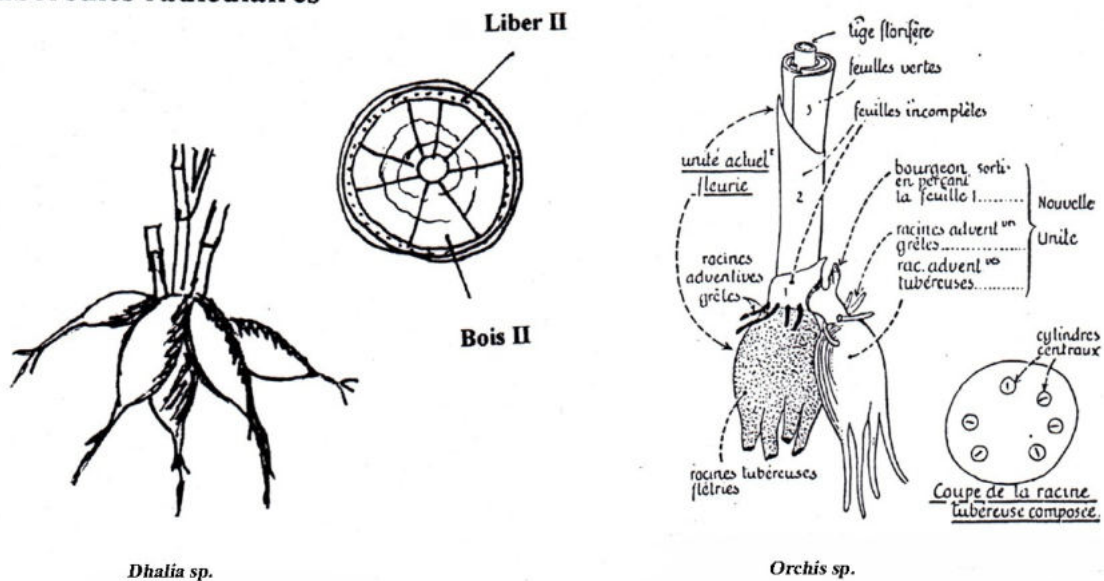


Fonction d'organe de réserve

Fonction complémentaire : Exemple le Dahlia. Toute la partie supérieure de la racine se tubérise. Il y a aussi la Ficaire.

Le cas des Orchidées est un peu différent : plusieurs racines qui se fusionnent dans un parenchyme commun. Deux unités : l'unité ancienne qui donne par son bourgeon axillaire une 2^eme unité. Chez la Spirée, ce n'est pas le haut de la racine qui se tubérise, c'est vers le milieu.

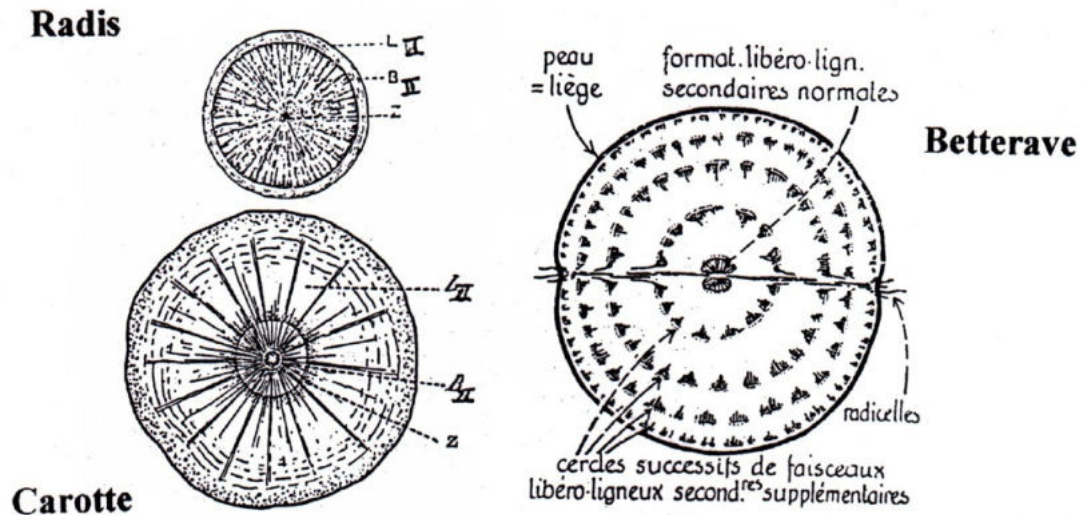
Tubercules radiculaires



Cas des tubercules formés à partir de l'axe hypocotylé. Par exemple chez le Radis : c'est le bois secondaire qui est hypertrophié.

Un autre exemple : la Carotte ; mais ici c'est le liber secondaire qui s'hypertrophie (d'où le goût un peu sucré).

Autre exemple : la Betterave ; c'est plus compliqué et différent selon les espèces de betteraves ; il y a des formations primaires de parenchyme tubérisées et aussi des formations secondaires.



LES FEUILLES

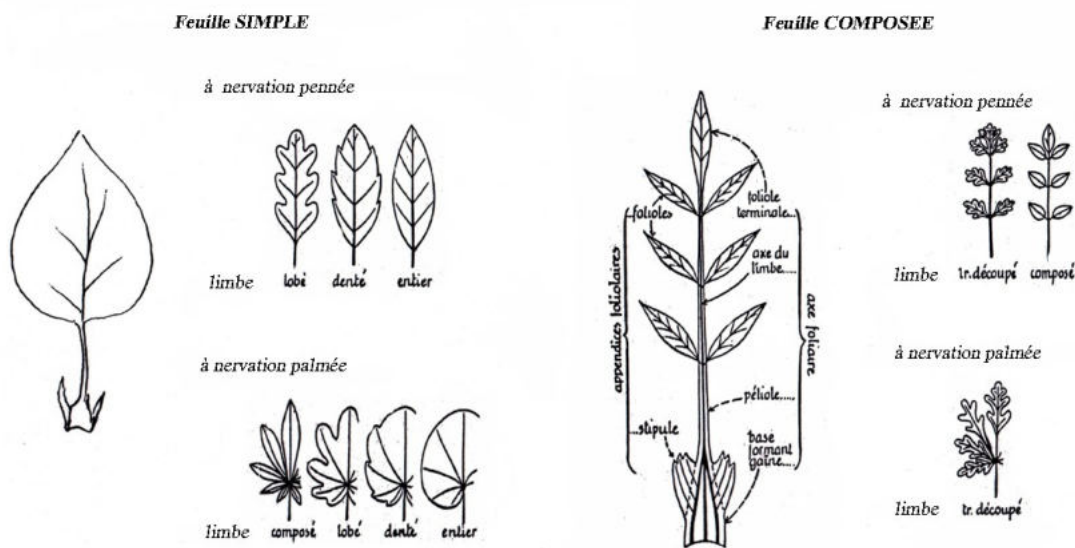
Morphologie

Feuilles de dicotylédones : Il peut y avoir une gaine (assez souvent) ; parfois cette gaine peut être surmontée par des stipules. Voir ci-dessous pour structure de la feuille de dicotylédone (au centre), ainsi que pour les différentes formes de feuilles (en haut, à droite et à gauche).

On remarque deux critères à distinguer :

- Le type de nervation : pennée (nervures secondaires de part et d'autre d'un axe formé par la nervure principale, ou palmée (toutes les nervures partent d'un même point proche du pétiole) ; on peut ajouter un troisième type de nervation, mais beaucoup plus rare (ex. Hellébore) : nervation pédalée (nervure secondaire qui prend sur la principale ou plutôt la précédente, puis une nouvelle nervure qui prend sur la précédente à nouveau, et ainsi de suite).
- La forme du limbe : entier, denté, lobé, très découpé, composé, tant pour les feuilles à nervation pennée que pour celle à nervation palmée.

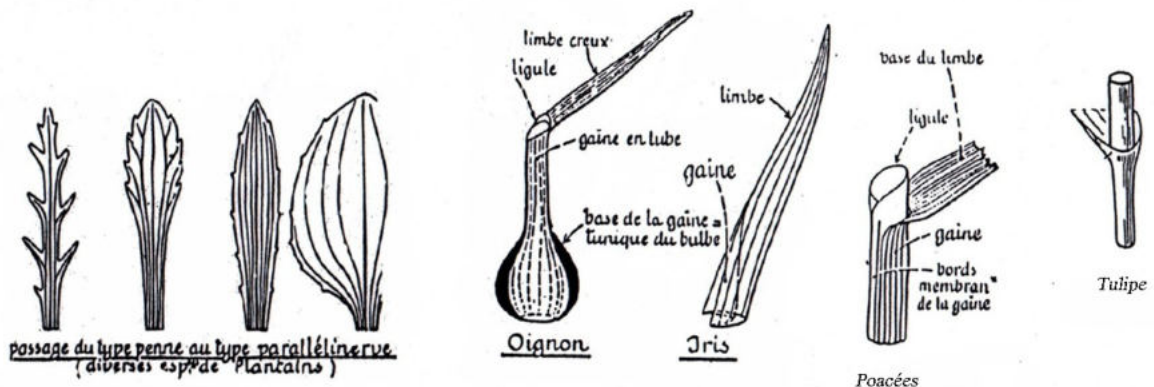
MORPHOLOGIE DE LA FEUILLE DICOTYLEDONE



Feuilles de monocotylédones : Les nervures sont parallèles. Les feuilles sont le plus souvent allongées, longilignes, rubanées. La gaine a une morphologie qui peut être très particulière.

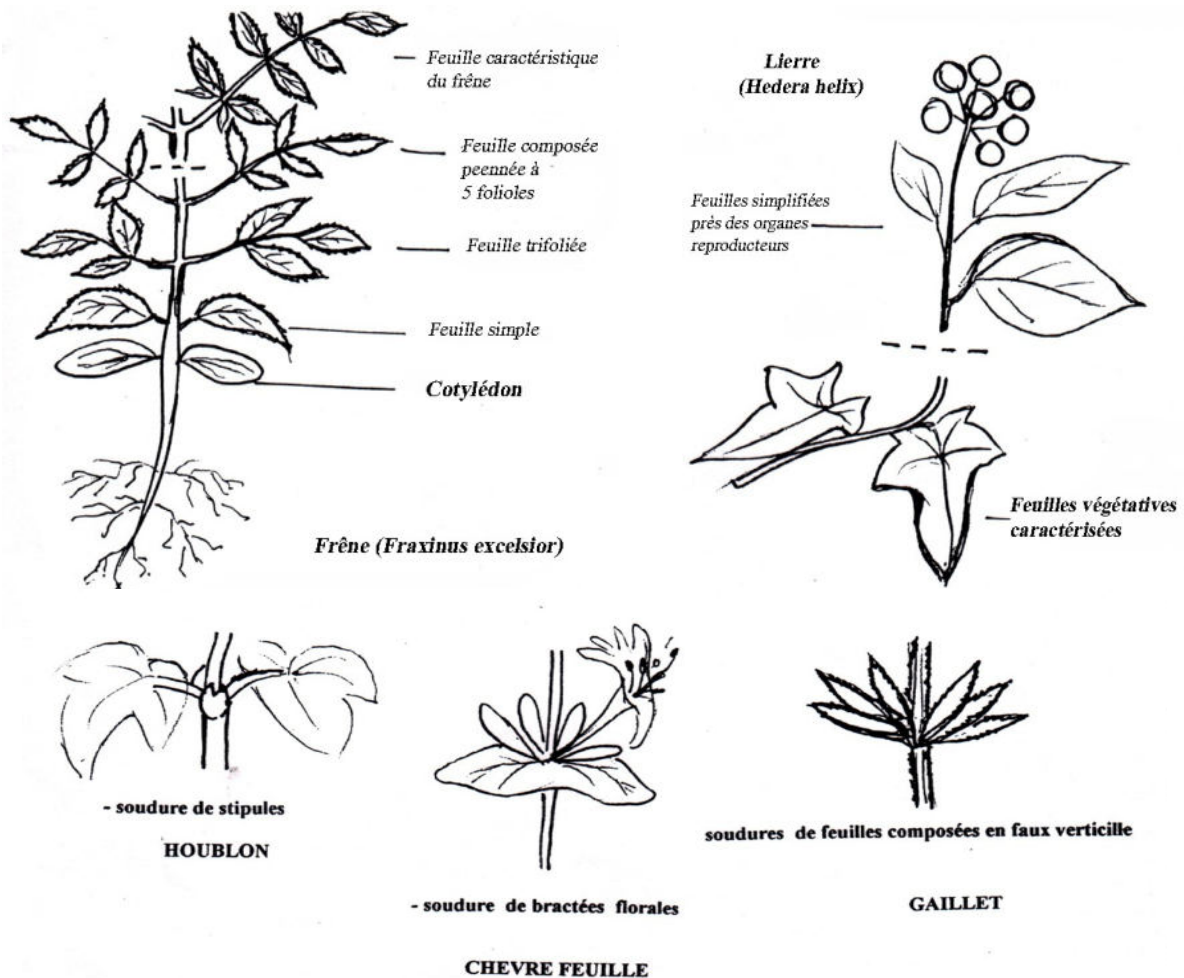
- Par ex. chez les Poacées, elle entoure la tige dont elle prend la forme ; elle est fendue. A la limite entre la tige et le limbe, il y a la ligule (important car sert pour la détermination chez les Poacées).
- Chez l'oignon, la gaine entoure le bulbe et il y a une ligule longue plus haut.
- Chez l'iris : la gaine est fendue avec le limbe au-dessus.

MORPHOLOGIE DE LA FEUILLE DE MONOCOTYLEDONE



Variations morphologiques : Elles sont multiples et de types très divers. Il y a des variations sur le même individu

- selon le haut et le bas de la plante ;
- selon de stade d'avancement (par ex. Frêne, Eucalyptus) ;
- selon la position par rapport à l'organe de reproduction (ex. pour le Lierre, les feuilles proches des organes de reproduction sont simples, celles qui en sont éloignées sont découpées). Il y a des variations dans les folioles.



Il y a des stipules qui ressemblent à des feuilles. Par ex. le cas de la Gesse : il n'y a pas de limbe, mais de grosses stipules. Chez les Polygonacées, des stipules soudées à la base forment un ochréa (spécialement chez l'oseille). Les feuilles composées du Gaillet se soudent en faux verticille.

Phyllotaxie

Insertion des feuilles sur la tige. Chaque feuille est prolongée sur la tige par un segment foliaire ; l'extrémité de ces segments dessinent des hélices sur lesquelles sont attachées les feuilles.

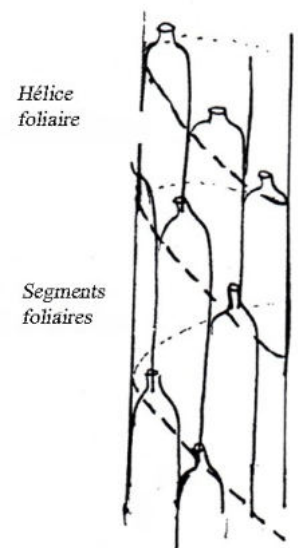
Théorie des hélices foliaires de Plantefol : chaque feuille est prolongée par un segment foliaire, les différents segments foliaires sont en contiguïté et leurs extrémités dessinent des hélices foliaires dont l'origine se situe dans le point végétatif. Il peut y avoir plusieurs hélices, le plus souvent 2, mais aussi 3, 4 ou 5.

Feuilles insérées isolément : feuilles *alternes*

Feuilles opposées par deux : feuilles *opposées* (Lilas, Érable).

Quand elles alternent d'un noeud à l'autre : feuilles *opposées décussées* (Frêne)

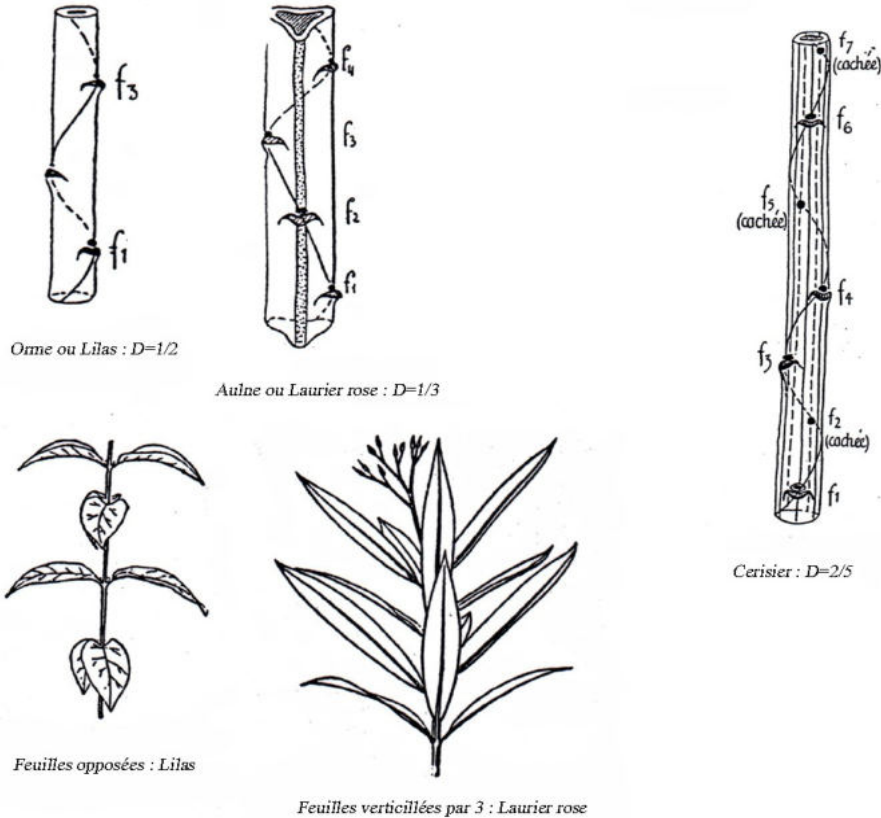
Feuilles insérés par plus de deux : feuilles *verticillées*.



Une même plante peut présenter deux phyllotaxies. Par exemple, l'eucalyptus dont les feuilles jeunes sont opposées décussées, et les feuilles adultes alternes.

