

BIOLOGIE VEGETALE (S2)

I Généralité

- 1- Classification des végétaux
- 2- L'adaptation des végétaux au milieu aérien

II Les tissus des végétaux

1- Les méristèmes

- Les méristèmes apicaux ou méristèmes primaires
- Les méristèmes latéraux ou méristèmes secondaire

2- Les parenchymes

- 2.1 Parenchyme chlorophyllien
- 2.2 Parenchymes de réserves
- 2.3 Parenchyme aquifère et aérifère

3- Les tissus de revêtement (de protection)

- 3.1 L'épiderme
- 3.2 Liège ou suber

4- les tissus conducteurs

- 4.1 Le xylème
- 4.2 Le phloème

5- les tissus de soutien

- 5.1 le collenchyme
- 5.2 le sclérenchyme

6-les tissus de sécrétion

- 6.1 Épiderme et poils sécréteurs
- 6.2 poches et canaux excréteurs
- 6.3 Les laticifères

III Morphologie et anatomie des végétaux supérieurs

1- La tige

1-1-Diversité de l'appareil caulinaire

1-1-1-tige herbacée

Ramification des herbacés

1-1-2-Tige ligneuse

Ramification des tiges ligneuses

2- Racine

2.1 Morphologie externe

2.1.1 Racine à partir de la radicule

2.1.2 Racine à partir de tiges différenciées (racines adventives)

2.2 Anatomie de la racine

2.2.1 racine dicotylédone

2.2.2 La racine des monocotylédones

3- Feuille

5.1 La morphologie externe

5.1.1 Type de feuilles

5.2 L'anatomie des feuilles

5.2.1 Les feuilles des dicotylédones

5.2.2 Les feuilles des monocotylédones

Anatomie comparée entre les mono et les dicotylédones

IV - La reproduction chez les Angiospermes

1- Organisation des fleurs

La structure d'une fleur

La diversité structurale des fleurs

Les inflorescences

2- Gamétogenèse

Formation du pollen

Formation du sac embryonnaire

3- La pollinisation

4- La fécondation

Formation de la graine

Formation du fruit

5- La dissémination des graines et des fruits

6- Cycle de développement

Travaux pratique

01-Préparation microscopique

Confection des coupes à main levée

Fixation et coloration

Observation au microscope 10X10

02-Les Tissus végétaux

Observation et dessin des différents tissus végétaux (utilisation de lames préparées)

03-Morphologie de l'appareil végétatif

Observation et dessin de différents échantillons de tiges feuillées et de racines

04-Anatomie des tiges, racines et feuilles

Confection d'un tableau comparatif entre les mono et les dicotylédones

Introduction

Il y a 4,5 milliards d'années, l'atmosphère terrestre n'était composée que de vapeur d'eau, de dioxyde de carbone, de dioxyde de soufre, et d'azote. L'oxygène n'était présent qu'à l'état de trace. C'est l'apparition de cellules capables d'effectuer l'acte photosynthétique, c'est à dire combiner l'eau et le dioxyde de carbone en libérant de l'oxygène grâce à l'absorption de l'énergie lumineuse, qui stimula l'évolution de formes de vie plus complexes qui sont à l'origine des êtres vivants

Les êtres vivants se divisent en deux grands règnes : règne végétal et règne animal

-**les végétaux** : leurs cellules ont une paroi squelettique pectocellulosique, capables de réaliser la photosynthèse (ils sont chlorophylliens et autotrophes). Ils sont en général immobiles car ils sont fixés au substrat (exception, les algues mobiles, ...).

-**Les animaux** : leurs cellules n'ont pas de paroi squelettique, système vacuolaire réduit, et sont hétérotrophes. Les animaux se caractérisent par la mobilité

Classification des végétaux

Les végétaux se divisent en deux principaux sous-groupes : les **Thallophytes** et les **Cormophytes**

Les thallophytes ont un appareil végétatif simple donc : les thalles n'ont ni tiges, ni feuilles, ni racines, ni vaisseaux conducteurs. Leur taille est très variable

Les cormophytes ont un cormus (axe ou tige), sont dites **végétaux supérieurs**, constitué par des rameaux feuillés et possèdent des racines.

Les phanérogames (plantes à reproduction visible) et qui sont aussi appelées les spermatophytes (plantes à graines), appartiennent aux cormophytes, ils comportent deux sous-embranchements, les angiospermes et les gymnospermes

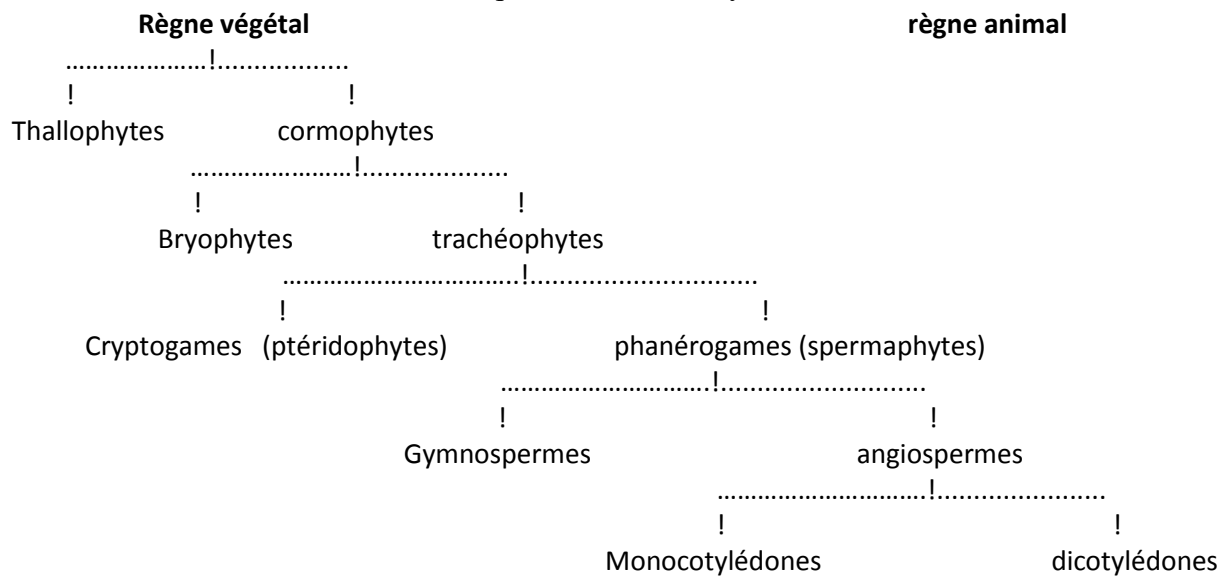
La classe des Angiospermes regroupe les plantes à fleurs, et donc les végétaux qui portent des fruits. Angiosperme signifie « graine dans un ovaire » en grec par opposition aux gymnospermes (graine nue).

Les angiospermes représentent la plus grande partie des espèces végétales terrestres, avec 250 000 à 300 000 espèces. ils comprennent les Dicotylédones et les Monocotylédones.

Les Angiospermes diffèrent cependant des autres plantes à graines par la présence des caractères suivants :

- la condensation des organes reproducteurs en une fleur.
- la présence d'un ovaire enveloppant les ovules, et qui se développera pour donner un fruit.

- la double fécondation de l'ovule, qui donnera l'embryon et son tissu nourricier, l'albumen.



Chapitre I HISTOLOGIE (les tissus végétaux)

Les cellules d'un végétal se différencient, se spécialisent pour former de différents tissus. Le regroupement de ces tissus en vue d'assurer les différentes fonctions donneront naissance aux organes : racines, tiges, feuilles et fleurs.

La formation des organes et des tissus résulte de l'activité des méristèmes et a lieu tout au long de la vie d'une plante. Ceci est une des caractéristiques des organismes végétaux puisque chez les animaux, la formation des organes et des tissus a surtout lieu durant l'embryogenèse.

Chez les végétaux supérieurs, les cellules sont groupées en tissu. Un tissu végétal est constitué d'un groupe de cellules semblables ayant même aspect et qui sont plus au moins différenciées selon la fonction spécialisée qu'elles effectuent dans la plante.

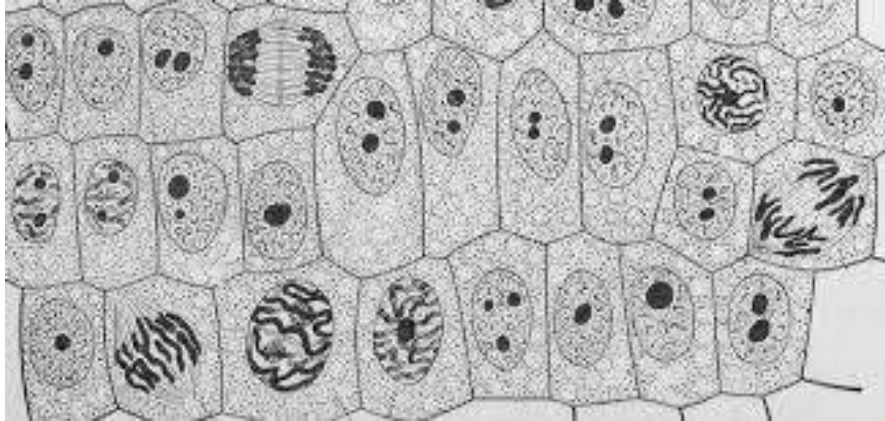
On distingue les tissus suivants : • les parenchymes (tissu de remplissage), • les tissus protecteurs, • les tissus conducteurs, • les tissus de soutien et les tissus de sécrétion.

Les tissus végétaux adultes proviennent des tissus indifférenciés appelés « méristèmes ». Les transformations morphologiques et physiologiques des cellules méristématiques (embryonnaires) en tissu adulte constituent le processus de différenciation cellulaire.

01- Les méristèmes : Les plantes se développent grâce à des méristèmes qui sont de petits groupes de cellules non différenciées qui se divisent. Dans le reste de la plante, les cellules se différencient en fonction de leur situation : cellules de surface (épiderme), cellules de

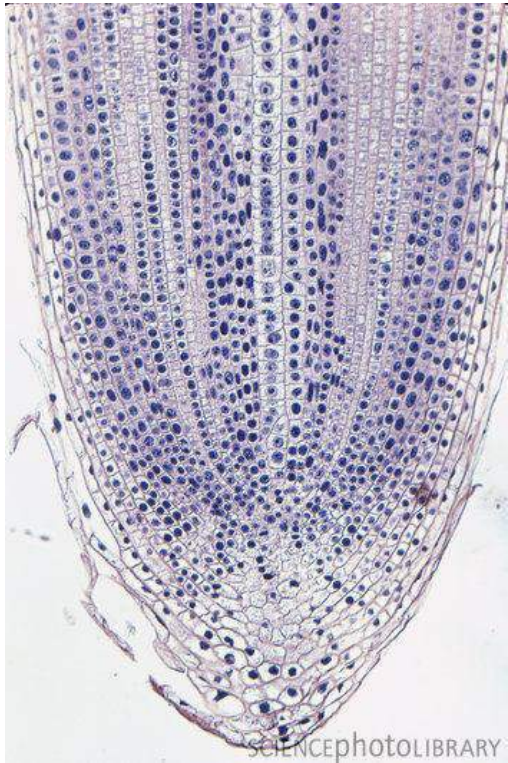
remplissage (parenchyme), cellules conductrices de la sève (phloème, xylème), ... et cessent de se diviser. Ces méristèmes se trouvent dans les bourgeons, aux extrémités des racines et sur la longueur des tiges et des racines

On distingue deux types de méristèmes : **les méristèmes primaires et les méristèmes secondaires.**

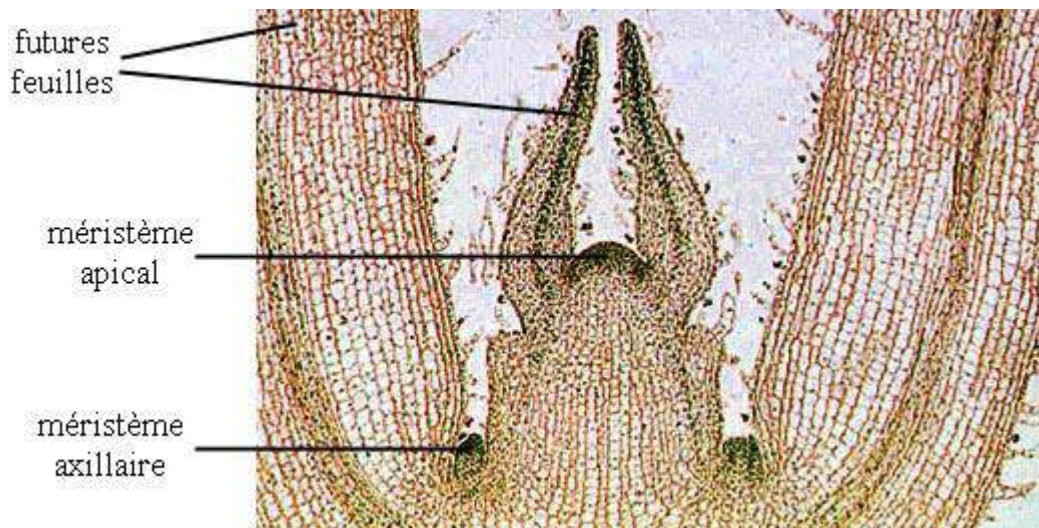


Cellules meristimatiques

A- **Les méristèmes primaires** : Ces méristèmes sont localisés à l'extrémité des tiges et des racines et ils assurent la croissance en longueur. Les cellules du méristème primaire sont petites et isodiamétriques. Elles sont parfaitement jointives (pas de méats). Elles possèdent un noyau central occupant une partie importante du volume cellulaire. L'appareil vacuolaire est réduit et il est constitué par de très petites vacuoles qui sont soit sphériques soit disposés en un très fin réseau. Les mitochondries sont nombreuses et il n'existe pas de plastes différenciés.



méristème apical de la racine



Méristème caulinaire (de la tige)

B- Les méristèmes secondaires : Coaxiaux avec les organes, ils sont le siège de cloisonnements tangentiels. Le fonctionnement des méristèmes secondaires modifie les structures primaires qui deviennent ainsi des structures secondaires ;

Les méristèmes secondaires assurent la croissance des organes en largeur. ils n'existent que chez les « Gymnospermes » et les « Angiospermes dicotylédones ». Les méristèmes secondaires sont constitués de cellules à contour rectangulaire disposées en rangées

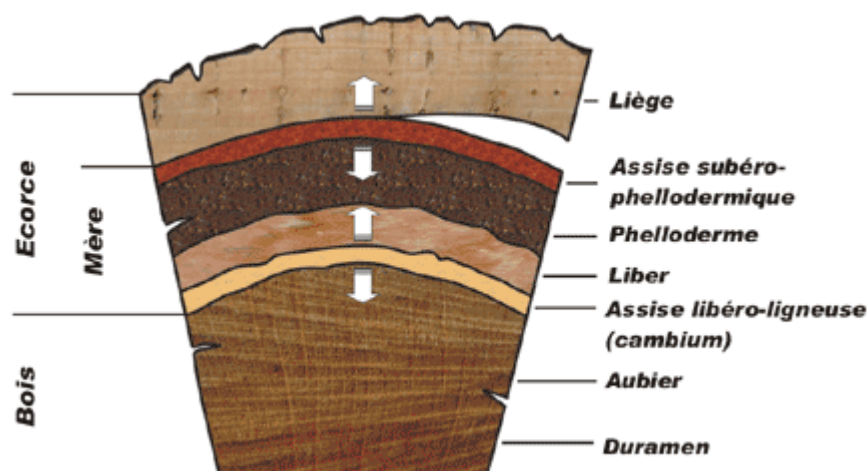
régulières. La vacuole est très développée dans le cas des méristèmes secondaires et le noyau est localisé à la périphérie des cellules.

Les méristèmes secondaires sont constitués de deux assises génératrices :

- **L'assise subéro-phellodermique** : Elle forme vers l'extérieur le suber ou liège ayant un rôle de protection et vers l'intérieur le phelloderme ayant un rôle de réserve ou d'assimilation.

Dans les racines, cette assise se forme le plus souvent à partir du péricycle ; dans la tige, par contre, elle se forme superficiellement sous l'épiderme.

- **L'assise libéroligneuse** : Elle forme vers l'extérieur le liber secondaire et vers l'intérieur. Le xylème secondaire.

