



République Algérienne Démocratique et Populaire
Université Ziane Achour - Djelfa
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



1^{ère} année Tronc Commun

Biologie Végétale

Chargé du module:
D^r Ahmed Mortet

2020/2021

CHAPITRE 01 : INTRODUCTION A LA BIOLOGIE VEGETALE

Les végétaux sont des organismes qui ont une place importante dans le monde vivant, en effet leur métabolisme est primordial pour le reste des êtres vivants qui profitent de l'oxygène rejeté par ces organismes autotrophes. Le règne des végétaux se caractérise au niveau de leur structure, d'abord par leurs cellules, puis par la structure de leurs tissus.

1. Qu'est-ce qu'un végétal ?

On peut définir un végétal, ou une plante comme étant un être vivant autotrophe (capacité des végétaux à fabriquer leur propre matière organique carbonée à partir d'éléments minéraux et d'une source d'énergie), avec une immobilité apparente, un métabolisme secondaire et forme le producteur primaire dans la chaîne alimentaire. Un végétal est un organisme Eucaryote qui possède une cellule à double paroi, munie de plastes limités par une ou plusieurs membranes, et une partie de son matériel génétique est contenu dans un noyau.

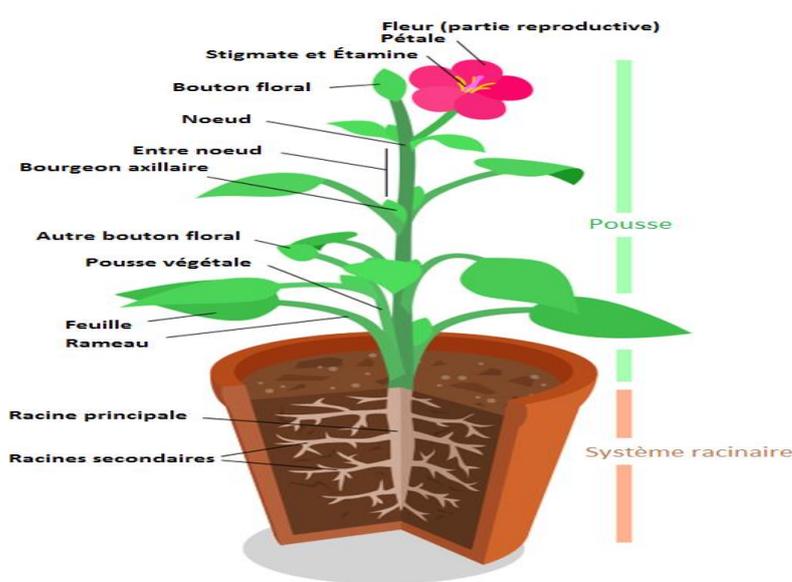


Figure 01 : Différentes parties de la plante

Selon cette définition, les Cyanobactéries, organismes Procaryotes photosynthétiques, sans noyaux, ni organites, ne sont pas des végétaux.

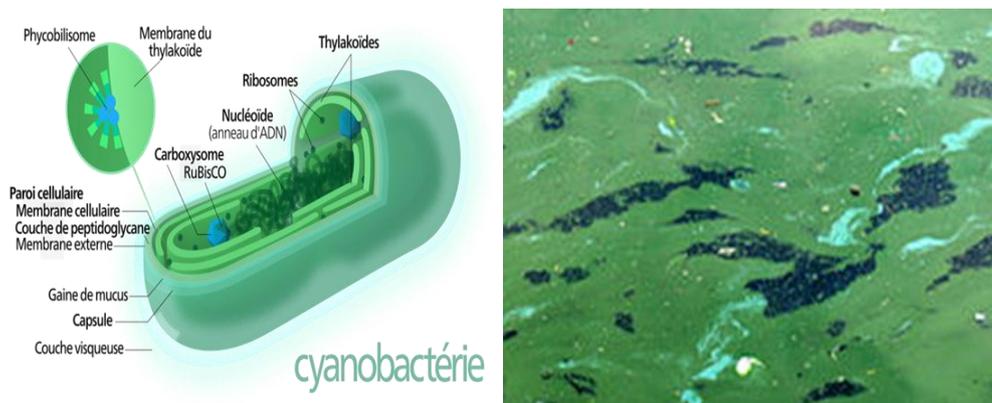


Figure 02 : Cyanobactérie

2. C'est quoi la Biologie végétale :

Science qui a pour objet d'étude, les végétaux vivants (grec logos = science et bio = vivant). Dans la littérature en biologie, des auteurs utilisent le terme Botanique (du grec botanê, qui signifie ((plante)) qui signifie ((nourrir)) comme étant l'étude du règne végétal.

3. La classification des végétaux :

La classification des végétaux s'appuie sur plusieurs critères cytologiques, anatomiques et morphologiques, ainsi, le règne végétal est traditionnellement subdivisé en deux grands groupes en fonction de l'organisation structurale du végétal : Présence d'un Thalle ou d'un Cormus, et donc on distingue les Thallophytes et les Cormophytes.

3.1. Les Thallophytes :

Ce sont des végétaux dont la structure est très simple appelé *thalle*, le thalle est composé par des cellules qui se ressemblent sans différenciation physiologiques où on ne peut distinguer ni racine, ni tige, ni feuilles ni vaisseaux conducteurs. Ils sont constitués soit par des cellules isolées soit par des filaments.

En fonction des espèces, certaines thallophytes sont unicellulaires comme les cyanobactéries (les algues bleues), et des fois le thalle présente des structures complexes et pluricellulaire, comme les champignons et les levures. La reproduction se fait par des spores ou des gamètes.

a. Les algues : Vertes, Brunes, Rouges

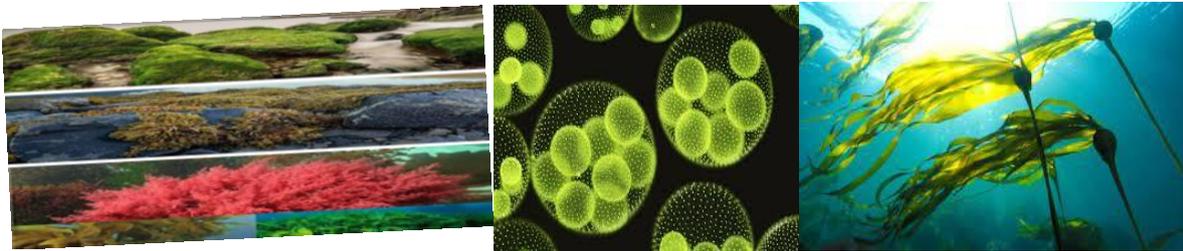


Figure 03 : Les algues

b. Les champignons : Ascomycota, Basidiomycota, Zygomycota, Chytridiomycota



Figure 04 : Les champignons (fungi)

c. Les lichens (champignons lichénisés) :

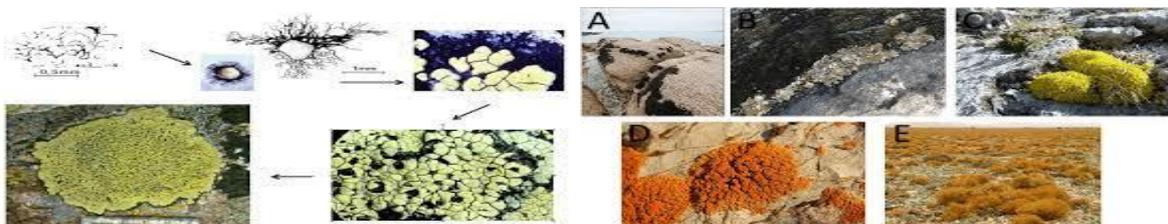


Figure 05 : Les lichens

3.2. Les Cormophytes :

Ce groupe est composé par les végétaux supérieurs qui correspondent à des organismes toujours pluricellulaires et dont les cellules eucaryotes sont réunies en tissus formant à leur tour des organes beaucoup plus complexe qu'un thalle appelé *cormus* d'où le nom de cormophyte.

Les cormophytes sont divisées en plusieurs embranchements :

a. **Bryophytes (Les mousses) :** La plante est formée de sortes de "tiges" et de "feuilles", par contre il n'y a pas de racines et pas de tissus conducteurs.



Figure 06 : Les mousses

b. **Ptéridophytes (Les fougères) :** Le système racinaire et l'appareil conducteur apparaissent mais il n'y a pas de fleurs et il n'y a pas de graines.

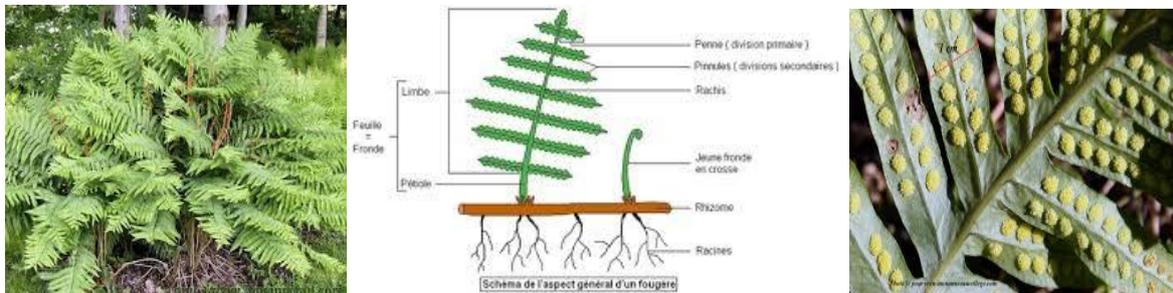


Figure 07 : Les fougères

c. **Spermaphytes (Phanérogames) :** Il est caractérisé par l'apparition de la fleur et de la graine d'où le nom de spermaphytes (du grec, sperma : graine ; phytes : végétal...), il a été subdivisé en 3 sous-embranchement :

- **Gymnospermes :** (Gymnos: nu ; sperma: graine), dans lesquelles les ovules (ébauches des futures graines) et les graines elles-mêmes ne sont pas entourées d'envelopes closes.



Figure 08 : Les gymnospermes

• **Chlamydospermes** : (Chlamydos: enveloppe; sperma : graine), leurs organes reproducteurs sont entourés d'une enveloppe simple. Ces végétaux sont isolés dans la flore actuelle et considérés comme des intermédiaires entre les gymnospermes et les angiospermes.



Figure 09 : Les chlamydospermes

• **Angiospermes** : Regroupent les plantes à fleurs, et donc les végétaux qui portent des fruits. Angiosperme signifie « graine dans un récipient » en grec par opposition aux gymnospermes (graine nue). Ils représentent la plus grande partie des espèces végétales terrestres, avec de 250 000 à 300 000 espèces. Les Angiospermes comprennent les Dicotylédones et les Monocotylédones.



Figure 10 : Les angiospermes

Tableau 01 : Résumé de la présence ou l'absence ces organes dans les thallo ou cormophytes

Embranchement	Appareil végétatif			Structure anatomique	Appareil reproducteur	
	Racines	Tiges	Feuilles	Eléments conducteurs	Fleur	Graine
Thallophytes	0	0	0	0	0	0
Bryophytes	Appareil végétatif pseudo-foliacé			0	0	0
Ptéridophytes	+	+	+	+	0	0
Spermaphytes (Phanérogames)	+	+	+	+	+	+

Source : V. HAMMICHE (1988) : Systématique et Morphologie botaniques. OPU, Alger.

4. Particularités de la cellule végétale

Les Angiospermes sont des végétaux supérieurs eucaryotes dont la cellule eucaryote est constituée d'un vrai noyau, une paroi pecto-cellulosique, une grande vacuole, des plastes et des cytosomes

- ✓ Dictyosome: organite cellulaire élaborant des sucres et des protéines.
- ✓ Plasmodesme: pont intercellulaire.
- ✓ Chromatine: substance du noyau de la cellule qui donne la couleur.
- ✓ Peroxysome: organelle du cytoplasme contenant des enzymes.
- ✓ Tonoplaste: la membrane qui sépare la vacuole du cytoplasme

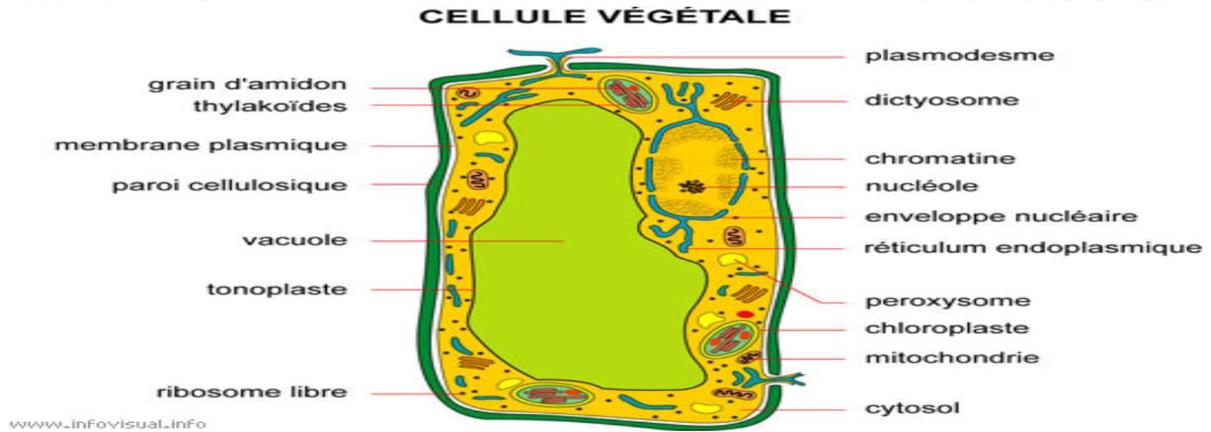


Figure 11 : Représentation schématique d'une cellule végétale Eucaryote

CHAPITRE 02. DIFFERENTS TYPES DE TISSUS

Introduction

Un tissu est un groupement de cellules semblables ayant la même origine embryologique et qui remplissent une fonction physiologique déterminée. Les tissus formeront des organes tels que les racines, les tiges, les fleurs... ; L'étude des tissus est appelée : **Histologie**.

A maturité, l'embryon mûre est protégé dans la graine. Celle-ci se déshydrate, entre en vie ralentie et généralement en dormance avant d'être disséminée.

✚ Conditions de germination : La germination est la levée de la dormance de l'embryon. Elle n'est possible que lorsque des conditions sont favorables. Il s'agit de l'eau, le dioxygène, une température optimale et accessoirement la lumière (pour les petites graines). Il existe deux types de germinations :

- **La germination épigée (du grec epi, sur et ge, la terre) :** l'allongement de la tige porte les cotylédons au dessus du niveau du sol (cas du haricot).
- **La germination hypogée (du grec, upo, sous et ge, la terre) :** la tige ne s'allonge pas et les cotylédons restent enterrés (cas du pois).

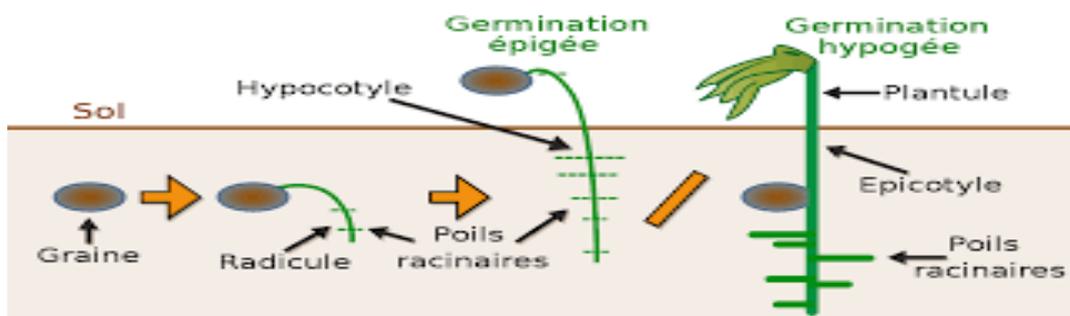


Figure 12 : Germination épigée et hypogée

1. Types des tissus végétaux

- **Tissu simple :** un tissu simple est un tissu composé d'une seule catégorie de cellules ; c'est le cas du parenchyme, du collenchyme et du sclérenchyme.
- **Tissu complexe :** un tissu complexe est constitué de plusieurs catégories cellulaires : parenchymateuses, sclérenchymateuses et conductrices.

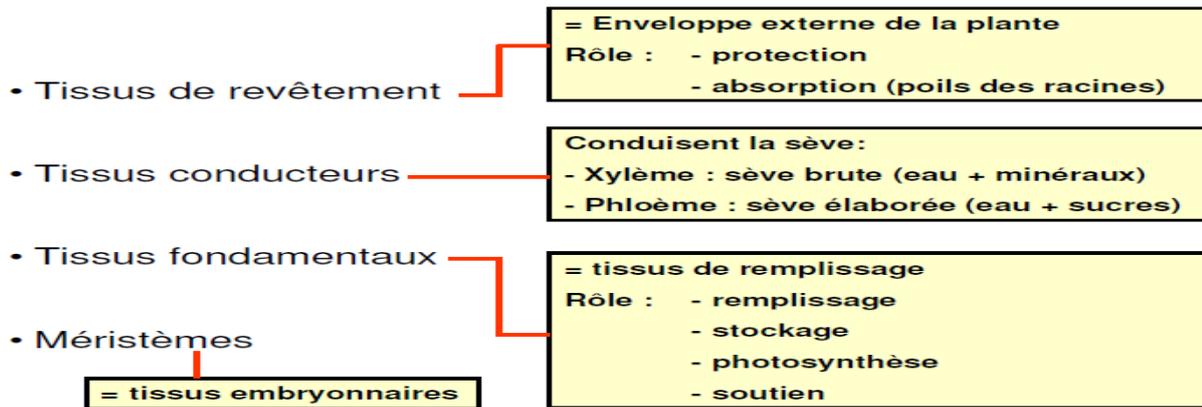
Types de tissus végétaux :

Figure 13 : Types des tissus végétaux

a. Les tissus primaires :**a.1. Les Méristèmes Primaires**

Méristème (du grec meri, partie et stemon, trame). Le méristème est un tissu végétal composé d'un groupe de cellules indifférenciées, à activité mitotique importante, responsables de la croissance indéfinie de la plante. Les méristèmes se présentent sous différentes formes, en différents lieux de la plante et ont des fonctions variées. L'embryon d'une plante Angiosperme comporte déjà les ébauches des futurs méristèmes caulinaires (des tiges) et racinaires qui se trouvent respectivement au niveau de la gemmule et de la radicule.

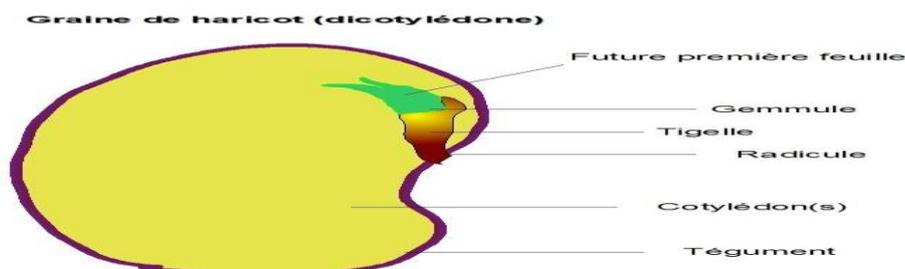


Figure 14 : Graine de l'haricot

Les méristèmes primaires apparaissent en premier au cours de l'embryogénèse (la formation de l'embryon), ces méristèmes primaires en fonctionnant vont donner des tissus. Ils sont dénommés tissus primaires pour les différencier des tissus secondaires qui apparaissent chez certaines plantes ultérieurement.