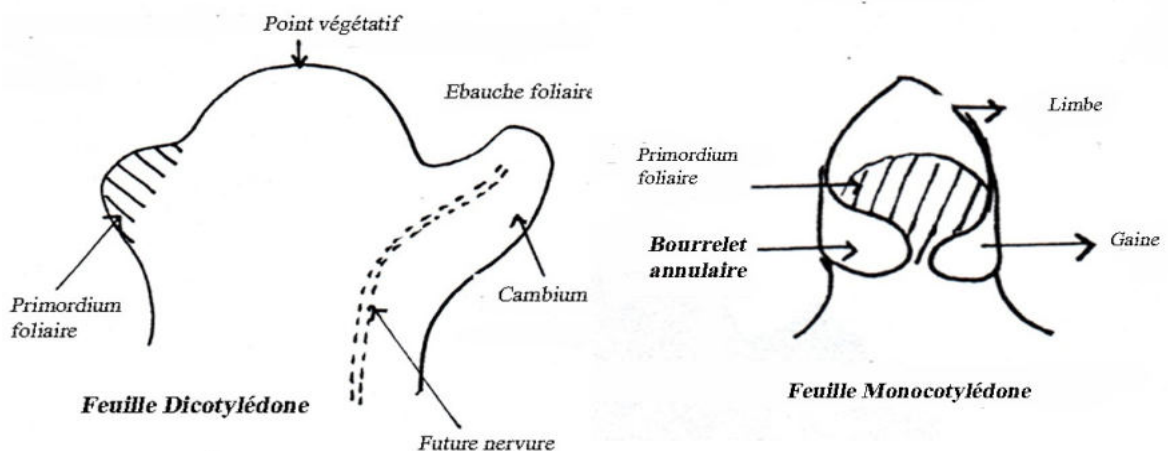
Il existe une fraction (qui s'appelle la divergence) :

- dont le numérateur = nombre de tours d'hélice qu'il faut faire pour retrouver, par rapport à une feuille donnée, la feuille qui est immédiatement au-dessous, dans le même plan ;
- dont le dénominateur = le nombre de feuilles rencontrées en faisant ces spires (attention problème d'intervalles : on compte la dernière mais pas la première).



Exemple de divergence : $2/5$ est un cas fréquent ; on trouve aussi $1/2$ par exemple pour l'Orme) ; ou encore $1/3$ par exemple pour l'aulne et le Laurier-rose.

Origine des feuilles



Anneau initial du point végétatif. Un massif de cellules méristématiques constitue le primordium foliaire qui donne le procambium. Pour les monocotylédones c'est un peu plus complexe ; il y a une sorte de bourrelet qui va donner le limbe.

Préfoliation :

Dans un bourgeon, le limbe des jeunes feuilles se présente de différentes façons selon les espèces :

- il est plan : préfloraison plane
- il est plié en deux : conduplicuée
- il est plié en éventail : plissée
- il est plus ou moins enroulé : enroulée.



Chute des feuilles

Chez les herbacées annuelles, les feuilles meurent avec toute la plante.

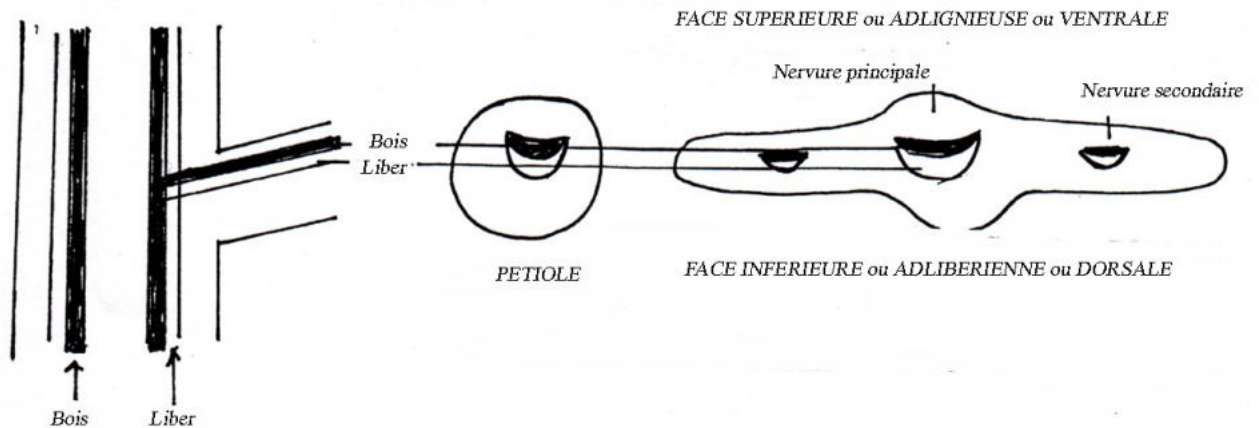
Chez les ligneux, la chute des feuilles est un mécanisme périodique :

- Cas de défoliation annuelle : les feuilles deviennent marcescentes, se dessèchent, puis meurent sur l'arbre, enfin tombent à cause du vent (ou d'autre facteur extérieur).
- Autre cas : présence d'une zone abscission ; feuilles changent de couleur (jaune, rouge), se détachent encore vivante et meurent après. Il y a en fait une zone d'abscission proprement dite (couche de séparation) et une zone cicatricielle (couche subéreuse pour cicatriser, pour la santé du reste du rameau).

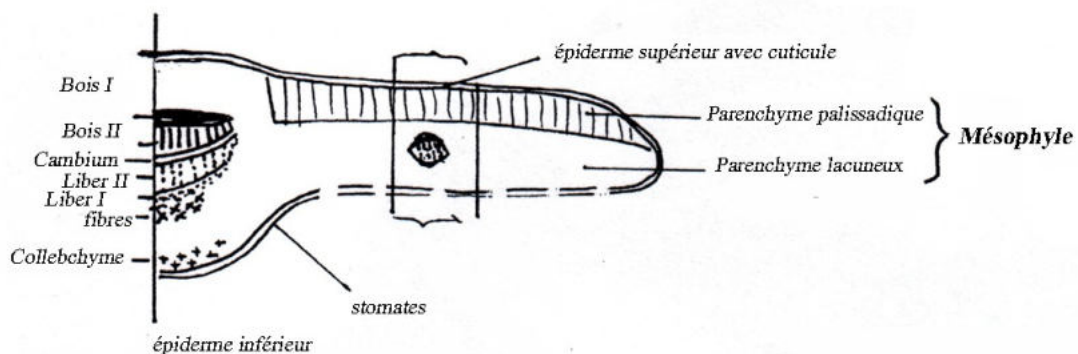
Anatomie des feuilles

Il y a du bois et du liber comme dans la tige. Le bois est au-dessus ; la face supérieure, ou ventrale est donc dite adlignieuse. Le liber est au-dessous ; la face inférieure, ou dorsale est dite adlibérienne. Il y a des stomates, en général dans la partie inférieure, mais parfois dans la partie supérieure. Il y a un parenchyme palissadique : cellules hautes et jointives = cellules chlorophylliennes. Il y a des "lacunes", dans lesquelles se trouvent des gaz ; il y a de ces lacunes dans tous les sens ; elles communiquent entre elles et avec les cellules voisines. Gaz = l'air essentiellement, aussi vapeur d'eau.

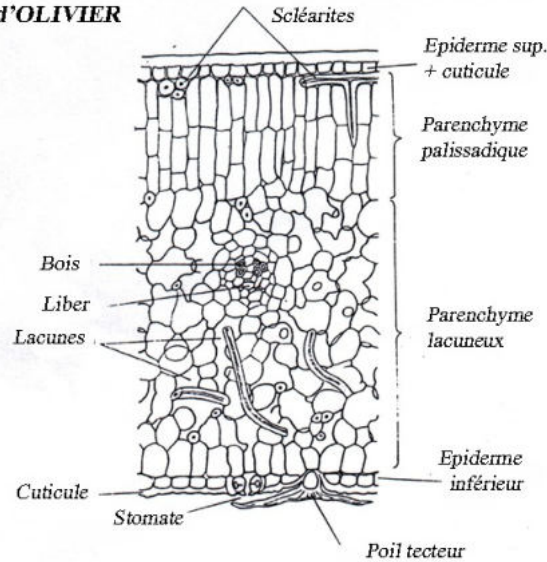
TISSUS CONDUCTEURS



SCHEMA de 1/2 LIMBE FOLLAIRE



**COUPE TRANSVERSALE de LIMBE FOLIAIRE
d'OLIVIER**



Fonctions de la feuille et adaptation pour ces fonctions

1) Organes protecteurs

- Écailles des bourgeons ; chez certains, on passe petit à petit d'une écaille à la feuille.
- Écailles et tuniques de bulbes = feuilles modifiées.
- Pétales et sépales de fleurs = feuilles modifiées dans un but de protection florale.

2) Organes de réserve

- Tuniques les moins externes gorgées de réserves comme chez l'oignon.
- Les cotylédons des plantules sont les premières feuilles = feuilles de réserves.

3) Organes absorbants

- Certains cotylédons subsistent avec les premières feuilles auxquelles ils transmettent les réserves.
- Les feuilles de certaines plantes carnivores (ex. Drosera).
- Des feuilles qui présentent des mouvements ; par exemple :
 - les feuilles du Trèfle se ferment la nuit ;
 - pour la Sensitive : les "nastries" seraient dues à des différences de charges électriques ; aussi le Mimosa
 - les lobes de la Dionnée qui se referment au contact.

4) Fonction de sécrétion

- Des nectaires à la base de certaines feuilles ; ex. 2 petites glandes rougeâtres à la base du limbe des feuilles de Cerisier.
- Feuilles transformées en étamines et en carpelles.
- Feuilles transformées en organes divers :
 - piquants et aiguilles des gymnospermes ;
 - piquants des Robiniers = stipules modifiées
 - les vrilles sont des parties foliaires (folioles modifiées) ; parfois c'est la feuille entière qui se modifie (ex. chez les Cucurbitacées) ;
 - feuilles réduites à des écailles ; c'est le cas chez les tiges souterraines le plus souvent.

Attention : les cladodes sont des tiges et non pas des feuilles (ex. Ruscus).

LE MILIEU AQUATIQUE

1 - Généralités - Définition des plantes aquatiques

Adaptations : transformations qui se transmettent héréditairement.

Accommodat : transformation due au "site", mais non transmissible héréditairement (ex. le port en drapeau des arbres en montagne pour résister au vent).

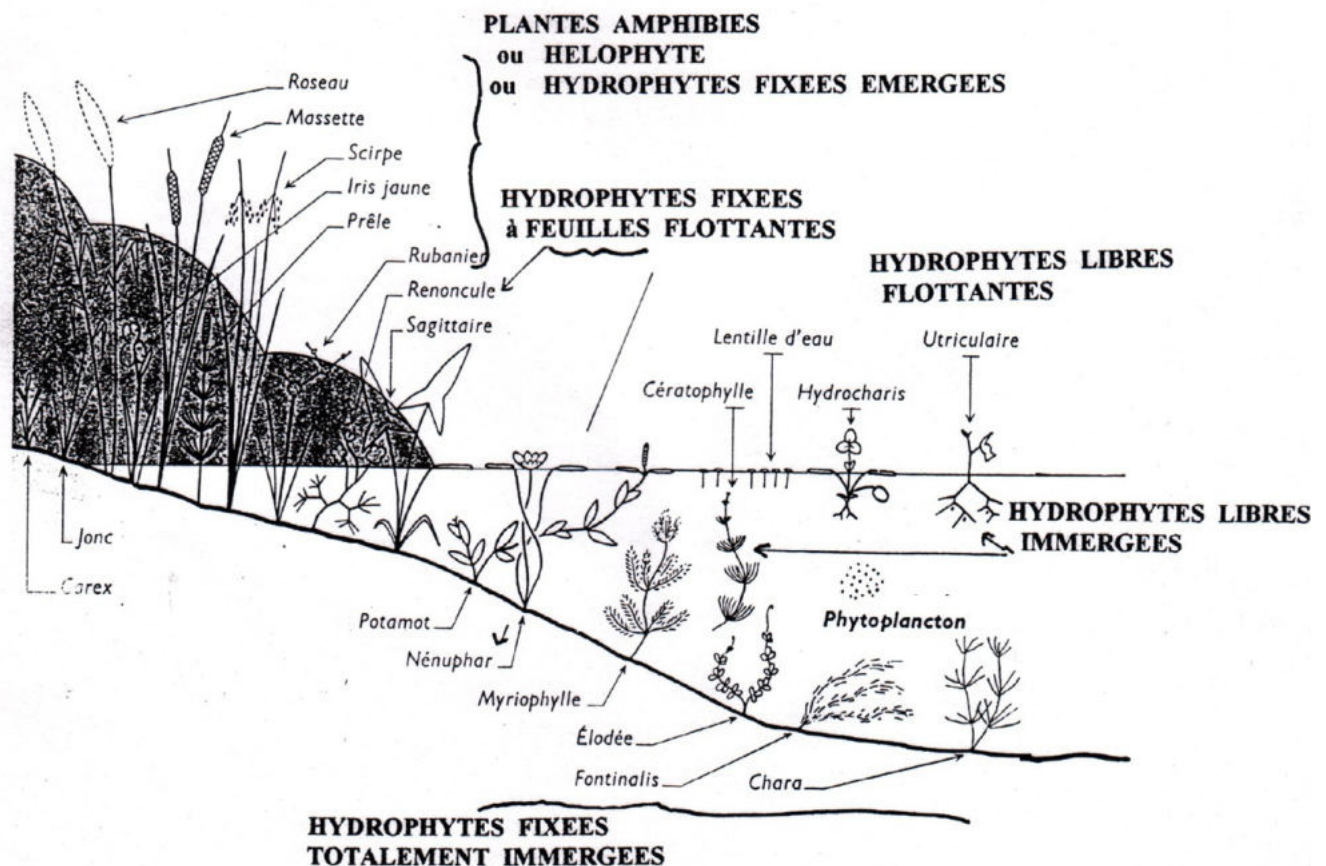
Les végétaux "normaux" sont mésophytes. Il y a vers l'eau une série de végétaux qui va des mésophytes aux hydrophytes.

Végétaux amphibies : plantes comme les autres, mais qui vivent les pieds dans l'eau ; donc il y a adaptation au niveau des racines (Roseaux, Massette, Prêles, Carex,...).

On trouve des :

- Amphibies = halophytes = hydrophytes fixées émergées
- Hydrophytes fixées à feuilles flottantes (ex. Renoncule, Sagittaire)
- Hydrophytes fixées totalement immergées (ex. Myriophylle)
- Hydrophytes libres flottantes (ex. Utriculaire)
- Hydrophytes libres immergées (ex. Ceratophyllum).

Zonation de la végétation autour d'un lac ou d'un étang :



2 - Caractéristiques du milieu aquatique et répercussions

L'eau donne en général aux plantes une morphologie un peu particulière : feuilles laciniées ou très découpées (moins de prise à l'eau). L'eau est un milieu beaucoup plus dense que l'air, la plante n'a pas besoin d'être soutenue, donc pas de bois ou de fibres. Il y a beaucoup moins d'oxygène que dans l'air (30 fois moins) ; par contre le gaz carbonique est très soluble dans l'eau ; d'où des feuilles immergées beaucoup plus grandes.

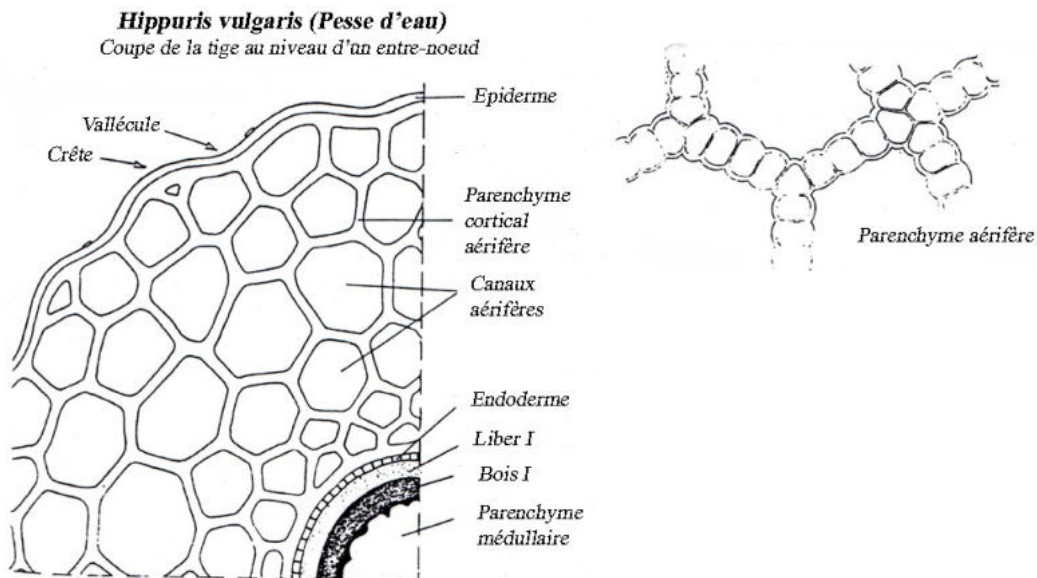
Le rayonnement solaire est arrêté par l'eau ; d'où les plantes chlorophylliennes ne doivent pas se trouver trop loin de la surface.

En matière de température, il y a peu de variation dans l'eau ; donc la plante n'a pas à se protéger de ces variations (contrairement à la montagne par exemple).

Les plantes aquatiques ont besoin de peu de racines car il y a contact avec l'eau partout. Pour la tige, il y a un parenchyme lacuneux très développé : beaucoup de lacunes car il y a peu d'oxygène ; ce parenchyme s'appelle aérénchyme.