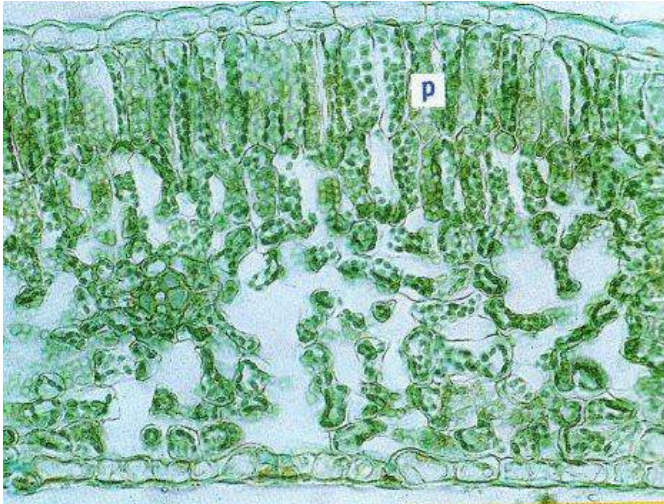


Méristème secondaire : L'assise subéro-phellodermique et L'assise libéroligneuse

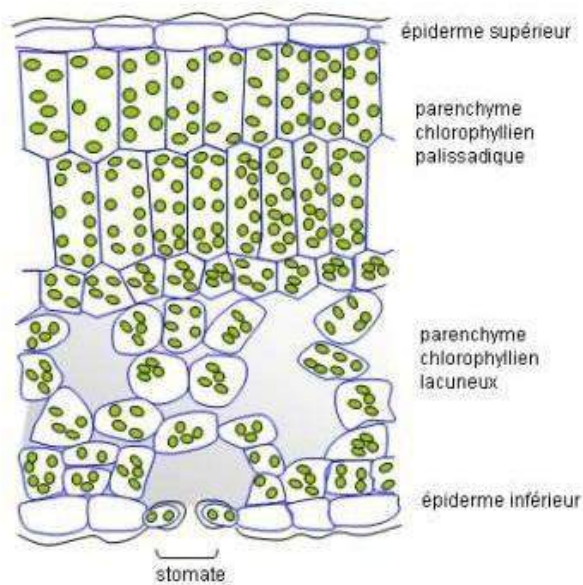
02- Les parenchymes : tissus de remplissage Les parenchymes, nés du fonctionnement des méristèmes, sont formés de cellules vivantes mais qui ne se divisent pas. Les cellules parenchymateuses sont isodiamétriques ou allongées. Leurs vacuoles sont très développées mais leurs parois pectocellulosiques sont minces. On classe ces tissus d'après leurs fonctions. On distingue les parenchymes chlorophylliens qui assurent la photosynthèse, les parenchymes de réserve, plus internes, qui accumulent des composés organiques (sucres, lipides, protéines). Du parenchyme aquifère qui accumule l'eau et aérifère qui accumule de l'air.

A- Les parenchymes chlorophylliens (photosynthétiques) Ils sont caractérisés par la présence de nombreux chloroplastes dans leurs cellules. Ces cellules sont souvent en contact les unes avec les autres, parfois à la suite de la gélification ou dissolution de la lamelle moyenne. Les cellules du parenchyme chlorophyllien laissent entre elles des méats et

prennent une forme arrondie Elles peuvent être aussi séparées par de grandes lacunes assurant la circulation des gaz. Les parenchymes chlorophylliens sont abondants dans les organes aériens (feuilles, jeunes tiges, etc.).



Coupe transversale de feuille.

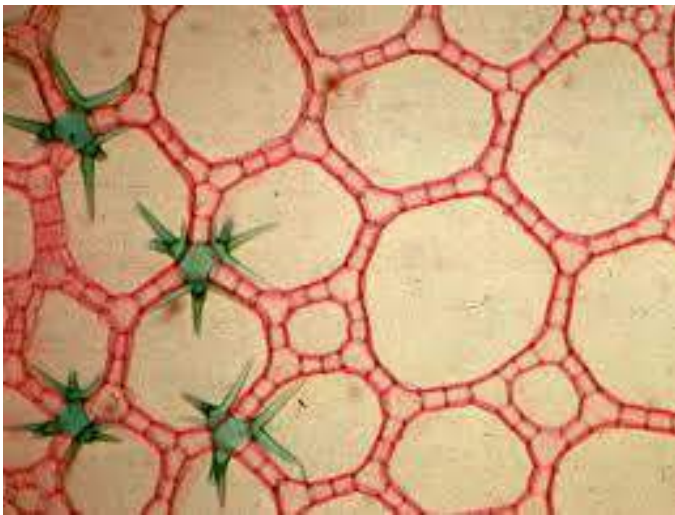


Parenchyme chlorophyllien palissadique et lacuneux

B- les parenchymes de réserve : Ils sont abondants dans les organes souterrains. La moelle des tiges est en général constituée par un parenchyme amylicifère. Les plastes ne sont pas pigmentés et leur système membranaire est réduit. Ils élaborent de volumineux grains d'amidon dans leurs stromas à partir des produits de la photosynthèse des organes aériens, ils mobilisent et restituent ces réserves ultérieurement lors des reprises de la végétation.

C- les parenchymes aquifères : Ce sont des parenchymes dont les cellules sont de grandes dimensions, ils sont très abondants soit dans les tiges, soit dans les feuilles. Ils constituent une réserve d'eau utilisable par les plantes pendant les périodes de sécheresse.

D- les parenchymes aérifères : Ce sont des tissus lacuneux où les lacunes sont très grandes et accumulent l'air. Ces parenchymes sont fréquents chez les plantes aquatiques



parenchyme à grande lacunes d'air

02 – TISSUS PROTECTEURS (tissus de revêtement)

Les plantes ont besoin de tissu de protection contre des évaporations trop importantes, contre des blessures, contre la chaleur... Parmi ces tissus on compte l'épiderme, le suber (liège) .

A- Epiderme

En botanique, l'**épiderme** est le tissu végétal superficiel formant une couche protectrice continue à la surface des parties aériennes d'une plante, tant que les structures sous-jacentes sont primaires (jeune tige, feuille, fleur...).

L'épiderme est le plus souvent constitué d'une seule couche de cellules étroitement jointives, dépourvues de chloroplastes (à l'exception des plantes aquatiques), et dont la paroi externe est épaissie et rendue imperméable par un dépôt de cires et de cutine formant la cuticule².

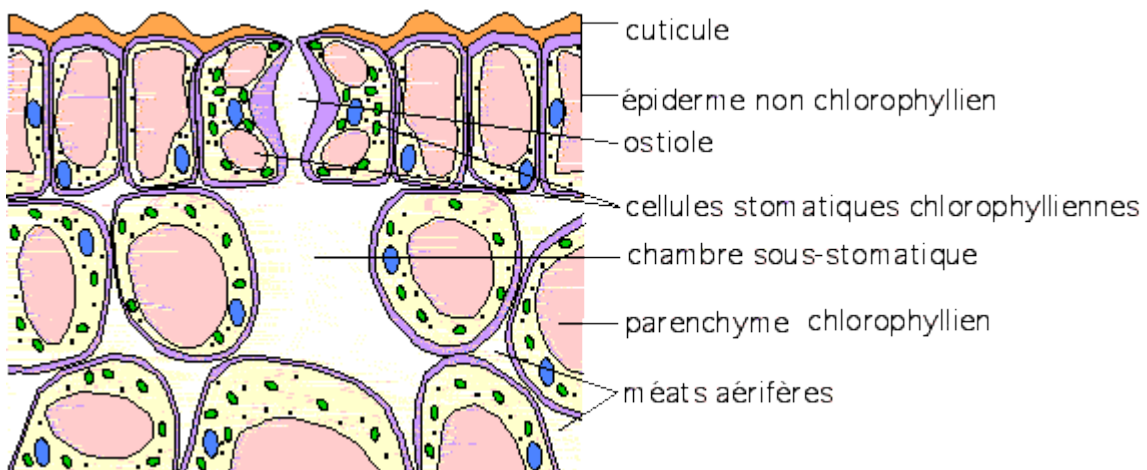
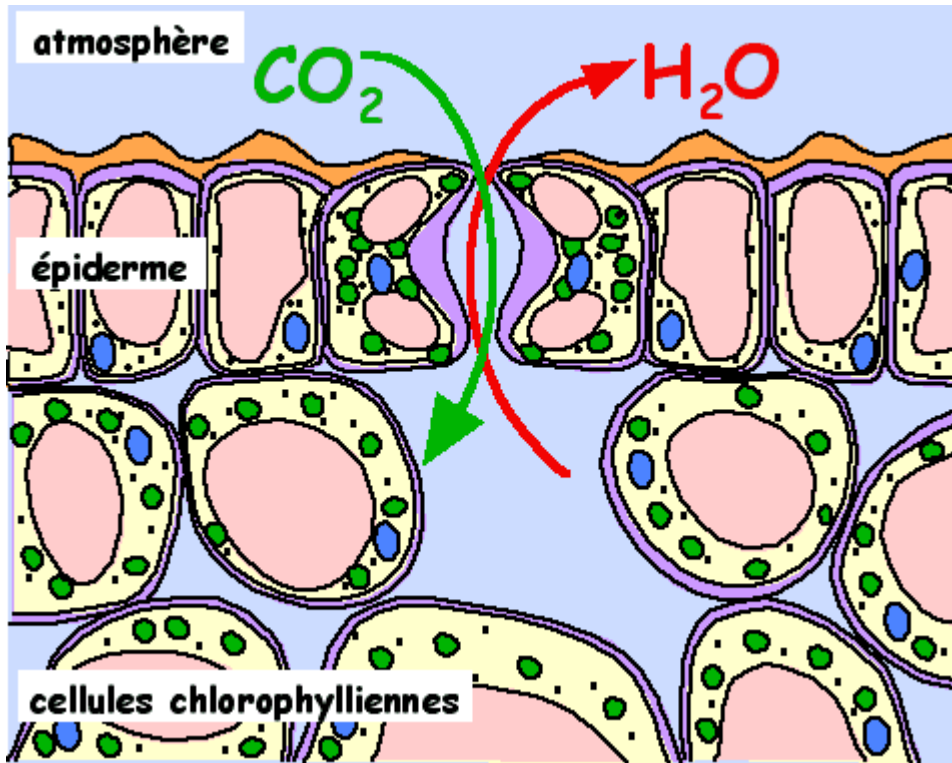
La cuticule : est une couche superficielle de cutine , généralement recouverte de cire fortement hydrophobe.

Les stomates : L'épiderme est interrompu au niveau des stomates. Ce sont des structures épidermiques spécialisées, souvent présentes à la face inférieure des feuilles non exposées au soleil (épiderme inférieur), et jouant un rôle indispensable dans les régulations de la transpiration de la plante (cf. chapitre « L'eau de l'absorption à la transpiration »), ainsi que dans les échanges gazeux. Les stomates sont formés de deux cellules de garde qui possèdent de nombreux chloroplastes et qui sont capables de faire varier l'ostiole par des mécanismes osmotiques. L'ostiole correspond à l'orifice présent entre les deux cellules stomatiques réniformes. Les cellules de garde sont plus épaisses du côté interne qui délimite l'ostiole, et sont souvent accompagnées de cellules compagnes, dépourvues de chloroplastes, avec lesquelles elles sont intimement en contact par leur face externe.



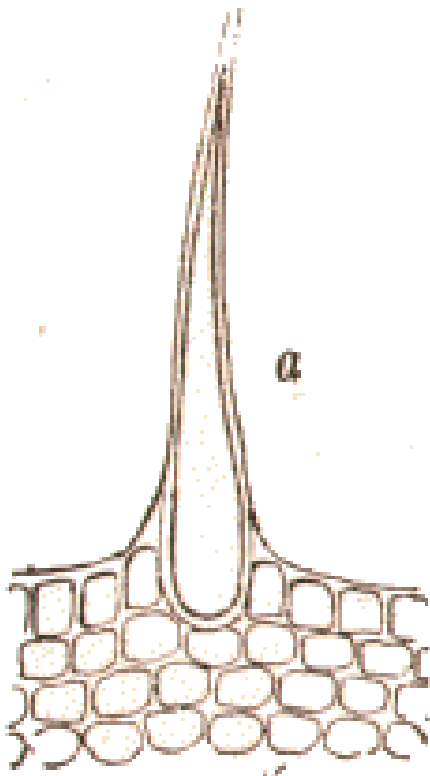
Les poils épidermiques

Certaines plantes portent des poils épidermiques, ces poils peuvent être unicellulaires ou pluricellulaires. Ils peuvent être soit des poils sécréteurs soit des poils protecteurs.





Poils pluricellulaires

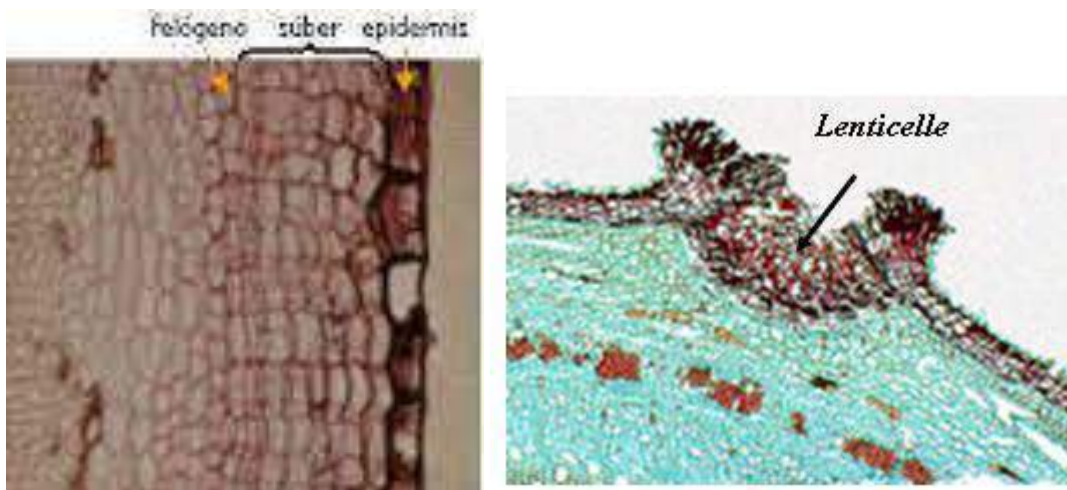


poil unicellulaire

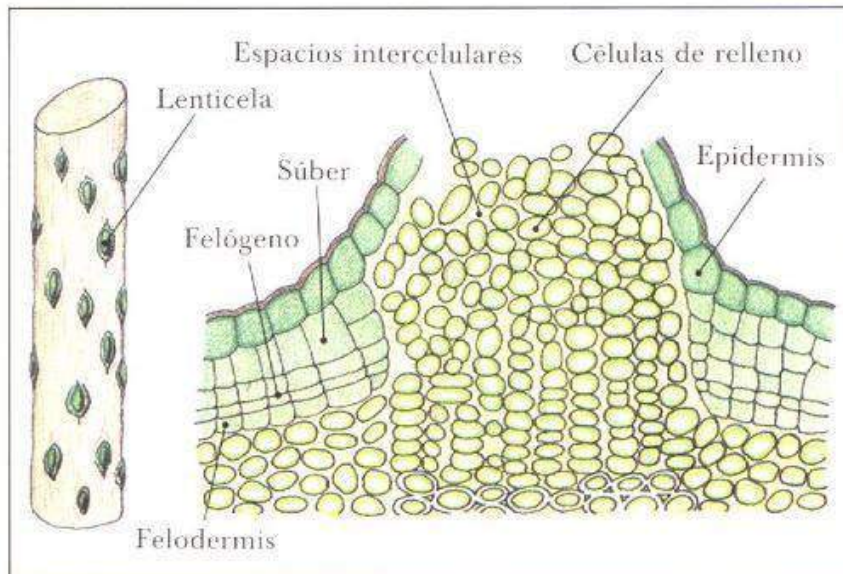
B – SUBER (liège)

En anatomie végétale, le suber est une couche de liège secondaire qui apparaît par fonctionnement d'une assise génératrice subérophellodermique, au sein des tissus de racines ou de tiges des plantes possédant des formations secondaires (méristème secondaire), appartenant de façon générale aux dicotylédones. Cette assise génératrice produit, vers l'intérieur, un peu de phelloderme, et, vers l'extérieur, des couches régulières de cellules quadrangulaires de suber,.

Le suber est constitué de cellules mortes, de forme rectangulaire, très jointives et remplies d'air. Leur paroi est imprégnée de subérine (polymère lipidique associé à des cires, imperméables à l'eau). C'est cette substance qui, en empêchant les échanges, entraîne la mort de la cellule. Pour permettre la survie du reste de l'organe, on observe localement des zones à méats dont les cellules ne sont pas jointives. Ce sont des lenticelles permettant les échanges gazeux entre l'atmosphère et les tissus profonds.



Coupe transversale d'une tige dicotylédone âgée



Tallo con lenticelas y detalle de una de ellas.

structure de lenticelle

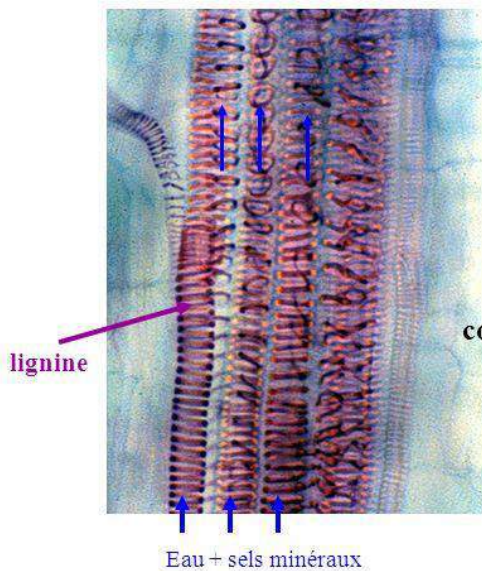
03-LES TISSUS CONDUCTEURS

Plus une plante grandit, plus les apports en eau sont indispensables et les transports de l'eau au sein de la plante difficile à mettre en œuvre. Les tissus conducteurs permettent ainsi un transport approprié de l'eau et des autres éléments absorbés. On distingue : le xylème présent plus en profondeur dans la plante et le phloème présent plus à la surface (analogie aux artères et aux veines chez l'Homme).