Les cellules des méristèmes primaires se localisent sur l'extrémité des tiges et des racines sont petites. A l'apex (l'extrémité d'une tige ou d'une racine), apparaissent les nouveaux organes grâce au fonctionnement des méristèmes, ce sont les méristèmes apicaux caulinaire situés sur la région apicale des tiges et les méristèmes apicaux racinaires localisés sur l'extrémité de la racine. Ils sont présents chez toutes les plantes, mais fonctionnent d'une manière différente. Ils assurent la croissance en longueur de toutes les plantes.

- isodiamétriques volumineux
- le noyau est sphérique, très riche en chromatine
- les vacuoles sont nombreuses et très petites et de plastes non différenciés
- proplastides.

a.1.1. Le méristème caulinaire

Le méristème caulinaire est responsable de l'élongation de la partie aérienne de la plante, de lui, apparaissent des cellules qui en se multipliant et en se différenciant donneront les tiges, les feuilles, les bourgeons axillaires et les bourgeons floraux, il est donc histogène et organogène. De manière tout à fait répétitive et indéfinie, jusqu'à la mort de la plante.

Le méristème caulinaire n'est pas constitué d'un simple empilement de cellules, mais en réalité de plusieurs zones sans limites très nettes. Chez les Angiospermes, ce méristème forme un dôme de 0,5 à 3 mm de diamètre, composé de cellules de petite taille.

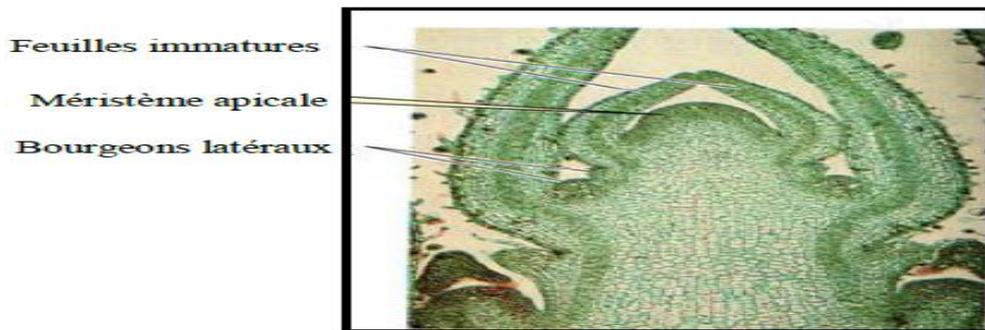


Figure 15 : Méristème caulinaire

La section centrale du méristème caulinaire révèle l'existence de trois régions:

- ✚ Une zone axiale, **Za**
- ✚ Une zone latérale, **ZL**
- ✚ Un méristème médullaire, **Mm**

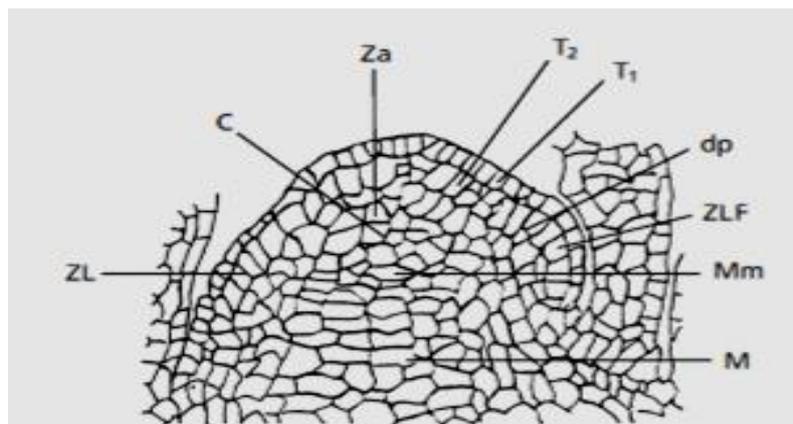


Figure 16 : les régions de méristème caulinaire

a.1.2. Le méristème racinaire

Le méristème apical de la racine est lui aussi formé durant l'embryogenèse. Il élabore les tissus de la racine et la coiffe: il est uniquement histogène. Il ne produit pas d'organes latéraux et n'est donc pas organogène.

Les racines latérales se forment de manière endogène à quelque distance de l'apex à partir du péricycle (assise cellulaire située entre l'écorce et la stèle). Le péricycle initie les ramifications de la racine. La structure et le fonctionnement des ramifications sont identiques à celui du méristème apical de la racine.

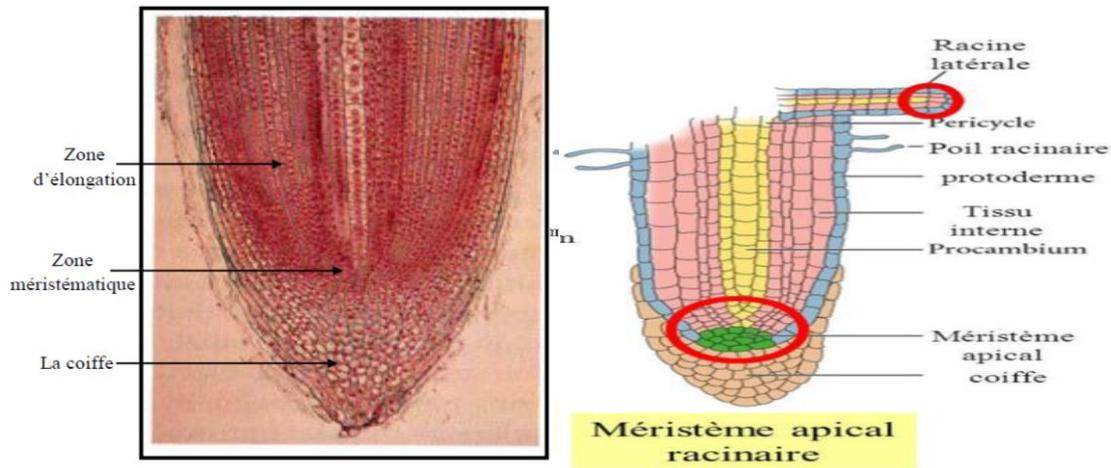


Figure 17 : Méristème racinaire

a.2. Les Tissus de revêtement (Protecteurs)

Ce sont des tissus de surface et de recouvrement qui permettent la protection de la plante contre les agressions extérieures.

a.2.1. L'épiderme

Tissu primaire compact formé d'une seule assise de cellules superficielles vivantes présente à la surface de toute la plante, il recouvre les organes aériens et les protège contre la dessiccation et les agressions extérieures tout en permettant de réguler les échanges gazeux avec l'atmosphère.

Par endroit, ces cellules sont épaissies par la cuticule qui forme un film protecteur à la surface de celle-ci. Elles ne possèdent pas de chloroplaste. L'épiderme est interrompu au niveau des stomates dans les feuilles et parfois par des poils.

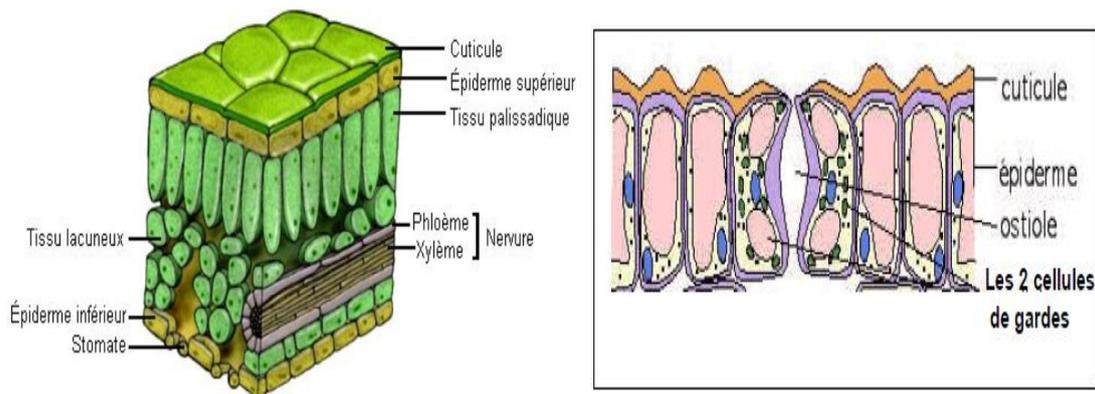


Figure 18 : L'épiderme

Stomates

- ✓ Ils ponctuent l'épiderme,
- ✓ Ils sont constitués d'un orifice, l'ostiole, entouré de deux cellules de garde qui se font face au dessus d'un espace vide, la chambre sous-stomatique,
- ✓ Leur nombre varie selon l'espèce et l'emplacement sur la feuille (absents chez les plantes immergées, présents seulement sur les faces supérieures au contact de l'atmosphère chez les plantes flottantes ; chez les Dicotylédones ils sont plus nombreux sur les faces inférieures, protégées de la lumière).

✓ Ils régulent les échanges gazeux (air et vapeur d'eau) par leur degré d'ouverture qui est fonction des conditions extérieures (T° et humidité).

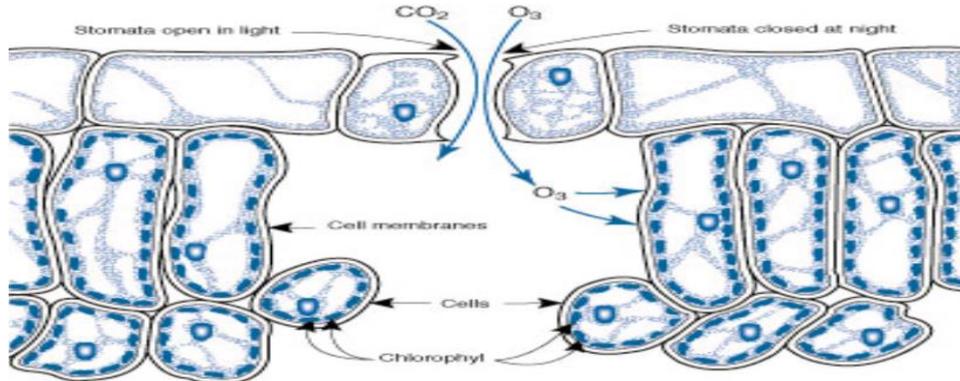


Figure 19 : Stomate

Poils:

- ✓ une seule ou plusieurs cellules,
- ✓ forme plus ou moins allongée,
- ✓ aspect variable : simple, ramifié, globuleux...
- ✓ les poils ont un rôle protecteur chez les espèces des régions chaudes, sécréteurs ou encore absorbants.



Figure 20 : Poils

a.2.2. Le rhizoderme ou l'assise pilifère

Les cellules épidermiques peuvent être remplacées au niveau de la racine par l'assise pilifère, elle est présente au niveau de jeunes racines au niveau de la région absorbante. L'assise pilifère contient des cellules très étirées et très perméables et indispensables à l'assimilation de l'eau et des nutriments solubles (sels). Certaines de ces cellules sont hypertrophiées et prennent de cette manière la forme d'un poil, dit poil absorbant.

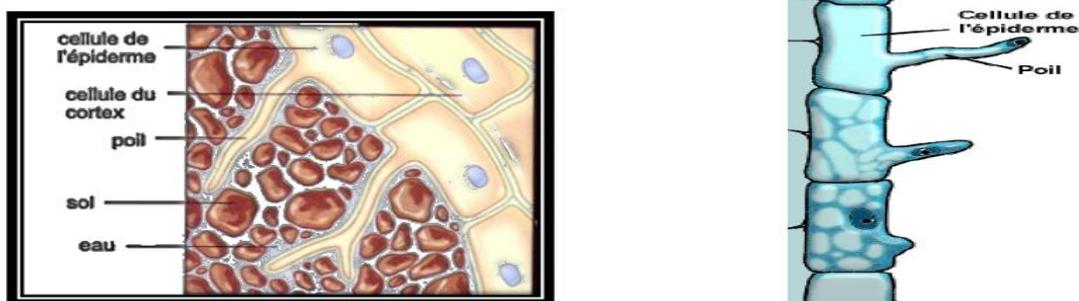


Figure 21 : Rhizoderme (a) et poil absorbant (b)

a.2.3. L'endoderme

L'endoderme est l'assise la plus profonde de l'écorce au niveau des racines. Il a un rôle de protection au sein de la plante, et ceci par le tri des substances assimilées par la plante. De cette manière, seules certaines d'entre elles pourront migrer jusqu'aux tissus conducteurs.

Les cellules de l'endoderme présentent une lignification et subérification, plus les plantes vieillissent plus l'endoderme va se lignifier ainsi on observe des épaissements subéreux en forme de cadre formant les cadres de Caspary qui empêchent les transports par voie apoplasmique (permissive) en obligeant la voie symplasmique (restrictive). Cette caractéristique lui permet de jouer son rôle de filtre.

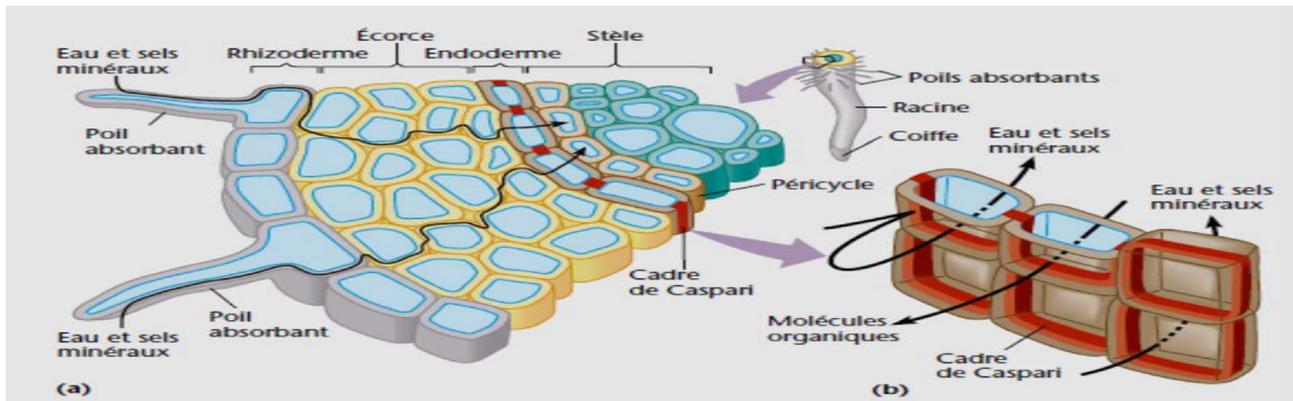


Figure 22 : L'endoderme

(a) L'eau et les sels minéraux peuvent progresser entre les cellules du rhizoderme et de l'écorce mais ils doivent passer à l'intérieur des cellules de l'endoderme à cause de la présence du cadre de Caspary. (b) Le cadre de Caspary oblige l'eau et les minéraux dissous provenant du sol à progresser dans les cellules de l'endoderme au lieu de passer entre elles.

a.3. Les Tissus de Remplissage: Les Tissus parenchymateux

Le parenchyme est un tissu de remplissage formé de cellules vivantes peu différenciées avec une paroi primaire mince et flexible; pas de paroi secondaire.

Les tissus parenchymateux sont les plus volumineux dans la plante, ils se situent dans la région corticale (le cortex) et la région médullaire (la moelle) des tiges et des racines, dans la feuille ils se trouvent dans le mésophylle et se trouvent dans la chair des fruits.

- Peu différenciées.
- Paroi primaire mince et flexible; pas de paroi secondaire.
- Effectuent la plupart des fonctions métaboliques (synthèse, photosynthèse).
- Peuvent accumuler des réserves (amidon généralement et se divisent plus à maturité).
- Peuvent se transformer en d'autres types de cellules dans certaines conditions (blessure).

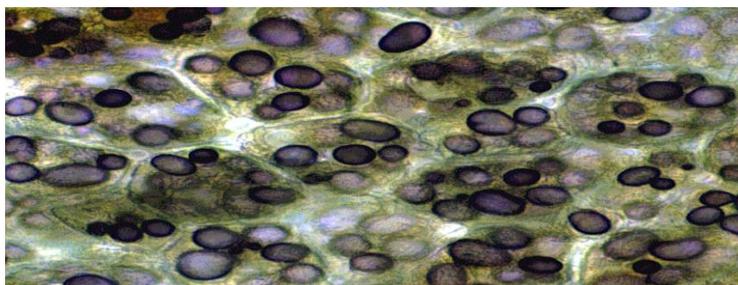


Figure 23 : Cellules de pomme de terre (parenchyme) contenant des grains d'amidon.

a.3.1. Les parenchymes chlorophylliens ou chlorenchymes

Les feuilles renferment principalement :

✚ **Le parenchyme chlorophyllien palissadique** : qui permet la photosynthèse. Les cellules qui composent ce parenchyme contiennent de nombreux chloroplastes. Au niveau des feuilles, le parenchyme palissadique se trouve sur la face supérieure est entouré par l'épiderme et parcouru par les nervures.

✚ **Le parenchyme chlorophyllien lacuneux** : se trouve en général sur la face foliaire inférieure, avec un nombre réduit de chloroplastes, il participe aux échanges gazeux par les stomates.

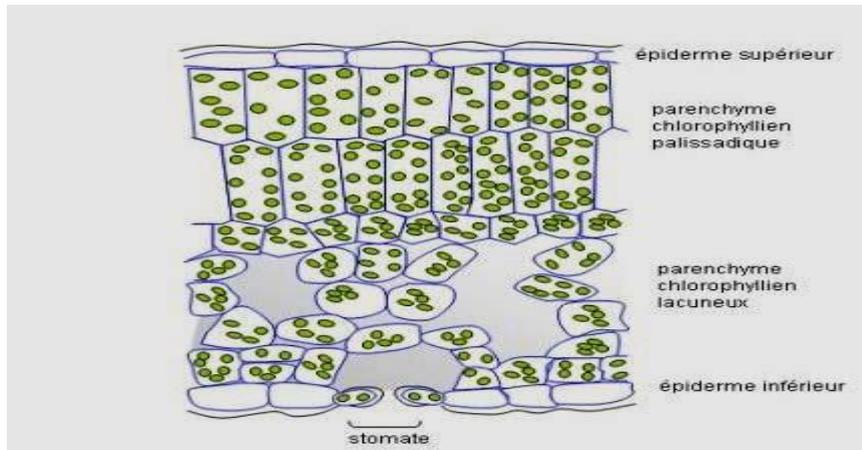


Figure 24 : le parenchyme chlorophyllien palissadique et lacuneux dans la feuille

a.4. Tissus de Soutien ou Tissus Mécaniques

Les tissus de soutien sont constitués de cellules à paroi épaisse lui donnant une certaine rigidité, en particulier chez les plantes herbacées, ce sont le collenchyme et le sclérenchyme.

a.4.1. Le collenchyme

C'est un tissu primaire qui se trouve sous l'épiderme, situé dans la périphérie des parties aériennes des organes jeunes en croissance (tige et pétiole), constitué de cellules vivantes aux parois cellululosiques qui permettent à la plante de continuer à croître dans la zone considérée, pas de paroi secondaire donc pas de lignine donc la paroi est souple, la cellule peut s'allonger.

