

**UNIVERSITE DES SCIENCES, DES TECHNIQUES  
ET DES TECHNOLOGIES DE BAMAKO (USTTB)**

---

**UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES (FST)**

---

**DEPARTEMENT D'ENSEIGNEMENT ET  
DE RECHERCHE (DER) DE BIOLOGIE**

---

**LABORATOIRE DE BOTANIQUE ET  
D'ECOTOXICOLOGIE (LABOTEC)**

## **SYLLABUS DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT DE BIOLOGIE VEGETALE**

**1. ANATOMIE ET MORPHOLOGIE DES VEGETAUX**

**2. REPRODUCTION CHEZ LES ANGIOSPERMES**

**Dr Savio SAMAKE 76470275 / 66318527. E-mail : [saviosamake13@gmail.com](mailto:saviosamake13@gmail.com)**

**Janvier 2019.**

<b>Institution d'enseignement supérieur</b>					
Institution : <b>USTTB</b>		Faculté : <b>FST</b>		Département : <b>Biologie</b>	
Tel.: <b>20223244</b>		<b>20793248</b>		Email :	Web :
Enseignant responsable : Dr Savio SAMAKE, Maître-assistant. Ethnobotaniste. Tél : 223 76470275 / 66318527.					
E-mail : saviosamake13@gmail.com_Laboratoire de Botanique et d'Ecotoxicologie (Labotec): Salle A3-7. FST/USTTB					
<b>I) Identification de l'EC</b>					
Domaine : <b>Sciences et technologies</b> Mention : <b>Biologie</b> Spécialité : Niveau : <b>Licence</b> Semestre : <b>4</b>		<b>UE (intitulé) : Biologie végétale</b>			
		Code : <b>Bio1401</b>	<b>Volume horaire global (VHG)</b>	100	H
		Crédit(s) : <b>5</b>	A) Présentiel	54	H
			A1) VHG CM	24	H
	A2) VHG TD	12	H		
	A3) VHG TP	18	H		
	B) Travail personnel étudiant	46	H		
<b>EC (intitulé) : Anatomie et morphologie</b>					
Code : Poids(s) : <b>3</b>		<b>Volume horaire global (VHG)</b>	60	H	
		A) Présentiel	30	H	
		A1) VHG CM	12	H	
		A2) VHG TD	6	H	
		A3) VHG TP	12	H	
		B) Travail personnel étudiant	30	H	
<b>Pré-requis :</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notions de la multiplication cellulaire</li> <li>- Notions de respiration et de photosynthèse chlorophyllienne</li> <li>- Notions de base de la classification des êtres vivants</li> </ul>					
<b>II) Objectif général/objectifs spécifiques ou compétences d'apprentissage</b>					
A l'issue des enseignements, les étudiants devraient être capables de :					
<b>OG :</b>	<b>Expliquer l'organisation structurale des végétaux</b>				
	<b>OS 1:</b> Enumérer les différences anatomiques et morphologiques existant entre les types de tissus végétaux				
	<b>OS 2:</b> Enumérer les différences anatomiques et morphologiques existant entre les organes végétaux				
	<b>OS 3:</b> Reconnaître les tissus et organes des végétaux				

III) Contenus des enseignements				
Intitulé du chapitre	Objectifs spécifiques concernés	Enseignements théoriques		
		Contenu indicatif	Méthodes/ matériels pédagogiques	Activités de l'étudiant
Chapitre I : Organisation cellulaire des végétaux	OS1	Enseignements théoriques/travaux dirigés		
		-Rappel des notions de cellules animale et végétale  -Particularités de la cellule végétale	-Enseignement en présentiel Supports papiers et numériques de cours, vidéoprojecteur, ordinateur portable, écran et pointeur	-Travaux de recherche bibliographique, Exposés de groupes,  -Exercices
		-Caractéristiques générales des grands groupes de végétaux	-Enseignement en présentiel Supports papiers et numériques de cours, vidéoprojecteur, ordinateur portable, écran et pointeur	-Travaux de recherche bibliographique, Exposés de groupes,  -Exercices
	OS1 + OS2	Travaux pratiques/projets/stages <sup>1</sup>		
		Observations microscopiques de cellules végétales	Microscopes photoniques, Protocoles, colorants et autres matériels de laboratoire	Manipulations diverses, dessins et commentaires
Chapitre II : Les différents types de tissus végétaux	OS1 + OS2	Enseignements théoriques/travaux dirigés		
		-Les tissus primaires	-Enseignement en présentiel Supports papiers et numériques de cours, vidéoprojecteur, ordinateur portable, écran et pointeur	Travaux de recherche bibliographique, Exposés de groupes,  Exercices sur des cas pratiques
		-Les tissus secondaires	-Enseignement en présentiel Supports papiers et numériques de cours, vidéoprojecteur, ordinateur portable, écran et pointeur	Travaux de recherche bibliographique, Exposés de groupes,  Exercices sur des cas pratiques

<sup>1</sup> Les travaux pratiques, les projets ou les stages seront traités dans certains cas comme des UE/EC

	<b>Travaux pratiques/projets/stages</b>		
	<b>Enseignements théoriques/travaux dirigés</b>		
Chapitre III : Anatomie des organes végétaux	OS2 + OS3	-Comparaison anatomique entre les monocotylédones et les dicotylédones	-Enseignement en présentiel Supports papiers et numériques de cours, vidéoprojecteur, ordinateur portable, écran et pointeur Travaux de recherche bibliographique, Exposés de groupes, Exercices sur des cas pratiques
Chapitre IV : Morphologie des organes végétaux	OS2 + OS3	-Comparaison morphologique entre les monocotylédones et les dicotylédones	-Enseignement en présentiel Supports papiers et numériques de cours, vidéoprojecteur, ordinateur portable, écran et pointeur Travaux de recherche bibliographique, Exposés de groupes, Exercices sur des cas pratiques
	<b>Travaux pratiques/projets/stages<sup>2</sup></b>		
		Observations des différents organes végétaux	Loupes à main, loupes binoculaires, Protocoles, colorants et autres matériels de laboratoire Manipulations diverses, dessins et commentaires
<b>IV) Modalités d'évaluation</b>			
Type d'évaluation	Part contributive du type d'évaluation dans le calcul de la note finale	Critères d'évaluation	Matériels pédagogiques

<sup>2</sup> Les travaux pratiques, les projets ou les stages seront traités dans certains cas comme des UE/EC

Travail individuel (TP)	33%	Conformité et échelle des dessins	
Contrôle continu		Précision de la réponse	
Examen	67%	Précision de la réponse	
Examen de rattrape	100%	Précision de la réponse	
<b>V) Matériels de cours</b>			
1	<b>Raynal Rocques Aline, 1994.</b> La botanique redécouverte. Editions : BELIN-INRA. 512 pages.	2	<b>RODOLPHE E. &amp; al, 2002.</b> Botanique systématique des plantes à fleurs- Une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales. 2de édition entièrement revue et augmentée. Presses polytechniques et universitaires romandes. 413 pages.
3	<b>Sylvie Meyer et al., 2008.</b> Biologie et physiologie végétales. 2e édition révisée. Editions : Maloine. 490 pages.  <b>Anciens cours des Professeurs titulaires :</b>  -N'Golo DIARRA, ancien Directeur de ISFRA et enseignant chercheur à Bamako  -Moussa SAMAKE, Ecotoxicologue FST et Sous-Directeur de la recherche et innovation/DGESRS, Bko	4	<b>RODOLPHE E. &amp; al, 2002.</b> Botanique systématique des plantes à fleurs- Une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales. 2de édition entièrement revue et augmentée. Presses polytechniques et universitaires romandes. 413 pages.
5	<b>Jean Claude Roland et all.</b> Atlas, biologie végétale: organisation des plantes sans fleurs, algues et champignons. Editeur: Dunod	6	<a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Cellule_v%C3%A9g%C3%A9tale">https://fr.wikipedia.org/wiki/Cellule_v%C3%A9g%C3%A9tale</a>

## **Anatomie et morphologie des végétaux**

### **Introduction :**

Les végétaux sont des organismes qui ont une place importante dans le monde vivant, pour 2 raisons : ils sont en nombre important sur la Terre et leur métabolisme est primordial pour le reste des êtres vivants qui profitent de l'oxygène rejeté par ces organismes.

Le règne des végétaux se caractérise au niveau de leur structure, d'abord par leurs cellules, puis par la structure de leurs tissus.

Les végétaux ont la possibilité de synthétiser leur propre nourriture à partir d'éléments minéraux récupérés de l'environnement.

Les végétaux ont colonisé la plupart des écosystèmes de la planète grâce en particulier à leur mode de reproduction asexuée et sexuée. En particulier, la colonisation est très efficace avec la production de graines et de fruits par les plantes à fleurs.

Les végétaux sont capables de réagir aux variations des paramètres physico-chimiques de l'environnement. Cela est possible grâce à la production d'hormones végétales.

### **Chapitre I : Organisation cellulaire des végétaux**

#### **OS1 : Enumérer les différences anatomiques et morphologiques existant entre les types de tissus végétaux.**

### **Introduction**

Un végétal par définition est un être vivant chlorophyllien, fixé au sol, capable de transmettre l'énergie qu'il reçoit du soleil par ses feuilles et de se nourrir principalement des sels minéraux et de gaz carbonique. Les cellules végétales, pour ce faire, possèdent une structure particulière. Elles sont différentes des cellules animales et exclusivement limitées par des parois squelettiques de nature cellulosique.

## **1/Classification des végétaux (Caractéristiques des grands groupes de végétaux)**

Dans le règne végétal, on distingue :

**1-1/ Les Protocaryotes** : ce sont des êtres vivants unicellulaires qui se reproduisent par simple multiplication cellulaire.

**1-2/ Les Eucaryotes** : ce sont pour la plupart pluricellulaires et se multiplient essentiellement par reproduction sexuée.

Chez les végétaux eucaryotes, on distingue deux grands groupes :

### **1-2-1/ Les Thallophytes**

\*Leur appareil végétatif est appelé thalle (toutes les cellules se ressemblent sans différenciation physiologique c'est-à-dire que toutes les fonctions sont réparties dans toutes les cellules).

\*L'absorption de l'eau et des sels minéraux se fait au niveau de la surface de la paroi de toutes les cellules.

\*Le thalle présente, en fonction des espèces, des formes très variables allant de l'état unicellulaire jusqu'à des structures complexes (pluricellulaires).

\*La reproduction se fait par des spores ou des gamètes.

#### **1-2-1-1/ Les Phycophytes (Algues)**

\*Organisme autotrophe (capables d'assurer la photosynthèse)

\*On distingue trois groupes principaux : les Chlorophycophytes (algues vertes), les Chromophycophytes (algues brunes) et les Rhodophycophytes (algues rouges).

#### **1-2-1-2/Les Mycophytes (Champignons)**

\*Thalle sous forme d'un filament appelé mycélium.

\*Organisme hétérotrophe (incapables d'assurer la photosynthèse).

\*Les champignons présentent plusieurs formes de vie : libre, parasite, symbiotique.

#### **1-2-2/ Les Cormophytes**

\*Ont une structure appelée Cormus (une tige avec des feuilles)

\*Les fonctions physiologiques sont bien définies (absorption de l'eau et des sels minéraux par les racines, la photosynthèse par les feuilles et la reproduction par les tiges).

### **1-2-2-1/ Les Bryophytes (mousses)**

\*Organisme autotrophes

\* Possèdent une véritable tige feuillée

\* Ils n'ont pas de véritable système racinaire



**Sphagnum  
cuspidatum**

Figure 1 : Les bryophytes (mousses)

### **1-2-2-2/ Les Ptéridophytes (fougères)**

\*Possèdent de véritables tissus conducteurs



**Figure 2 : Les ptéridophytes (fougères)**

### **1-2-2-3/ Les Préspermaphytes (Préphanérogames)**

C'est un groupe intermédiaire entre les ptéridophytes et les spermaphytes.

### **1-2-2-4/ Les Spermaphytes (Phanérogames)**

Sont des plantes qui produisent des graines (plantes à graines), sont appelés aussi plantes à ovules, se distinguent donc des algues, des mousse et des fougères.

#### **A/ Les Gymnospermes**

\*Caractérisés par un ovule nu et une graine non protégée

\*La fleur est réduite aux pièces reproductrices

#### **B/ Les Chlamydospermes**

\*Ils sont considérés comme intermédiaires entre les gymnospermes et les Angiospermes

\*Les organes reproducteurs sont entourés par une simple enveloppe.

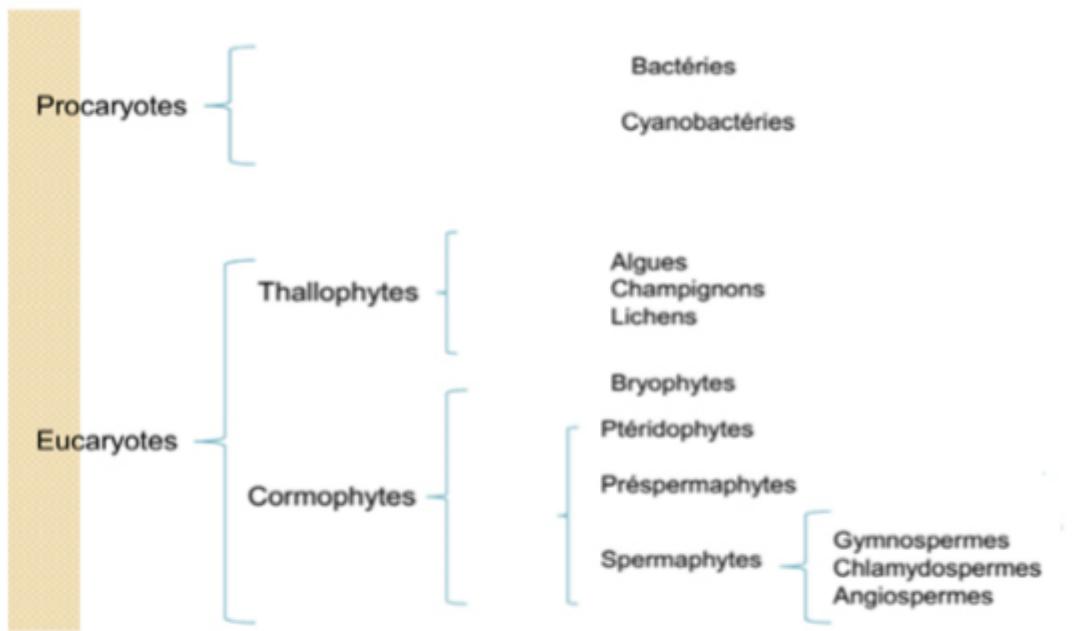
#### **C/Les Angiospermes (graine dans un récipient)**

\*Caractérisés par l'apparition d'ovaire qui protège les ovules

\*Les appareils reproducteurs se trouvent dans un organe appelé fleur

\*Se sont donc des végétaux qui portent des fruits

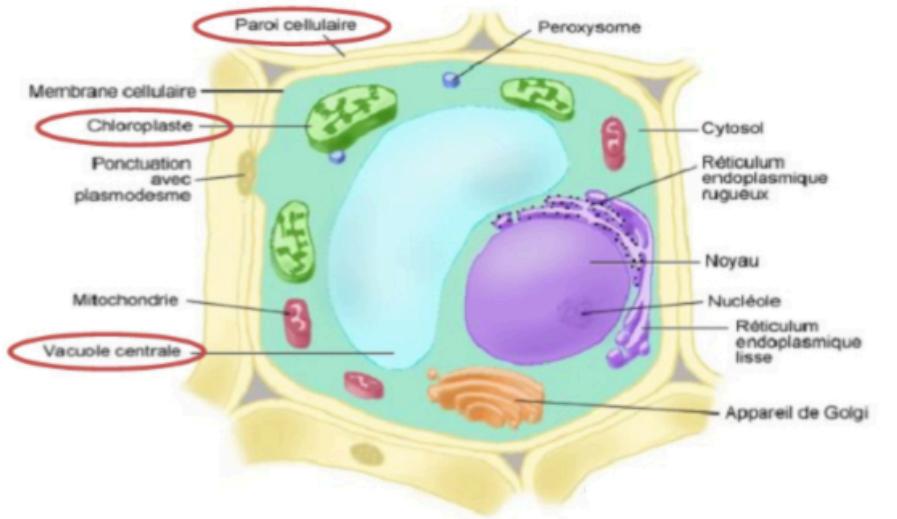
\*Les Angiospermes comprennent les dicotylédones et les monocotylédones



**Figure 3 : Classification générale de règne végétal**

## 2/ Particularités de la cellule végétale

La taille de la cellule est plus importante que celle des cellules animales. La forme de la cellule est plutôt rectangulaire à cause de sa paroi cellulosique (cellulose ou lignine). Elle se compose de plusieurs chloroplastes qui, grâce à la chlorophylle, lui permettent de faire la photosynthèse (voir cours de physiologie). L'intérieur de la cellule est occupé en grande partie par une vacuole.



**Figure 4 : Cellule végétale eucaryote**

## 2-1/La paroi cellulaire

Deux types d'enveloppes entourent les cellules végétales. La paroi pectocellulosique, elle est épaisse et rigide et composée principalement d'un produit du métabolisme secondaire : la cellulose. Son rôle est d'assurer le maintien de la cellule et ses liaisons physiques avec les cellules voisines. La membrane cellulaire, pour sa part, est aussi présente chez la cellule végétale, elle est située à l'intérieur de la paroi cellulaire et renferme les organites cellulaires.

La paroi pectocellulosique est formée de plusieurs couches qui sont de l'extérieur vers l'intérieur.

### 2-1-1/Lamelle moyenne (partie externe)

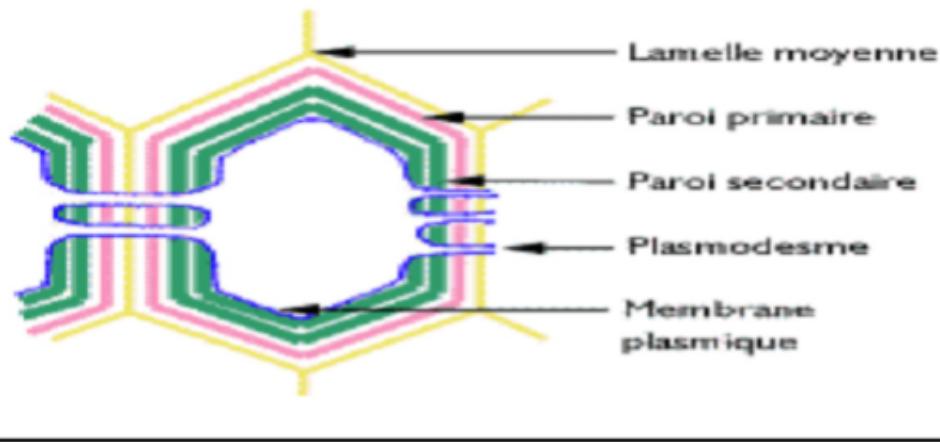
C'est la partie externe, composée par des substances de nature pectique (ciment intracellulaire) qui assure la cohésion entre les cellules.

### 2-1-2/ Paroi primaire

Elle est située entre la lamelle moyenne et la paroi secondaire. Elle est de nature pectocellulosique. Elle est extensible, ce qui permet la croissance cellulaire (élongation)

### 2-1-3/ Paroi secondaire

Elle est située entre la membrane cytoplasmique et la paroi primaire. Elle apparaît lors de la différenciation cellulaire. Elle est constituée de cellulose et d'hemicellulose et riche en composés phénoliques (structure solide et non extensible).



**Figure 5 :** Structure de la paroi pectocellulosique

## 2-2/ La membrane cellulaire chez la cellule végétale

On distingue l'existence de deux membranes importantes ; le plasmalemme qui est une enveloppe mince, délimitant le milieu intracellulaire du milieu extracellulaire, formée par une double couche lipidique et le tonoplaste qui est une membrane qui sépare la vacuole du cytoplasme dont il est perméable aux éléments qui seront stockés dans la vacuole.

## 2-3/ Les plastes

Les plastides sont des organites cellulaires présents dans le cytoplasme des cellules végétales eucaryotes, ils sont issus des proplastides. Possédant leur propre ADN, limités par une double membrane ; une interne et une autre externe qui forment l'enveloppe plastidiale.

On peut distinguer plusieurs types de plastides : les proplastides, les étioplastes, les chloroplastes, les chromoplastes, les leucoplastes, les amyloplastes, .....

### 2-3-1/ Les proplastides : plastides non différenciés

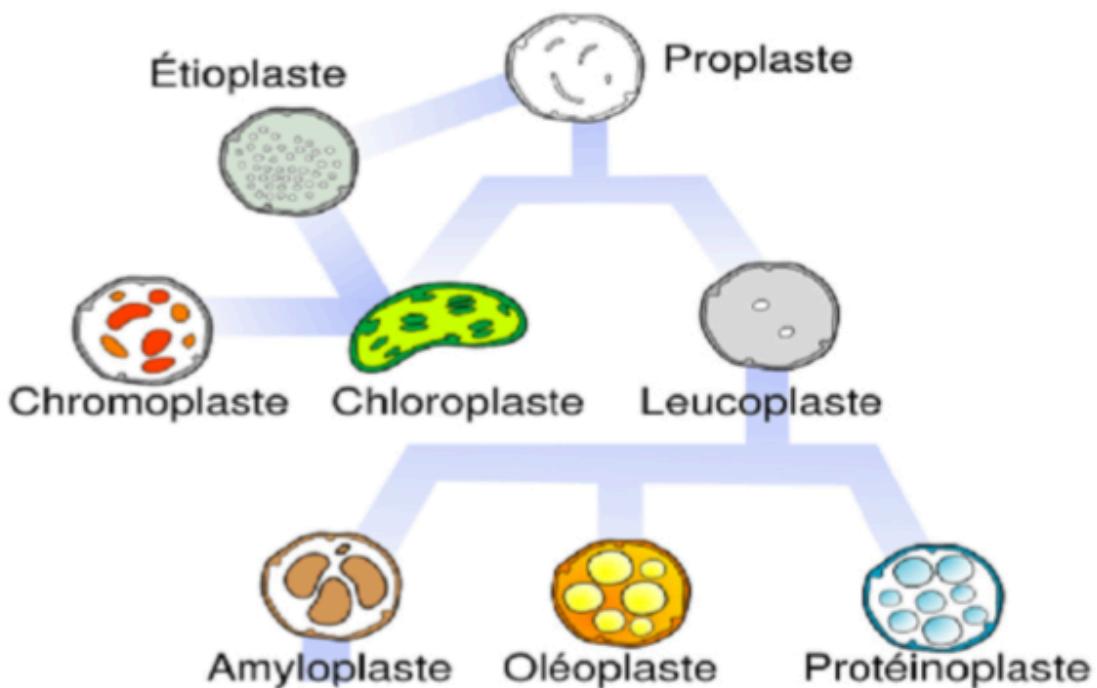
### 2-3-2/ Les étioplastes : plastides des plantes qui manquent de la lumière

**2-3-3/ Les chloroplastes :** c'est un groupe des plastides contenant dans leurs structures les pigments carotène et chlorophylle qui assurent l'absorption de l'énergie solaire qu'ils

transforment en énergie chimique au cours de la photosynthèse. C'est la chlorophylle contenue dans les chloroplastes qui donne la couleur verte aux plantes et c'est également elle qui permet aux formes de vie végétale de croître afin d'alimenter les formes de vie animale.

**2-3-4/ Les chromoplastes** : comprennent tous les plastes renfermant dans leur structure le pigment carotène. C'est ce carotène qui donne sa couleur jaune, rouge ou orange aux fleurs, aux fruits mûrs et aux feuilles. Les chromoplastes se rencontrent habituellement chez les cellules végétales exposées à la lumière. Cependant, certaines cellules non exposées à la lumière peuvent aussi contenir du carotène (la carotte dans le sol).

**2-3-5/ Les leucoplastes** : plastes sans pigments, ce qui suggère une localisation dans les racines et les tissus non photosynthétiques. Ils peuvent se spécialiser pour stocker des réserves d'amidon, de lipides ou de protéines, ils sont respectivement appelés amyloplastes, oléoplastes ou protéinoplastes.



**Figure 6 :** Différents types de plastes

## 2-4/ La vacuole

C'est un organite délimité par une membrane appelé le tonoplaste, remplis d'eau et contenant diverses molécules inorganiques et organiques. La vacuole des végétaux peut occuper même 90% de l'espace cellulaire.

Elle effectue de nombreux échanges avec le cytoplasme. C'est un lieu de stockage. L'intérieur de la vacuole se nomme le suc vacuolaire. La totalité de l'appareil vacuolaire est le vacuome.

## **2-5/ Les cytosomes**

Sont des organites cellulaires sphériques, limités par une membrane simple, contiennent un certain nombre d'enzymes :

**2-5-1/ Les lysosomes**, contiennent des enzymes lytiques qui coupent de nombreuses macromolécules comme les polysaccharides et les acides nucléiques.

**2-5-2/ Les glyoxysomes**, en collaboration avec les mitochondries, ils assurent la transformation des lipides de réserve en glucides.

**2-5-3/ Les peroxysomes**, se trouve dans les cellules photosynthétiques actives. Ils sont le siège des principales étapes de la photorespiration, en particulier le dégagement de CO<sub>2</sub>.

### **-TP : Observations microscopiques de cellules végétales.**

Cas de *Allium cepa* et *Lycopersicum esculentum* (observés en SVT-S1 ?).

## **Chapitre II : Les différents types de tissus végétaux**

**OS1 :** Enumérer les différences anatomiques et morphologiques existant entre les types de tissus végétaux.

**OS2 :** Enumérer les différences anatomiques et morphologiques existant entre les organes végétaux.

### **GENERALITES**

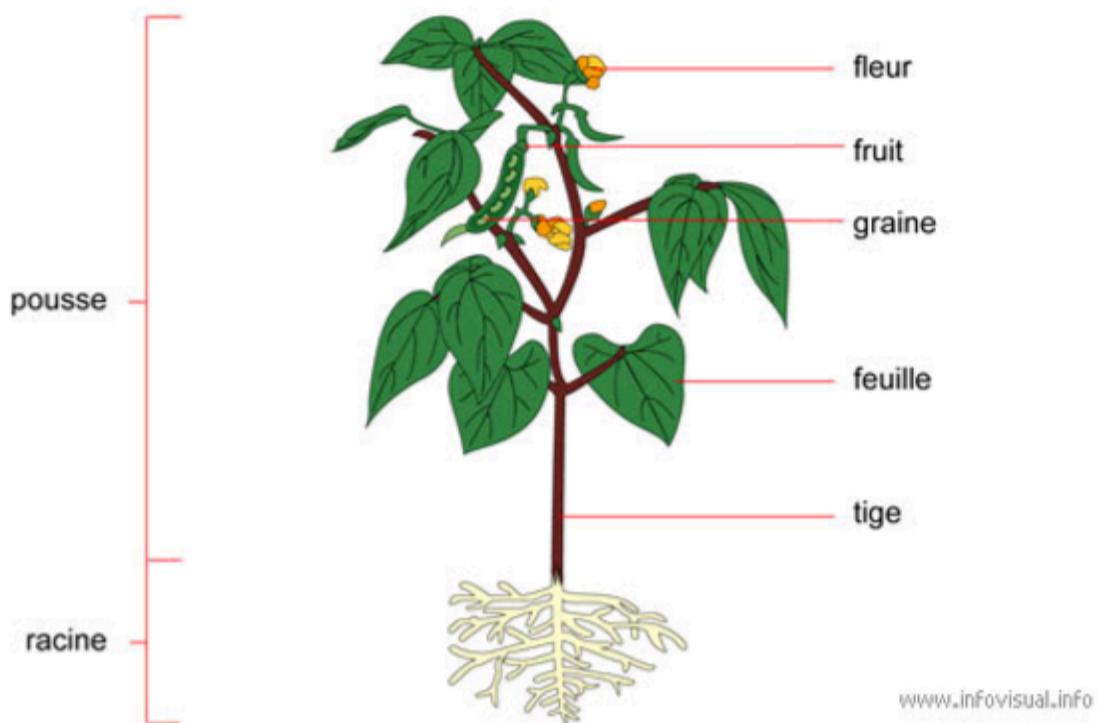
#### **-- Quelques définitions :**

Un tissu est un ensemble de cellules qui participent à une même fonction (tissu protecteur, tissu conducteur...).

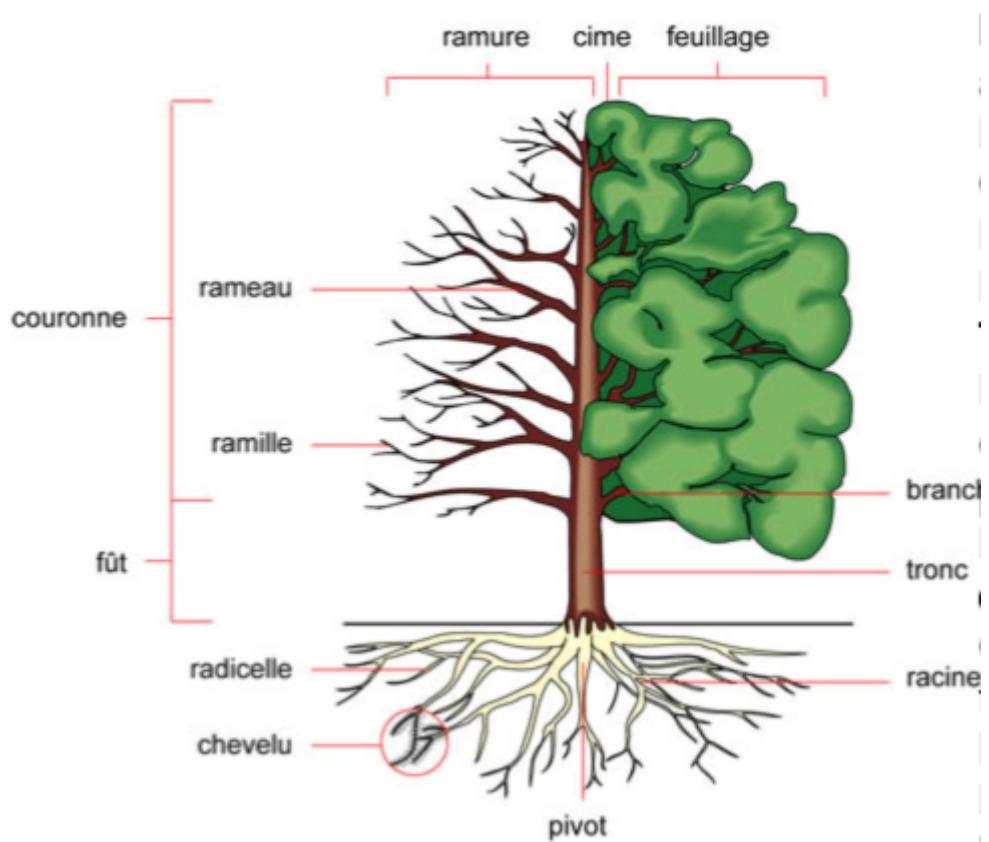
Un groupe de tissus différents forme un organe qui produit un travail précis (nutrition, reproduction, croissance...)

Un ensemble d'organes forme un système. L'ensemble de systèmes forme un organisme. Plusieurs organismes d'une même espèce forment alors une population.

- **Histologie :** c'est l'étude des différents tissus composant un organisme



(Une herbacée)

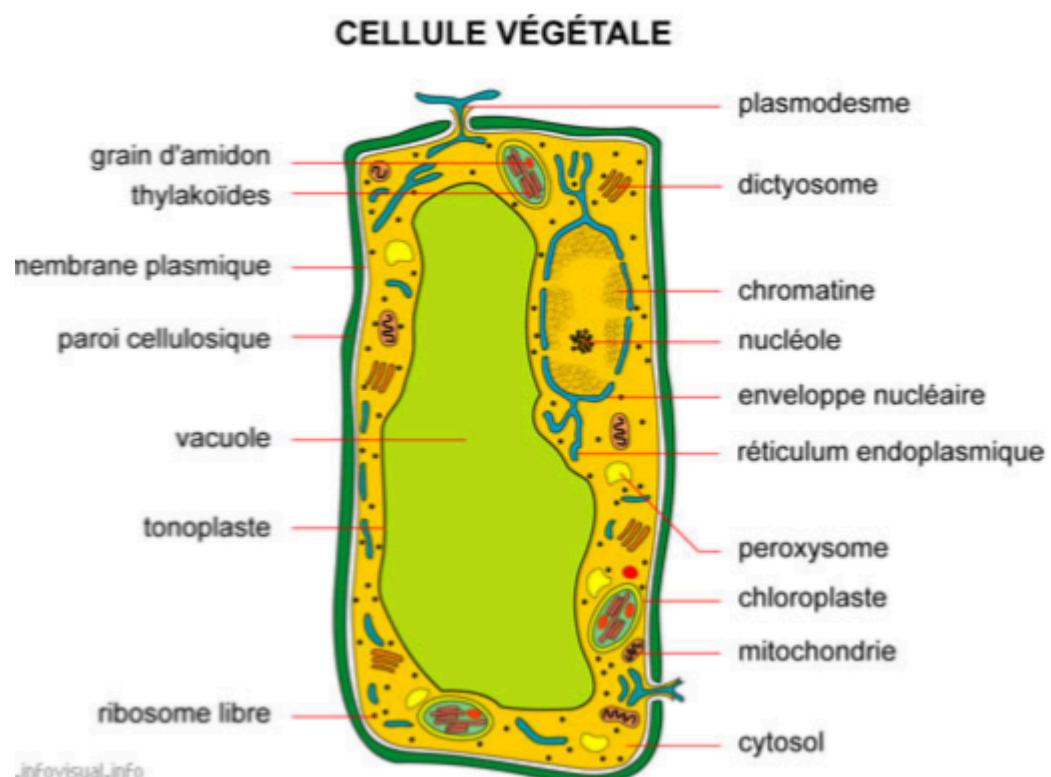


(Une ligneuse)

### Figure 1 : Structure d'une plante (différentes parties)

Chaque partie est constituée de cellules « la cellule végétale ». Chaque cellule est un système hautement complexe qui est le siège d'intenses échanges d'énergie et qui présente de vastes surfaces d'interphase. Comme tout être vivant, elle se nourrit, grandit, se multiplie, et meurt.

**Rappels importants :** Les éléments de la cellule et leurs rôles



<b>Eléments de la cellule</b>	<b>Rôle / Fonction de l'élément</b>
Chloroplaste	grain de chlorophylle assurant la photosynthèse
Chromatine	substance du noyau de la cellule qui donne la couleur
Cytosol	partie liquide du cytoplasme
Dictyosome	organite cellulaire élaborant des sucres et des protéines
Enveloppe nucléaire	membrane enveloppant le nucléole
Grain d'amidon	granule de féculle
Membrane plasmique	enveloppe faite de plasma
Mitochondrie	granule jouant un rôle important dans la respiration et les réactions énergétiques de la cellule vivante
Nucléole	petit corps sphérique présent dans le noyau de la cellule
Paroi cellulosique	bord de la cellule
Peroxysome	organelle du cytoplasme contenant des enzymes
Plasmodesme	pont intercellulaire
Réticulum endoplasmique	formation dans le cytoplasme qui joue un rôle dans la production de substances diverses
Ribosome libre	organe du cytoplasme qui assure la synthèse des protéines
Thylakoïdes	structure moléculaire membraneuse qui assure la photosynthèse
Tonoplaste	membrane vacuolaire
Vacuole	cavité du cytoplasme d'une cellule contenant diverses substances

Un tissu est un groupement de cellules ayant une même origine embryonnaire, ayant le même aspect et qui sont semblablement différenciées dans le but de remplir une fonction déterminée. Les tissus peuvent se diviser en plusieurs catégories structurales ou fonctionnelles.

## 1ère partie/ Les tissus primaires

### 1/ Les méristèmes primaires

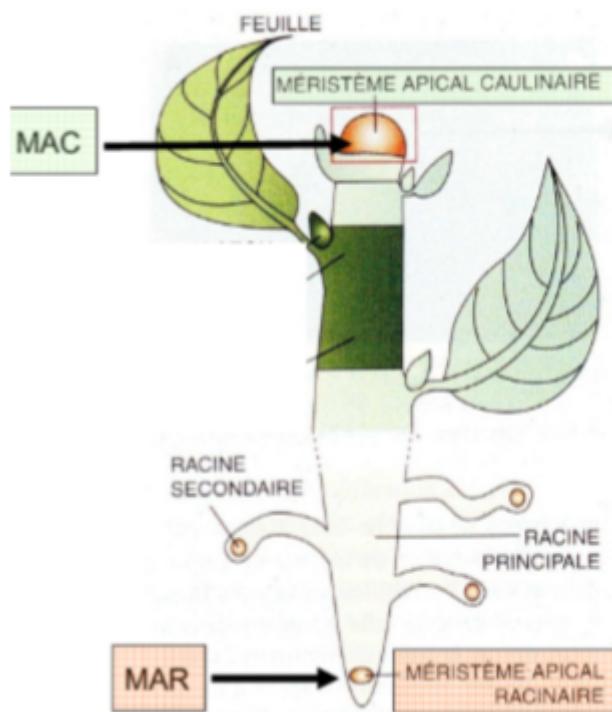


Figure 7 : Emplacement des méristèmes

Ces méristèmes sont localisés à l’extrémité des tiges (méristème caulinaire) et des racines (méristème racinaire) et ils assurent la croissance en longueur. L’embryon des Angiospermes comporte déjà les ébauches des futurs méristèmes caulinaires et racinaires. Le fonctionnement des méristèmes primaires aboutit à l’obtention des différents tissus. Ils sont dénommés tissus primaires pour les différencier des tissus secondaires qui apparaissent chez certaines plantes ultérieurement.

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.

Tableau I : Caractéristiques des méristèmes primaires.

<b>Localisation</b>	Extrémités des tiges et des racines
<b>Rôles</b>	Assurent la croissance en longueur
<b>Cellules</b>	Petites, isodiamétriques
<b>Noyau</b>	Sphériques, volumineux, centraux, très riche en chromatine
<b>Cytoplasme</b>	Dense abondant
<b>Vacuoles</b>	NOMBREUSES ET PETITES
<b>Paroi</b>	Pectocellulosique
<b>Plastes</b>	Plastes non différenciés (proplastes)

### 1-1/Méristème racinaire

L'allongement des racines se fait par son extrémité au niveau du méristème racinaire, ce dernier il est uniquement histogène. Il ne produit pas d'organes latéraux donc il n'est pas organogène. A l'extrémité des racines, on distingue :

- Une coiffe, qui protège le méristème contre la rugosité du sol. Entre celle-ci et les poils absorbants, on observe une zone quiescente (sans division cellulaire).
- Une zone de multiplication ou de division, juste au-dessus de la coiffe, comprend le méristème apical et les méristèmes qui en dérivent. C'est à cet endroit que se fait l'absorption des sels minéraux.
- Une zone d'elongation, au dessus de la zone de division cellulaire, les cellules du méristème deviennent plus longues et permettent à la racine de s'enfoncer dans le sol.
- Une zone de différenciation, avant d'avoir terminé leur croissance, les cellules commencent à se spécialiser.