Tissus conducteurs

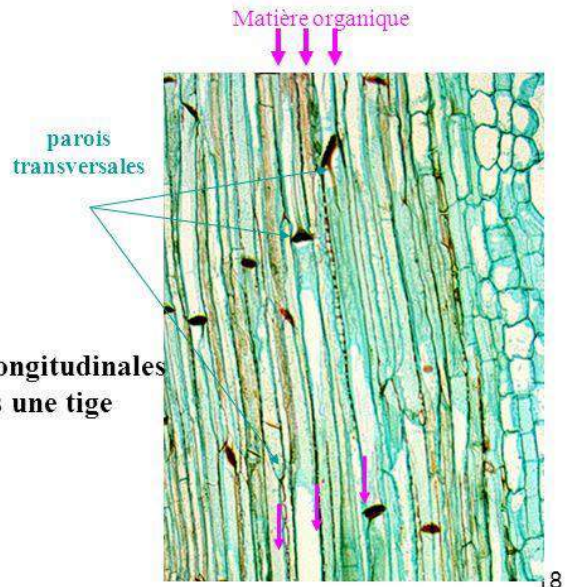
Bois ou Xylème

- * cellules mortes, en files
- * parois imprégnées de lignine



Liber ou Phloème

- * cellules vivantes, en files
- * parois transversales perforées



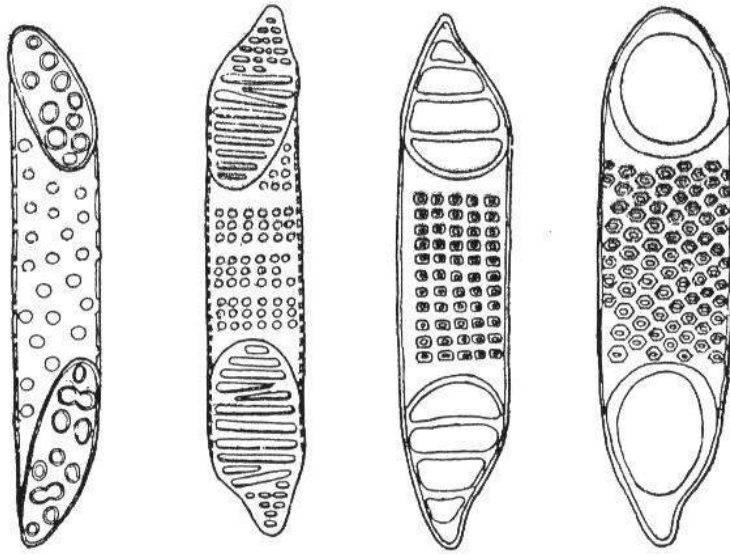
A- Le xylème (du grec *xylon*, « bois ») est un tissu composé d'éléments conducteurs : trachéides , vaisseaux. Et d'éléments non conducteurs : fibres, parenchymes ligneux.

Le xylème assure la conduction de la sève brute de bas en haut.

CONSTITUANTS DU XYLEME :

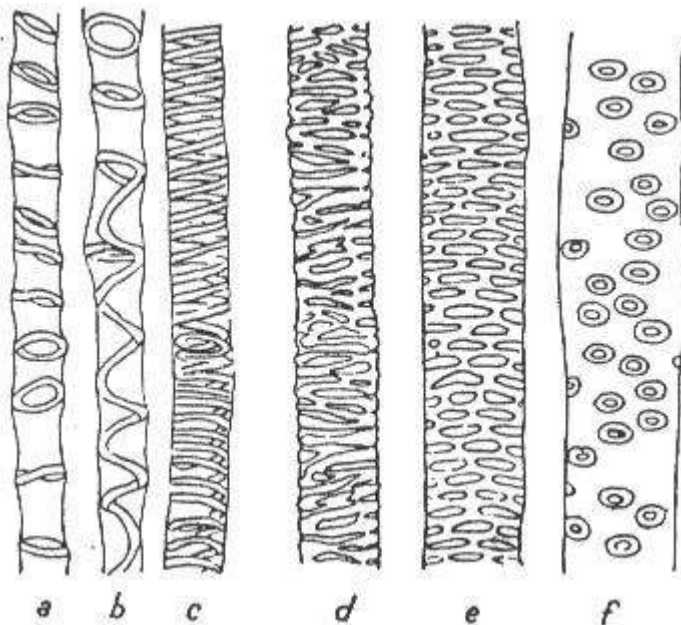
01/ Les éléments conducteurs

-les trachéides (vaisseaux imparfaits), éléments primitifs peu différenciés, ce sont des cellules mortes allongées pourvues de membranes transversales. Les membranes latérales sont imprégnées de lignine. (Ponctuations aréolées ou spiralées)



trachéides

-Les vaisseaux : sont de longs tubes constitués d'un ensemble de cellules mortes très allongées disposées l'une sur l'autre, ne présentent pas de membranes transversales. Ils sont caractéristiques des angiospermes (vaisseaux parfaits annelés, spiralés, rayés, scalariformes, réticulés, ponctués ...) selon le dépôt de la lignine sur les parois latérales.



Vaisseaux : -a - annelé , b et c - spiralé ,d- rayé , e - réticulé , f – ponctué

02-Les éléments non conducteurs

Les fibres : est une expansion cellulaire filiforme et morte, leurs parois lignifiées très épaisses assurant uniquement un rôle de soutien.

Parenchyme ligneux : cellules vivantes accumulent des réserves souvent de l'amidon

Nature du xylème : d'après son origine on distingue le xylème primaire et le xylème secondaire

- **le xylème primaire** provient de la différenciation du méristème primaire. Dans l'organe en cours d'élongation apparaît du procambium, tissu méristématique dont certaines cellules se différencient en trachéides capable d'élongation (le protoxylème, cellules de taille réduite) et d'autres en éléments de vaisseaux (le métaxylème, grosses cellules). Le protoxylème et le méta xylème constituent le xylème primaire.
- **le xylème secondaire**, ou bois, situé dans les zones de croissance secondaires et qui dérive du méristème secondaire. Il est caractérisé par un alignement radial de ses cellules du fait des caractéristiques de fonctionnement du cambium libéro-ligneux (méristème secondaire) : formé de couches concentriques bien visible., chaque couche est un anneau ligneux correspondant à une formation annuelle de bois.

La partie claire l'anneau est le bois initial (bois de printemps), la partie sombre est le bois final (bois d'automne) ce ci pour les régions tempérées. La partie profonde de bois appelée cœur ou **duramen** est plus sombre et plus dure que sa partie externe appelée **aubier**.

B- Le phloème : mot grec *phloos* qui signifie écorce

Le **phloème** est le tissu conducteur de la sève élaborée qui est une solution riche en glucides tels que le saccharose, le sorbitol et le mannitol chez les plantes vasculaires. Le phloème a aussi un rôle de réserve avec les parenchymes et un rôle de soutien avec les fibres libériennes

Constituants du phloème

01-Les éléments conducteurs : **-tubes criblés** : cellules vivantes allongées, à parois cellulodiques assez épaisses placées bout à bout, pourvues de cytoplasme

sans noyau et sans vacuoles. les parois transversales sont perforées d'où le nom crible.

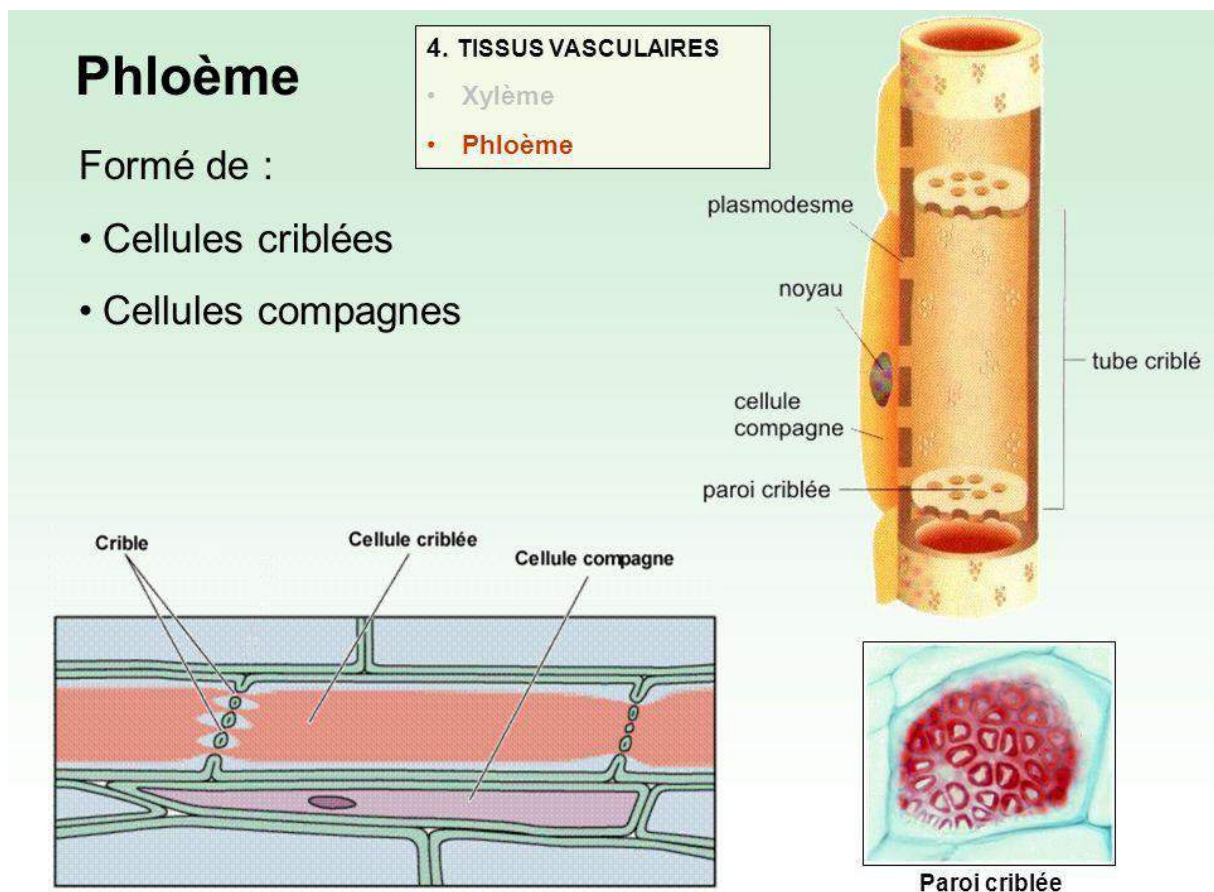
Obstruction des cribles : formation des cals

Le fonctionnement du tube criblé est de courte durée, un dépôt de calos constitue un cal permanent d'où la mort des cellules criblées ou un cal temporaire dans le cas de la disparition du calos et les cellules restent vivantes.

02-Éléments non conducteurs : - **cellules compagnes** : elles se trouvent le long de chaque cellule criblée. Sont allongées étroites pourvue d'un noyau, ont la capacité à se diviser dans le sens de la longueur et remplacer par différenciation les cellules criblées mortes.

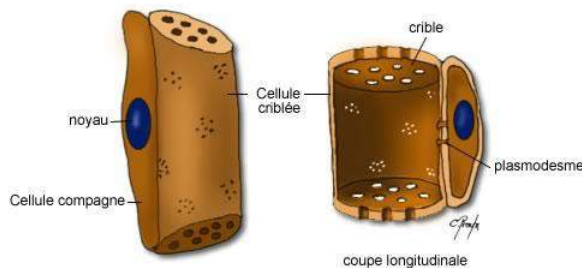
- **parenchyme libérien** : cellules vivantes à paroi mince cellulosique, ont un rôle de réserve

- **fibres** : cellules mortes très allongées à paroi lignifiée très épaisse, ont le rôle de soutien.



Nature du phloème : d'après son origine on distingue :

- Le phloème primaire issu de la différenciation du méristème primaire et on note protophloème et metaphloème selon le temps de leur apparition au niveau de la plante..
- Le phloème secondaire (ou liber) issu de la différenciation du méristème secondaire ou cambium (assise génératrice libéro-ligneuse).



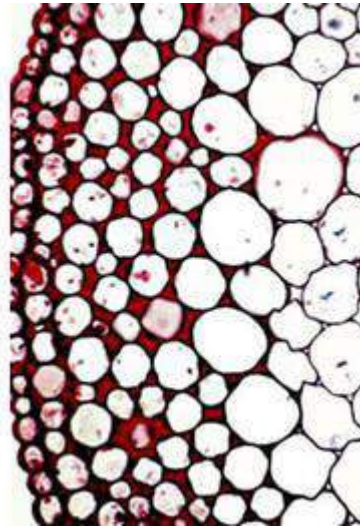
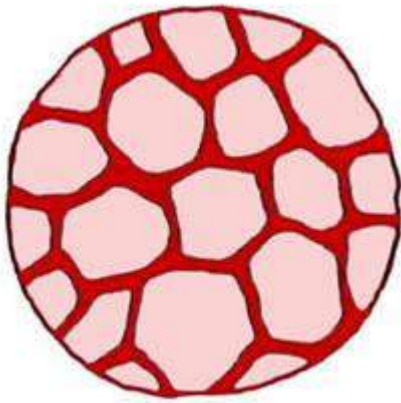
LES TISSUS DE SOUTIEN

Les tissus de soutien assurent souplesse et rigidité aux organes de la plante. Le collenchyme se forme dans les organes jeunes tandis que le sclérenchyme se rencontre dans les organes dont l'allongement est achevé.

LE COLLENCHYME

Le collenchyme se forme dans les organes jeunes en croissance, aériens essentiellement. C'est un tissu vivant dont les parois sont épaissies par un dépôt de cellulose, ce qui confère à la plante une grande résistance à la flexion et à la traction, une élasticité et une certaine souplesse. Il est généralement situé en anneaux ou en îlots sous l'épiderme des tiges et des pétioles, ou encore accolé à des vaisseaux conducteurs dans les pétioles ou les limbes des feuilles.

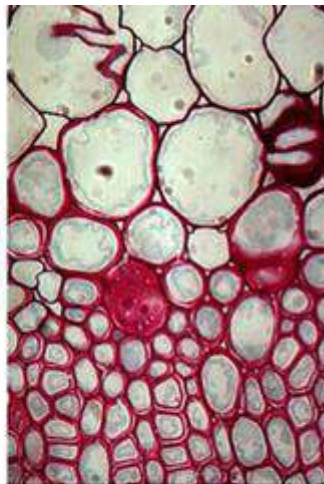
Collenchyme	- tissu vivant,	annulaire : dépôt de cellulose uniformément réparti tout autour de la paroi.
	- cellules fusiformes plus ou moins allongées,	angulaire : épaississement cellulosique de la paroi aux angles.
	- paroi cellulosique épaissie.	tangentiel : épaississement des parois tangentielles seulement (parois parallèles à la surface externe).
	- fin cytoplasme, noyau, vacuole unique et volumineuse,	
	- 3 types selon l'épaississement.	



collenchyme

LE SCLÉRENCHYME

Le sclérenchyme est le tissu de soutien des organes dont l'allongement est achevé. C'est un tissu constitué de cellules mortes dont les parois sont épaissies par un dépôt de lignine qui confère dureté et rigidité à la plante.



Holly stem XS with pits in sclerenchyma.

Sclérenchyme	<ul style="list-style-type: none"> - tissu mort, - cellules allongées, - paroi épaisse lignifiée imperméable, - ponctuations - 2 types de cellules. 	<p>fibres scléreuses : cellules très allongées en fuseau, à lumière étroite. Section transversale circulaire, elliptique ou polygonale. En anneau continu sous l'épiderme, proche du cylindre central ou regroupées en îlots.</p>
		<p>sclérites : cellules courtes de forme variable, isolées dans les parenchymes, groupées en amas ou en assises continues. Elles assurent la rigidité ou la consolidation des organes.</p>

04-TISSUS SECRETEURS

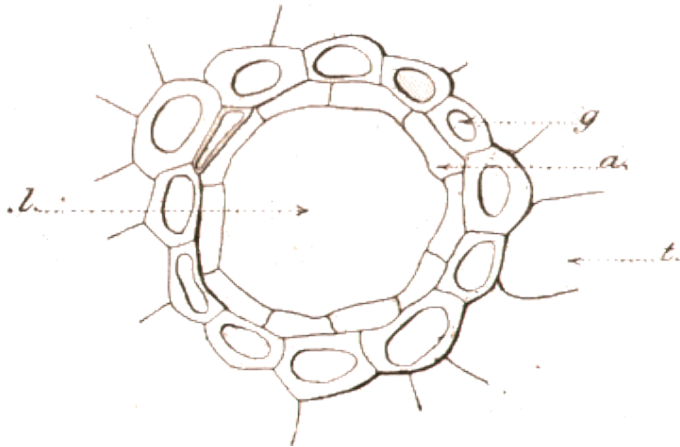
La sécrétion consiste en la fabrication de substances du métabolisme secondaire, non constantes dans tout le règne végétale, qui seront éliminées à l'extérieur du végétal par des appareils sécréteurs ou être accumulés au sein de leurs cellules. On distingue :

les cellules sécrétrices isolées : qui sont des cellules présentent au sein du parenchyme, contenant des vacuoles remplies des substances du métabolisme secondaire.

Exemple : les cellules sécrétrices des feuilles du camphrier accumulent du camphre.

les canaux sécréteurs : qui sont des cavités allongés, tubuliformes orientés dans le sens de la longueur de l'organe, limités par une ou deux couches de petites cellules sécrétrices très régulièrement disposées

les poches sécrétrices : sont des cavités sphériques contenant une essence situées également dans le parenchyme et bordées de cellules sécrétrices, sont nombreuses dans le péricarpe des agrumes : oranges, mandarines, citrons....



coupe transversale d'un canal excréteur d'une feuille de Pin maritime

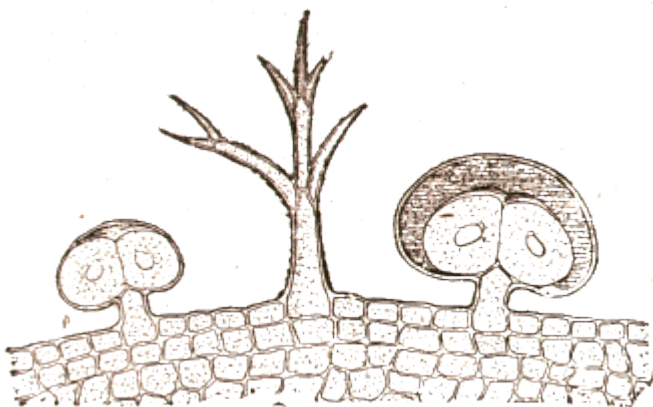
. a, cellules sécrétrices. - g, cellules bourdantes épaisses et lignifiées.