- ✓ Tissu de soutien
- ✓ Paroi primaire épaisse et résistante (épaisse surtout « dans les coins »)
- ✓ Cellules allongées (forment des fibres ~ 2mm de longueur)
- ✓ Pas de paroi secondaire
- ✓ Soutien des parties en croissance comme les jeunes tiges (élastiques et peu rigides)

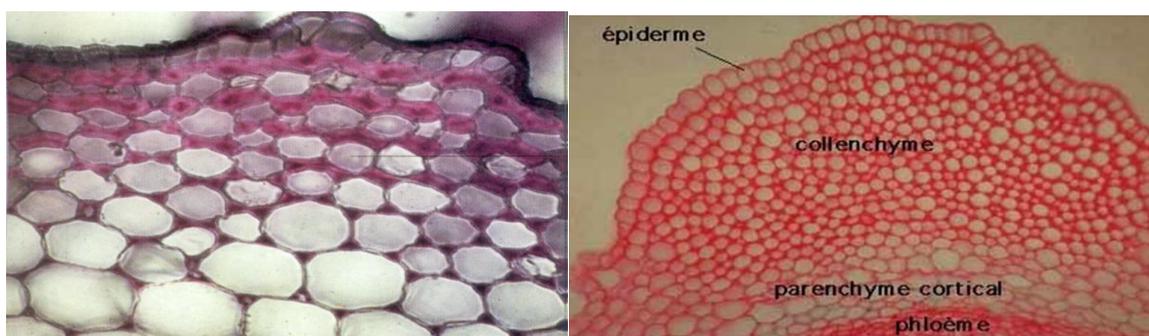


Figure 25 : Le collenchyme

On distingue différents types de collenchyme en fonction de l'épaississement de cette paroi:

- ✚ le **collenchyme annulaire**, dont les dépôts de cellulose de la paroi sont uniformes.
- ✚ le **collenchyme angulaire**, où l'épaississement cellulosique est concentré au niveau des angles de la paroi.
- ✚ le **collenchyme tangentiel ou lamellaire**, où seules les parois tangentielles, c'est-à-dire parallèles à la surface externe, sont épaissies. Ce type de collenchyme se retrouve dans l'écorce des tiges.

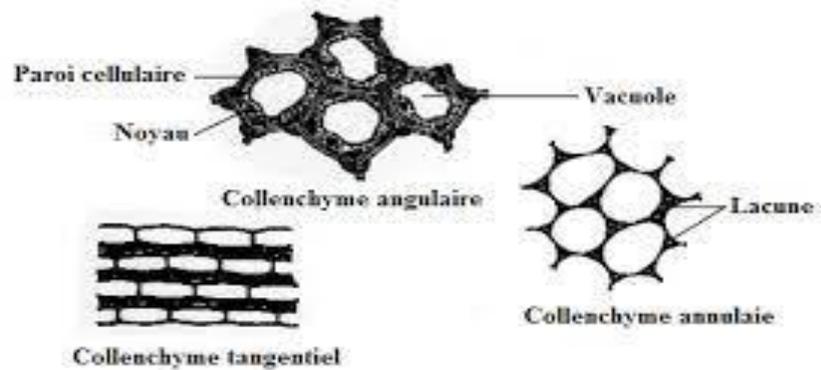


Figure 26 : Différents types de collenchyme

a.4.2. Le sclérenchyme

Le sclérenchyme est également un tissu primaire formé de cellules mortes dont les parois sont chargées de lignine (paroi secondaire épaisse et rigide imprégnée de lignine), bloquant la plante dans sa croissance dans la zone considérée.

Les cellules du sclérenchyme sont souvent regroupées en faisceaux formant des fibres végétales, ou alors quand ses cellules présentent des formes irrégulières, on les appelle les sclérites.

Chez les végétaux pourvus d'importants tissus secondaires comme les arbres, le rôle de soutien n'est plus assuré ni par le collenchyme ni par le sclérenchyme, mais par les tissus conducteurs secondaires.

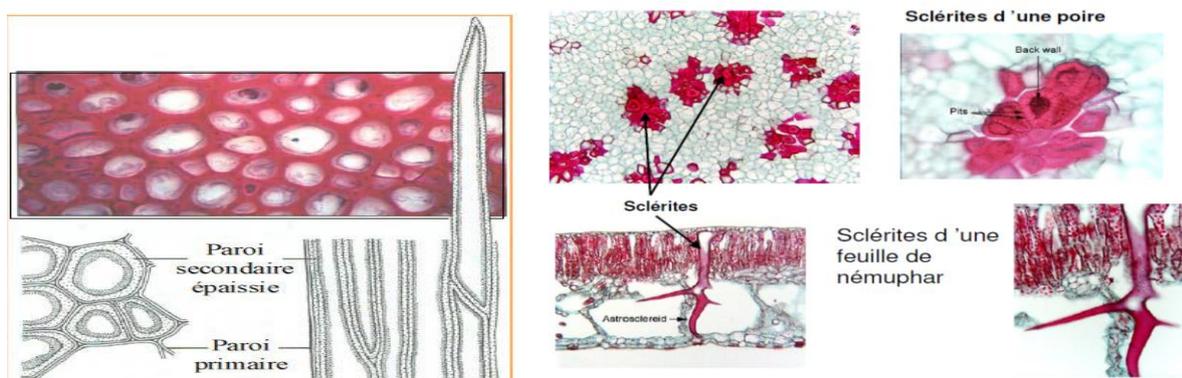


Figure 27 : Sclérenchyme et sclérites

- ✓ Cellules allongées (peuvent être très longues; quelques mm à plusieurs cm).
- ✓ Paroi secondaire épaisse et rigide imprégnée de lignine
- ✓ Cellules mortes en général
- ✓ Forment des faisceaux = fibres végétales
- ✓ Peuvent former des sclérites de forme irrégulière

a.5. Les Tissus Conducteurs

Toutes les plantes vasculaires (des fougères aux Angiospermes) possèdent des tissus conducteurs, ils permettent le transport de l'eau et des autres éléments absorbés ainsi que les différents produits de la photosynthèse vers toutes les parties de la plante.

Les cellules du tissu conducteur sont de longues cellules mises bout à bout formant ainsi de longues colonnes. Ces cellules permettent le passage de la sève dans tout l'organisme végétal. Il existe 2 types de vaisseaux conducteurs : le phloème et le xylème.

- ✚ **Un vaisseau** : Tube distribuant la sève dans les diverses parties d'une plante.
- ✚ **Un faisceau** : ensemble de tube fins et allongés, liées
- ✚ **Un faisceau criblovasculaire** : est l'ensemble du xylème et du phloème.

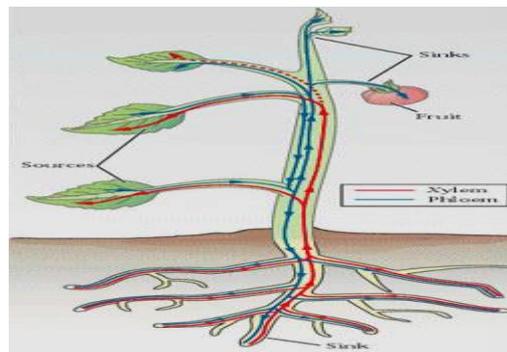


Figure 28 : le sens de la sève brute dans le xylème et la sève élaborée dans le phloème

Le xylème primaire et le phloème primaire sont les deux types de tissus conducteurs primaires chez les plantes herbacées. Ils sont groupés en faisceaux.

Chez les plantes ligneuses, entre le xylème primaire et le phloème primaire, se met en place une zone de cellules peu différenciées à divisions actives. Cette zone génératrice appelée cambium libéro-ligneux produit des cellules qui se différencient pour donner les tissus conducteurs secondaires qui sont le xylème secondaire (le bois, d'où le qualificatif ligneux) et le phloème secondaire (ou liber).

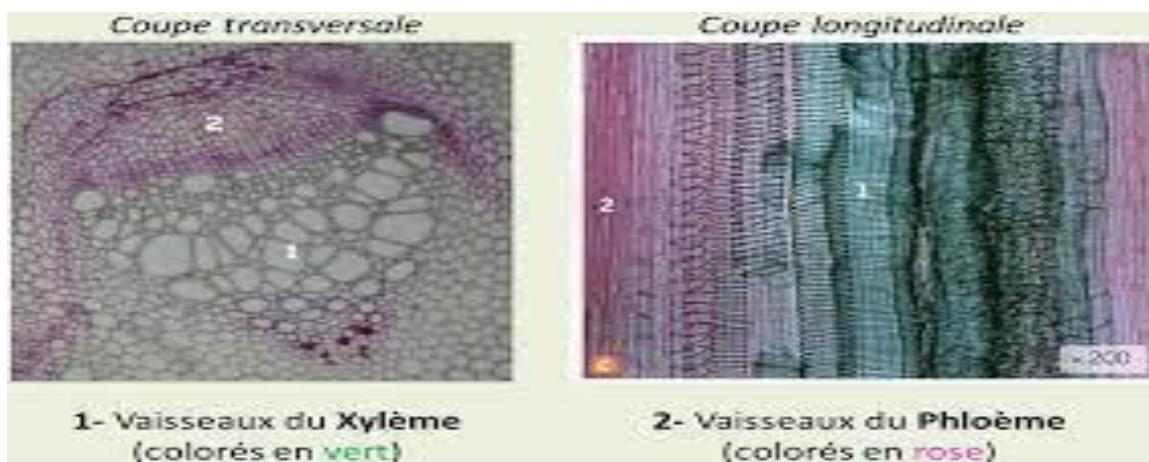


Figure 29 : Vaisseaux de xylème et phloème

a.5.1. Le xylème

Le xylème assure la circulation de la sève brute (eau et sels minéraux provenant du sol); à partir des racines jusqu'aux organes de la photosynthèse.

Le xylème est constitué de cellules mortes très allongées présentant des parois épaissies par des dépôts de lignine, interrompus par endroit pour permettre le passage de la sève brute.

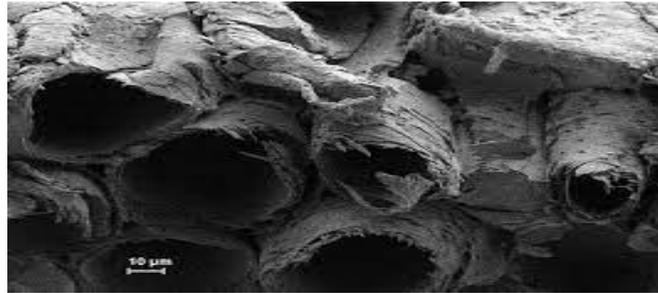


Figure 30 : Tissus du xylème

Le xylème présente deux types de cellules conductrices de sève :

- **Les trachées**, sont constituées de cellules mortes et dont leurs parois transversales ont disparu, assez courtes disposées bout à bout et parallèles entre elles.
- **Les trachéides**, sont constituées de cellules allongées et parallèles. Les extrémités sont en biseau, les cellules sont moins riches en lignines.

Dans les trachées, la circulation de la sève brute se fait essentiellement verticalement tandis que dans les trachéides la présence de paroi transversale provoque une circulation en chicane.

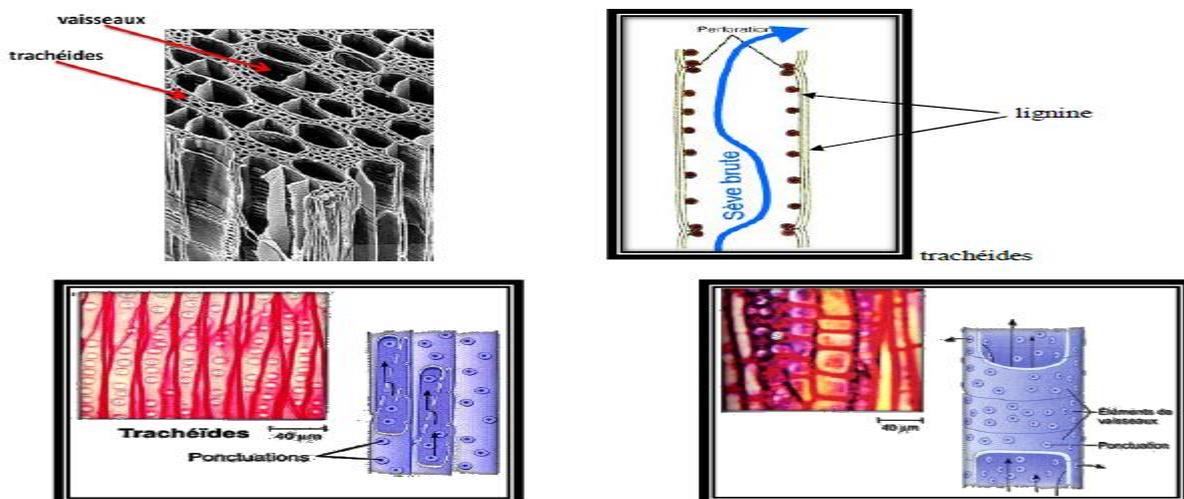


Figure 31 : Les éléments du xylème

- Les ponctuations permettent une circulation latérale de la sève

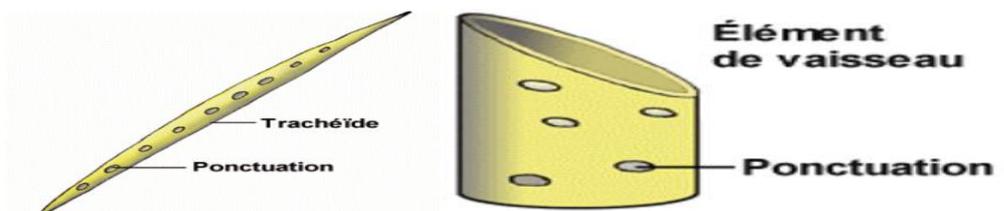


Figure 32 : Les ponctuations

a.5.2. Le phloème

Il assure essentiellement la circulation de la sève élaborée, c'est-à-dire la sève enrichie des substances issues de la photosynthèse. Ce tissu conducteur est constitué de **tubes criblés** et de **cellules compagnes**.

➤ **Les tubes criblés**, Cellules vivantes sans noyau, allongées dans le sens longitudinal placées bout à bout, à parois épaisses pectocellulosiques. Les parois transversales sont criblées de pores appelés cribles, permettant le transit de la sève.

➤ **Les cellules compagnes**, ce sont des cellules vivantes avec noyau, étroites allongée le long du tube criblé, Parois cellulosiques non criblées qui participent au contrôle de la circulation de la sève dans les tubes criblés.

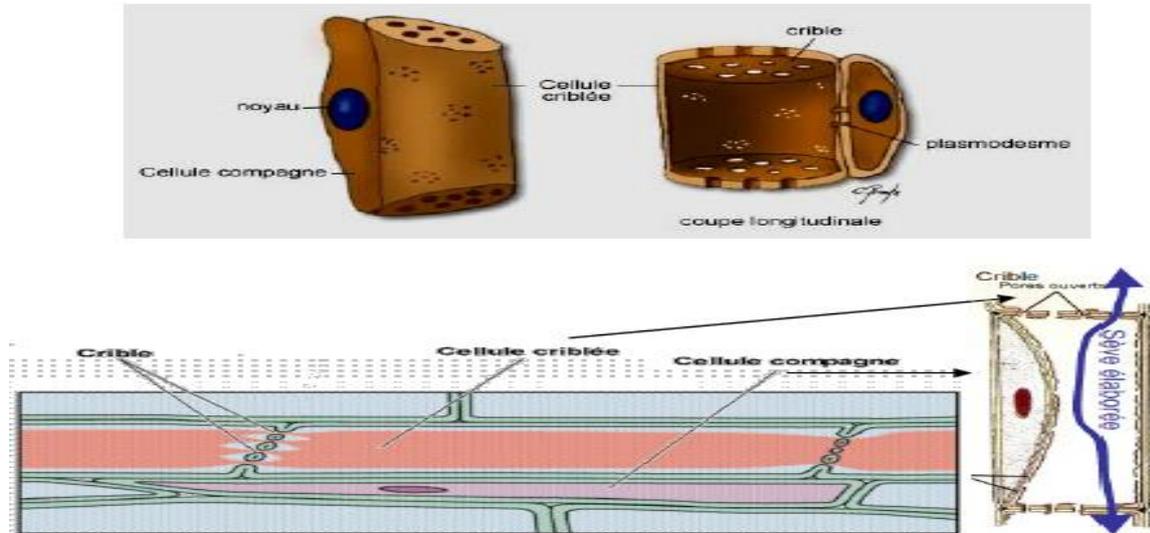


Figure 33 : Les éléments de phloème

a.6. Les tissus sécréteurs

Ils correspondent à des canaux ou poils sécréteurs, cellules sécrétrices, poches ou parenchymes de stockage, ils sont très variés aussi bien dans la forme que dans le mode de libération et peuvent se localiser dans tous les tissus.

Certaines cellules isolées dans le parenchyme ou groupées en poches ou en tubes synthétisent des substances. Elles peuvent soit stocker les produits, soit les sécréter dans des organes végétaux, comme les essences volatiles, qui produisent les parfums de certaines plantes (pétales de rose, thym, romarin, etc.)

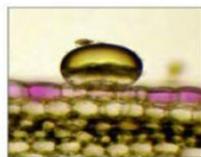


Figure 20 : (a) : Poil épidermique de la sauge



(b) : Poil épidermique de l'ortie

Figure 34 : Poils

b. Les tissus secondaires

b.1. Le méristème secondaire

Le méristème secondaire est une zone génératrice apparaissant plus tard à maturité de la plante. Les cellules permettent une croissance en épaisseur autour de la tige et des racines des Angiospermes Dicotylédones, les Angiospermes Monocotylédones n'en possèdent pas.

Tableau 02 : Carectéristiques des méristèmes secondaires

Localisation	Dans les parties âgées des tiges et des racines
Rôles	Assurent la croissance en épaisseur
Cellules	Grandes, allongées et aplaties radialement
Noyau	Fusifforme, petit, appliqué contre la paroi
Cytoplasme	Peu important
Vacuoles	Une ou deux grandes vacuoles
Paroi	Paroi pecto-cellulosique
Plastes	Plastes non différenciés, proplastes
Inclusions lipidiques	Peu nombreuses

Dans les plantes on trouve deux méristèmes secondaires qui se différencient tardivement :

1. La zone génératrice libéro-ligneuse, ou **cambium**, se localise entre le xylème et le phloème, il est responsable de la formation des tissus conducteurs secondaires, il présente une activité mitotique orientée dans le sens radial responsable de la formation du xylème secondaire (le bois) vers l'intérieur et du phloème secondaire (le liber) vers l'extérieur

Le cambium est composé que d'une seule assise de cellules, sous la forme d'un cylindre appelé parfois « anneau cambial », il est créé à partir de cellule de parenchyme interfasciculaire qui subissent une dédifférenciation. Un anneau complet est issu de la fusion de deux types de zones cellulaires : les cellules de cambium interfasciculaire et les cellules du cambium intrafasciculaire. Cette fusion forme ainsi l'anneau cambial.

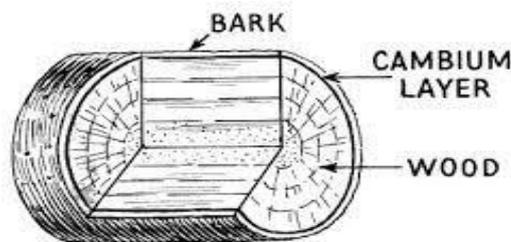


Figure 35 : Le cambium

2. La zone génératrice subéro-phéllodermique, ou **phellogène**, responsable de la formation des tissus protecteurs secondaires, il se trouve dans l'écorce, il est responsable de l'apparition du liège (suber) vers l'extérieur et du phelloderme vers l'intérieur.

