

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université Djilali BOUNAAMA Khemis-Milian
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



COURS DE BIOLOGIE VEGETALE

1ère année Ingénieur



Mme. AFKIR

Sommaire

Chapitre I : Introduction à la biologie végétale	
1.1 Systématique	3
1.2 Cytologie végétale	5
Chapitre II : Morphologie des végétaux supérieurs	
2.1 Morphologie de la racine	11
2.1.1 Organisation du système racinaire	11
2.1.2 Différents types du système racinaire	12
2.2 Morphologie de la tige	14
2.2.1 Organisation du système caulinaire	14
2.2.2 Différents types de tiges	14
2.2.3 Fonctions de la tige	18
2.3 Morphologie de la feuille	19
2.3.1 Organisation de la feuille	19
2.3.2 Différents types de feuilles	20
2.3.3 Fonctions de la feuille	26
2.4 Morphologie de la fleur	26
2.3.1 Organisation de la fleur	26
2.3.2 Les inflorescences	31
2.4 Morphologie des fruits	32
2.5 Morphologie de la graine	36
Chapitre III : Différents types de tissus	
3.1 Méristèmes primaires (racinaire et caulinaire)	38
3.1.1 Tissus primaires	38
3.1.1.1 Méristème racinaire	39
3.1.1.2 Méristème caulinaire	39
3.1.2 Tissus de protection	41
3.1.3 Les Tissus de Remplissage: Les Tissu parenchymateux	43
3.1.4 Tissus de Soutien	45
3.1..5 Les Tissus Conducteurs	47
3.1..6 Les Tissus Sécréteurs	49
3.2 Méristèmes secondaires (latéraux)(le cambium et le phellogène)	50
3.2.1 Tissus secondaires	50
3.2.2 Tissus conducteurs (xylème secondaire et phloème secondaire)	51
3.2.3 Tissus protecteurs (suber ou liège, phelloderme)	52

Chapitre I : Introduction à la biologie végétale

Introduction

La biologie végétale est une discipline très large qui recouvre tous les aspects de la vie des végétaux aquatiques et terrestres, leurs morphologies, leurs modes de reproductions, sexuées et asexuées, leurs adaptations aux divers environnements ainsi que les mécanismes permettant des interactions durables (parasitisme, symbioses...).

Un végétal est défini comme 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 sont limitées par des parois squelettiques de nature cellulosique.

Le monde vivant est constitué d'une collection infinie d'organismes en perpétuelle évolution. Il est réparti en deux ensembles biotiques (les procaryotes et les eucaryotes) et en cinq règnes (les Procaryotes, les Protistes/Protoctistes, les Mycètes, les Animaux et les Plantes).

1.1 Systématique : systematic

La systématique est la science qui donne une idée sur la diversité du monde végétale. Elle implique la découverte, la description et l'interprétation de la diversité biologique. Elle est basée sur des systèmes de classification prédictive.

Le but fondamental de la systématique est de découvrir toutes les branches de l'arbre évolutif d'un végétal afin de connaître les changements qui sont survenus durant l'évolution de ces branches pour décrire toutes les espèces (ramifications ultimes) : donc c'est l'étude de la diversité biologique actuelle et de son histoire évolutive.

1.1.1 Unités de la systématique : Units of Systematics

1.1.1.1 La notion d'espèce: The concept of species

Dans toute classification, il faut choisir une unité; l'unité de la systématique est **l'espèce**, c'est une collection d'individus tous semblables, cette similitude se transmettent d'une génération à une autre.

1.1.1.2 Variation de l'espèce : Variation of species

Chaque individu végétal a un aspect interne résultant de facteurs **internes**: constitution génétique:

Génotype, métabolisme, organisation de la morphogénèse, etc...), et un aspect **externe** (action du milieu): **Phénotype**.

Il est difficile de dissocier chez une plante ce qui est génotypique de ce qui est phénotypique.

1.1.1.3 Hiérarchie des espèces : hierarchy of species

C'est un modèle à adapter pour classer une plante. on peut créer toute une hiérarchie avec les termes suivant (par ordre décroissant) :

Embranchement: Branch OU Phylum OU Division

Classement: Class : c'est un ensemble d'ordres

Ordre: Order : ensemble de famille qui se termine par « **ales** » exemple : Rosales

Famille : Family : groupe de genre : se termine toujours par **acées** ou **aceae**. Ex : Rosaceae

Genre : Gender : groupe d'espèces

Espèce :Specie : groupe d'individus qui présentent une ressemblance

Dans certains cas cette gamme est insuffisante, elle doit être complétée par des unités intermédiaires:

Sous-classe :Sub-class

Sous-ordre : Sub-Order

Sous-genre : Sub-Gender

Sous-espèce : Sub-Specie

Une unité systématique porte, quel que soit son rang, le nom de **taxon** (pluriel **taxa**).

Exemple d'une classification :

Règne : *Plantae*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe : *Asteridae*

Ordre : *Lamiales*

Famille : *Lamiaceae*

Genre : *Rosmarinus*

Espèce : *Rosmarinus officinalis*

1.1.1.4 Nom vernaculaire : c'est le nom local qui pourrait poser un risque de confusion. C'est pourquoi, il est recommandé d'utiliser le nom scientifique.

Exemple : Laurier

- Laurier sauce : culinaire
- Laurier rose : toxique

Départ de la nomenclature botanique scientifique : **1er mai 1753**

1.2. Cytologie végétale

1.2.1 Classification des végétaux

Dans le règne végétal, on distingue :

1.2.1.1 Les Protocaryotes (Procaryotes) : ce sont des êtres vivants unicellulaires qui se reproduisent par simple multiplication cellulaire.

1.2.1.2 Les Eucaryotes : qui sont pour la plupart pluricellulaires et se multiplient essentiellement par reproduction sexuée.

Chez les végétaux eucaryotes, on distingue deux grands groupes :

A/ Les Thallophytes

*Leur appareil végétatif est appelé **thalle**

*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.

➤ Les Phycophytes (Algues)

*Organisme autotrophe (capables d'assurer la photosynthèse)

➤ Les Mycophytes (champignons)

*Thalle sous forme d'un filament appelé mycélium.

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

B/ Les Cormophytes

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

*L'absorption de l'eau et des sels minéraux par les racines, la photosynthèse par les feuilles

➤ Les Bryophytes (mousses)

*Organisme autotrophes

*Ils ne l'ont pas de véritable système racinaire

*Possèdent une véritable tige feuillée



Figure1 : Photo des mousses



➤ **Les Ptéridophytes (fougères)**

*Possèdent de véritables tissus conducteurs

➤ **Les Préspermaphytes (Préphanérogames)**

Un groupe intermédiaire entre les ptéridophytes et les spermaphytes. // **Figure 2** : Photo de fougères

➤ **Les Spermaphytes (Phanérogames)**

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

A/ Les Gymnospermes

*Caractérisés par **un ovule 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