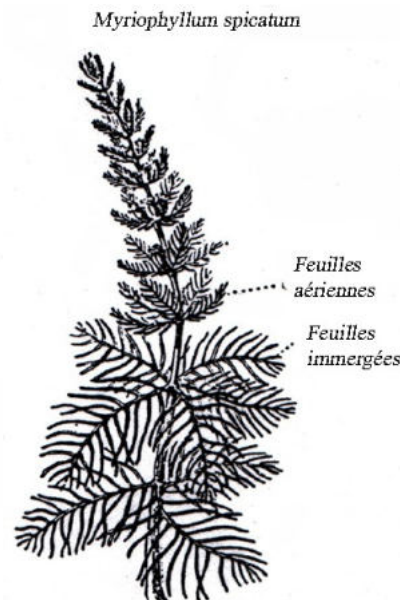
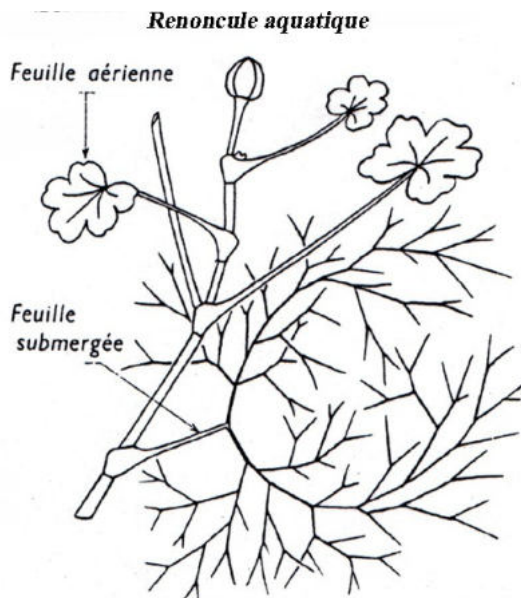
3 - Conséquences sur l'anatomie des tiges et des feuilles

Souvent les tiges, et plus encore les feuilles sont peu épaisses ; elles ont peu de cuticule car peu de besoin.



On rencontre très souvent des feuilles à anatomie particulière :

- feuilles immergées : très découpées et très nombreuses ;

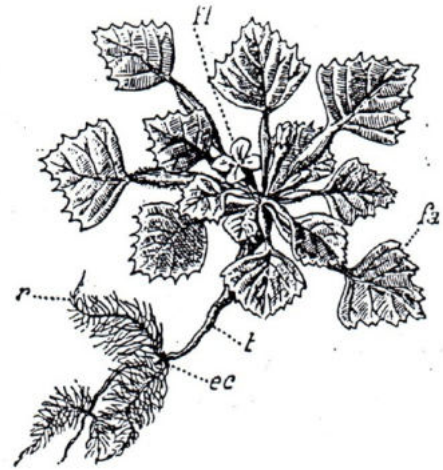


- feuilles émergées : la partie supérieure a de la lumière, d'où leur tendance à une structure ordinaire (cuticule, stomates) ; la partie inférieure est en contact avec l'eau, d'où peu de cuticule et beaucoup de lacunes).

Exemples particuliers d'adaptation :

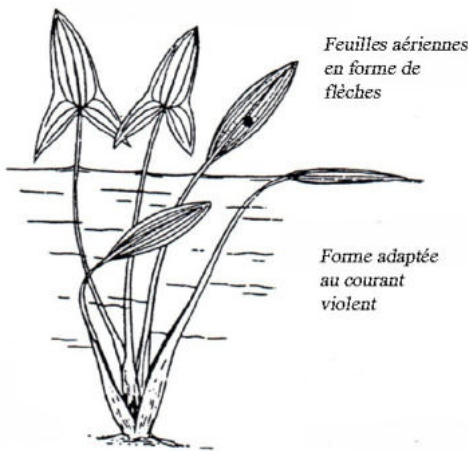
- Chez l'utriculaire : la tige possède des flotteurs à la base.
- Chez Lemna : des "frondes" qui sont des tiges ; une fronde possède un bourgeon qui donne une autre fronde, etc... D'où des tapis qui couvrent toute une surface ; en plus : un bouton floral de temps en temps et une petite racine au-dessous de la fronde.
- Chez Trappa natans : pétiole modifié sous forme de flotteur.

Fréquemment, il y a hétérophylle (par ex. Sagittaire) : feuilles de formes différentes sur le même pied ; plusieurs facteurs interviennent : position, courant, ensoleillement.

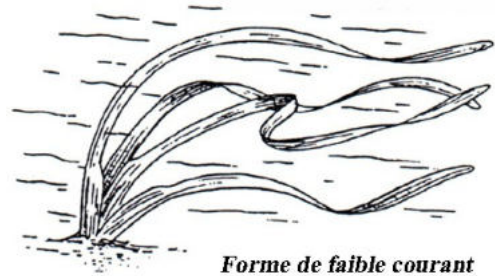


— *Trapa natans* : fl, fleurs ; fa, feuilles flottantes ; ec, écailles représentant les feuilles submergées ; r, racines adventives ; t, tige (réduit 5 fois).

Vie dans le courant

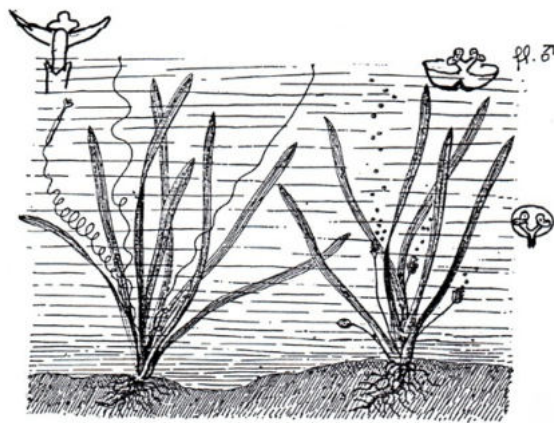


Sagittaria sagittifolia



4 -Conséquences sur la reproduction

Souvent les plantes aquatiques reviennent à l'aérien pour la reproduction, mais pas tout le temps. Par exemple et au contraire : *Vallisneria spiralis* (laquelle est dioïque) ; les fleurs mâles se détachent et montent à la surface ; les fleurs femelles sont sur des pédoncules en spirale ; à maturité, le pédoncule se "dés spiralise" et monte à la surface ; il y a pollinisation ; après quoi le pédoncule de la fleur femelle se rétracte et se ré-immmerge. Ou encore le cas de *Ceratophyllum* (qui est une plante monoïque) : les étamines sont adaptées au milieu aquatique ; elles ont un flotteur au-dessous des anthères qui se détachent ; elles sont entraînées par le flotteur et fertilisent le stigmate sous l'eau (ça ne marche pas si le courant est trop important).



Vallisneria spiralis : à gauche, pied femelle, à droite, pied mâle

5 - Des milieux aquatiques particuliers

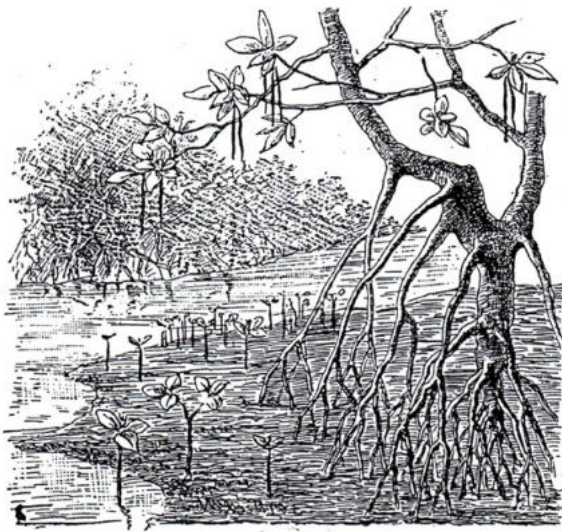
Étangs salés : Plantes hallophytes. Elles ont un appareil végétatif assez crassulescent ; des vacuoles avec des sucres vacuolaires qui retiennent l'eau.

Mangroves : Milieux saumâtres équatoriaux, le plus souvent à l'estuaire des fleuves ; les plantes particulières qui s'y développent, par exemple les Palétuviers, présentent une double adaptation :

1-chercher une assise solide dans une vase mouvante ; d'où les racines échasses (qui sont des racines adventives) qui partent du tronc ;

2-parfois aussi sur ces racines se développent des pneumatophores qui sont des racines qui remontent à la surface pour permettre de respirer (en effet, le milieu aquatique, là plus qu'ailleurs, manque d'oxygène)

En outre, le fruit est de forme allongée, avec une plantule déjà formée ; il tombe et peut facilement s'enraciner (fait comme une fléchette).



Rhizophora mangle (Palétuvier) : racines-échasses



Salicornia herbacea



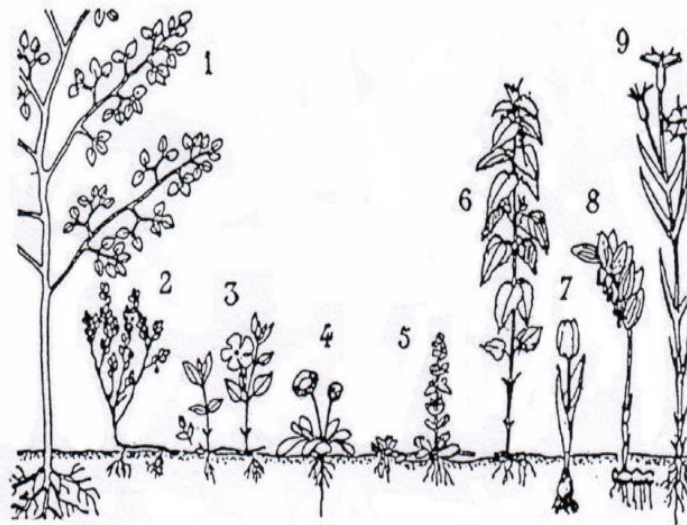
Rhizophora conjugata : fruit avec plantule

Complément 1 : ADAPTATIONS AUX TEMPÉRATURES

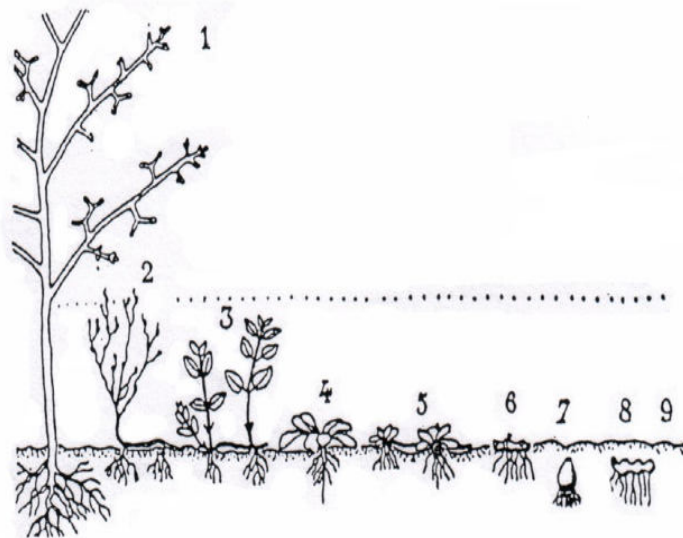
La classification biologique de Raunkjaer : selon l'exposition des bourgeons pour passer l'hiver.

- Phanérophytes : arbres (ou arbustes...) pour lesquels les bourgeons se trouvent placés à au moins 30 cm du sol.
- Chaméphytes : bourgeons à 25 cm du sol au plus.
- Hémicryptophytes : bourgeons "à la limite" ; repartent à la belle saison. On distingue :
 - les plantes à rosette, par ex. Pâquerette ;
 - les plantes à demi rosette, par ex. Bugle rampant ;
 - les plantes sans rosette, par ex. Ortie.
- Cryptophytes (ou Plantes cachées) : ont seulement leur partie souterraine pour passer la mauvaise saison.
- Thérophytes : subsistent seulement par leurs graines pendant la mauvaise saison.

On retrouve des plantes des diverses catégories de cette classification sous les différents climats, mais dans des proportions très inégales.



— Les formes biologiques de Raunkjaer, à leur état de parfait développement. — 1. Phanérophyte, arbre ou arbuste. — 2 et 3. Chaméphytes (Myrtille et Pervenche). — 4 à 6. Hémicryptophytes (Pâquerette, plante à rosette; Bugle, plante à demi-rosette; Ortie, plante sans rosette). — 7 et 8. Cryptophytes (Tulipe, plante à bulbe; Sceau de Salomon, plante à rhizome). — 9. Thérophyte, plante annuelle (Nielle des Blés).



— Les plantes de la figure précédente durant la saison froide. Les une (1 et 2) perdent leurs feuilles; d'autres 3, 4 et 5, les conservent partiellement; chez 6, 7 et 8, les tiges feuillées meurent et il ne persiste qu'une souche, un bulbe ou un rhizome; de la thérophyte 9, il ne reste rien de vivant durant l'hiver, sauf les graines. En pointillé le niveau auquel peut atteindre la neige.

Complément 2 : ADAPTATIONS AU MILIEU SEC - les Xérophytes

Ici nous voyons plus particulièrement les Xérophytes = plantes adaptées aux milieux arides ; il y a notamment les déserts (désert : moins de 250 mm de pluie par an) ; mais il n'y a pas que les déserts : il y a aussi les milieux méditerranéens et encore des endroits particuliers dans des zones tempérées (dunes, aplomb d'un toit, appartement surchauffé).

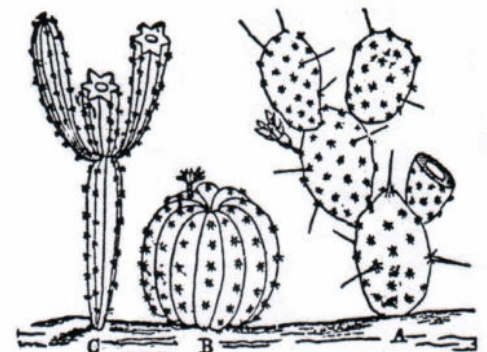
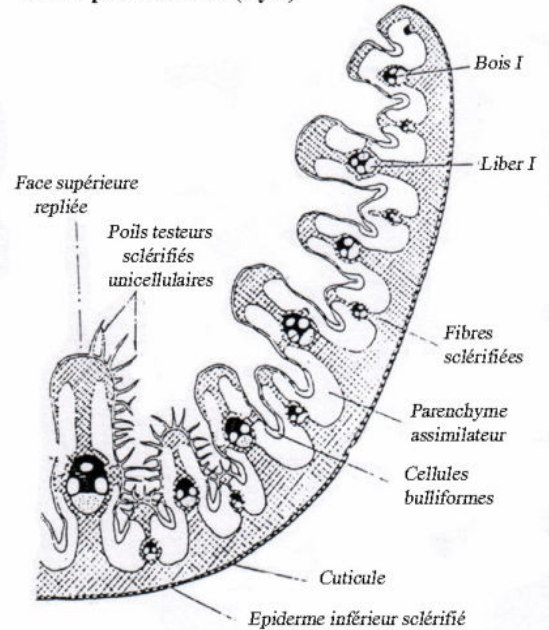
Types biologiques :

- Ephémérophytes : plantes "ordinaires" des déserts mais dont le cycle végétatif complet se fait sur quelques jours (à la faveur d'une pluie).
- Plantes pérennantes à bulbes ou rhizomes : le cycle végétatif est rapide aussi.
- Plantes reviviscentes : surtout les algues (particulièrement l'algue Nostoc) ; aussi les Lichens ; mais il n'y a que très peu de Phanérophytes. L'algue Nostoc a la propriété de se déshydrater à l'extrême (à cause d'une gaine mucilagineuse) tout en maintenant en vie le filament, et ceci pour une longue durée. Pour les Lichens c'est possible, mais moins longtemps, à cause du champignon. Aussi les Sphaignes (Mousses) : feuilles spéciales qui emprisonnent l'eau par des cellules particulières. Aussi chez les Sélaginelles (Fougères). Mais c'est beaucoup plus rare donc chez Phanérophytes ; cependant par exemple, pour le Rose de Jéricho (Crucifère), des rameaux en boules reprennent vie à l'humidité.
- Xérophytes.

Les plantes xérophytes :

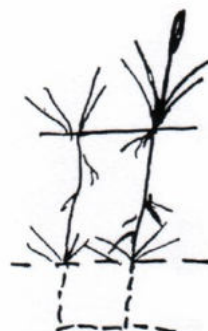
- a) Sclérophytes : plantes sèches ; 2 exigences dues au milieu :
- système racinaire accru ; d'une part de surface (proche de la surface) et/ou de profondeur ; nombreux poils absorbants ;
 - système foliaire réduit : feuilles souvent transformées en épines ; souvent port "enroulé" (ex. l'Oyat) ; aussi port en coussinet (qui crée une ambiance "interne" favorable ; plus des racines en profondeur).
- b) Malacophytes ou plantes grasses ou plantes succulentes ; il n'y en a pas que dans les déserts ; chez nous aussi par exemple les Orpins, les Joubarbes. Elles ont la propriété de stocker l'eau dans un parenchyme aquifère : grandes cellules très riches en eau et en mucilage (lequel est formé de grosses cellules qui retiennent l'eau - question de charges ioniques - milieu interne à faible pression osmotique de façon à ce que l'eau ait tendance à rentrer plutôt qu'à sortir) ; tiges cylindriques et succulentes. Parenchyme chlorophyllien à l'extérieur et parenchyme aquifère au-dessous. Il y a cuticule.

Ammophila arenaria (Oyat)



— Plantes grasses, de la famille des Cactacées (Cactus et espèces voisines).

Tiges renflées, gorgées d'eau; feuilles nulles; un bouquet de piquants acérés marque la place que devrait occuper chaque feuille (adaptation à la sécheresse).