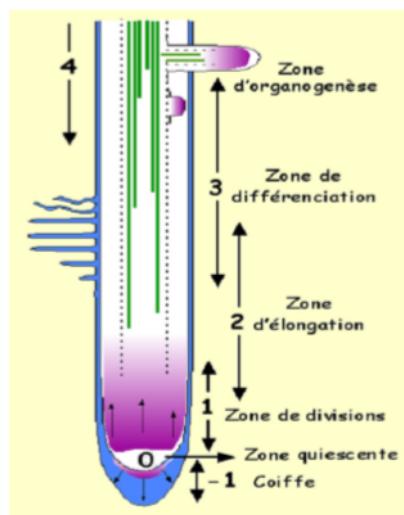


Figure 8 : Différentes zones à l'extrémité d'une racine

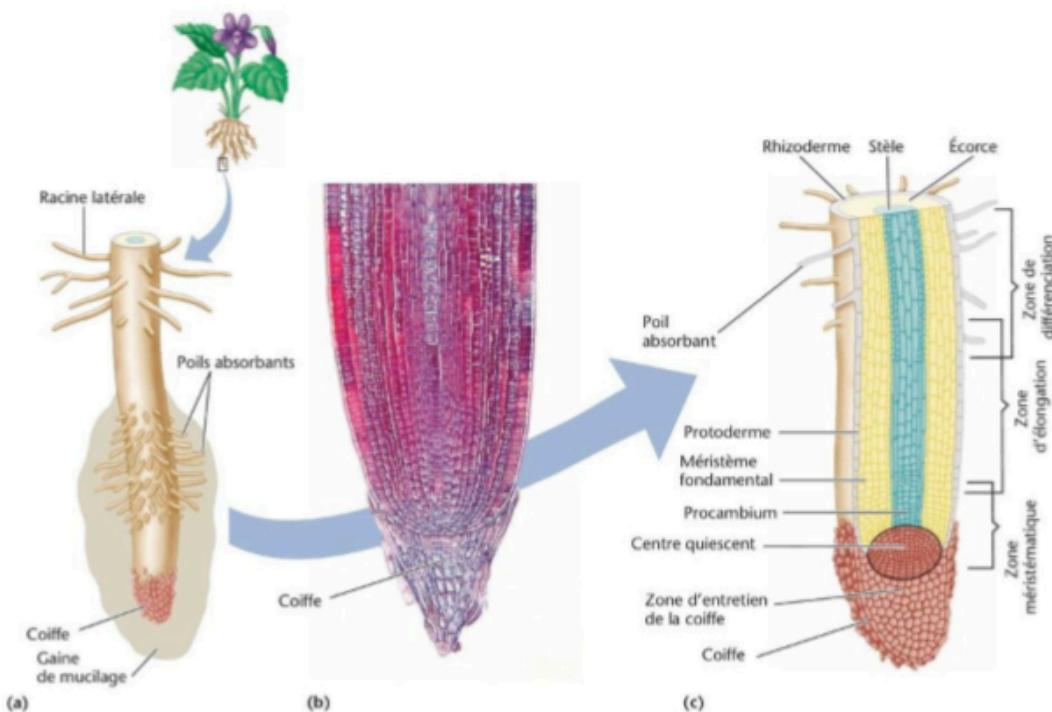


Figure 9 : Méristème apical racinaire (a) extrémité d'une racine, (b) coupe longitudinale de l'extrémité d'une racine observée au microscope optique (c) le méristème apical racinaire avec les principales zones.

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.

### 1-2/Méristème caulinaire

Le méristème caulinaire (de la tige) est responsable de l'édification 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.

Une coupe longitudinale d'un méristème végétatif caulinaire sous forme d'un dôme de 0.5 à 3 mm, montre l'existence de trois zones essentielles :

-Une zone axiale (Za), avec deux couches superficielles, les tunicas T1 et T2 et le corpus C.

-Une zone latérale (ZL), entourant la zone axiale (Za), la partie à droite correspond à l'apparition d'une feuille (ZLF). On distingue des divisions périclines (cloisons parallèles à la surface).

-Un méristème médullaire (Mm), aux mitoses peu fréquentes formant des files empilés de cellules à l'origine de la moelle centrale M.

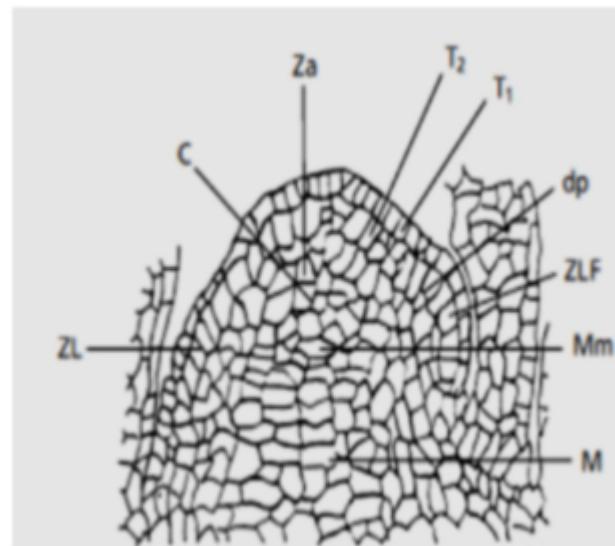


Figure 10 : Différentes zones du méristème caulinaire

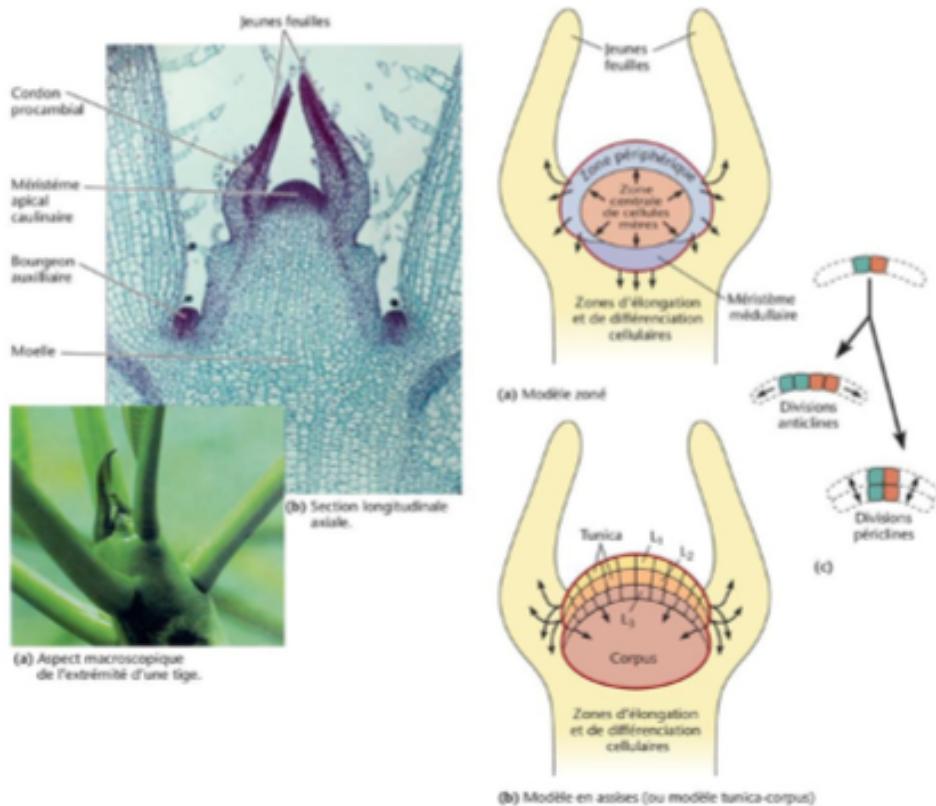


Figure 11 : Méristème apical caulinaire

### 1-3/Transformation du méristème apical en méristème floral

Sous l'action de signaux mal identifiés (peut être des protéines sensibles à la lumière ; un phytochrome et un cryptochrome). Les méristèmes caulinaires vont se transformer en méristèmes floraux, et vont donc être responsables de la forme d'une fleur. Cette fleur peut être unique ou en inflorescence.

\*Ces transformations correspondent à un ralentissement d'activité de la zone latérale (ZL) qui donnera les sépales (premières pièces florales apparaissant).

\*Le corpus donne naissance au réceptacle floral suite à sa prolifération abondante

\*La tunica T2 sera à l'origine des pièces florales reproductrices.

## 2/ Tissus de protection

### 2-1/ L'épiderme (assise épidermique)

L'épiderme est un tissu végétal superficiel formant une assise continue de cellules qui recouvre les parties aériennes d'une plante et fournit une protection contre la dessiccation et les agressions extérieures tout en permettant les échanges gazeux avec l'atmosphère.

L'épiderme est interrompu par des cellules stomatiques. La paroi externe des cellules épidermique est épaissie par un dépôt de cutine (matière cireuse de nature lipidique) constituant la cuticule.

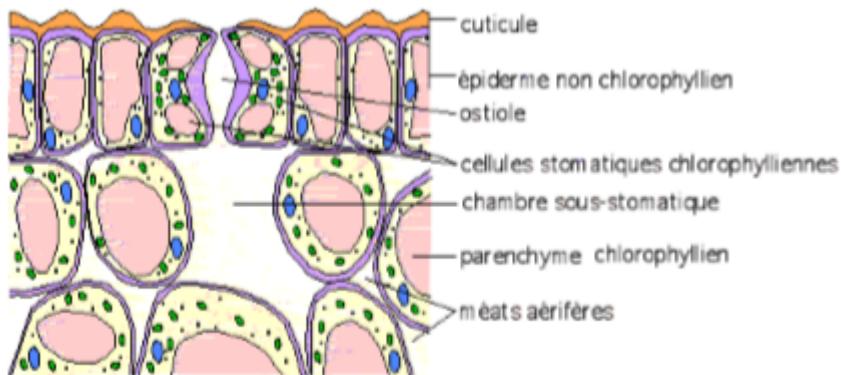


Figure 12 : Cellules épidermiques

## 2-2/ Rhizoderme (assise pilifère)

C'est un tissu superficiel des racines d'une plante, équivalent de l'épiderme des parties aériennes, parfois appelé épiderme racinaire. A la différence de l'épiderme, il est dépourvu de cuticule et de stomate. Dans la toute jeune racine, de nombreuses cellules du rhizoderme forment des poils absorbants (cellules hypertrophiées) spécialisés dans la collecte de l'eau et des sels minéraux présents dans le sol.

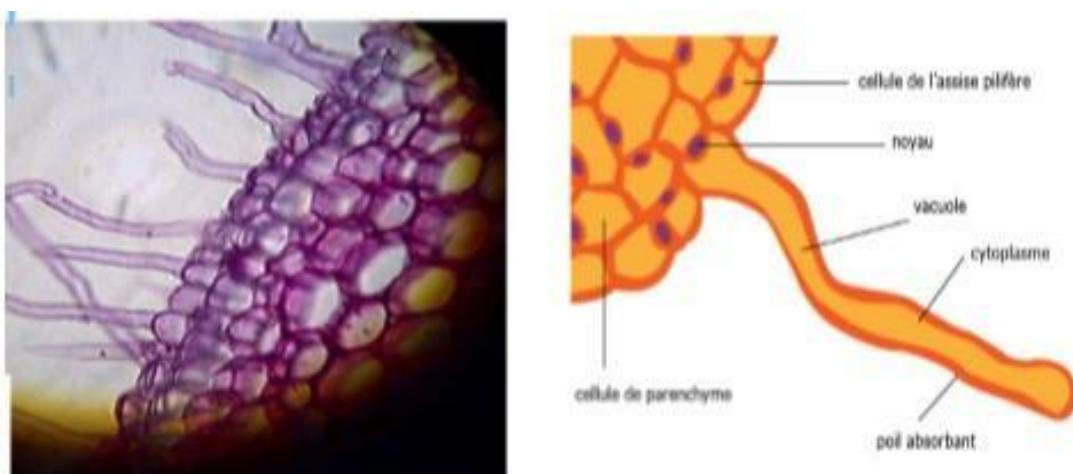


Figure 13 : Poils absorbants chez le rhizoderme

## 2-3/ Endoderme

L'endoderme correspond à la partie la plus interne d'écorce végétale dans les jeunes tiges et les jeunes racines, souvent constituée d'une seule assise de cellules. Plus la plante va devenir âgée, plus l'endoderme va se lignifier en formant ainsi les cadres de Caspary qui assurent ainsi une sélectivité des substances assimilées via l'empêchement des voies de transports apoplasmiques et l'obligation des voies de transport symplasmique.

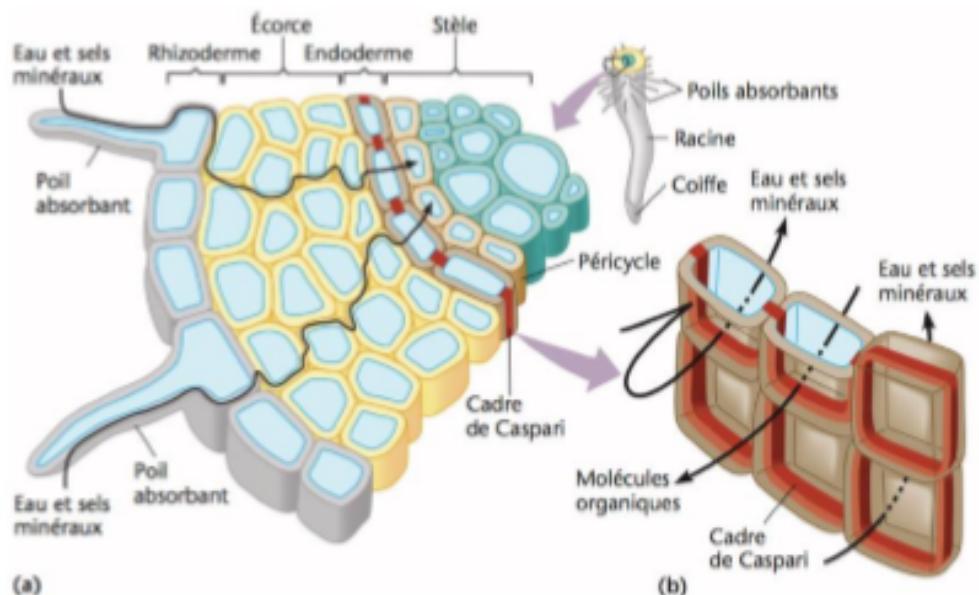


Figure 14 : Endoderme et le cadre de Caspary

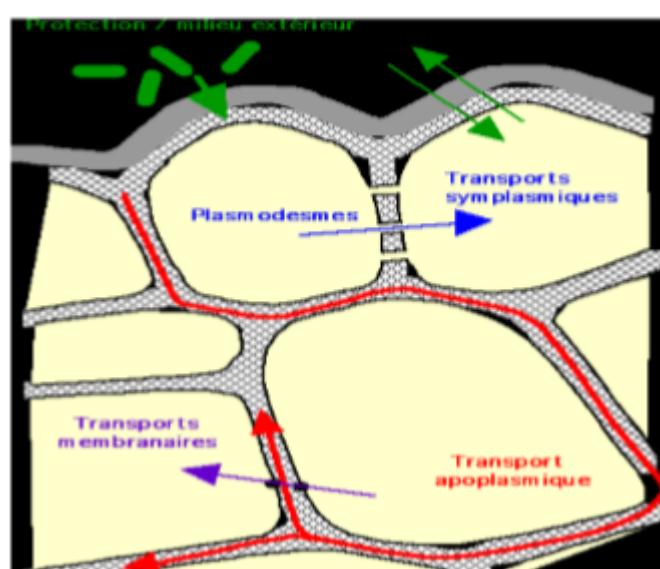


Figure 15 : Voies de transport symplasmique et apoplasmique

### **3/ Tissus de remplissage (Les parenchymes)**

Les parenchymes, nés du fonctionnement des méristèmes primaires, sont formés de cellules vivantes. Les cellules parenchymateuses sont volumineuses, isodiamétriques ou allongées. Leurs vacuoles sont très développées mais leurs parois pectocellulosiques sont minces et flexibles à cause de l'absence de paroi secondaire. Le parenchyme se localise dans le cortex (parenchyme cortical) ou bien dans la moelle (parenchyme médullaire) des tiges et des racines, dans le mésophylle des feuilles et dans la chair des fruits. On classe ces tissus d'après leurs fonctions en :

- parenchymes chlorophylliens qui assurent la photosynthèse,
- les parenchymes de réserve, plus interne, qui accumulent des composés organiques (sucres, lipides, protéines) et autres comme l'eau et l'air. La structure des parenchymes est plus ou moins compacte.
- Aussi, le parenchyme lacuneux qui est très poreux, a un rôle dédié aux échanges gazeux avec le milieu.

#### **3-1/ Parenchymes chlorophylliens (Chlorenchyme)**

Ils sont caractérisés par la présence de nombreux chloroplastes dans leurs cellules. 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 notamment dans les feuilles qui renferment deux types de chlorenchyme :

**3-1-1/ Parenchyme chlorophyllien palissadique** : cellules allongées et accolées les unes aux autres, sans méats. Les cellules situées du côté de la face foliaire supérieure des feuilles présentent un nombre important en chloroplastes en assurant ainsi la photosynthèse.

**3-1-2/ Parenchyme chlorophyllien lacuneux** : cellules plus ou moins arrondies ou étoilées, caractérisées par un nombre réduit de chloroplastes, entre lesquelles se trouvent de grandes lacunes afin d'assurer les échanges gazeux par les stomates et qui se trouvent dans la face foliaire inférieure.

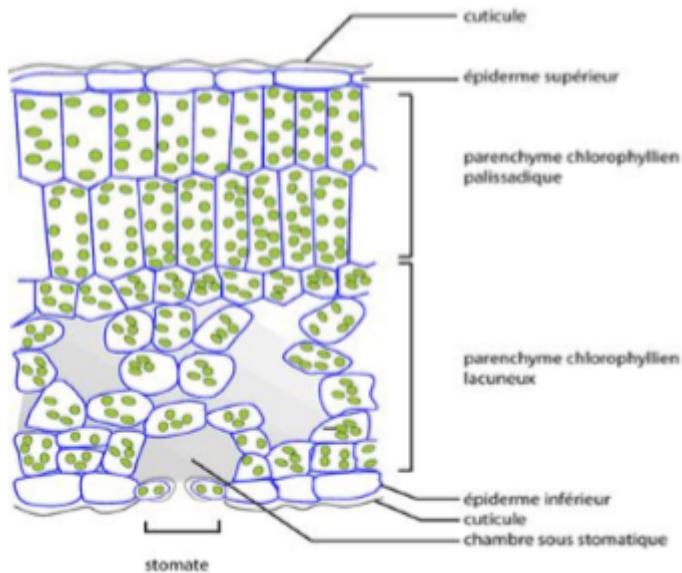


Figure 15 : Parenchyme chlorophyllien et lacuneux dans une feuille

### 3-2/ Parenchymes de réserve

Ils sont abondants dans les organes souterrains. La moelle des tiges est en général constituée par un parenchyme amyloïde. On les trouve aussi dans les fruits et les graines. Les parenchymes de réserve sont constitués de cellules vivantes avec des plastides non pigmentés. 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. Les réserves peuvent être aussi sous forme de glucides (betterave à sucre), de lipides (graines d'arachides) et de protides (graines de céréales).

#### 3-2-1/ Parenchymes aquifères

Parenchymes qui mettent en réserve de l'eau dans de grandes vacuoles. Les cellules sont grandes à méats. Ces parenchymes sont abondants dans les tiges et les feuilles des plantes succulentes (plantes grasses). Certains végétaux utilisent l'eau mise en réserve pendant la période de sécheresse.

#### 3-2-2/ Parenchyme aquifère

Fréquent chez les plantes aquatiques, se sont des parenchymes lacuneux, où les grandes lacunes emmagasinent de l'air : CO<sub>2</sub> et O<sub>2</sub> pour les échanges gazeux.

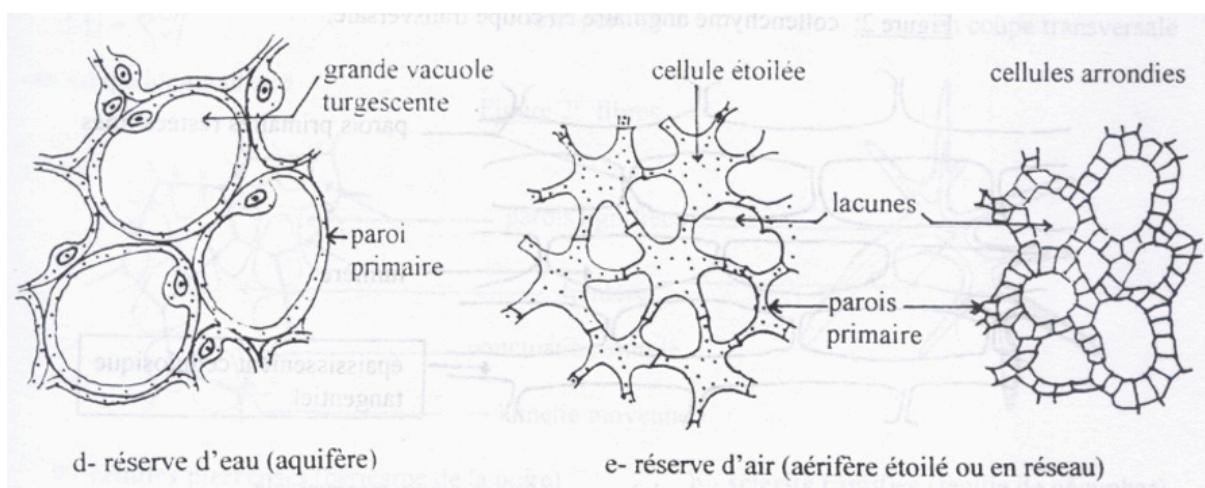
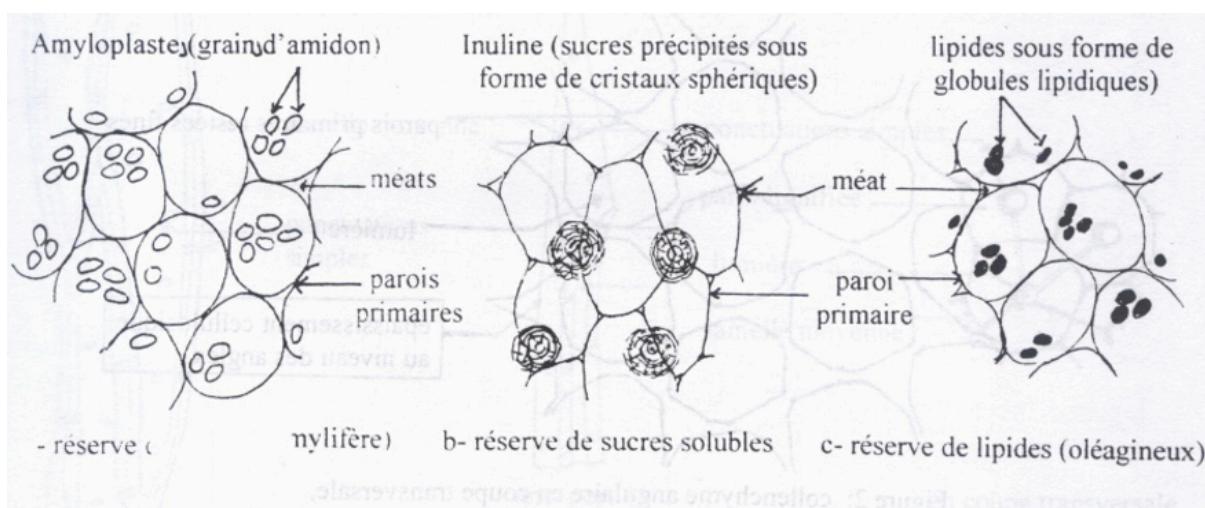
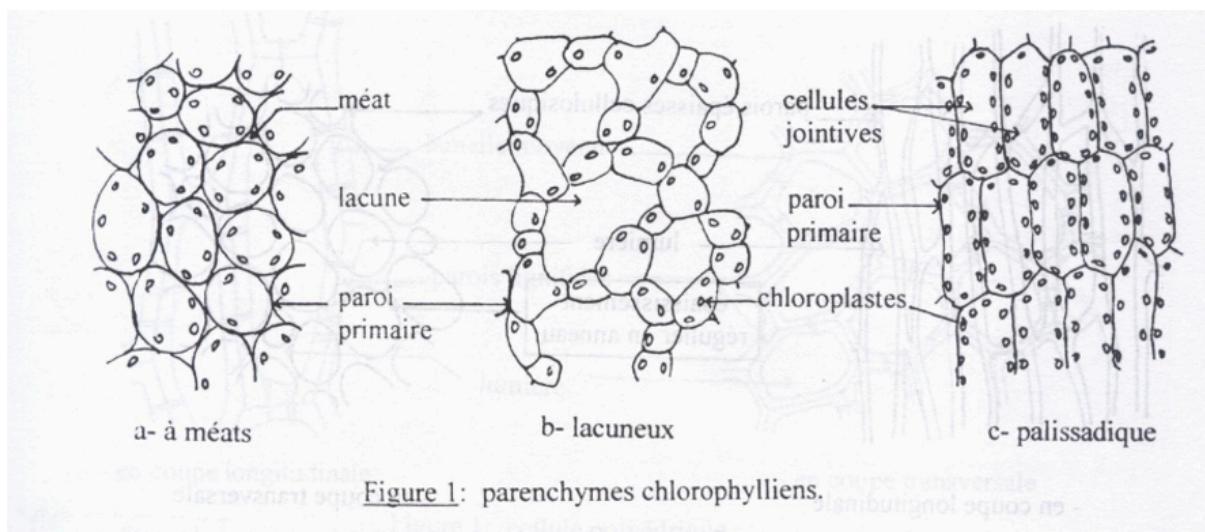


Figure 16 : Différents types de tissus de réserve

## 4/ Tissus de soutien

### 4-1/ Collenchyme

C'est le tissu de soutien des organes jeunes et en croissance, situé en général sous l'épiderme des tiges et des pétioles, caractérisé par des cellules vivantes plus ou moins allongées, dépourvues de paroi secondaires, dont les parois primaires sont épaisses par un dépôt de cellulose, ce qui confère à la plante une grande résistance. On peut distinguer trois types d'épaisseur :

\*Annulaire : dépôt de cellulose uniformément réparti tout autour de la paroi

\*Angulaire : épaisseur cellulosique de la paroi au niveau des angles

\*Tangential : épaisseur des parois tangentielles (uniquement les parois parallèles à la surface externe).

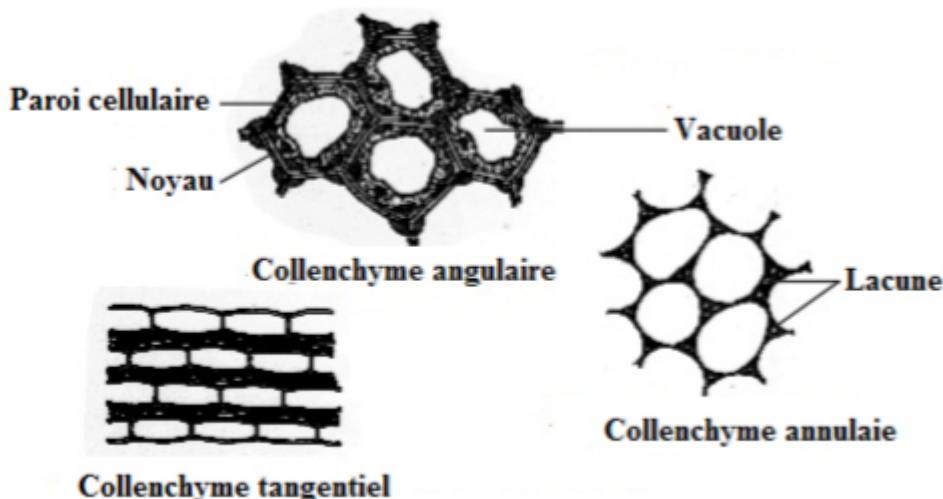


Figure 17 : Différents types de collenchyme

### 4-2/ Sclérenchyme

Le sclérenchyme est un tissu de soutien des organes dont l'allongement est achevé (parties de la plante qui ne sont plus en croissance). C'est un tissu constitué de cellules allongées, mortes dont les parois sont épaissies par un dépôt de lignine qui confère la dureté et la rigidité à la plante. Les cellules de sclérenchyme sont regroupées en fibres scléreuses sous forme de faisceaux ou bien en sclérates sous formes des cellules présentant des formes irrégulières.

Chez les végétaux pourvus d'importants tissus secondaires, le rôle de soutien est plutôt assuré par les tissus conducteurs secondaires plutôt que le collenchyme et le sclérenchyme.

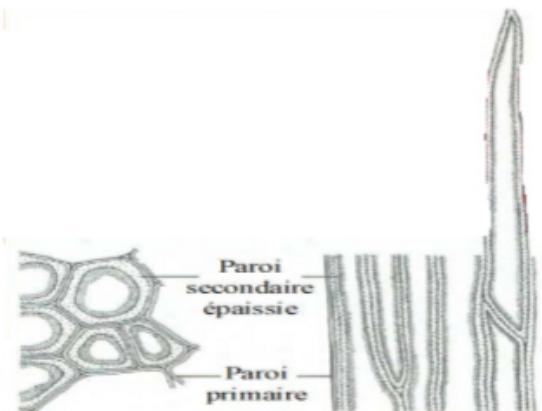


Figure 18 : Différents types de sclérenchyme

## 5/ Tissu conducteurs

Les tissus conducteurs des Angiospermes sont le xylème et le phloème. Le xylème conduit la sève brute (eau+sel minéraux) minéraux puisés dans le sol par les racines, le phloème conduit la sève élaborée (substances organiques provenant de la photosynthèse) vers tous les organes de la plante. Le xylème et le phloème sont étroitement associés et forment le système vasculaire qui assure les corrélations entre les différentes parties de la plante.

Une zone génératrice appelée cambium libéro-ligneuse se met entre le xylème primaire et le phloème primaire, sa différenciation donne naissance à des tissus conducteurs secondaires appelés xylème secondaire (le bois) et phloème secondaire (le liber).

Le xylème est formé de deux types de cellules

\*Les trachéides sont des cellules mortes allongées, moins riches en lignines, les extrémités sont en biseau où la sève circule via les perforations et les ponctuations.

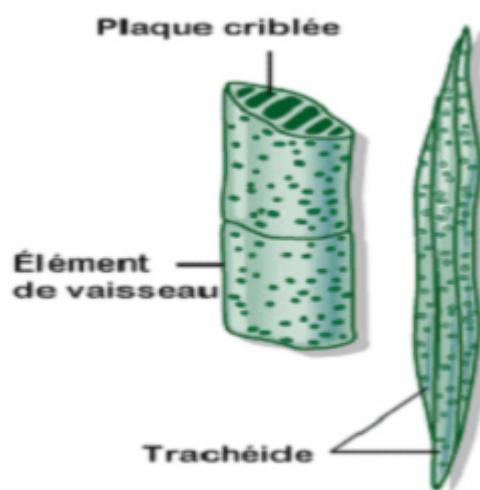


Figure 19 : Eléments de xylème

Le phloème est aussi formé par deux types de cellules

\*Les cellules criblées, ce sont des cellules vivantes allongées ayant conservé leur paroi cellulosique et leur cytoplasme mais dépourvus de noyau. Leurs parois transversales sont perforées et appelées des cibles, permettant le passage de la sève élaborée.

\*Les cellules compagnes, sont des cellules vivantes associées aux cellules criblées et qui communiquent avec elles par des plasmodesmes en assurant ainsi toutes les fonctions nécessaires que les tubes criblées ne peuvent plus remplir.

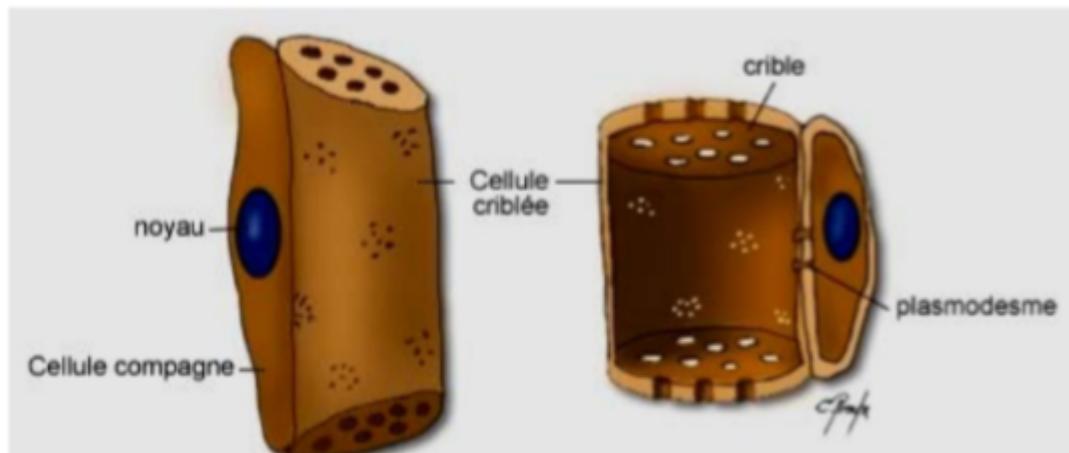


Figure 20 : Eléments de phloème

## 6/ Tissus sécréteurs

Ce sont des tissus spécialisé dans la synthèse et la sécrétion de certaines substances (essences, latex.....ect). Ces tissus peuvent accumuler les produits synthétisés au sein de leurs cellules ou bien les rejeter hors de celles-ci dans des cavités ménagées dans les organes, c'est le cas d'excrétion des produits sécrétés. On peut distinguer deux catégories de tissus sécréteurs :

- Tissus sécréteurs externes comme l'épiderme et les poils sécréteurs
- Tissus sécréteurs internes comme les poches et les canaux sécréteurs.

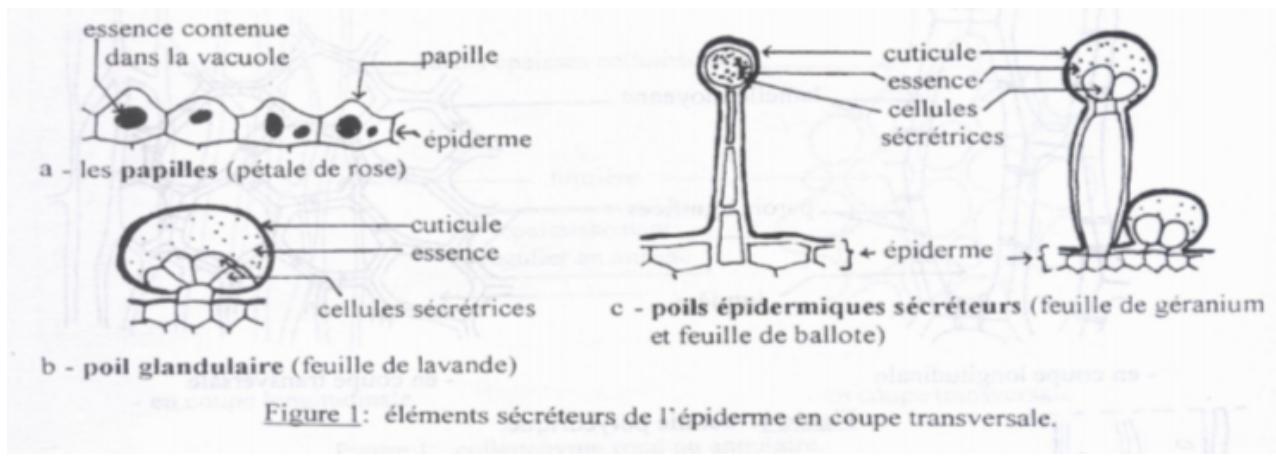


Figure 1: éléments sécréteurs de l'épiderme en coupe transversale.

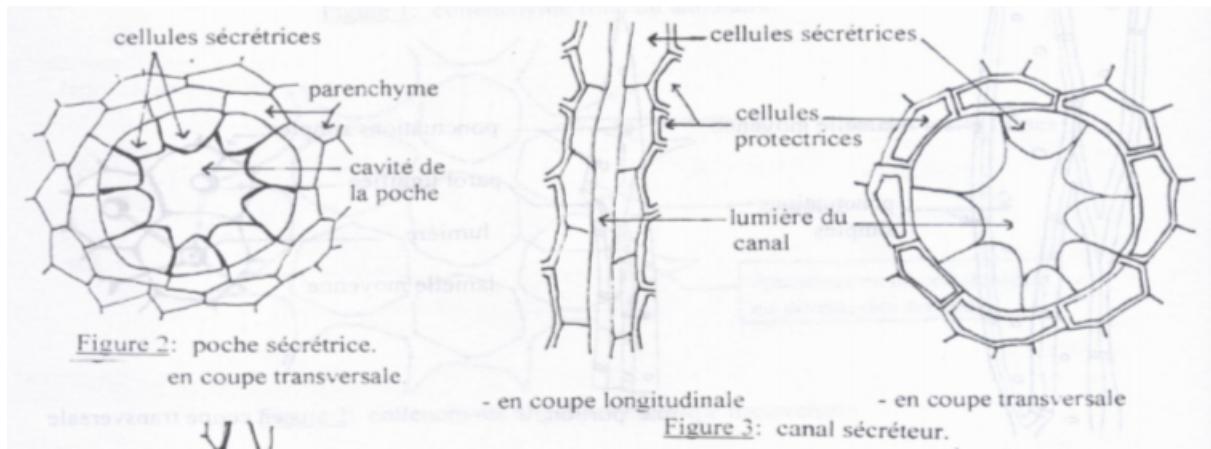


Figure 2: poche sécrétante.  
en coupe transversale.

- en coupe longitudinale                    - en coupe transversale

Figure 3: canal sécréteur.