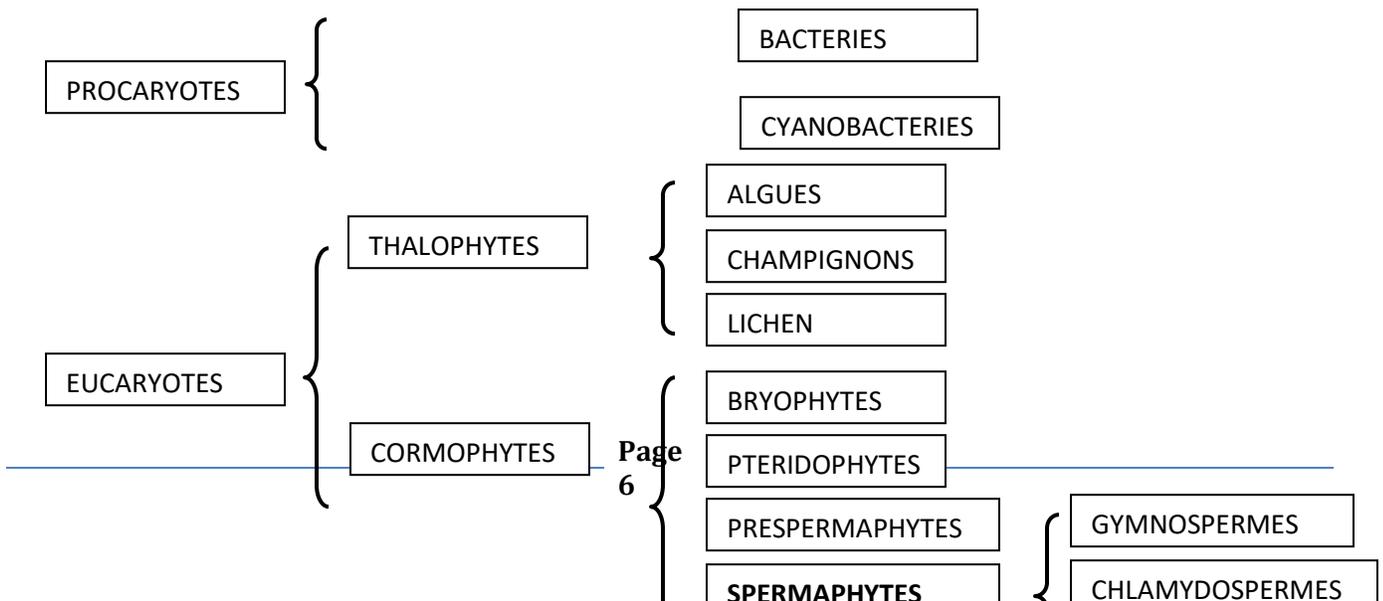
C/ Les Angiospermes (graine dans un récipient)

*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**



1.2.2 La cellule végétale : Plant's cell

Les végétaux supérieurs sont caractérisés, en générale, par des cellules d'une forme géométrique car elles sont entourées par **une paroi squelettique rigide**. L'intérieur de la cellule est occupé en grande partie par **une vacuole**. Elle renferme aussi des organites appelés **chloroplastes** qui lui sont spécifique.

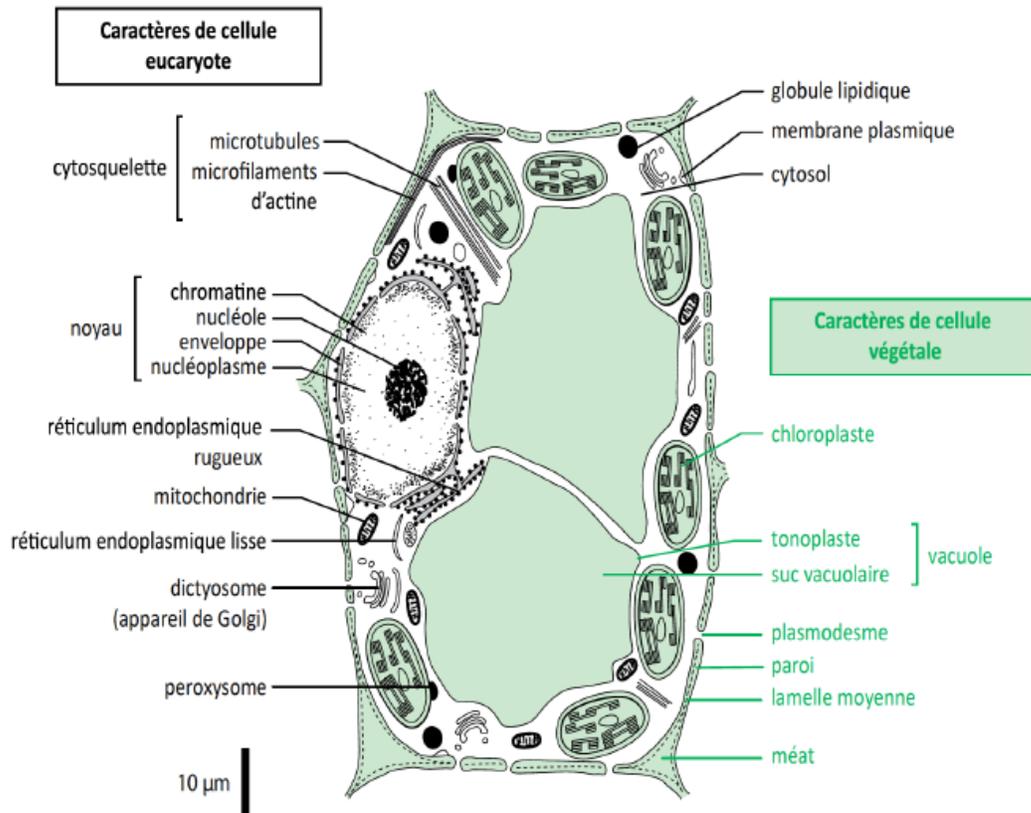


Figure 3 : Cellule végétale eucaryote

1.2.2.1 Les membranes cellulaires

a. Le plasmalemme ou la membrane plasmique : a une épaisseur de 6 à 9 nm, délimite le cytoplasme de la périphérie de la cellule grâce à une perméabilité très sélective, il a un deux rôles : la protection et le contrôle des échanges entre les milieux intracellulaire et extracellulaire grâce à des ouvertures (ponts cytoplasmiques ou des canaux: **plasmodesmes**

b. Le tonoplaste : il entoure la vacuole du cytoplasme.

1.2.2.2 La paroi pectocellulosique

Elle constitue un compartiment **extracytoplasmique** appelé **apoplasme** qui se compose d'une lamelle moyenne, d'une paroi primaire, et d'une paroi secondaire.

La paroi cellulaire est constituée de 90% de glucides et de 10% de protéines.

- a. **Lamelle moyenne (partie externe)** : elle est de nature pectique et produite pendant la division cellulaire, (**ciment intracellulaire**) ; elle assure **la cohésion entre les cellules**.
- b. **La paroi primaire** : elle est formée d'un réseau de microfibrilles de cellulose et hémicellulose, Elle est extensible ce qui permet la croissance cellulaire (élongation). Elle se trouve entre la lamelle moyenne et la membrane plasmique.
- c. **La paroi secondaire** : elle résulte de **la différenciation** de la cellule, plus épaisse que la paroi primaire, se dépose entre la paroi primaire et la membrane plasmique, constituée de cellulose et hémicellulose et riche en composés phénoliques comme la **lignine** (pour la rigidité), la **subérine** et la **cutine** (pour l'imperméabilité).