Oyat résistant à l'enfouissement dans le sable



Epicea en limite de végétation

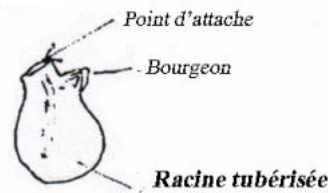
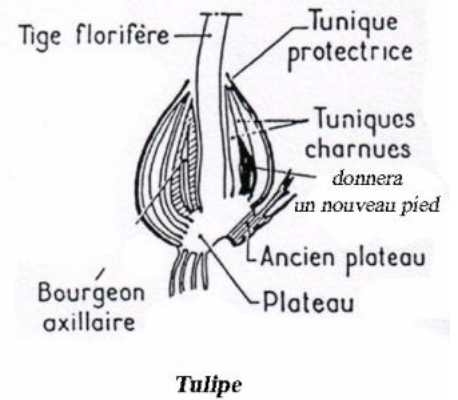
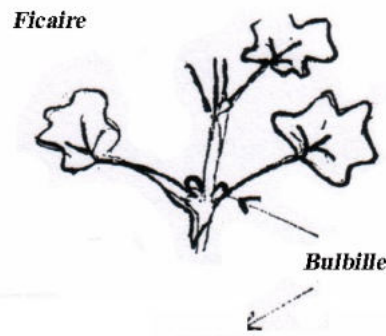
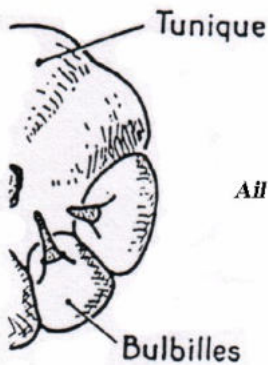
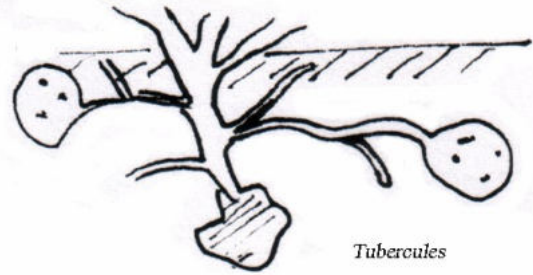
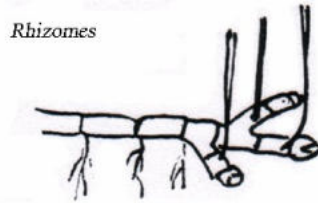
REPRODUCTION DES ANGIOSPERMES

1- Multiplication végétative

Elle permet la pérennisation des végétaux sans faire intervenir de phénomène sexuel. Elle peut s'effectuer de nombreuses manières :

Multiplication par les organes souterrains

- Rhizomes
- Tubercules
- Bulbilles

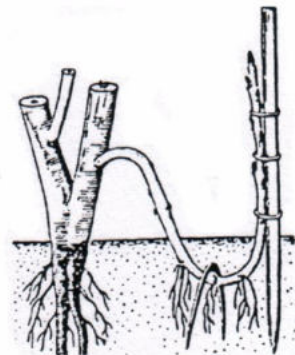


Multiplication par boutures

Chez de nombreuses plantes, quand la tige est au contact du sol, elle émet des racines adventives qui naissent souvent au niveau des noeuds.

Exemple : le bouture de Pelargonium séparée de la plante mère est mise à tremper dans l'eau ou dans une solution nutritive.

La marcotte doit rester fixée au plant mère jusqu'à ce que de nouvelles racines adventives la fixent au sol.



2- Reproduction sexuée

Généralités

a) Les SPERMATOPHYTES ou PHANEROGAMMES ont une aptitude à fleurir pour former une graine qui permettra à l'espèce de survivre pendant la mauvaise saison :

- les plantes annuelles
- les plantes bisannuelles
- les plantes vivaces

b) La formation des organes reproducteurs dans la fleur fait intervenir des phénomènes cytologiques, c'est à dire une division cellulaire réductionnelle qui fait passer le nombre de chromosomes diploïdes dans les cellules normales à un nombre haploïde dans les cellules sexuelles, c'est à dire $2n \rightarrow n$.

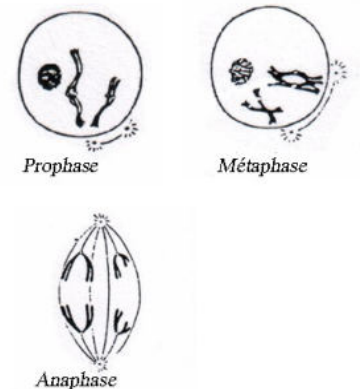
Mitose : c'est la division équationnelle où $2n \rightarrow n$ à 4 phases :

- La prophase, où la chromatine se condense; il y a réplication de l'ADN et spiralisation. Les chromosomes divisés en deux chromatides spiralés s'organisent.
- La métaphase, où les chromatides filles sont réunies à l'équateur du fuseau par leur centromère
- L'anaphase : les chromatides se dirigent vers les pôles du fuseau entraînées par leur centromères
- La télophase : les chromosomes tassés aux pôles de fuseau reprennent leur forme interphasique pendant que se reconstitue à l'équateur fuseau le phragmoplaste qui redonnera une nouvelle paroi.

Méiose : c'est une division réductionnelle où $2n \rightarrow n$ ramène les gamètes à un jeu chromosomique haploïde pour qu'après fécondation, chaque cellule redevienne diploïde. Cette division se produit au cours de divisions de maturation, au cours desquelles les chromosomes homologues s'accolent et se disjoignent pour se répartir au hasard, ce qui entraîne une nouvelle répartition des chromosomes.

- Prophase : les chromosomes homologues, chacun fissuré longitudinalement, sont associés pour former une tétrade de 4 chromatides (stade pachytène), le nombre de tétrades correspond au nombre haploïde de chromosomes. Au stade diplotène, les paires de chromosomes s'écartent mais avec une répartition variable des chromatides ou fragments chromatides. A la diacynèse, les chromatides se tassent pour prendre le même aspect qu'à la prophase de la mitose.
- Métaphase et Anaphase : identiques à celles de la mitose.

Télophase : la 2^o division de maturation intervient. Les chromosomes déjà clivés se retrouvent au stade prophasique d'une mitose qui se produit normalement, et les 4 chromatides du stade pachytène sont réparties en 4 gamètes méiotiques.



c) Les ANGIOSPERMES ont une graine (formée par transformation de l'ovule) qui est logée dans un organe clos, l'ovaire, par opposition aux GYMNOSPERMES qui ont un ovule nu.

Les caractères essentiels de la reproduction des Angiospermes sont : la fleur, la double fécondation et le fruit

La Fleur

Elle provient d'un bourgeon floral axilé par une feuille simplifiée, la bractée.

Ce bourgeon floral développe un rameau feuillé modifié qui est une fleur :

- la tige ou pédoncule, porte des pré-feuilles et se termine par le réceptacle floral
- les pièces, portées par le réceptacle, sont de l'extérieur vers l'intérieur, des feuilles modifiées : - sépales et pétales formant le périanthe de la fleur.
- Étamines (organes reproducteurs mâles)
- Carpelles (organes reproducteurs femelles)

Observations prouvant que la fleur est un rameau feuillé :

- dans certaines fleurs monstrueuses (roses prolifères) on a constaté que le réceptacle est terminé par un bourgeon qui peut donner un rameau feuillé au milieu de la fleur.
- d'autre part, on trouve tous les intermédiaires entre vraies feuilles, bractées, sépales, étamines et carpelles.

Morphologie Florale : Diagramme Floral - Formule Florale

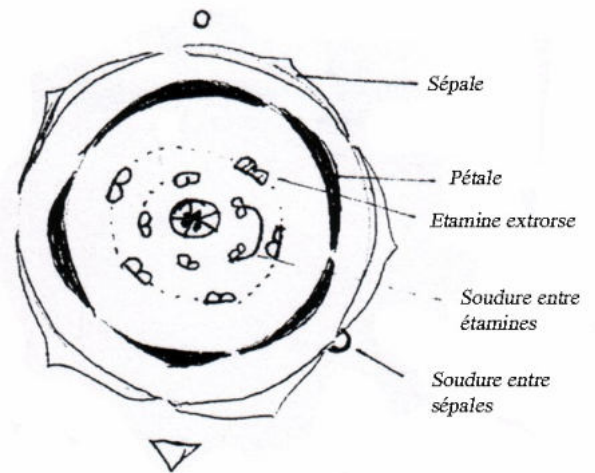
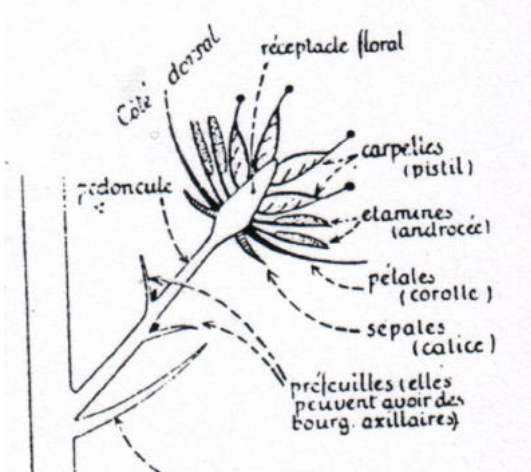
Diagramme: La représentation schématique d'une fleur se fait par un diagramme floral qui représente une coupe théorique transversale de la fleur étudiée. L'orientation se fait par rapport à l'axe floral (un rond) et la bractée florale (un triangle).

- les sépales S verts sont grisés
- les pétales P colorés restent en blancs
- les étamines E sont orientées avec leurs loges vers l'extérieur (E. extrorses) ou l'intérieur (E. introrses)
- les carpelles C sont représentés en section avec leur type de placentation

En général, suivant la règle d'alternance, les différentes pièces alternent d'un verticille à l'autre, mais si par disparition d'un verticille les pièces se font face, on dit qu'elles sont en opposition. Quand les pièces sont soudées, on les réunit par un onglet. Le diagramme doit faire ressortir la symétrie de la fleur actimorphe ou zygomorphe.

Formule florale : elle numérise le diagramme.

- le signe x indique le nombre de verticilles
- les parenthèses indiquent une soudure de 1er ordre
- les crochets indiquent une soudure de 2ème ordre
- le signe ⊕ indique que la fleur est actimorphe
- le signe •|• indique que la fleur est zygomorphe



$$5 S + 5 P + 5 E \oplus + (5 C)$$

(le trait sous les C indique que l'ovaire est supère)

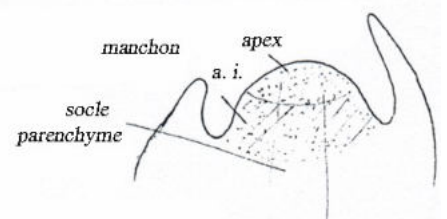
Origine de la Fleur

Elle se situe à l'apex de la tige qui porte une ou plusieurs fleurs.

Pour la tige, l'anneau initial du point végétatif forme les feuilles et la zone apicale peu méristématique est relativement inerte, le méristème médullaire forme la moelle.

Chez la fleur, quand les dernières ébauches foliaires sont terminées, l'apex devient plus saillant et plus bombé, ce qui amorce la formation d'un réceptacle floral : tout l'apex devient méristématique avec deux territoires

- un manchon formé par l'anneau initial et les couches périphériques de l'apex qui deviennent méristématiques, ce manchon est à l'origine de toutes les pièces. L'anneau initial forme les sépales et les pétales. L'apex donnera les étamines et les carpelles. Toutes ces pièces sont formées à partir d'un primordium.
- Un socle parenchymateux couvert par le manchon qui donnera le parenchyme médullaire du réceptacle.



Variantes de l'Organisation Florale

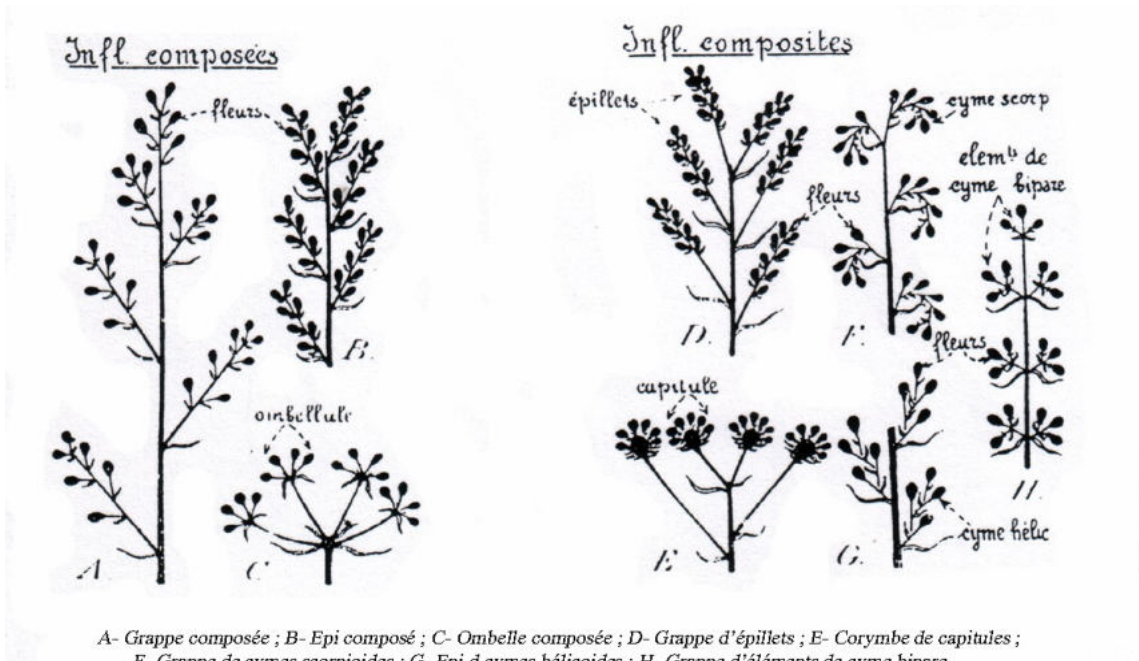
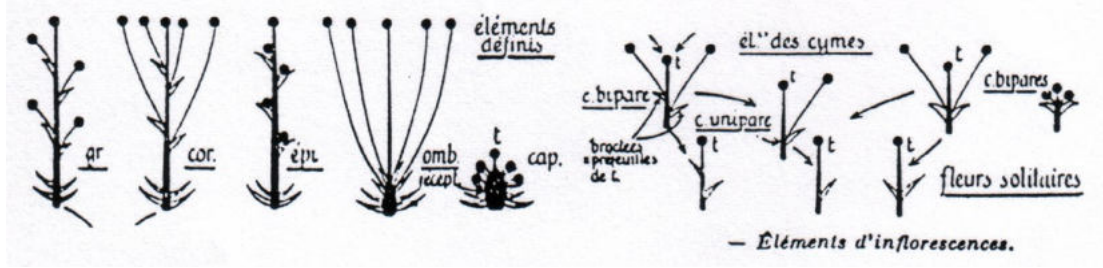
a) Périanthe :

- les pétales et les sépales peuvent être d'apparence identique. On les appelle alors des tépales.
- les pétales et les sépales peuvent manquer, et on a alors des fleurs apérianthées.
- on peut avoir doublement ou absence de verticilles.

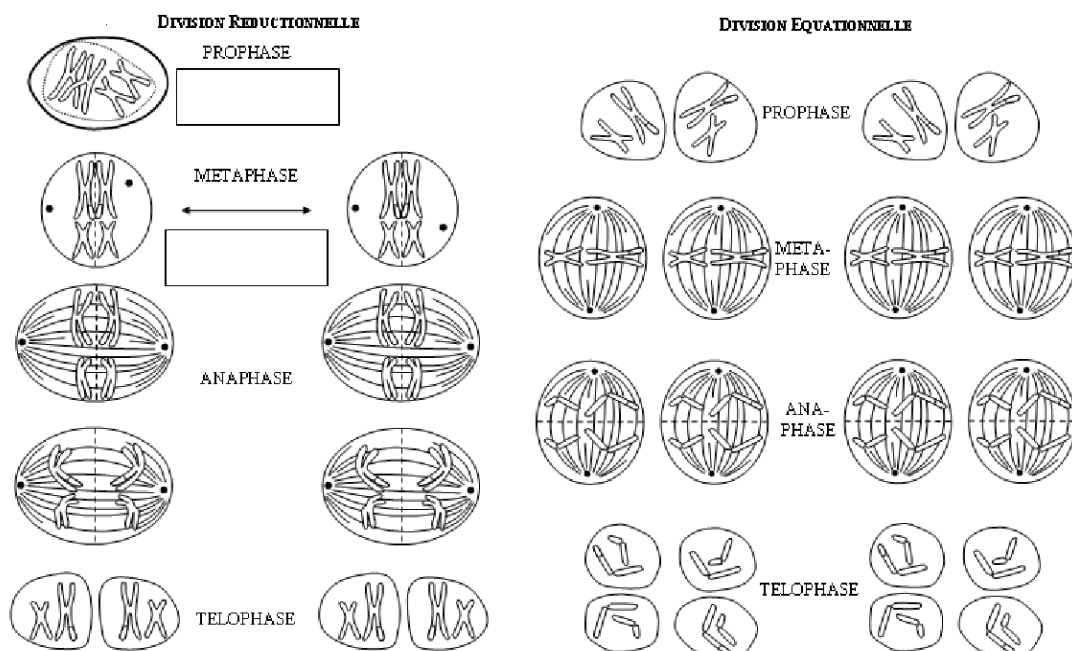
b) Inflorescences :

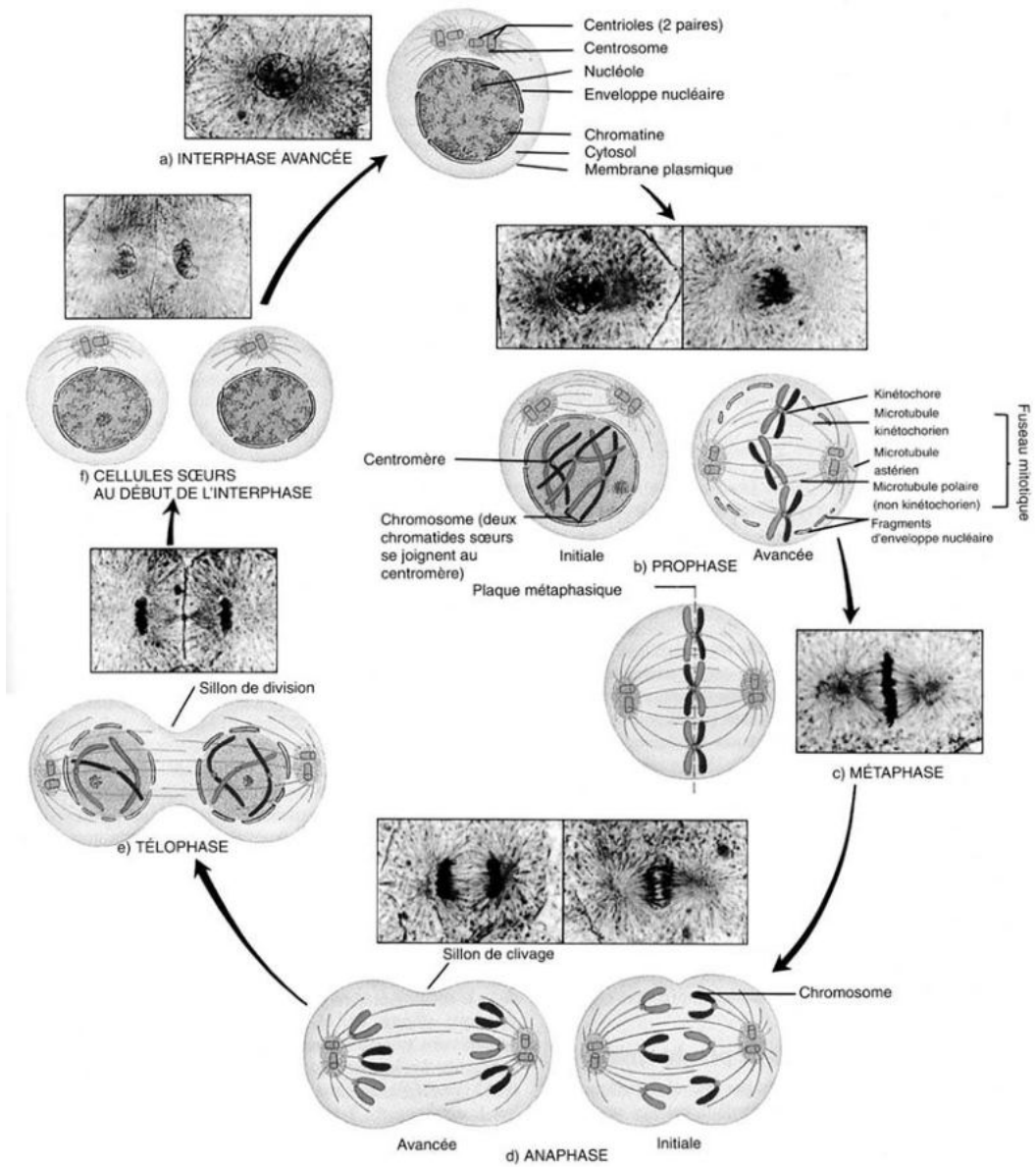
Quand les fleurs ne sont pas solitaires, elles se groupent suivant des organisations types appelées inflorescences.