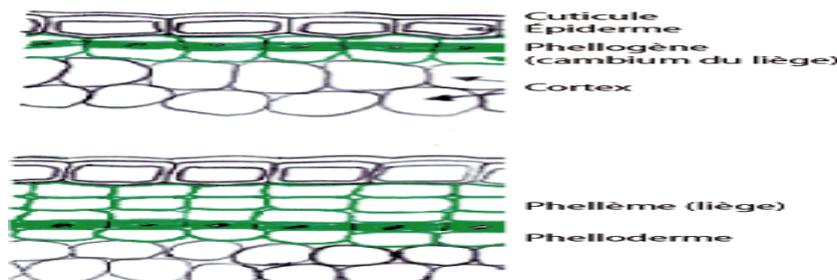


Figure 36 : le phellogène

b.2. Les tissus conducteurs secondaires

vont se développer et permettre la croissance en épaisseur du végétal. Ils prennent beaucoup d'importance. Ils remplacent petit à petit le xylème et le phloème primaires, ils vont assurer le transport de la sève et auront un rôle de soutien du végétal. Ils proviennent du cambium libéroligneux (ou "cambium"), constitué de cellules courtes et de cellules longues.

1. Le liber : Il est disposé vers l'extérieur. Sa formation, centrifuge, est rythmique et donne des couches concentriques minces de cellules aplaties. Elles ressemblent à des feuilles d'un livre, d'où le nom de liber (= livre).

2. Le bois : Il se développe vers l'intérieur. Il a une croissance rythmique centripète, synchronisée avec les saisons. Il forme donc des couches annuelles.

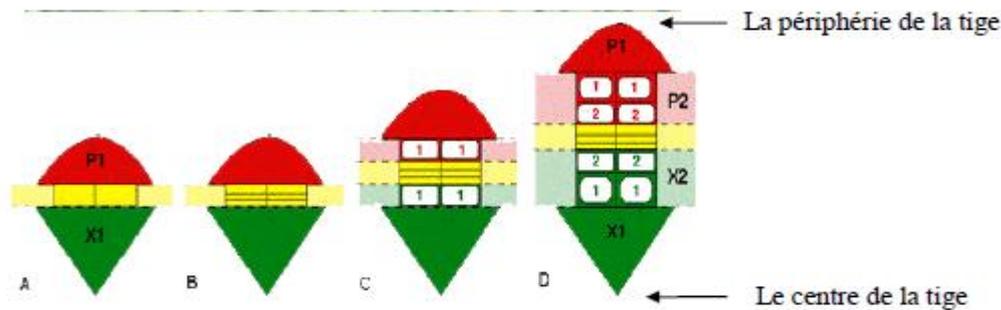


Fig 37 : Fonctionnement du cambium libéroligneux (tige)

CHAPITRE 3 : ANATOMIE DES ORGANES VEGETAUX

Les végétaux possèdent des organes qui ont des rôles spécifiques dans l'organisme, à première vue, une plante possède une structure relativement simple :

- ✚ Les racines ancrent la plante au sol et permettent l'assimilation de l'eau et des nutriments nécessaire à son fonctionnement.

- ✚ Les tiges jouent le rôle de support des organes photosynthétiques.

- ✚ Les feuilles sont les usines à photosynthèse où se fait la transformation de l'énergie solaire en énergie chimique

les monocotylédones comprennent des végétaux dont la plantule typique ne présente qu'un seul cotylédon sur l'embryon. À cette particularité principale s'ajoutent les caractéristiques suivantes :

Tiges : pas de formation de bois secondaire et absence d'un véritable tronc ; même si certaines monocotylédones (palmiers, bananiers, Pandanus...) ont un port arborescent, on ne rencontre pas dans cette classe de vrais arbres au sens strict.

Feuilles : présentant généralement des nervures parallèles.

Fleurs : fondamentalement trimères : 3 sépales, 3 pétales, 2x3 étamines, 3 carpelles

En général, les dicotylédones présentent une plantule à deux cotylédons, et on observe, au niveau des tiges et racines, la présence de cambium permettant la formation de bois et de liber, les grains de pollen ont 03 ouvertures (zones de faiblesse permettant le passage du tube pollinique), les monocotylédones ont une seule ouverture.

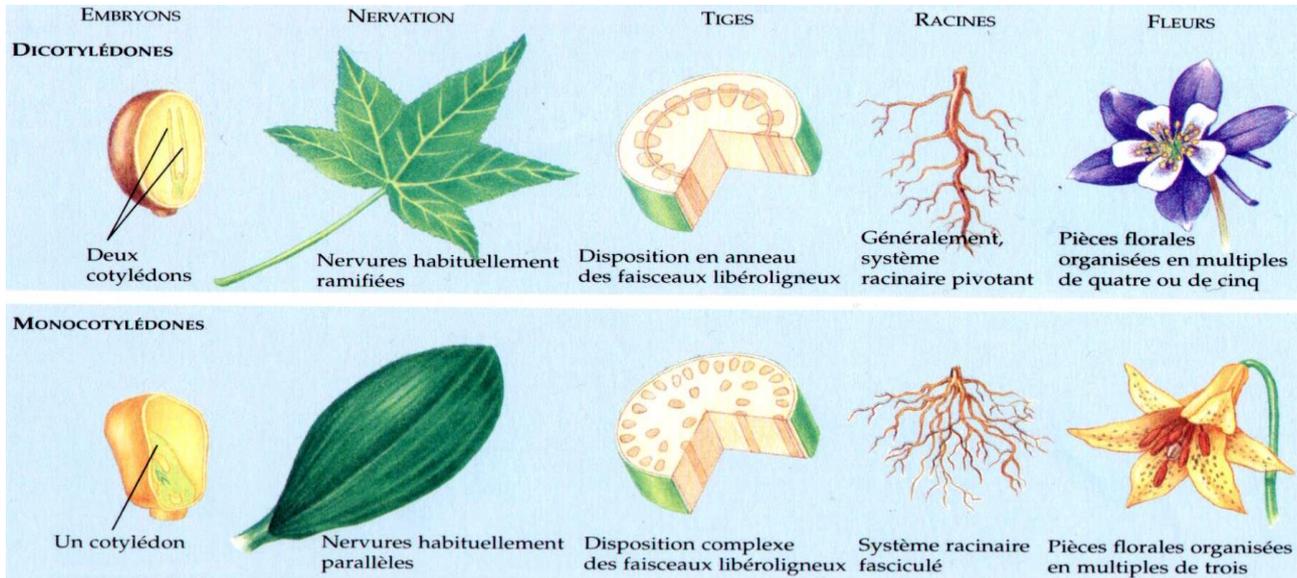


Figure 38 : La différence entre les plantes monocotylédones et dicotylédones

1. la racine

La racine est l'organe souterrain d'une plante servant à la fixer au sol et à y puiser l'eau et les éléments nutritifs nécessaires à son développement, la racine peut aussi jouer le rôle d'organe de réserve, elle résulte du développement de la radicule de l'embryon qui était dans la graine.

La jeune racine présente, en partant de son extrémité (**fig. 39**), une zone embryonnaire qui constitue le pôle de croissance, protégée par une coiffe conique qui protège le point végétatif ou apex racinaire composée de cellules se renouvelant constamment (les statocytes) qui sont impliquées dans la perception de la gravité grâce à leurs statolithe (organites spécifiques des cellules végétales, ce sont des amyloplastes spécialisés impliqués dans la perception de la gravité chez les plantes)

En suite, une zone d'allongement limitée à quelques millimètres, suivie par une zone pilifère (ou assise pilifère). La présence des nombreux poils permet d'augmenter considérablement la surface d'absorption de la racine. Ces poils meurent très vite et sont remplacés par d'autres au fur et à mesure de la croissance de la racine, ce qui fait que la zone pilifère est globalement toujours de la même taille. La zone suivante est une couche de cellules enrichies en subérine appelée assise subéreuse.

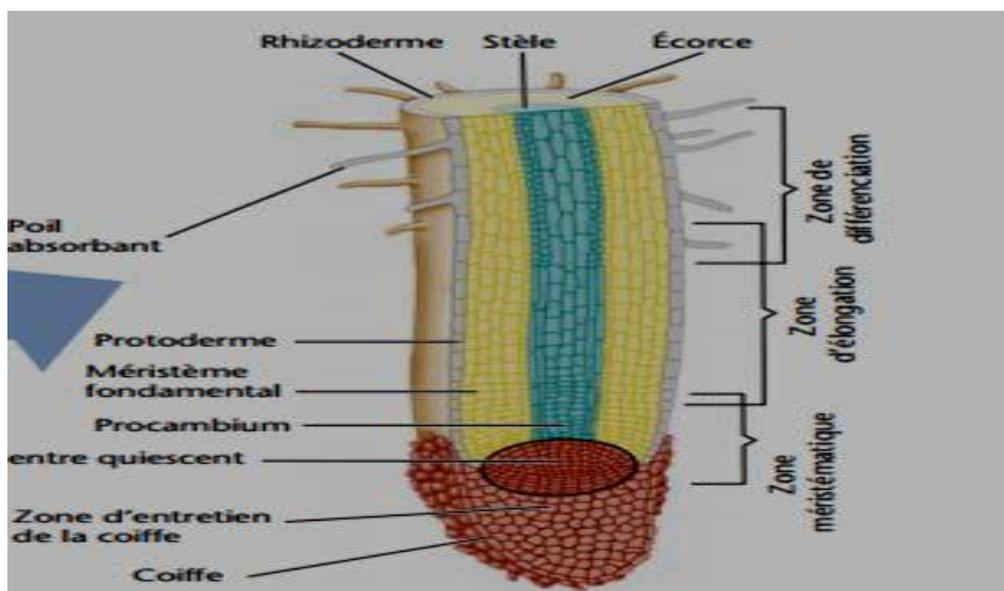


Figure 40 : Les zones dans la racine

Une coupe transversale d'une racine jeune présente une symétrie axiale et nous permet de distinguer deux zones essentielles : Ecorce (composé de rhizoderme et parenchyme cortical) et cylindre central (composé de l'endoderme, péricycle, tissus conducteur et parenchyme médullaire)

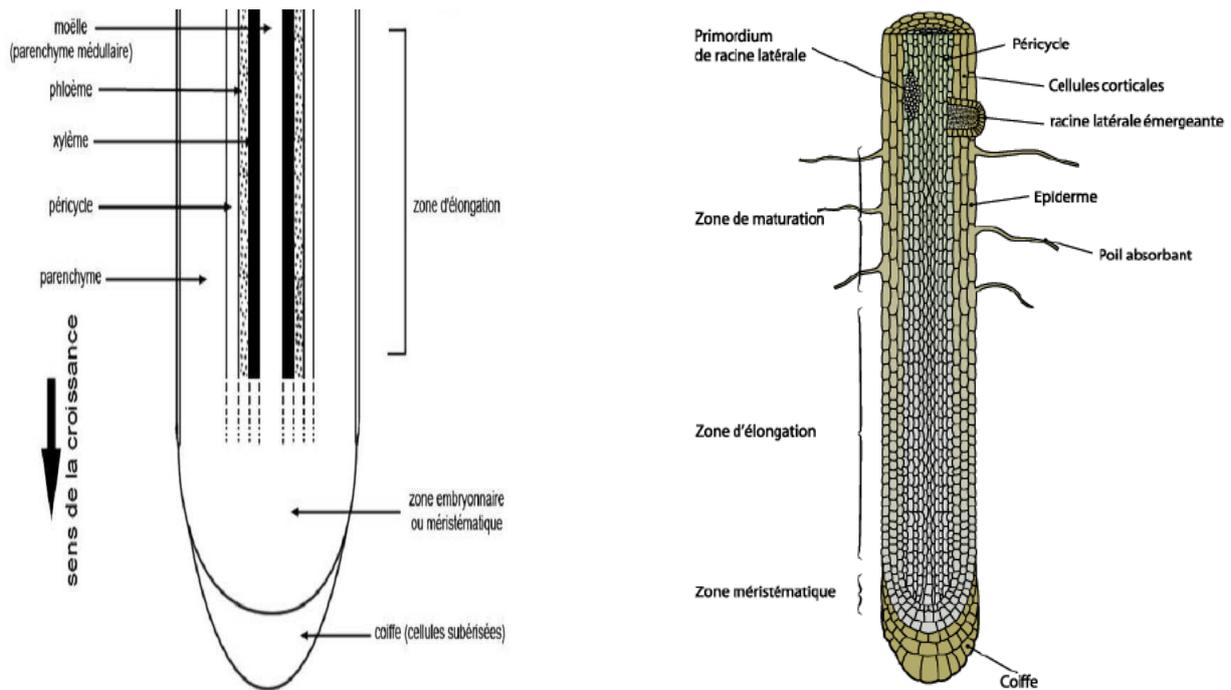


Figure 41 : coupe longitudinale dans la racine

Sur des coupes effectuées dans la racine au niveau des poils absorbant, on distingue de l'extérieur vers l'intérieur plusieurs structures :

- a- **Les poils absorbants** : se trouvent sur le rhizoderme
- b- **Le parenchyme cortical** : est formé de cellules laissant entre elles d'importants méats
- c- **L'endoderme** : se trouve entre l'écorce (le cortex) et la stèle (cylindre central)
- d- **Le péricycle** : responsable de l'apparition des racines secondaires
- e- **Le cylindre central (la stèle)**: limité par une couche mince de parenchyme aux cellules jointives et aux parois minces, le péricycle.

1.1. La structure anatomique d'une racine dicotylédone

1.1.1. Structure primaire :

- ✓ Le parenchyme corticale sclérifié, seules les parois radiales de l'endoderme sont subérisées (bande de Caspary) souvent moins visible que chez les monocotylédones
- ✓ L'endoderme présente une subérolignification en forme de cadre
- ✓ Apparition des formations secondaire ; le procambium qui donnera les tissus conducteurs secondaires. Présence fréquente d'un cambium qui apparait toujours entre xylème primaire et phloème primaire
- ✓ Les faisceaux criblovasculaires sont au nombre de 5 ou 6

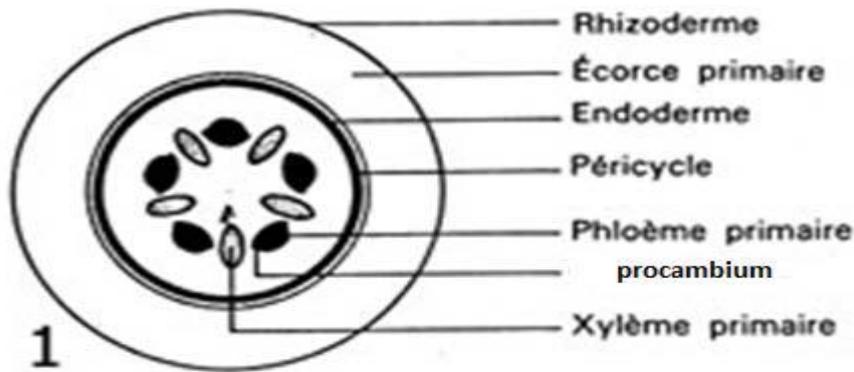


Figure 42 : structure anatomique d'une racine dicotylédone primaire

1.1.2. Structure secondaire :

✓ Dans la racine des plantes dicotylédones, alors que l'évolution vasculaire primaire n'est pas encore déterminée, des cellules situées sur la face interne des faisceaux de phloème entrent en division mettent en place des arcs cambiaux discontinus. Plus tard au niveau des pôles du xylème, des cellules se différencient et construisent de nouveaux arcs cambiaux. Ceux-ci se raccordent aux massifs précédents réalisant un manchon cambial continu. L'apparition de l'assise subéro-phéllodermique est toujours beaucoup plus tardive. La structure secondaire d'une racine elle est totalement absente chez les plantes monocotylédones

✓ Le cambium vasculaire (assise libéro-ligneuse) va créer les tissus de conduction secondaires (xylème secondaire vers l'intérieur, développement centripète et du phloème secondaire vers l'extérieur, développement centrifuge)

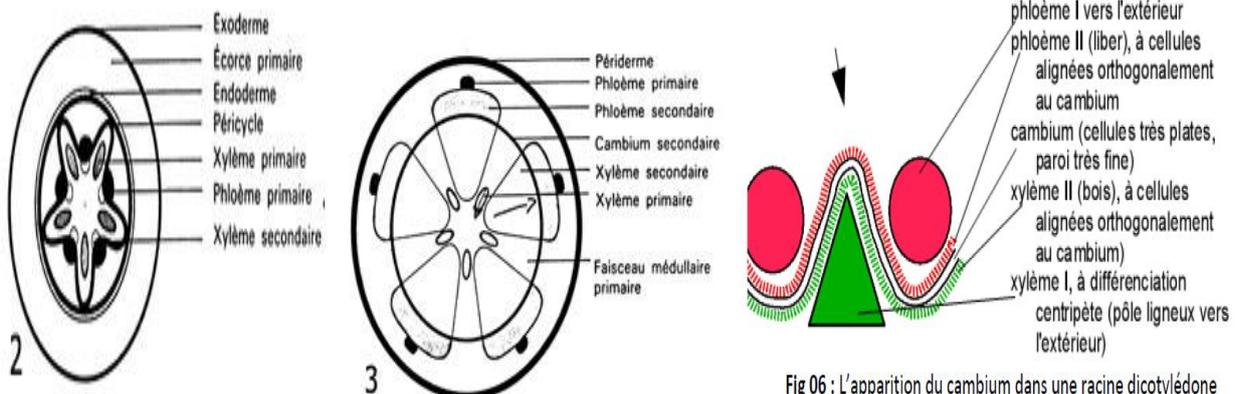


Figure 43 : Structure secondaire d'une racine dicotylédone

1.2. La structure anatomique d'une racine monocotylédone

1.2.1. Structure primaire :

✓ La stèle des racines monocotylédones est bien plus développée que chez les racines dicotylédones

✓ Le parenchyme corticale présente de grands méats entre les cellules

✓ La lignification de l'endoderme présente des cellules à parois complètement subérifiées à l'exception de la paroi externe en forme de U, ou fer à cheval, en face du xylème, certaines cellules dites cellule de passage, ne subissent pas d'épaississement. Elles facilitent les échanges entre le parenchyme cortical et le cylindre central.

- ✓ Les faisceaux criblovasculaires sont plus nombreux, de 8 jusqu'à 20, entourant un parenchyme médullaire,
- ✓ Absence de formation libéroligneuse (structure secondaire), le métaxylème est plus important,
- ✓ La moelle est plus abondante et remplie par le parenchyme.