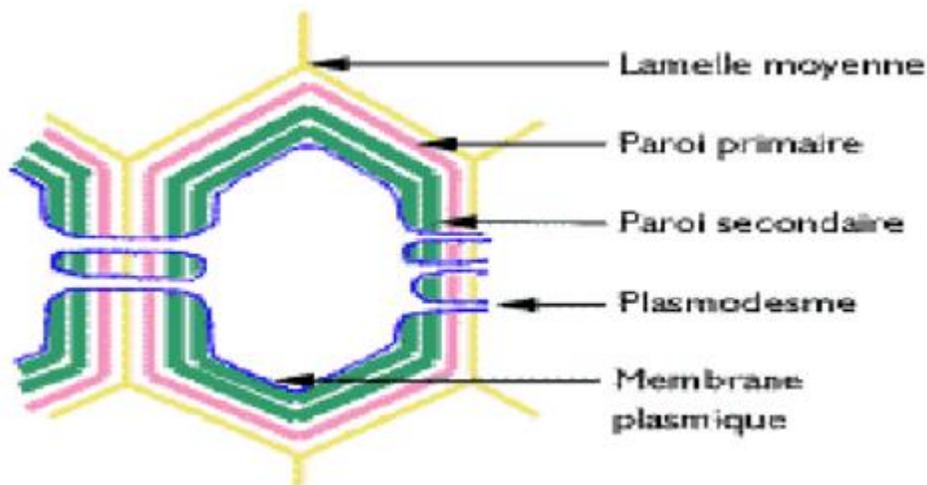


Figure 4 : Structure de la paroi pectocellulosique

1.2.2.3 Les plastes

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

a. **Les proplast** : plastes non différenciés

b. **Les étioplast** : plastes des plantes qui manquent de la lumière

c. Les chloroplastes : groupe des plastes 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.

d. 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 à l'automne. Les chromoplastes se rencontrent habituellement chez les cellules végétales exposées à la lumière. Cependant, certaines cellules non exposés à la lumière peuvent aussi contenir du carotène (la carotte dans le sol).

e. 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**.

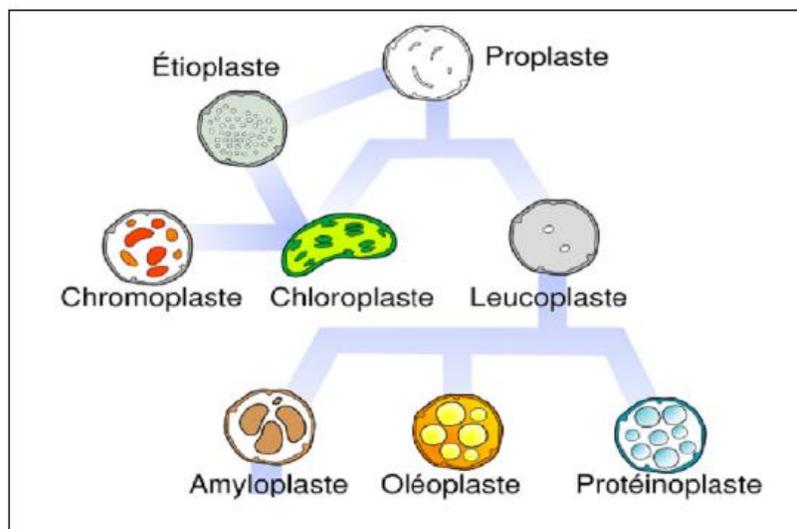


Figure 4 : Différents types de plastides

1.2.2.4 Les vacuoles

Les cellules végétales différenciées sont caractérisées par **de grandes vacuoles centrales**. Elles occupent plus de 40 % du volume cellulaire et peut aller jusqu'à 90%.

C'est un réservoir de plusieurs éléments comme l'eau, des éléments minéraux, des sucres, des éléments toxiques...

Les vacuoles jouent également un rôle de régulation des fonctions physiologiques (pH, concentration ionique, pression osmotique).

a. Les cytosomes

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

b. Les lysosomes : contiennent des enzymes lytiques qui coupent de nombreuses macromolécules comme les polysaccharides et les acides nucléiques.

c. Les glyoxysomes : en collaboration avec les mitochondries, ils assurent la transformation des lipides de réserve en glucides

d. Les peroxysomes : se trouve dans les cellules photosynthétiques actives. Ils sont le siège des principales étapes de la photorespiration, en particulier le dégagement de CO₂.

Chapitre II : Morphologie des végétaux supérieurs

Les végétaux sont des organismes eucaryotes pluricellulaires et autotrophes, possédant des organes qui ont des rôles spécifiques dans l'organisme ;

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

Les tiges jouent le rôle de support des organes photosynthétiques.

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

Les fleurs : ce sont les organes sexuels (de reproduction)

Les fruits : la partie comestible

Les graines : l'organe de réserve

2.1 Morphologie de la racine

L'ensemble des racines forme le **système racinaire** de la plante. et permet la fixation du végétal dans le sol ainsi que la nutrition en eau et en substances nécessaires au développement de la plante, et aussi c'est un organe de réserve chez les plantes à racines tubéreuses. La racine n'est pas chlorophyllienne et ne porte ni feuilles, ni bourgeons.

2.1.1 Organisation du système racinaire

La jeune racine présente, en partant de son extrémité :

- Une **zone méristématique (zone apicale)** : constitue le pôle de croissance, protégée par une **coiffe** conique qui protège le point végétatif ou apex racinaire composée de cellules se renouvelant constamment (**les statocytes**).
- Une **zone d'élongation** limitée à quelques millimètres
- Une **zone pilifère** (ou *assise pilifère*) : très riche en poils permettant d'augmenter considérablement la surface d'absorption de la racine. Ces poils meurent très vite et sont

remplacés par d'autres au fur et à mesure de la croissance de la racine, ce qui fait que la zone pilifère est globalement toujours de la même taille.

- Une **assise subéreuse** : c'est une couche de cellules enrichies en subérine
- Des **racines secondaires** issues du pérycyle permettent d'accroître la surface d'absorption racinaire. Leur morphologie est comparable à celle de la racine principale. Les plus fines racines secondaires sont appelées **radicelles**.
- **Le collet** : c'est la région qui sépare la racine de la tige.