- inflorescence indéfinie : cas de la grappe, où l'axe floral n'est pas terminé par une fleur et le méristème terminal se comporte comme un point végétatif ordinaire
- inflorescence définie : cas de la cyme, où le méristème terminal de l'axe floral forme une fleur et son activité cesse très tôt.



LE BRASSAGE GÉNÉTIQUE ASSURÉ PAR LA MÉIOSE



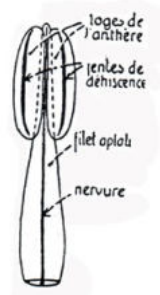


L'ANDROCÉE

L'androcée correspond à l'ensemble de l'appareil reproducteur mâle chez la fleur.

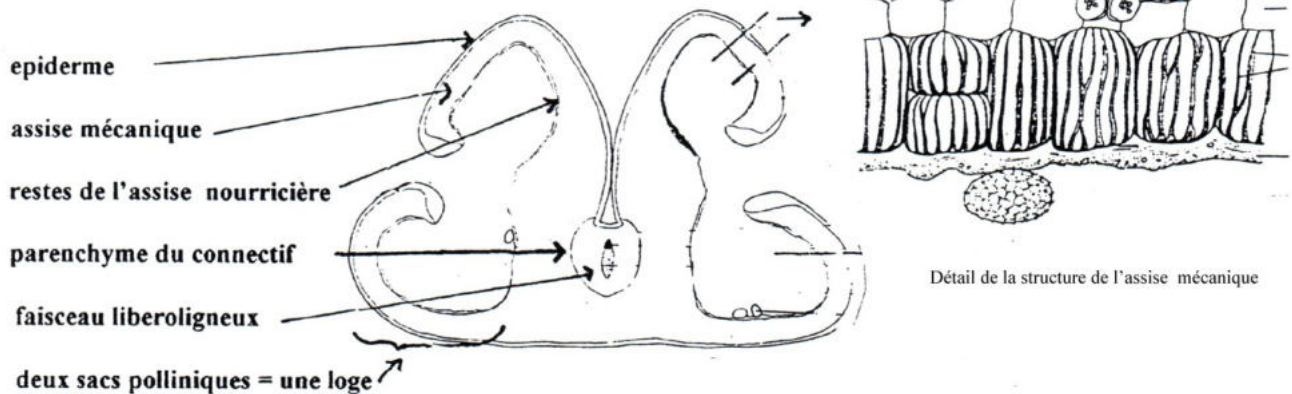
1- Morphologie de l'étamine

L'étamine doit être considérée comme une feuille modifiée dans la fonction de reproduction. Le pédoncule devient le filet. Le limbe replié sur sa face supérieure devient l'anthere. L'anthere se compose du prolongement du filet qui constitue le parenchyme du connectif, et de chaque côté une loge pollinique, elle-même divisée en deux sacs polliniques. Entre ces deux sacs se trouve la fente de déhiscence permettant de libérer le pollen.



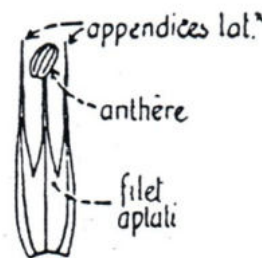
Coupe transversale de l'anthere mûre :

L'anthere mûre est bordée par l'épiderme sous lequel se trouve, au niveau de chaque loge, l'assise mécanique avec des restes de l'assise nourricière. Les loges sont ouvertes au niveau de la fente de déhiscence. AU milieu du parenchyme connectif se trouve le faisceau libéroligneux dans la même position que dans une feuille, c'est à dire vers le haut.

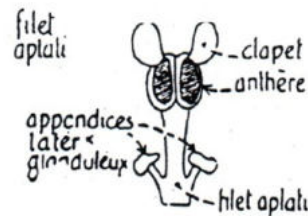


2- Diverses formes d'étamines

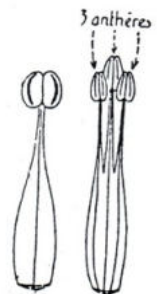
- l'ail : filet trifurqué, une seule branche porte les loges
- idem avec clapets pour les loges et appendices globuleux
- géranium : filet aplati ou filet trifurqué avec loges sur les 3 extrémités



Ail



Laurier

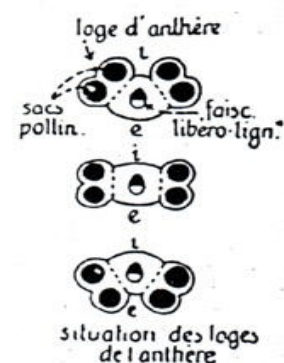


Géranium

Position de l'anthere

Par rapport au centre de la fleur, les anthères peuvent être orientées :

- vers l'extérieur : anthères extrorses
- au milieu : anthères médianes
- vers l'intérieur : anthères introrses



Différentes insertions du filet :

Le filet peut être inséré sur l'anthère à sa base ou au milieu. On aura alors :

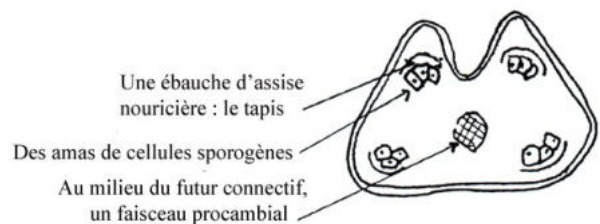


3- Origine et développement de l'anthère

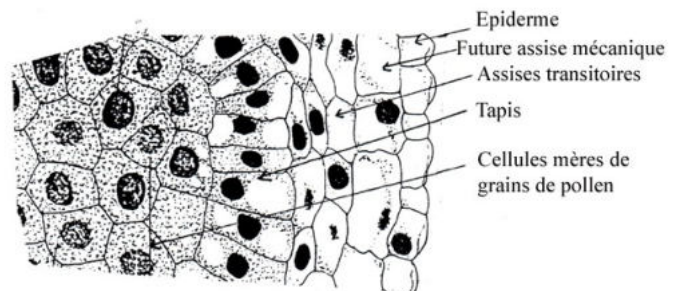
L'origine de l'anthère est à situer dans le manchon méristématique, c'est à dire la nappe de tissus méristématique qui couvre l'apex d'un bourgeon floral.

Développement :

Dans une anthère très jeune, on trouve



Dans une anthère jeune, les différentes assises sont en place :

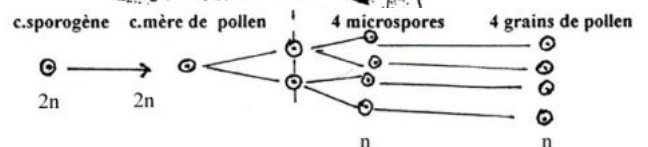


Dans une anthère presque mûre, la cellule sporogène a donné une cellule mère du pollen à $2n$ qui subit la méiose pour donner 4 grains de pollen.



Dans une anthère mûre,

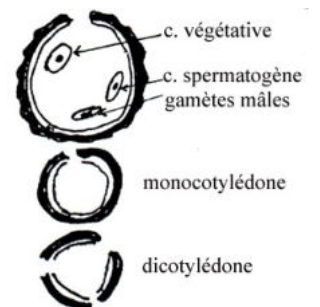
- l'assise mécanique est complètement différenciée,
- les grains de pollen sont complètement formés.



4- Le Pollen

Le grain de pollen, ou prothalle ou gamétophyte mâle, contient deux cellules

- une cellule végétative dont le cytoplasme contient des réserves et un noyau
- une cellule spermatogène qui engendre dans le grain de pollen germé deux gamètes mâles ou spermatozoïdes.



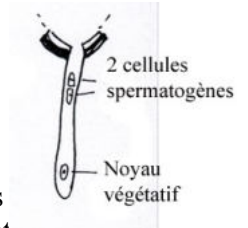
La paroi comprend 2 couches

- à l'extérieur, une exine formée de sporollénine (substance imperméable). Elle peut être lisse ou ornementée.
- une intine, surtout formée de cellulose, et mince.

La paroi est percée de pores ou ouvertures : en général, une chez les monocotylédones, et 3 chez les dicotylédones.

5- Germination du pollen

Par gonflement d'eau, le pollen voit son cytoplasme faire saillie à l'extérieur, au travers d'un pore. C'est le début de la formation d'un tube pollinique. Le temps de germination correspond à l'intervalle de temps entre le moment où il est en contact avec un milieu favorable et l'apparition d'un tube.



L'allongement du tube se fait avec une vitesse variable, 1,(à 3 mm en moyenne. Très tôt, le Noyau Végétatif et la cellule spermatogène ou les deux spermatozoïdes passent dans le tube, dans cet ordre.

Conditions de germination :

Le germination nécessite :

- du sucre
- des éléments minéraux (B, Ca)
- une température élevée : 20 - 30°

Longévité du pollen :

Le pollen disséminé sous forme de tétrades de grains est en état de vie ralentie qu'il peut prolonger un certain temps, tout en conservant ses facultés de germination. Pour toutes les espèces, cette longévité dépend de l'humidité et de la température du lieu où il est disséminé.

6- Pollinisation

C'est le transport du pollen d'une plante sur le stigmate d'une même plante : autopolinisation ou autogamie, ou d'une autre plante de la même espèce : pollinisation croisée ou allogamie.

Autopolinisation ou autogamie

- non obligatoire
- obligatoire : cléistogamie

Pollinisation croisée ou allogamie

- plantes dioïques
- dichogamie
 - protandrie
 - protogynie

Obstacles à l'autopolinisation

Autostérilité ou auto-incompatibilité

7- Agents de pollinisation

Anémogamie ou pollinisation par le vent

Entomogamie ou pollinisation par les insectes

- les insectes vecteurs
- attrait pour les insectes : le nectar, le pollen

Direction de l'insecte vers la fleur

- vol d'approche
- visite
- exploitation mono spécifique

Caractères de la fleur entomogame

- dispositifs d'attrait
- dispositifs favorisant le transport du pollen
- disposition des nectaires

8- Incompatibilité entre pollen et pistil

Contrôle génétique

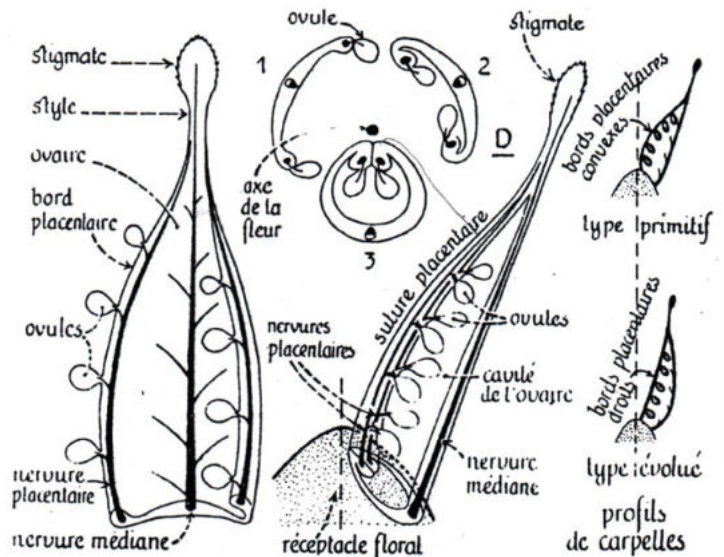
9- Application aux études du pollen

LE GYNÉCÉE

I - Morphologie générale

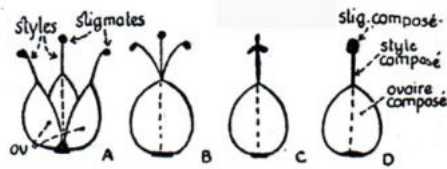
Carpelles :

Feuilles modifiées. Le repli de la feuille carpellaire est bien illustré par l'hellébore.



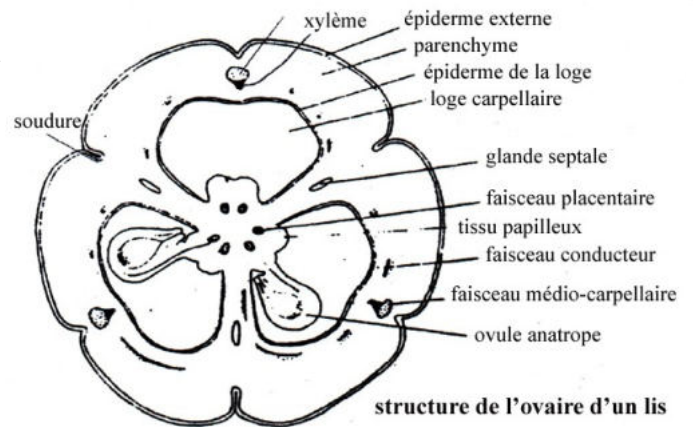
Ovaire :

C'est bien la partie supérieure de la feuille qui est à l'intérieur, avec son liber.



Disposition des carpelles dans le pistil

A- Carpelles complètement séparés. B- Carpelles soudés par leurs ovaires. C- Carpelles soudés par les ovaires et les styles. D- Carpelles soudés par les ovaires, les styles et les stigmates.



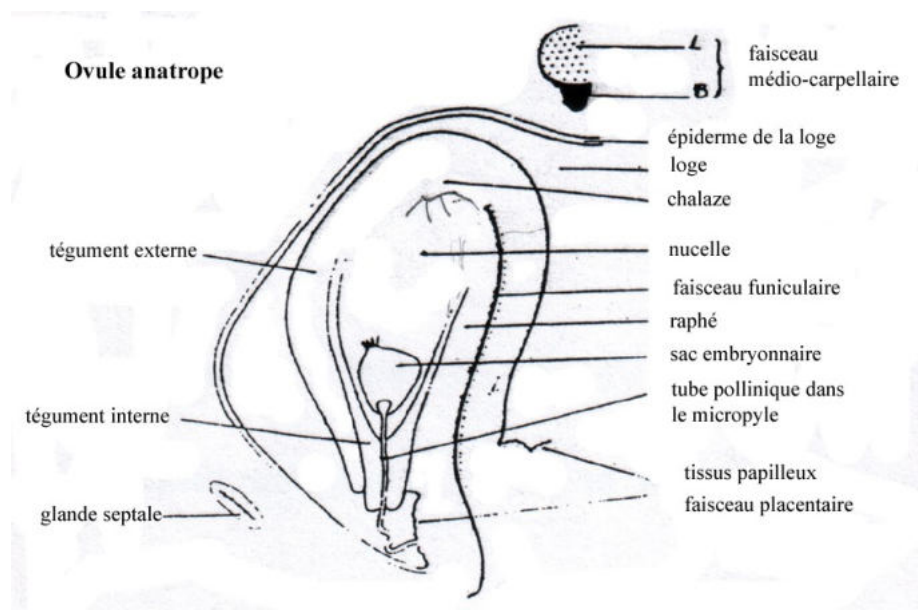
structure de l'ovaire d'un lis

Pistil :

Ovaire surmonté de son style et de ses stigmates. Voir figure 7 (page 1) du polycopié, où on a tous les cas : de tout libre à tout soudé.