Epiderme et poils sécréteurs :

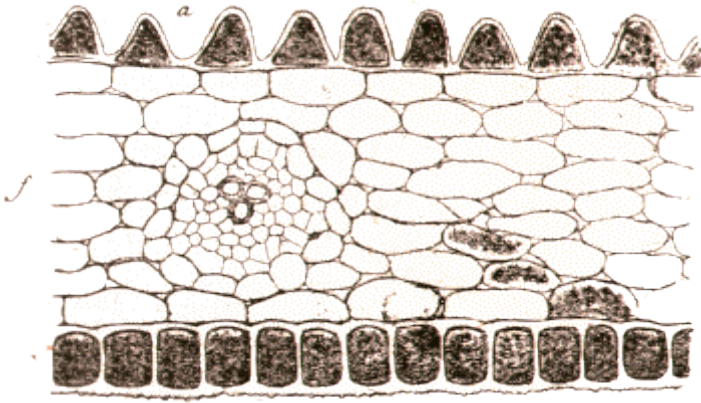
Les cellules épidermiques peuvent élaborer et accumuler dans leur cytoplasme des essences volatiles, produisent les parfums agréables ou non, de certaines plantes.

Exemple : épiderme des pétales de rose .

La fonction de secretion peut etre reservée à certains poils epidermiques, exemple :les poils secreteurs du thym et de lavande.



Feuille de Lavande. Deux glandes bicellulaires à essence avec un poil ramifié..

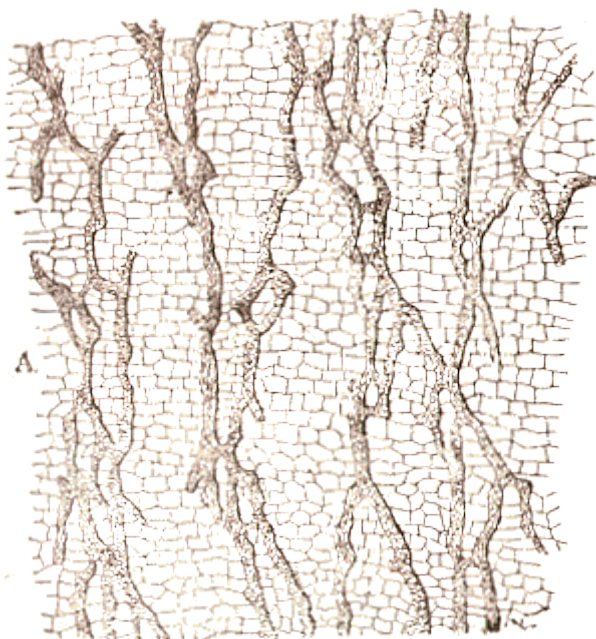


Coupe transversale d'un pétale de rose (*Rosa centifolia*).
Cellules épidermiques a, remplies d'essence et teintées en noir par l'acide osmique.

les laticifères : sont des éléments allongés den cordons ramifiés ou non, dont le diamètre est supérieur à celui des cellules parenchymateuses voisines

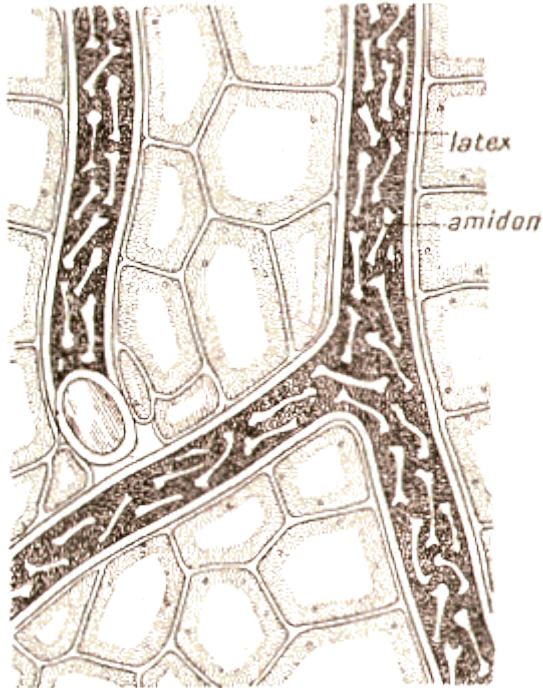
Suivant le mode de formation et leur organisation lorsqu'ils sont différenciés, on distingue deux sortes :

-**Laticifère articulés** : formés à partir de nombreuses cellules disposées en files, les parois cellulaires transversales peuvent être perforées ou être complètement résorbées. Ces laticifères peuvent s'unir s'anastomoser les des autres en certains points . ex : laitue



laticifères articulé

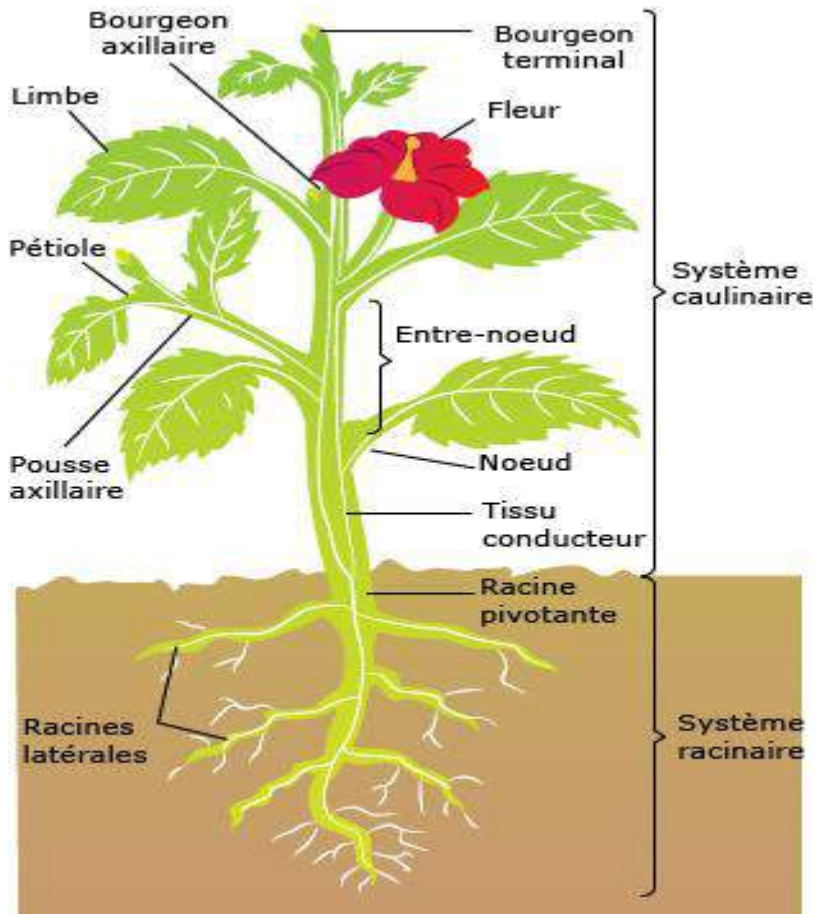
-laticifères non articulés : formés par une seule grande cellule très allongée et contenant de nombreux noyaux, ces laticifères demeurent indépendants les uns aux autres, ils ne s'anastomosent jamais



I

laticifère non articulé

MORPHOLOGIE DES ANGIOSPERMES



LES ORGANES VÉGÉTATIFS (TIGE-FEUILLE-RACINE)

La Tige

Organe végétatif généralement aérien, porte les bourgeons, les feuilles, et au moment de la reproduction les organes reproducteur : fleurs, fruits, graines.

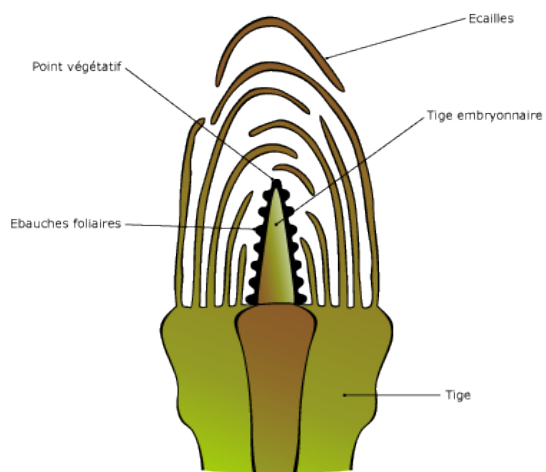
la tige est constituée d'une succession de nœuds et d'entre-nœuds. Elle est également le lieu de transit de la sève brute et de la sève élaborée vers d'autres organes

-bourgeons : assurent la croissance et la ramification des tiges, selon la position ou leur localisation sur la tige on distingue :

- bourgeon terminal : assure la croissance de la tige en longueur.

-bourgeon axillaire (latéral) : situé à l'aisselle de feuille

– bourgeon adventif : sont des bourgeons invisibles et latents, ils n'apparaissent qu'à la suite de blessures.



Structure d'un bourgeon

Classification (différents types de tiges)

1- Selon la Consistance

Les tiges herbacées : couleur plutôt verte, de faible épaisseur et souple (pas de lignine)

Concerne principalement les Monocotylédones mais aussi les Dicotylédones annuelles/ bisannuelles

Les tiges ligneuses : couleur brune, en général de plus grosse épaisseur et rigide

Ne concerne que les Dicotylédones (présence de lignine)



tige herbacée



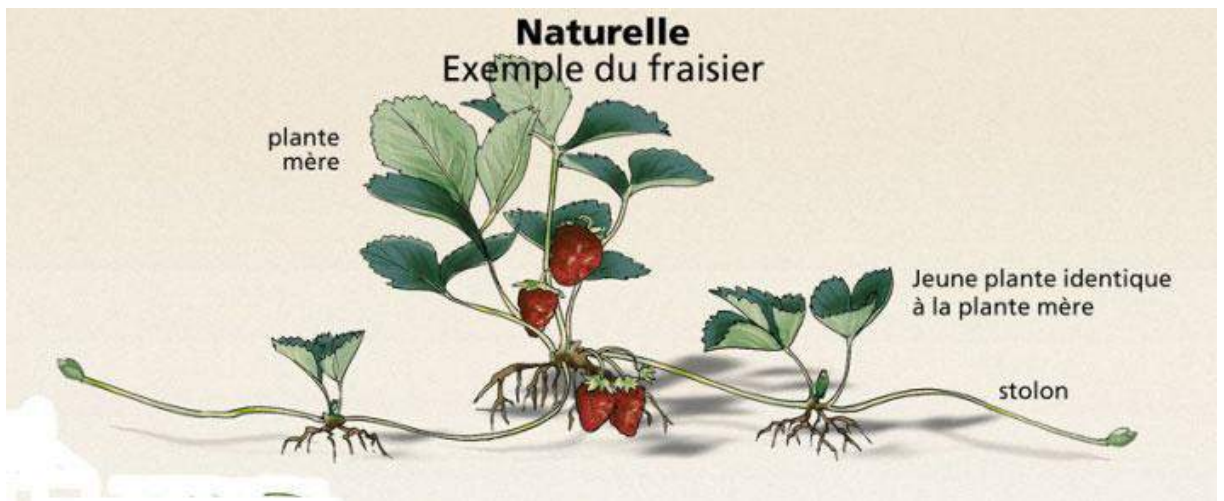
2- Selon le port (Orientation de la croissance)

La tige aérienne peut être :

- dressée ou érigée
- rampante ou stoloniforme (pouvant s'enraciner.
- grimpante (s'élevant sur les supports voisins à l'aide de vrilles ou de crampons)



tige dressée



Tige rampante



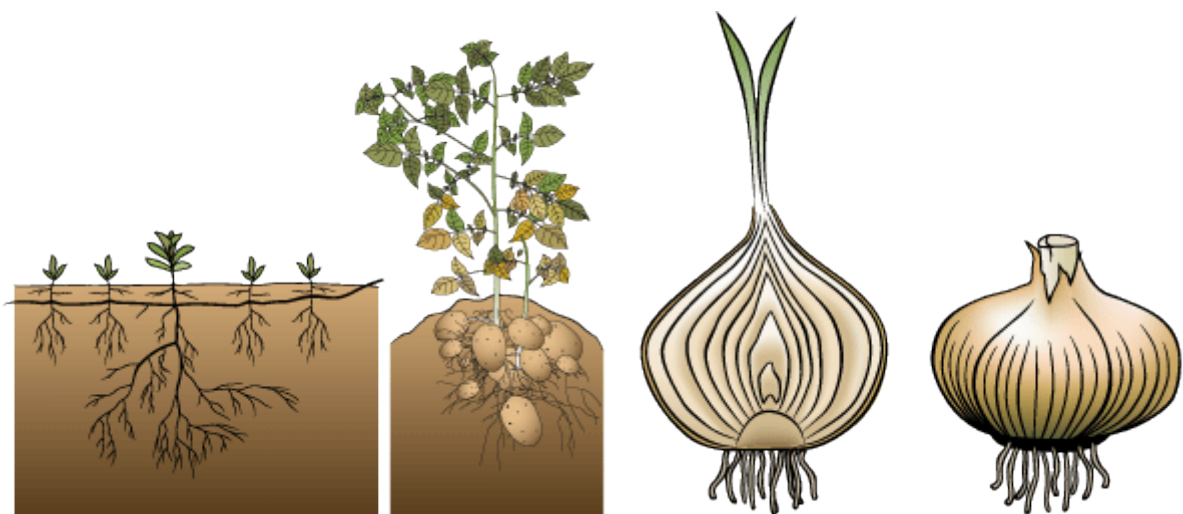
tige grimpante

3. selon le milieu où elle se trouve

- tige aérienne , tige souterraine, tige aquatique

les tiges souterraines se répartissent en 3 catégories .

- le **rhizome** : tige souterraine et horizontale, émettant des rameaux aériens et des racines adventives (chiendent)
- le **tubercule** : tige ou portion de tige renflée (pomme de terre)
- le **bulbe** ou **oignon** : tige courte, en forme de plateau charnu et qui porte les feuilles serrées les unes contre les autres et entièrement écailleuses ou uniquement écailleuses à la base (oignons). Le bulbe est également composé d'un bourgeon plus ou moins central, également porté par le plateau.



- Tiges souterraines : rhizome

tubercule

bulbe

La feuille

a- définition

la feuille est un organe végétatif aérien, généralement aplati de couleur verte, assure la photosynthèse. est un véritable laboratoire où se réalise la transformation de la sève brute en sève élaborée grâce aux échanges gazeux entre la feuille et le milieu ambiant

b- structure

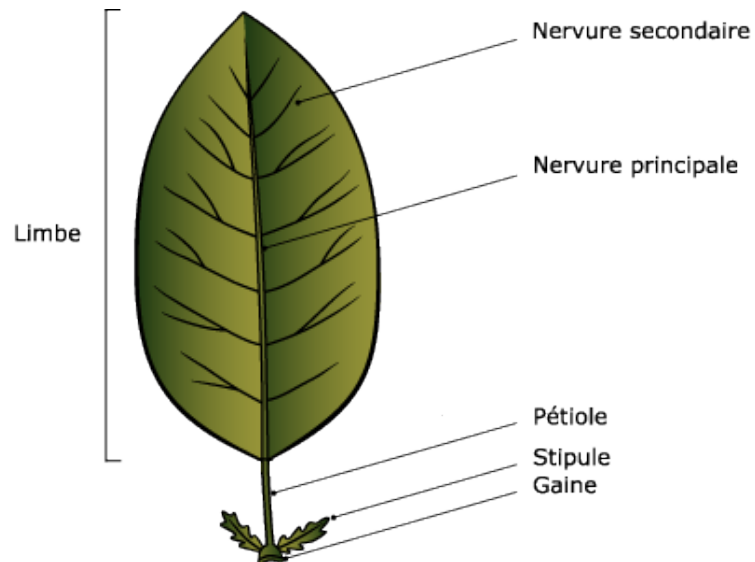
Une feuille est constituée de plusieurs parties :

-une gaine partie plus ou moins renflée, relie le reste de la feuille à la tige au niveau du nœud, reliant deux petits appendices appelés stipules

-le pétiole ;axe cylindrique plus ou moins aplatie

.-Le limbe ; partie souvent plate ayant souvent une plus grande surface.