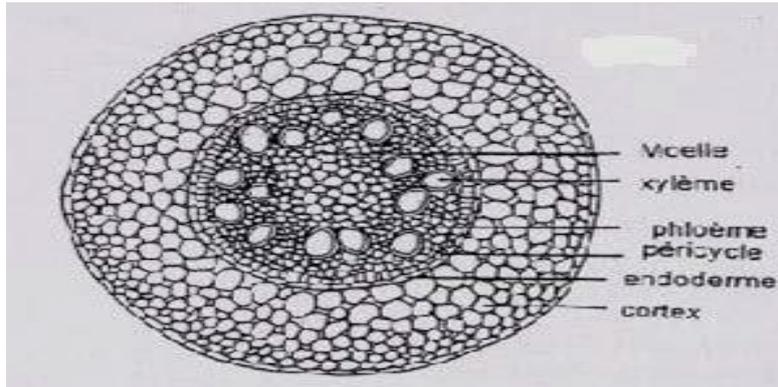


Figure 44 : Structure anatomique d'une racine monocotylédone primaire

1.2.2. Structure secondaire :

- ✓ Chez les plantes Monocotylédone il n'existe pas de formation secondaire

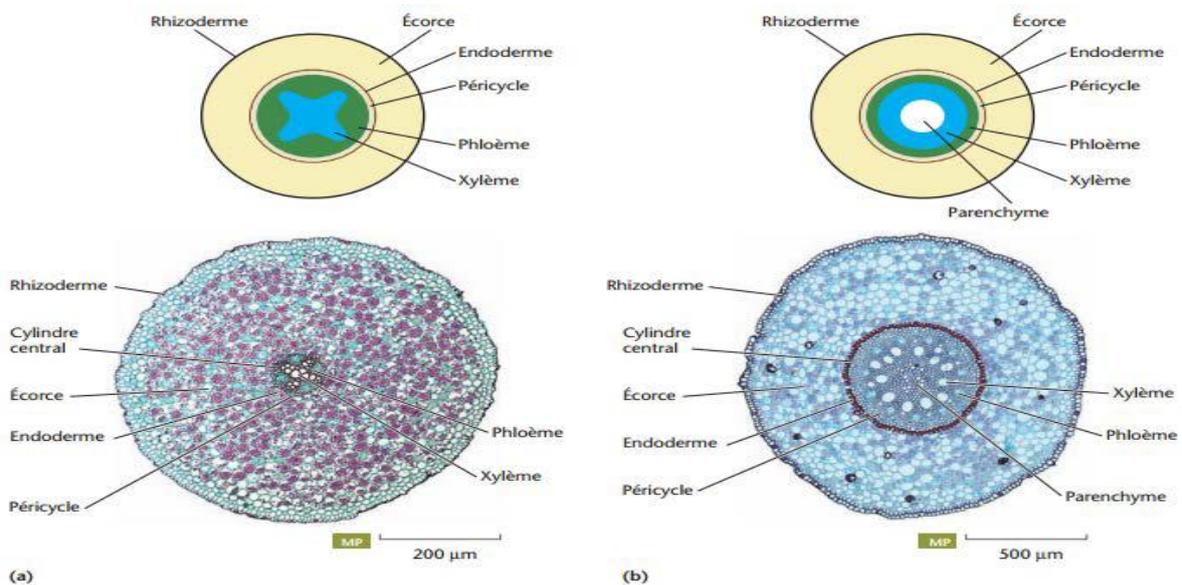


Figure 45 : La différence entre une racine dicotylédone (a) et monocotylédone (b)

2. La tige

La tige diffère de la racine par la présence de nœuds où s'insèrent les bourgeons axillaires et les feuilles, par l'absence de coiffe terminale et par sa structure anatomique. La transition entre racine et tige se fait dans le « collet ». Il peut exister des tiges souterraines comme il existe des racines aériennes.

Par son mode de croissance et de ramification, la tige détermine le port de la plante; elle assure une fonction de soutien et une fonction de transport des éléments nutritifs entre les racines et les feuilles.

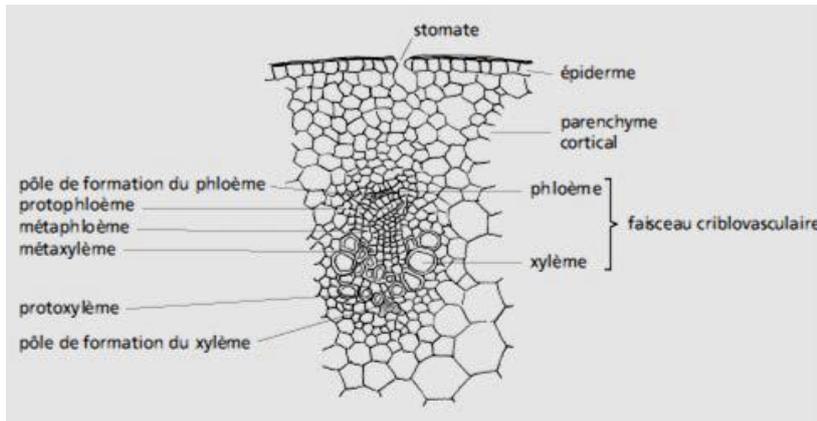


Figure 46 : Schéma d'une partie d'une coupe dans une tige.

Ce qui caractérise la tige de point de vue anatomique c'est la disposition du xylème et phloème, ils n'alternent plus (comme c'est le cas de la racine) mais ils sont superposés, le xylème est interne (qui tend vers le centre) montre une différenciation centrifuge (le protoxylème près du centre et le métaxylème près de la périphérie) le phloème est externe (qui va vers la périphérie) et on observe un parenchyme médullaire important ainsi qu'une présence de tissus de soutien.

La coupe transversale d'une tige jeune (fig. 46) présente plusieurs zones :

- ✓ L'épiderme, constitué d'une couche de cellules juxtaposées. Leur paroi est peu épaisse et elles ne contiennent pas de chloroplaste.
- ✓ Le parenchyme cortical, composé de grandes cellules polyédriques. Les cellules de la périphérie renferment des chloroplastes, mais leur nombre diminue au fur et à mesure qu'on s'enfonce vers l'intérieur.
- ✓ Les tissus conducteurs rassemblés en amas superposés de xylème et de phloème. Le xylème, vers le centre de la tige, est coiffé, vers l'extérieur, par le phloème. Ce sont les faisceaux criblovasculaires (parfois encore appelés faisceaux libéroligneux). Les diamètres des cellules de xylème ne sont pas identiques, ils diminuent au fur et à mesure que l'on se rapproche du centre (le protoxylème à petit diamètre près du centre et le métaxylème à grand diamètre près de la périphérie). Le phloème lui non plus n'est pas homogène, même si les différences entre les cellules sont moins marquées. Il est possible de distinguer du protophloème et du métaphloème. La différenciation du xylème est centrifuge dans la tige. On observe une moelle remplie par parenchyme formé de cellules très large.

2.1. La structure anatomique d'une tige dicotylédone

2.1.1. Structure primaire

Ces observations correspondent à une tige jeune de dicotylédone. Mais très rapidement des formations secondaires vont apparaître et compliquer ces structures.

✓ D'abord un épiderme puis on peut trouver quelques assises superficielles de collenchyme, un parenchyme cortical très réduit et un anneau de sclérenchyme continu existe dans la partie profonde de l'écorce, au dessus du xylème se trouve le phloème et entre les deux on trouve des cellules du cambium qui seront à l'origine des structures secondaires. Le phloème primaire se différencie avant le xylème primaire. La différenciation du phloème primaire se fait de la périphérie vers le centre de la tige = centripète. La différenciation du xylème primaire se fait du centre vers la périphérie de la tige = centrifuge.

✓ Le parenchyme médullaire plus important que le parenchyme cortical, parfois il existe une lacune au centre de la tige.

✓ Le cylindre central comporte de nombreux faisceaux disposés sur un seul cercle chez les dicotylédones

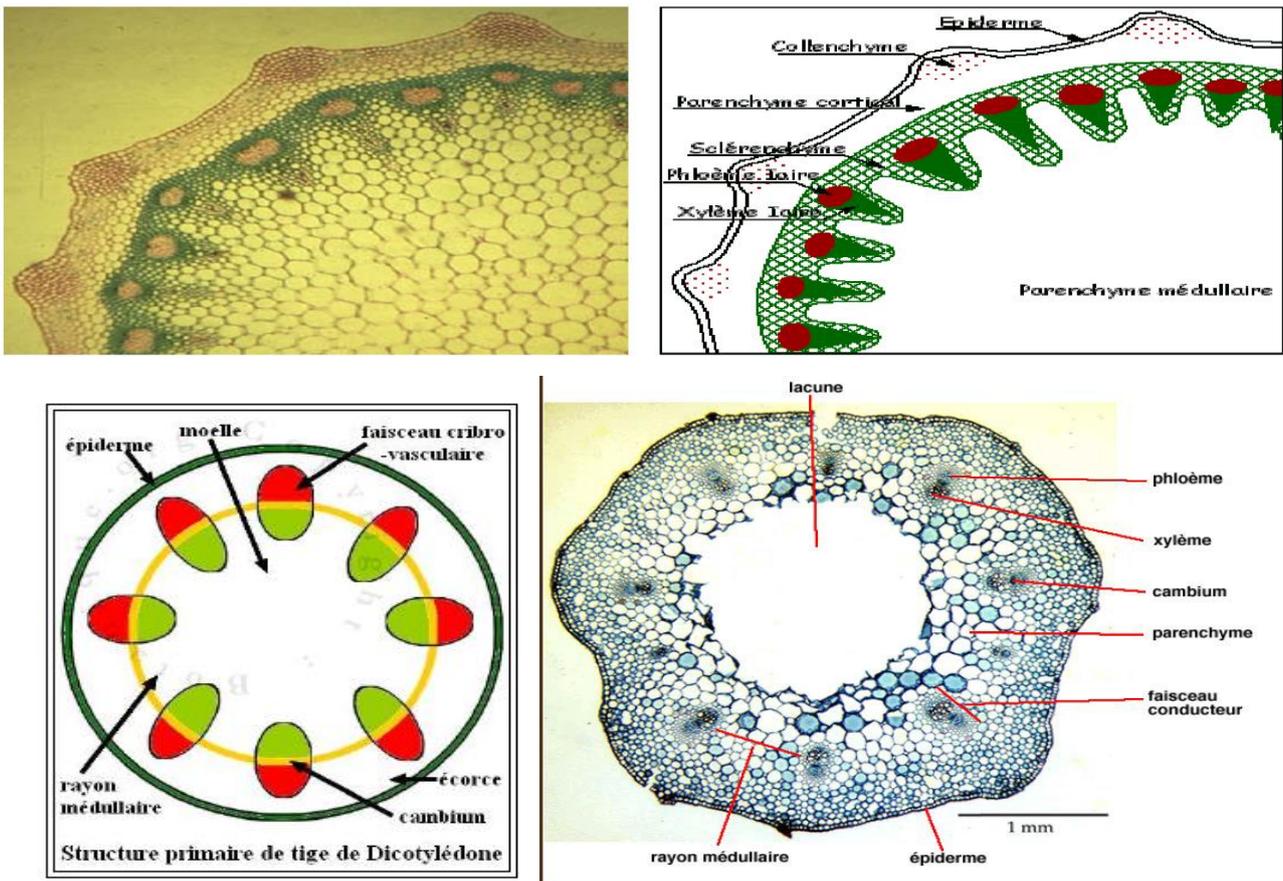


Figure 47 : Structure primaire d'une tige dicotylédone

2.1.2. Structure secondaire

Entre le phloème primaire et le xylème primaire un cambium s'est formé et a fonctionné en donnant vers l'intérieur du xylème secondaire et vers l'extérieur du phloème secondaire, et dans l'écorce apparait le phellogène qui va donner le suber vers l'extérieur et le phelloderme vers l'intérieur

On observe donc de l'extérieur de la tige, vers l'intérieur :

✓ Un périderme, collenchyme, parenchyme cortical, Phloème primaire, Phloème secondaire, zone génératrice libéro ligneuse ou cambium, xylème secondaire, puis xylème et la moelle.

✓ Dans la tige, le cambium apparaît très tôt au niveau des faisceaux criblovasculaires. Il faut partir de ces ensembles pour comprendre sa localisation et son fonctionnement. Entre le xylème et le phloème primaires se trouvent coincées quelques cellules qui sont à l'origine du cambium. Ce cambium produit du bois centripète et du liber centrifuge. Plus tard à la suite d'une dédifférenciation des cellules du parenchyme apparaissent des arcs de cambium interfasciculaires qui peuvent relier entre eux les faisceaux et constituer un manchon méristématique continu.

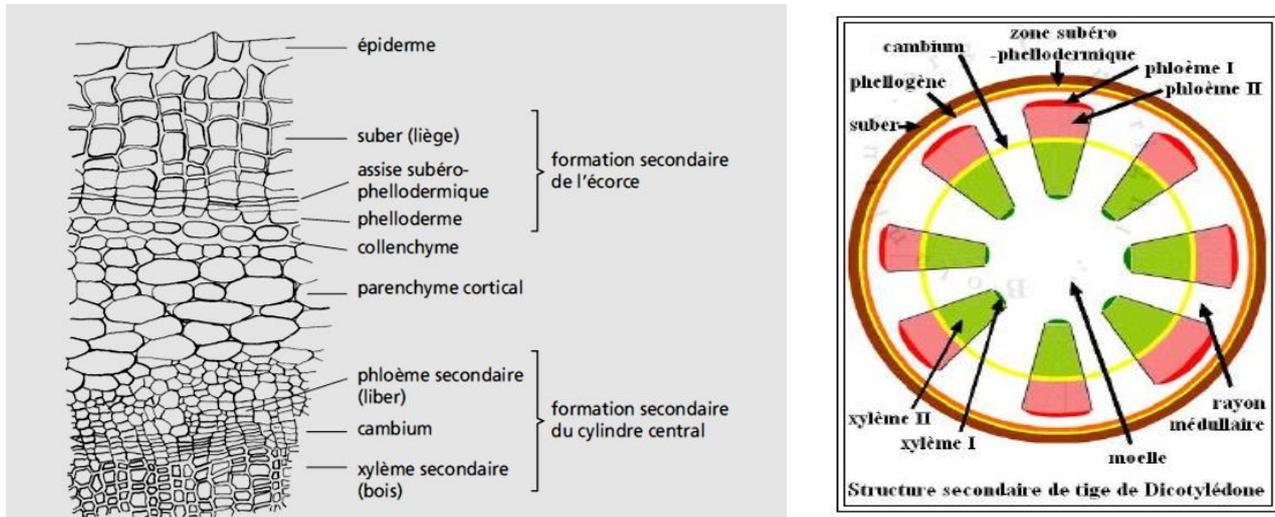


Figure 48 : Schéma d'une coupe transversale de tige âgée (1:cambium interfasciculaire 2: cambium intrafasciculaire)

2.2. La structure anatomique d'une tige monocotylédone

2.2.1. Structure primaire

Chez les monocotylédones, où il n'y a pas de formations secondaires, les structures rencontrées en fig.13(a) sont définitives. On retrouve donc de l'extérieur vers l'intérieur :

✓ L'épiderme, un parenchyme où on ne peut pas séparer le cylindre central du parenchyme cortical, l'écorce est absente ou très réduite et la moelle est très développée et souvent lignifiée, on observe plusieurs cercles concentriques de faisceaux criblovasculaires, un anneau de sclérenchyme qui entoure le cercle externe des faisceaux.

✓ Le diamètre des faisceaux criblovasculaires diminue en allant du centre vers la périphérie de la tige, les plus anciens sont repoussés vers le centre.

✓ La croissance en épaisseur chez les monocotylédones se fait par la multiplication du nombre de faisceaux conducteurs. Le centre de la tige est creux chez les Poacées (ex Graminées).

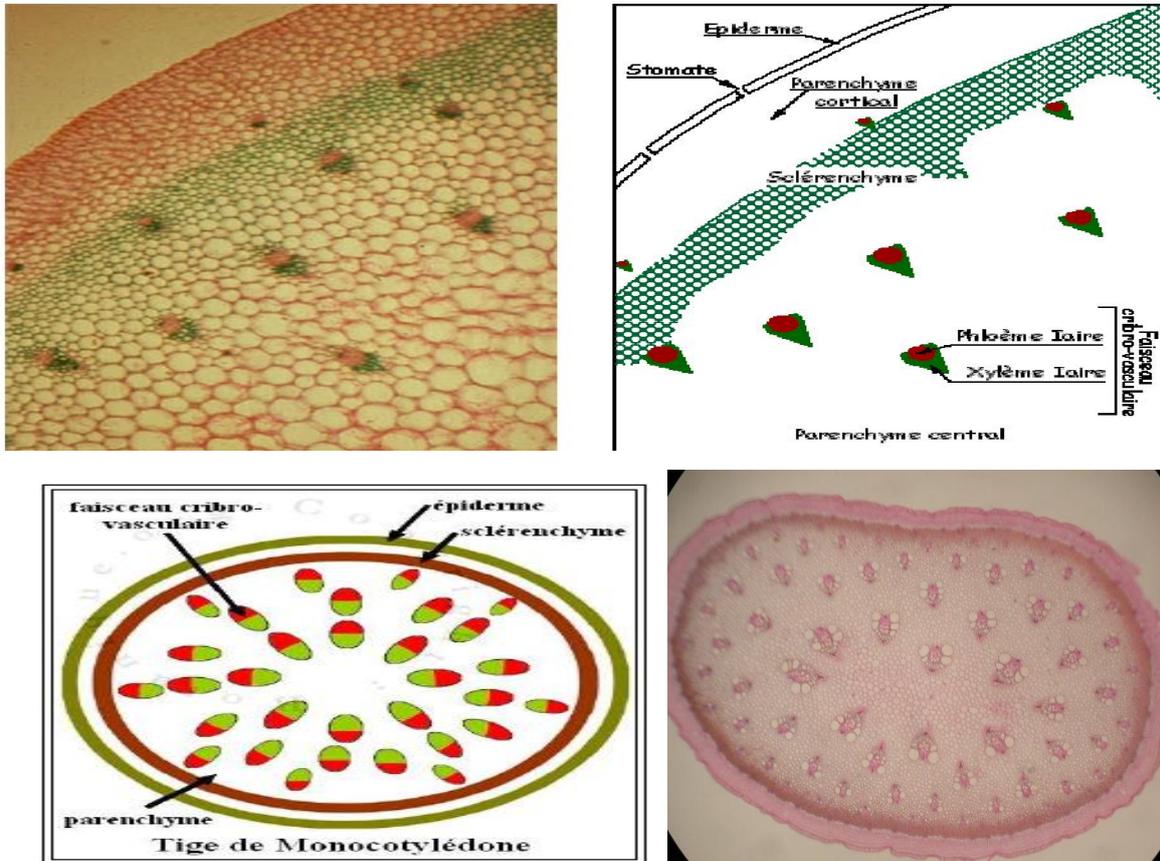


Figure 49 : Structure primaire d'une tige monocotylédone

2.2.2. Structure secondaire

Absence totale de structure secondaire chez les plantes monocotylédones

3. La feuille

Les feuilles sont le centre de la photosynthèse. Les vaisseaux conducteurs de xylème (dans les nervures de la feuille) apportent l'eau et les sels minéraux nécessaires à la photosynthèse. Les stomates permettent l'entrée des gaz et donc l'apport du CO_2 . La photosynthèse permet la synthèse de matières organiques qui seront redistribuées aux autres organes par le phloème.

3.1. La structure anatomique de la feuille

La feuille est un appendice latéral de la tige sur laquelle elle s'insère au niveau d'un noeud. Elle se met en place grâce au fonctionnement du méristème caulinaire situé à l'apex d'un bourgeon et se compose le plus souvent d'un pétiole et d'un limbe. Sa forme aplatie lui permet de capter un maximum de lumière ce qui permet la photosynthèse dans les cellules du parenchyme.