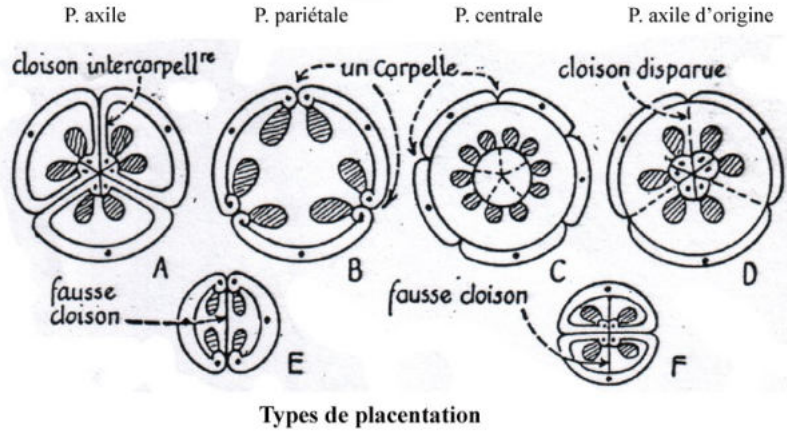
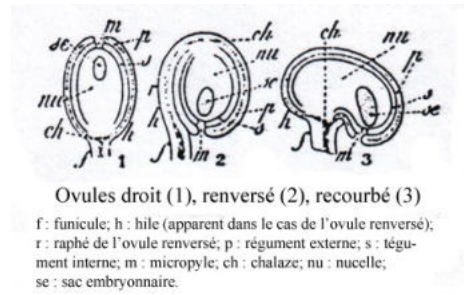
II - L'ovule

Structure : voir schéma ci-contre.. Plusieurs formes possibles. Inséré au niveau du placenta auquel il est relié par un court pédoncule appelé funicule.

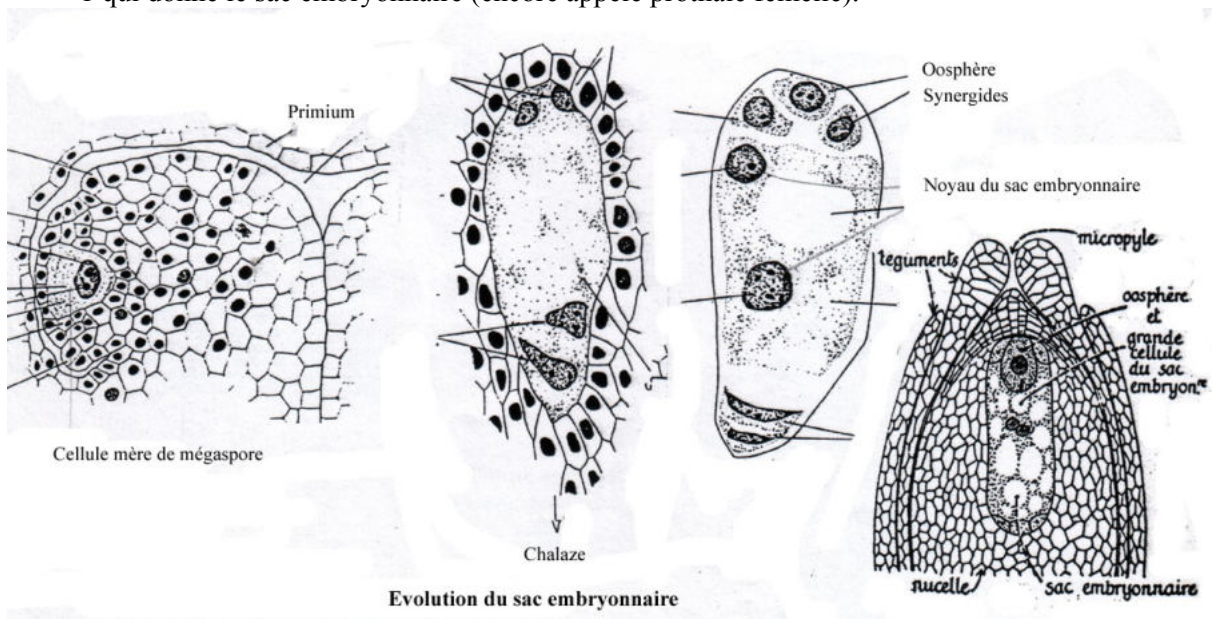


L'ovule peut être (voir ci-contre) :

- droit ; on dit qu'il est orthotrope (ex. Noyer) ;
- renversé ; on dit qu'il est anatrophe (ex. Lys) ;
- plié à angle droit = recourbé ; on dit qu'il est campylotrope (ex. Pavot).

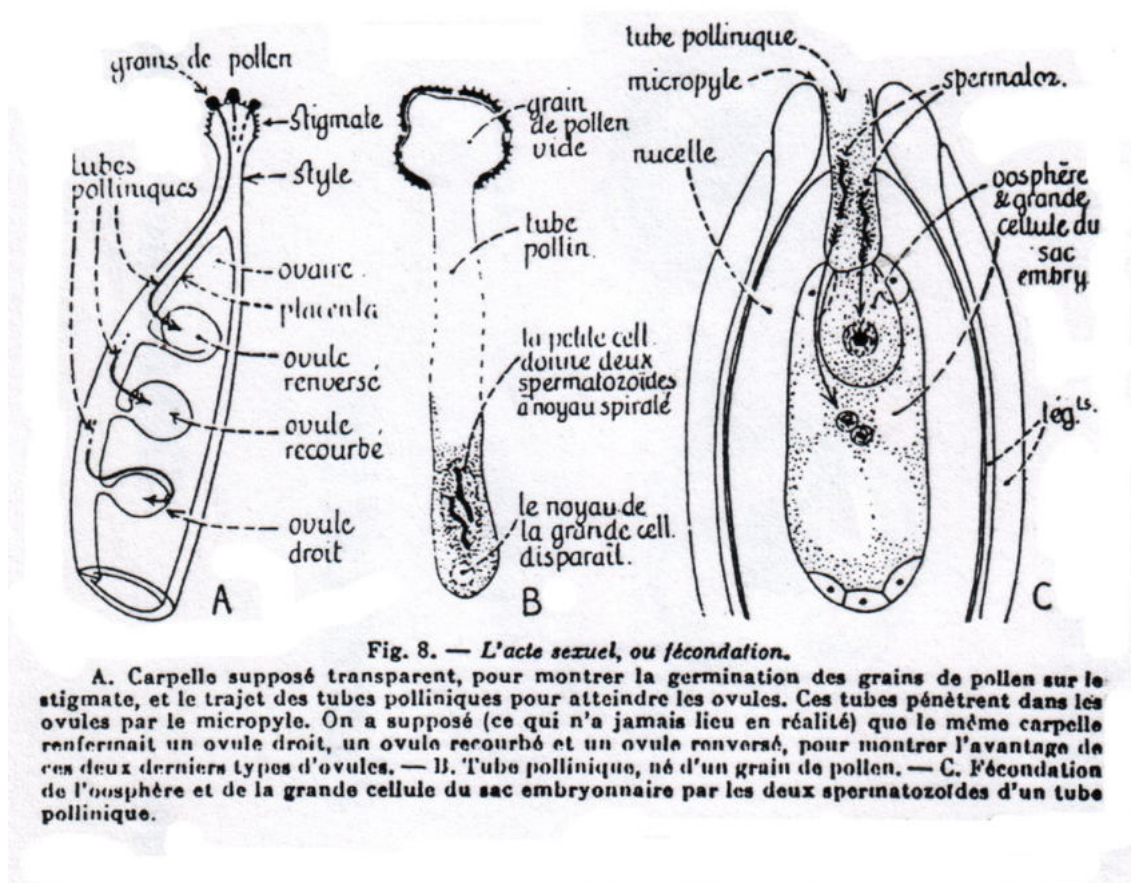


Méiose : au départ une cellule mère de mégaspore subit la réduction chromatique ; ce qui donne 4 mégaspores :
 - 3 qui dégénèrent ;
 - 1 qui donne le sac embryonnaire (encore appelé prothale femelle).



Si le tube pollinique arrive au niveau du micropyle, on dit qu'il y a porogamie ; s'il arrive au niveau de la chalaze, on dit qu'il y a chalazogamie.

Double fécondation :



La double fécondation des angiospermes (voir polycopié page 3) a été observée pour la première fois en 1899 par GUIGNARD.

Comme on l'a vu à propos de l'étamine, dans la plupart des cas, le contenu du tube pollinique est déversé dans une synergide avant de pénétrer plus profondément dans le sac embryonnaire.

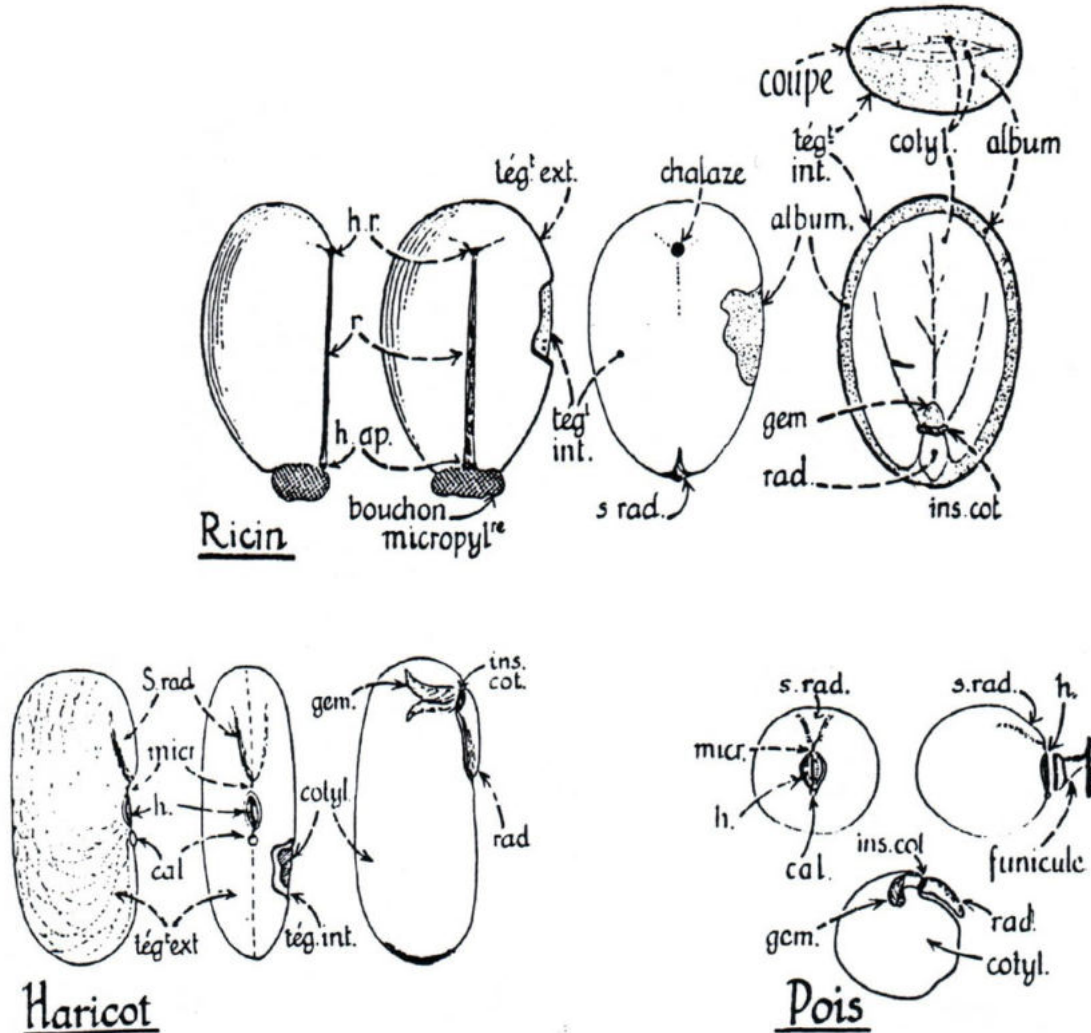
L'un des noyaux spermatiques fusionne avec le noyau de l'oosphère pour donner le zygote principal diploïde qui formera l'embryon.

L'autre noyau spermatique s'unit aux deux noyaux polaires haploïdes déjà fusionnés pour donner le zygote accessoire à $3n$. C'est ce noyau à $3n$ qui sera à l'origine de l'albumen pour assurer la nutrition de l'embryon.

LA GRAINE ET SA GERMINATION

Pendant que la paroi de l'ovaire s'est transformée en fruit, l'ovule se transforme en graine où l'embryon issu du zygote principal se nourrit au dépens du nucelle. L'embryon se différencie à l'extrémité d'un filament suspenseur. La graine est entourée de téguments qui sont les téguments de l'ovule.

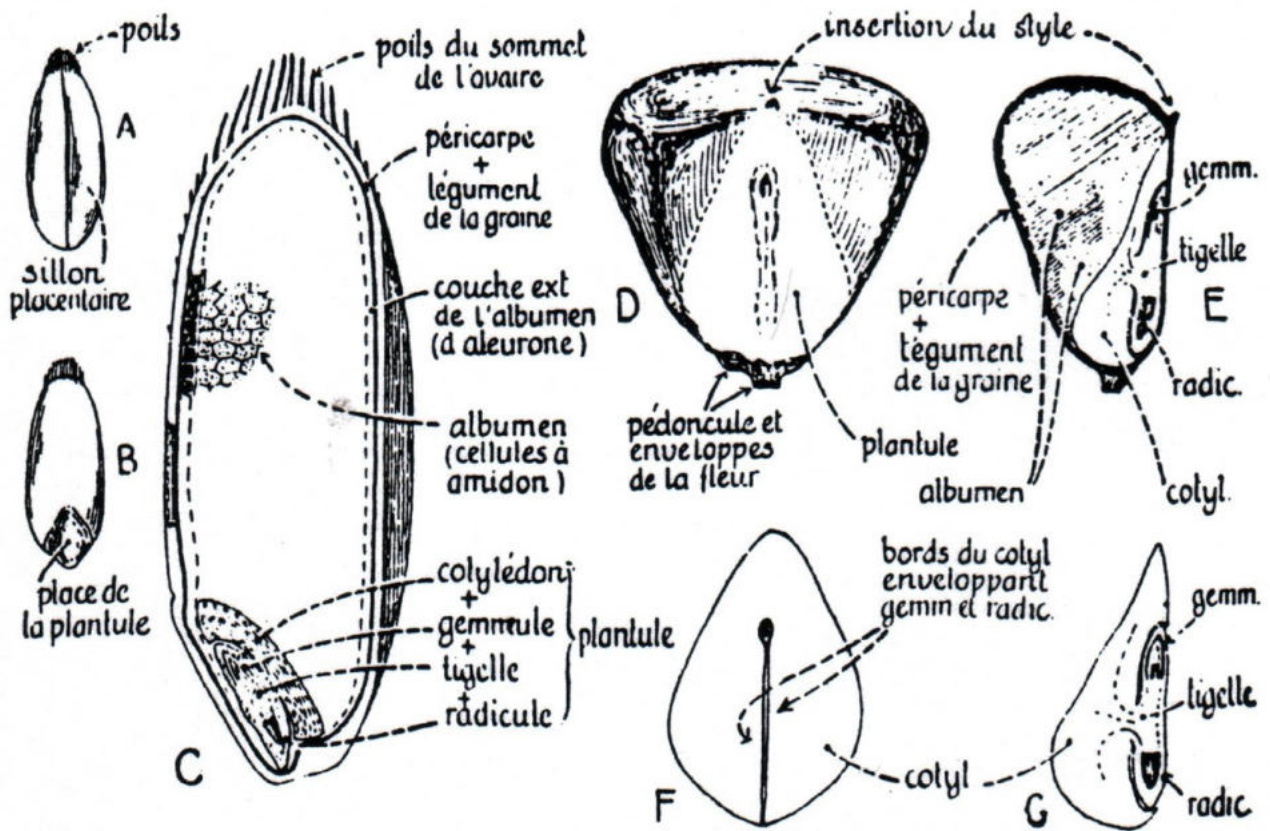
Trois exemples de graines pour illustrer les différentes catégories :



Ci-dessous : graines de monocotylédones :

- A et B : Grain de blé (caryopse, c'est à dire akène logeant une seule graine et soudé à celle-ci) vu par ses deux faces.
- C : Grain de Blé plus grossi, coupé selon son plan de symétrie.
- D : Grain de Maïs (caryopse) vu par la face qui loge la plantule.
- E : Grain de Maïs coupé selon son plan de symétrie.
- F : La plantule entière vue par sa face externe.
- G : La même coupée selon son plan de symétrie.

(d'après Chadeffaud et Régnier, 1958)

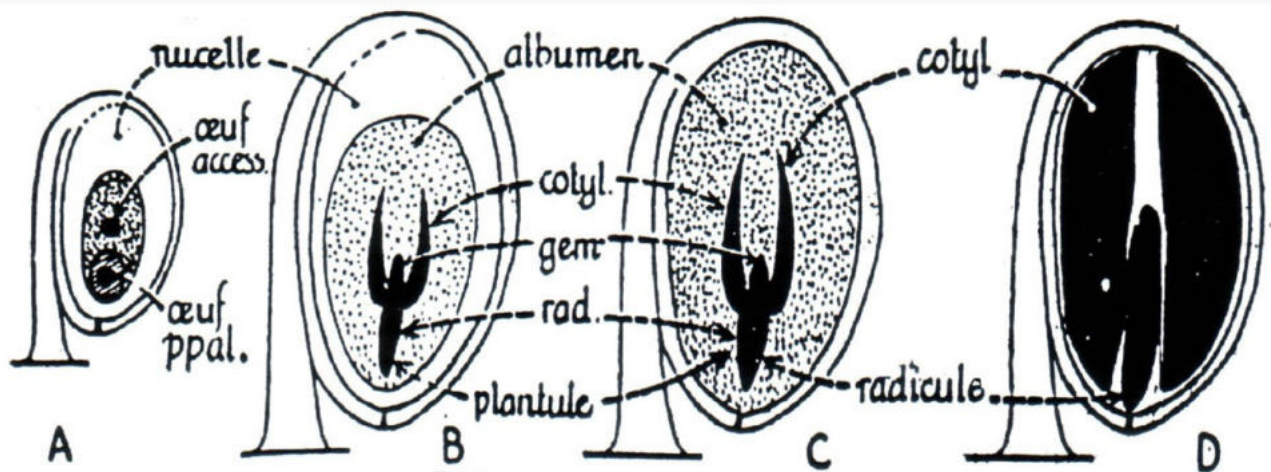


Ci-dessous : transformation de l'ovule en graine après fécondation.