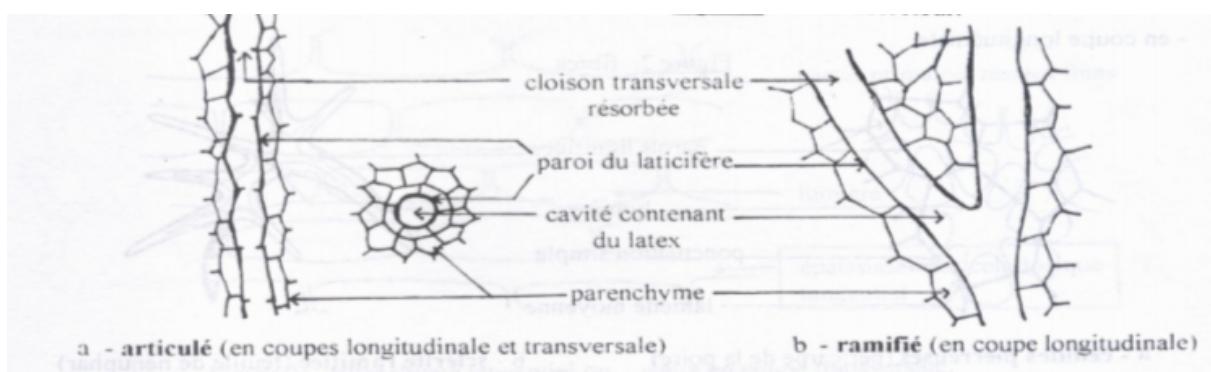


Figure 21 : Différents types de tissus sécréteurs

## **2ème partie/ Tissus secondaires**

Lorsque la croissance primaire s'achève, elle peut être suivie d'une croissance toute différence. Elle est due au fonctionnement des méristèmes secondaires ou zones génératrices qui se divisent régulièrement de façon périclines ou tangentialles

### **1/ Méristèmes secondaires**

Les méristèmes secondaires n'existent que chez les Gymnospermes et les Angiospermes dicotylédones, ils sont constitués de cellules à contour rectangulaires disposées en rangées régulières. La vacuole est très développée, le noyau est localisé à la périphérie des cellules.

Les méristèmes secondaires assurent la croissance des organes en largeur, ils sont constitués de deux assises génératrices : l'assise génératrice subéro-phellodermique (ASP) et l'assise génératrice libéroligneuse (ALL).

#### **\*L'assise génératrice subéro-phellodermique (phéllogène)**

C'est l'assise secondaire la plus externe. Elle se met en place dans l'épaisseur du parenchyme cortical. Le phéllogène donne naissance vers l'intérieur à un parenchyme secondaire, le phelloderme, et vers l'extérieur à un tissu protecteur le suber ou le liège.

#### **\*L'assise génératrice libéroligneuse (cambium)**

C'est l'assise secondaire la plus interne, elle se met en place selon une ligne passant entre le xylème et le phloème primaires. Par des divisions tangentialles, le cambium donne naissance à de nouvelles cellules alignées radialement. Celles qui sont situées vers l'intérieur se différencient en bois ou en xylème secondaire, celles qui sont situées vers l'extérieur se différencient en liber ou phloème secondaire.

### **2/ Tissus conducteurs secondaires**

Ce sont des tissus conducteurs des sèves brute et élaborée dans le végétal. Ils proviennent du fonctionnement des méristèmes secondaires libéro-ligneux ou cambium, et donc présents dans les organes âgés des Angiospermes dicotylédones (tige, feuille et racine). La zone génératrice

donne naissance à deux tissus conducteurs secondaires : Le liber (phloème secondaire) dirigé vers l'extérieur et le bois (xylème secondaire) dirigé vers l'intérieur.

### 3/ Tissus protecteurs secondaires

Les tissus protecteurs secondaires sont formés à partir d'une zone génératrice appelée zone subéro-phellodermique (phellogène) qui est un méristème secondaire cortical mis en place par dédifférenciation de cellules de parenchyme cortical sous épidermique et parfois de l'épiderme, destiné à produire : vers l'extérieur, du suber (liège), un tissu de protection constitué par un manchon de cellules mortes imperméables contenant de la subérine. Vers l'intérieur, il forme un tissu vivant, le phelloderme qui joue un rôle assimilateur ou de réserve. L'association suber-phelloderme-phellogène s'appelle périderme. Il n'existe pas de phellogène au sens strict chez les Monocotylédones mais il est bien présent chez les Angiospermes Dicotylédones.

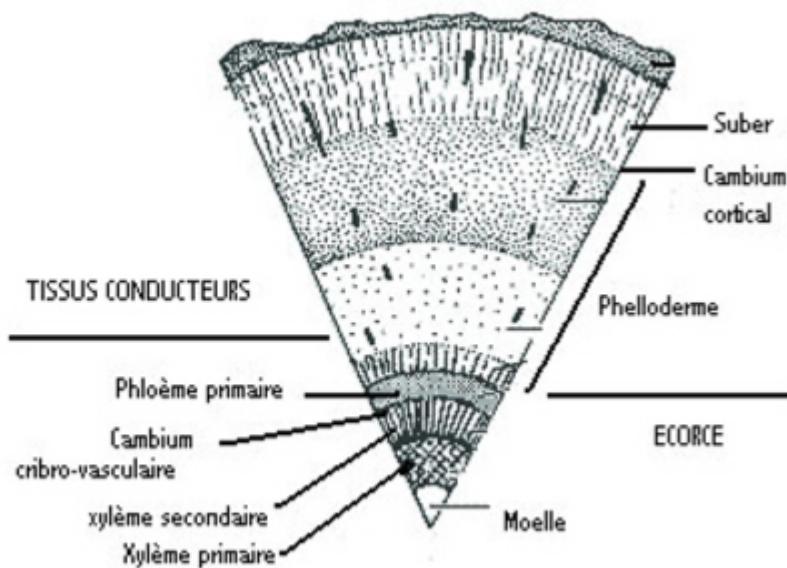


Figure 22 : Exemple de localisation des tissus secondaires.

### -TP : Observations des différents types de tissus végétaux

(Voir Manuel de TP de Biologie végétale SVT- S4)

## Chapitre III : Anatomie et morphologie des organes végétaux

OS2 : Enumérer les différences anatomiques et morphologiques existant entre les organes végétaux

OS3 : Reconnaître les tissus et organes des végétaux

OS3-Comparaison anatomique entre les monocotylédones et les dicotylédones

### **1<sup>ière</sup> partie : Anatomie des végétaux (Angiospermes)**

#### **1/ Comparaisons morphologiques entre les monocotylédones et dicotylédones**

Parmi les angiospermes ou plantes à fleurs, les monocotylédones comprennent des végétaux dont la plantule typique ne présente qu'un seul cotylédon (le cotylédon est la première feuille primordiale ou germinale, constitutive de la graine, et qui se présente à la germination), qui évolue en donnant une préfeuille. Les graines des plantes monocotylédones comportent donc un seul cotylédon ; celles de dicotylédones en comportent deux.

À cette particularité principale s'ajoutent les caractéristiques suivantes :

##### **1-1/ Caractéristiques morphologiques des Monocotylédones**

**Racines** : Appareil racinaire souvent fasciculé c'est-à-dire constitué de racines non ramifiées

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

**Feuilles** : caractérisées par des nervures parallèles

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

**Pollen** : grains de pollen possédant généralement une seule aperture (zone de faiblesse permettant le passage du tube pollinique)

### **1-2/ Caractéristiques morphologiques des dicotylédones**

En général, les dicotylédones présentent une plantule à deux cotylédons, ce qui les différencie des monocotylédones qui, en général, n'en présentent qu'un seul. Les feuilles ont des nervures réticulées.

La fleur typique présente 4 ou 5 verticilles (sépales, pétales, étamines et carpelles). Dans la plupart des espèces, la racine est de type pivotant. C'est chez les dicotylédones que l'on observe, au niveau des tiges, la présence de cambium permettant la formation de bois secondaire vers l'intérieur et de liber vers l'extérieur.

Chez les dicotylédones vraies, les grains de pollen ont généralement 3 apertures (zones de faiblesse permettant le passage du tube pollinique). Les angiospermes primitives, comme les monocotylédones, avaient des grains de pollen à une seule aperture.

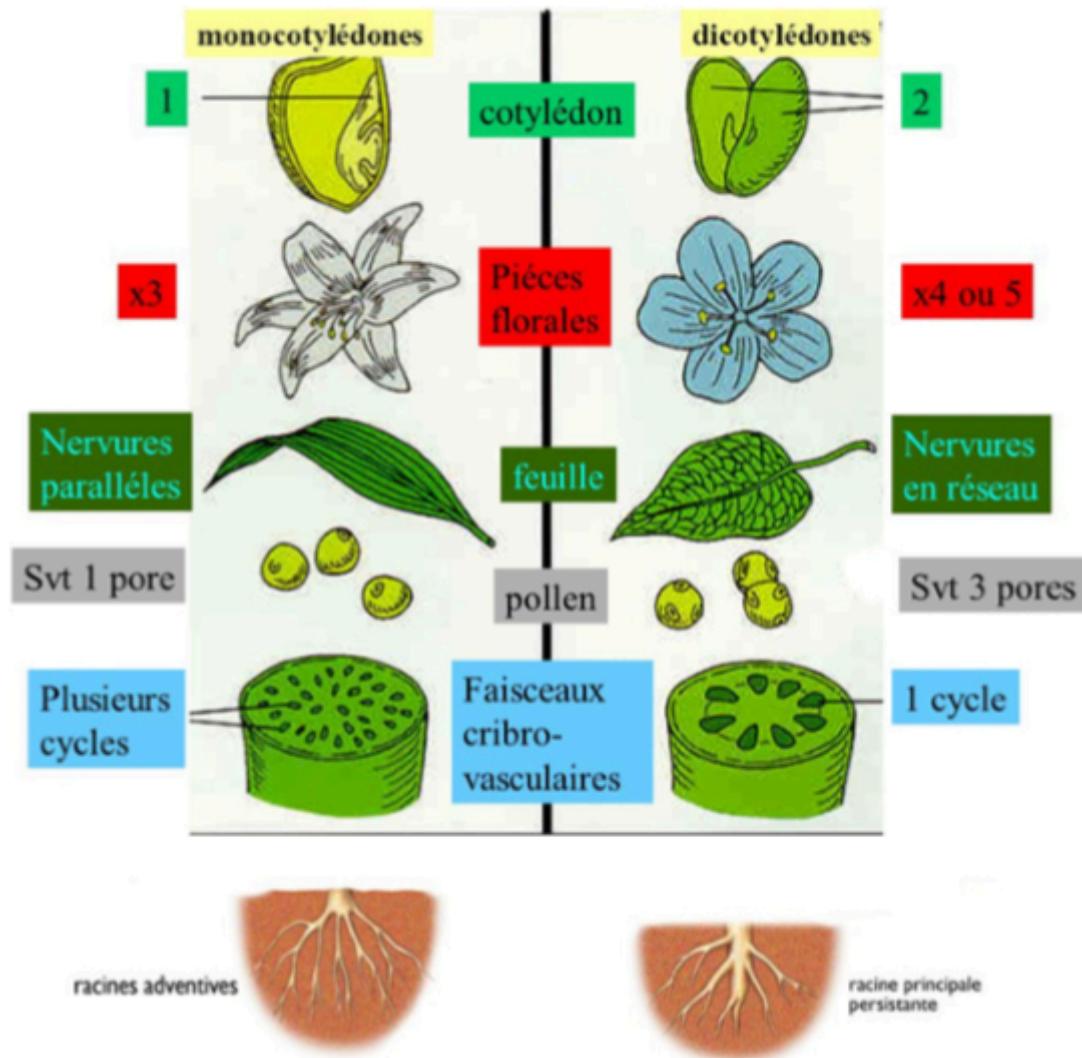


Figure 24 : Comparaison morphologique entre les monocotylédones et les dicotylédones

## 2/ Comparaison anatomique entre les monocotylédones et dicotylédones

### 2-1/ Racine

La racine est la partie souterraine de la plante, spécialisée dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux et dans la fixation de la plante au sol. Des coupes effectuées au niveau d'une racine permettent de distinguer deux zones concentriques : écorce et cylindre central (stèle) dont l'écorce est légèrement supérieure au cylindre central.

**Ecorce :** cette partie est constituée du rhizoderme (assise pilifère) qui porte d'abord les poils absorbants (prolongements des cellules rhizodermique) de la racine et du Parenchyme cortical formé de cellules laissant entre elles d'importants méats. Il est constitué de cellules jointives parallélépidiques, allongées dans le sens de l'axe de la racine. A la paroi cellulosique s'ajoute un cadre subérifié. Au niveau du cadre, l'adhérence du cytoplasme à la paroi est très forte. Ceci oblige les substances dissoutes qui arrivent à ce niveau de traverser le cytoplasme, d'où un contrôle, par ces cellules des ions et autres substances absorbés, autrement dit la dernière

couche de cellules de parenchyme cortical est épaisse et forme une sorte de barrière de contrôle des molécules circulant dans la racine, c'est l'endoderme.

### Cylindre central (stèle)

**Endoderme** : une assise cellulaire la plus profonde formée de cellules étroitement jointives entourant le péricycle. Les parois tangentielles externes et internes de ces cellules sont cellulosiques, tandis que les autres possèdent une bande imprégnée de subérine, voire de lignine, appelée cadre de caspary qui joue un rôle important dans la régulation de flux de substances entre l'écorce et les tissus conducteurs.

**Péricycle** : une couche de cellules jointives à paroi mince, à partir de laquelle vont se former les ramifications de la racine.

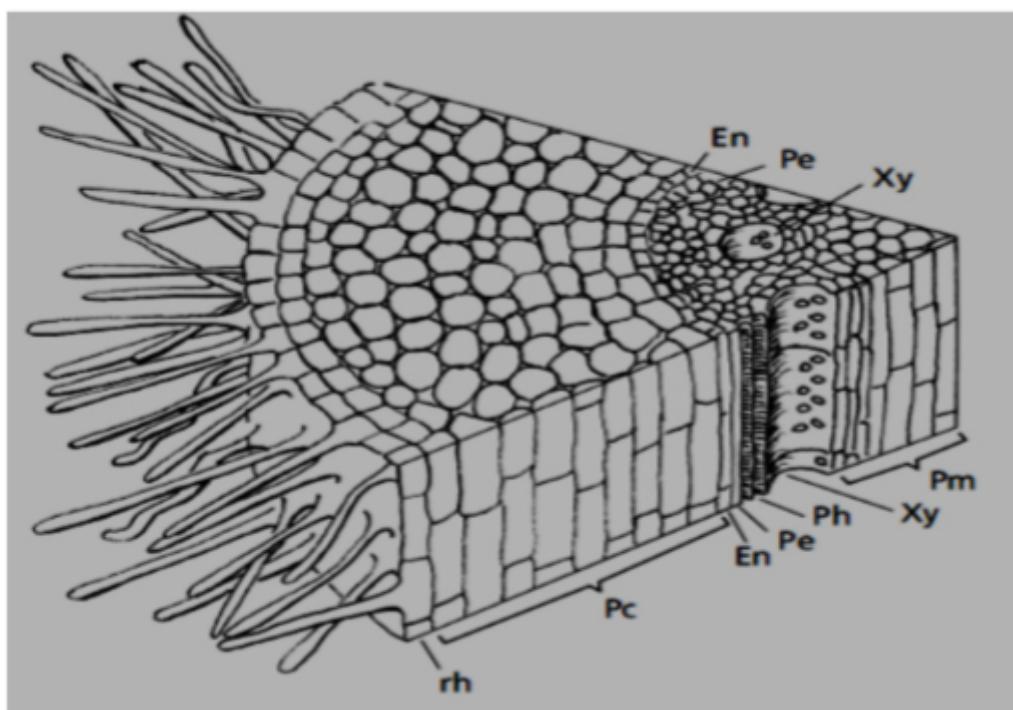


Figure 25 : Structure d'une racine jeune

Plus au centre, viennent les deux types des tissus conducteurs, le xylème et le phloème qui s'alternent régulièrement sur un seul cercle, et assurent la circulation de la sève brute (xylème) et la sève élaborée (phloème). Les cellules de xylème ont des tailles différentes selon leur emplacement dans le cylindre central. Prés du péricycle, elles sont jeunes et petites (protoxylème). Vers le centre, elles sont grandes et âgées (métaxylème). La différenciation du xylème est centripète (différenciation repoussée vers le centre de la racine). Enfin, au centre de la racine, la moelle, composée de parenchyme médullaire qui n'a pas de fonction particulière.

## 2-1-1/ Différences anatomiques entre les monocotylédones et dicotylédones

Comparons l'anatomie des deux racines des plantes : une dicotylédone et une monocotylédone.

En coupe transversale, une racine est composée d'une région externe (écorce) et une région centrale (stèle), cette dernière est bien développée chez les monocotylédones que chez les dicotylédones et caractérisée par une moelle abondante remplie par le parenchyme médullaire. Le cylindre central limité par une assise de cellules, le péricycle, il contient les tissus conducteurs ; le xylème et le phloème disposés en alternance. Chez les dicotylédones, il existe de deux à cinq faisceaux. La structure est semblablement la même chez les monocotylédones mais les faisceaux sont plus nombreux, plus de 6 et souvent 12 à 20.

Chez les monocotylédones l'endoderme est caractérisé par un épaississement en fer à cheval (endoderme en U). Les parois latérales et profondes sont lignifiées et subérifiées à la fois, seule la paroi externe située du côté du parenchyme cortical reste cellulosique. Chez les dicotylédones il s'agit d'un endoderme à cadre. Les parois latérales de chaque cellule présentent un épaississement de lignine et de subérine correspondant aux sections d'un cadre ligno-subéréfié.

La structure secondaire d'une racine ne concerne que les plantes dicotylédones, elle est totalement absente chez les plantes monocotylédones.

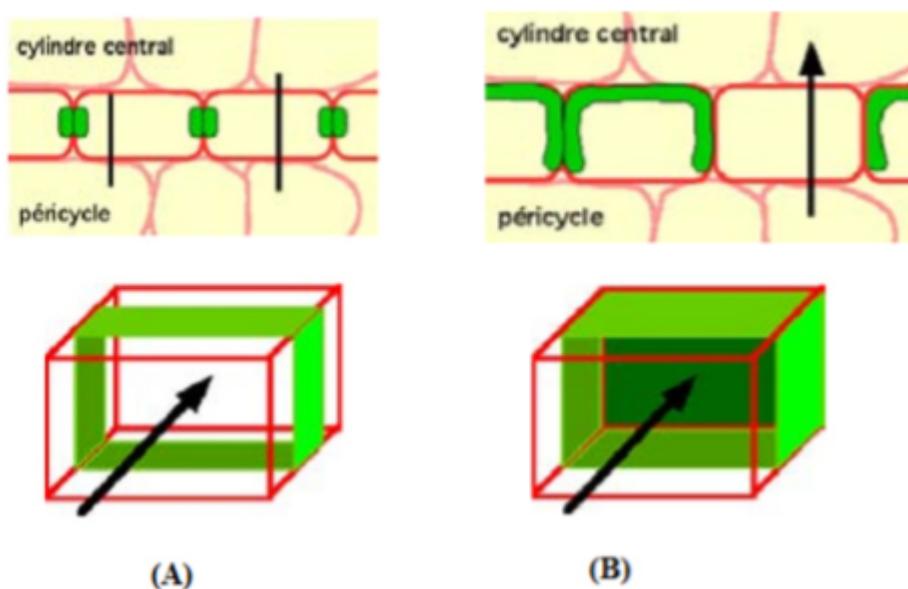


Figure 26 : Endoderme d'une racine dicotylédone (A) et monocotylédone (B)

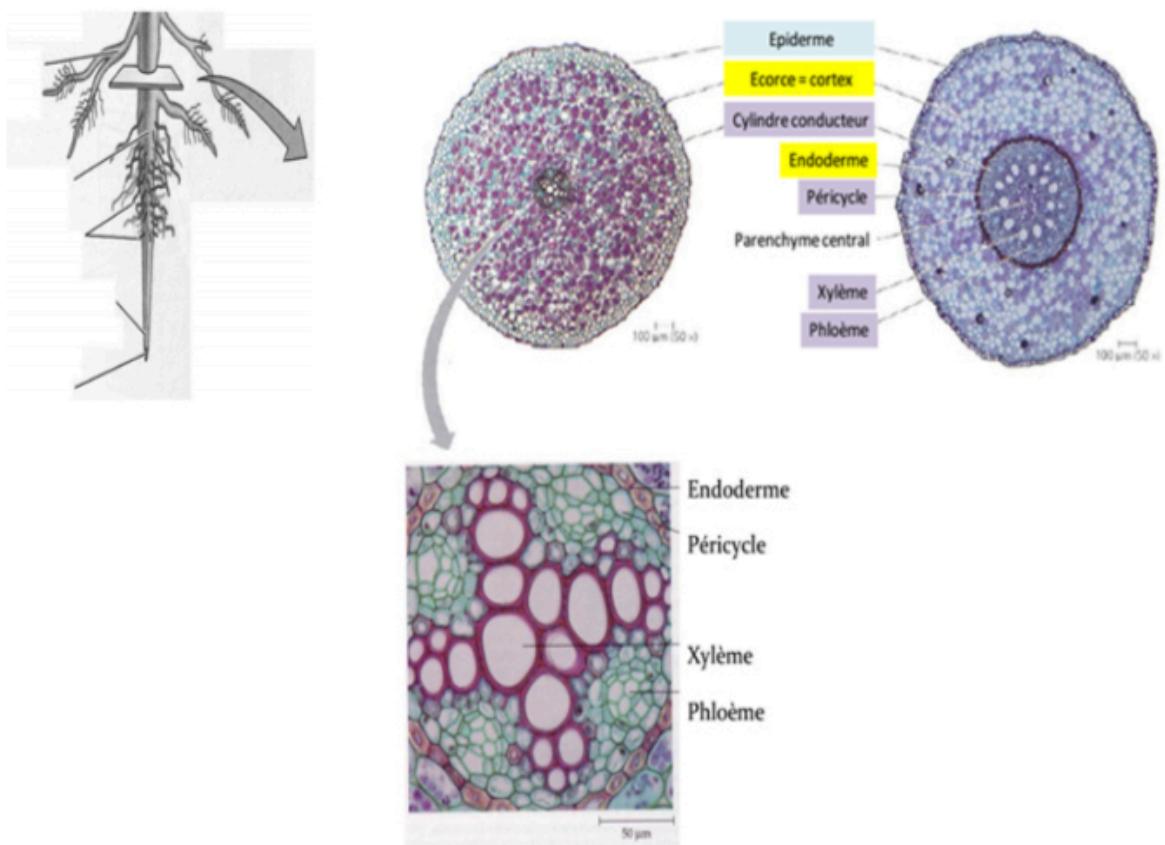


Figure 27 : Différences entre une racine monocotylédone et dicotylédone

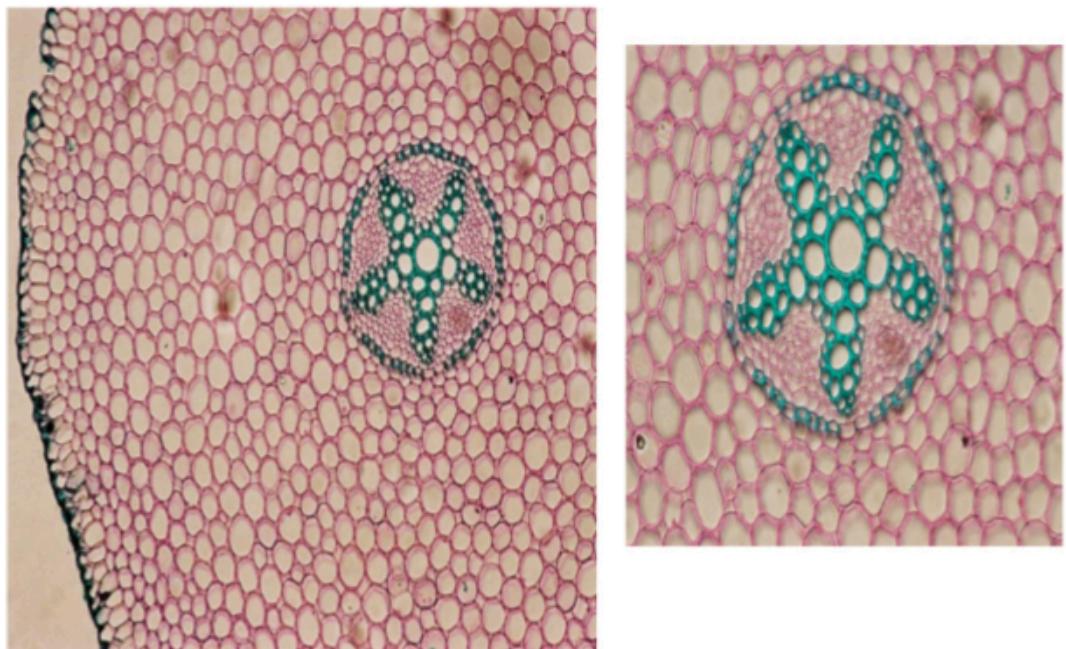


Figure 28 : Coupe transversale d'une racine dicotylédone

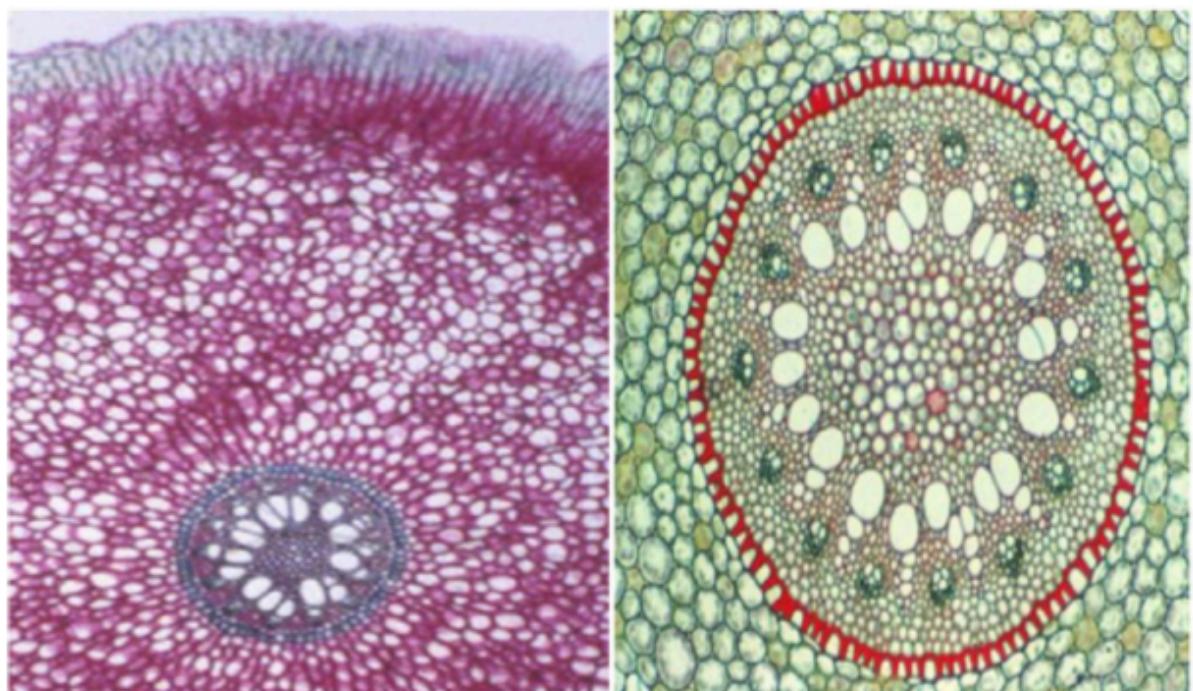


Figure 29: Coupe transversale d'une racine monocotylédone

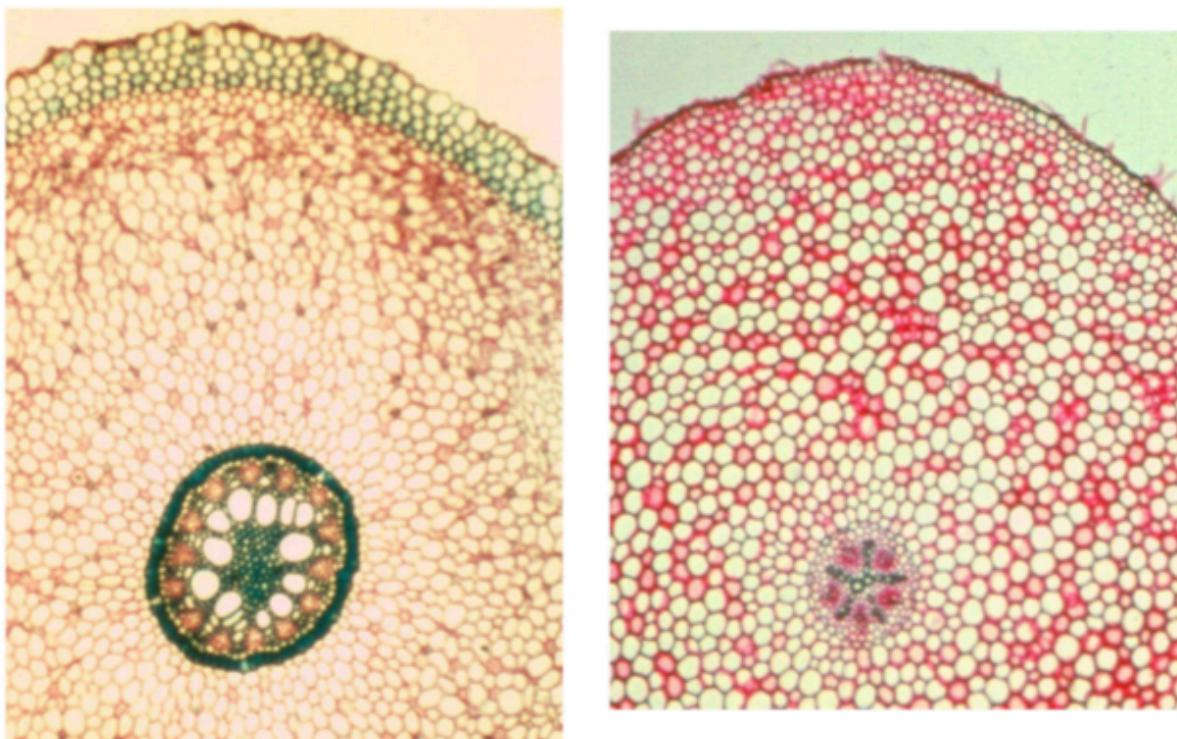


Figure 30 : Observation microscopique d'une racine monocotylédone et dicotylédone

Tableau II: Différences anatomiques entre les monocotylédones et les dicotylédones.

	<b>Racine monocotylédone</b>	<b>Racine dicotylédone</b>
<b>Stèle</b>	Importante	Réduite
<b>Endoderme</b>	Endoderme en U (fer à cheval)	Endoderme à cadre
<b>Faisceaux de xylème et phloème</b>	Nombre important (12 à 20)	Peu de faisceaux (2 à 5)
<b>Moelle</b>	Abondante	Absente (ou bien remplacée par xylème)
<b>Structures secondaires</b>	Absence	Présence

## **2-1-2/ Structure anatomique secondaire**

A la structure précédente formée de tissus d'origine primaire s'ajoutent les tissus d'origine secondaire, provenant du fonctionnement des méristèmes secondaires (cambium et phellogène). Cette structure caractérise les organes âgés des Angiospermes Dicotylédones.

Les faisceaux de xylème et de phloème étant alternes, le cambium apparaît sous forme d'arcs à la face interne du phloème, par dédifférenciation (retour des cellules ou des tissus à un état moins différencié, plus proche de l'état embryonnaire) du parenchyme médullaire, et à la face externe du xylème par dédifférenciation du péricycle. Ils se raccordent pour former un cambium sinueux qui produit du bois (xylème secondaire) vers l'intérieur et du liber (phloème secondaire) vers l'extérieur. La formation importante des tissus conducteurs secondaires entraîne une pression sur le cambium sinueux qui devient circulaire. Cambium, bois et liber constituent le pachyte.

L'installation du phellogène (assise subéro-phéllodermique) est plus tardive par rapport au cambium. Il est située vers la périphérie de la racine, crée quant à lui une couche externe de suber (liège) ainsi qu'une couche interne de phelloderme, toutes les deux assurent la protection de la racine.

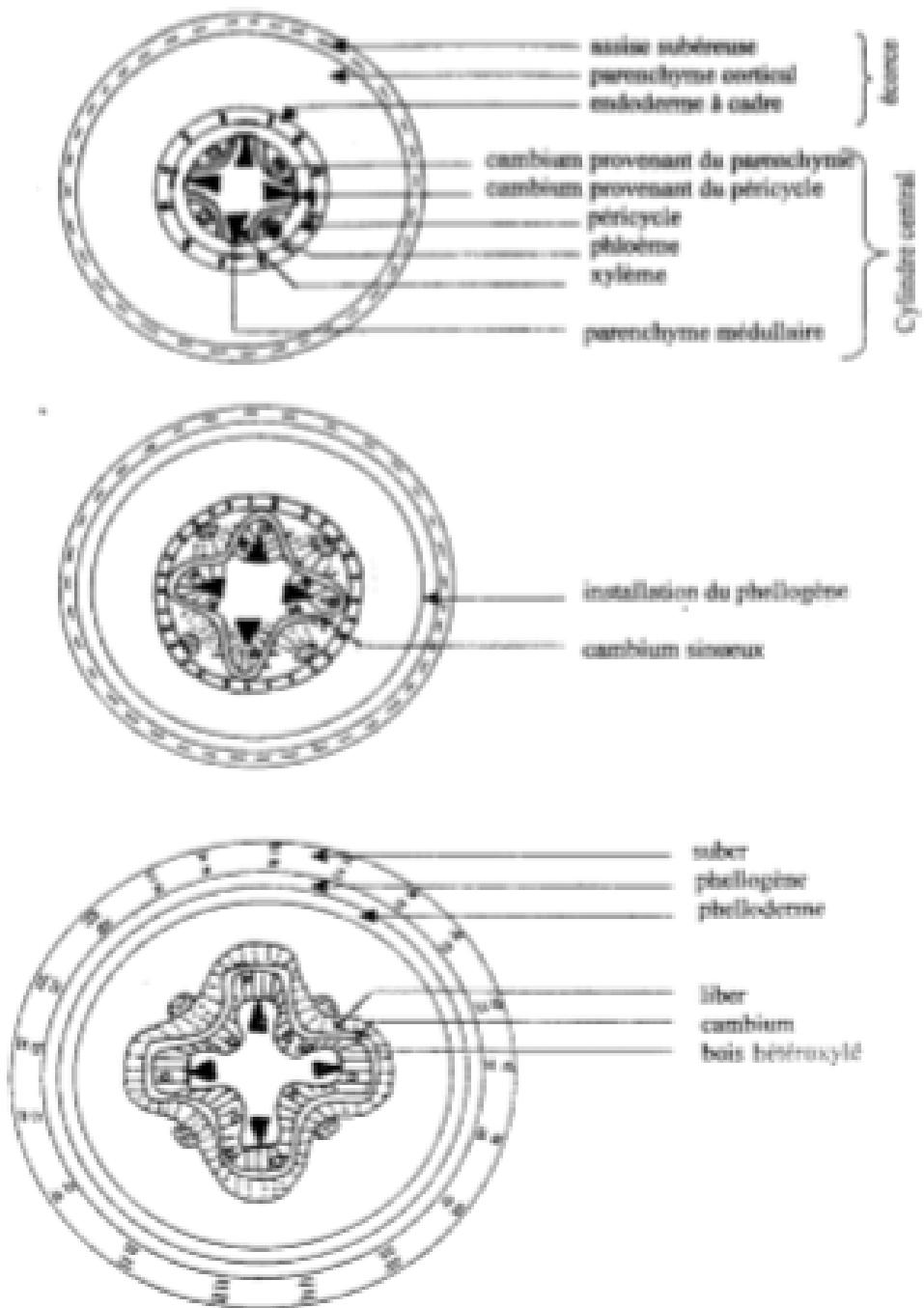


Figure 31 : Structure anatomique secondaire d'une racine dicotylédone

## 2-2/ Tige

La tige d'une plante est un organe dont la fonction principale est de soutenir le système foliacé, de mener l'eau et les sels minéraux des racines aux feuilles et de transférer les nourritures produites par les feuilles aux autres parties de la plante. Une coupe transversale d'une tige jeune montre l'existence de plusieurs zones

**Epiderme :** elle est formée d'une assise de cellules jointive, dépourvue de chloroplastes, dont la face externe est recouverte d'une fine cuticule pourvue de stomates.

**Ecorce (parenchyme cortical) :** relativement réduite, composé de grandes cellules polyédriques, laissant entre elles d'importants méats, les cellules de la périphérie renferment des chloroplastes mais leur nombre diminue au fur et à mesure qu'on s'enfonce vers l'intérieur

**Le cylindre central** est situé sous l'écorce et réunit dans un parenchyme médullaire, des faisceaux cribrovasculaires (faisceaux libéro-ligneux) répartis sur un même cycle, présentés sous forme de tissus conducteurs rassemblés en amas superposés de xylème et de phloème dont le xylème est vers le centre de la tige, coiffé vers l'extérieur par le phloème. Chaque faisceau cribrovasculaire est surmonté d'un petit massif de sclérenchyme. Le xylème montre une différenciation centrifuge dont protoxylème près du centre (apparaît quand la tige est en croissance) et le métaxylème près de la périphérie (apparaît quand la croissance de la tige est terminée). Il est aussi possible de distinguer du protophloème et métaphloème. La différenciation du phloème est centripète.

La moelle de la tige est remplie par le parenchyme médullaire.

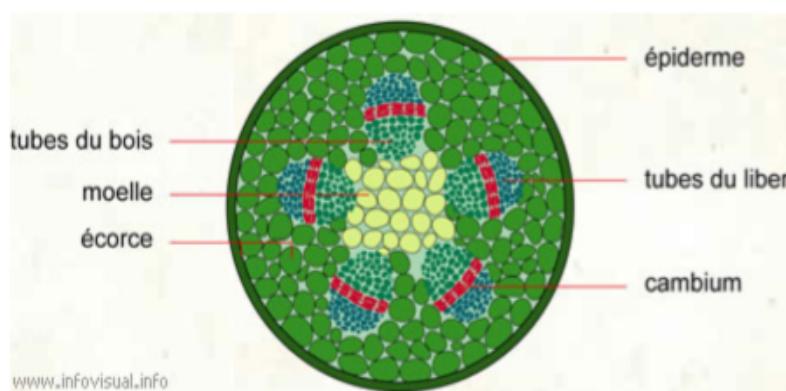


Figure 32 : Schéma d'une coupe transversale d'une tige

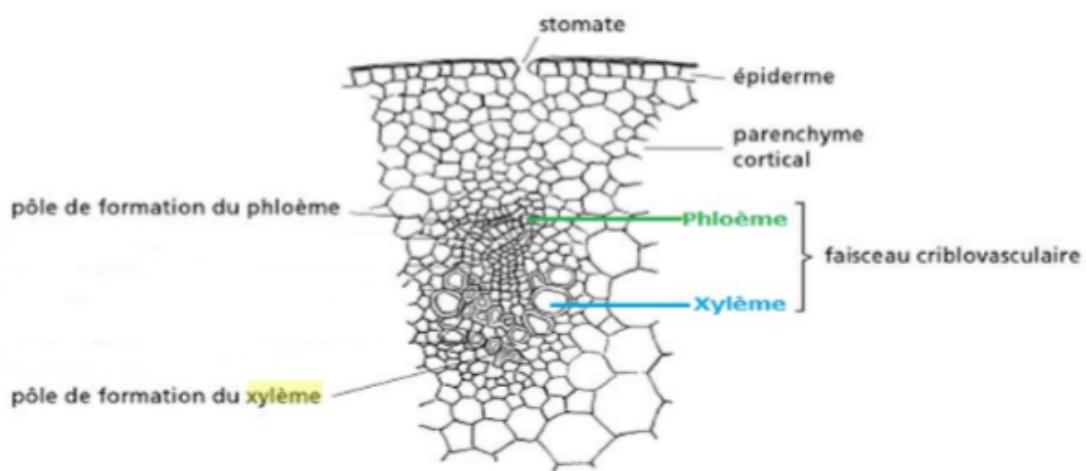


Schéma d'une coupe transversale d'une tige

### 2-2-1/ Différence anatomique entre les monocotylédones et dicotylédones

Dans la tige des monocotylédones, les nombreux faisceaux libéro-ligneux (superposés, xylème à différenciation centrifuge) sont dispersés en spirales ou en plusieurs cercles concentriques dans le parenchyme médullaire tandis que dans la tige des dicotylédones, les faisceaux libéro-ligneux sont disposés en un cercle unique. Le cortex occupe peu de place par rapport à la moelle.