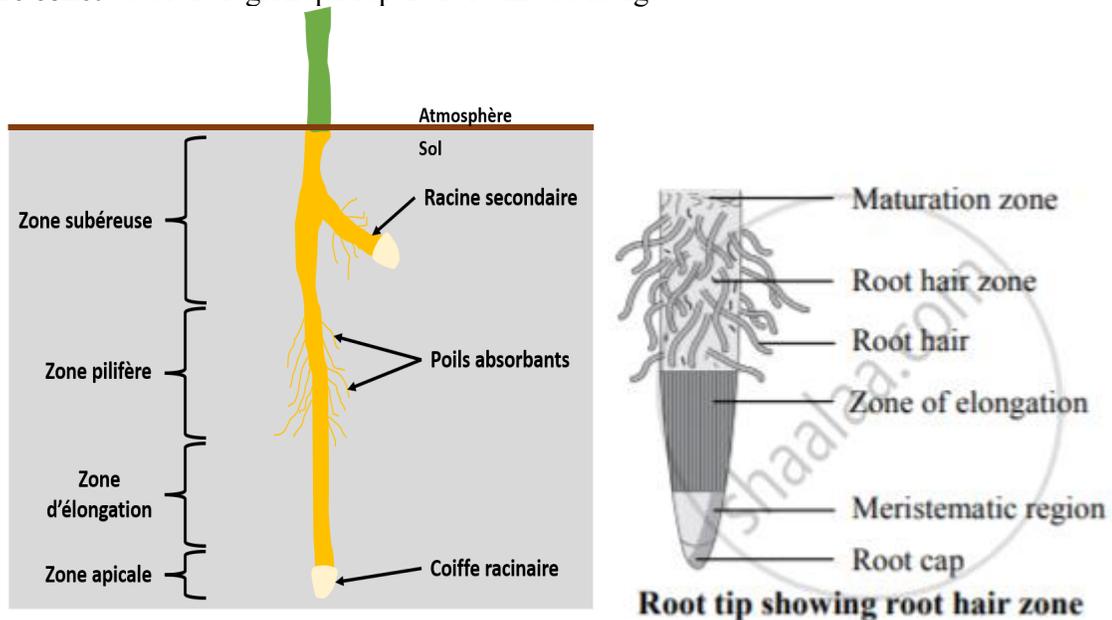


Figure 5 : Différentes zones du système racinaire

2.1.2 Différents types de racines

La majorité des racines observées sont les suivantes :

2.1.2.1 Racine pivotante : caractérisée par une racine principale très développée (**pivot**) par rapport aux racines secondaires (ex : dicotylédone). Ce type de racine pénètre profondément dans le sol et fixe solidement la plante.

2.1.2.2 Racine fasciculée : caractérisée par de nombreuses racines de la même importance, très ramifiée et dont on ne distingue pas la racine principale (ex : monocotylédone). Ce système racinaire permet à la plante de disposer d'une grande surface de contact avec l'eau et les minéraux et de s'ancrer solidement.

2.1.2.3 Racine tubérisée : ce type de racine est considéré comme un organe de réserve, son rôle principale est de stocker les réserves nutritives d'une plante (ex : betterave, radis...). La plante utilise ces réserves au moment de la floraison et la fructification.

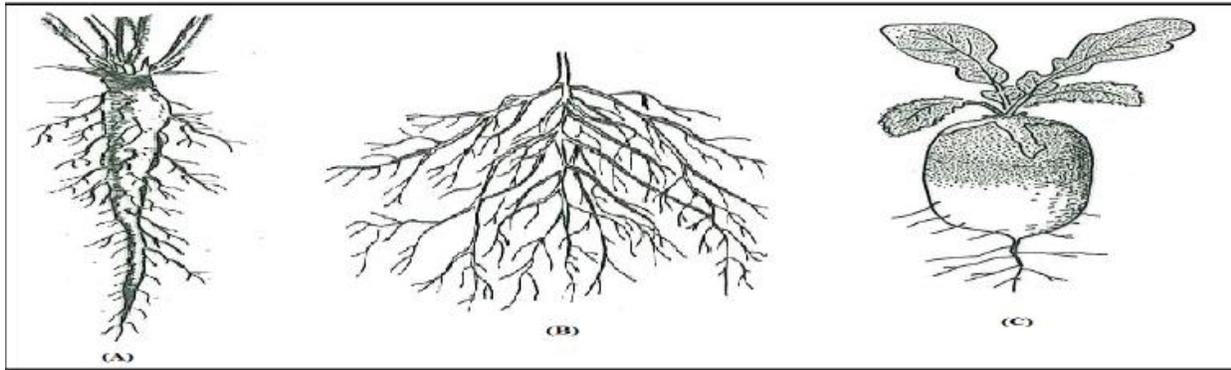
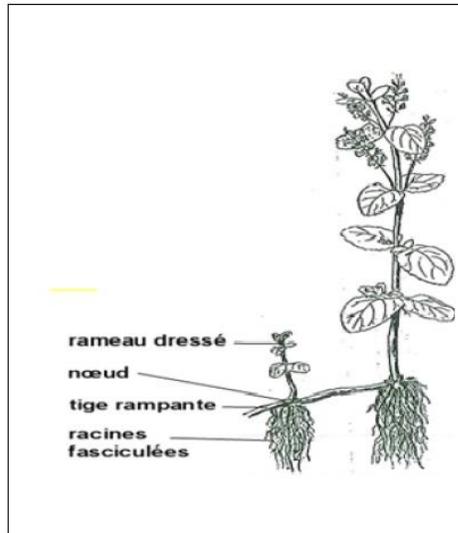


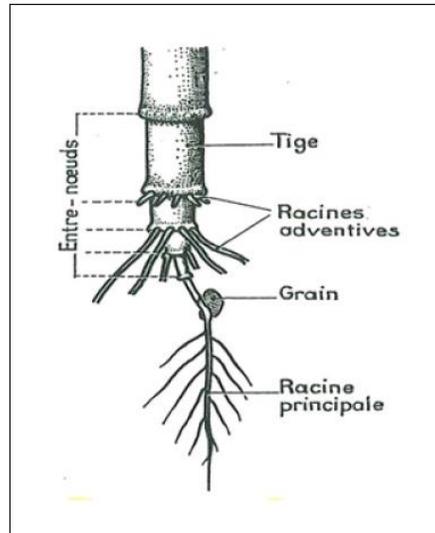
Figure 6 : Différents types de racines (A) pivotante (B) fasciculée (C) tubérisée

Quelques plantes ont des racines spécialisées qui se modifient pour s'adapter à l'environnement dans lequel elles vivent. On peut trouver ainsi :

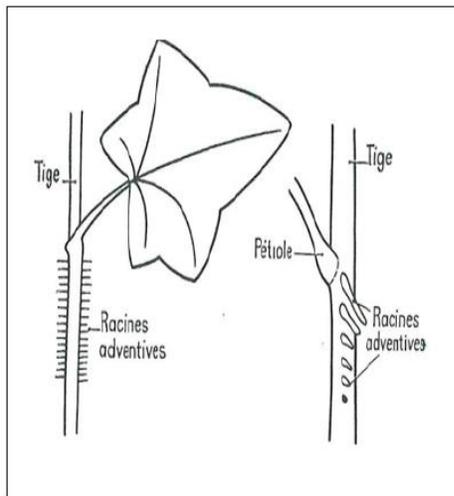
- **Racines adventives** : sont des racines qui apparaissent le long d'une tige souterraine ou aérienne qui servent souvent à la multiplication végétative et au bouturage des plantes (ex : stolon du fraisier)
- **Racines crampons** : sont des racines adventives qui se développent sur les tiges et qui assurant l'accrochage de a plante sur des surfaces verticales (ex : lierre).
- **Racines aériennes** : développées par les plantes épiphytes (plantes qui poussent en se servant d'autres plantes comme support) pour absorber l'humidité atmosphérique
- **Racines succulentes** : racines adaptées au stockage de l'eau
- **Racines échasses** : produites par le tronc ou par des branches, elles se développent à l'air libre avant de pénétrer le sol. Cette adaptation permet une meilleure assise et l'évaluation au dessus de l'eau.
- **Racines contreforts** : ce sont des excroissances latérales, situées à la base de certains arbres tropicaux qui permettent de stabiliser la plante dans les sols légers en apportant un support additionnel au tronc et permettant ainsi une meilleure fixation et une résistance au vent.
- **Pneumatophores** : racines spécialisées, telles que celles rencontrées chez les plantes de la mangrove, dont le rôle est respiratoire. Les pneumatophores alimentent en oxygène les plantes qui se développent dans les marécages où l'eau est très peu oxygénée.
- **Racines suçoirs** : observées chez les plantes parasites comme le gui.