- Les nervures ; d'une section souvent cylindrique, elles sillonnent le limbe.



c-classification (différentes sortes de feuilles)

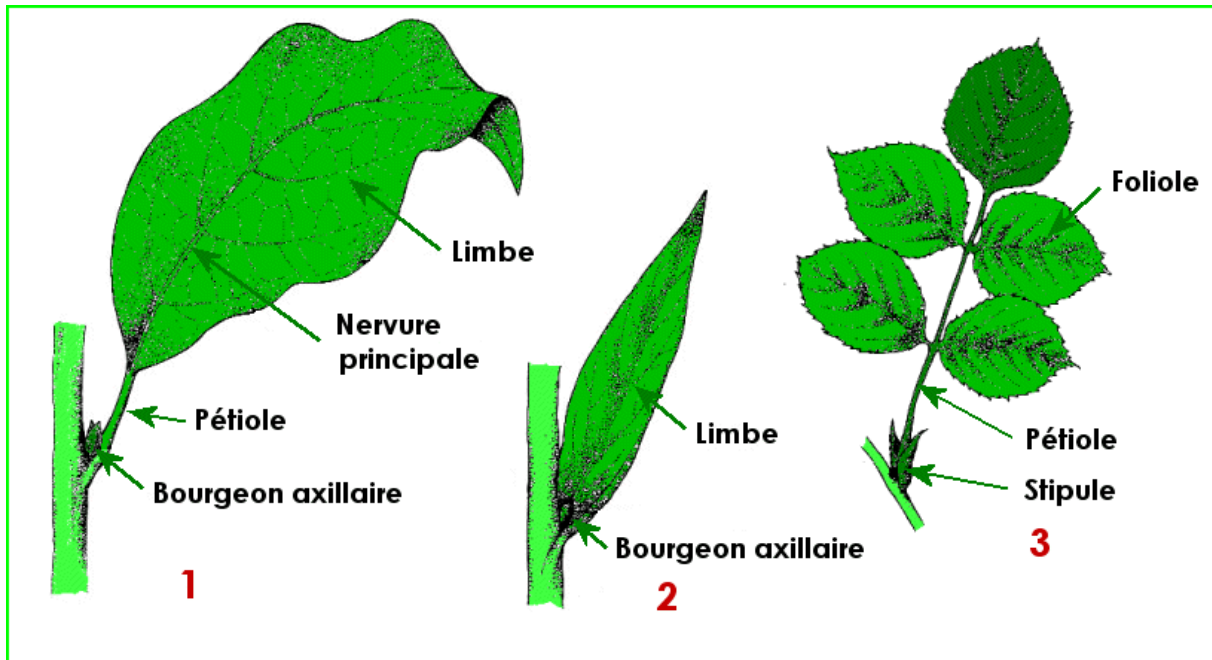
01-Selon la gaine : **Feuilles engainante** : gaine très développée, entourant la tige, le cas des feuilles des monocotylédones



feuille engainante

02-Selon le pétiole :

Feuille sessile : feuille sans pétiole



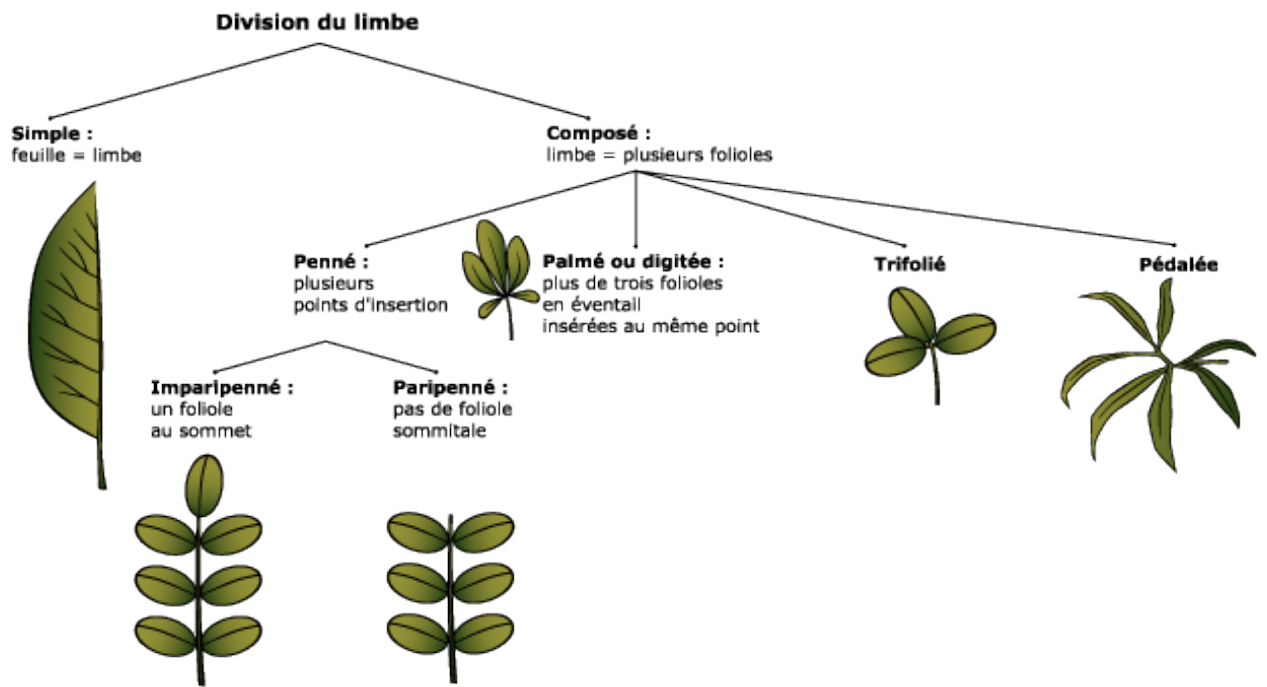
1- feuille pétiolée. 2- feuille sessile. 3 - feuille composée pennée.

03-Selon le limbe :

-Division du limbe : Le limbe est dit **simple** s'il est en une seule pièce , ou **composé** s'il est découpé en plusieurs petites feuilles ou **folioles**. Selon la disposition des folioles sur l'axe principal de la feuille ou *rachis*, on dit que le limbe est :

-penné, si les folioles sont disposées comme les barbes d'une plume .

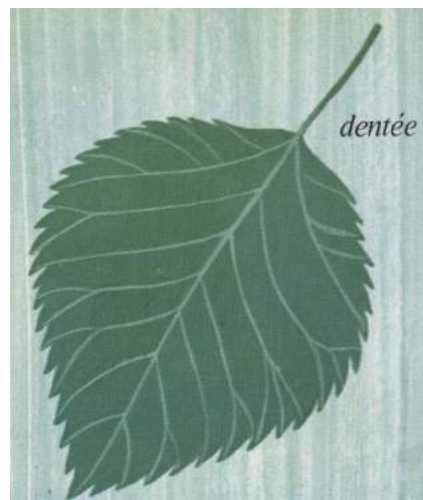
-palmé si elles sont disposées comme les doigts de la main (marronnier) ;



Division du limbe

-bord du limbe :

La forme générale du limbe n'est pas toujours régulière. Son bord est très souvent incisé, ondulé, cilié ou découpé plus ou moins profondément. On distingue plusieurs types dont on cite les plus importants



Feuille lobée

feuille dentée

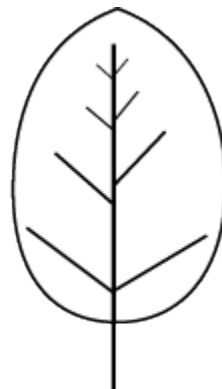


feuille découpée

Les bords du limbe

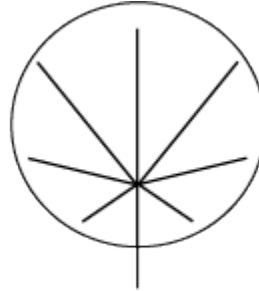
Selon le Types de nervation

- limbes à nervation **pennée**.
Ils possèdent une nervure principale portant des nervures secondaires



- nervation pennée

- limbes à nervation **digitée** ou **palmée**.
Ils présentent des nervures qui rayonnent à partir d'un même point.



- nervation digitée (palmée)

- les limbes à nervation **parallèle**
Les nervures parcourent le limbe parallèlement les unes aux autres. Se rencontre principalement chez les Monocotylédones

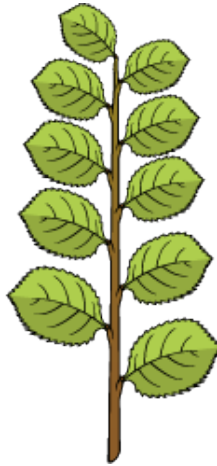


- nervation parallèle

Phyllotaxie

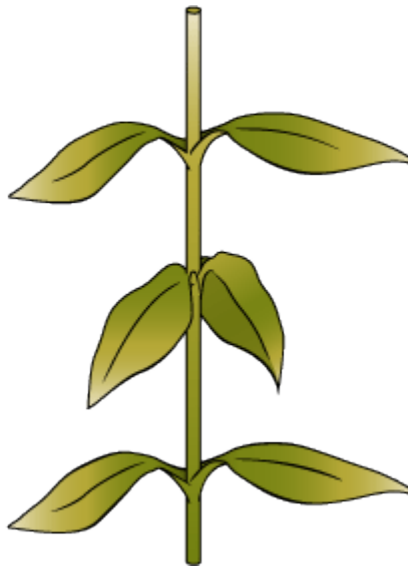
La **phyllotaxie** est la disposition des feuilles sur la tige. Les feuilles, régulièrement disposées le long de la tige, permettent de définir différents modes de disposition phyllotaxique.

- **Disposition alterne** : Une seule feuille est insérée à chaque nœud.



Disposition alterne

- **Disposition opposée**
Les feuilles sont disposées par deux et insérées à chaque nœud (verticille composé de 2 feuilles) l'une en face de l'autre.



Disposition opposée décussée

- **Disposition Verticillée :**
Plus de deux feuilles sont insérées simultanément à chaque nœud.



- Disposition verticillée

Racine (système racinaire)

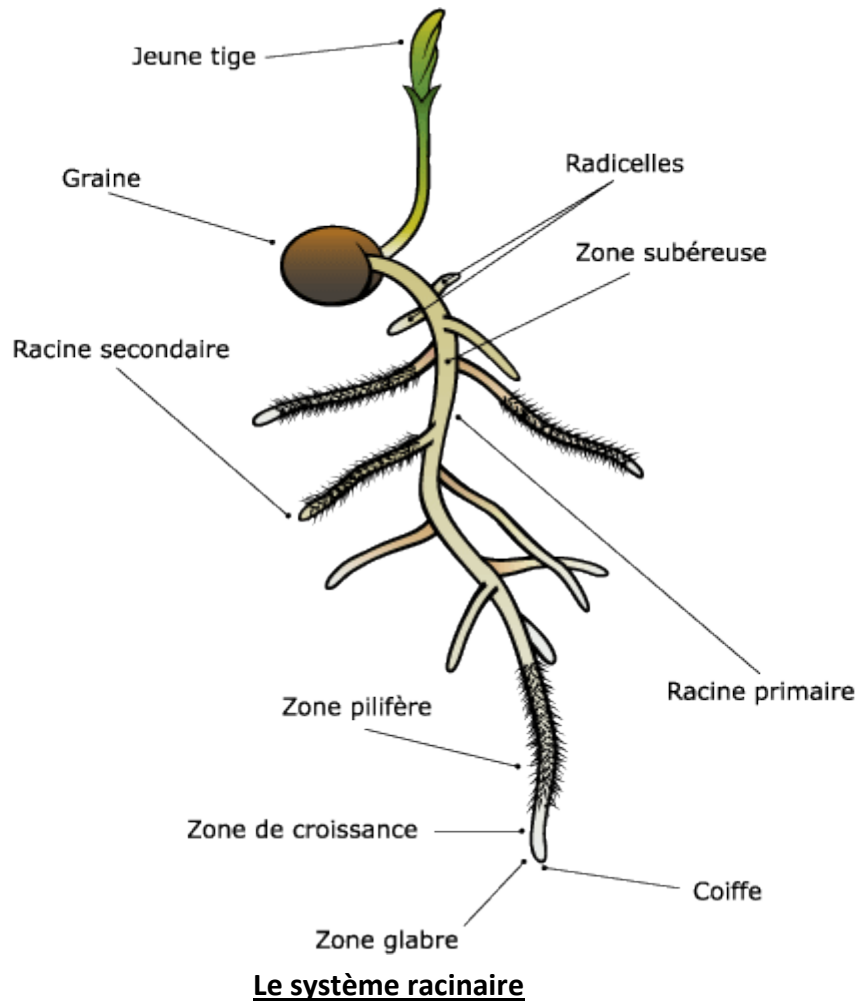
a- définition

Organe végétatif généralement souterrain, L'ensemble des racines forme le **système racinaire** de la plante et permet la fixation du végétal dans le sol ainsi que l'absorption de l'eau et des substances dissoutes nécessaires au développement de la plante. Pour rappel, la racine ne porte jamais de feuilles et n'a pas de nœuds ;

b- structure

On distingue **quatre zones** sur une racine en croissance :

- 1. une zone de croissance, **terminale effilée (point végétatif)** formée de petites cellules indifférenciées qui se multiplient activement et qui sont protégées par la **coiffe**. La coiffe protège le méristème racinaire pendant la croissance de la racine en évitant le contact immédiat avec les particules solides du sol. La desquamation continue de la coiffe facilite la progression de la racine dans le sol.
- 2. une zone d'élongation, de quelques millimètres où le début de différenciation cellulaire
- 3. une zone pilifère, garnie de nombreux poils absorbants permettant les échanges entre la racine et le sol. Les poils au début de la zone pilifère sont courts (ils viennent de se former) et ceux situés à l'endroit où la zone pilifère s'achève sont plus longs et flétris. Ils disparaîtront prochainement.
- 4. une zone subéreuse, dépourvue de poils, mais où apparaissent des ébauches de jeunes racines, les racines secondaires (ramifications).



c- Classification : (différents types de racines)

Selon L'origine des racines

- **Racines embryonnaires** : qui proviennent de l'évolution de la radicule de l'embryon ; elles sont persistantes.
- **racines adventives** : formées sur une partie quelconque du végétal (tiges, feuilles, etc.). (maïs, fraisier, lierre)



Racines adventives

Selon l'organisation (structure) du système racinaire

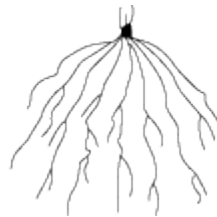
L'organisation du système racinaire se présente sous différentes formes :

- 1. **la racine pivotante** : racine importante qui se développe et qui forme un pivot central sur lequel viennent se greffer de petites racines secondaires. C'est le cas par exemple pour le chêne ou le radis. C'est le cas également pour le cacaoyer (*Theobroma cacao*).



Racine pivotante

- 2. **les racines fasciculées** : plusieurs racines d'importance égale, disposées en faisceau, portent de nombreuses radicelles (épicéa, maïs)



Racines fasciculées

REPRODUCTION CHEZ LES ANGIOSPERMES

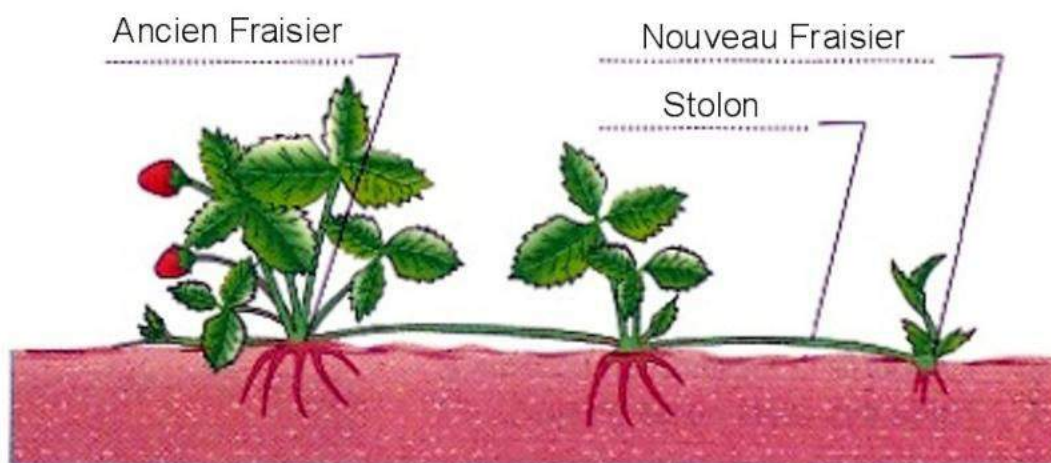
Comme tous les autres organismes, les plantes reproduisent leur propre genre. La reproduction chez les plantes est plus variée et plus complexe que chez les êtres humains. À la différence des êtres humains, qui se reproduisent uniquement de façon sexuée et selon une seule modalité de reproduction, les plantes utilisent de nombreuses stratégies de reproduction, qu'il s'agisse de la reproduction sexuée ou asexuée.

I - Reproduction asexuée ou multiplication végétative des plantes à fleurs :

• **Définition** : Mode de reproduction et de multiplication de l'espèce sans intervention de graine ni de gamètes. Production d'individus complets à partir de fragments d'un individu initial (tiges, racines ou feuilles...). Les individus obtenus sont tous identiques entre eux et à la plante dont ils sont issus. • **exemple** :

- Tiges aériennes rampantes qui au contact du sol s'enracinent et donnent de nouveaux pieds. (Fraisier).

- Tiges souterraines dont les bourgeons se développent en donnant plusieurs plantes aériennes. (Pomme de terre).



La multiplication végétative du fraisier.

II Reproduction sexuée

La reproduction sexuée permet de donner naissance à un nouvel être vivant grâce à la rencontre d'un organisme mâle et d'un organisme femelle (c'est la fécondation). C'est le cas des plantes à fleurs : les étamines (parties mâles de la fleur) fabriquent du pollen qui viendra féconder un ovule présent dans le pistil (partie femelle de la fleur).