L'oeuf accessoire donne l'albumen, l'oeuf principal donne la plantule, qui comprend une radicelle (rad.), une tigelle, des cotylédons (cotyl.) et une gemmule (gem.).

- A : L'ovule fécondé avec ses deux oeufs.
- B : Graine complète, avec albumen et reste de nucelle.
- C : Graine à albumen, mais sans nucelle.
- D : Graine sans albumen.

Dans tous les cas, on a figuré une plantule dicotylédone.



Développement de l'embryon :

La première mitose qui suit la formation de l'oeuf va donner deux cellules :

- un basale, proche du micropyle, qui va former le suspenseur
- une cellule terminale qui, par ses divisions, donnera l'embryon.

La première division de la cellule embryonnaire peut être :

- longitudinale : type crucifère
- transversale : solanacée

Ensuite, les divisions se font dans tous les sens. Ces cellules méristématiques ont un cytoplasme riche en ARN.

L'embryon va ensuite différencier :

- une ébauche radriculaire avec méristème radriculaire,
- deux primordiums de cotylédon,
- l'ébauche d'un point végétatif ou méristème caulinaire, entre les deux cotylédons.
- entre les cotylédons et le méristème radriculaire, l'hypocotyle.

Germination de la graine :

La fin de la maturation de la graine est marquée par une déshydratation importante et une entrée en "vie ralentie" avec arrêt de la croissance et échanges minimums. C'est ce qu'on appelle la dormance de la graine, caractérisée par son inaptitude à germer, quelles que soient les conditions.

Le stade graine est un stade de développement caractéristique des Phanérogames.

Conditions de germination de la graine :

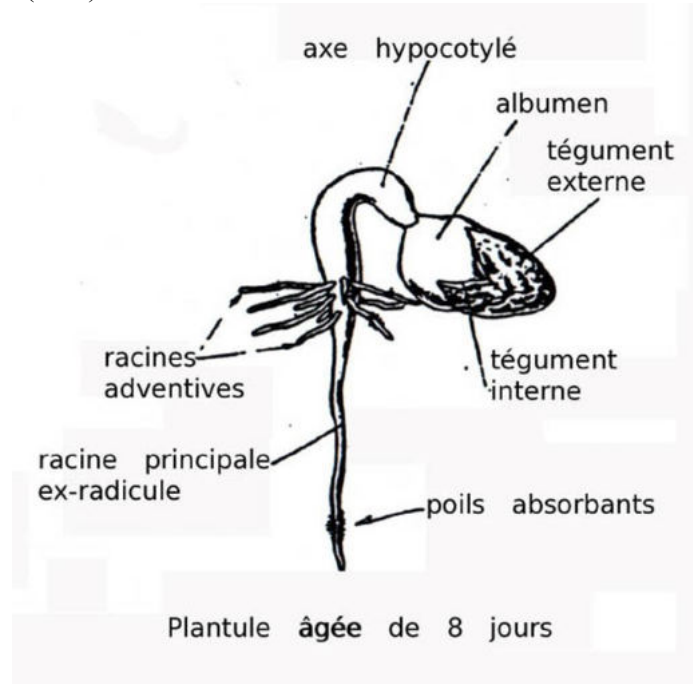
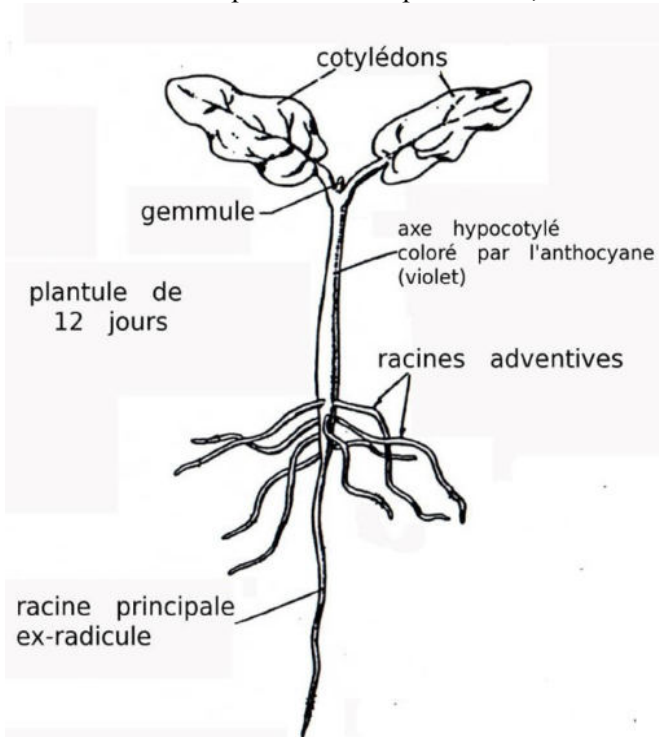
- apport d'eau suffisant,
- nécessité d'oxygène à une pression favorable (atmosphérique),
- température optimum,
- un certain éclaircissement,
- une certaine durée de froid (vernalisation),
- nécessité de certains agents chimiques.

Processus ne faisant pas intervenir les cellules sexuelles :

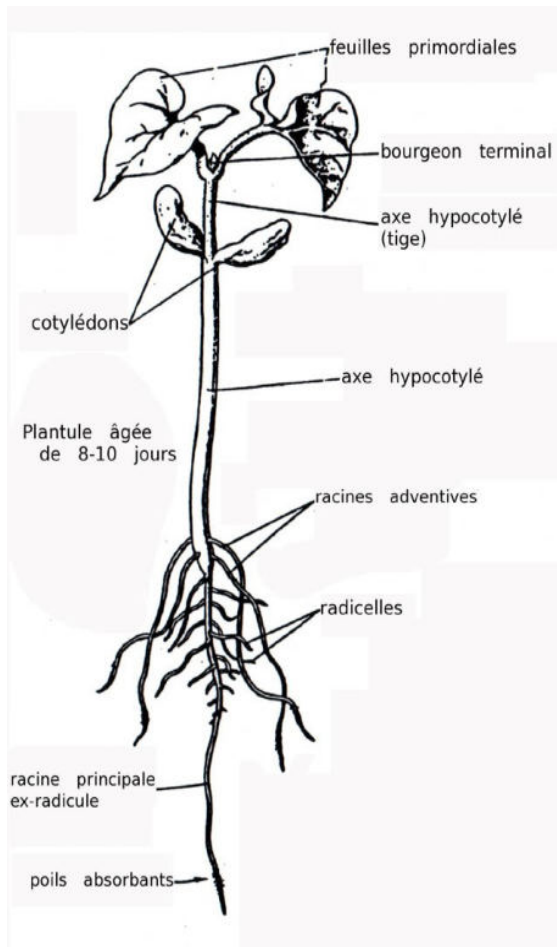
- la parthénogénèse,
- l'apogamie,
- les embryons adventifs,
- la multiplication végétative.

Germination épigée :

Exemple 1 : une Euphorbiacée, Ricinus communis (ricin)



Exemple 2 : Légumineuse , Phaseolis vulgaris (haricot)



LES FRUITS

I - Généralités

Le fruit résulte de la transformation de l'ovaire après fécondation : les carpelles une fois fécondés, les ovules deviennent des graines et la fleur se transforme en fruit. Ce qui implique donc une pollinisation, en général. Cependant, il existe des espèces parthénocarpiques ; elles peuvent produire des fruits sans qu'il y ait eu pollinisation, ce qui donne des fruits dépourvus de graine ; l'homme sélectionne parfois ces variétés (ex : la banane, mandarine sans pépins).

Lors de la transformation de la fleur en fruit :

- le pédoncule floral devient le pédoncule du fruit
- le réceptacle floral devient le réceptacle du fruit
- les pièces périnthaires peuvent parfois persister
- la paroi ovarienne (+ la paroi du conceptacle) devient la paroi du fruit.

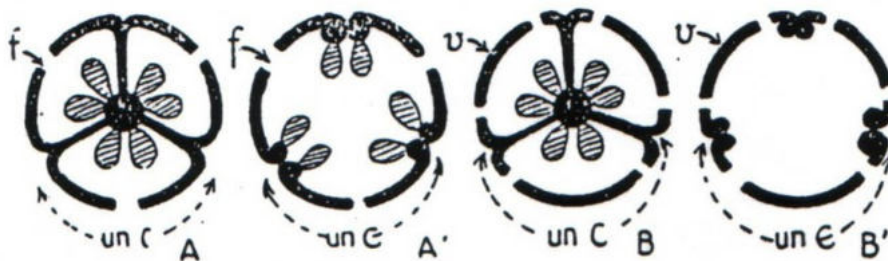


La transformation de l'ovaire en fruit est due à une auxine (acide indolacétique) contenue dans le tube pollinique ; elle provoquerait le gonflement de l'ovaire. Lorsque le tube pollinique a fini son travail, le relais est pris par les embryons qui secrètent une auxine permettant le développement du fruit.

Dans le fruit on retrouve les éléments des feuilles carpellaires. La paroi du fruit = péricarpe résulte de l'évolution post-fécondation de l'enveloppe de l'ovule. En détaillant le péricarpe : épicarpe, mésocarpe, endocarpe, de l'extérieur à l'intérieur.

Il y a des restes de style, ou même de stigmate ; on peut retrouver le calice persistant ; aussi le pédoncule floral qui devient le pédoncule fructifère. On peut dire que le fruit est l'étape finale de la fleur.

Modes de déhiscence :



Deux modes de déhiscence des ovaires composés secs du type capsule.

Les quatre figures représentent les coupes transversales de ces ovaires au moment de la déhiscence ; les graines, insérées sur les placentas, sont hachurées ; en B', on les a supposé tombées.

- A : déhiscence par fentes, une fente selon la nervure médiane de chaque carpelle ; capelles fermés.

- A' : *idem*, carpelles ouverts.
- B : déhiscence par valves, une par carpelle (délimitée par deux fentes) ; carpelles fermés.
- B' : *idem*, carpelles ouvertes.

(D'après Chadeffaud et Régnier - 1958)

II - Classification (s)

Deux classifications : en fonction de l'origine du fruit et selon la nature du péricarpe.

1ère classification : selon l'origine du fruit

Cas n° 1 : ovaire supère libre. Ex : gousse du Haricot.

Cas n° 2 : ovaire enfoncé dans le réceptacle floral creux (on l'appelle conceptacle), donc ovaire infère.
Ex : Prunus.

Cas n° 3 : ovaire supère (*idem* cas 1), mais plusieurs ovaires. Ex : Helleborus

Cas n° 4 : même cas que n° 2, mais il y a plusieurs ovaires, libres entre eux. Ex : cynorhodon (fruit de l'Eglantier).

Cas n° 5 : ovaire supère libre (comme au n° 1), mais plusieurs carpelles soudés en un seul ovaire. Ex : les Liliacées.

Nota : tous ces fruits sont des "fruits véritables" = à ovaire libre.

Cas n° 6 : n carpelles soudés entre eux, en position infère, et l'ovaire est soudé aux parois du conceptacle (on dit qu'il s'agit d'un ovaire infère adhérent). Ex : pomme, coing.

Nota : on dit alors "fruits dérivés".

2ème classification : selon la nature du péricarpe

A) Fruits secs

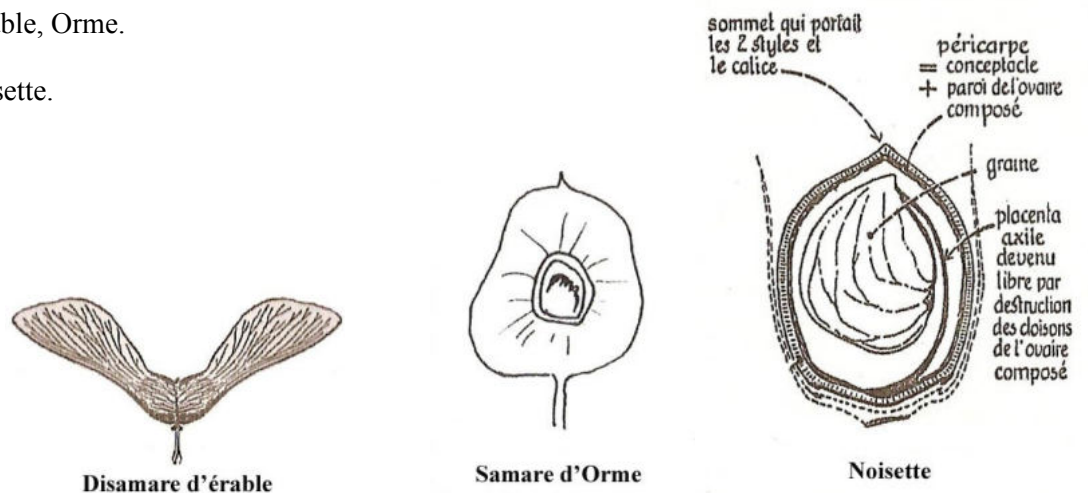
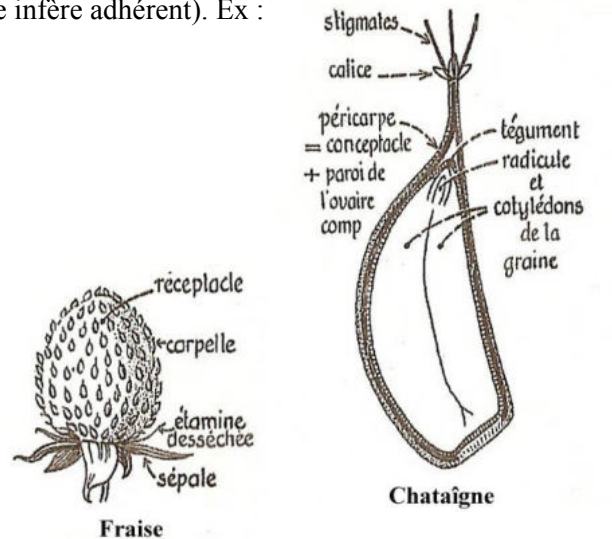
1- **Fruits akénoïdes** = indéhiscent = qui ne s'ouvrent pas.

- **Akènes** provenant d'ovaires libres : Fraise (dont les fruits sont les seuls points noirs)

- **Akènes** dérivés d'ovaires adhérents : glands du Chêne, faîne du Hêtre, châtaigne.

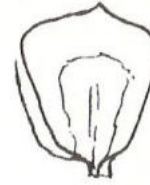
- **Samares** : Erable, Orme.

- **Nucules** : noisette.

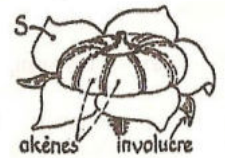


- **Schizocarpes** : akènes qui proviennent d'ovaires pluricarpellés ; à maturité, ils se divisent en autant de parties que de carpelles constitutifs ; ex : les Malvacées, aussi certaines Apiacées (biakènes), aussi chez les Lamiacées (tétrakènes).

- **Caryopses** : Maïs par exemple ; graine associée à la paroi du fruit.



Caryopse de Maïs

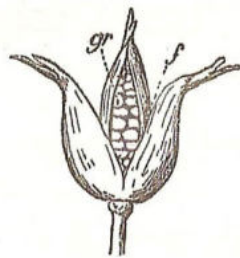


Polyakène de Malvacée

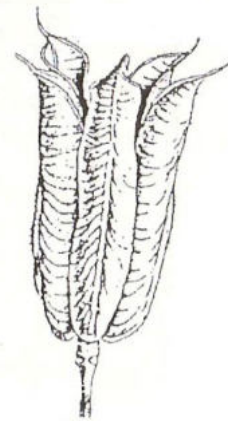
2- Fruits capsuloïdes : s'ouvrent (presque) toujours. Ils sont classés d'après leur mode de déhiscence (c'est-à-dire d'ouverture).

- **Gousses** : ouverture au niveau de la soudure carpellaire et la pliure de la feuille carpellaire ; ex : le haricot.
Exception : l'arachide, qui se développe sous terre, ne s'ouvre pas.

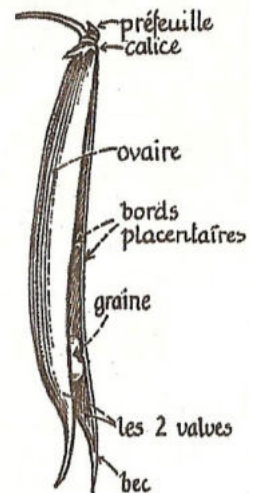
- **Follicules** : ouverture sur la ligne de suture ; ex : Ancolie, Hellébore.



Follicule de Pivoine



Follicule d'Ancolie



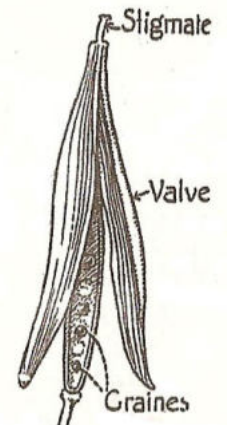
Gousse du Haricot

- **Siliques** : c'est le cas des Crucifères ; on parle de silique quand le fruit est plus long que large.

- **Silicules** : aussi chez les Crucifères ; quand le fruit est aussi large que long. Dans les 2 cas, il y a soudure de 2 feuilles carpellaires et il s'installe une fausse cloison : le replum. Il y a ouverture par une fente, de part et d'autre du replum.
Ex : la Monnaie du Pape, qui est une silicule.



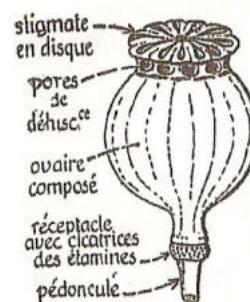
Silicule de Lunaria



Silique d'une Brassicacée

- **Pxyides** : "petite boîte" ronde avec une fente de déhiscence perpendiculairement. Par ex. les Campanulacées.