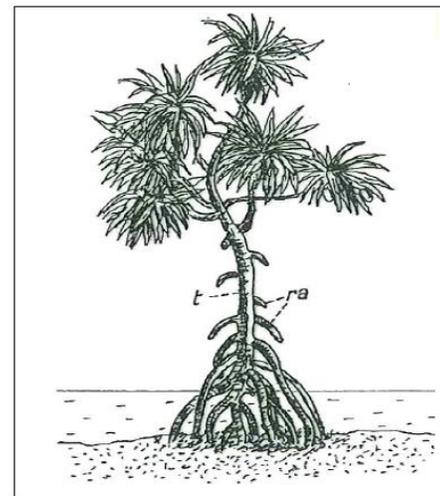
Racines adventives



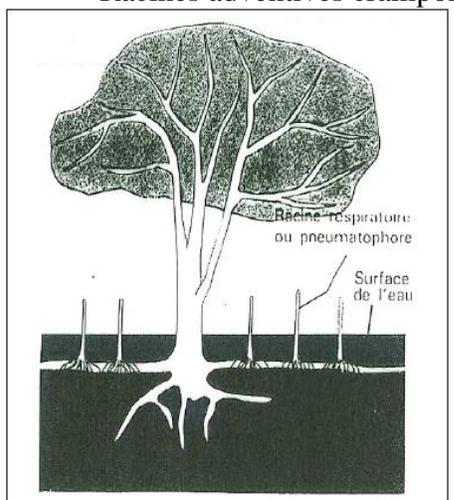
Racines adventives fixatrices



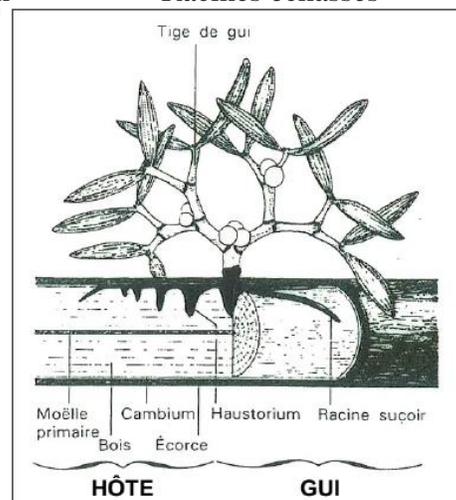
Racines adventives crampon



Racines échasses



Racines respiratoires (pneumatophores)



Racines suçoirs

Figure7 : Autres types de racines

2.2 Morphologie de la tige

Le prolongement de la partie sous-terrainne permet de construire la partie aérienne, constituée principalement d'une tige dont le point le raccordement des deux parties est appelé le **collet**.

La tige est caractérisée par un **phototropisme positif** (plante croît vers la lumière) et un **géotropisme négatif** (oriente les tiges principales vers le haut).

2.2.1 Organisation morphologique de la tige

On distingue :

Des nœuds : des renflements insérés sur le long de la tige

Des entre-nœuds : l'espace compris entre deux nœuds

Des bourgeons axillaires : ils se développent à l'aisselle de chaque feuille

Certains de ces bourgeons donneront des tiges secondaires : rameaux qui sont également terminés par un bourgeon terminal. Les bourgeons qui donneront des rameaux sont des **bourgeons végétatifs**, ceux qui donneront des fleurs sont les **bourgeons floraux**.

Un bourgeon terminal : se trouve à l'extrémité de la tige, constitué par deux ébauches Fallières

Des feuilles : au niveau de chaque nœud, il se développe une ou deux feuilles selon les espèces.

La tige peut être

Herbacée : caractère des plantes annuelles, il ne vit qu'un an

Ligneuse : dure, solide et **vivace** (vit des années voire des siècles).

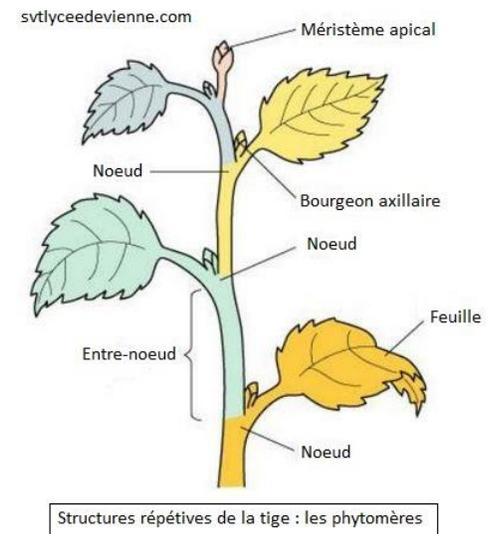


Figure 7 : morphologie d'une tige

Branches et les **rameaux** : ce sont des **ramifications** dont le **tronc** d'arbre est considéré comme une tige ligneuse principale de grande taille.

2.2.2 Types des tiges

La plupart des plantes sont **dressées**, quelques unes sont **rampantes** ou **grimpantes**.

Beaucoup d'entre elles sont capables de modifier davantage leurs tiges et de les enfouir sous terre.

2.2.2.1 Tiges aériennes

Ce sont, généralement, des tiges **dressées verticalement** ; mais peuvent être aussi :

- **Tiges rampantes ou stolonifères** : leur croissance est horizontale, elles s'enracinent, ex : fraisier).
- **Tiges grimpantes** : elles s'y fixent à l'aide de vrilles
- **Tiges volubiles** : elles sont munies de ventouses ou de crampons ou s'enroulent autour d'eux,
- **Tiges creuses** : comme les graminées et des autres plantes proches sont appelées **chaume**
- **Stipe** : un axe cylindrique non ramifié marqué par les cicatrices des bases des feuilles (palme tombées), il caractérise les Angiospermes Monocotylédones arborescentes.
- **Cladodes et phylloclades** : sont des rameaux spécialisés ayant l'apparence d'une feuille et assurant les mêmes fonctions (photosynthèse, respiration et réserve).
- **Les cladodes** sont courts, aplatis et formés d'un seul entre nœud.
- **Les phylloclades** sont constitués de plusieurs entre nœuds aplatis.
- **Tiges succulentes** sont des tiges qui ont la propriété de stocker l'eau dans un parenchyme aquifère pour s'adapter et survivre dans des milieux désertiques.
- **Rameaux épineux ou dards** : ce sont des rameaux caractérisés par une transformation de leur bourgeon terminal en dard (épine).

2.2.2.2 Tiges souterraines

On appelle **rhizome** les tiges souterraines vivaces qui sont souvent de forme allongée et en position horizontale dans le sol (ex : truffière).

On appelle **tubercule** un organe souterrain de réserve provenant soit d'une tige ou d'une racine modifiée (ex : pomme de terre).

Le bulbe est une tige souterraine courte (ex : oignon).