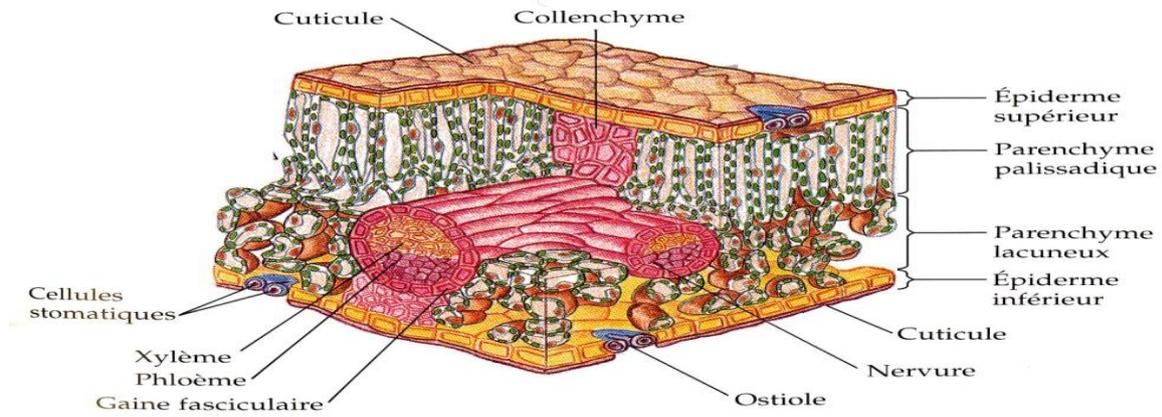


Figure 50 : La structure de la feuille

Selon la figure 50, la feuille est composée de :

- ✓ **L'épiderme supérieur** : constitue toute la face supérieure (ventrale) du limbe. Il est formé de cellules serrées les unes contre les autres et recouvertes d'une cuticule qui protège la feuille.
- ✓ **Le parenchyme palissadique** : est logé sous l'épiderme supérieur. Il se compose de cellules remplies de chloroplastes.
- ✓ **Le parenchyme lacuneux** : constitué d'une couche de cellules moins régulières, peu jointives et laissant entre elles d'importantes lacunes. Ces cellules sont plus pauvres en chloroplastes, surtout vers le centre de la feuille.
- ✓ **Les faisceaux criblovasculaires** : ce sont les tissus conducteurs superposés, les faisceaux criblovasculaires, sont identiques à ceux observés dans la tige. Ils sont en réalité, la suite de ceux de la tige et du pétiole et correspondent aux nervures du limbe. Des formations secondaires apparaîtront rapidement.
- ✓ **L'épiderme inférieur** : est aussi formé de cellules serrées les unes contre les autres et recouvertes d'une couche cireuse. Il est perforé de cellules stomatiques qui permettent à l'air de passer dans la feuille ou d'en sortir. L'ostiole est l'ouverture au centre du stomate.

3.2. La structure anatomique d'une feuille dicotylédone

Sur la coupe de (fig. 51), on observe de l'extérieur vers l'intérieur :

- ✓ 2 épidermes, l'épiderme inférieur sur la face dorsale pourvu d'une cuticule mince et riche en stomates et l'épiderme supérieur sur la face ventrale, bordés d'une épaisse cuticule où il y a moins de stomates,
- ✓ un parenchyme dit mésophylle, non homogène, c'est le parenchyme de la feuille, c'est un parenchyme chlorophyllien le plus souvent bifacial asymétrique. Il comprend un parenchyme palissadique se trouvant sur la face ventrale, formé d'une ou plusieurs couches de cellules, les cellules sont riches en chloroplastes, il est situé sous l'épiderme supérieur. Le parenchyme lacuneux, se trouvant sur la face dorsale, localisé entre l'épiderme inférieur et le parenchyme palissadique, moins riche en chloroplastes, il contrôle les échanges gazeux entre la feuille et l'atmosphère.
- ✓ un système vasculaire composé de phloème I et II et de xylème I et II de part et d'autre et du cambium. La nervure principale présente des tissus de soutien, du collenchyme, près de l'épiderme, et du sclérenchyme près des vaisseaux

✓ Les feuilles des dicotylédones sont caractérisées par une nervation pennée (une grosse nervure centrale et des nervures secondaires qui partent obliquement),

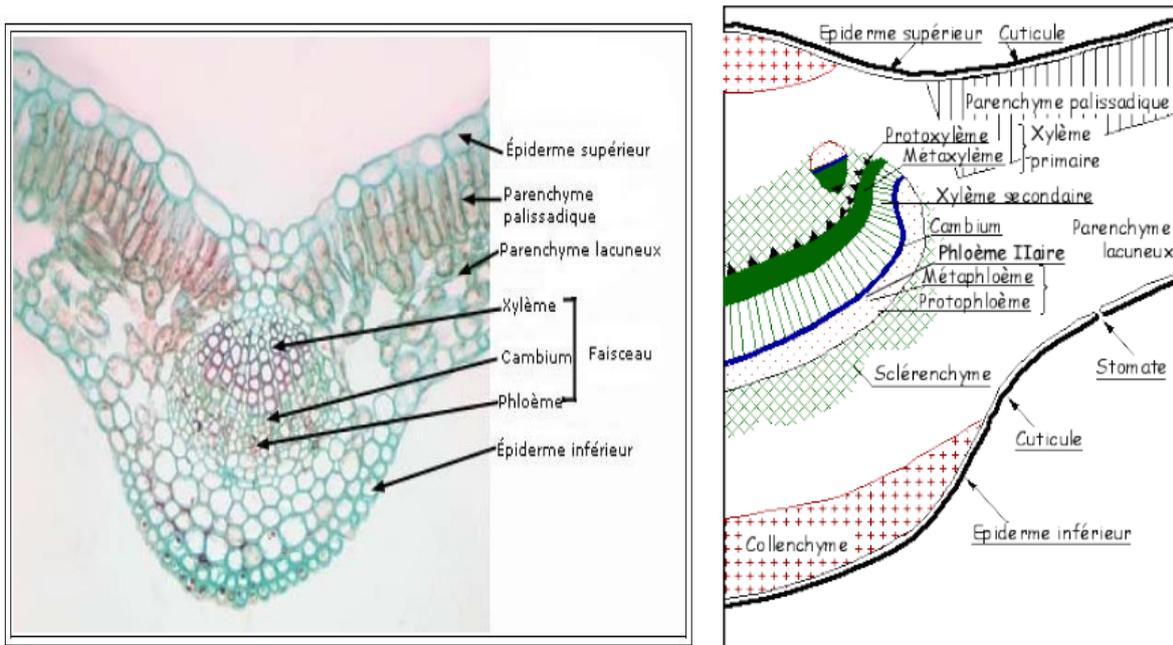


Figure 51 : Coupe transversale de la nervure principale d'un limbe

3.3. La structure d'une feuille monocotylédone

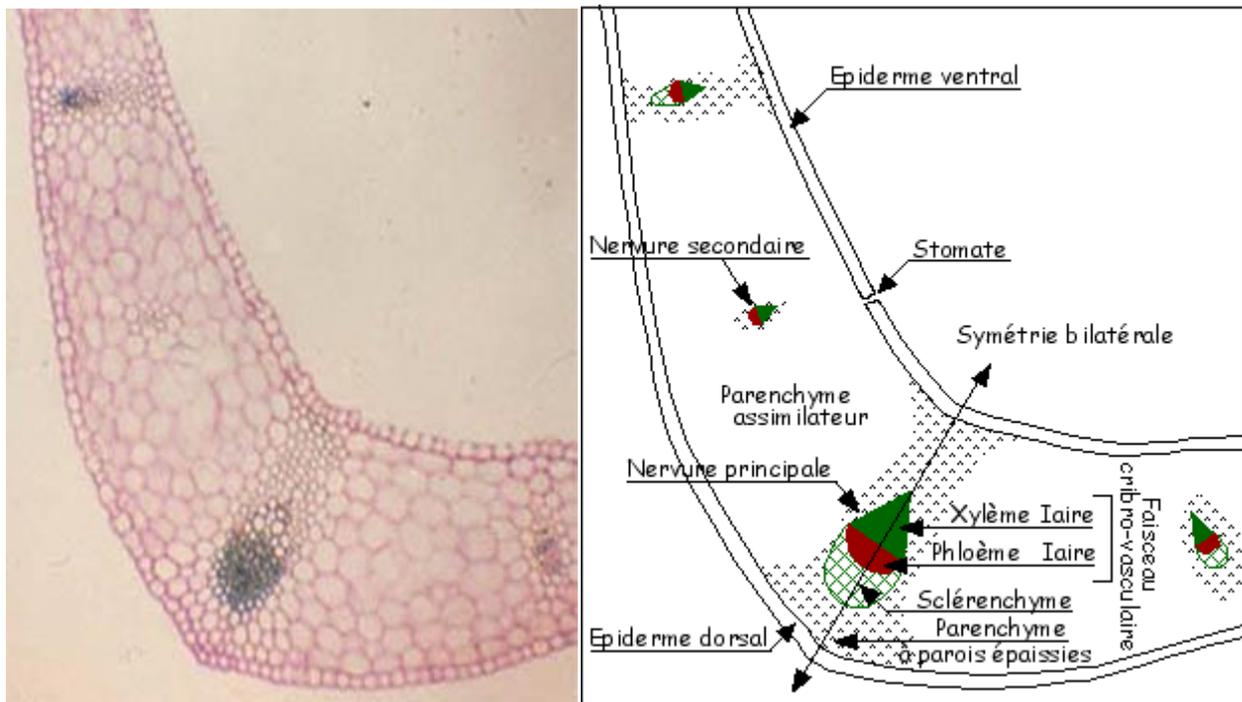


Figure 52 : Coupe transversale dans le limbe de Muguet

Sur cette coupe (fig. 52), on observe de l'extérieur vers l'intérieur :

- ✓ un épiderme à la surface de l'organe (les jeunes feuilles possèdent une cuticule plus ou moins épaisse non visible sur cette coupe),

- ✓ les stomates sont répartis de façon égale sur l'épiderme de la face ventrale et dorsale,
- ✓ un parenchyme dit mésophile est homogène,
- ✓ un système vasculaire, qui correspond aux nervures, composé de xylème primaire ventral et de phloème primaire dorsal,
- ✓ un sclérenchyme coiffant et protégeant les tissus conducteurs, un parenchyme à parois cellululosiques qui entoure la nervure.
- ✓ Les nervures présentent les nervures médianes et les nervures marginales, elles sont parallèles, et reliées entre elles par des fines nervures transversales.

3.4. Les différents types de tiges

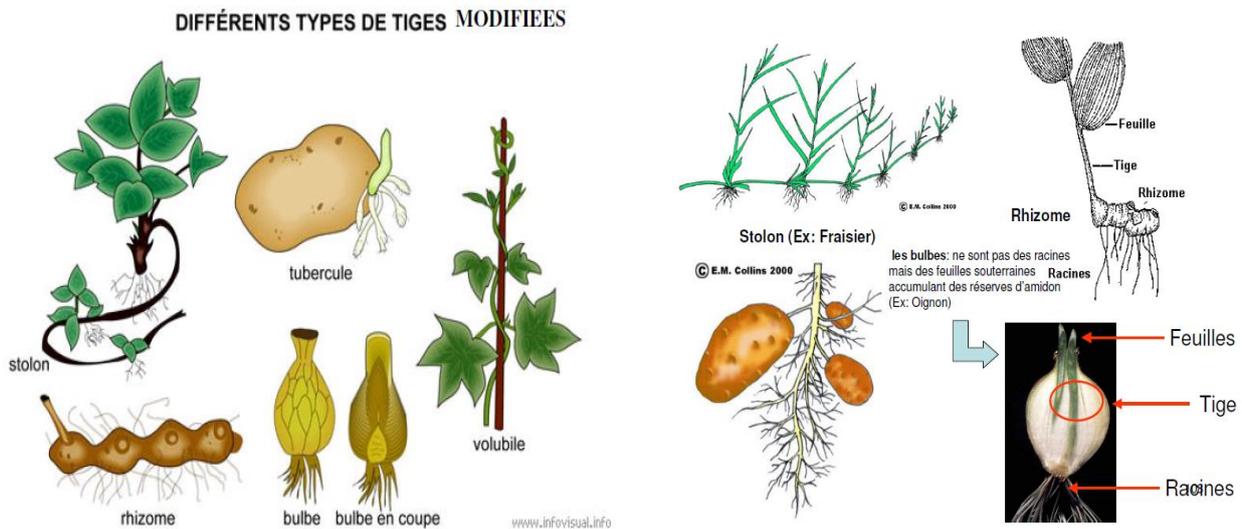


Figure 53 : Les différents types de tiges

4. La fleur

Les Angiospermes regroupent les plantes à fleurs dont le ou les ovules sont enfermés dans un ovaire, la reproduction sexuée s'effectue dans les fleurs. Leur organisation florale est tout à fait spécifique.

Une fleur type d'Angiospermes est constituée d'un ensemble de pièces florales fixées sur l'extrémité élargie ou réceptacle floral, d'un axe nommé pédoncule qui est inséré sur une tige où on retrouve une feuille modifiée appelée bractée.

La fleur type d'angiosperme est constituée du pédoncule, du réceptacle et de quatre verticilles (groupes de pièces florales rangées en cercle) qui sont, de l'extérieur vers l'intérieur : le calice et la corolle (pièces stériles), l'androcée et le gynécée (pièces fertiles)

Certaines plantes ont des fleurs isolées (solitaire), mais beaucoup ont des fleurs réunies en petits "bouquets" appelés inflorescence.

Une fleur isolée est portée par un pédoncule, s'il est inexistant, dans ce cas, la fleur est sessile, et si l'axe portant une fleur individuelle dans une inflorescence on l'appelle le pédicelle.

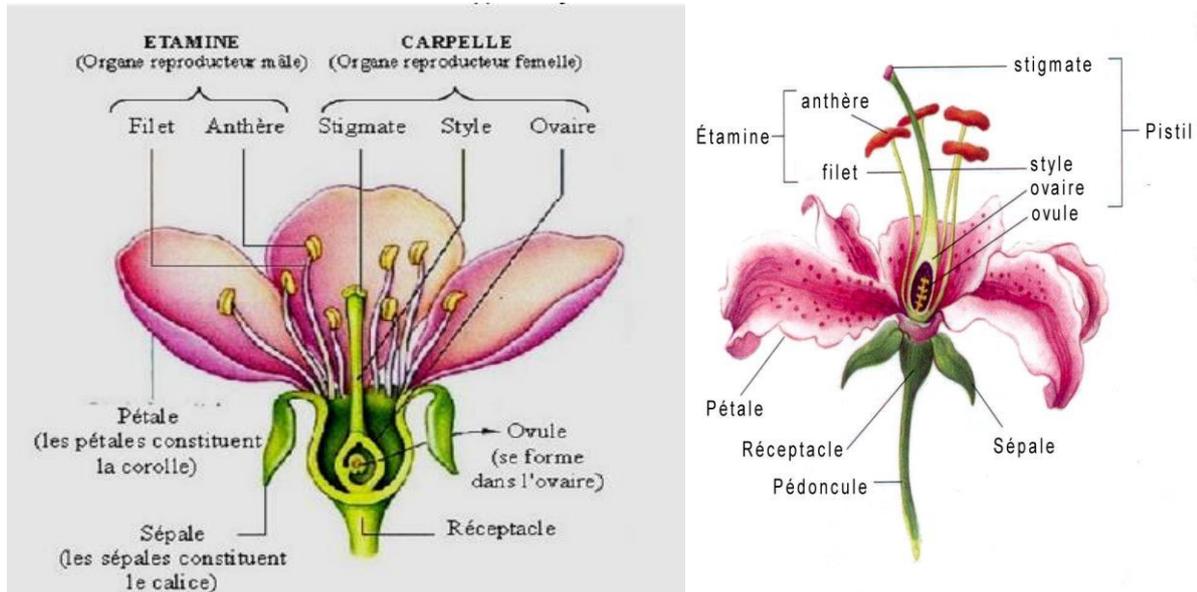


Figure 54 : Fleur d'angiospermes

4.1. Le périanthe

Le périanthe est l'ensemble de pièces stériles, ou enveloppe florale, composé de 2 verticilles : corolle et calice.

4.1.1. Le calice

- ✓ Formé par l'ensemble des sépales, pièces souvent verdâtres d'aspect foliacé, situé à la base, de la fleur. La persistance du calice est également variable :
 - ✓ Il est caduc lorsqu'il tombe aussitôt la fleur épanouie ;
 - ✓ Il est persistant lorsqu'il subsiste jusqu'à la maturation du fruit.

4.1.2. La corolle

- ✓ Formée par l'ensemble des pétales généralement plus grands que les sépales, souvent vivement colorés. Les pétales sont situés au-dessus des sépales. On distingue des corolles de différentes formes.
 - ✓ Lorsque les pétales et sépales ont la même apparence et on ne peut pas distinguer entre eux, on appelle dans ce cas-là, la pièce florale est un tépale et l'ensemble des tépales est appelé un périgone.

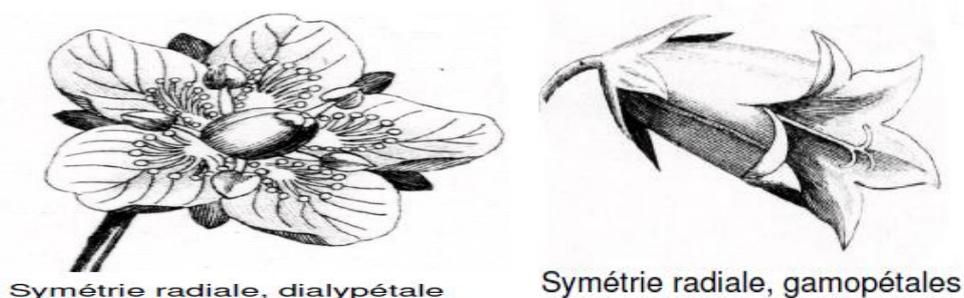


Figure 55 : Type de corolle

- ✓ Si les pétales sont libres (corolle dialypétale).
- ✓ Si les pétales sont soudés entre eux (corolle gamopétale).

4.2. Les pièces fertiles

Ou organes reproducteurs directement impliqués dans la reproduction et composés également de 2 verticilles : l'androcée et le gynécée.

4.2.1. L'androcée

L'androcée est l'organe reproducteur mâle de la plante, formé par l'ensemble des étamines disposées en spirales ou en verticilles sur le réceptacle.

Chaque étamine est typiquement constituée d'une partie inférieure le plus souvent cylindrique, grêle et allongée (filet) assurant sa fixation sur le réceptacle et d'une partie supérieure de forme très variable, appelée anthère. Cette dernière est généralement formée de deux thèques, unies par un connectif (prolongement du filet); chaque thèque renferme deux sacs polliniques. La libération du pollen se fait par déhiscence des anthères. Les étamines sont implantées directement sur le réceptacle.