- **Capsules** : fentes à déhiscences diverses ; c'est un peu "tout le reste" ; il y a donc de nombreuses sortes de capsules : loculicides (fentes au milieu de la paroi de chaque carpelle ayant participé à l'élaboration de l'ovaire),



Capsule poricide du Pavot



Capsule denticide de Primevère

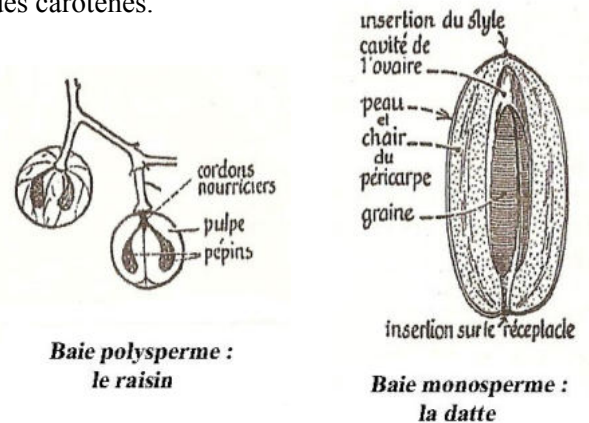
denticides, poricides (des pores peuvent se différencier au sommet ou à la base), etc...

B) Fruits charnus

L'épicarpe et le mésocarpe deviennent charnus et succulents (ainsi que parfois d'autres parties).

Deux grandes catégories : les baies et les drupes. Pour les fruits charnus, la composition chimique change selon que le fruit est vert ou à maturité. Lorsqu'il est vert : amidon, tanins, acides organiques (dont de l'acide tartrique, malique, citrique). Cette composition se modifie pendant la maturation du fruit : ces substances tendent à disparaître. On voit apparaître plusieurs sucres : glucose, lactulose, saccharose. Il y a disparition de la chlorophylle et formation des nouveaux pigments dans les fruits murs, souvent des anthocyanes (ex; baie de Troène), des carotènes.

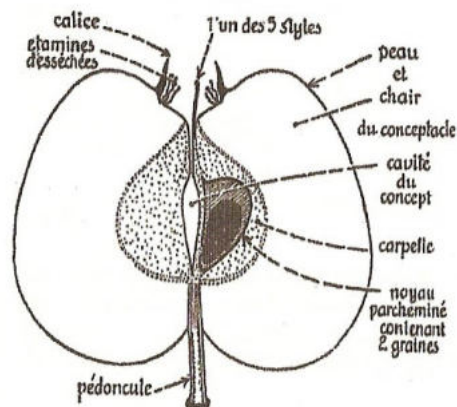
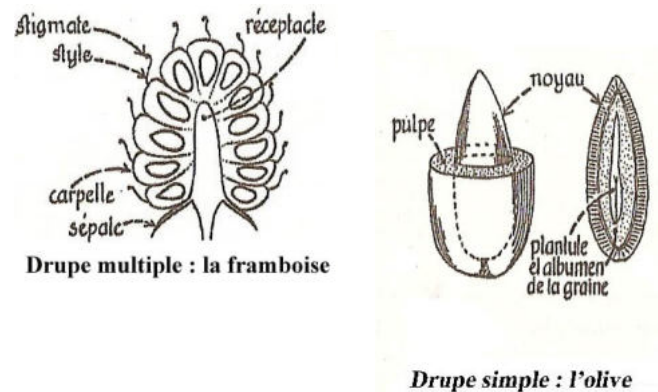
1- Baies : un épicarpe plus ou moins cutinisé (en général), un mésocarpe charnu, et surtout un endocarpe "tendu", c'est-à-dire relativement fin et ténu. Ex. de baies : raisin, datte, orange, banane.



2- Drupes : l'endocarpe est lignifié.

Ex : olive, prune, cerise, noix de coco.

Il y a des drupes multiples (associées) par ex. la framboise.

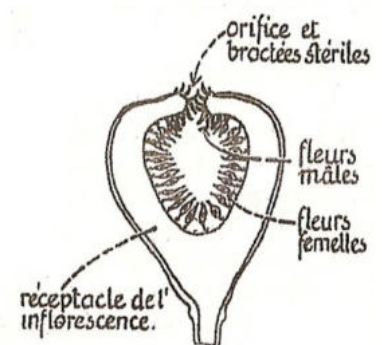


Intermédiaire Baie / Drupe
Pomme (fruit dérivé)

3- Il y a des "fruits intermédiaires" : par ex. la pomme où l'endocarpe n'est pas dur comme un noyau, ni fin non plus.

C) Les infrutescences :

proviennent d'inflorescences avec participation de l'ovaire et/ou du réceptacle floral (ou même d'autres parties). Ex. : la mûre du Mûrier ; l'ananas composé de nombreuses baies parthénocarpiques associées à l'axe d'inflorescence ; la figue où le réceptacle de l'inflorescence prend une forme d'urne.



Infrutescence : la figue

III - Complément : agents de dissémination des fruits.

Vent, oiseaux, eau....

Le vent est d'autant plus efficace que le fruit prend des adaptations : poils, ailes, aigrettes.

Animaux : idem, notamment avec les crochets ; en outre les oiseaux ingèrent et redonnent dans les excréments.

Eau, y compris de mer pour les cocotiers.

Tableau récapitulatif des la classification des fruits

		FRUITS	= provenant d'ovaires libres	Remarques	=Pseudo-Fruits dérivant d'ovaires adhérents		
FRUITS SECS Péricarpe desséché à maturité des graines	FRUITS AKENOÏDES indéhiscents	1C ou nC ou (nC)	AKENES (=Achaînes) Péricarpe membraneux ou plus dur. Toujours uniséminés	Ranunculus (Renoncles) → Clematis (Clématites) → Fragaria (Fraises) → Rosa (Cynorrhodons) →	Crochus Le + svt, 1 seul ovaire développé Avec styles plumeux À aigrette Réceptacle bombé, charnu Réceptacle creux, akène osseux	Quercus (Glands) ← Castanea (Châtaignes) Fagus (Faînes) ← Taraxacum (Pissenlits) Helianthus (Tournesol)	
			NUCULES : Péricarpe totalement sclérifié		Cupule = involucre de bractées	← Corylus (Noisettes)	
			SAMARES =akènes ailés	Simple Disamars	Fraxinus (Frênes) Ulmus (Ormes) Acer (Erables)		
			SCHIZOCARPES Subdivision de l'ovaire avant maturation	Diakènes Térakènes Polyakènes	Labiées Boraginacées Malva (Mauve)		Ombellifères
			CARYOPSES Fruits et graine indissociables		Graminées (Blé, Maïs)		
			FOLLICULES – 1 fente = suture des bords du carpelle. Toujours multiples car fleurs à nC libres.		Aquilegia (Ancolies) Helleborus (Ellébore)		
	FRUITS CAPSULOÏDES Déhiscents, souvent à plusieurs graines	1 C ou n C	GOUSSES (=légumes) 2 fentes : l'une = suture l'autre = nervure médiane	Droites	Pisum (Pois) Phaseolus (Haricots) Robinia (Robiniers)	Indéhiscentes	
				Contournées	Medicago (Luzernes)		
				Lomentacées	Arachis (Arachides)		
				Akénoides	Onobrychis (Sainfoins)		
		CAPSULES	Denticides (dents au sommet) Loculicides (fentes au milieu des loges) Septicide (fentes dans l'épaisseur de la cloison) Poricides (ouverture par des pores)	Primula (Primevères) Dianthus (Oeillets) Silene (Silènes)	Encore frais à la déhiscence Marron = graine	Iris	
				Lilium (Lis) Tulipa (Tulipes) Viola (Violettes, Pensées) Euonymus (Fusains) Aesculus (Marronniers)			
				Colchicum (Colchiques)			
				Papaver (Pavots, Coquelicots) Antirrhinum (Geule de loup)			
		PYXIDE	Fente de déhiscence transversale	Anagallis (Mourron)			
SILIQUES (allongées) (1 cloison, 4 fentes) SILICULES (courtes)		Cheiranthus (Giroflée) Chelidonium (Chélidoine) → Lunaria (Lunaires) Capsella (Capselle)	Pas de cloison				
FRUITS CHARNUS Tout ou partie du péricarpe charnu à maturité	BAIES Endocarpe tendre Graines = pépins	Monospermes	Phoenix (Dattes) → Vitis (Raisins)	2 carpelles avortent ; graine dure Souvent parthénocarpiques	← Musa (Banane)		
		Polypermes	Lycopersicon (Tomates) → Hesperides (Oranges, citrons)	Calice persistant, cloison surnum. Tégum. externe de la graine charnu	Peponides (Courges, Melons) Vaccinium (Airelles) ← Ribes (Groseilles, Cassis)		
	Intermédiaires			Endocarpe cartilagineux	Pirus (Poires) Malus (Pommes) Cydonia (Coings) Crataegus (Aubépine)		
	DRUPES Endocarpe dur = noyau	Simple	Prunus Prunes, cerises Pêches, Abricots Amandes → Olea (Olives) Cocos (Noix de coco) → Rubus (Framboises, Mûres) →	Épi et mésocarpe déhiscents Mésocarpe fibreux N drupéoles	← Juglans (Noix)		
INFRUTESCENCES = Fruits composés provenant de toute une inflorescence		Morus (mûres de mûriers) - Calices charnus + baies monospermes (ovaire libre) – Graine dure Ananassa (Ananas) – Axe de l'inflorescence + ou – charnu + bractées charnues + baies parthénocarpiques Ficus -Figs) – Axe de l'inflorescence creux (= clinanthe) et charnu + n akènes					
FAUX-FRUITS		« Ceux » des Gymnospermes : Graines + arilles de Taxus (If) – Galbules de Juniperus (Genévriers) Graines de Ginlo à tégument externe charnu.					

NOTIONS GÉNÉRALES SUR LA FLORE ET LA VÉGÉTATION

Dans la flore :

Plantes indigènes = spontanées = peuplent une région depuis longtemps.

- Il y a celles qui ont une grande aire de répartition.
- D'autres sont au contraire localisées sur une aire restreinte = les endémiques

Plantes naturalisées : occupent beaucoup de place, depuis longtemps (ex : Robinier Faux Acacia).

Plantes adventices : introduites, souvent accidentellement, mais pas naturalisées complètement, car elles ne trouvent pas d'assez bonnes conditions (ex : l'Ambroisie).

Les espèces vicariantes : elles ont évolué séparément, mais ont une origine commune.

Végétation :

Ensemble des plantes formant un paysage végétal. La structure en est définie par des formations végétales que l'on peut distinguer selon :

- leur stratification : arbustive, herbacée,...
- qu'elles sont ouvertes ou fermées ;
- l'importance des différents types biologiques (par ex. à dominante géophytes).

Déterminisme : Processus historique et évolutif ; ex. de processus historique : les Gymnospermes ont succédé aux Fougères.

CLASSIFICATION : LA SYSTEMATIQUE

Espèce : collection d'individus à très faibles différences et qui se ressemblent entre eux.

Spéciation : par évolution il se crée des variétés qui aboutissent à une "barrière de fécondité".

Etude des familles : toutes les notes sont sur les polycopiés.

Monocotylédones

Alismatidae

- Alismatacées
- Butomacées
- Juncaginacées
- Aponogétonacées
- Potamogetonacées
- Naéadacées
- Hydrocharitacées

Arecidae

- Palmacées = Arécacées
- Aracées
- Pandanacées
- Lemnacées
- Sparganiacées
- Typhacées

Zingiberidae

- Broméliacées
- Musacées
- Zingibéracées
- Cannacées
- Marantacées

RAPPELS DE SYSTÉMATIQUE ET DE PHYLOGÉNIE

Espèce -> Genre -> Famille

La classification n'est pas fixe, mais dynamique. Il y a spéciation quand on crée des sous-espèces. Les recherches portent sur l'évolution actuelle biochimique, d'où l'étude du phylum.

Etude moderne des protéines et des enzymes, mais en confrontant avec les caractères morphologiques.

Deux sortes de caractères à étudier :

- la concrescence des organes : rassemblements et soudures. On va de pièces libres à des pièces soudées. Donc les dialypétales sont plus archaïques que les gamopétales.
- au cours de l'évolution, le réceptacle peut se creuser et l'ovaire va devenir infère.
- présence d'albumen dans la graine : cas du ricin et du haricot ; le haricot n'a plus d'albumen, il est donc plus évolué.
- de même pour les fleurs à symétrie radiale : elles sont plus évoluées que les fleurs à symétrie bilatérale (zygomorphe). On voit la différence très nette avec la manière de Linnée.

INTRODUCTION À LA VÉGÉTATION TROPICALE

Les écosystèmes naturels tropicaux sont répartis autour de l'équateur. Végétation assez riche en Amérique, pauvre en Afrique et très riche en Malaisie. On peut trouver les milieux classiques suivants :

- 1- Forêt équatoriale (= forêt dense ou ombrophile), forêt subéquatoriale ou semi-caducifoliée. Trois types de forêts selon les variations climatiques, édaphiques (nature du sol) et d'origine anthropique : marécageuse, périodiquement inondée ou non submersible.
- 2- Forêts-savanes : à la limite des deux
 - galerie forestière
 - forêts à rythme saisonnier (forêt dense ou claire).
- 3- Savanes : herbues ou arborées
- 4- Milieu aride
 - aspects forestiers
 - prairies d'éphémérophytes (cycle de développement rapide de 4 semaines)
 - groupements halophytiques (salés)
 - steppes désertiques tropicales
- 5- Milieux particuliers
 - milieu à palétuvier
 - forêts des montagnes tropicales

1- Forêt équatoriale humide

Forêt ombrophile : zone proprement équatoriale, très forte humidité, pluies abondantes tout au long de l'année, températures élevées et assez uniformes.

Caractéristiques :

- milieux sempervirents
- on ne voit pas les cernes, et si on les voit, ils n'indiquent pas forcément les années, mais les cycles endogènes.
- énorme puissance de la végétation : les géants y dominent, comme en Malaisie à 80 m de haut.
- appareil racinaire très superficiel grâce à l'entrelacs des racines secondaires.
- richesse taxonomique, faune et flore, dont des animaux en voie d'extinction. En flore, 600 essences d'arbres différentes, bien disséminées.
- structure à plusieurs strates : les dominants, les ~30 m, les 15-20 m et une strate au sol. Beaucoup de lianes et d'épiphytes (lianes très épaisses). Les dominants ont des fûts rectilignes et les branches commencent à 20 ou 30 m. Certains sont entourés de contreforts soit épais, soit minces. D'autres se recouvrent d'épines.
- forêt dense semi-caducifoliée (subéquatoriale).

Variations climatiques : il y a une période sèche mais courte et une pluviosité un peu moindre. Certaines espèces à feuilles caduques se dénudent. Mais le sous bois reste toujours vert parce que les espèces ne se dénudent pas toutes en même temps.

Variations édaphiques : elles sont introduites par la présence d'eau dans le sol : soit de grandes mares

permanentes, soit que la forêt est périodiquement inondée, on a alors des essences différentes et variées, soit forêt non submersible : cas spécial avec les Podostemonaceae.

Forêt secondaire (origine anthropique) : c'est celle qui a déjà été exploitée par l'homme. Mais la terre a été épuisée en 2 ou 3 ans. Quand la forêt repousse, elle devient une forêt secondaire dont le type s'éloigne de plus en plus de la forêt originelle.

2- Forêts-savanes

- Galeries forestières
- Forêts à rythme saisonnier
 - Forêt sèche dense (exemple Madagascar)
 - Feuilles caduques
 - Feuilles persistantes
 - Forêts sèches claires
 - Quelques arbres
 - Zone des Poaceae

3- Savanes

- Savane à strates ligneuses, un peu semblable à la forêt sèche claire
- Savane herbeuse : il n'y a presque plus d'arbres voire pas du tout

4- Milieu aride : les pluies n'ont plus aucun rythme, on peut avoir une année complète voire plus d'un an sans pluie. Mais il peut y avoir des aspects forestiers (rôle de certains brouillards).

- prairies d'éphémérophytes (ex. Sahara)
- groupements halophytiques (plantes des milieux salés, comme par ex. la Salicorne)
- steppes désertiques tropicales

5- Milieux particuliers

- milieux à palétuviers ou mangroves : on trouve des racines échasses, des racines aériennes qui pendent des branches ou des racines asperges (pneumatophores).
- forêts des montagnes tropicales : des étages de végétation où un dénivelé de 200 m correspond à 1° de température, où il y a le rôle des fortes condensations qui donnent des forêts hygrophiles d'altitude (ex. des sèneçons dans le Kilimandjaro).

NOTIONS SUR LA NOUVELLE CLASSIFICATION DE GUIGNARD

D'après Linné, 1er mai 1753 : « Chaque espèce doit porter le nom le plus ancien qui lui a été valablement attribué à partir de cette date ; les noms antérieurs, même s'ils ont une forme linnéenne (binôme) ne sont pas admis ». C'est le sous-titre de livre de Carl Linné, Species plantarum.

Il y a deux aspects pour caractériser l'espèce : la similitude et l'inter fécondité. On parle maintenant de spéciation. Rameau phylétique tronqué, d'où ramification des espèces.

Vers les années 70 à 90, les botanistes de formation traditionnelle ont modifié leurs classifications. Ils ont voulu faire une présentation évolutive. par exemple, un diagramme de l'arbre virtuel hypothétique : plus les familles sont évoluées, plus elles sont éloignées du tronc de l'arbre qui constitue le stock ancestral. Auteurs : Stebbins, Thorne, Cronquist, Dahlgreen... On trouve divers sens évolutifs : par exemple d'ovaire supère vers ovaire infère, de symétrie radiaire des fleurs vers symétrie bilatérale.

A partir de 1965, on introduit la classification moléculaire. Pour cela, les auteurs ont dressé des séquences d'acides aminés, grâce aux progrès du microscope et autres machines, ainsi que des machines de traitement de données. Ils sont arrivés à des clades (rameaux monophylétiques). Dès qu'il y a interruption par un obstacle ou un caractère spécial, il y a bifurcation. On arrive à une représentation en cladogrammes qui est adoptée par Guignard.

Ce qui fait qu'on n'a plus exactement des Monocotylédones et les Dycotylédones pour l'évolution. Par exemple, les Angiospermes les plus primitives sont devenues des formes évoluées. Guignard étant professeur de pharmacie a mis l'accent sur les sécrétions chimiques.

Par exemple, voici le cladogramme qu'il donne pour les Rosidae :