Les bulbilles ressemblent à de petits bulbes (ex : ail)

2.2.2.3 Tiges aquatiques : elles diffèrent des tiges aériennes par leur structure et peuvent être entièrement ou partiellement submergées

2.2.2.4 Plantes acaules : une plante ne possédant aucune tige apparente, dont la tige est si courte, que les feuilles semblent naître de la racine, les feuilles sont disposées en rosette à la base de la plante ex : laitue.

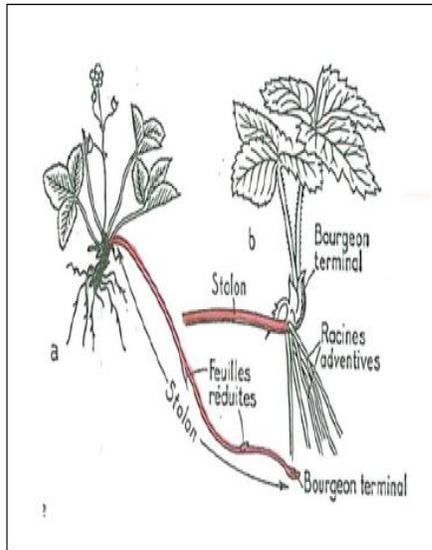


Figure 8 : Stolon d'un fraisier

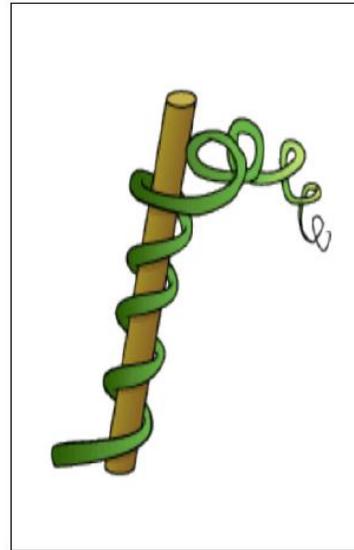


Figure 9 : Tige grimpante (volubile)



Figure 10 : Stipe du palmier dattier

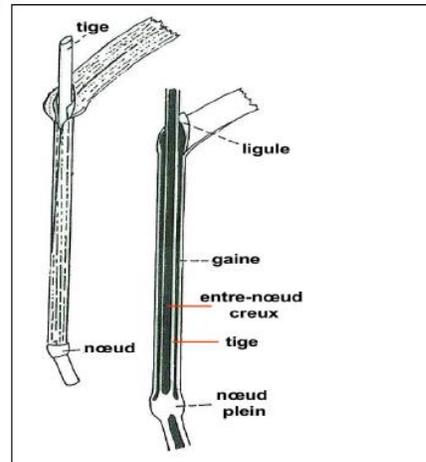


Figure 11 : Chaume des graminées

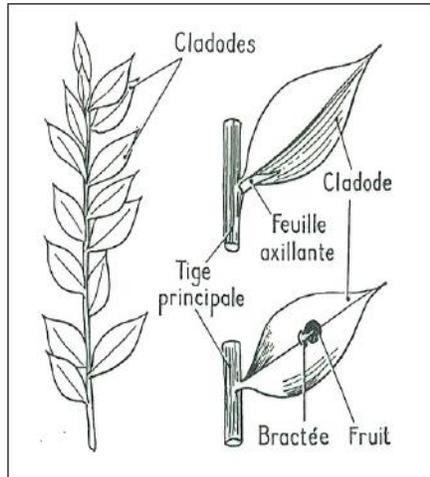


Figure 12 : Cladodes

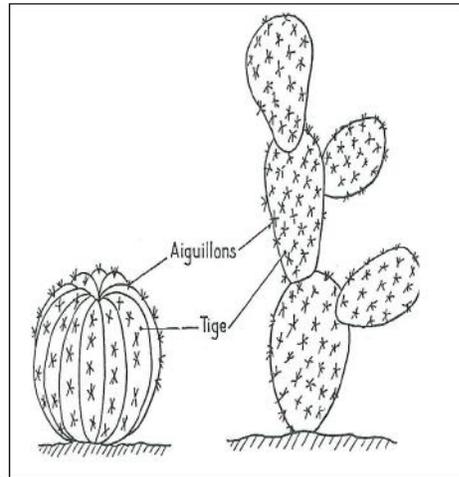


Figure 13 : Tige succulente

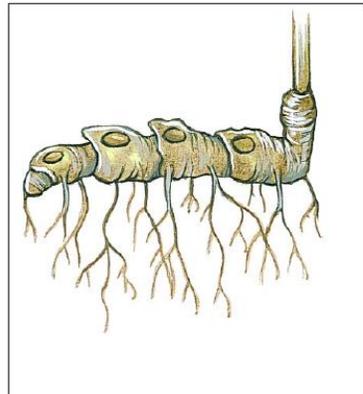


Figure 14 : Rhizome

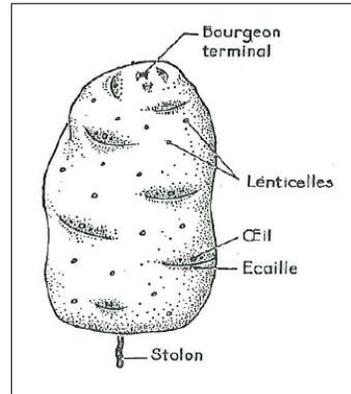


Figure 15 : Tubercule de pomme de terre

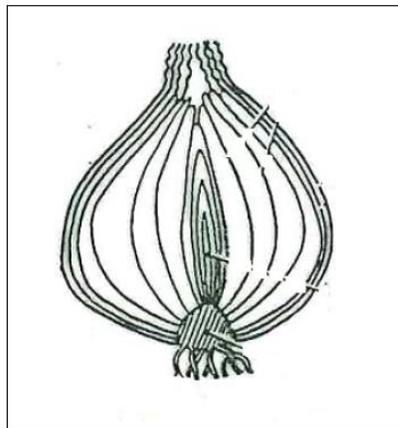


Figure 16 : Bulbe d'oignon

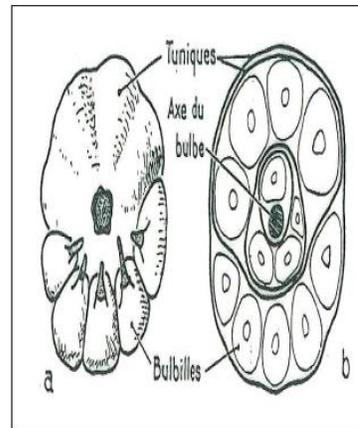


Figure 17 : Bulbille d'ail

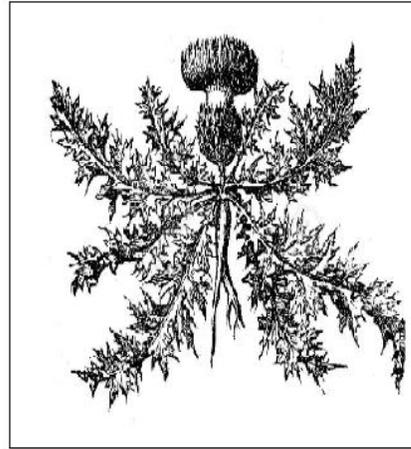
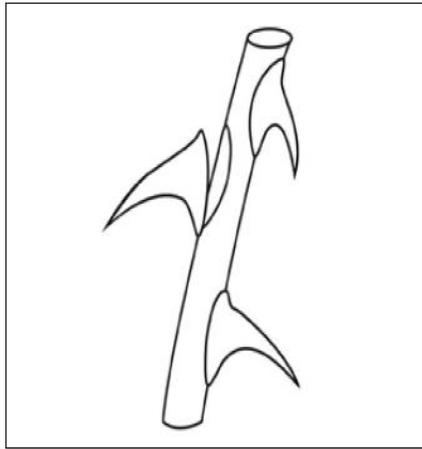


Figure 18 : rameaux épineux (dards) **Figure 19**: Plante acaule

2.2.3 Fonctions de la tige

- **Relie** entre la partie aérienne et sous-terrine
- Les nœuds dans la tige constituent un point de départ d'organes latéraux comme les feuilles et les rameaux
- La tige est responsable de la circulation de la sève brute et la sève élaborée
- Les feuilles dans la tige sont responsables des échanges gazeux et la photosynthèse.