Absence de formations secondaires chez les monocotylédones (pas d'assises génératrices)

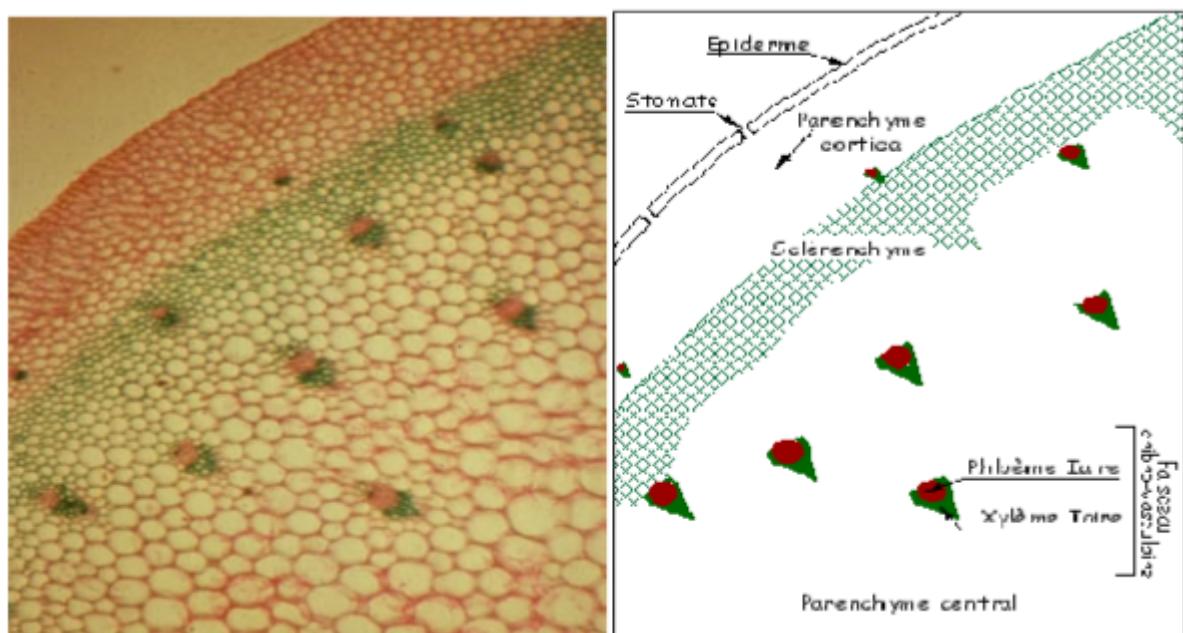


Figure 34 : Coupe transversale d'une tige monocotylédone et schéma de la coupe transversale

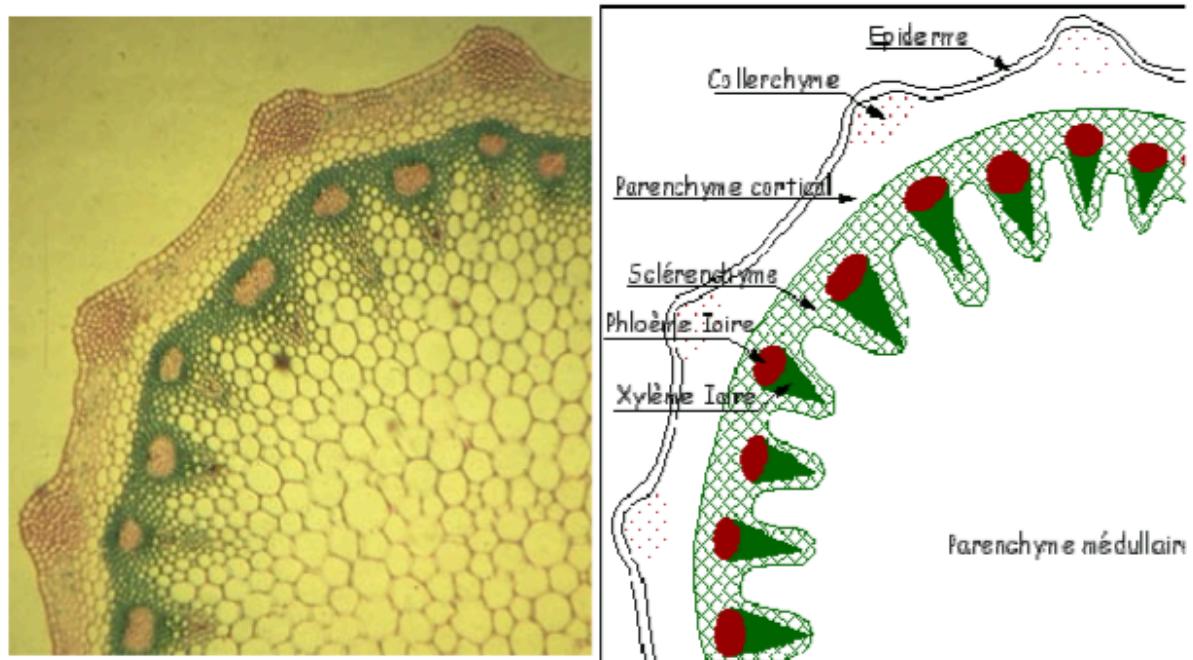


Figure 35 : Coupe transversale d'une tige dicotylédone et schéma de la coupe transversale

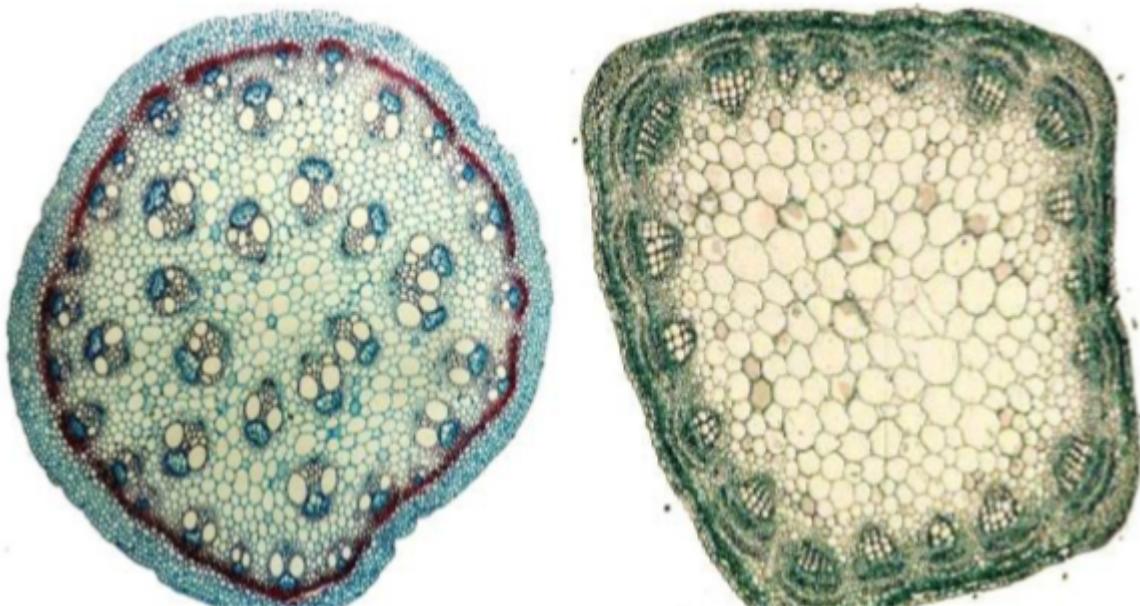


Figure 36 : Coupe transversale d'une tige dicotylédone et monocotylédone

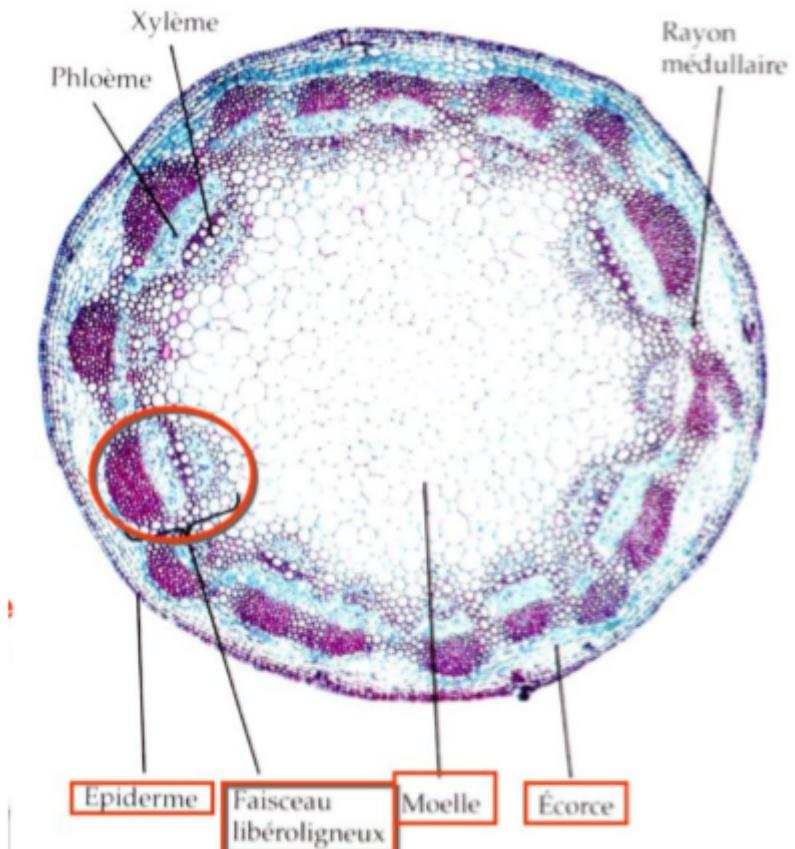


Figure 37 : Coupe transversale d'une tige dicotylédone

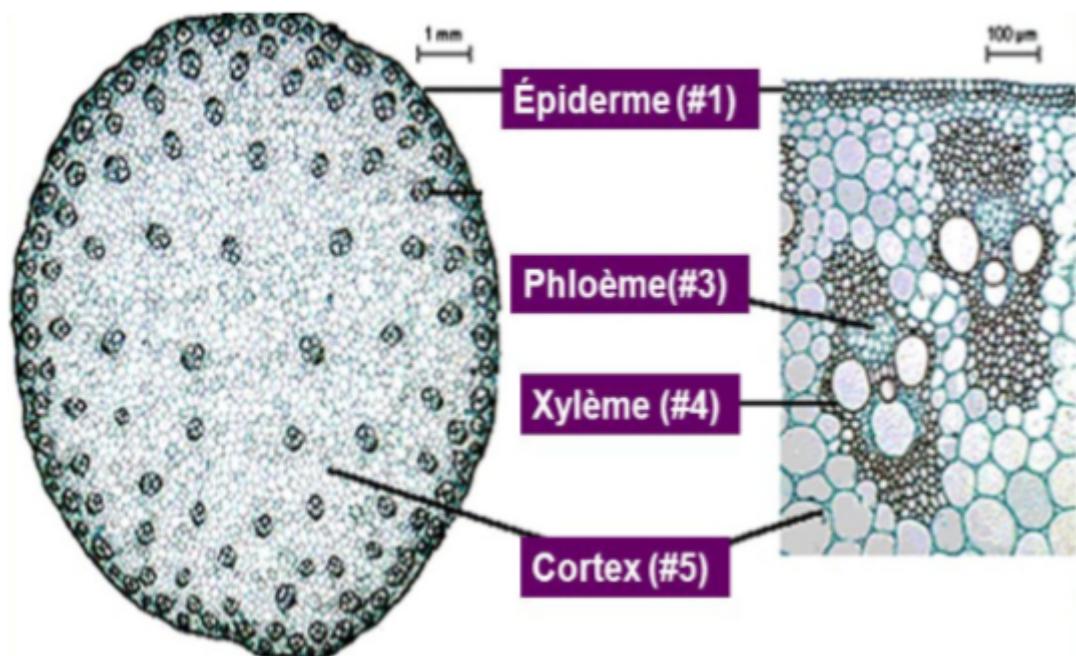


Figure 38 : Coupe transversale d'une tige monocotylédone

Tableau III: Différences entre une tige monocotylédone et dicotylédone

<b>Monocotylédone</b>	<b>Dicotylédone</b>
<b>Plusieurs cercles concentriques de faisceaux cribrovasculaires</b>	Le cylindre central comporte de nombreux faisceaux disposés sur <b>un seul cercle</b>
<b>Absence des structures secondaires</b>	de structures secondaires
Ecorce absente ou réduite, moelle développée	Parenchyme médullaire plus abondant que le parenchyme cortical

## 2-2-2/ Structures secondaires

Les structures secondaires sont l'expression d'une croissance en largeur des tiges, elles sont absentes chez les monocotylédones et se trouvent surtout chez les dicotylédones. La croissance en largeur se traduit en particulier par la formation de bois des arbres.

Dans un premier temps l'activité du cambium reprend. D'une part, entre les faisceaux, les cellules cambiales se divisent pour donner des files radiales de cellules de parenchyme vers le centre et l'extérieur de la tige. D'autre part, dans les faisceaux, l'activité du cambium se traduit par : la formation de xylème secondaire (bois) avec des cellules disposées radialement vers le centre de la tige. La formation de phloème secondaire (liber), avec des cellules disposées radialement vers l'extérieur de la tige. Au niveau de l'écorce, la structure secondaire se traduit par l'apparition de phellogène qui donnera le suber vers l'extérieur et le phelloderme vers l'intérieur.

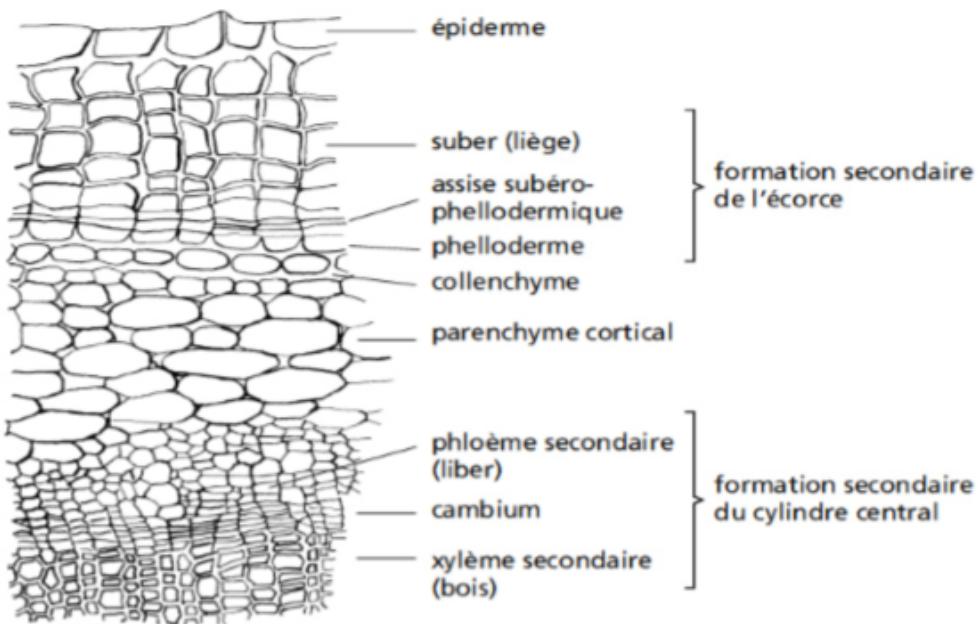


Figure 39 : Structure secondaire dans une tige dicotylédone

Tableau IV : Différences entre les monocotylédones et les dicotylédones (structure anatomique de la tige et de la racine)

	Racine	Tige
<b>Ecorce</b>	Importante (épaisse)	Réduite
<b>Stèle</b>	Présence de stèle (cylindre central) importante	Absence de stèle ou moins importante
<b>Endoderme et péricycle</b>	Présence d'endoderme et de péricycle	Absence d'endoderme et de péricycle
<b>Moelle</b>	Réduite	Importante
<b>Faisceaux conducteurs</b>	Faisceaux conducteur de xylème et phloème s'alternent	Faisceaux conducteur de xylème et phloème sont superposés (ceux du phloème étant les plus externes)
<b>Xylème</b>	Xylème présente une différenciation centripète	Xylème présente une différenciation centrifuge
<b>Tissus de soutien</b>	Absence des tissus de soutien	Présence des tissus de soutien

## 2-3/ La feuille

La feuille est un appendice latéral de la tige sur laquelle elle s'insère au niveau d'un nœud. 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 chloroplastes des cellules de parenchyme.

La feuille est composée d'un épiderme, d'un tissu vert appelé mésophylle et de nervures comprenant les faisceaux vasculaires.

**Epidermes (supérieur et inférieur)** : recouverts de cuticule, substance cireuse qui est imperméable à l'eau et à l'air, l'épiderme est parsemé de stomates permettant les échanges gazeux.

**Mésophylle** : tissu fondamental effectue la photosynthèse, formé de parenchyme palissadique (riche en chloroplastes) et de parenchyme lacuneux (pauvre en chloroplastes).

**Nervures (faisceaux cribrovasculaires)**: dans les feuilles, les tissus conducteurs sont organisés en nervures, composés d'un ou plusieurs faisceaux libéro-ligneux superposés. Le phloème est tourné vers le bas, et le xylème vers le haut.

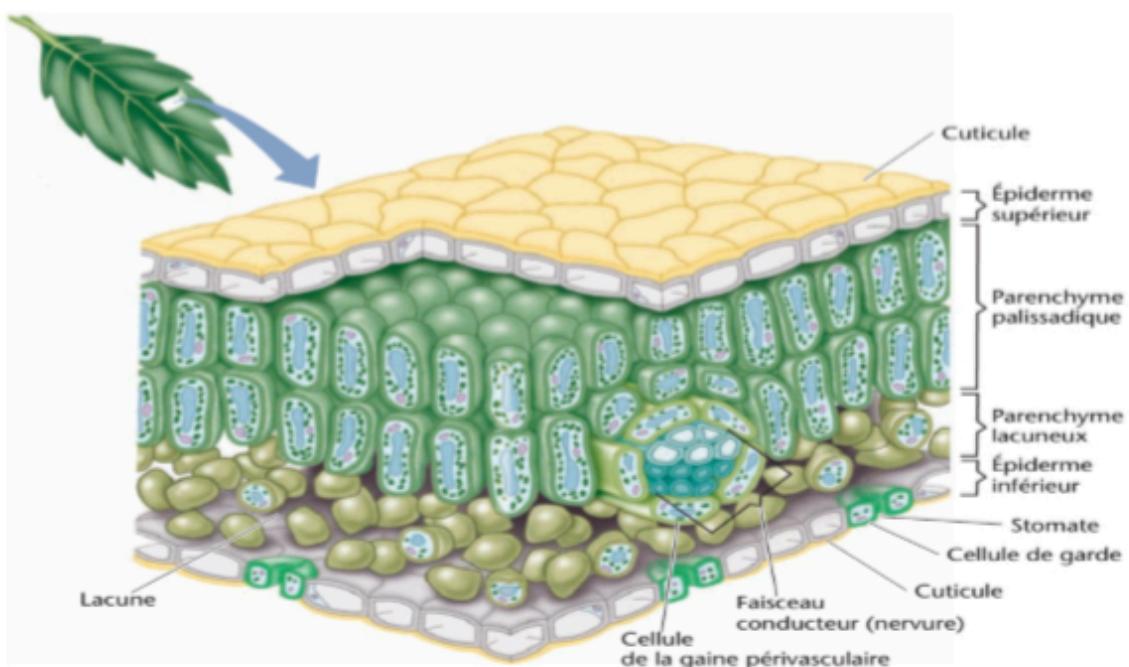


Figure 40: La structure d'une feuille

### 2-3-1/ Différences anatomiques entre les monocotylédones et dicotylédones

L'observation d'une feuille monocotylédone ou dicotylédone nous donne quelques différences morphologiques et anatomiques : nervation parallèle, stomates sur les faces

ventrale et dorsale, mésophylle généralement homogène chez les monocotylédones. Nervation réticulée, stomates plus nombreux sur la face dorsale, mésophylle hétérogène chez les dicotylédones.

L'anatomie d'une feuille dicotylédone est montrée dans la figure 42, la feuille est enveloppée d'un épiderme inférieur et supérieur recouverts de cuticule. Les tissus photosynthétiques sont compris entre les deux épidermes et sont appelés tissus de mésophylle (non homogène). Généralement, le tissu photosynthétique supérieur est constitué d'une à trois couches formant le parenchyme palissadique. En dessous se trouve le parenchyme lacuneux (spongieux), ainsi nommé à cause de la présence de nombreux méats aériens entre les cellules. L'organisation d'une feuille de monocotylédone est similaire sauf qu'elle ne possède pas de parenchyme palissadique et lacuneux distincts (mésophylle homogène). A noter que les nervures principales des feuilles dicotylédones développent de structures secondaires de Xylème et de phloème.

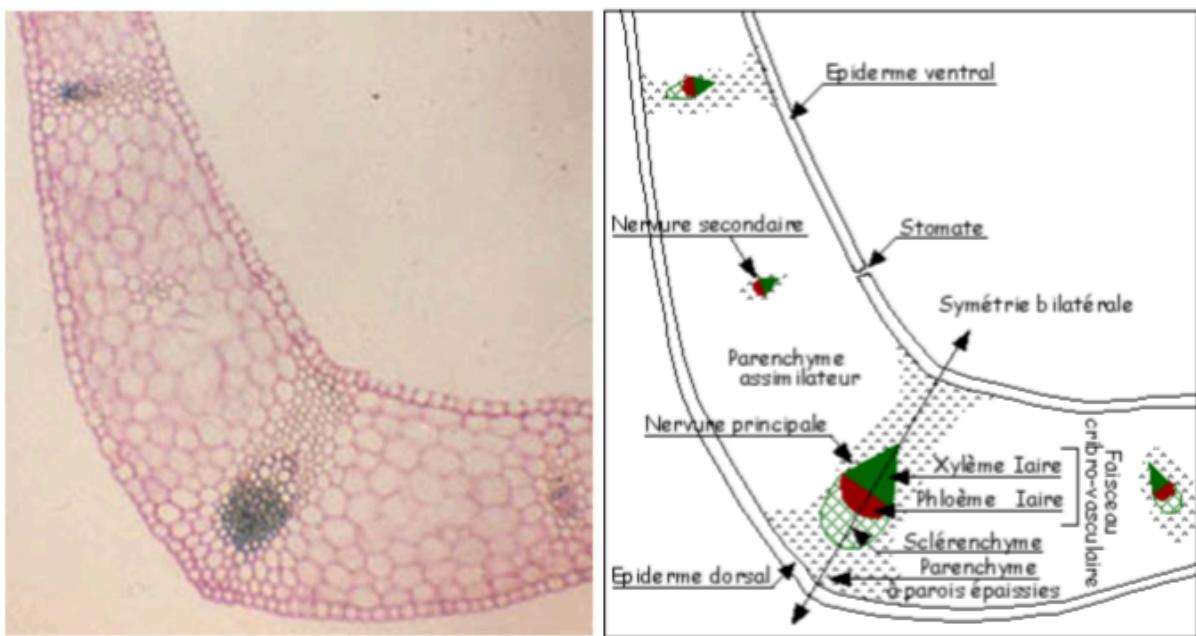


Figure 41: Coupe transversale d'un limbe d'une feuille monocotylédone

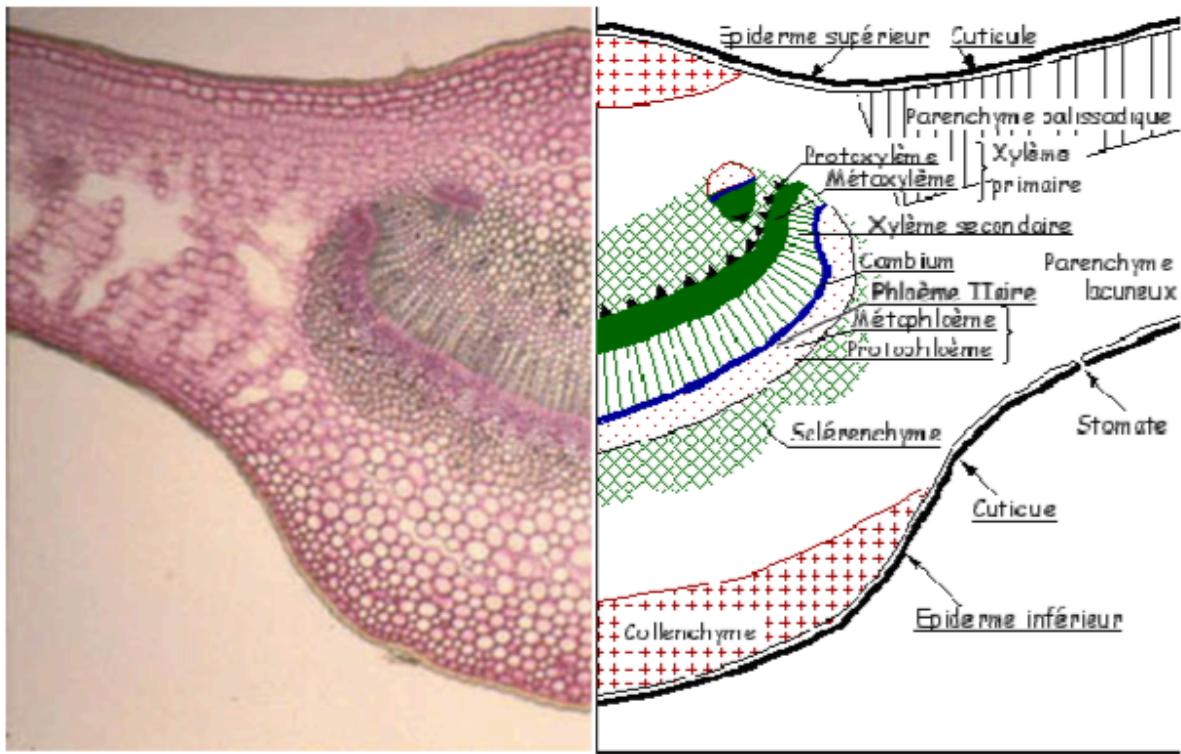


Figure 42 : Coupe transversale d'un limbe d'une feuille dicotylédone

Tableau V : Différences entre une feuille monocotylédone et dicotylédone

	<b>Monocotylédones</b>	<b>Dicotylédones</b>
<b>Parenchyme</b>	Les stomates sont répartis d'une façon égale sur l'épiderme de la face ventrale et dorsale	Face dorsale riche en stomates
<b>Parenchyme</b>	Homogène	Hétérogène (parenchyme palissadique et lacuneux)
<b>Faisceaux conducteurs</b>	Nervures parallèles constituées d'un faisceau unique, très souvent uni à l'épiderme dorsal par les bandes de fibres sclérisées.	Nervures ramifiées constituées d'un ou plusieurs faisceaux de xylème interne et de phloème externe, entourés de tissus de soutien
<b>Formations secondaires</b>	Absences	Peu développées en général au niveau de la nervure principale (xylème II et Phloème II)

## Chapitre IV : Morphologie des organes végétaux

**OS2 :** Enumérer les différences anatomiques et morphologiques existant entre les organes végétaux

**OS3 :** Reconnaître les tissus et organes des végétaux

**OS3-Comparaison morphologique entre les monocotylédones et les dicotylédones**

### A-LA RACINE

La racine se présente généralement comme la prolongation sous-terreaine de la partie basale de la tige, elle représente l'organe de soutien pour fixer la plante au sol et lui permettre un ravitaillement en eau et en sels minéraux (absorption) ainsi que le stockage des réserves nutritives. La plupart des racines sont sous-terraines mais il existe aussi des racines aériennes. Les racines ne sont pas chlorophylliennes (sauf certaines orchidées épiphytes) et ne portent jamais de feuilles, elles croissent généralement vers le bas (géotropisme positif) et fuient la lumière (lucifuges). On peut distinguer :

- Une racine principale appelée pivot : elle s'enfonce droit dans le sol et ses proportions sont différentes selon l'espèce et le milieu.
- Les radicelles : les ramifications les plus fines qui se développent à partir des racines secondaires.

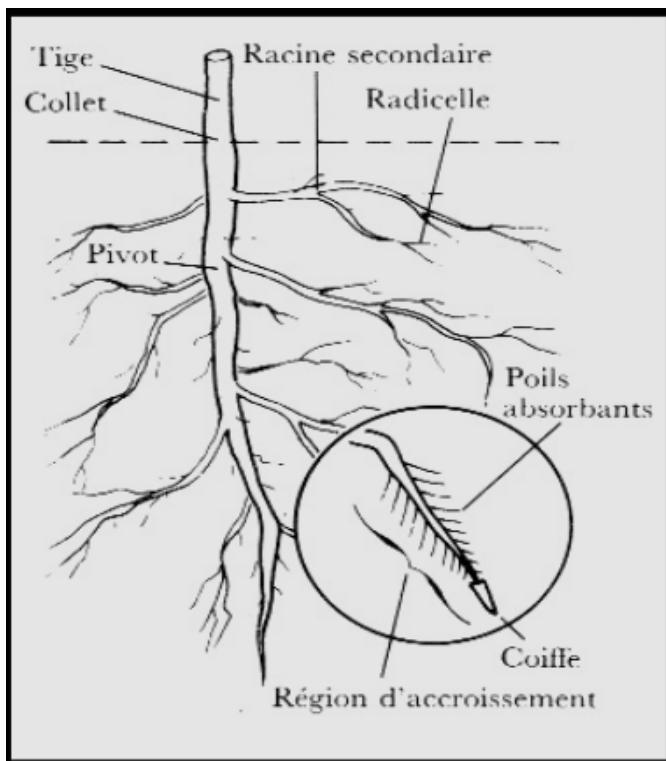


Figure 01 : Morphologie générale d'une racine

## 1. Les différents types de racines

### 1.1. Les racines pivotantes

(Système racinaire pivotant), c'est le système que l'on voit quand la racine principale et beaucoup plus importante que les racines secondaires. Les racines pivotantes s'enfoncent en général très profondément dans le sol, verticalement et fixe solidement la plante. Ce système racinaire caractérise les dicotylédones. (fig.02)

### 1.2. Les racines fasciculées

Ce système racinaire est formé d'un fin chevelu de racines entre lesquelles il est impossible de distinguer la racine principale des racines secondaires. Les plantes qui possèdent ce système racinaire sont des monocotylédones ex : les graminées (fig.03)

### 1.3. Les racines adventives

Elles peuvent se former ailleurs qu'à la base de la tige, par exemple sur les entre-nœuds des tiges rampantes. Exemple : Stolon de fraisier, parfois sur les tiges souterraines : Iris, chient, ou sur les tiges grimpantes, par exemple le lierre. (Fig.04)

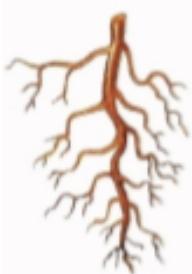


Figure 02 : racine pivotante

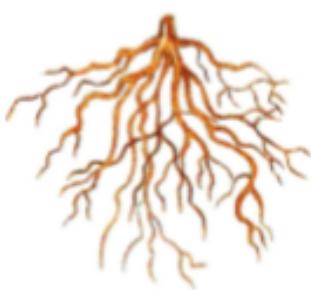


Figure 03: racine fasciculée



Figure 04: racine adventive

## 2. Adaptations particulières (modifications des racines)

### 2.1. Les racines tubérisées

Ce sont des racines renflées par accumulation de substances de réserves. Ex : carotte, betterave, radis, navet...

Les racines tubérisées vivent généralement deux ans, mais pendant la mauvaise saison leur appareil végétatif aérien disparaît. Les réserves accumulées dans les tubercules serviront l'année suivante à nourrir la plante. (fig.05)

### 2.2. Les racines crampons

Ce sont des racines adventives qui se développent le long de la tige. Ex : le lierre. Ces racines servent à se fixer sur un support (ex : un mur). Le lierre développe des racines adventives qui forment, au bout, un petit peloton faisant ventouse pour adhérer au support. (fig.06)

### 2.3. Les racines suçoirs

Ou racines endophytes parasites, elles sont présentes chez les plantes parasites comme la cuscute. Chez ces plantes, il y a transformation des racines en suçoirs qui vont s'infiltrer à l'intérieur de la plante qui est parasitée et passent jusqu'aux vaisseaux conducteurs. (fig.07)

### 2. 4. Les racines respiratoires : les pneumatophores

Ce sont des racines secondaires, à géotropisme négatifs poussant verticalement en milieu inondé et permettant de s'approvisionner en oxygène, ils sont caractéristiques des arbres de marais surtout :

**1er cas :** en Algérie, dans la région d'El-Kala Lac Tonga (Wilaya d'El Taref) ; dans ce lac, présence de cyprès chauve avec ses pneumatophores (c'est la particularité de ce lac).