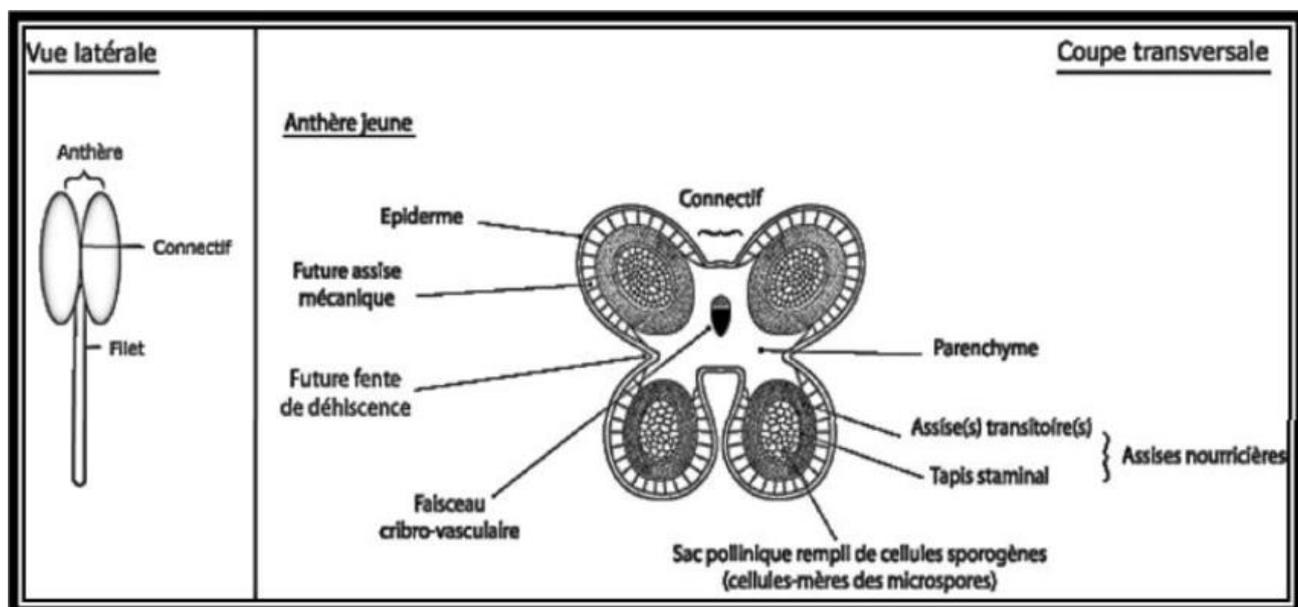
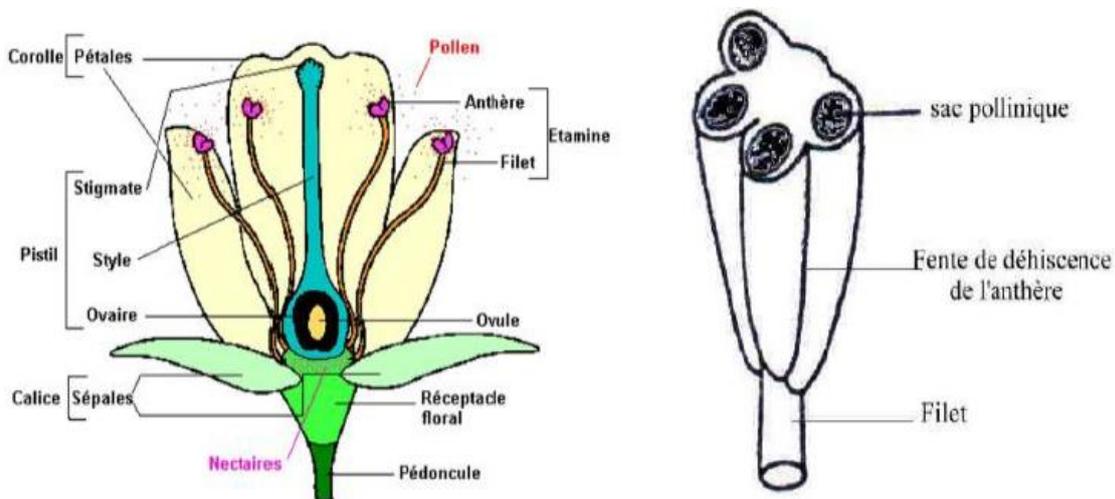


Figure 56 : Etamine et coupe transversale dans l'anthère

Ou pistil, organe reproducteur femelle de la plante, formé par un ou plusieurs carpelles d'une même fleur libres ou soudés entre eux (partiellement ou entièrement).

Chaque carpelle est composé de la base au sommet :

- ✚ Une partie renflée (l'ovaire) renfermant le ou les ovules.
- ✚ Un style prolongeant l'ovaire.
- ✚ Un stigmate se trouve au sommet du style et permettant de retenir le pollen, une voie de passage du tube pollinique vers la cavité de l'ovaire. Le style et le stigmate prennent différentes formes.

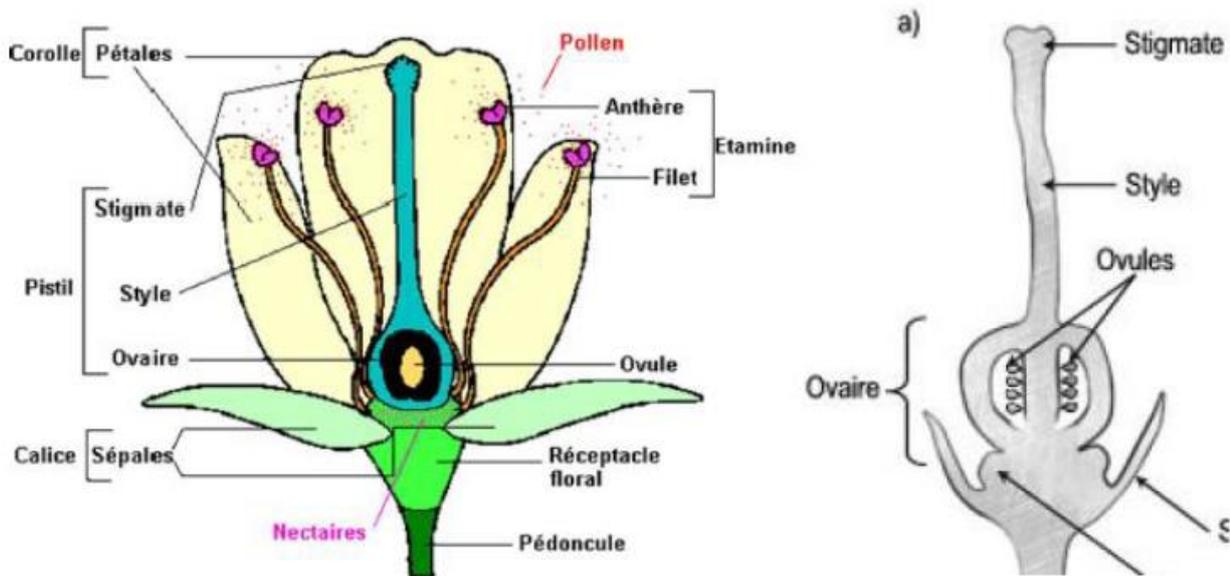


Figure 57 : Gynécée et coupe transversale dans un carpelle

- ✚ Dans la majorité des cas, la fleur possède à la fois un androcée et un gynécée : elle est dite **bisexuée** ou **hermaphrodite**.
- ✚ Il existe des espèces **unisexualées**, c'est-à-dire qui possèdent seulement un gynécée (**fleurs pistillées**), ou possèdent seulement un androcée (**fleurs staminées**).
- ✚ On peut également rencontrer des fleurs stériles, sans étamines ni carpelles.
- ✚ Si les fleurs mâles et femelles sont produites sur un même individu, la plante est dite **monoïque**.
- ✚ Si ces fleurs sont produites sur des individus séparés, la plante est appelée **dioïque**.

4.3. Disposition et nombre des pièces florales

4.3.1. Disposition de l'ovaire et des pièces florales

- ✚ La fleur est **hypogyne** lorsque le périanthe et les étamines sont insérées plus bas que l'ovaire supère, ce qui implique un réceptacle cylindrique, conique (a).
- ✚ La fleur est **périgyne** lorsque le périanthe et les étamines sont insérés plus haut que le niveau d'insertion de l'ovaire semi-infère qui est partiellement enfoncé et soudé dans le réceptacle, (b).

✚ La fleur est **épigyne** quand le péricarpe et les étamines sont insérés plus haut que l'ovaire infère qui est totalement enfoncé et soudé dans le réceptacle (c).

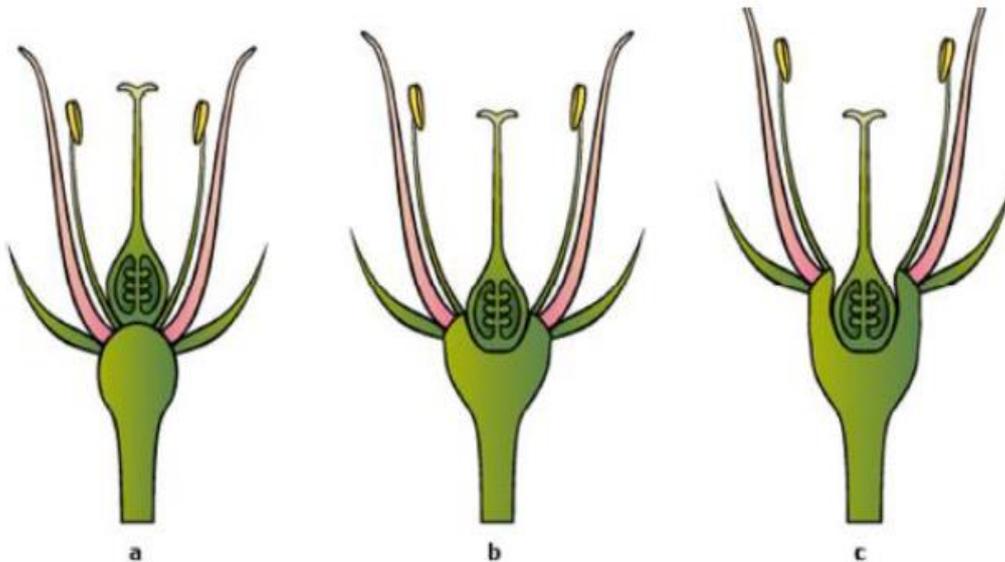


Figure 58 : (a) ovaire supère (fleur hypogyne), (b) ovaire semi-infère (fleur périgyne), (c) ovaire infère (fleur épigyne)

4.3.2. Nombre de pièces florales

Le nombre de pièces florales par verticille varie également. On distingue les fleurs :

- ✚ Trimères ou fleurs constituées de verticilles successifs de 3 pièces en cas des monocotylédones
- ✚ Tétramères, pentamères, polymères en cas des dicotylédones

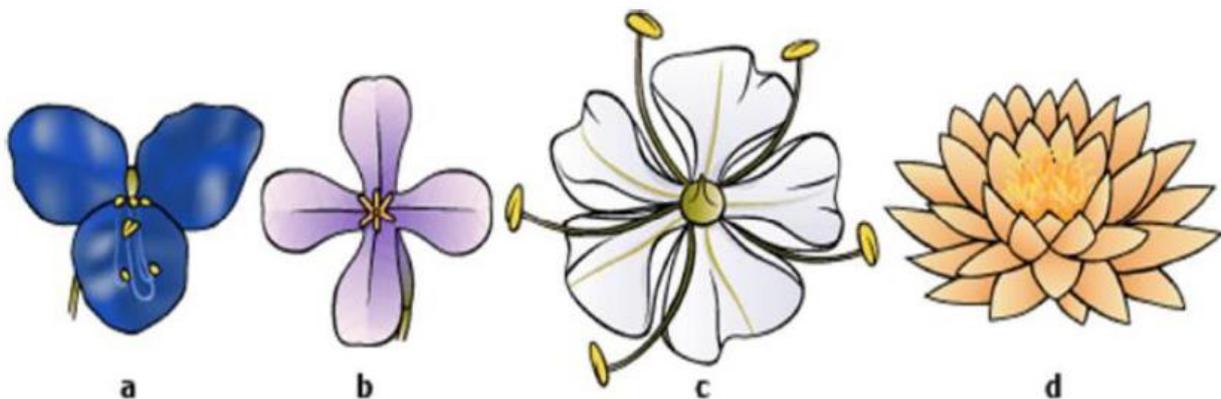


Figure 59 : Nombre de pièces florales par verticille : a. trimère, b. tétramère, c. pentamère, d. polymère

CHAPITRE 04: GAMETOGENESE ET FECONDATION

4.1. Carpelle des Angiospermes

Dans le cas le plus simple, le carpelle est libre ou simplement soudé avec les autres par sa base.

L'ovaire d'un carpelle peut parfois être soudé avec celui d'autres : il n'est plus simple mais composé.

Un carpelle est constitué des 3 parties suivantes :

- ✚ le stigmate, surface humide avec des papilles, sur laquelle se pose le pollen au moment de la pollinisation
- ✚ le style, corps plus ou moins allongé. Le tube pollinique se fraye un chemin entre ses cellules au moment de la germination du grain de pollen enfin,
- ✚ l'ovaire, arrondi, contenant dans sa cavité ou loge, l'ovule qui contient lui-même le sac embryonnaire.

La fécondation de l'oeuf ou oosphère contenu dans le sac embryonnaire entraîne des nombreuses transformations :

- ✓ l'ovaire se transforme en fruit et sa paroi donne l'enveloppe du fruit ou péricarpe (du grec carpos, fruit)
- ✓ l'ovule se transforme en graine et ses téguments donnent le tégument de la graine,
- ✓ l'oeuf fécondé donne l'embryon présent dans la graine et qui au moment de la germination donnera la jeune plante.

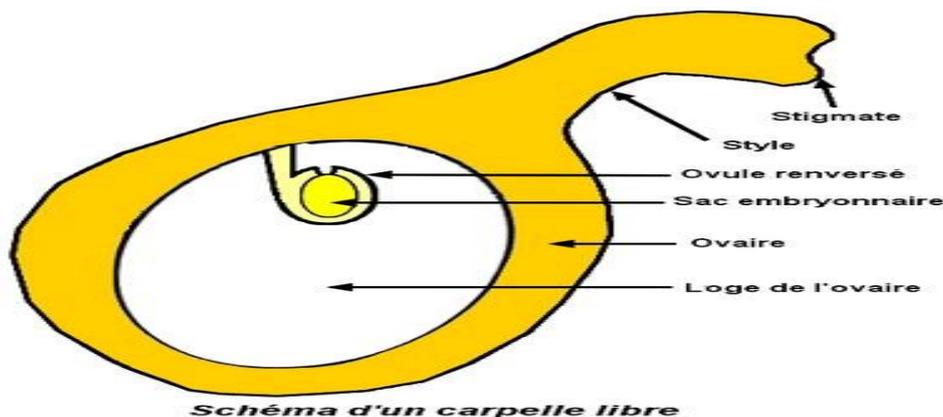


Figure 60 : Carpelle libre

4.2. Ovule des Angiospermes

L'ovule des Angiospermes est constitué de téguments entourant un nucelle diploïde qui contient le sac embryonnaire (gamétophyte femelle : ce qui veut dire plante porteuse des gamètes femelles).

L'ovule est constitué de l'extérieur vers l'intérieur :

- ✓ de deux téguments, la primine, externe et vascularisée et la secondine, interne. Les téguments s'ouvrent au niveau du micropyle
- ✓ le nucelle, tissu diploïde, entouré des deux téguments.,
- ✓ le sac embryonnaire contenu dans le nucelle et constitué de 8 cellules haploïdes.

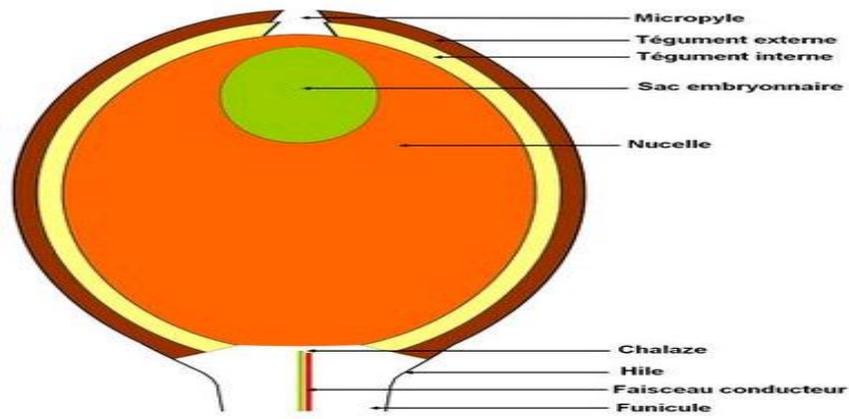


Schéma d'un ovule d'Angiosperme

Figure 61 : Ovule d'angiospermes

4.2.1. Types d'ovules

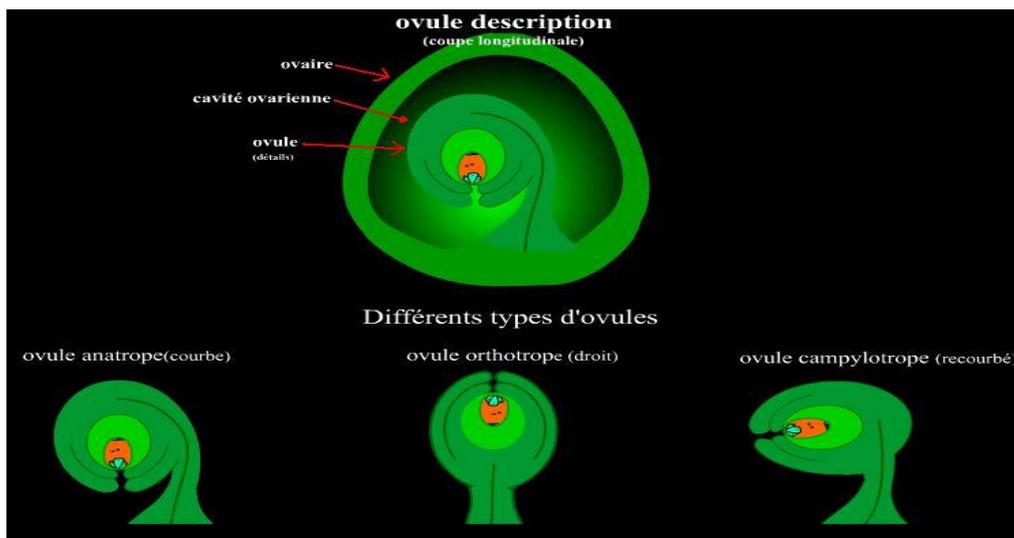


Figure 62 : Types d'ovules

4.3. Sac embryonnaire des angiospermes

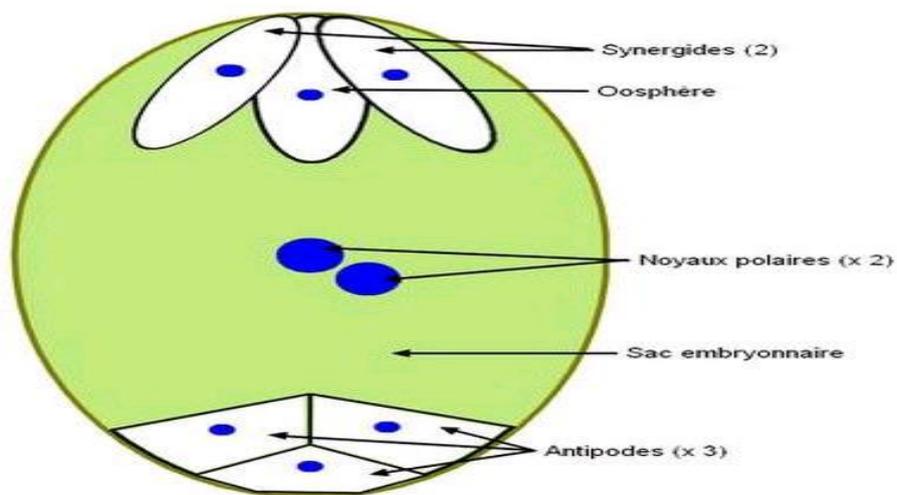


Schéma d'un sac embryonnaire

Figure 63 : Sac embryonnaire

Pour sa part, le sac embryonnaire après la fécondation par 2 spermatozoïdes amenés par le tube pollinique donne l'embryon de la graine (la jeune plantule avec les ou le cotylédon(s), ainsi que l'albumen, tissu nourricier de l'embryon.

Le sac embryonnaire est généralement constitué de 8 cellules haploïdes :

- ✓ les 2 synergides et l'oosphère, près du micropyle
- ✓ les 3 cellules antipodiales, près de la chalaze
- ✓ les 2 noyaux polaires au centre du sac. Les noyaux polaires peuvent fusionner avant la fécondation.