2.3 Morphologie de la feuille

2.3.1 Organisation de la feuille

Les feuilles sont des expansions latérales de la tige, elles sont insérées aux nœuds

Il existe 3 types de feuilles :

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

Une feuille typique est composée de 3 parties :

- **Le limbe** qui est parcourue par des **nervures**, et d'un **pétiole** étroit le rattachant à la tige, la feuille est dite : **sessile** quand elle est dépourvue de pétiole, **embrassante** quand sa base se prolonge en oreillettes de part et d'autre de la tige.
- **Le pétiole**,
- **D'autres parties accessoires**

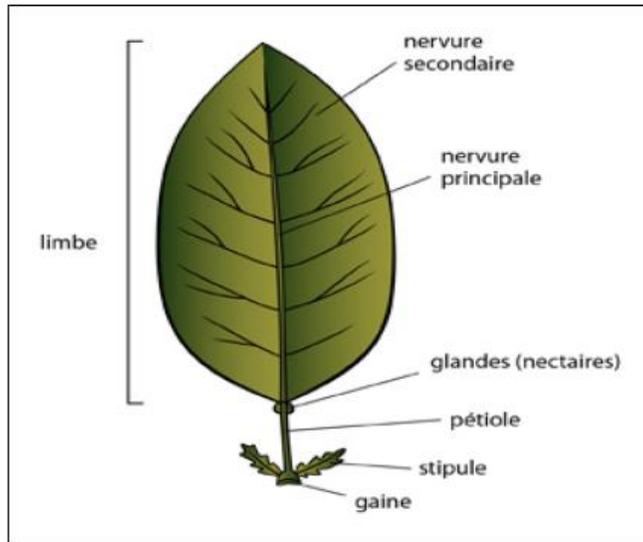


Figure 20 : Morphologie générale d'une feuille

Monocotylédone

Quelques nervations parallèles

Stomates sur les faces ventrale et dorsal

Mésophylle généralement homogène

Dicotylédone

Nervation réticulée,

Stomates plus nombreux sur la face dorsale,

Mésophylle hétérogène

2.3.2 Types des feuilles

2.3.2.1 Forme de limbe

Les feuilles peuvent être classées en deux grandes catégories, **simples** ou **composées**

A/ Feuille simple : est constituée d'un seul limbe entier, on observe un bourgeon à la base du pétiole.

La feuille simple peut être linéaire, spatulée, lancéolée, ovale, arrondie, dentée plus ou moins profondément, crénelé ou lisse....etc.

B/ Feuille composée : est constituée de plusieurs folioles c'est-à-dire elle est découpée en plusieurs petites feuilles, on n'observe pas de bourgeons à la base de ces folioles, le bourgeon se trouve à la base du pétiole.

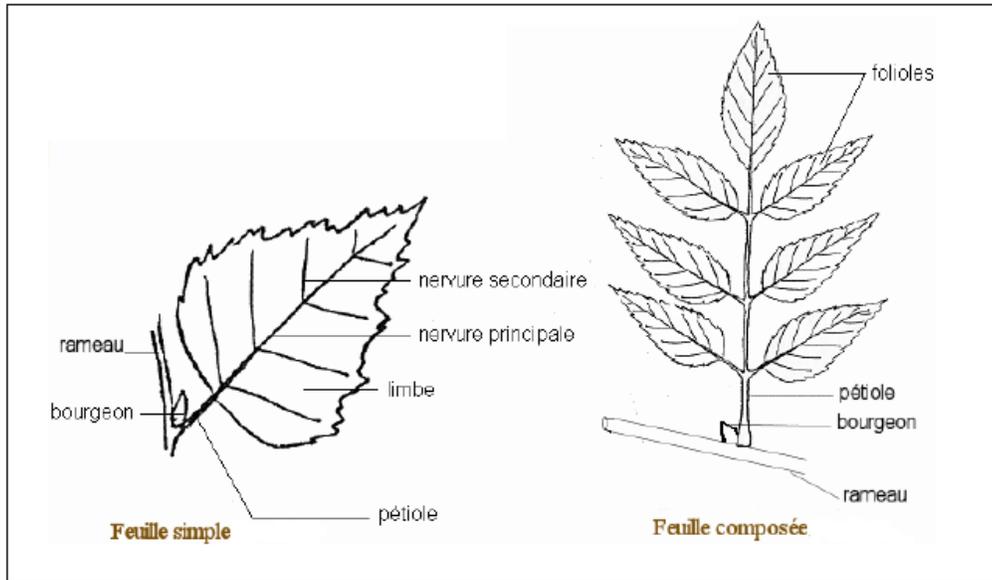


Figure 21 : Morphologie générale d'une feuille simple et une feuille composée

Les feuilles composées peuvent avoir leurs folioles de part et d'autre du pétiole principal :

***Feuilles pennée** : **paripennée** si le nombre de folioles est pair, **imparipennée** si le nombre de folioles est impair.

*Feuille doublement composée ; **bipennée** si les folioles sont composées de foliolules, et **tripennée** si les folioles sont elles-mêmes composées

* **Feuilles composées palmées** : les folioles peuvent partir du même point

***Feuille composée trifoliées** s'il y a trois folioles

***Feuille composée pédalée** : feuille d'aspect palmé dont les segments latéraux sont le plus souvent plus petits et divergent vers le bas.

Les feuilles des Angiospermes peuvent aussi subir des modifications variées pour assurer certaines fonctions particulières.