**2ème cas** : chez les plantes de la mangrove ; ces plantes possèdent un système racinaire particulier : les racines sont immergées dans un milieu saumâtre, non favorable à la vie (conditions d'asphyxie), donc elles vont émettre des racines respiratoires appelées pneumatophores, qui permettent d'assurer une meilleure respiration. (fig.11)

## 2. 5. Les racines échasses

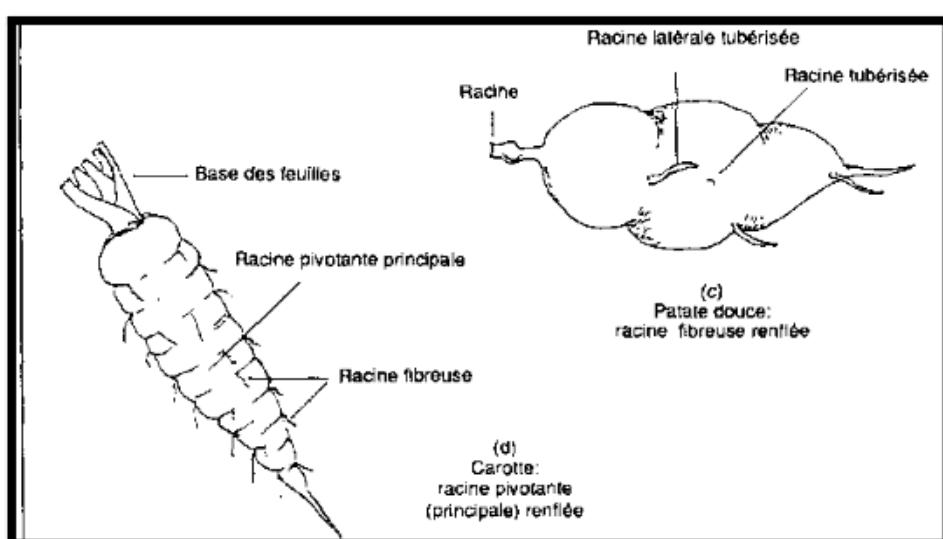
Ce sont des racines adventives. Dans la mangrove, on trouve également ce type de racines qui jouent un rôle de support en étayant le tronc de l'arbre. Ex : le Palétuvier. (La mangrove est un écosystème de marais maritime incluant un groupement de végétaux principalement ligneux). (Fig. 10)

## 2. 6. Les racines contreforts

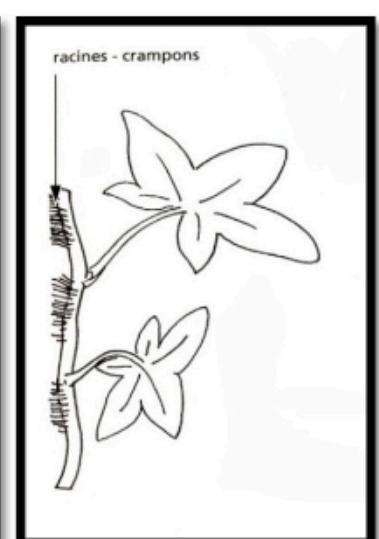
Ce sont des racines aériennes qui naissent sur des rameaux de certaines espèces arborescentes des zones tropicales. Leur développement en direction du sol et leur ancrage dans ce dernier font qu'elles jouent un rôle de soutien. Ex : racines-contreforts du Ficus. (fig.12)

## 2. 7. Racines aquatiques (hydrophytes)

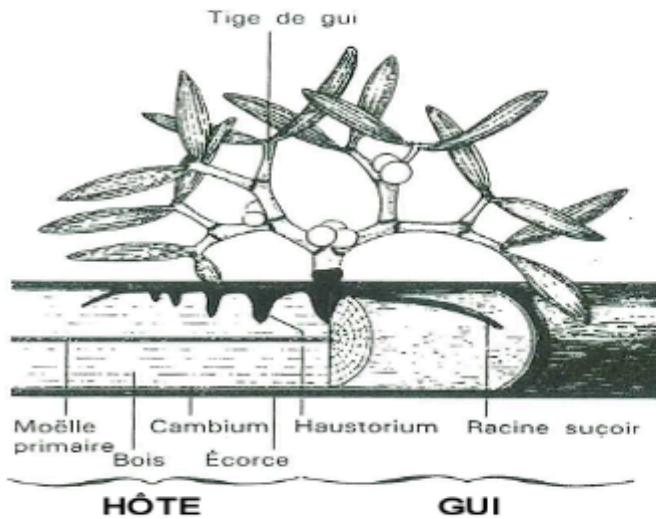
Elles sont dépourvues de poils absorbants et de coiffes exemple : lentille d'eau



**Figure 05: Racines tubérisées**



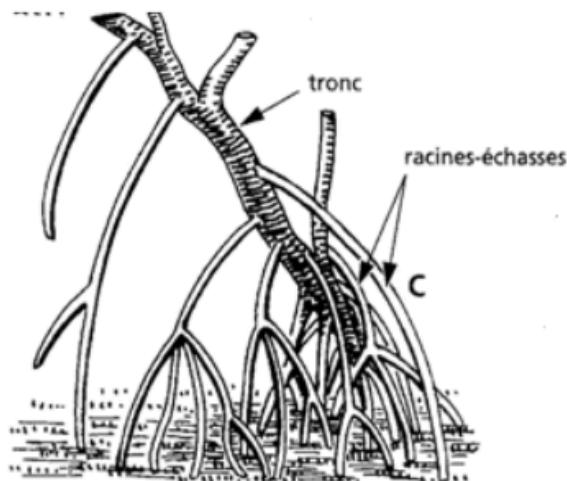
**Figure 06 : Racines crampons**



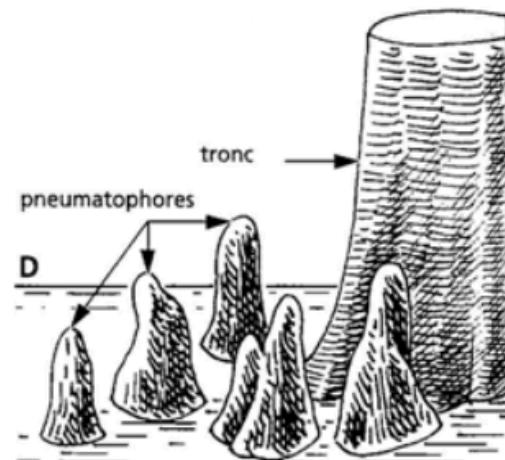
**Figure 07: Racines suçoirs**



**Figure 12 : Racines contreforts**



**Figure 10: Racines échasses**



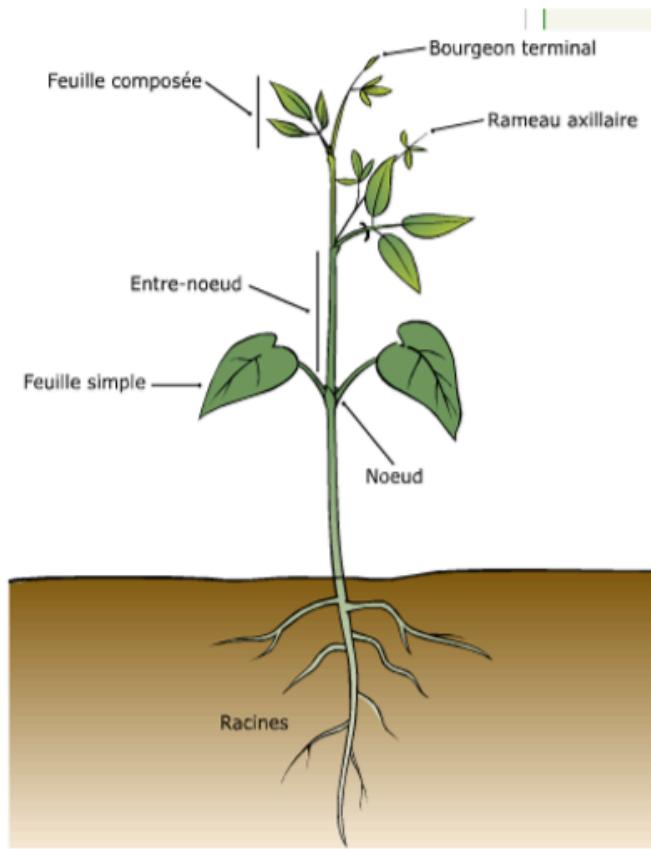
**Figure 11: Racines respiratoires**

## **B-LA TIGE**

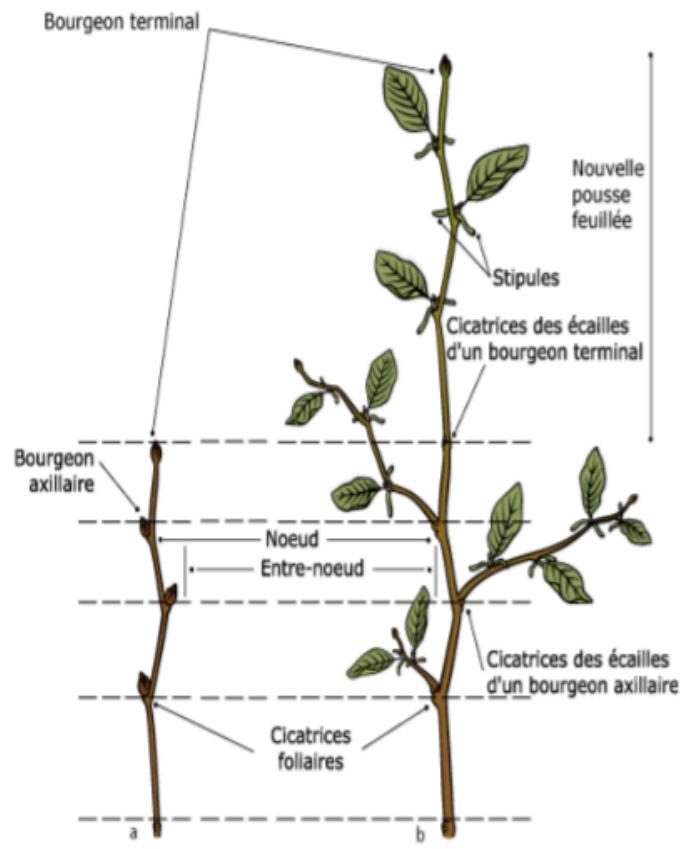
La tige se compose d'une suite de nœuds et d'entre-nœuds. Elle possède généralement une forme cylindro-conique ; parfois cependant elle s'aplatit et devient quadrangulaire, comme chez les Labiéées, ou bien triangulaire, comme chez Cypéracées. Le sommet de la tige est occupé par un bourgeon, qui est qualifié de terminal à cause de sa position. Sur les flancs de la tige, au niveau des nœuds, se remarquent d'autres bourgeons dits axillaires parce qu'ils naissent dans l'aisselle des feuilles. Ces bourgeons sont destinés à assurer la ramification de la tige. Sa croissance s'effectue dans le sens opposé à l'attraction terrestre (géotropisme négatif) et vers la lumière (phototropisme positif) Le port d'une plante est surtout influencé par la manière dont la tige principale et les tiges secondaires ou branches issues d'elle se comportent les unes par rapport aux autres. Lorsque la tige principale est beaucoup plus forte que les tiges secondaires, on a la forme ordinaire de la plupart des arbres dont la tige est appelée tronc . Si, au contraire, la tige principale ne s'accroît pas plus que ses ramifications, la plante prend l'aspect de buisson caractéristique des arbustes ou des arbrisseaux. Certaines tiges ne se

ramifient point du tout, comme c'est le cas pour les Palmiers dont le tronc en colonne ou stipe est surmonté d'un énorme bouquet de feuilles.

**Tige herbacée** : est une tige de plante généralement annuelle, caractérisée par une faible épaisseur, par sa couleur verte et sa souplesse. **Tige ligneuse** : la tige est constituée d'un tronc et des branches, elle est épaisse et très dure et constituée de tissus ligneux ou bois, généralement de couleur brune. Toutes les tiges sont d'abord herbacées, certaines, comme par exemple celles des plantes annuelles, meurent après une saison ; d'autres, comme celles des arbres, s'épaissent et deviennent ligneuses d'année en année.

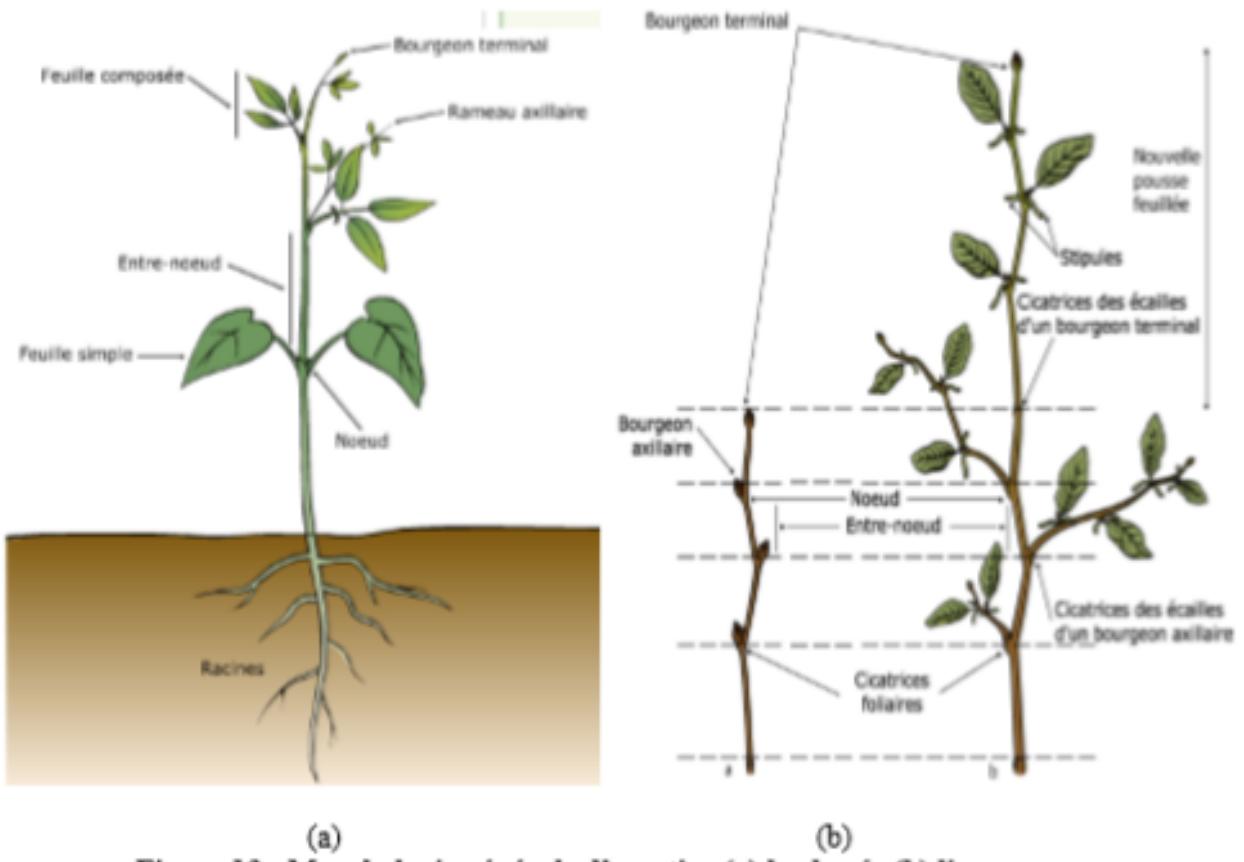


(a)



(b)

**Figure 13 : Morphologie générale d'une tige (a) herbacée (b) ligneuse**



**Figure 13 : Morphologie générale d'une tige (a) herbacée (b) ligneuse**

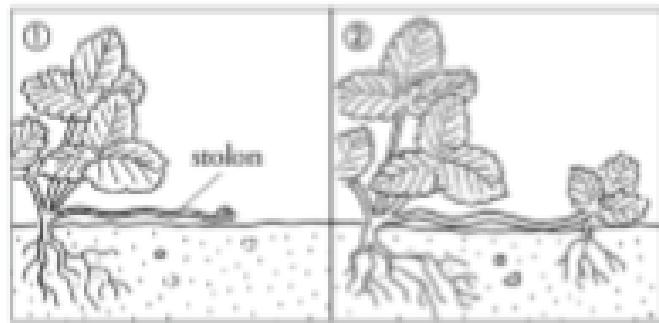
## 1. Les tiges aériennes

### 1.1. Les tiges dressées

Se sont celles qui s'élèvent verticalement, cas d'arbres, arbustes... On peut leur donner un nom particulier : le tronc (ils sont ramifiés et s'épaissent d'année en année). -Le tronc des palmiers s'appelle un stipe (forme cylindrique, non ramifié, et ne s'épaissit plus) -Les tiges des Graminées s'appellent un chaume, elles sont creuses et divisées en compartiments par des cloisons transversales

### 1.2. Les tiges rampantes

On appelle ainsi la tige qui, au lieu de s'élever verticalement, elle court à la surface du sol où elle enfonce son extrémité pour donner un nouveau pied (nouvelle plante) qui ensuite, se sépare de la plante-mère par rupture du stolon. Ex : Fraisier.

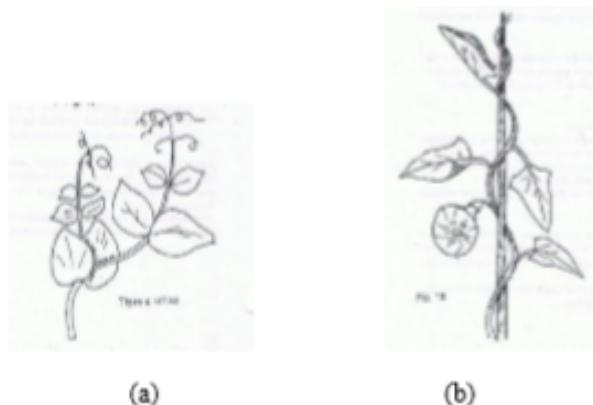


**Figure 14 : Stolon de fraisier**

### 1.3. Les tiges grimpantes

Ce sont des tiges qui s'élèvent au-dessus du sol en s'aidant d'un support et ne restent dressées que si elles restent accrochées à ce support; elles s'attachent à ce support par plusieurs manières :

- Par des crampons, ex : le lierre
- Par des vrilles, ex : la vigne, rameaux-vrilles.
- Par de petites aiguilles ou des crochets, ou encore des épines, ex : le framboisier.
- Il y a des plantes volubiles : la plante s'enroule autour du support, ex : le liseron, les lianes.



**Figure 15 : Les tiges grimpantes (a) tige à vrilles (b) tige volubiles**

### 1.4. Les Cladodes (rameaux modifiés)

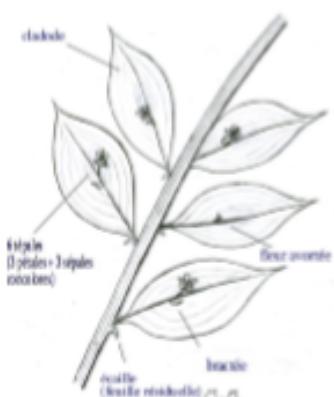
Ce sont des rameaux courts constitués d'un seul entre-nœud aplati, forte ressemblance avec des feuilles; Ex : cladode de *Ruscus* (=le fragon), la différence permettant de les distinguer des feuilles : les cladodes sont toujours axillés par des feuilles réduites et écailleuses. (Fig.16)

### 1.5. Les rameaux-épineux ou dards

Ce sont des rameaux à croissance limitée ; leur bourgeon terminal durcit, se transforme en épine (dard). Ex: chez les plantes des zones arides en général, l'aiguillons chez le genêt et le dard de rosier. (Fig.17)

### 1.6. Les tiges succulentes

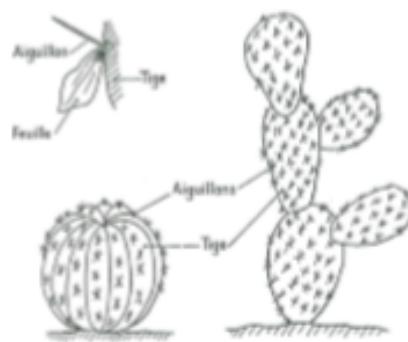
Ce sont des tiges charnues et gorgées d'eau chez les plantes adaptées à la sécheresse ; ex : les cactacées, les crassulacées... La tige de ces plantes contient un tissu aquifère (contenant beaucoup d'eau), un épiderme dépourvu de stomates et possédant une cuticule très épaisse ; les feuilles sont absentes ou très petites (écailles), ou encore réduites à des épines, et cela pour empêcher l'évaporation de l'eau. (Fig.18)



**Figure 16: Cladodes**



**Figure 17: Dards**



**Figure 18: Tige succulente**

## 2. Les tiges souterraines

### 2.1. Le rhizome

Le rhizome est une tige souterraine, vivace (plante vivace, dont les racines vivent plus de deux ans et dont la tige se renouvelle chaque année), allongée horizontalement et plus ou

moins volumineuse car elle accumule des réserves ; elle possède des entre-nœuds courts. De ces tiges partent vers le bas des racines adventives et vers le haut, soit directement des feuilles, soit des tiges dressées qui portent des feuilles et des fleurs. Les rhizomes permettent aux plantes de résister à la mauvaise saison. Ex : rhizome d'alfa, de Sparte, d'Iris, de chiendent, d'Arum...

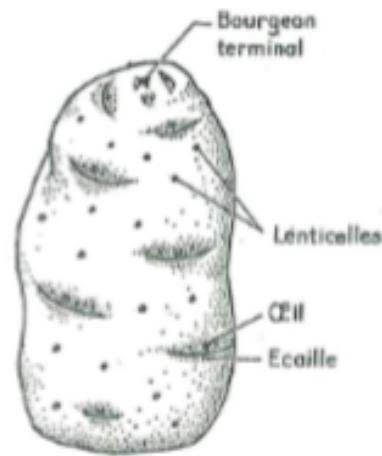


**Figure 19 : un rhizome**

## 2.2. Le tubercule

Ou tige tubérisée, c'est une tige souterraine qui se gonfle par accumulation de réserves et dont les entre-nœuds sont plus rapprochés que ceux du rhizome. Elle porte des petites feuilles écaillées et des bourgeons axillaires que l'on appelle des « yeux ».

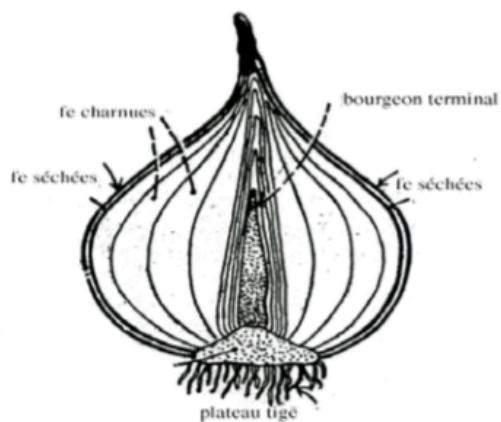
Ex : la pomme de terre (*Solanum tuberosum*), le tubercule contient des réserves amyloacées, les yeux de la pomme de terre constituent les nœuds où se trouvent les bourgeons. Autres exemples : Les Anémones et les cyclamens ont aussi un tubercule du même type.



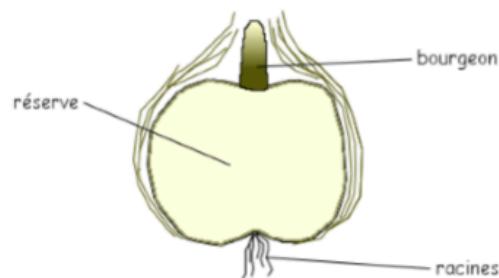
**Figure 20 : Tubercule de pomme de terre**

### 2.3. Le bulbe

C'est une tige souterraine courte et charnue, elle présente des écailles imbriquées qui sont des organes de réserve. La partie aérienne de la plante disparaît à la « mauvaise saison ». Des tiges secondaires peuvent aussi se former, donnant une sorte de bulbe adjacent ou bulbe complémentaire. Ce dernier prend la relève quand la jeune plante commence à se développer et que le vieux bulbe va dégénérer (ses réserves passées à la plantule). Ex : Tulipe, Oignon... Les cormes ont l'aspect d'un bulbe mais sont constitués d'une tige renflée entourée de tuniques, (crocus, glaïeul, etc.)



**Figure 21 : Bulbe**



**Figure 22 : Corme**

### **3. Les tiges aquatiques**

Elles ne possèdent pas de cuticule, ni de stomates, ni de sclérenchyme. Les tissus conducteurs sont peu développés et les échanges se font directement entre la plante et l'eau. Ex : lentille d'eau (*Lemna minor*)

### **4-Plantes acaules**

Ce sont des plantes qui ne possèdent pas de tige ou alors la tige est très réduite (presque absente). La racine est surmontée d'une rosette de feuilles et de fleurs. Ex : les plantes à rosette comme la laitue, la carline, l'agave.



**Figure 23 : Plante acaule**

### **C-LA FEUILLE**

Les feuilles sont des expansions latérales de la tige, elles sont insérées aux nœuds. Les vaisseaux conducteurs qui se trouvent dans les nervures de la feuille apportent l'eau et les sels minéraux nécessaires à la photosynthèse. Les stomates permettent l'entrée et sortie des gaz. Il existe 3 types de feuilles :

- 1. caduques** : les feuilles tombent à l'automne
- 2. persistantes** : les feuilles subsistent plusieurs années
- 3. marcescentes** : à l'automne, elles changent de couleur, mais ne tombent généralement qu'à la repousse.

Une feuille se décrit grâce à différents caractères observables :

**la forme de son limbe** qui peut être en une partie, cas de la feuille simple ou en plusieurs parties dans le cas d'une feuille composée,

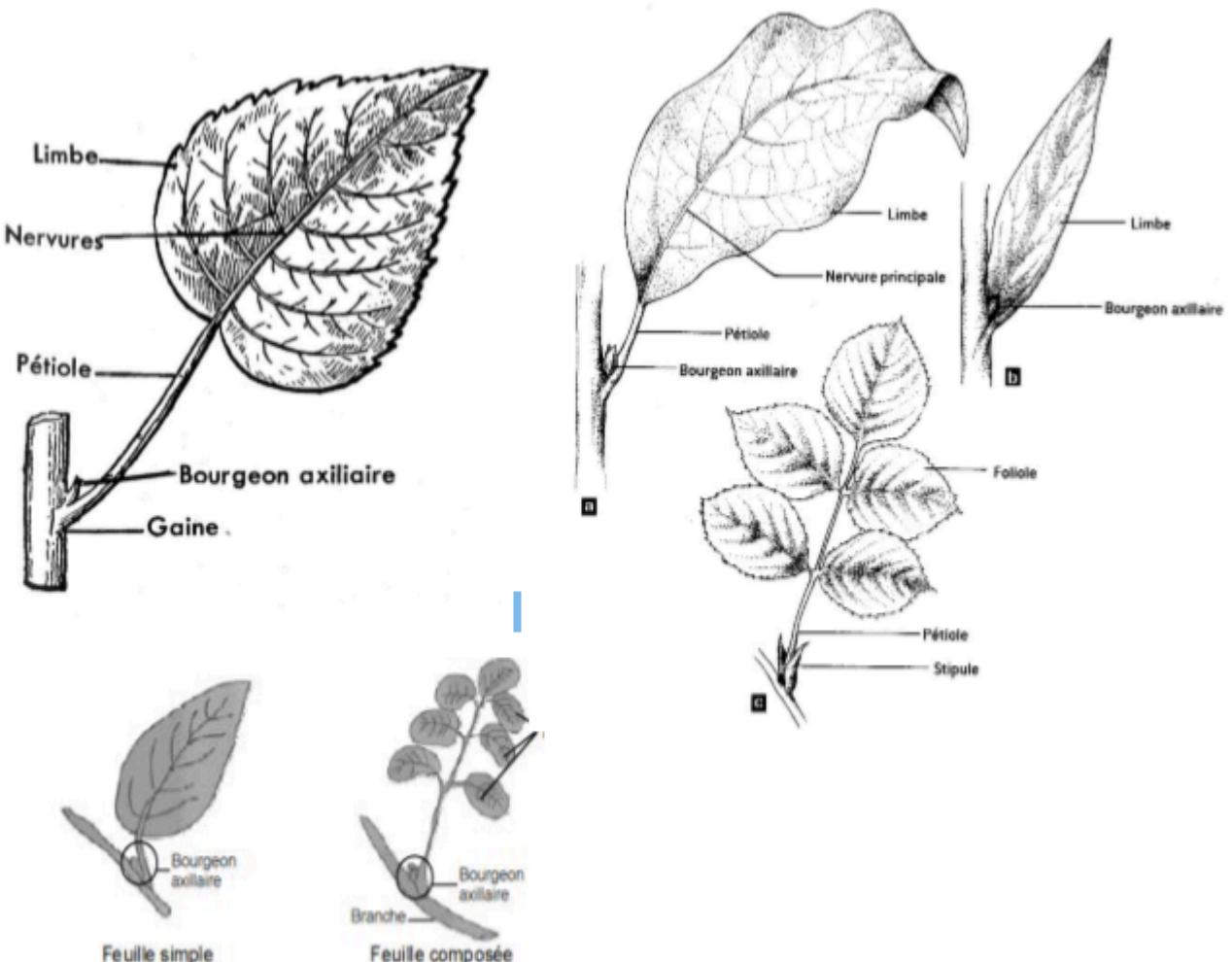
**le contour du limbe**, le degré de son découpage et la forme de sa base ou de son sommet,

**le mode d'insertion de la feuille sur la tige** (phyllotaxie),

**la disposition des nervures dans le limbe**, la pubescence (présence ou absence de poils).

Les feuilles diffèrent les unes des autres par des caractères concernant : le pétiole, le limbe, les nervures qui parcourent le limbe et la disposition des feuilles sur la tige.

**Une feuille typique est composée de 3 parties :- Le limbe, - Le pétiole, - La gaine**



**Figure 25: Morphologie d'une feuille simple et d'une feuille composée**

### 1. Le limbe

Il se présente sous forme d'une lame aplatie, de couleur verte (présence de chlorophylle) présentant une face supérieure (ventrale) vert foncé et une face inférieure (dorsale) plus pâle. Le pourtour de la feuille s'appelle la marge.

Le limbe peut être : entier, crénélés, denté, lobé (pennatilobé ou palmatilobé), séqué (pennatisqué ou palmatisqué), lacinié. Quant à la forme générale du limbe, elle peut être : peltée, arrondie, ovale, oblongue, triangulaire, lancéolée,... La feuille peut être simple ou composée. La variation morphologique du limbe et la disposition des nervures permettent de distinguer différents types de feuilles:

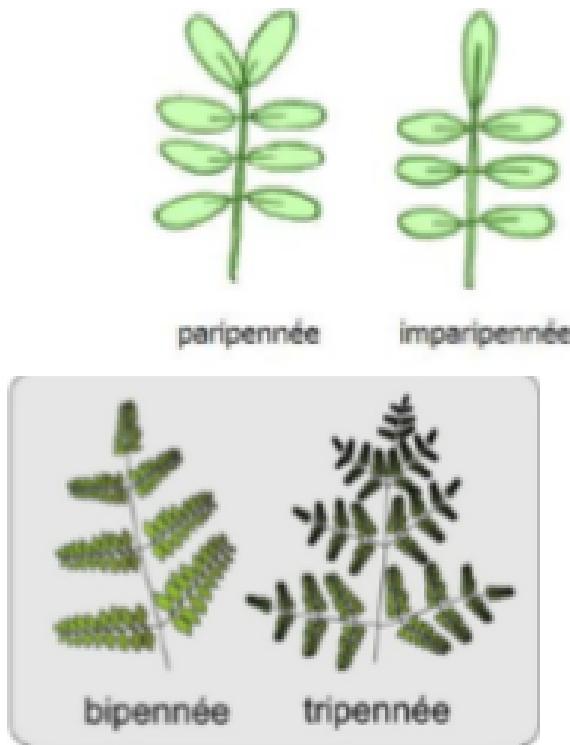
**1.1. Une feuille simple :** Elle possède un seul limbe continu à l'extrémité d'un pétiole non ramifié.

**1.2. Feuilles composées :** La feuille est composée de plusieurs folioles :

### **1.2.1. Feuilles composées pennées**

Les folioles sont disposées des deux côtés d'un pétiole commun et sur le prolongement du rachis :

- **Feuilles composées paripennées :** nombre pair de folioles.
- **Feuilles composées imparipennées :** nombre impair de folioles (le rachis se termine par une foliole terminale).



### 1.2.2. Feuilles composées bipennées

Se dit de feuilles pennées dont les folioles sont pennées à leur tour. Le rachis principal porte des rachis secondaires et non des folioles (rachis secondaires avec des folioles).

### 1.2.3. Feuilles composées tripennées

Pennée trois fois (chaque foliole étant elle-même bipennée)

### 1.2.4. Feuilles composées palmées

Les folioles sont toutes insérées en un même point au sommet du pétiole.

### 1.2.5. Feuille composée trifoliées

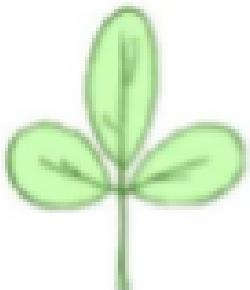
Feuille composée de trois folioles distinctes.

### 1.2.6. Feuilles composées pédalées

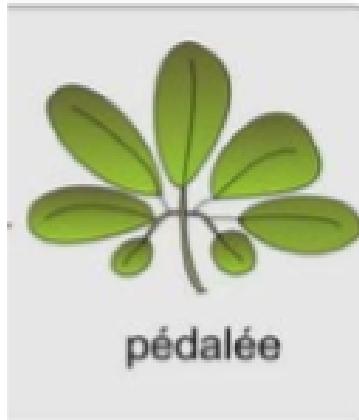
Elles présentent un pétiole qui se divise en trois pétiolules dont les deux latéraux se ramifient à leur tour deux fois, chaque pétiolule se terminant par une foliole



palmée



trifoliée



## 2. Les nervures

La nervation consiste à considérer la disposition des importantes nervures (ce sont les vaisseaux transportant la sève) qui parcourent le limbe.

### 2.1. Les feuilles uninerves

La feuille possède une seule nervure, ce sont des feuilles à limbe étroit, caractéristique des feuilles en aiguilles; feuilles de Romarin.

### 2.2. Les feuilles parallélinerves ou à nervation parallèle

Les nervures, partent de la base du limbe sans se rencontrer, en suivant des chemins sub-parallèles ; feuilles de Monocotylédones

### 2.3. Les feuilles pennatinerves ou à nervation pennée

La nervure principale partage le limbe en deux parties égales et les nervures secondaires en partent latéralement, de part et d'autre, sur toute sa longueur.

### 2.4. Les feuilles palmatinerves ou à nervation palmée

Toutes les nervures partent du sommet du pétiole, la nervure médiane restant la plus importante, les nervures secondaires partent d'un même point, à la base de la nervure principale.

### 2.5. Nervation pédalée

Les limbes ont 3 nervures rayonnantes, mais les autres sont des ramifications des nervures latérales, toujours orientées vers le bas de la feuille.

## 2.6. Nervation réticulée :

Les nervures constituent un réseau quadrillé au sein du limbe

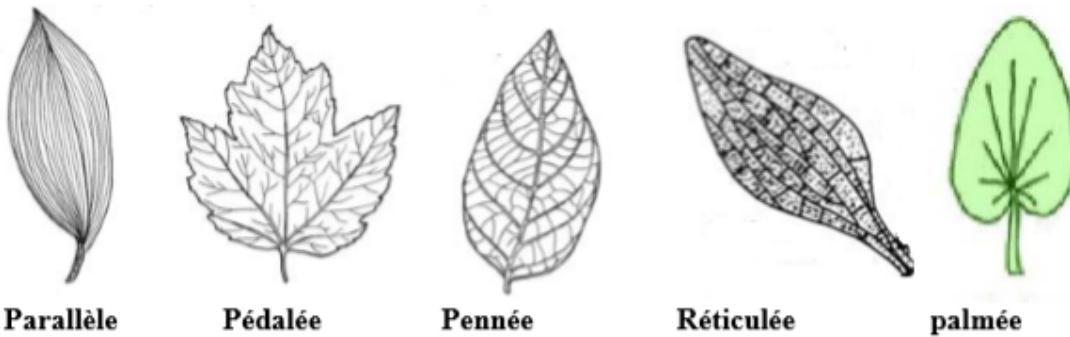


Figure 26 : La forme des feuilles selon les nervures

	FEUILLES SIMPLES	FEUILLES COMPOSEES
FEUILLES PENNINERVES	entière dentée crénelée pinnatilobée pinnatifide pinnatipartite pinnatiséquée	composée-imparipennée composée-paripennée
FEUILLES PALMATINERVES	sinuée palmatilobée palmatifide palmatipartite palmatiséquée	composée-trifoliée composée-palmée pédalée

Figure 27: Caractérisation des feuilles selon leur nervation et leur marge

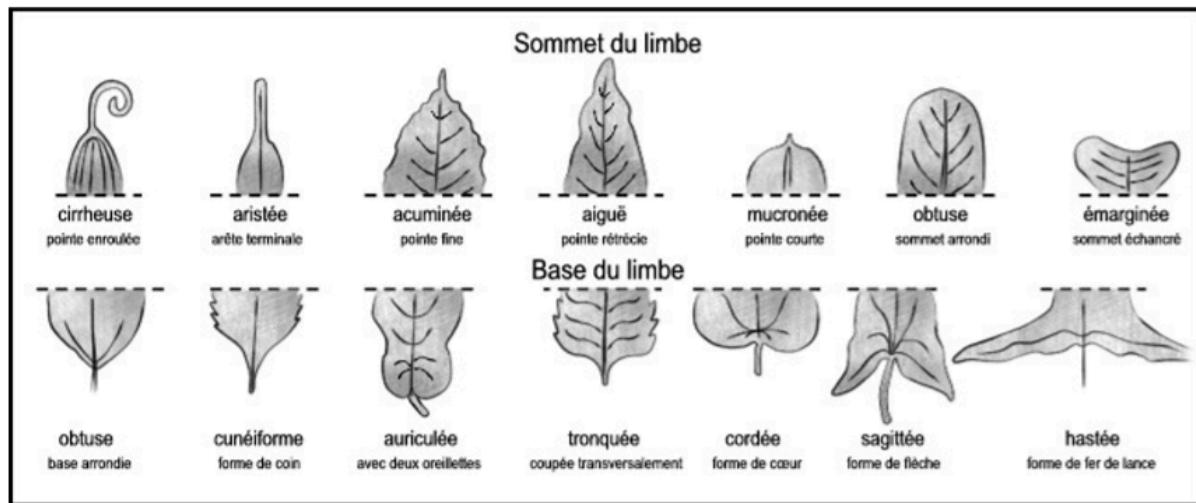
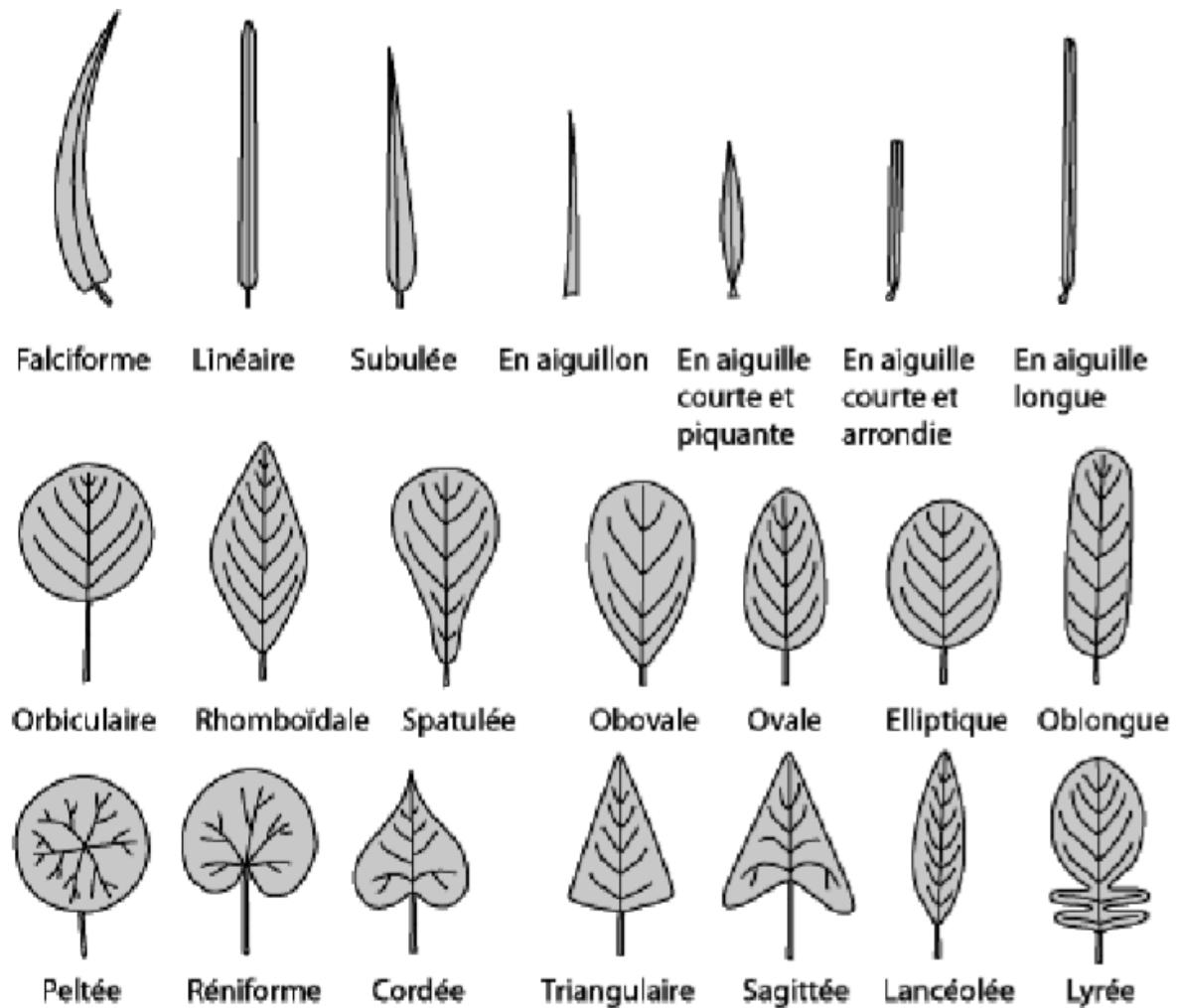


Figure 28 : Caractérisation des feuilles selon la forme du sommet et la base du limbe



**Figure 29: Les différentes formes du limbe**

### 3. Le pétiole

C'est la structure qui relie le limbe à la tige parcourue par les vaisseaux conducteurs de sève. Chez certaines plantes, le pétiole est absent : feuilles sessiles.

Selon l'insertion de la feuille sur la tige on distingue la feuille décurrente, embrassante, engainante, perfoliée, pétiolée, sessile.



**Figure 30: Les différentes formes de feuilles selon l'insertion sur la tige**

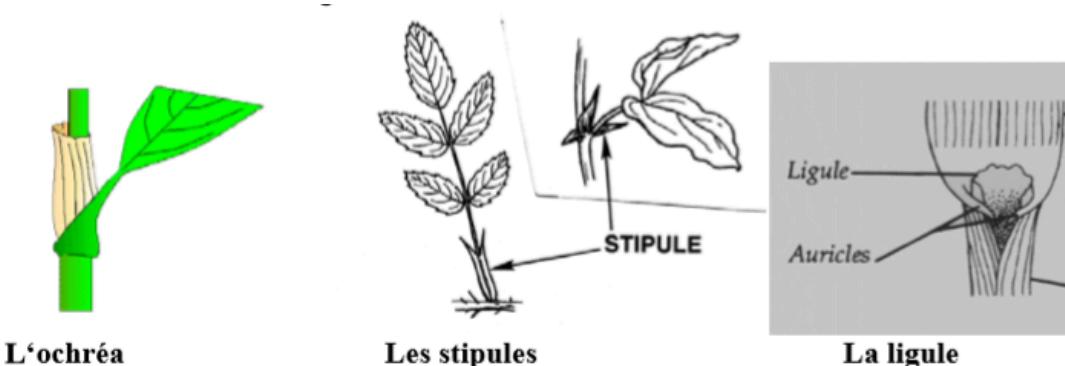
#### 4. la gaine

La gaine est l’élargissement de la base du pétiole. C’est une lame verte, situées à la base du pétiole et dont la forme et la taille sont très variable:

**Les stipules:** Lorsqu’elles sont présentes, elles sont au nombre de 2.

**L’ochréa:** L’ochréa correspond à une soudure des stipules, elle représente une gaine membraneuse à la base du pétiole, entourant complètement la tige.