01 - Organisation de l'organe reproducteur (fleur)

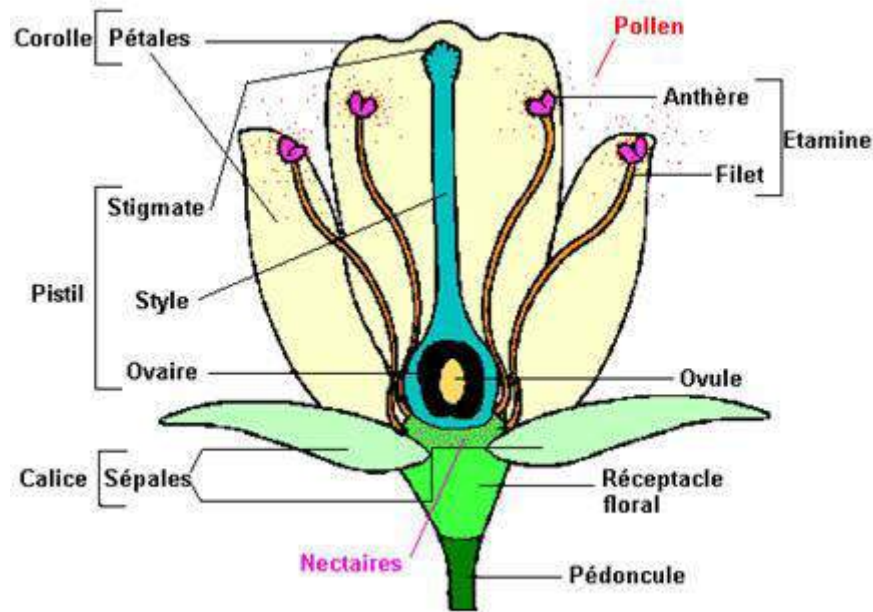
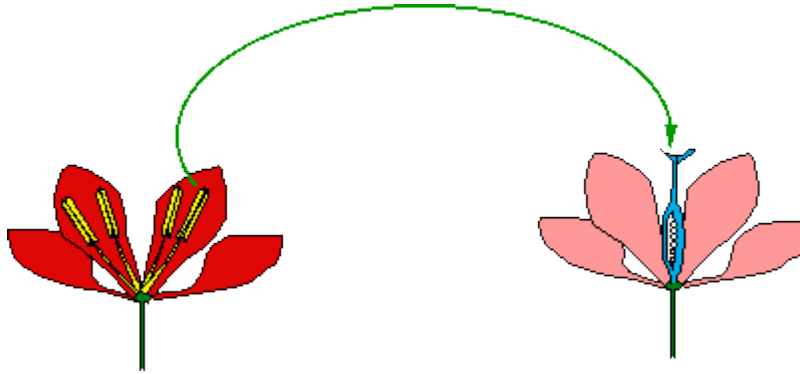


Schéma d'une fleur simple idéalisée.

La fleur comprend des pièces florales situées sur le réceptacle qui est l'extrémité renflée du pédoncule floral. Le pédoncule est inséré sur la tige à l'aisselle d'une petite feuille appelée : bractée. Les pièces florales sont disposées selon 4 cycles appelés verticilles. De l'extérieur vers l'intérieur, on distingue :

- Le Périanthe : il comprend 2 verticilles de **pièces stériles** :
 - **Le calice** : il est formé par les sépales , pièces verdâtres , d'aspect foliacé.
 - **La corolle** : elle est constituée de pétales. sont des pièces non chlorophylliennes mais ils sont colorés par des pigments. A la base de chaque pétale, une glande microscopique, le nectaire, sécrète un liquide sucré : le nectar.
- Les Organes reproducteurs : ils se répartissent en 2 verticilles de **pièces fertiles** :
 - **L'androcée** : il est formé de l'ensemble des étamines. Chaque étamine comprend le filet, fin et allongé, surmonté d'une partie élargie : l'anthère. L'anthère est constituée de 2 sacs polliniques qui contiennent le pollen.
 - **Le gynécée** : il est formé par un ensemble de petits organes verts : les carpelles. Chaque carpelle est constitué d'une partie renflée, l'ovaire celui-ci est surmonté d'un

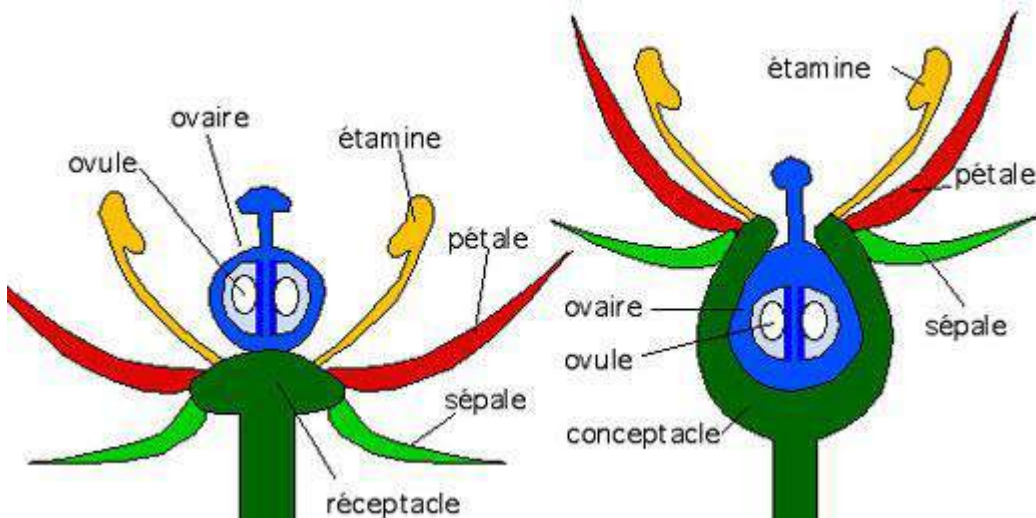
style terminé par le stigmate (piste d'atterrissage du pollen). L'ovaire contient les ovules.



Fleur mâle

fleur femelle

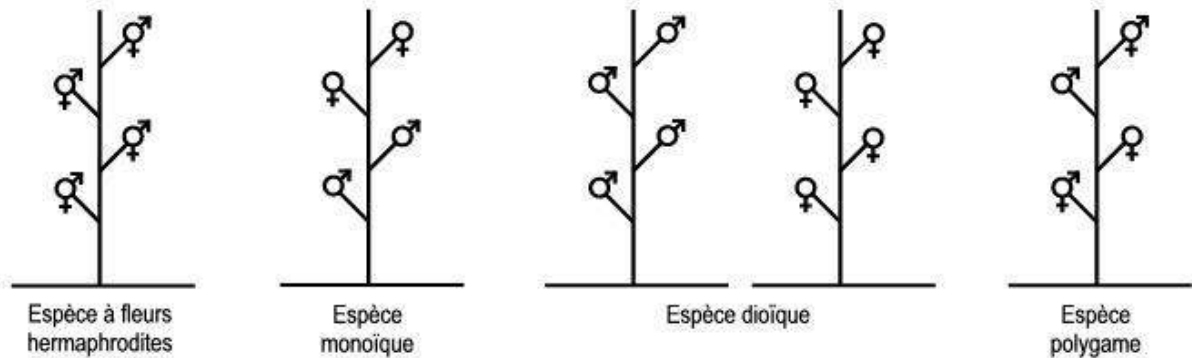
Fleur unisexuée



Fleur à ovaire supère (hypogyne)

fleur à ovaire infère (épigyne)

Répartition des sexes



Ex : oranger

ex : noisetier

ex : dattier

-Fleur hermaphrodite : lorsque chacune des fleurs contient à la fois des organes mâles (androcée) et des organes femelles (gynécée) .

Ex : oranger, cerisier, pommier, tulipe ... la majorité des cas.

-Fleur unisexuée : lorsque la fleur comprend uniquement des organes mâles ou des Organes femelles.

-Plante monoïque : lorsque chaque plante porte les 2 types de fleurs unisexuées
ex : noisetier , maïs , bouleau .

-Plante dioïque : lorsqu'il existe des plantes portant uniquement des fleurs unisexuées mâles et des plantes portant des fleurs unisexuées femelles
ex : saule, ortie, mercuriale, dattier.

-Fleurs asexuée : fleurs sans pièces fertiles (ni androcée ni gynécée)

-fleurs apétales : fleurs sans pétales

-fleurs asépales : fleurs sans sépales

02 - GAMETOGENESE

A -FORMATION DES GAMETES FEMELLES

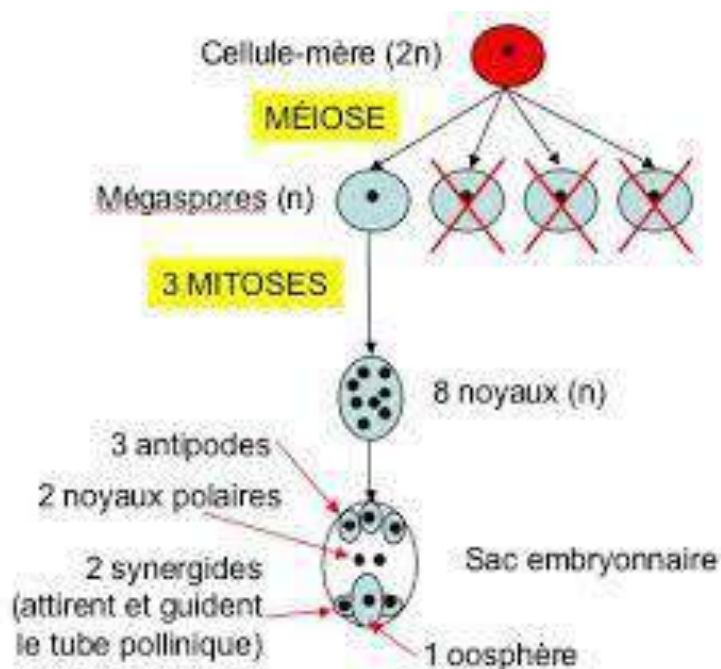
Très précocement au cours de la différenciation de l'ovule, une cellule, le plus souvent sous-épidermique, augmente en volume et devient l'unique cellule archésporiale. Celui-ci subit la méiose en donnant 4 cellules haploïdes, les mégaspores , qui sont disposées en tétrade linéaire. Le plus souvent, les 3 cellules les plus proches du micropyle dégénèrent

(disparaissent) et le sac embryonnaire est formé à partir de la mégaspore la plus profonde (cellule mère du sac embryonnaire) qui prend un accroissement considérable en se développant au détriment des cellules du nucelle qui l'entourent.

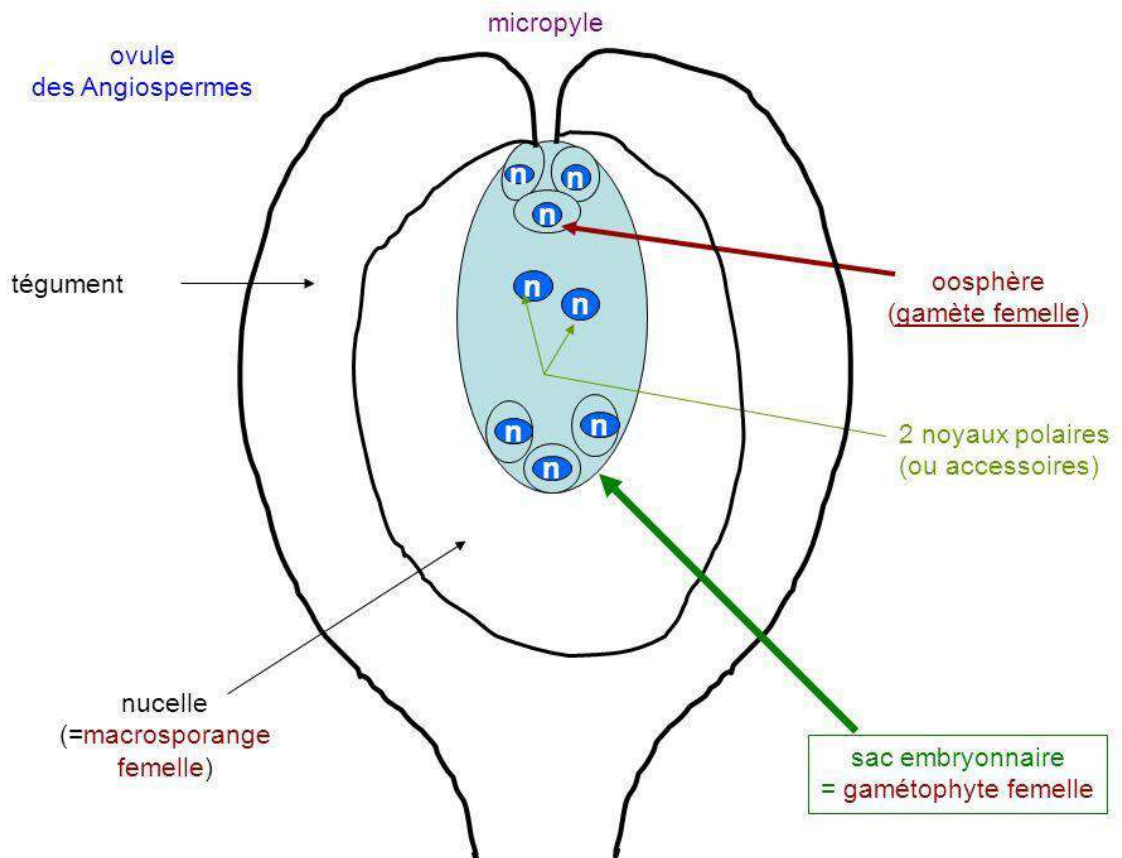
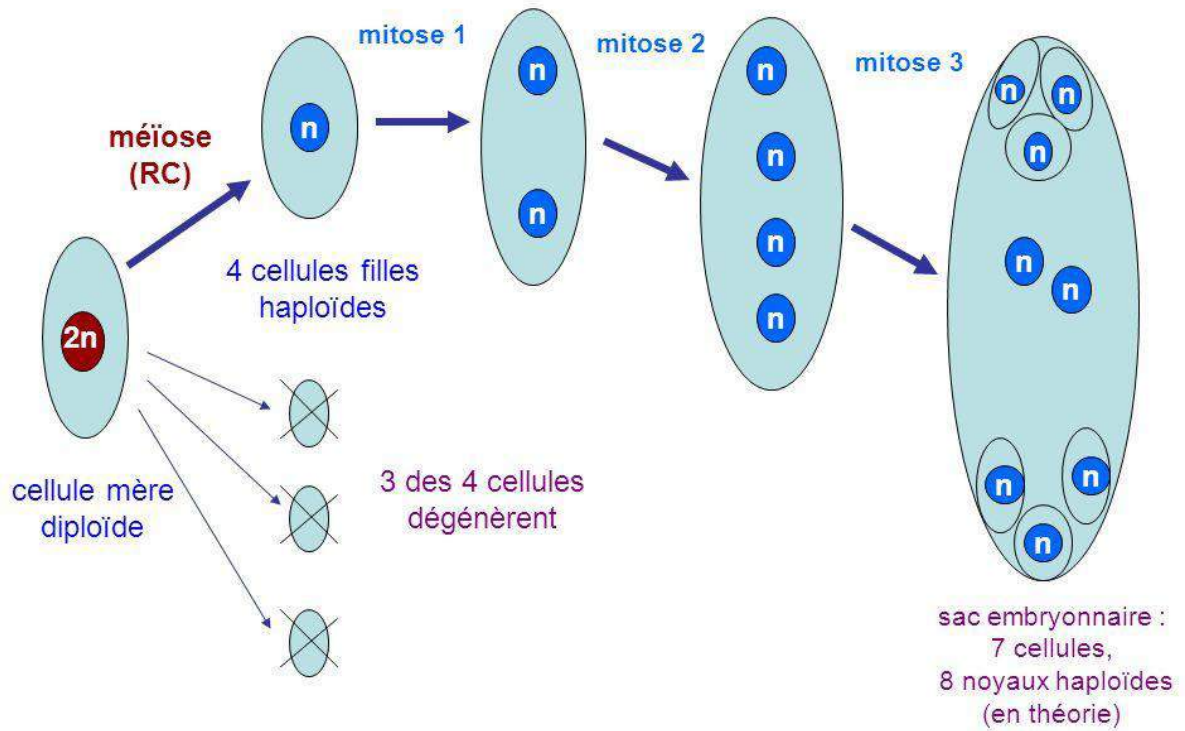
(**Formation du sac embryonnaire - et de l'oosphère** = gamète femelle).

La mégaspore fonctionnelle subit 3 mitoses successives conduisant à la formation **de huit** noyaux haploïdes qui se répartissent comme suit :

- deux **synergides** qui encadrent l'oosphère au pôle micropylaire ;
- trois **antipodes** au pôle opposé
- une grande **cellule centrale** qui contient les 2 noyaux polaires,



Formation du sac embryonnaire



B -Formation des gamètes mâles

Pendant la différenciation de l'étamine, les sacs polliniques s'individualisent. Ils renferment un massif central d'**archéspores** complètement entouré d'une assise nourricière, (le **tapis staminal**) , qui se désintégrera au cours de la maturation du pollen.

Vers l'extérieur de l'anthere, le tapis est renforcé par l'épiderme. Les **archéspores** évoluent en cellules-mères de microspores qui subissent la méiose.