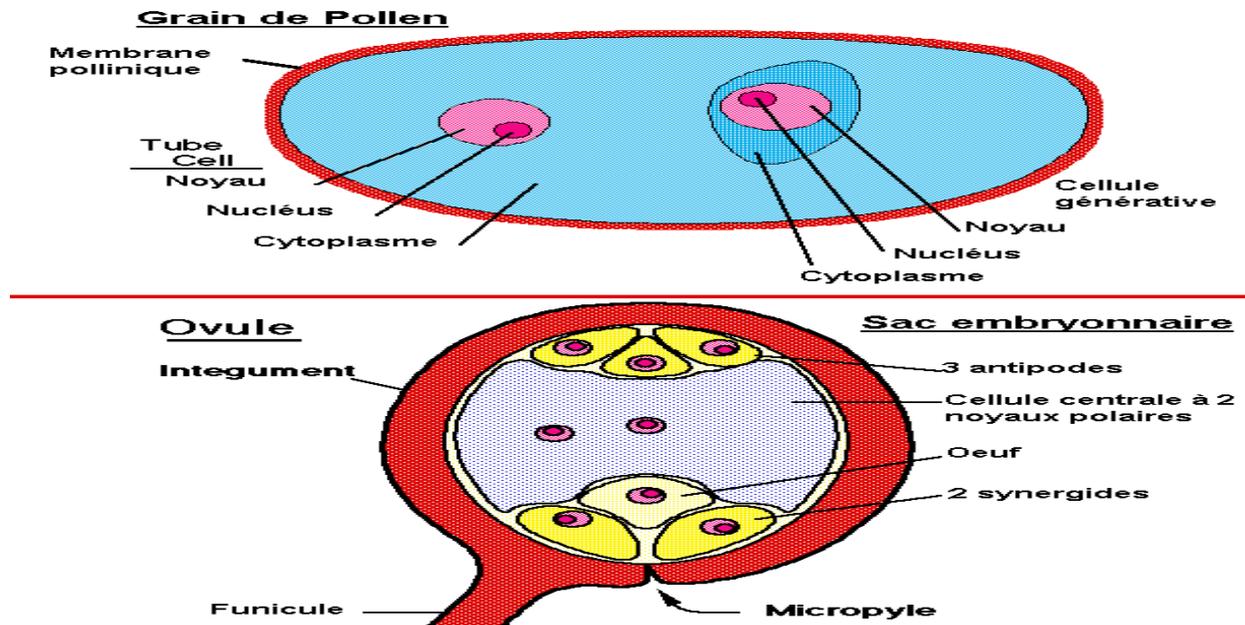


Figure 64 : Pollen et ovule

4.4. Pollinisation chez les Angiospermes

La pollinisation est le transport du pollen sur le stigmate. Elle est suivie de sa germination et de la formation du tube pollinique.

La pollinisation peut se faire selon différents modes :

- ✚ **L'autopollinisation** : Le stigmate d'une fleur reçoit le pollen de la même plante.
- ✚ **La pollinisation croisée** : Le stigmate d'une fleur reçoit le pollen d'une autre plante.

Les différents vecteurs de pollinisation :

- ✓ Autopollinisation
- ✓ Pollinisation par le vent (anérogamie)
- ✓ Pollinisation par l'eau (hydrogamie)
- ✓ Pollinisation par l'animal (les insectes) (zoogamie)

4.5. Pollen des Angiospermes

Le grain de pollen est généralement formé de seulement 2 cellules haploïdes :

- ✓ La cellule végétative, responsable de l'allongement du tube pollinique,
- ✓ La cellule spermatogène qui donnera 2 gamètes mâles ou spermatozoïdes, vecteurs de la fécondation.

Le grain de pollen est entouré de 2 parois :

- ✓ **l'exine** : épaisse, ornementée et lisse,
- ✓ **l'intine** : fine et doublant intérieurement l'exine.

A certains endroits appelés apertures, l'exine est amincie. Chez le pollen des Monocotylédones, il n'existe normalement qu'une seule ouverture, circulaire ou allongée en sillon.

Chez le pollen des Dicotylédones, il existe normalement 3 ouvertures. Cependant, ce nombre peut être multiplié.

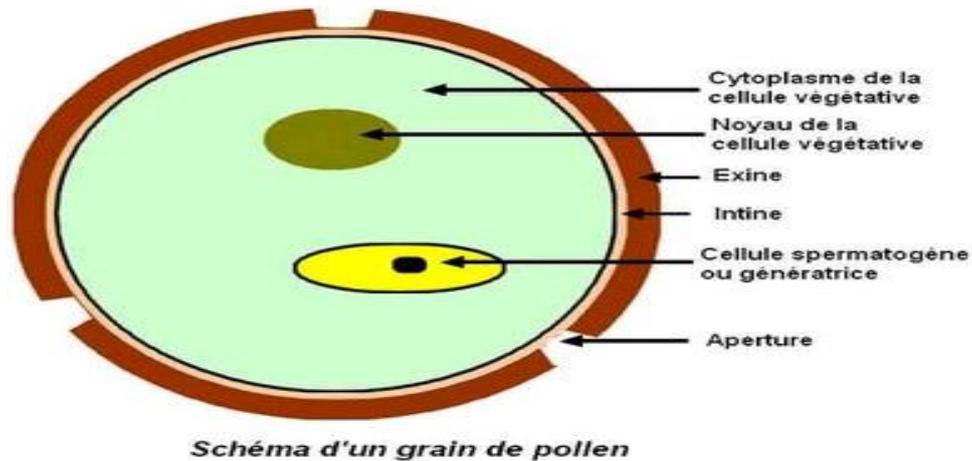


Figure 65 : Grain de pollen

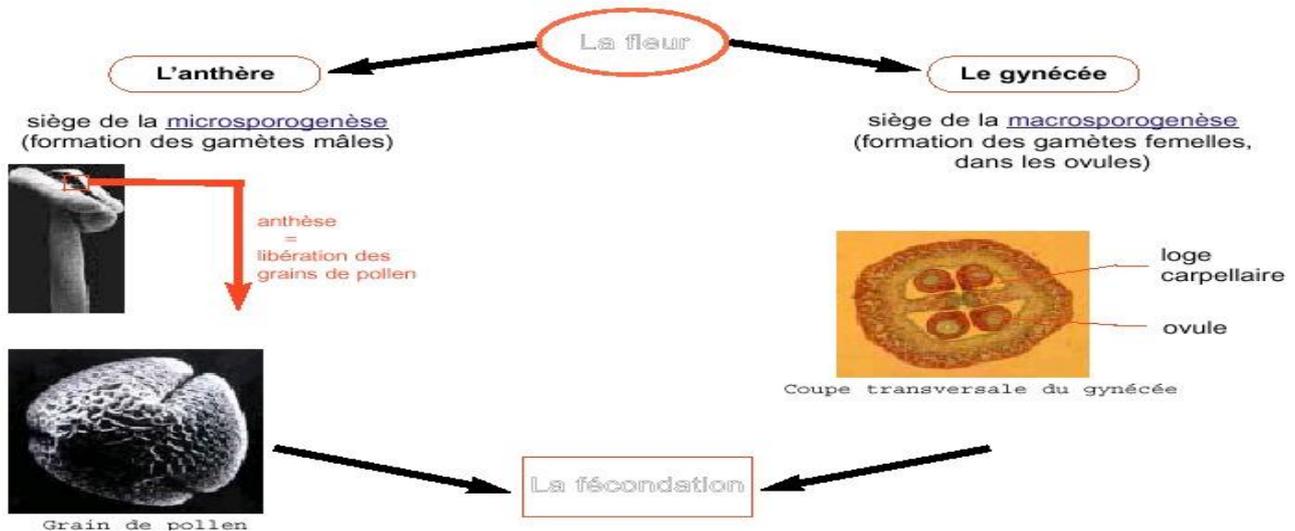


Figure 66 : L'athère et la gynécée

4.6. Germination du tube pollinique

La germination du pollen commence par son gonflement par absorption de l'eau de la surface du stigmate.

Les vacuoles turgescents poussent l'intine et le cytoplasme vers une ouverture du grain de pollen : c'est le début de la croissance du tube pollinique.

Quand le tube pollinique s'agrandit ; le cytoplasme et les 2 noyaux se trouvent confinés à son extrémité, le noyau gamétogène étant légèrement en retrait du noyau végétatif.

Les phénomènes d'élongation cellulaire se trouvent limités à l'extrémité du tube. Celui traverse le style sans jamais pénétrer dans les cellules ; les cellules du tissu de conduction agissent comme des rails pour le tube pollinique qui rentre au niveau du micropyle dans l'ovule.

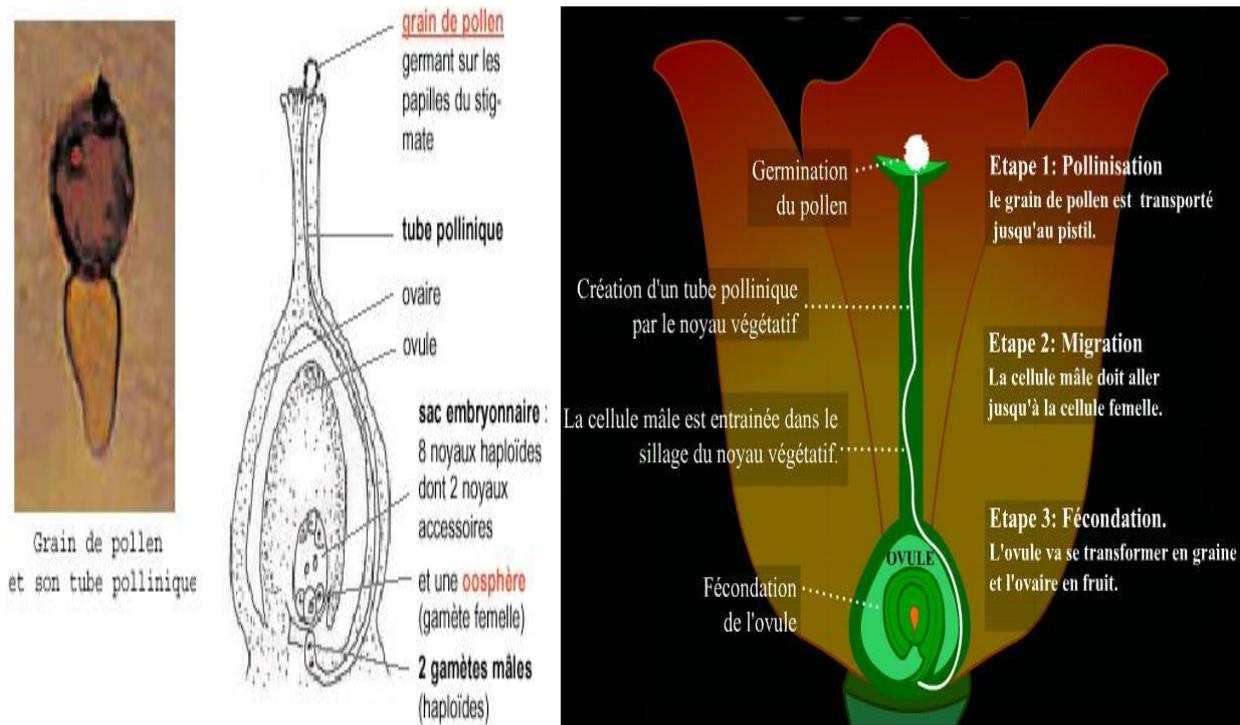


Figure 67 : Germination du tube pollinique

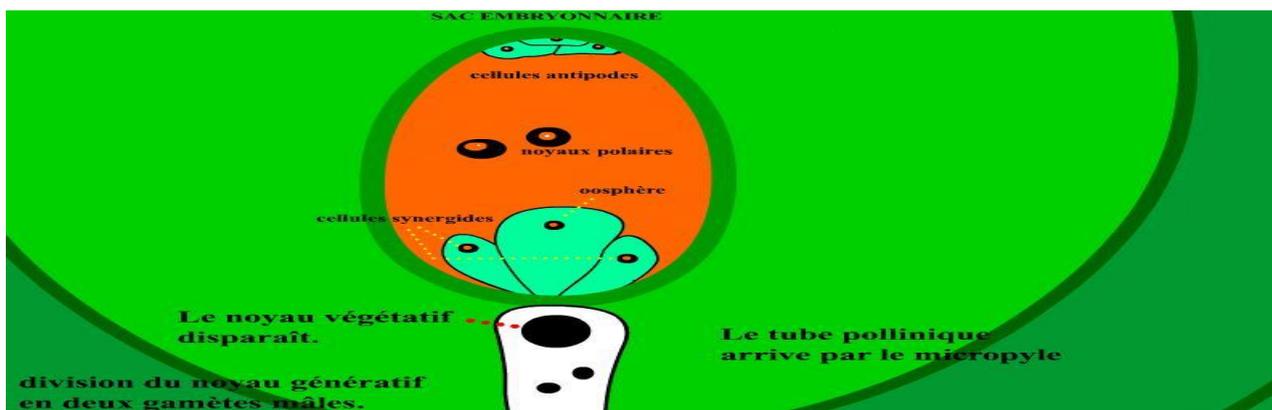
4.7. Double fécondation chez les Angiospermes

La double fécondation aboutit à la formation d'un zygote principal, diploïde, et d'un zygote accessoire, l'albumen normalement triploïde.

Un noyau spermatique fusionne avec celui de l'oosphère. Le zygote principal obtenu donnera l'embryon.

L'autre noyau spermatique fusionne avec les 2 noyaux centraux bien individualisés ou déjà fusionnés. Il en résulte un zygote accessoire ou albumen, triploïde.

L'albumen est un tissu de réserve qui termine sa formation avant celle du zygote principal. Quand ce dernier aura terminé sa propre formation, l'albumen aura généralement disparu (graine exalbuminée) ou subsistera (graine albuminée).



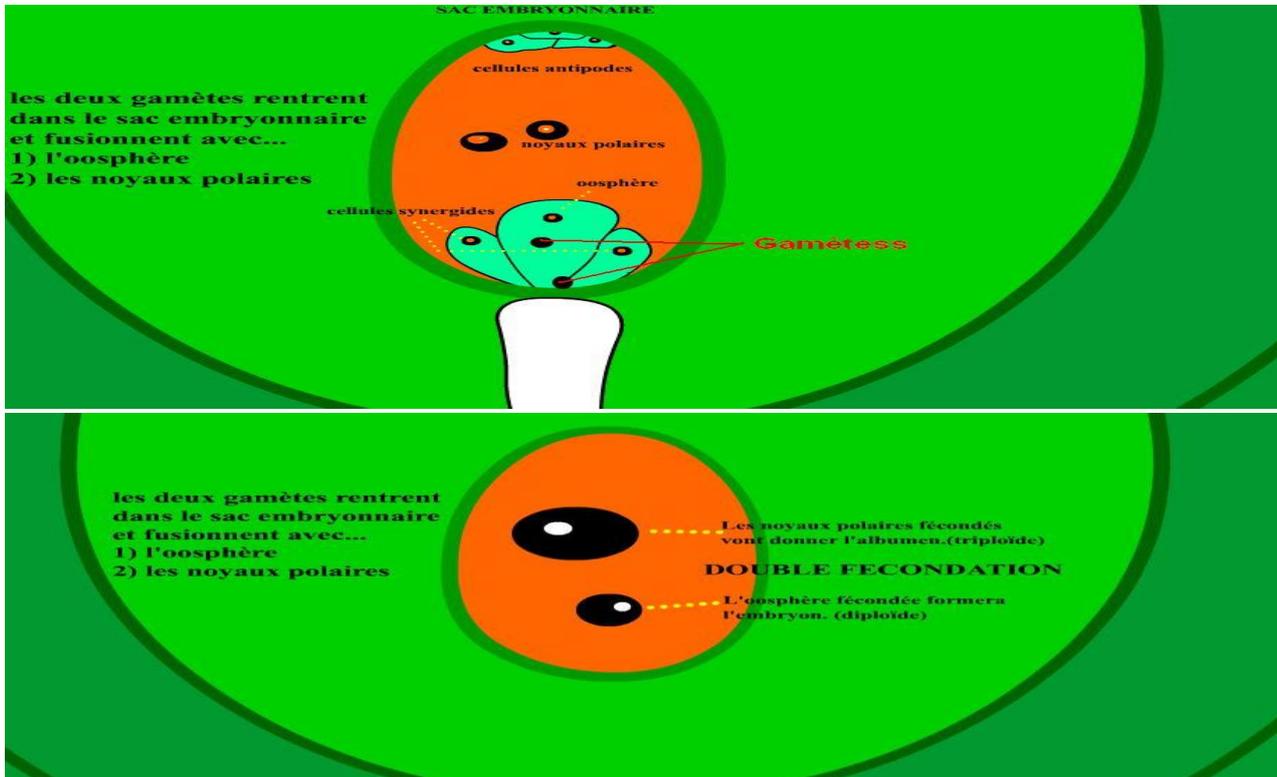


Figure 68 : Double fécondation chez les Angiospermes

4.8. Le fruit

Les fruits résultent de la transformation de l'ovaire ou des ovaires d'une fleur fécondée ; ils renferment la ou les graines, provenant de l'évolution de ou des ovules.

Au terme des transformations, la paroi du fruit (péricarpe) qui provient directement de la paroi de l'ovaire comporte généralement trois parties suite à des différenciations

Histologiques en cours de croissance, à savoir, de l'extérieur vers l'intérieur :

L'exocarpe (épicarpe), le mésocarpe et l'endocarpe.

Lors de la formation du vrai fruit, la paroi de l'ovaire (qui donnera le péricarpe) se modifie selon 02 possibilités selon sa consistance :

- ✚ Elle se gorge de réserves, devient épaisse et juteuse, ce qui forme un fruit charnu.
- ✚ Elle se dessèche, devient fibreuse et plus ou moins dure et on obtient un fruit sec.

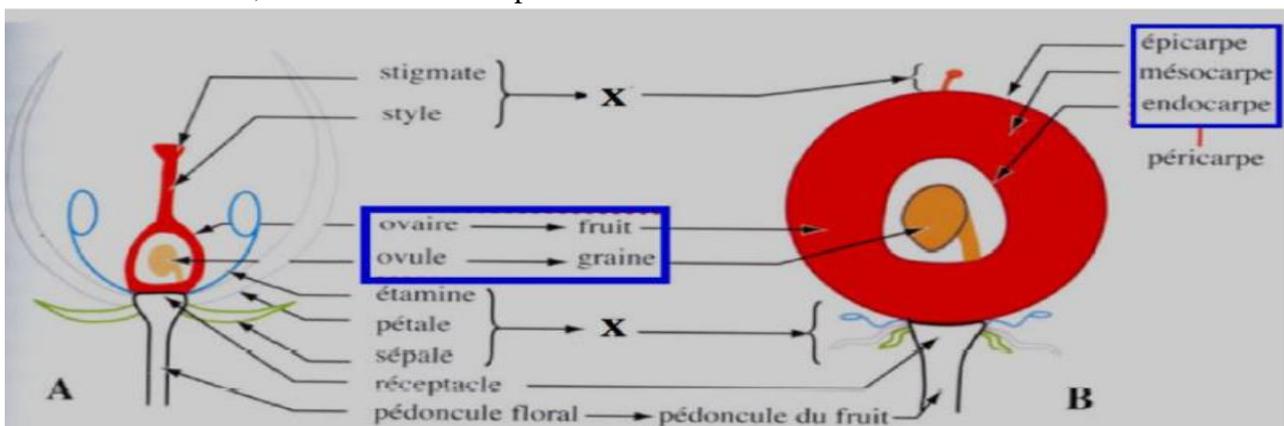


Fig 69 : Transformation de l'ovule en graine et de l'ovaire en fruit