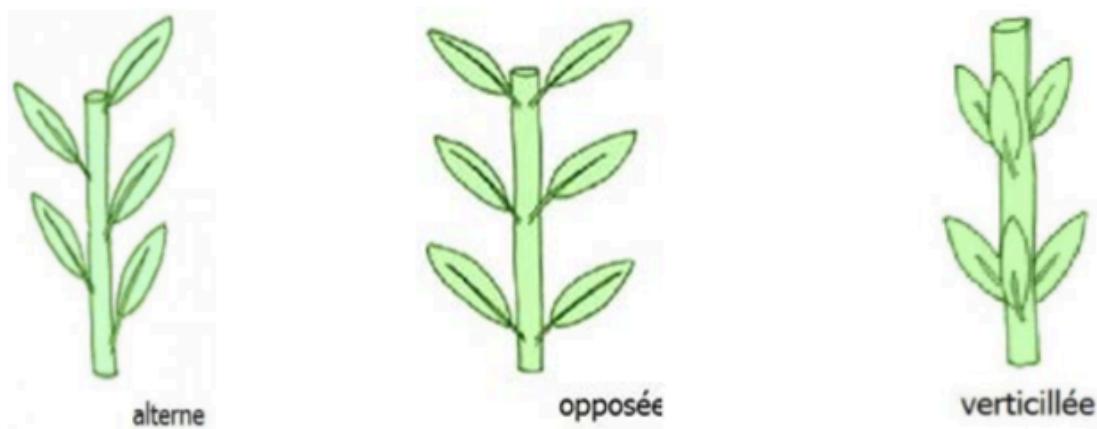
**La ligule :** Elle se rencontre surtout chez les Graminées et correspond à un dédoublement du limbe au point d’attache de celui-ci sur la gaine.



**Figure 31 : les différentes formes de la gaine**

#### 5. La Phyllotaxie

C'est la disposition des feuilles le long de la tige. Afin de limiter le recouvrement des feuilles sur la tige et leur compétition pour la lumière, le méristème place successivement les ébauches foliaires dans des directions différentes de la précédente. Une feuille est dite alterne lorsqu'une seule feuille apparaît à chaque nœud. Deux feuilles situées sur un même nœud et disposées à  $180^\circ$  sont dites opposées. Lorsque trois feuilles ou plus s'attachent à un nœud on qualifie cette disposition de verticillée.



**Figure 32: les différentes dispositions des feuilles sur la tige**

## 6. Les variations morphologiques des feuilles et adaptations

### 6.1. Feuilles-épines

Feuilles en partie épineuse comme les feuilles de Houx, les bords du limbe sont épineux , ou des feuilles totalement transformées en épines ; comme des feuilles de Cactus

### 6.2. Feuilles-vrilles

La feuille peut être en partie ou en totalité transformée en vrilles pour assurer la fonction de soutien. Chez certaines plantes, tout le limbe est transformé en vrille et les stipules jouent la fonction de la feuille.

### 6.3. Les Phyllodes

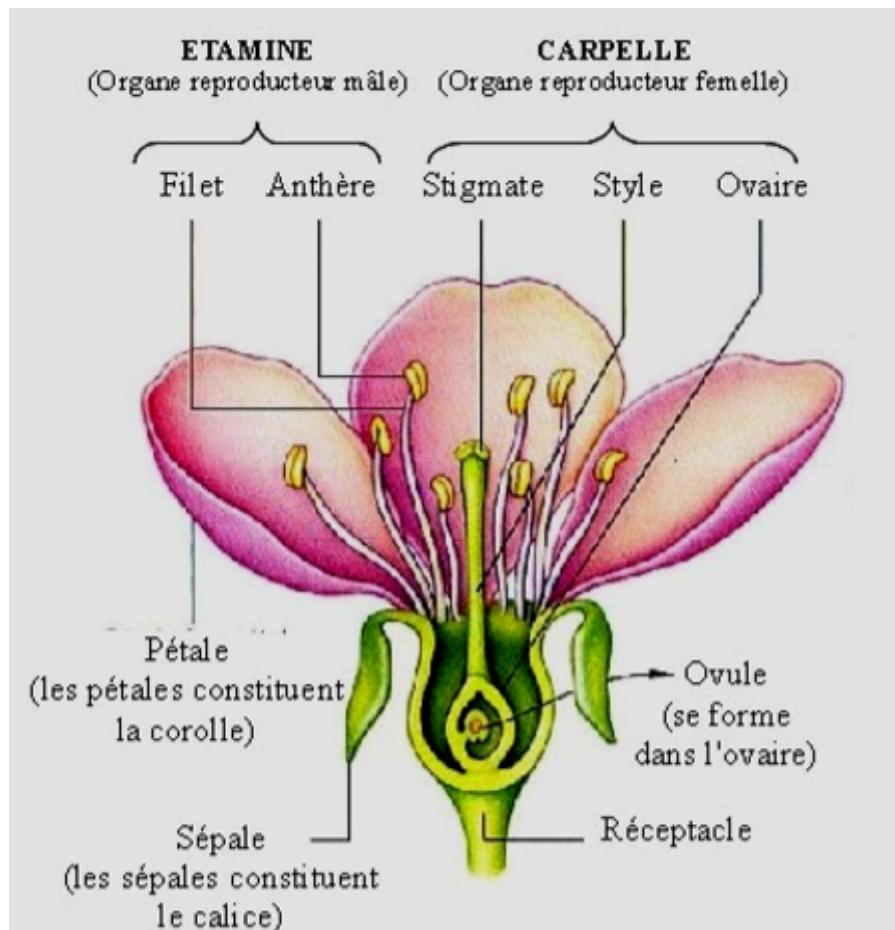
Un phyllode est un pétiole aplati rappelant par sa forme un limbe ou du moins une feuille ;  
Ex : *Acacia heterophylla*

## D- LA FLEUR

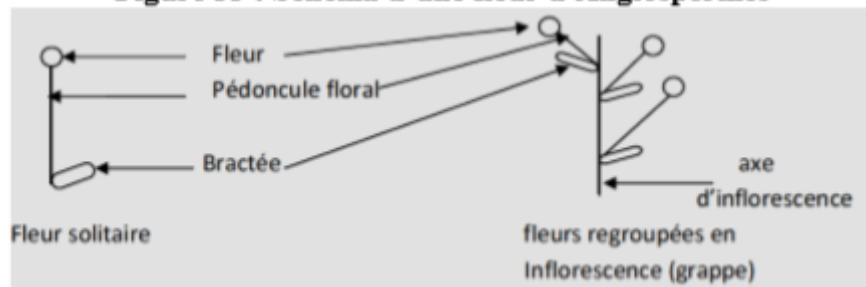
Les Angiospermes regroupent les plantes à fleurs dont le ou les ovules sont enfermés dans un ovaire, la reproduction sexuée s'effectue dans les fleurs. Leur organisation florale est tout à fait spécifique. Une fleur type d'Angiospermes peut être considérée comme une tige hautement modifiée à croissance déterminée, 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 à l'aisselle d'une feuille modifiée appelée bractée. C'est à partir d'un bourgeon floral que les pièces reproductrices vont se former.

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 33 : Schéma d'une fleur d'Angiospermes**



## 1. Le périanthe

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

### 1.1. Le calice

Formé par l'ensemble des sépales, pièces souvent verdâtres d'aspect foliacé, situé à la base de la fleur; il peut prendre différentes formes ; si les sépales sont libres (calice dialysépale) et si les sépales sont soudés entre eux (calice gamosépale).

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.

## 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.

Si les pétales sont libres (corolle dialypétale).

Si les pétales sont soudés entre eux (corolle gamopétale).

Si les sépales et pétales présentent une symétrie radiale c'est-à-dire par rapport à plusieurs plans, on dit que la fleur est **actinomorphe** et s'ils présentent une symétrie axiale c'est-à-dire par rapport à seul un plan, dit que la fleur est **zygomorphe**

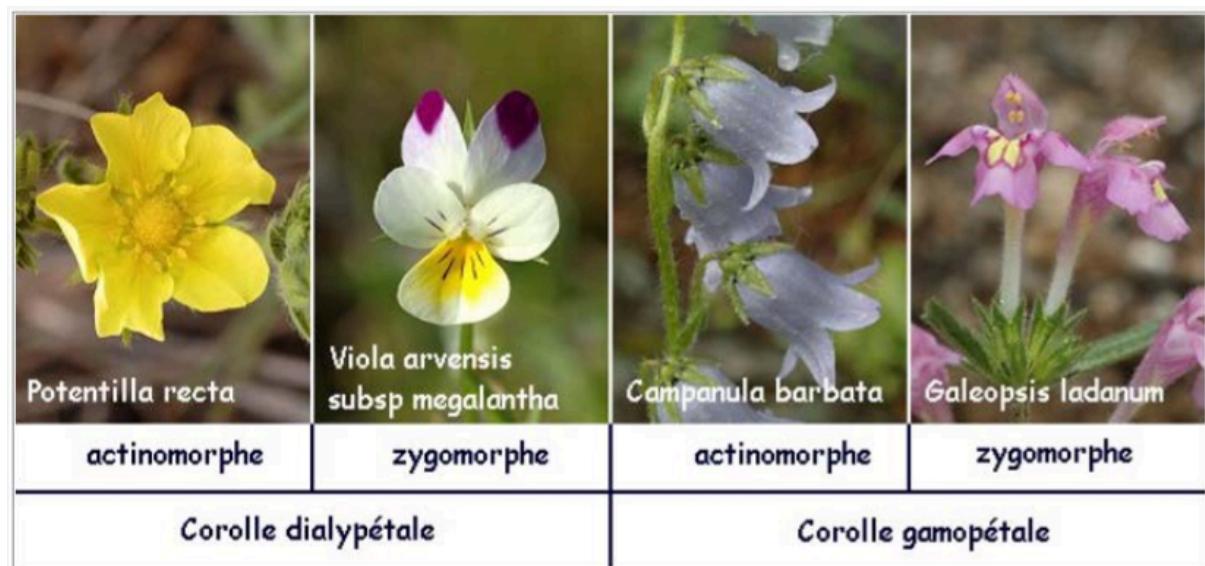


Figure 34 : Fleur actinomorphe et zygomorphe

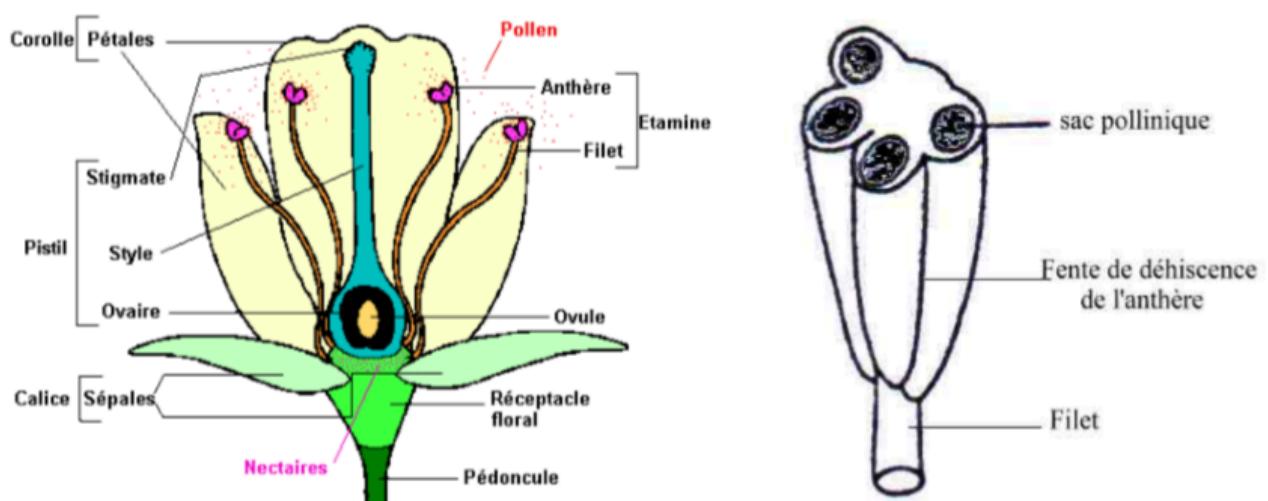
## 2. Les pièces fertiles

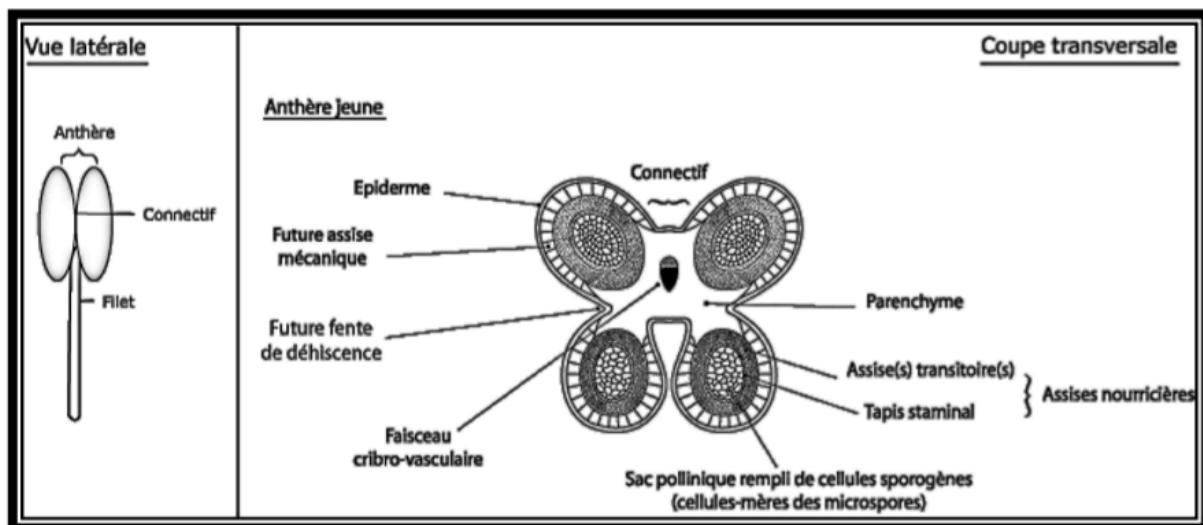
OU organes reproducteurs directement impliqués dans la reproduction et composés également de 2 verticilles : l'androcée et le gynécée.

### 2.1. L'androcée

L'androcée est l'organe reproducteur mâle de la plante, formé par **l'ensemble des étamines** disposées en spirales (sont habituellement présentes en grand nombre) 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 habituellement deux **sacs polliniques**. La libération du pollen se fait par déhiscence des anthères.

Les étamines sont extrêmement variées tant pour leur forme que pour leur couleur, parfois au sein de la même fleur. Les étamines sont implantées directement sur le réceptacle ou soudées au tube d'une corolle gamopétale. Il existe également des étamines stériles, appelées **staminodes**





**Figure 35 : Etamine et coupes transversales d'anthères**

## 2.2. Le gynécée

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 :

- ❖ d'une partie renflée (l'ovaire) renfermant le ou les ovules;
- ❖ d'un style prolongeant l'ovaire ;
- ❖ d'un stigmate coiffant le 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.

Une partie importante du gynécée persiste après la fécondation et évolue en fruit. Le gynécée est parfois réduit à un seul carpelle.

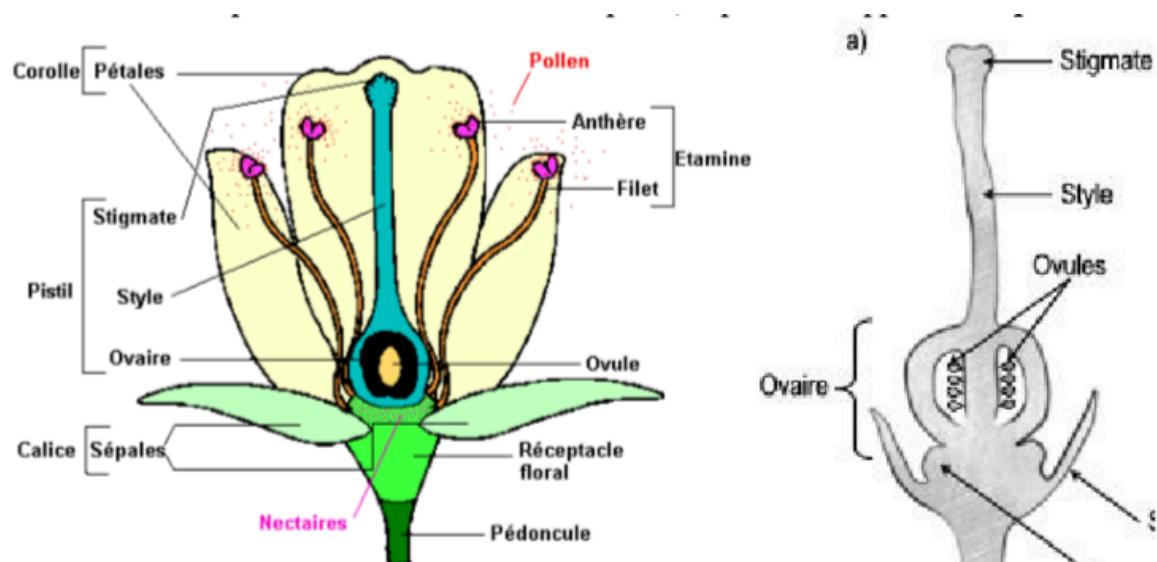
Dans la majorité des cas, la fleur possède à la fois un androcée et un gynécée : elle est dite bisexuée ou hermaphrodite.

Il existe des espèces unisexuées, 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.



**Figure 36 : Gynécées et coupe transversale dans un carpelle**



**Figure 37 : Gynécées composés de carpelles soudés partiellement et totalement**

## La Placentation

L'ovaire renferme un ou, le plus souvent, plusieurs ovules qui se différencient sur les bords ou les faces internes des carpelles, aux dépens d'un tissu particulier, le placenta.

La placentation est le mode d'insertion des ovules sur la paroi de l'ovaire, il existe trois types courant :

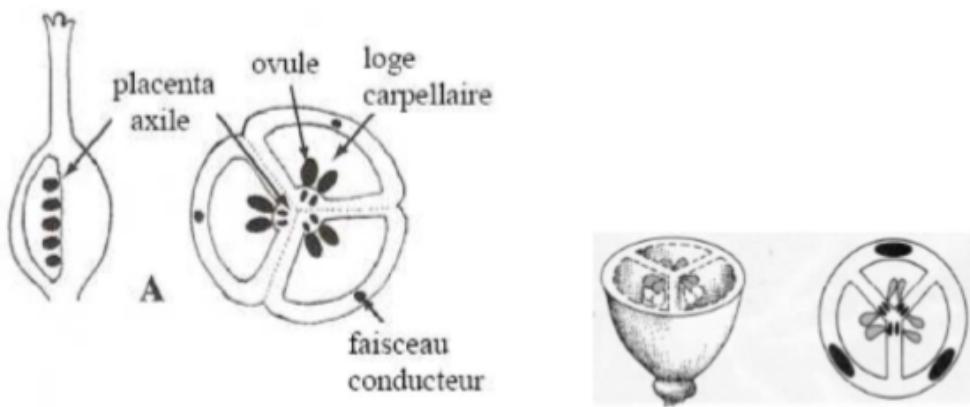
**1. Placentation Pariétale :** Le gynécée est formé d'un seul carpelle avec un ovaire uniloculaire (une seule loge) et non compartimenté, les ovules sont insérés sur la paroi périphérique de l'ovaire



**Figure 38 : Placentation pariétale**

**2. Placentation Axile :**

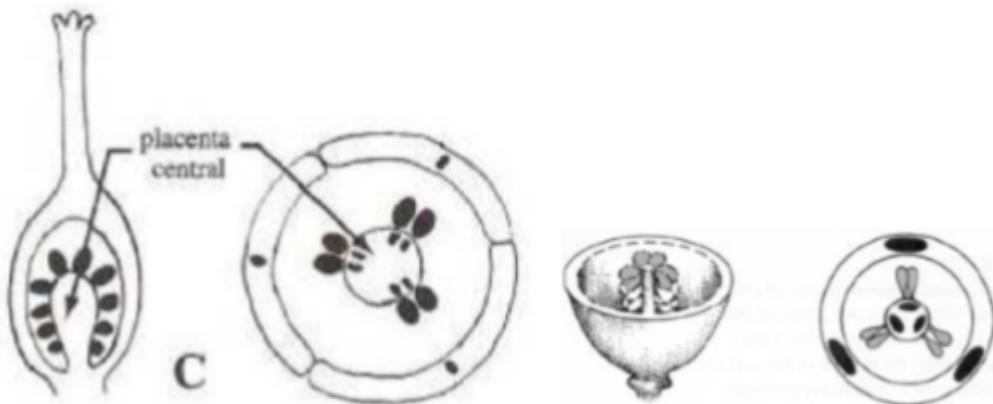
Le gynécée est formé de plusieurs carpelles (donc de plusieurs ovaires) fermés et soudés entre eux et forment des cloisons. Il y a autant de loges que de carpelles. Les ovules sont incérés sur les zones des sutures



**Figure 39 : Placentation axile**

**3. Placentation Centrale :**

Le gynécée est formé de plusieurs carpelles fermés dont les cloisons se sont résorbées (donc il y a un ovaire uniloculaire), il ne reste qu'une colonne centrale sur laquelle sont fixés les ovules.



**Figure 40 : Placentation centrale**

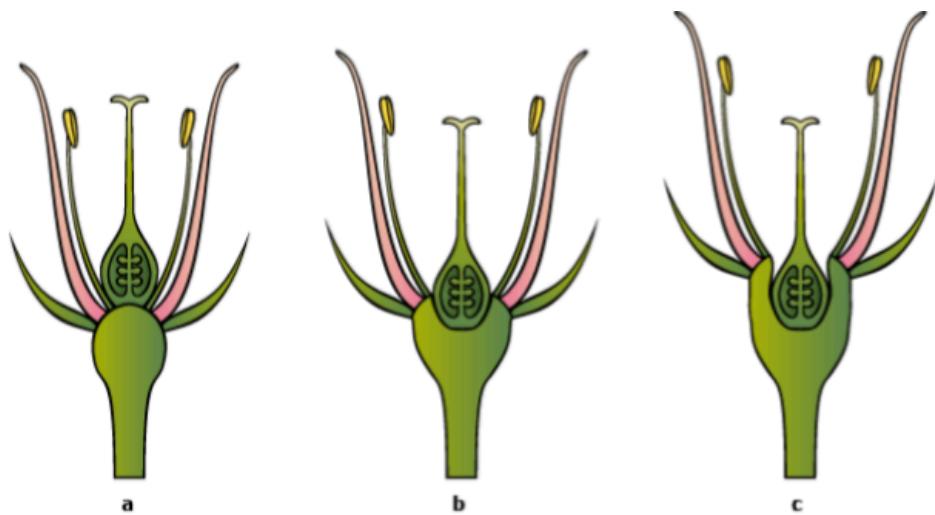
### 3. Disposition et nombre des pièces florales

#### 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 périanthe et les étamines sont insérés plus haut que l'ovaire infère qui est totalement enfoncé et soudé dans le réceptacle (c).

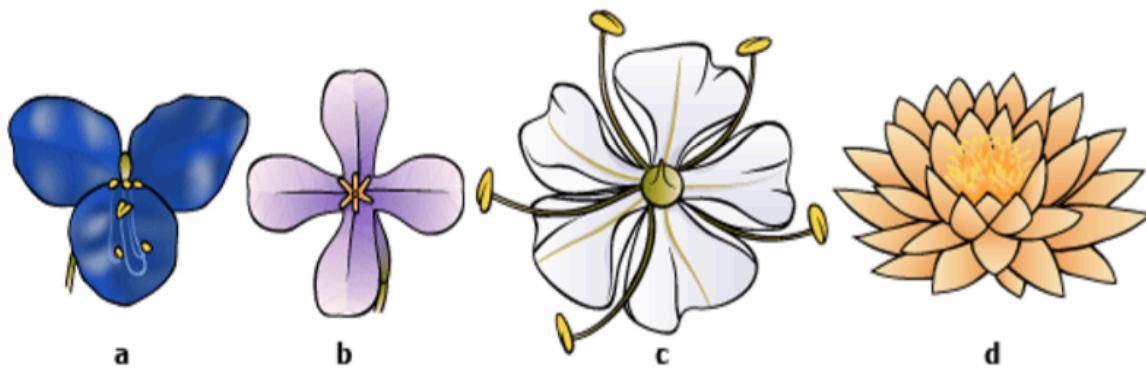


**Figure 41 : (a) ovaire supère (fleur hypogyne) – (b) ovaire semi-infère (fleur périgyne) – (c) ovaire infère (fleur épigyne)**

### 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 chacun, cas des monocotylédones
- tétramères, - pentamères – polymères, cas des dicotylédones



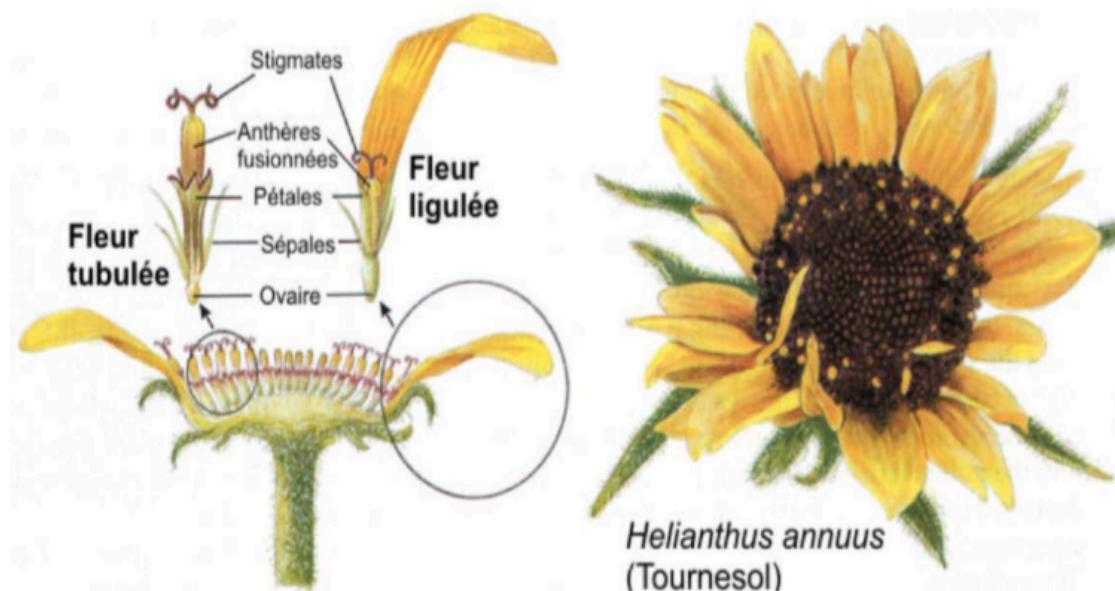
**Figure 42: Nombre de pièces florales par verticille : a. trimère - b. tétramère - c. pentamère - d. polymère**

**Cas particulier :** les Astéracées (fleurs composées)

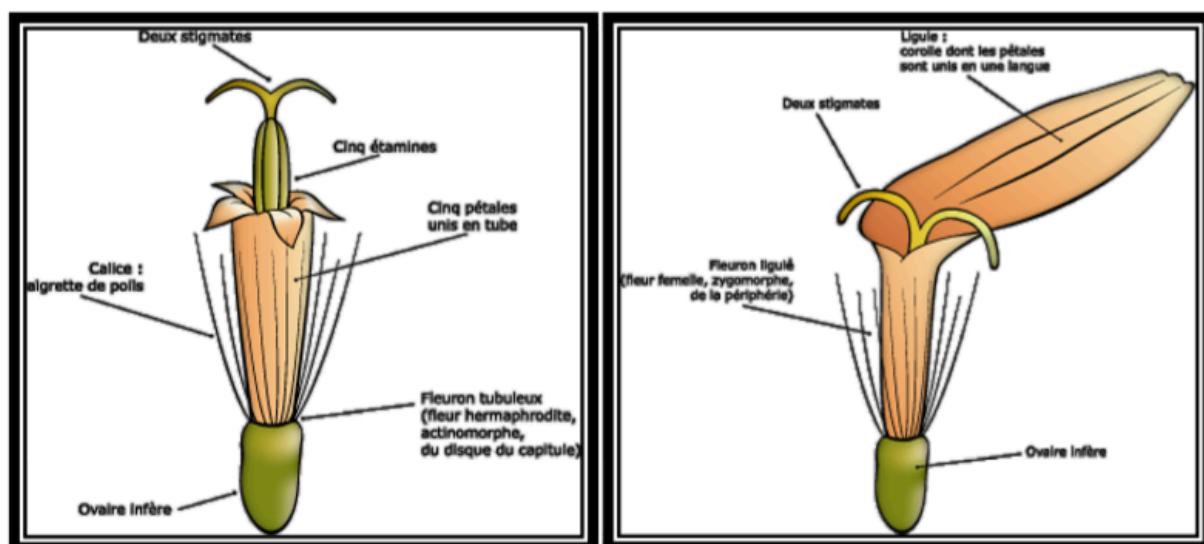
Il ne s'agit pas d'une fleur, mais de plusieurs fleurs regroupées en un **capitule** (inflorescence formée de fleurs sessiles, serrées au niveau du sommet élargi du pédoncule).

Les capitules regroupent deux types de fleurs :

- **Les fleurs tubulées, gamopétales actinomorphes**
- **Les fleurs ligulées** dont les pétales réunis forment une langue (**gamopétales zygomorphes**)



**Figure 43 : Fleur composée le tournesol**



**Figure 44 : Fleur tubulée**

**Figure 45 : Fleur ligulée**

On distingue trois types de capitules :

- capitule composé uniquement de fleurs tubulées (chardons) ;
- capitule composé uniquement de fleurs ligulées (pissenlit) ;
- capitule composé de fleurs tubulées au centre et de fleurs ligulées en périphérie (marguerite)

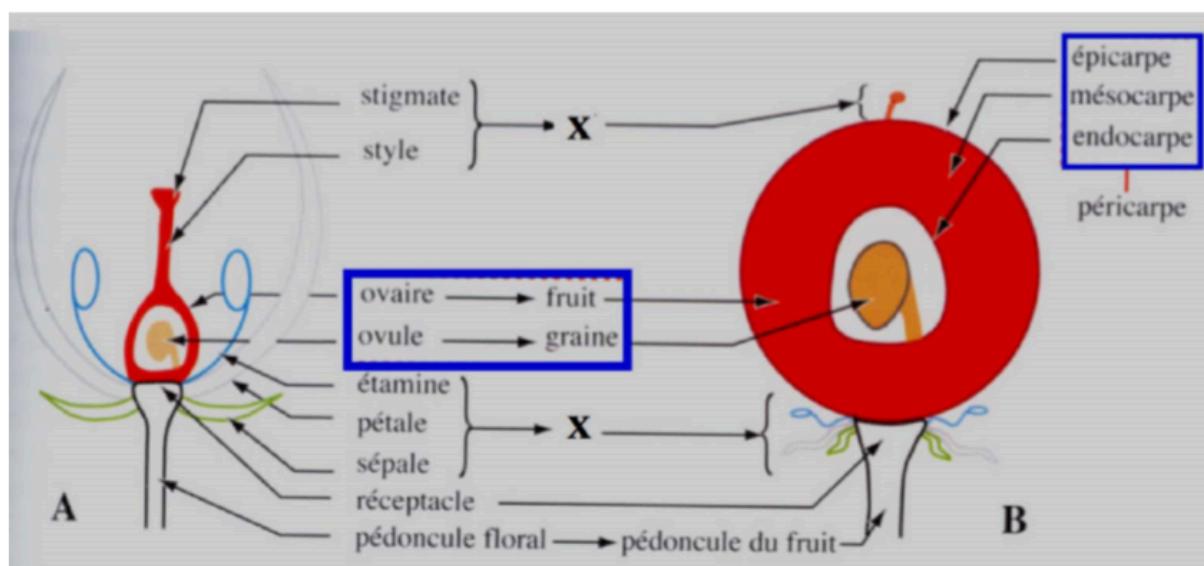
## E- LE FRUIT

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 - qui provient directement de la paroi de l'ovaire - ou péricarpe 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.

A part la paroi de l'ovaire, d'autres parties de la fleur, (des fois, de l'inflorescence), subissent une modification importante et participent à la constitution du fruit; la complexité augmente avec l'éventualité de la participation du réceptacle floral.

### 1. Le fruit simple

Certains auteurs considèrent que dès qu'il y a intervention, pour former le péricarpe, d'un élément autre que la paroi de l'ovaire, il faut parler de faux-fruit, donc suite à la fécondation un vrai (simple) fruit résulte de la transformation du gynécée uniquement d'une seule fleur et ce gynécée est composé d'un seul carpelle ou de plusieurs carpelles soudés.



**Figure 46 : Transformation de l'ovule en graine et de l'ovaire en fruit**

Lors de la formation du vrai fruit, la paroi de l'ovaire (qui donnera le péricarpe) se modifie selon 2 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

### 1.1. Fruits charnus

C'est un vrai fruit dont le péricarpe est gorgé de réserves, devient épais et juteux, il existe deux types de fruit charnu, selon que l'endocarpe est charnu ou lignifié, on distingue:

a. **La baie** ou fruit succulent à pépins est un fruit charnu indéhiscent qui ne possède **un endocarpe** charnu. Il se caractérise par l'exocarpe ordinairement mince et par le mésocarpe et l'endocarpe charnus, ce qui fait que les graines sont libres dans la chair du fruit. L'épicarpe forme la peau du fruit, le mésocarpe la chair, et l'endocarpe entoure les graines pour constituer les pépins. Ex : l'orange, raisin, tomate, melon... En général, les baies ont plusieurs graines (polyspermes plusieurs ovaires), Les agrumes (oranges) sont des baies particulières car leur endocarpe forme des poils charnus qui sont riches en réserves. Le mésocarpe est de couleur blanche et peu développée.

b. **La drupe** ou fruit à "noyau" est un fruit succulent charnu indéhiscent avec un **endocarpe lignifié** entourant une seule graine constituant un noyau. La drupe est le plus souvent monosperme (constituée d'un seul ovaire), comme la cerise, les pêches.

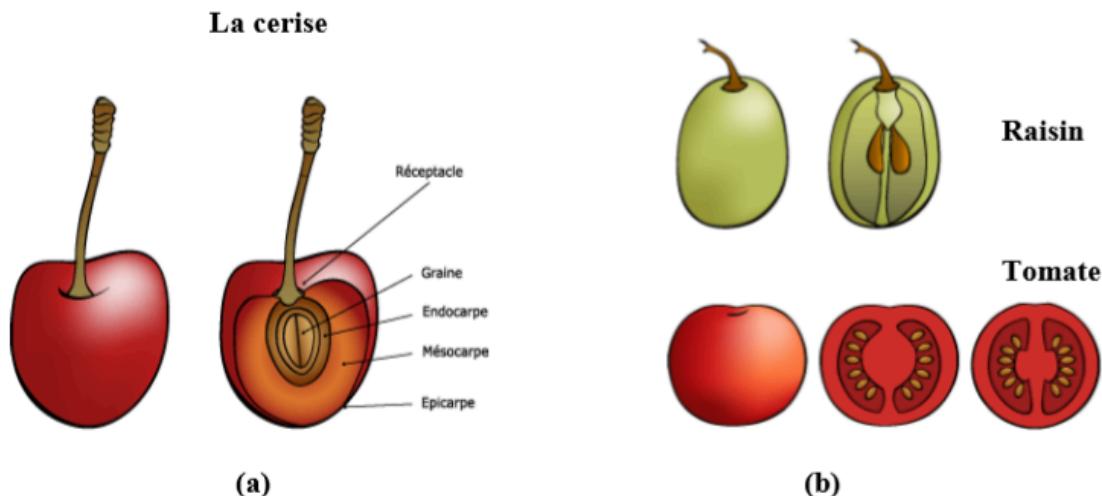
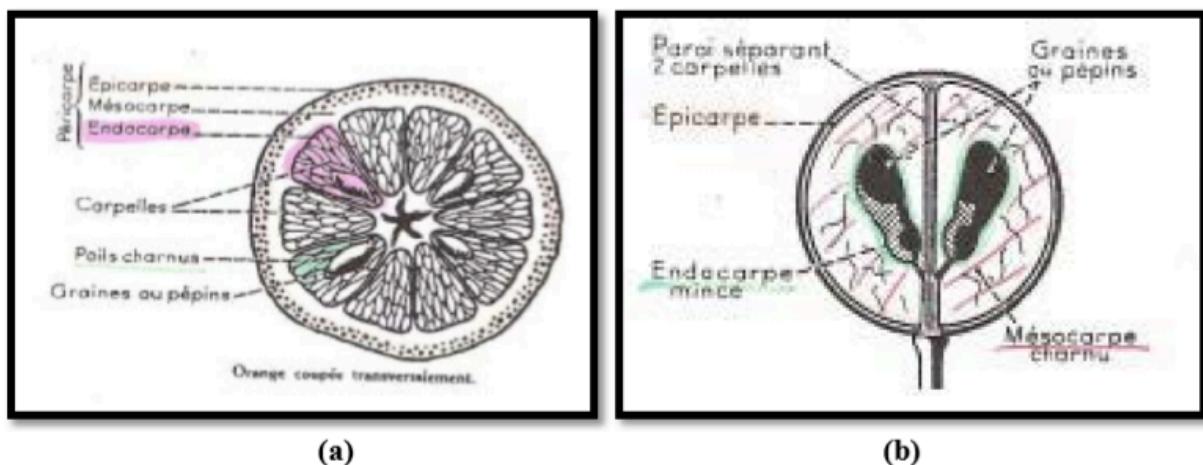
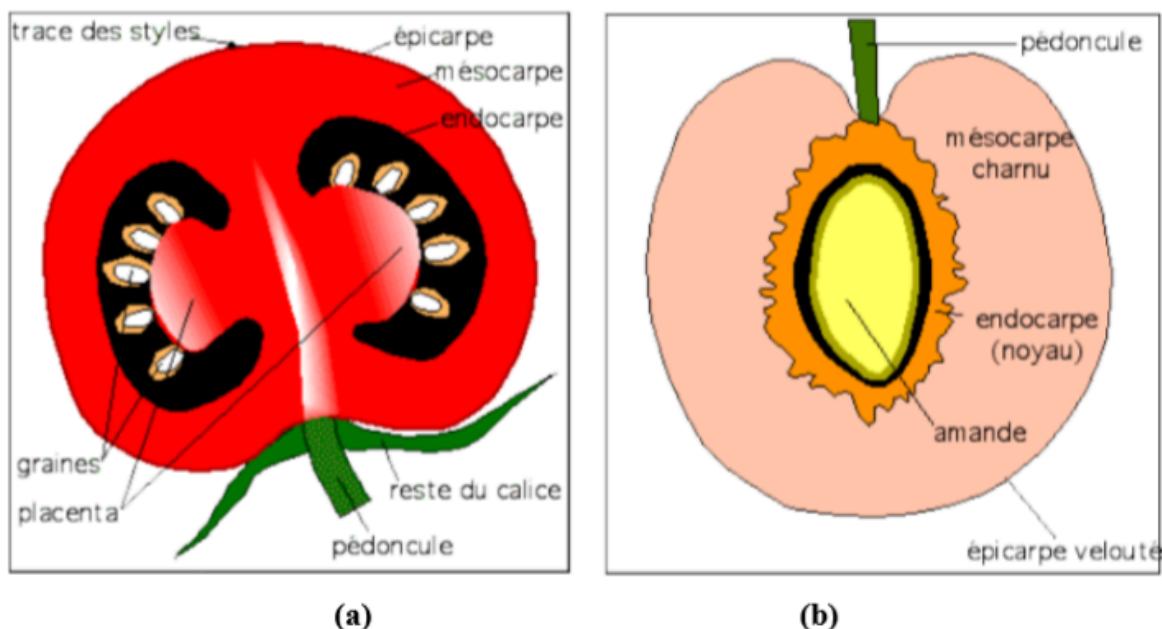


Figure 47 : Les fruits charnus : drupe (a) et baie (b)



**Figure 48: Coupe dans une baie d'orange (a) et une baie de raisin (b)**



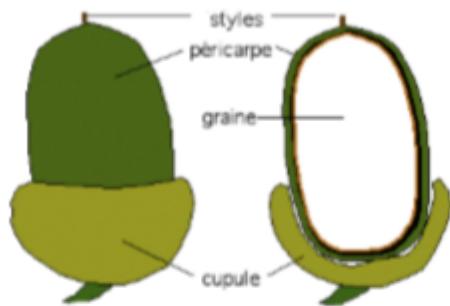
**Figure 49: Coupe longitudinale dans une baie de tomate (a) et une drupe de pêche (b)**

**1.2. Fruits secs** Le péricarpe se dessèche, devient fibreux et plus ou moins dure, les fruits secs se scindent en deux catégories :

#### a. Les fruits secs indéhiscents

Ce sont des fruits secs qui ne s'ouvrent pas spontanément pour libérer leurs graines. A l'intérieur du fruit, la graine est libre en général. On distingue différentes sortes de fruits secs indéhiscents :

**Les akènes** : qui ne contiennent qu'une seule graine. Les akènes sont souvent protégés par une cupule ex : noisette, châtaigne, le fruit des astéracées.