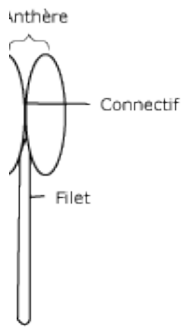
Dans la plupart des cas, le cloisonnement des cellules se réalise après les deux divisions méiotiques et conduit à la formation d'une tétrade de cellules haploïdes. Celles-ci finissent par s'individualiser (différenciation) en microspores (cellules du pollen

-Formation du grain de pollen :

La microspore isolée subit une différenciation cellulaire dont les étapes :

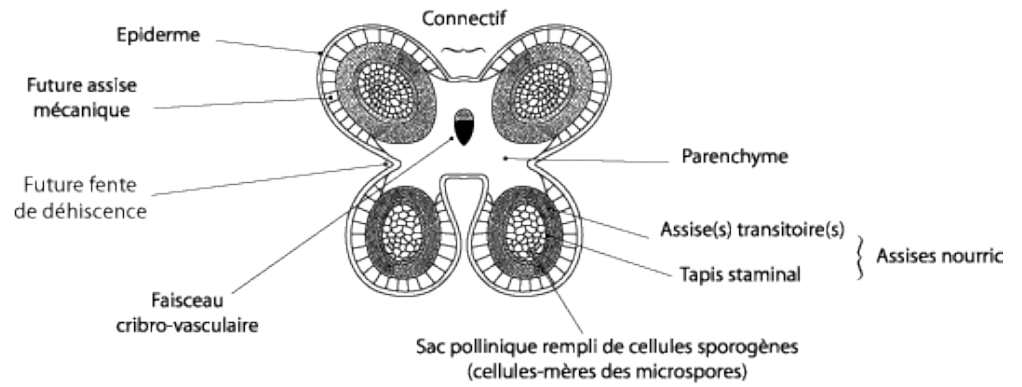
- agrandissement dans la taille selon l'espèce .
- formation d'une paroi épaisse protectrice de cutine appelé exine
- formation d'une deuxième paroi cellulosique fine appelé intine
- division inégale ou mitose asymétrique qui conduit à la formation d'une grande cellule végétative (assure la germination et la croissance du tube pollinique) et d'une petite cellule générative, qui migre dans le cytoplasme de la cellule végétative puis subit une nouvelle mitose pour donner deux cellules spermatiques : les gamètes mâles (deux spermatozoïdes).
- déshydrations du pollen et entrée en vie ralentie.

latérale

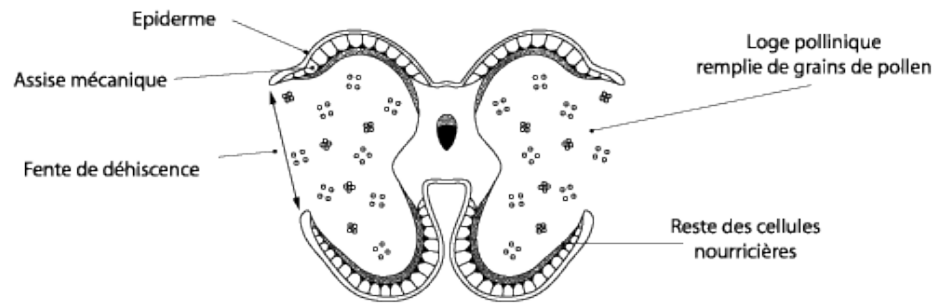


Coupe transversa

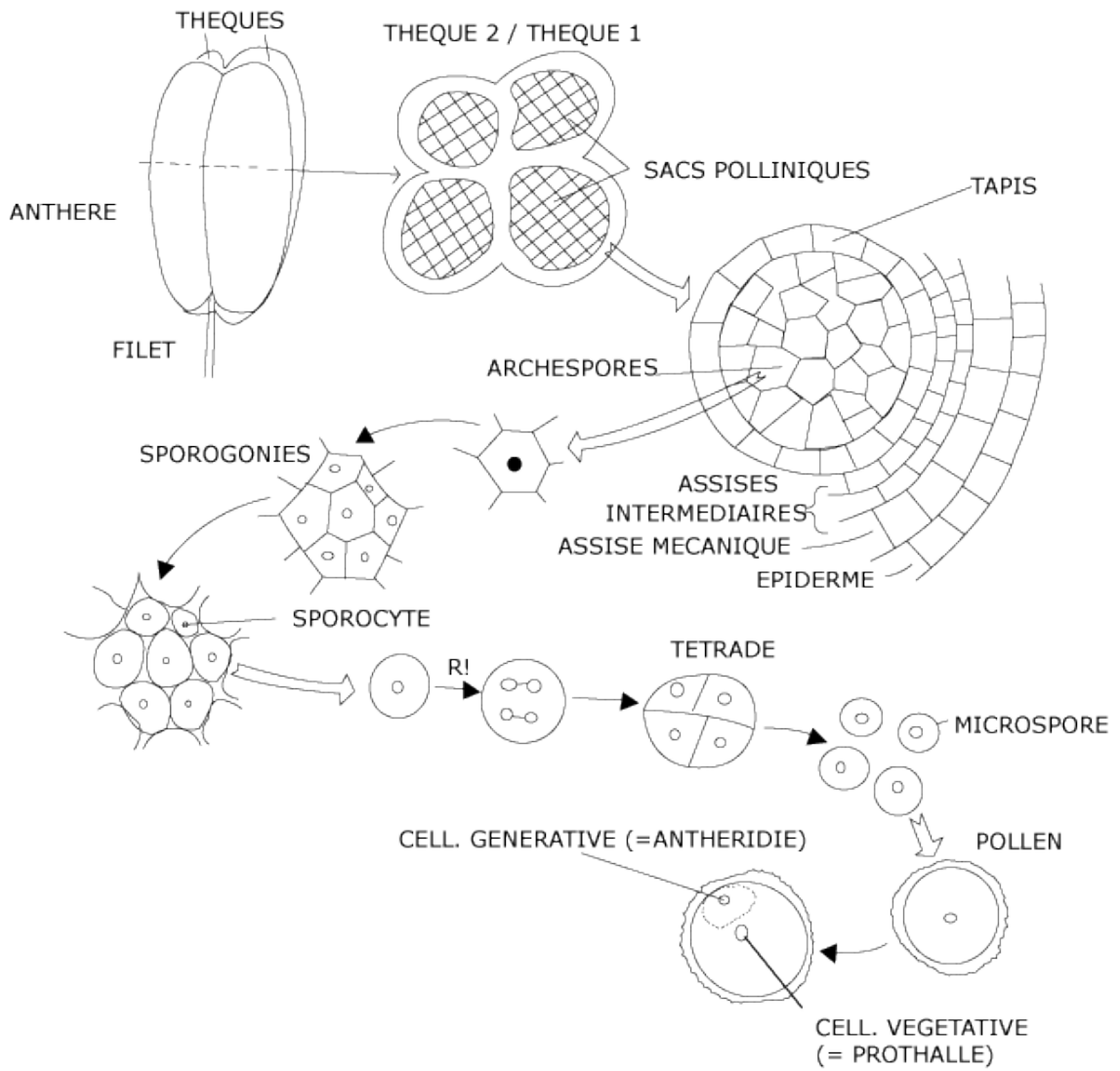
Anthère jeune



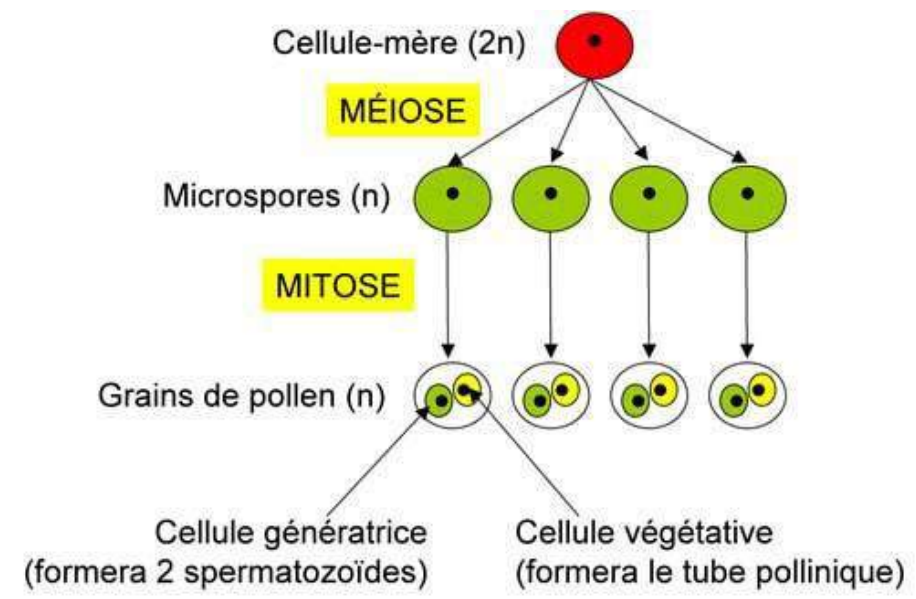
Anthère mûre

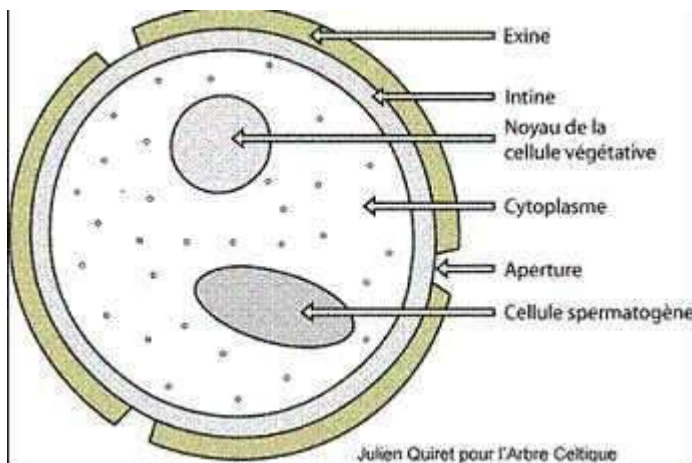


Organisation d'une anthère



Formation des gamètes mâles





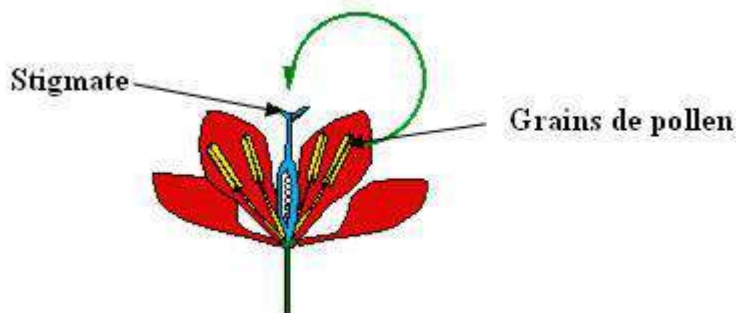
Organisation d'un grain de pollen

03 - LA POLLINISATION

C'est le transport du pollen depuis les étamines qui l'ont produit, jusqu'à un stigmate de l'ovaire.

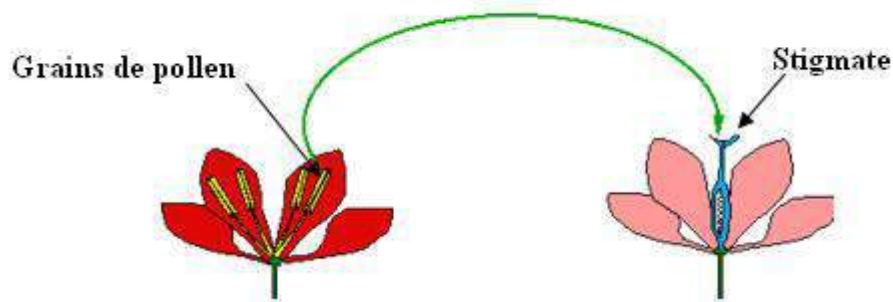
a-Mode de pollinisation

- Autopollinisation (Pollinisation directe) : Étamines et pistil de la fleur sont mûrs en même temps, le pollen est fécondant pour cette même fleur, ou même pied de plante.



Pollinisation directe ou autopollinisation

- Allopollinisation (Pollinisation indirecte ou croisée) : Pollen d'une fleur est transporté vers une autre fleur de la même espèce et la féconde. Cas le plus courant.



Pollinisation indirecte ou hétéro pollinisation

b-Agents de pollinisation.

Le pollen peut être transporté par le vent, par les insectes ou par certains animaux.

- ▶ Pollinisation par le vent : on parle alors de plantes anémogames, ces pollens anémophiles sont adaptés à leur mode de transport, ils sont lisses et légers, petits (8 à 15 μ) et produits en grand nombre pour pallier à un échange aléatoire dans l'espace. Les fleurs sans pétales, ou pétales non attractifs, étamines longues et souples, aisément agitées par le vent. Stigmates plumeux et récupèrent le pollen libéré.
- ▶ Pollinisation par les insectes : on parle de plantes entomogames; les pollens entomophiles sont transportés de façon plus ciblée vers la fleur, qui sont moins abondants et de grande taille (200 à 250 μ) , Ces pollens entomophiles présentent souvent des moyens d'accrochage avec l'insecte (collant, aspérité adhérente,..), les fleurs présentant des pétales très colorés odorantes et des glandes sécrétant du nectar. Insectes en venant puiser le nectar, se poudrent de pollen et le transportent involontairement sur d'autres fleurs.
- ▶ D'autres agents pollinisateurs :- animaux (oiseaux, chauves-souris, mollusques...) et par l'EAU pour certaines plantes aquatiques. ou par l'homme et elle est dite pollinisation artificielle.

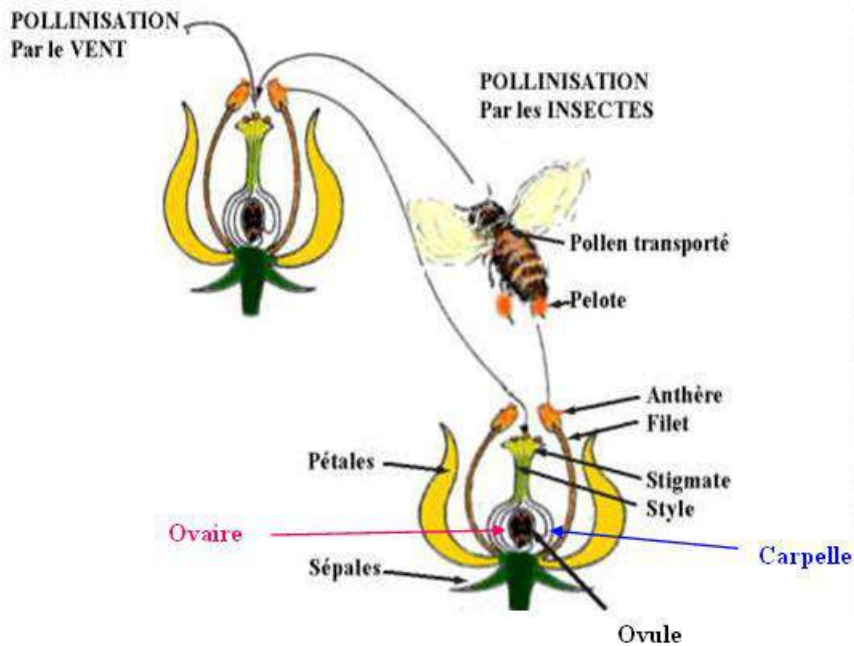


Schéma montrant les deux voies de pollinisation : vent et insectes

04- GERMINATION ET CROISSANCE DU TUBE POLLINIQUE

Les grains de pollen apportés sur le stigmate d'une plante adhèrent aux papilles stigmatiques recouvertes d'un liquide visqueux et en relation avec le tissu conducteur du style. Chaque grain de pollen gonfle en absorbant l'eau, on dit qu'il germe .

Par un des pores germinatifs de l'exine, le grain de pollen pousse un tube de plusieurs cm de longueur appelé tube pollinique

Ce tube s'allonge dans le style; le noyau végétatif et le noyau reproducteur se placent à l'extrémité de ce tube entraînant ainsi une partie du cytoplasme du grain de pollen, le noyau végétatif étant toujours en tête. La croissance du tube pollinique peut atteindre 10 à 20 cm et elle est assurée grâce à une activité considérable de l'appareil de Golgi. Le tube pollinique atteint l'ovule dans la cavité ovarienne et enfin arrive jusqu'à l'oosphère du sac embryonnaire (le plus souvent par le micropyle)

Condition de germination et de croissance du tube pollinique :

Longévité : (la durée de vie du pollen) il ne faut pas qu'elle soit dépassée

L'eau : présence de l'eau au niveau du stigmate

Énergie : assurée par la sécrétion du sucre par les cellules du style et du stigmate

Sels minéraux : le bore et le calcium sont indispensables à ce phénomène

Température : la croissance du tube pollinique est arrêtée à moins de 5°C et plus de 30°C

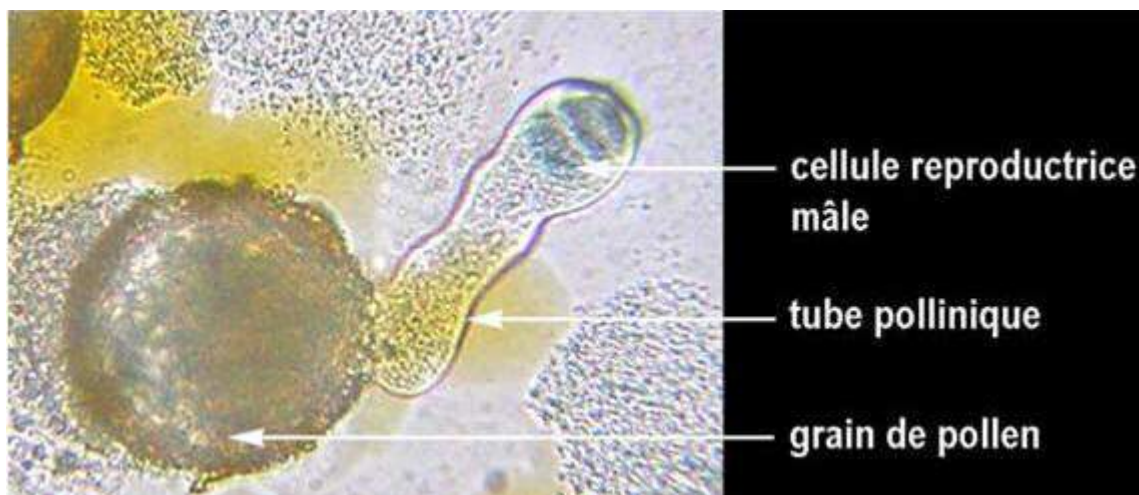
05- FECONDATION :

Le Grain de pollen germe sur stigmate. Le tube pollinique pénètre dans le style puis dans l'ovaire, jusqu'à l'ovule.