**Figure 50 : Un akène ; le gland du chêne**

**Les samares** : sont des akènes particuliers qui portent des sortes d'ailes leur permettant d'être transportés par le vent. ex : orme, érable. **La disamare** est pourvue de deux ailes.

**Le caryopse** : quant à lui, spécifique à la famille des graminées, est caractérisé par la soudure des téguments de la graine au péricarpe.



**Figure 51 : a. samare d'un frêne - b. disamare d'un érable - c. caryopse d'un blé**

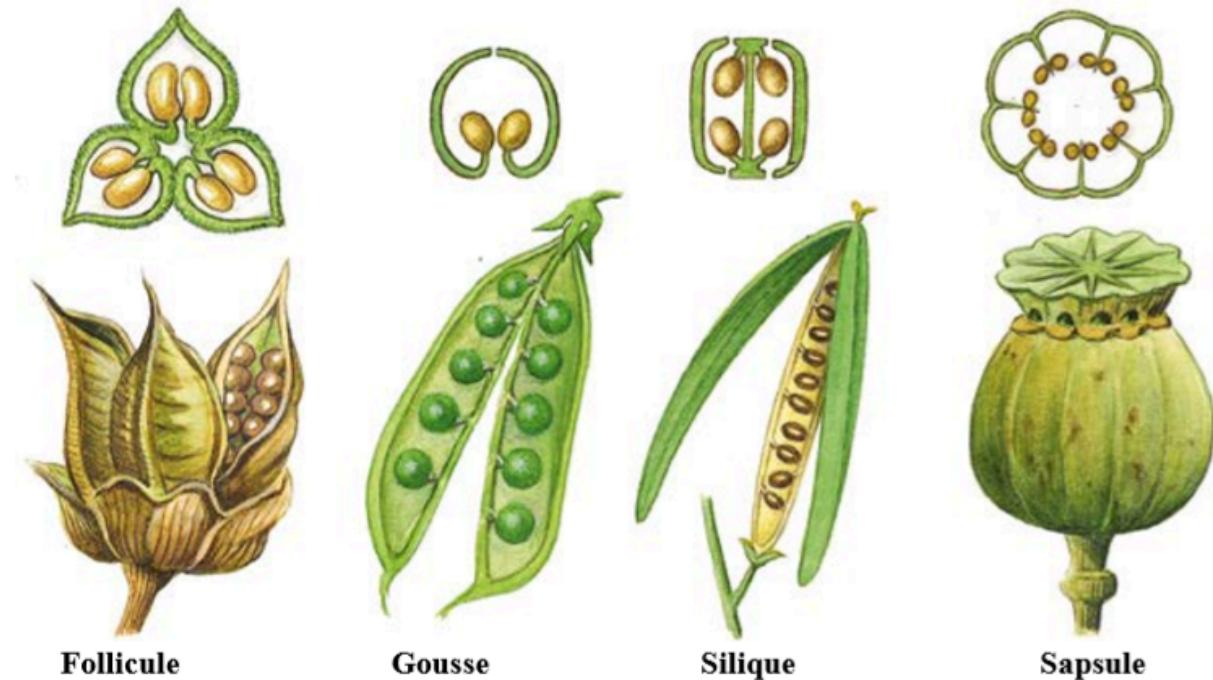
**b. Les fruits secs déhiscents** Ils s'ouvrent à maturité pour libérer les graines. La déhiscence se réalise le plus souvent longitudinalement par rapport à l'axe du fruit. Dans ce groupe important et diversifié de fruits, selon le type de déhiscence, on distinguera principalement les types de fruits suivants :

**Le follicule** : fruit provenant d'un carpelle unique qui s'ouvre d'un seul côté grâce à une seule fente, ex : l'hellébore

**La gousse** : fruit provenant également d'un carpelle s'ouvre grâce à 2 fentes, ce qui libère 2 valves sur lesquelles sont fixées les graines, fruit typique des Fabacées ex : haricot, vanille

**La silique** : fruit sec dérivant d'un ovaire composé de deux carpelles seulement, s'ouvre grâce à 4 fentes, ce qui libère 2 valves avec développement d'une fausse cloison médiane d'origine placentaire sur laquelle les graines sont fixées ex.: giroflées, moutarde.

**La capsule** : fruit sec formé à partir d'un ovaire composé de plusieurs carpelles soudés. IL peut s'ouvrir de plusieurs façons et par plusieurs fentes ou peut s'ouvrir par des pores (ex : pavot) et il peut s'ouvrir en formant une sorte de couvercle qui se détache, la capsule porte alors le nom de **Pyxide**.



**Figure 53 : Les différents fruits secs déhiscents**

## 2. Faux fruit

### 2.1. Fruits multiples

Le fruit multiple résulte de la transformation d'un gynécée composé de plusieurs carpelles libres (indépendants) (gynécée polycarpe) d'une seule fleur. Dans ce cas, une seule fleur produit plusieurs fruits, ca peut être un fruit poly-follicules, poly-akènes, polydrupe, c'est le cas par exemple de la mûre qui est composée de multiples drupes.

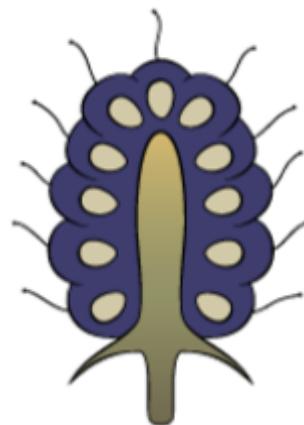
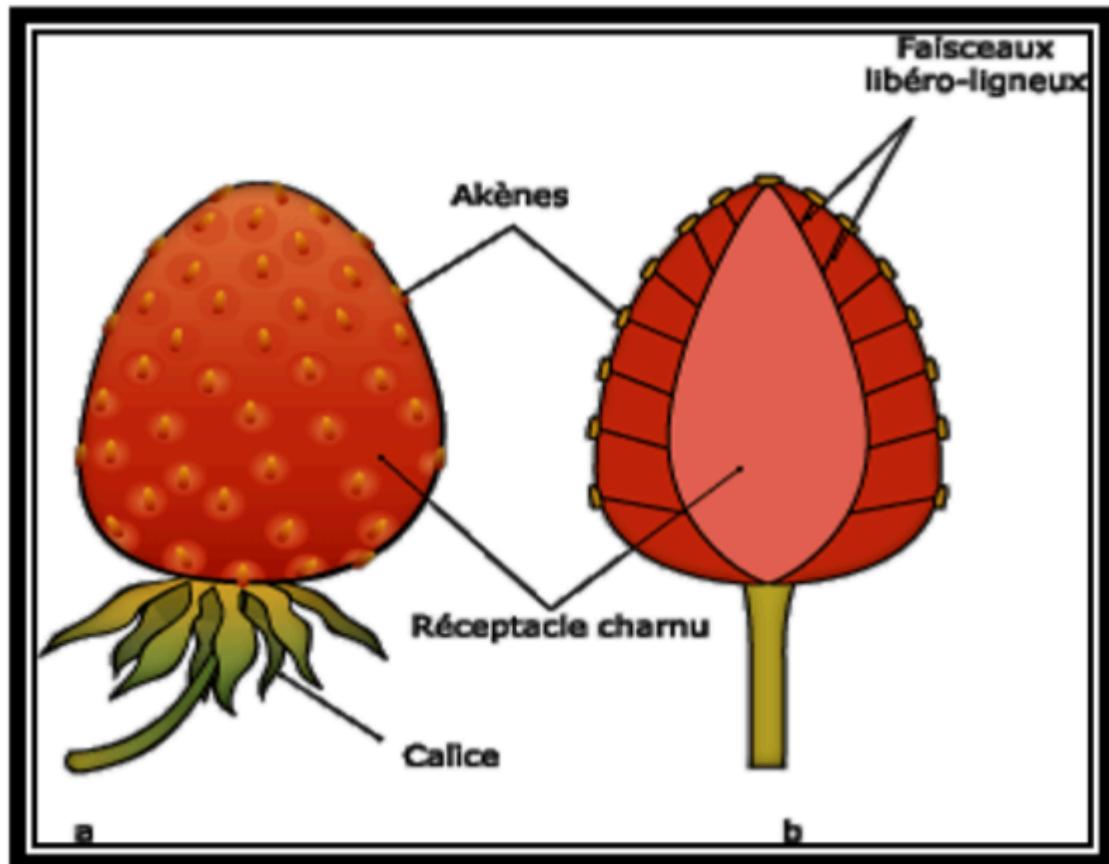


Figure 54 : Mûre composée de drupes

## 2.2. Fruits complexes

Il s'agit de fruits qui ne dérivent pas uniquement du gynécée, mais qui intègrent d'autres parties de la fleur (réceptacle, pièces périanthaires, etc.) Ex ; fraise, pomme, poire.

Ainsi chez la fraise, le réceptacle floral se développe considérablement et produit la partie charnue principale du fruit ; les carpelles se sont transformés en akènes fixés sur ce volumineux réceptacle.



**Figure 55 : Fraise :** a. entière  
b. en coupe longitudinale

Chez la pomme ou la poire, l'ovaire infère est soudé au réceptacle floral. Le fruit comprend un mésocarpe charnu provenant en partie du réceptacle hypertrophié et pour une autre part de la paroi externe des carpelles.

L'endocarpe, coriace, s'est constitué à partir de la paroi interne des 5 anciennes loges carpellaires.

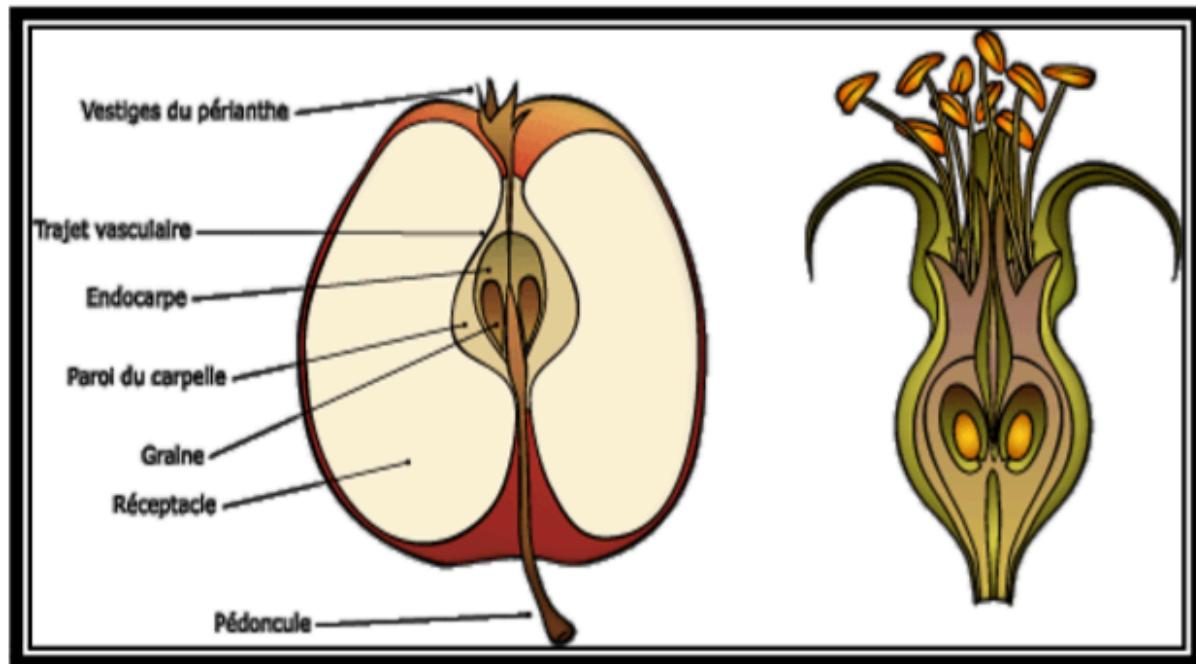


Figure 56 : Pomme (*Malus sylvestris*)

### 2.3. Fruits composés

Ce sont des fruits formés à partir d'une inflorescence donc composés de plusieurs fleurs complètes et dans ce cas là le fruit est appelé **infrutescence**. Ex ; ananas, figue...

L'ananas est une infrutescence charnue, ces différentes parties sont soudées les unes aux autres.

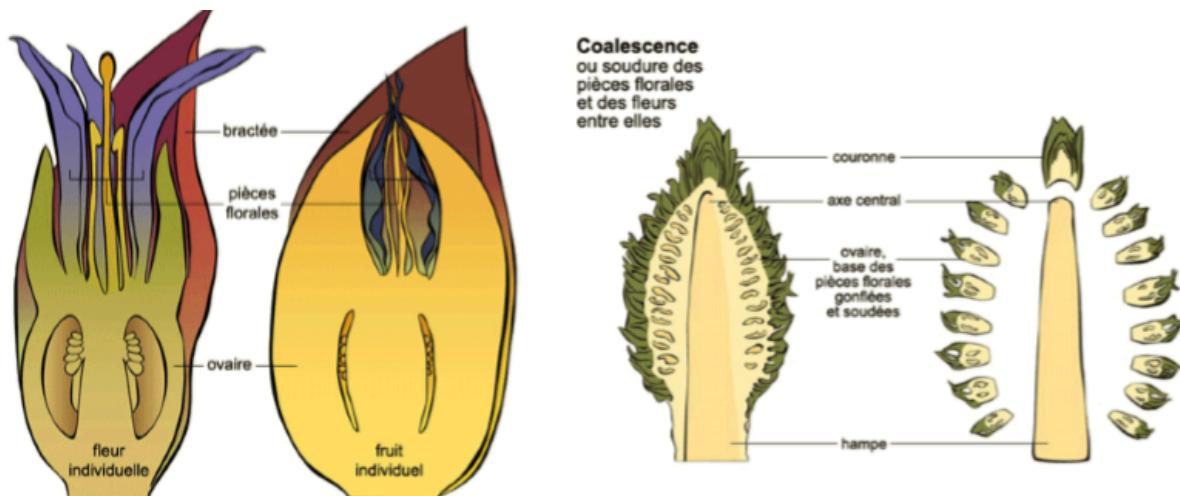
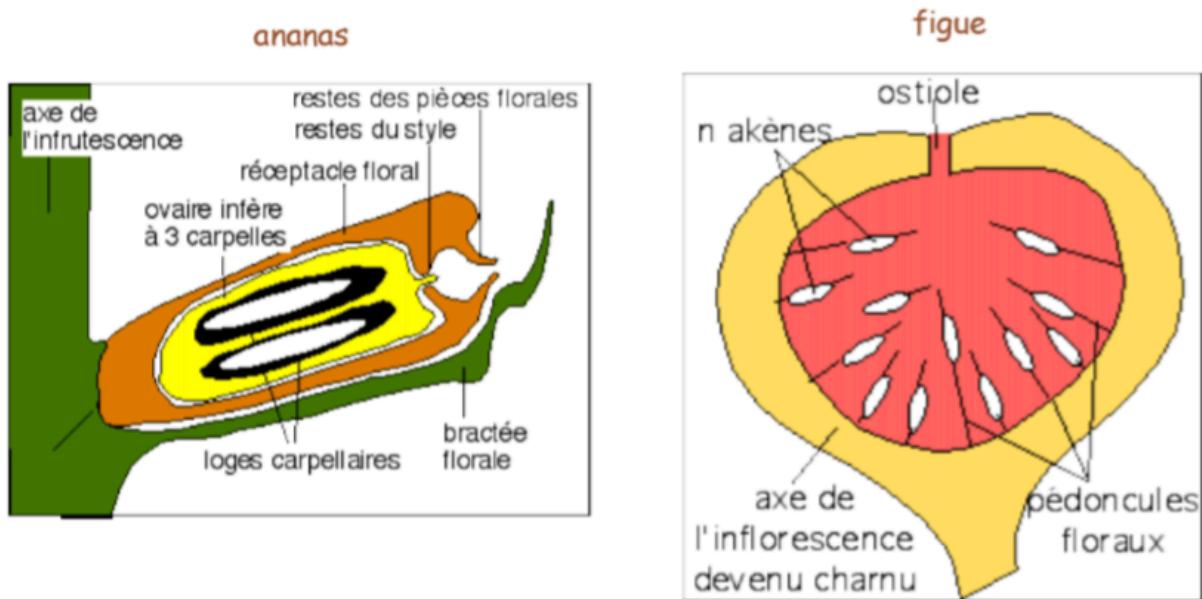


Figure 57 : L'ananas : de la fleur au fruit



**Figure 58 : Les faux fruits : ananas et figue**

## F. Graine

La structure de la graine est en relation directe avec celle de l'ovule. Après fécondation, pendant que l'ovaire se transforme en fruit, le ou les ovules qui y sont abrités évoluent vers la constitution de la ou des graines.

La graine se compose essentiellement d'un **tégument** (simple ou double) et d'une **amande** formée de **l'embryon** et de tissus de réserves constituant **l'albumen**. La taille, la forme, la pilosité, la consistance des graines varient considérablement selon les espèces et selon les modes de dissémination.

La surface du tégument peut être lisse, pourvue de crêtes (pavot) ou de poils répartis sur toute son étendue (cotonnier). Ce tégument peut ainsi servir à la protection ou à la dissémination des graines.

La partie essentielle de l'amande est l'embryon. Celui-ci comprend une radicule, qui prolonge une tigelle portant les cotylédons (ou le cotylédon unique dans le cas des monocotylédones). L'embryon est souvent plongé dans un tissu de réserve, appelé albumen chez les angiospermes (plantes à fleur). C'est lui qui, le plus souvent constitue la partie comestible des graines. Ce tissu provenant d'une double fécondation contient 3 lots de chromosomes. Selon la présence ou non d'albumen dans les graines, celles-ci se classent en 3 catégories :

- **Les graines à périsperme** : Albumen très peu développé avec autour le périsperme (reste du nucelle qui n'a pas été digéré et qui sert de réserve). Le lieu de réserve est le périsperme.
- **Les graines albuminées** : Disparition du nucelle, cotylédons minces dans un albumen développé servant de réserve comme par exemple, les caryopses des céréales.
- **Les graines exalbuminées** : le nucelle a été digéré par l'albumen, qui sera digéré pour former l'embryon et les cotylédons qui renferment les matières de réserves, comme chez le pois ou le haricot.

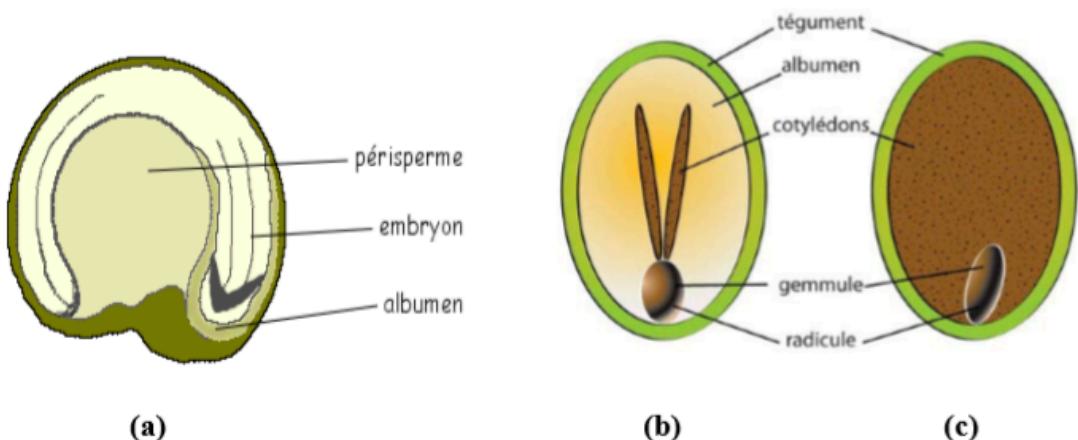


Figure 59: Schéma d'une graine à périsperme (a), albuminée (b), exalbuminée (c)

## CHAPITRE 5 : LA REPRODUCTION CHEZ LES ANGIOSPERMES

### Introduction

La fleur des Angiospermes est une structure spécialisée impliquée dans la reproduction sexuée grâce à ses pièces fertiles pour donner des graines capables de donner de nouvelles plantes

La gamétogenèse est la formation des gamètes qui entre dans la reproduction sexuée des plantes, elle est différente selon le sexe de l'organe de la fleur qui produit le gamète. Si elle se produit dans les anthères des étamines, il s'agira alors de gamétogenèse mâle (aussi nommée microgamétogenèse).

La gamétogenèse qui a lieu dans un ovule de la plante, à la base d'un carpelle, est appelée la gamétogenèse femelle (aussi nommée macrogamétogenèse ou mégagamétogenèse), le gamète femelle résultant de cette gamétogenèse sera l'oosphère contenu dans le sac embryonnaire.

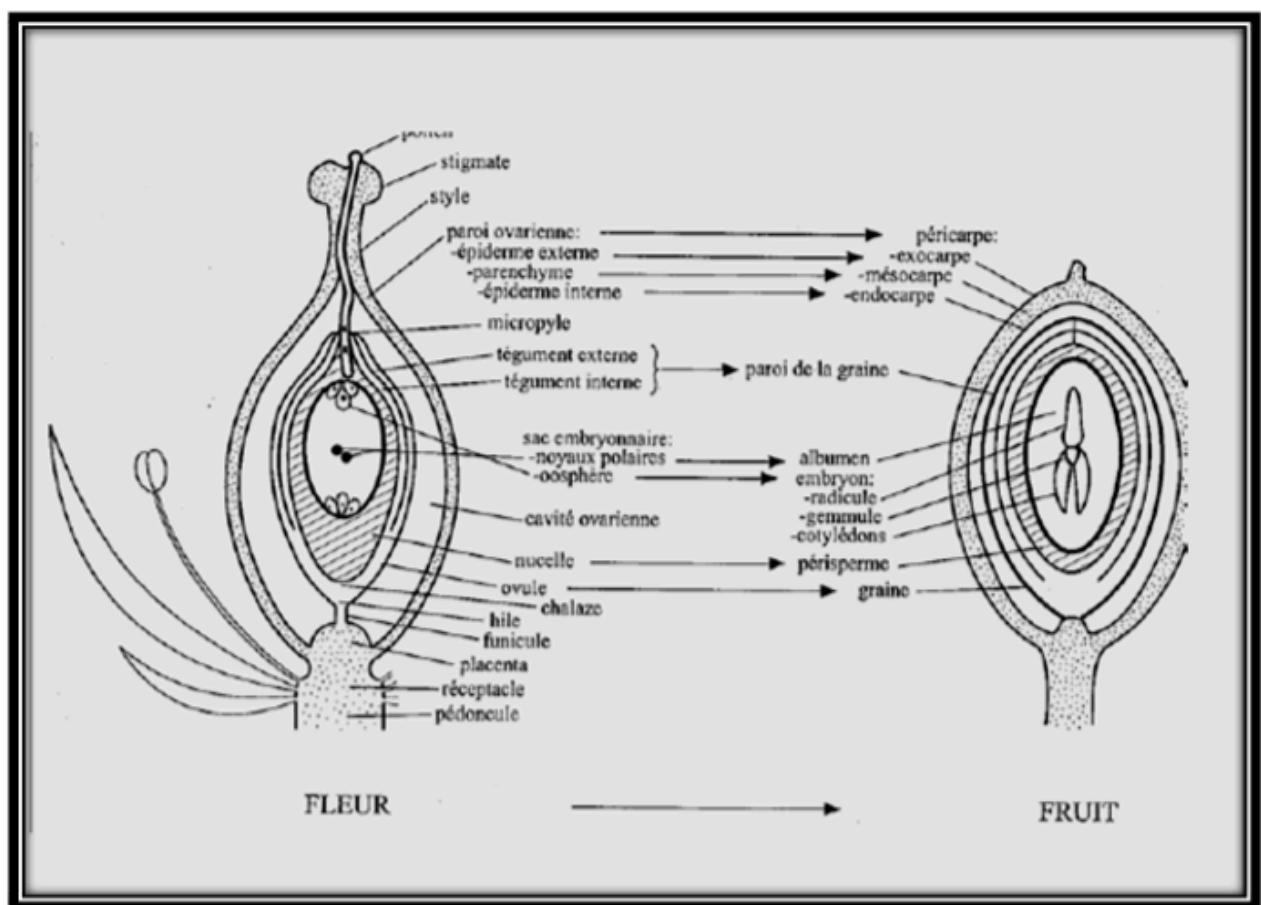


Figure 01 : Transformation des pièces florales après la fécondation

## **A. LA GAMETOGENESE**

On appelle : mégagamétogenèse la formation du sac embryonnaire = la formation du gamétophyte femelle ou mégagamétophyte et l'oosphère = gamète femelle et la mégasporogénèse est la formation des mégaspores qui vont donner le sac embryonnaire).

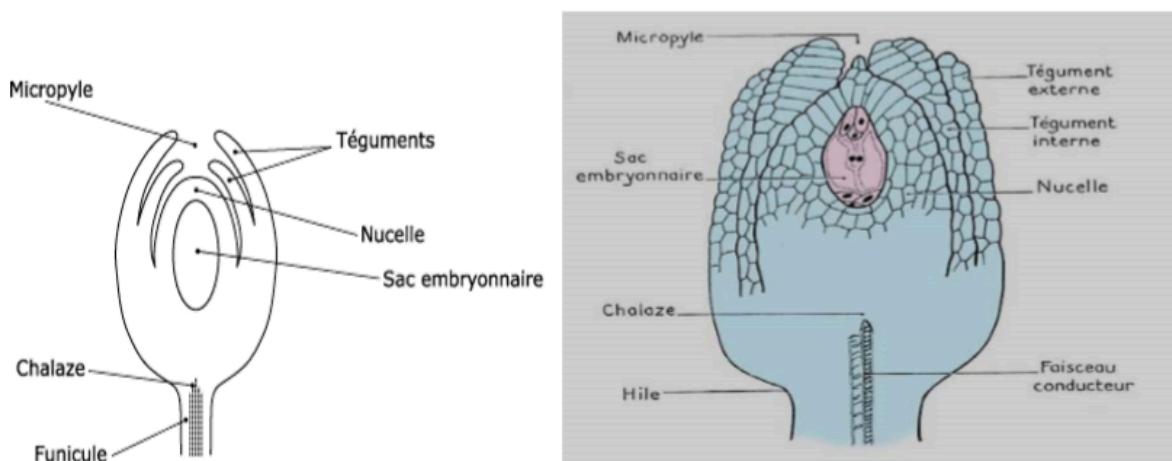
On appelle microgamétogénèse la formation du grain de pollen = la formation du gamétophyte mâle ou microgamétophyte et des cellules spermatiques = gamètes mâles et la microsporogénèse est la formation des microspores qui vont donner le grain de pollen).

### **1. La gamétogenèse femelle ou mégagamétogenèse**

La gamétogénèse femelle est la formation du gamétophyte femelle et dans le cas des Angiospermes c'est la formation du sac embryonnaire qui se trouve à l'intérieur de l'ovule qui se trouve dans l'ovaire (carpelle).

#### **1.1. L'ovule**

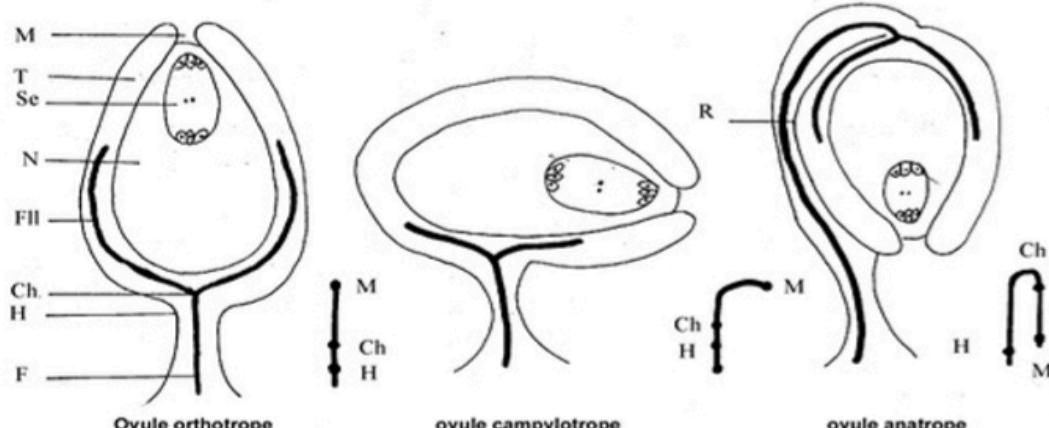
Malgré sa petite taille, il présente une organisation relativement complexe. On distingue : - le funicule : sorte de cordon dans le côté inférieur de l'ovule, attachant celui-ci au placenta (puis la graine après la transformation du fruit) - la chalaze : point où se ramifie le faisceau conducteur de l'ovaire; - le nucelle : partie interne de l'ovule qui contient le sac embryonnaire; - le sac embryonnaire : gamétophyte femelle qui, après fécondation, abritera un embryon diploïde et un albumen triploïde; - le(s) tégument(s) : enveloppes généralement au nombre de deux, un interne et un externe; - le micropyle : c'est l'ouverture apicale étroite ménagée par le(s) tégument(s)



**Figure 02 : Schéma d'un ovule**

Il existe 3 types d'ovules, d'après la position de l'ovule / funicule :

- Les ovules orthotropes (= ovules droits) Ex : chez les Monocotylédones.
- Les ovules campylotropes (= ovules penchés) Ex : chez les Légumineuses.
- Les ovules anatropes (= ovules reversés) C'est le cas le plus fréquent.



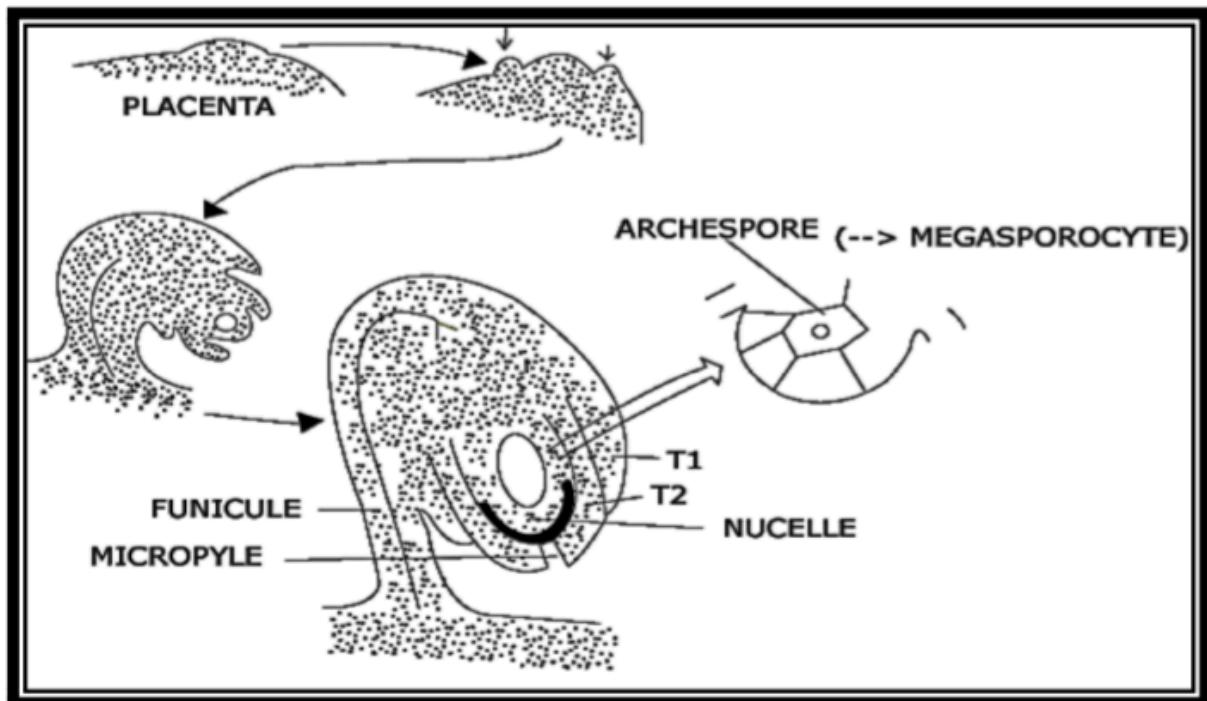
**Légende :** **F:**funicule    **H:**hile    **Ch:**chalaze    **FII:**faisceau libéro ligneux  
**N:**nucelle    **Se:** sac embryonnaire: Gamétophyte femelle    **T:**téguments    **M:**micropyle

**Figure 03 : Les trois types des ovules**

## 1.2. La formation de l'ovule

L'ovule est produit par une prolifération locale du placenta : un massif cellulaire se soulève d'abord pour former le nucelle; ensuite par des divisions périclines, deux bourrelets

circulaires, enveloppants, sont produits: ce sont les téguments (T1 et T2). Chez certains groupes d'Angiospermes (les monocotylédones), un seul tégument est formé. Les téguments grandissent en couvrant progressivement le nucelle mais en laissant libre un pore donnant accès au nucelle, le micropyle. L'ovule ayant atteint sa taille maximale est fixée au placenta par l'intermédiaire d'un petit pied, le funicule. Téguments et nucelle sont soudés à la base.



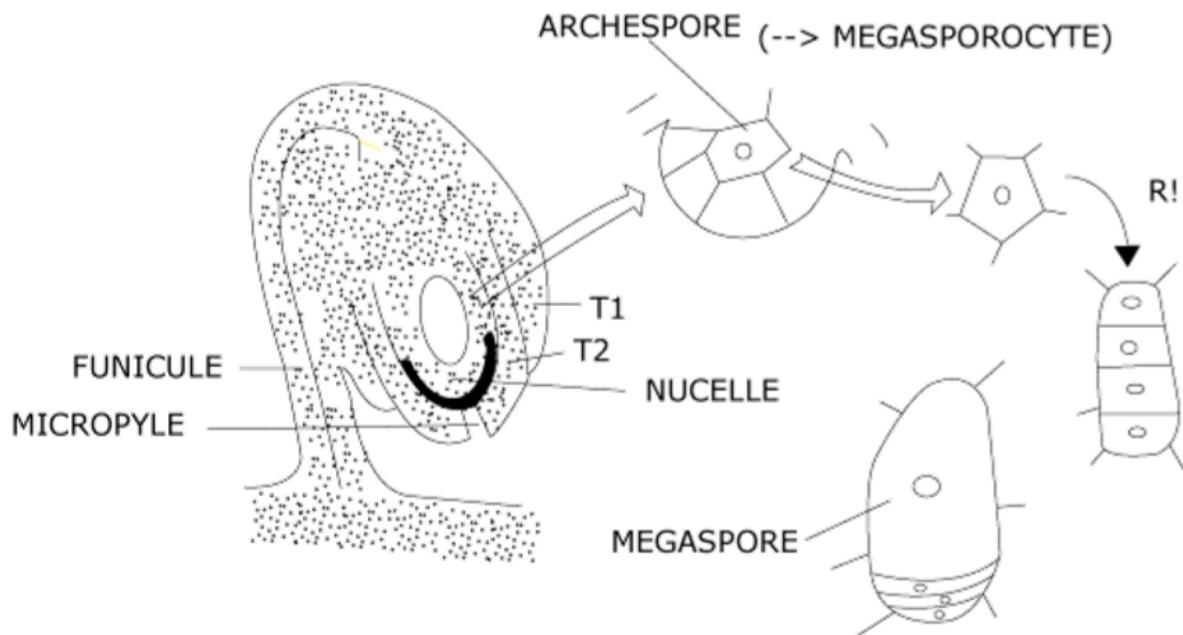
**Figure 04 : Origine et formation de l'ovule**

### 1.3. La formation du sac embryonnaire

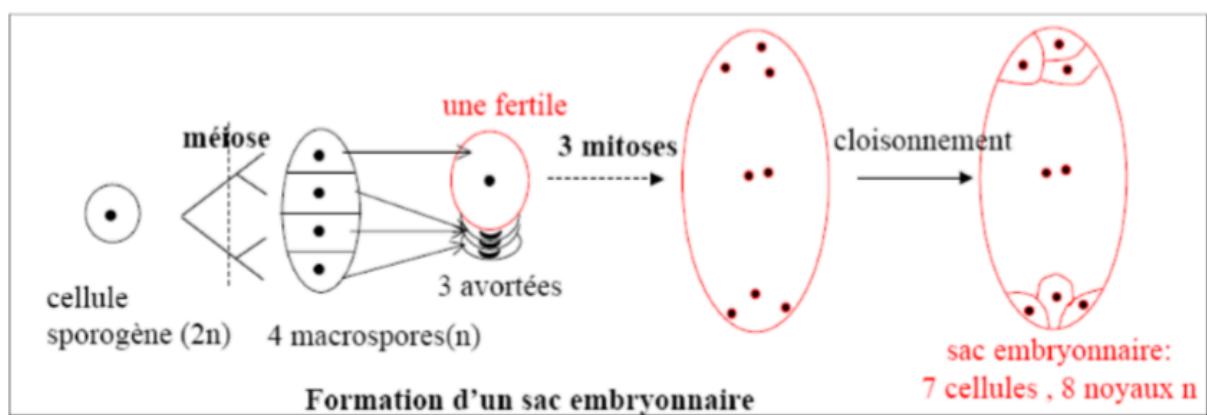
Au cours de la différenciation de l'ovule, une cellule, le plus souvent sous-épidermique, augmente en volume et devient l'unique cellule archésporale (archéspore) puis le mégasporocyte, celui-ci subit la méiose donnant 4 cellules haploïdes, les mégaspores, qui sont disposées en tétrade linéaire. Le plus souvent, les 3 cellules les plus proches du micropyle dégénèrent et La mégaspoore fonctionnelle subit 3 vagues de divisions nucléaires successives conduisant à la formation de huit noyaux haploïdes qui se répartissent en groupes de quatre à chacun des deux pôles du sac embryonnaire. Un des noyaux de chaque groupe migre alors vers le centre de la cellule formant les noyaux polaires (provenant des pôles). La cytocinèse (ensemble des modifications du cytoplasme lors de la division cellulaire) se produit ensuite terminant la formation du sac embryonnaire qui est constitué de 7 cellules :

- deux synergides

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



**Figure 05 : La mégasporogénèse**



**Figure 06 : La mégagamétogénèse : La formation du sac embryonnaire**

Le gamétophyte femelle = sac embryonnaire

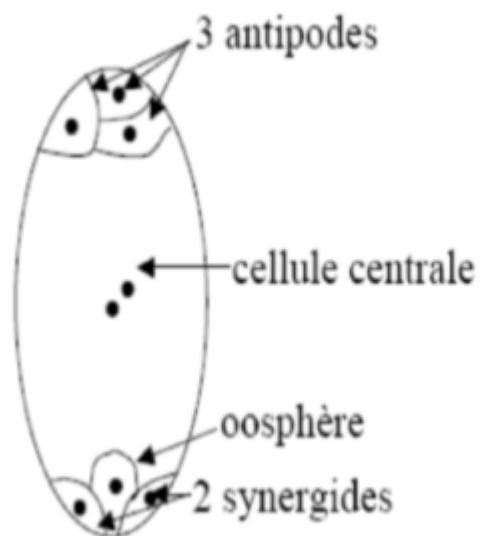
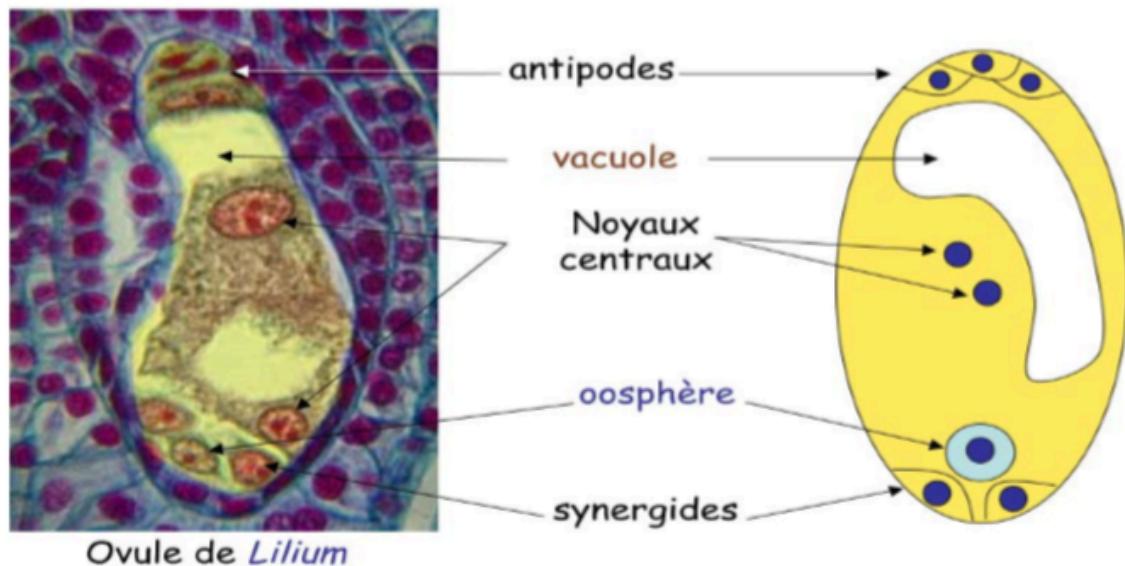


Figure 07 : Le sac embryonnaire

## **2. La gamétogénèse mâle ou microgamétogénèse**

La gamétogénèse mâle est la formation du gamétophyte mâle et dans le cas des Angiospermes c'est le grain de pollen qui se trouve à l'intérieur des anthères (étamine).

### **2.1. Le grain de pollen**

Le grain de pollen est le gamétophyte mâle qui produit les gamètes mâles et qui est disséminé pour permettre la fécondation. Les grains de pollen sont produits dans les loges polliniques des anthères (partie supérieure des étamines). Le grain de pollen est généralement de structure sphérique d'un diamètre qui va de 7 µm à 150 µm, ceux qui sont de moins de 10 µm sont réputés le plus souvent d'être **allergènes**. Le grain de pollen est constitué d'un manteau pollinique épais formé **d'exine** à l'extérieur et **d'intine** à l'intérieur ;

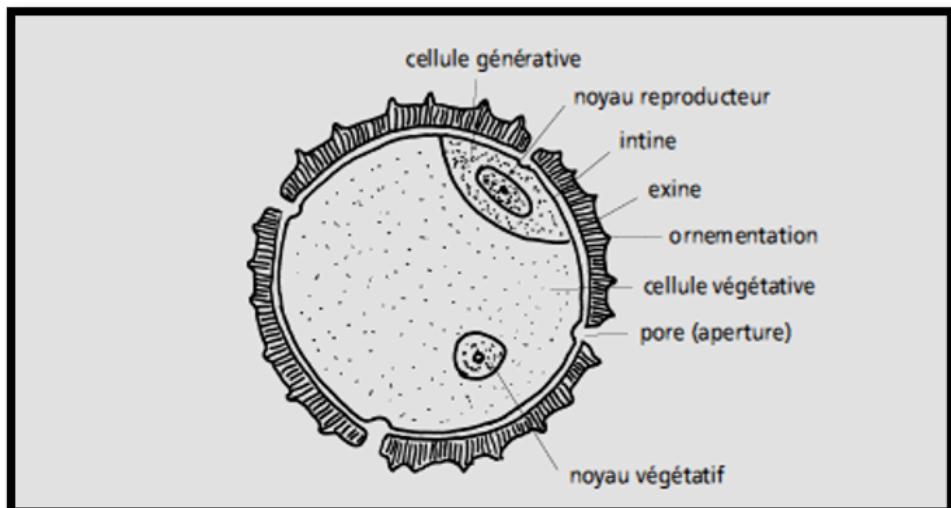
**L'exine** est constitué de sporopollénine qui est une molécule imputrescible (ne peut pas pourrir). Cette couche comporte des **apertures** (points de moindre résistance, qui permettront l'émission du tube pollinique qui fécondera l'ovule), elle est ornementée et fortement cuticularisée résiste à la plupart des dégradations chimiques et biologiques, permettant au pollen d'être diffusé dans l'environnement sans être abîmés.

**L'intine** est mince et fragile, constituée de **cellulose** non modifiée et éventuellement d'autres **polysaccharides**

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

**La cellule végétative**, sa première fonction est d'assurer la survie du grain de pollen, sa seconde fonction est de fabriquer le tube pollinique. Ensuite le noyau de cette cellule va dégénérer.

**La cellule reproductrice** est petite, excentrée et entourée par la cellule végétative, **le noyau génératif**, aussi appelé spermatogène, contient le matériel génétique et qui donnera les noyaux spermatiques qui sont les deux gamètes mâles ou spermatozoïdes qui auront chacun leur rôle lors de la double fécondation de l'ovule.



**Figure 08 : Représentation schématique d'un grain de pollen avec ses deux cellules**

## 2.2. La formation du grain de pollen

Pendant la différenciation de l'étamine, les sacs polliniques s'individualisent. Ils renferment un massif central d'archéospores complètement entouré d'une assise nourricière, le tapis, qui se désintégrera au cours de la maturation du pollen. Vers l'extérieur de l'anthère, le tapis est renforcé par plusieurs assises cellulaires dites assises intermédiaires et d'un épiderme.

**Les archéspores** évoluent en **sporocytes** ou cellules-mères de microspores qui subissent la **méiose** qui conduit à la formation d'une **tétrade** de cellules haploïdes. Celles-ci finissent par s'individualiser en microspores isolées possédant une paroi externe (l'**exine**) qui s'imprègne de sporopollénine et une paroi interne (l'**intine**).

La microspore isolée subit une **mitose asymétrique** qui conduit à la formation d'une grande cellule végétative et d'une petite cellule génératrice.

**Au moment de la fécondation** le grain de pollen déposé sur le stigmate, évolue en tube pollinique, et la cellule génératrice subit **une nouvelle mitose** pour donner **deux cellules spermatiques**, ce sont les gamètes mâles (deux spermatozoïdes). La cellule végétative est riche en tissus de réserves car elle doit permettre la croissance du tube pollinique.

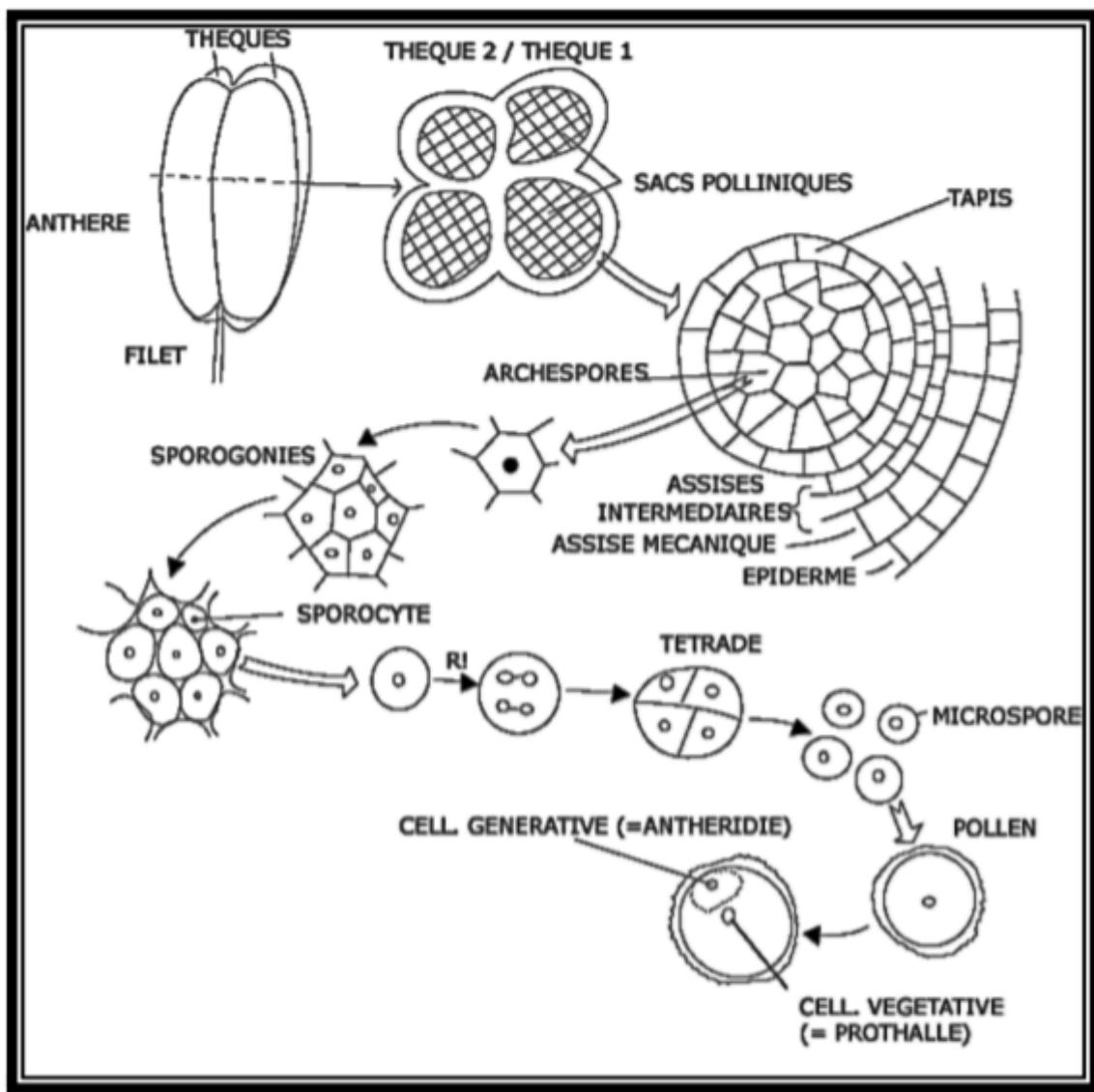
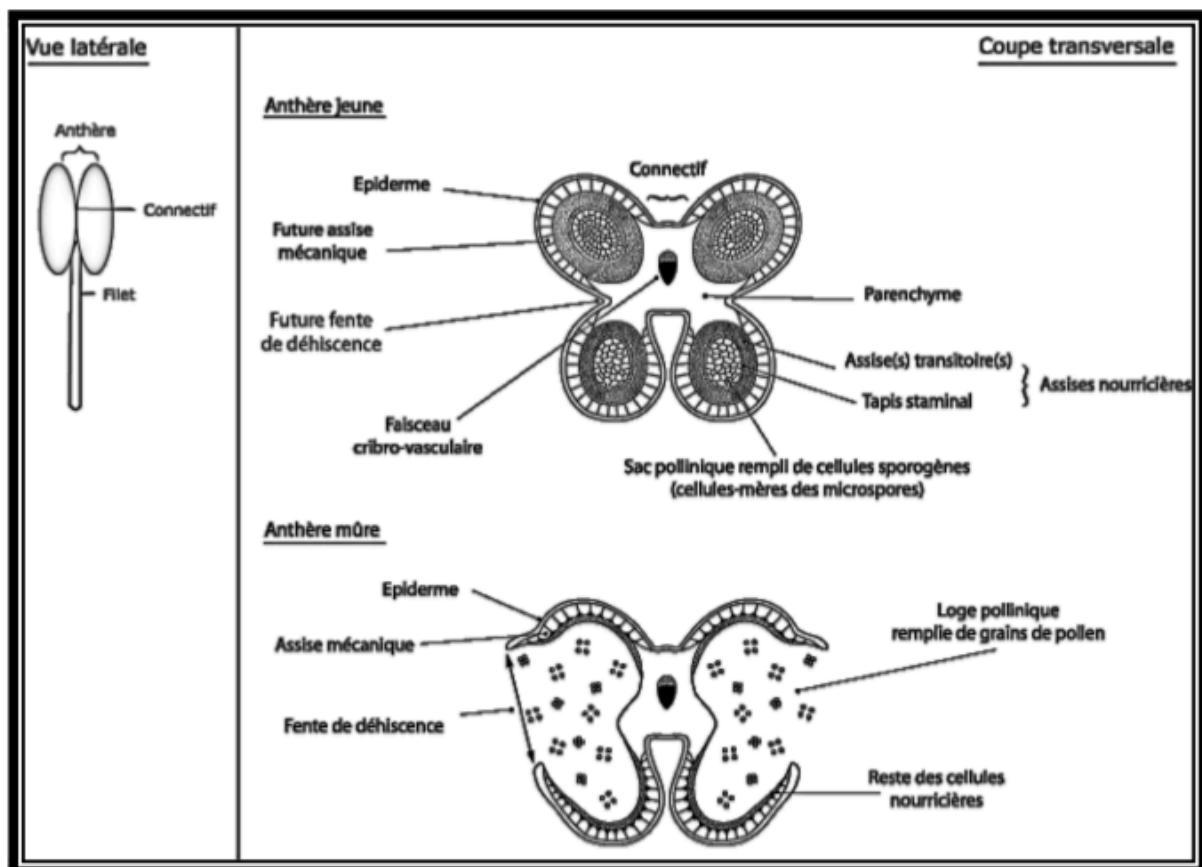


Figure 09 : La microgamétogénèse : la formation du grain de pollen



Coupe transversale dans les sacs polliniques

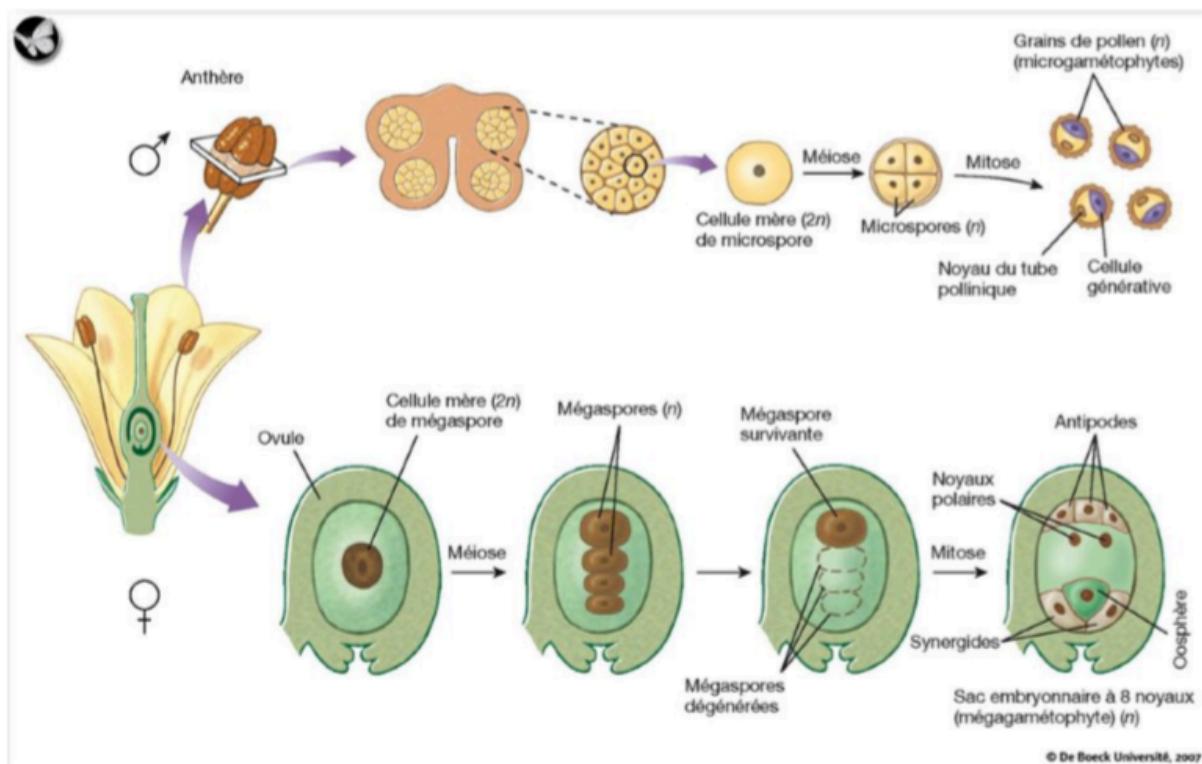


Figure 10 : La formation du grain de pollen et du sac embryonnaire

## B. LA FECONDATION

### 1. La pollinisation

La pollinisation est le passage du pollen des plantes de l'organe reproducteur mâle, l'étamine, à l'organe reproducteur femelle, le pistil.

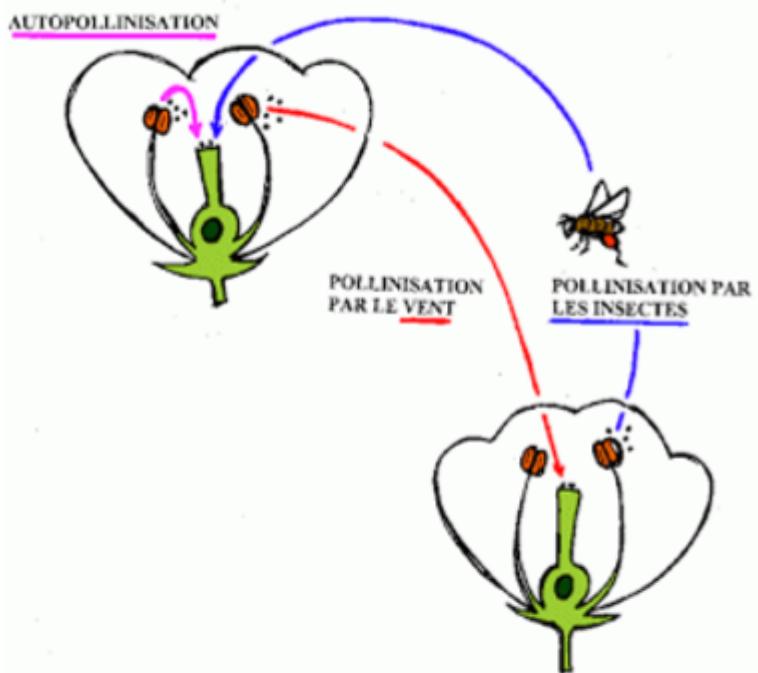
Elle permet la fécondation, qui conduit à la naissance d'une nouvelle plante. Selon les espèces, la pollinisation peut impliquer une seule fleur (autopollinisation) ou deux fleurs distinctes (pollinisation croisée).

Dans la nature, les moyens sont nombreux pour que le pollen de l'organe mâle retrouve le pistil d'une plante.

Le vent est un bon transport pour le pollen qui est très léger, il est facile de le faire bouger ; c'est la pollinisation **anémophile**.

Les insectes ont également un rôle important à jouer, ils servent également pour faire le transport du pollen c'est la pollinisation **entomophile**.

Les fleurs possèdent des couleurs et des odeurs attrayantes pour les insectes. Pour être certain que l'insecte collera du pollen sur le pistil, une partie située dans le fond de la fleur est très utile. Des glandes à nectar, qui sont attrayantes pour les insectes, sont installées très profondément dans la plante. Lorsque les insectes plongent pour se rendre à cet endroit, les chances sont grandes pour qu'il y ait transfert de gamète mâle sur le gamète femelle. Si la pollinisation se fait grâce aux oiseaux on dit que c'est une pollinisation **ornithophile**.

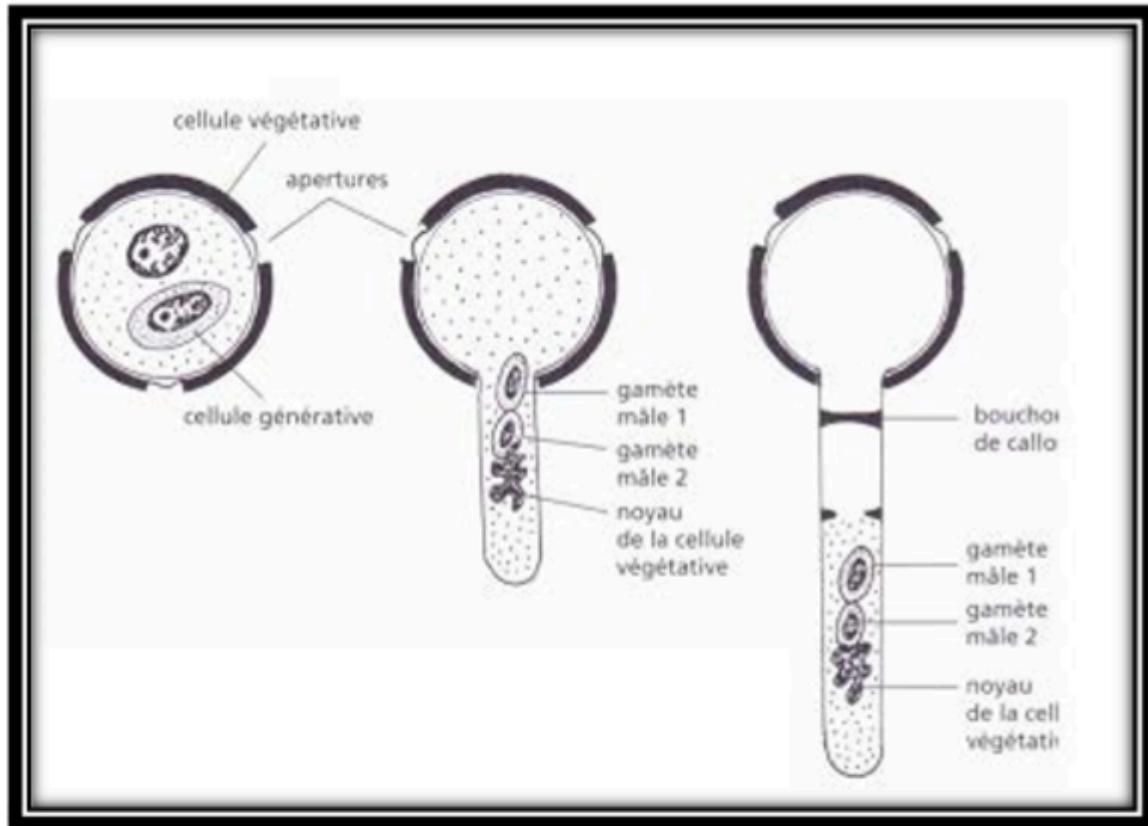


**Figure 11 : Pollinisation par le vent et les insectes**

## 2. La germination du pollen

Après son transport par le vent ou les insectes, le grain de pollen se dépose sur **le stigmate** d'une fleur. Dans sa partie supérieure, le stigmate est recouvert de papilles dont le rôle est de recevoir et **d'hydrater** le grain de pollen.

L'**hydratation** du grain de pollen permet sa **germination** : il forme alors un tube pollinique qui va progresser dans le stigmate vers la base de la fleur. Le tube pollinique contient les **gamètes males** (les spermatozoïdes) qui vont ainsi être transportés jusqu'à l'ovule (présent dans l'ovaire de la fleur) dans lequel se trouvent le **gamète femelle** (l'oosphère). C'est à ce niveau que la **fécondation** est réalisée et on l'appelle **la double fécondation**.



**Figure 12 : Germination du tube pollinique**

### 3. La double fécondation

Le grain de pollen est transporté passivement, le plus souvent par le vent ou les insectes, de l'anthere qui le produit sur le stigmate d'une fleur. Il y germe en un **tube pollinique** qui s'allonge considérablement, se fraie un passage au travers du style qu'il traverse entièrement pour atteindre la cavité ovarienne puis le micropyle d'un ovule. En arrivant au niveau de l'ovule le tube pollinique traverse une synergide et libère alors les deux spermatozoïdes.

Un des **spermatozoïdes** féconde **l'oosphère** et donnera **l'embryon** (zygote principale) à  $2n$ , l'autre **spermatozoïde** féconde la **cellule centrale** diploïde aux deux noyaux polaires donnant ainsi une cellule à  $3n$  qui est **l'albumen** (zygote accessoire)

Ce tissu (l'albumen) remplace petit à petit le sac embryonnaire et est indispensable au développement de l'embryon. Il peut disparaître avant la maturation de la graine par le développement des cotylédons. Les téguments de l'ovule forment les téguments de la graine, la paroi de l'ovaire se transforme en péricarpe du fruit.

Le zygote se divise transversalement et détermine ainsi une cellule terminale et une cellule basale. Généralement seule la cellule terminale (apicale) est responsable de la formation de l'embryon. Les cellules issues de la cellule basale ne font que former le suspenseur, qui ancre l'embryon dans la graine.

L'embryon présente les ébauches des futurs organes de la plante. Il possède ainsi une radicule, future racine, une tigelle, et une gemmule, future partie aérienne.

Les cotylédons sont portés par la tigelle. Dans certaines graines se sont eux qui accumulent les réserves. Leur nombre différencie les deux grands groupes des Angiospermes : les monocotylédones et dicotylédones.

C'est l'absorption de l'eau par la graine qui va entraîner la germination suite à une activation externe. Quand tous les tissus sont réhydratés, le gonflement de la graine provoque la rupture des téguments. En même temps l'embryon commence à métaboliser les réserves de la graine. La radicule, puis la tigelle, s'allongent. Rapidement les chloroplastes deviennent actifs et permettent un développement autonome et de cette manière une nouvelle plante est donnée.

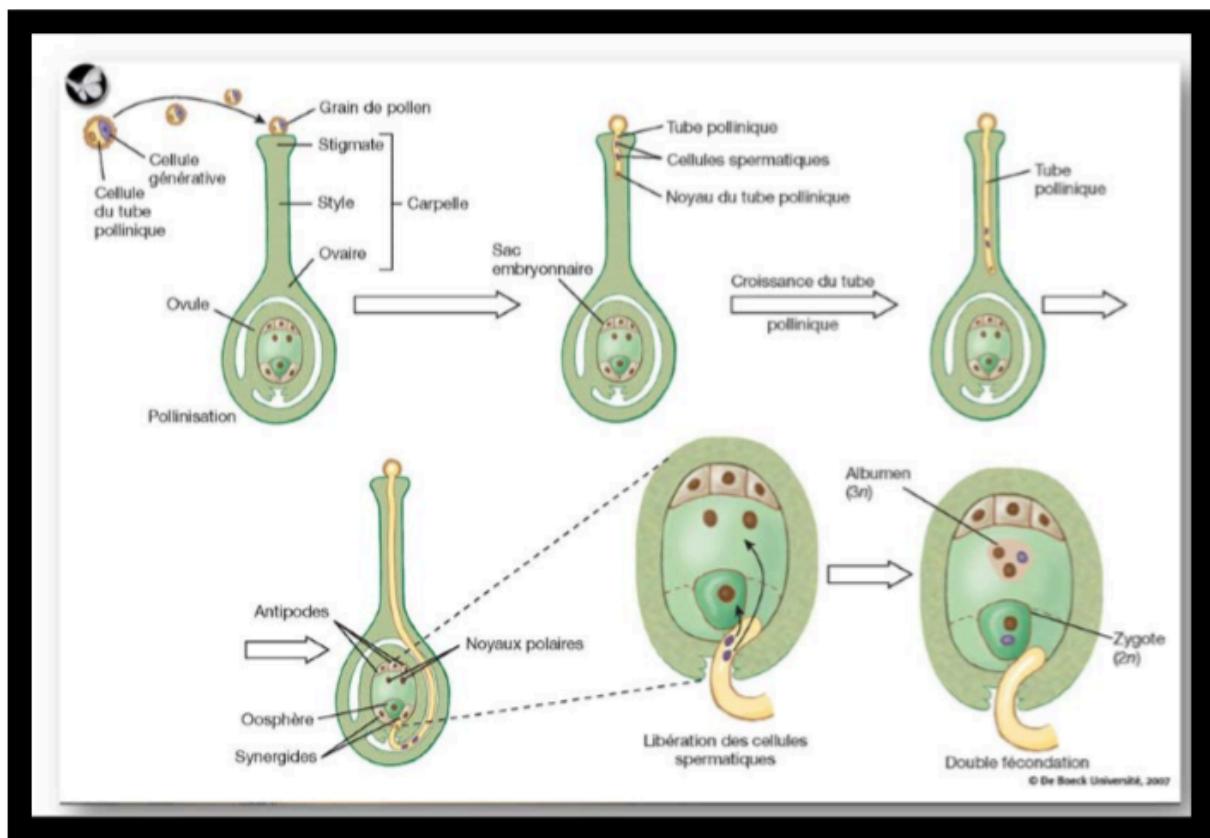


Figure 13 : Schéma du processus de la double fécondation

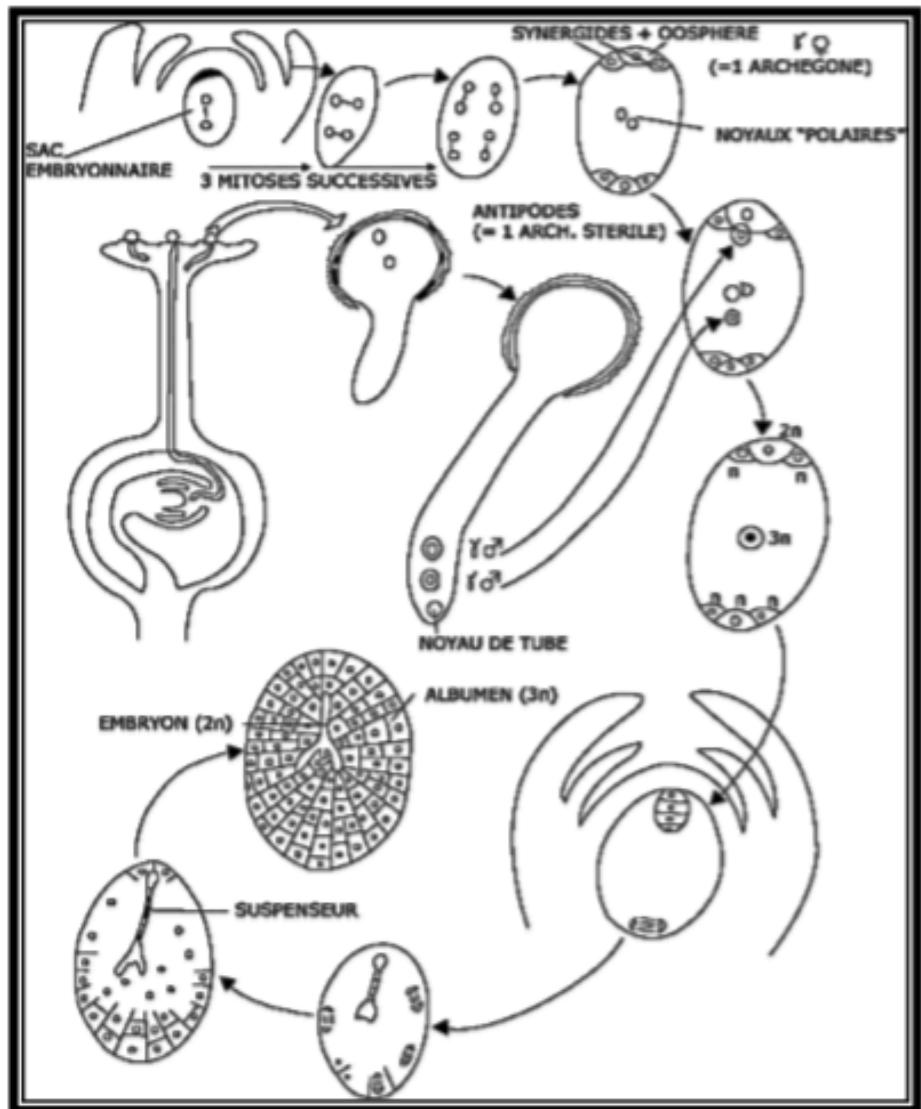
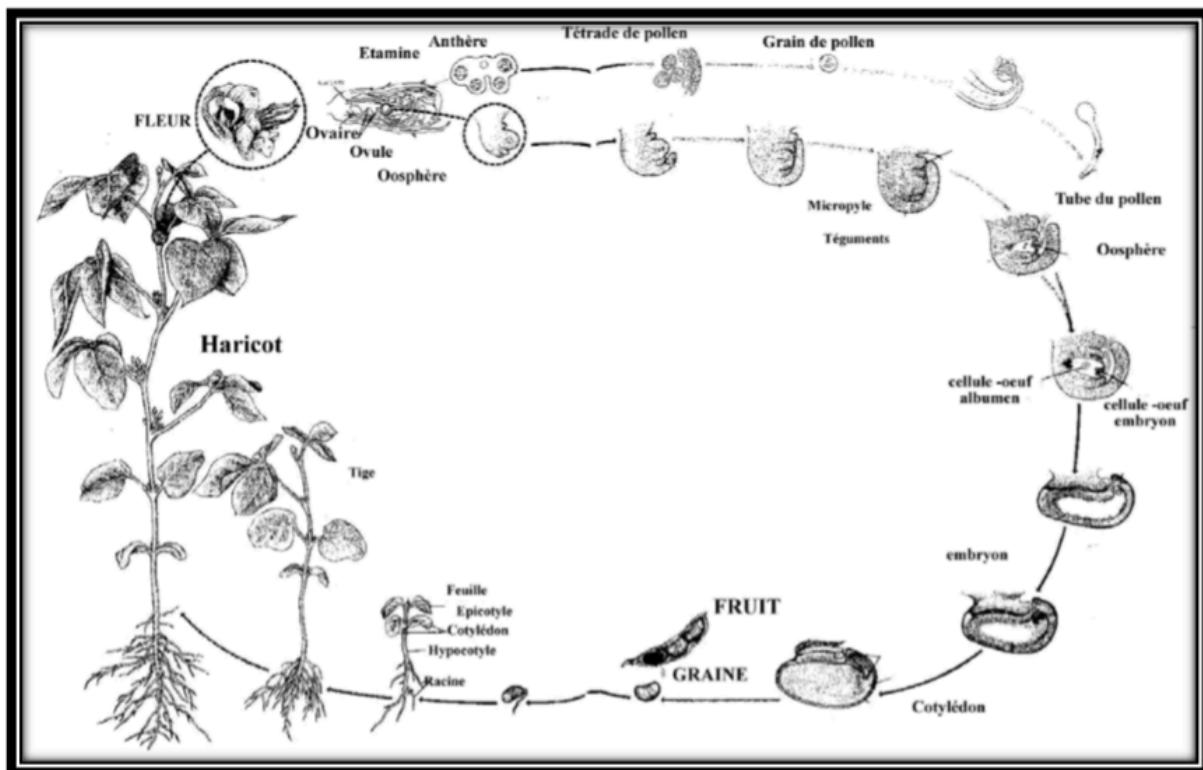


Figure 14: Gamétogenèse, fécondation et embryogenèse des Angiospermes

## C. Le cycle de développement des Angiospermes



-TP : Observations des différents organes végétaux

(Voir Manuel de TP de Biologie végétale SVT- S4)