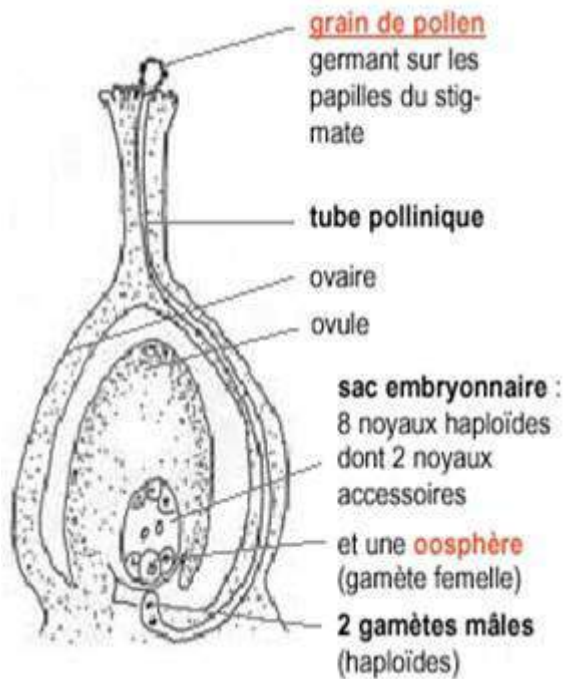
Le contenu du tube se décharge dans le sac embryonnaire, le noyau végétatif dégénère tandis que l'un des spermatozoïdes s'unit avec l'oosphère et donne le zygote principal diploïde (à 2n).

L'autre spermatozoïde s'associe aux noyaux polaires et va former un zygote accessoire triploïde (à 3n). **C'est la double fécondation des angiospermes.**

Après cette fécondation, l'ovule se transforme en graine tandis que l'ovaire se développe en fruit contenant une ou plusieurs graines. Les autres parties du gynécée et de la fleur disparaissent généralement.



La croissance du tube pollinique permet l'acheminement de la cellule reproductrice mâle.

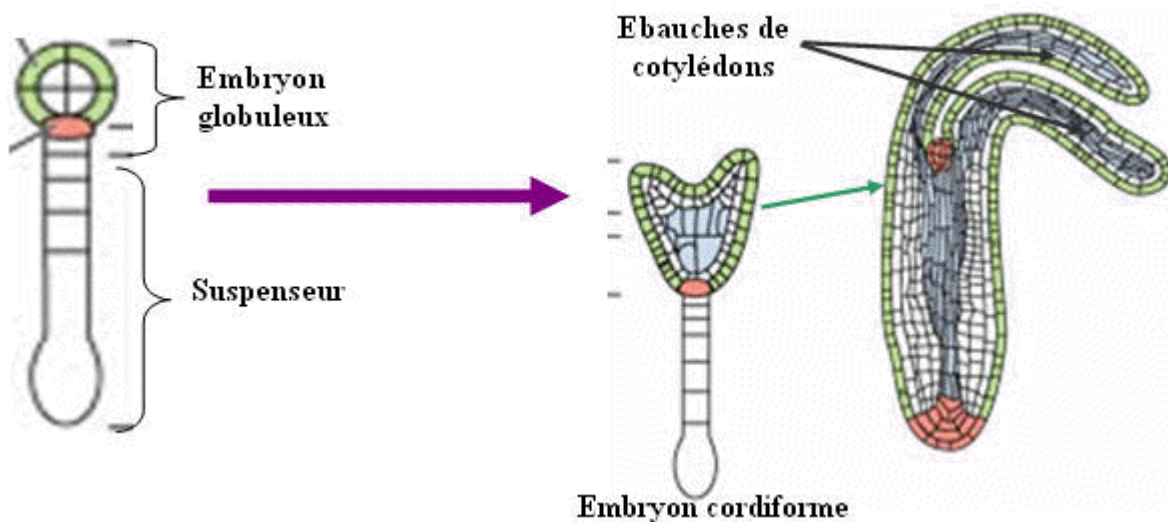


DOUBLE FECONDATION

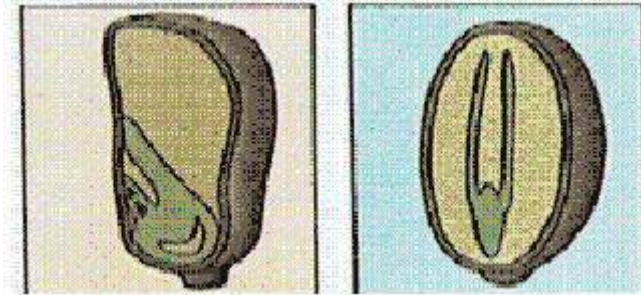
06- Développement de l'embryon

Le zygote principal va subir une première mitose transversale pour donner deux cellules superposées (figure 93) :

- une cellule basale située du côté du micropyle, qui, en se divisant, donne une file de cellules qui constituent le **suspenseur**,
- une cellule terminale qui, en se divisant, donne un petit massif méristématique **l'embryon globuleux**. Cet embryon globuleux change de forme à mesure que ses organes se différencient. Il devient un embryon cordiforme.



- du côté du suspenseur, il y a formation de la radicule
- **une** (Monocotylédone) ou **deux** (Dicotylédones) ébauches de cotylédons se forment. Les cotylédons sont les premières feuilles de la plantule.
- gemmule (bourgeon terminal) se forme du côté des cotylédons. C'est l'ébauche de la tige feuillée



Monocotylédone

Dicotylédones

la radicule et de la gemmule, en se développant, forment la **plantule**.

Le zygote accessoire va donner une masse de cellules inorganisées, à rôle nourricier **l'albumen**. est un tissu transitoire qui, suivant les espèces, s'accroît plus ou moins vite par rapport à l'embryon mais qui, finalement, sera digéré par ce dernier soit pendant la formation de la graine, soit à sa germination .

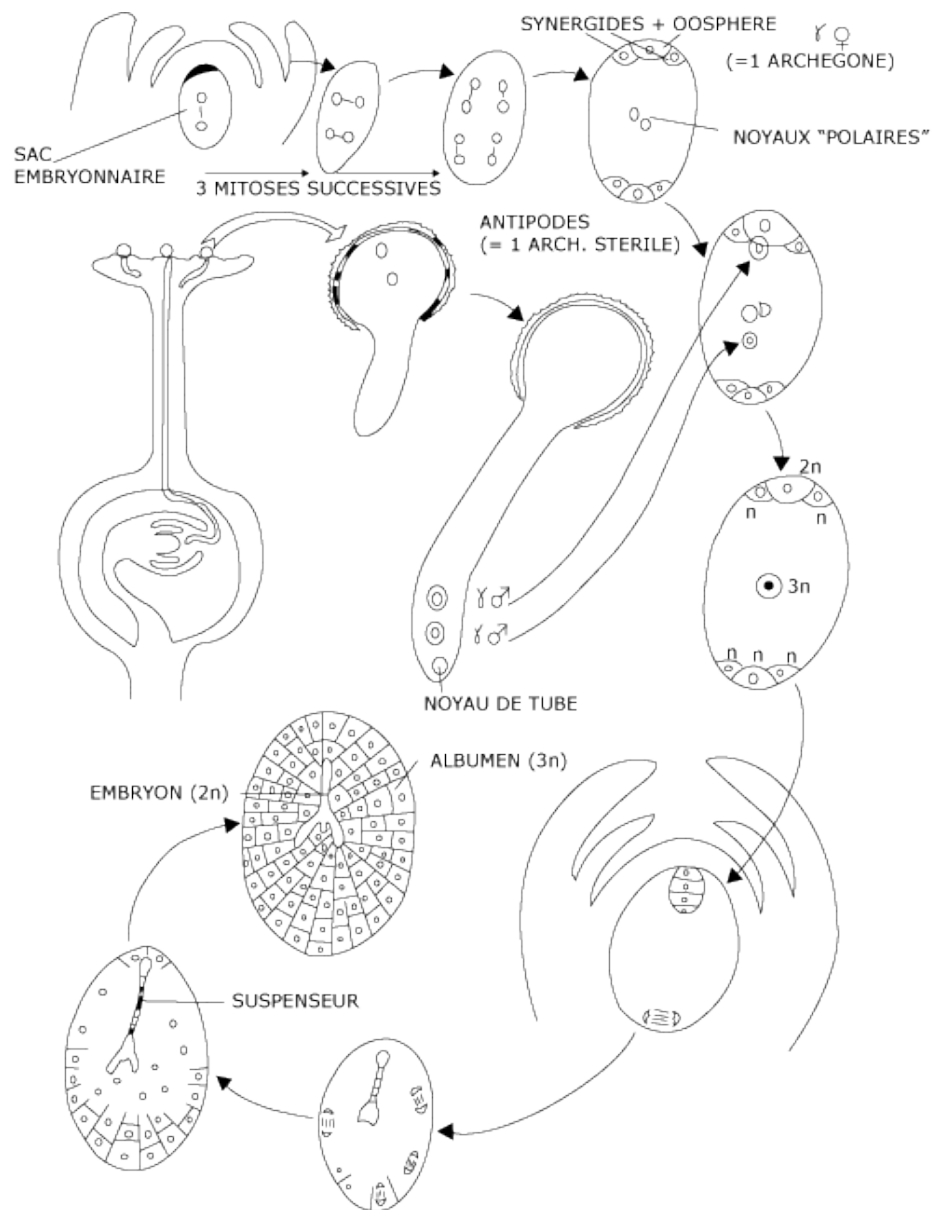


Schéma montrant la gamétogenèse et la fécondation chez les angiospermes

07- FORMATION DE LA GRAINE

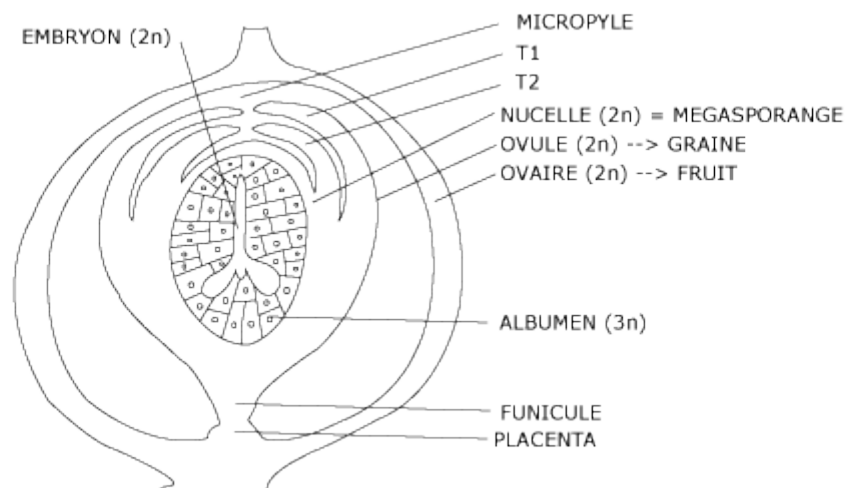
Suivant le tissu de réserve que constitue la graine on peut citer trois sortes :

- o GRAINES ALBUMINEES : Lorsque les réserves sont localisées dans l'albumen. Dans ce cas les cotylédons ne sont pas gorgés de réserves.

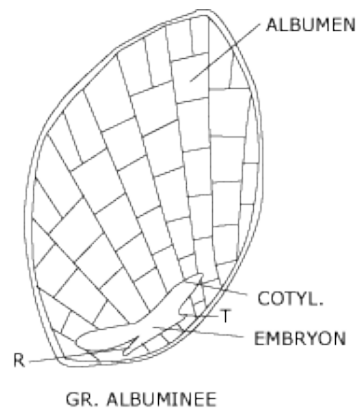
- o GRAINES EXALBUMINEES : Lorsque les réserves de l'albumen sont digérées et stockées dans les cotylédons. Dans ce cas, l'albumen est réduit et les cotylédons sont développés.
- o GRAINES A PERISPERME : Lorsque les réserves de l'albumen sont digérées et sont stockées dans le nucelle entourant le sac embryonnaire.

Le devenir des téguments de l'ovule

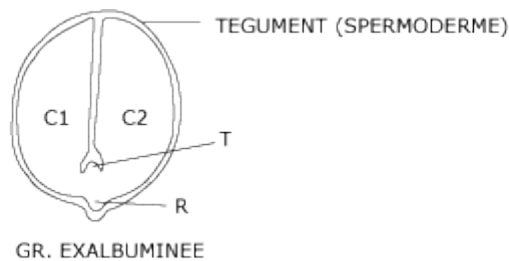
- o Le tégument externe de l'ovule (prémine), s'épaissit et durcit
- o Le tégument interne de l'ovule (secondine) reste mince et transparent



- Devenir du zygote principal : embryon
- Devenir du zygote accessoire : albumen (tissu nourricier)
- Devenir de l'ovaire : fruit
- Devenir des téguments de l'ovule : téguments de la graine
- Devenir des parois de l'ovaire : péricarpes du fruit



Graine albuminée



Graine ex albuminée

08- LE FRUIT

- o Le rôle : -Protection de la graine, -Réserves
- o Structure d'un fruit

La paroi du fruit ou péricarpe est constituée, de l'extérieur vers l'intérieur, de l'épicarpe, du mésocarpe et de l'endocarpe issus des enveloppes du carpelle. Le développement relatif et la consistance de ces trois parties opposent les fruits charnus aux fruits secs.

- o les diverses sortes de fruits

Tous les vrais fruits proviennent d'un ovaire supère

- **Fruits secs**

- **Fruits sec indéhiscents :**

AKENE : fruit sec ne contenant qu'une seule graine et ne s'ouvrant pas à maturité (indéhiscents) ex : chêne (gland)

SAMARE : akène enveloppé d'une membrane largement étalée, présente une aile.

disamare : 2 fruits accolés portant chacun une aile divergente (ex : érable)

CARYOPSE : fruit sec indéhiscents présente une paroi intimement soudé à la paroi de la graine (ex : blé, maïs.)

Fruit sec déhiscent :

CAPSULE : fruit sec s'ouvrant à maturité pour dissémination des graines (plusieurs graines par fruits) par des fentes longitudinales ou par des trous (déhiscent)

ex : fusain (4 valves) , marronnier , peuplier , saule , buis , coquelicot , pavot

GOUSSE : fruit sec s'ouvrant par 2 fentes longitudinales (déhiscent) et se séparant en 2 valves ; nombreuses graines. ex : haricot, pois, robinier, lupin

SILIQUE : fruit sec s'ouvrant en 2 valves (déhiscent) et laissant au milieu une mince membrane ; la silique est toujours plus longue que large . Ex : (chou)

• **Fruits charnus**

Fruit à chair molle et charnue ; les graines qu'ils renferment sont libérées par destruction , putréfaction de cette chair .

BAIE : fruit dont le péricarpe est charnu et, contenant plusieurs graines : les pépins

ex : vigne (raisin), houx, sureau, troène, lierre, tomate.

Remarque: les agrumes sont des baies particulières : l'épicarpe jaune est riche en poches à essences

le mésocarpe blanc est spongieux et l'endocarpe membraneux constitue les cloisons limitant les quartiers ; chaque quartier est rempli de poils charnus comestibles

DRUPE : fruit charnu, contenant une seule graine : le noyau ; chaque noyau comprend un endocarpe scléreux

Ex : cerisier, pêcher, abricotier, noyer (noix = noyau), amandier

• **Faux fruits**

Tous les faux fruits proviennent d'ovaire infère.

POIRE, POMME.... partie charnue formée par le réceptacle gonflé : fausse baie ; la loge des pépins = paroi ovarienne : l'endocarpe ; mouche = vestiges des étamines.

• **Fruits multiples**

Tous les fruits multiples proviennent d'un gynécée à carpelles libres

FRAISE : partie charnue et juteuse formée par le réceptacle ; les vrais fruits proviennent de chaque carpelle et sont des akènes logés sur le réceptacle

FRAMBOISE , MURE...: chaque carpelle donne naissance à une drupe laquelle reste sur le réceptacle sec

• **Fruits composés (infrutescence)**

Ce type de fruit correspond à une fusion entre les fruits provenant de plusieurs fleurs d'une inflorescence (ex. : l'ananas, figue...)

Les modes de dispersion des fruits

- Dispersion par le vent
 - mécanisme d'encensoir : le pédoncule de la fleur est assez long , le vent le secoue et éparpille les graines qui s'échappent des orifices de la capsule (ex. : coquelicot , compagnon blanc , muflier)
 - fruits à « parachute » : leur surface est augmentée par des poils duveteux auxquels l'air offre une grande portance (ex. : pissenlit , clématite , platane)
 - fruits ailés : structure ailée issue de la paroi de l'ovaire ou de bractée (ex. : érable , orme , tilleul)

- Dispersion par les animaux
 - fruits uncinulés : munis de crochets adhérent à la fourrure des mammifères (ex. : benoîte, gaillet , aigremoine eupatoire)
 - fruits succulents : fruits mangés par les animaux mais les graines ne sont pas digérées et sont rejetées avec les matières fécales (ex. : sureau , groseillier , cerisier)
 - fruits explosifs : la déhiscence de certains fruits s'accompagne d'un véritable lancement des graines (ex. : genêt , balsamine , géranium)