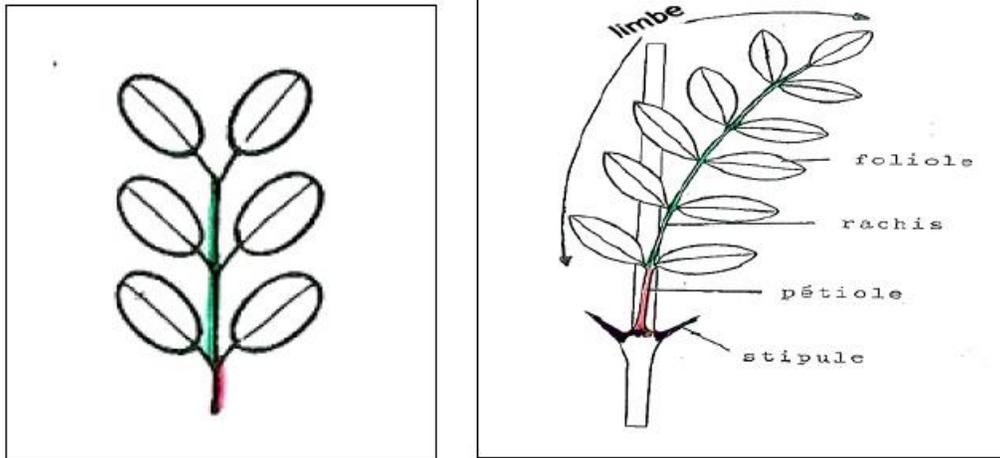


Figure 22: Feuille composée paripennée Figure 23 : Feuille composée imparipennée

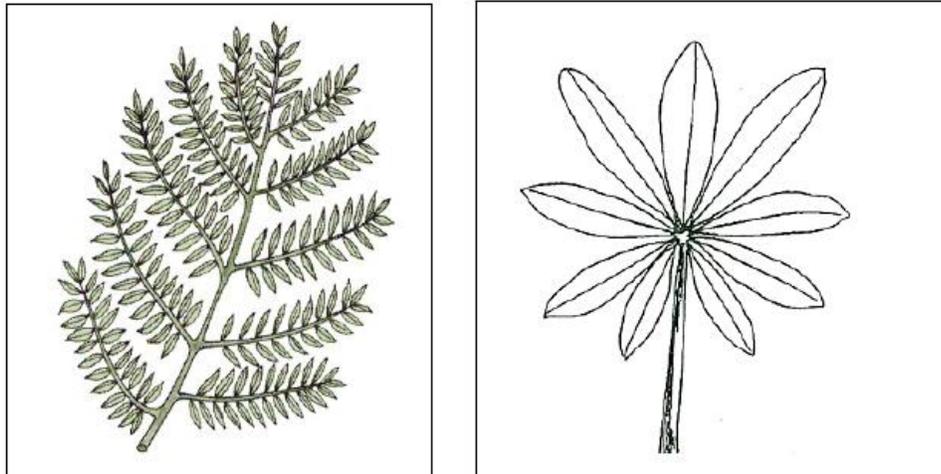


Figure 24: Feuille composée bipennée Figure 25 : Feuille composée palmée

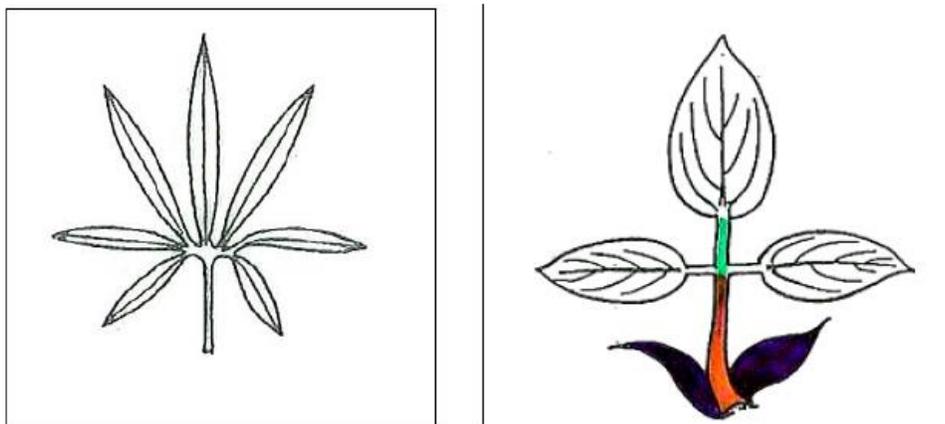


Figure 26: Feuille composées pédalée Figure 27: Feuille composée trifoliées

2.3.2.2 Nervation

Le limbe est parcouru par des nervures assurant la conduction de la sève on distingue en général une nervure principale correspondant au prolongement directes des faisceaux conducteurs du pétiole et des nervures secondaires qui vont en diminuant de diamètre depuis la base de la feuille jusqu'à ses bords ;

A/ Nervation pennée : elle est formée par une nervure principale, portant des nervures secondaires, ces dernières se ramifient en nervures plus fines formant un réseau plus réticulé. La feuille qui présente cette nervation est dite **feuille simple pennée** si son limbe est simple ou **feuille composée pennée** si son limbe est composé.

B/ Nervation palmée : cette nervation ne présente pas de nervures principales mais plusieurs nervures qui divergent de la base du limbe. Celles-ci se ramifient en nervures secondaires qui à leur tour se ramifient en nervures plus fines formant un réseau.

C/ Uni nervation (nervure unique) : feuille qui n'a qu'une seule nervure ex : romarin

D/ Nervation parallèle : les nervures parcourent le limbe parallèlement les unes aux autres. Caractère trouvé chez les Monocotylédones. Ex : blé, orge.....etc.

E/ Nervation pédalée : présente trois nervures qui rayonnent à partir d'un même point. Sur les deux nervures latérales partent des ramifications toujours orientées vers le bas de la feuille.*

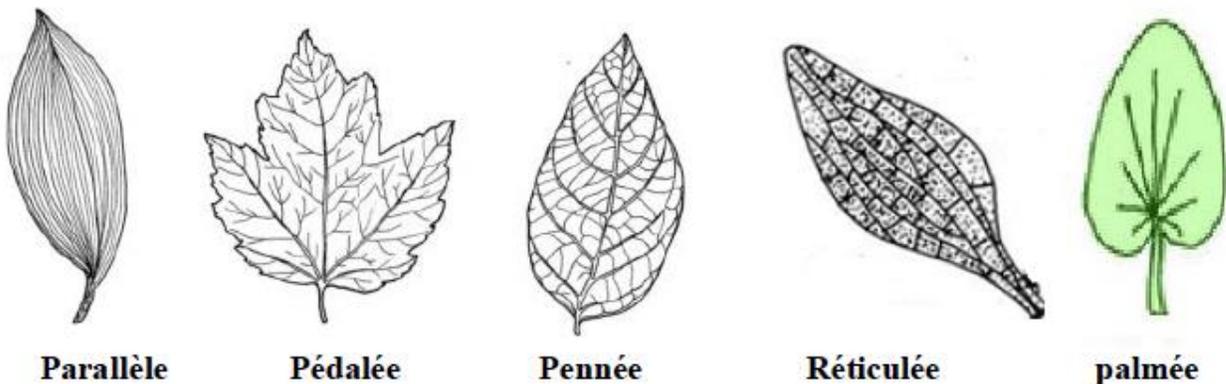


Figure 28 : La forme des feuilles selon les nervures

2.3.2.3 Phyllotaxie

C'est la disposition des feuilles le long d'une plante. Les feuilles de la même espèce sont disposées de la même manière. On distingue ainsi par exemple :

A/ Feuilles alternes : fixées isolément à des niveaux différents, sur deux, trois, ou cinq rangs parallèles, verticaux ou spiralés. (Une feuille par noeud) Ex : chêne.

B/ Feuilles opposées : disposées par deux, l'une en face de l'autre, à un même niveau de la tige. (Deux feuilles portées par un même noeud). Ex : lamiacées.

C/ Feuilles verticillées : feuilles disposées par trois ou plus de trois à chaque niveau. Plusieurs feuilles. (Trois et plus portées par le même noeud). Ex ; laurier-rose.

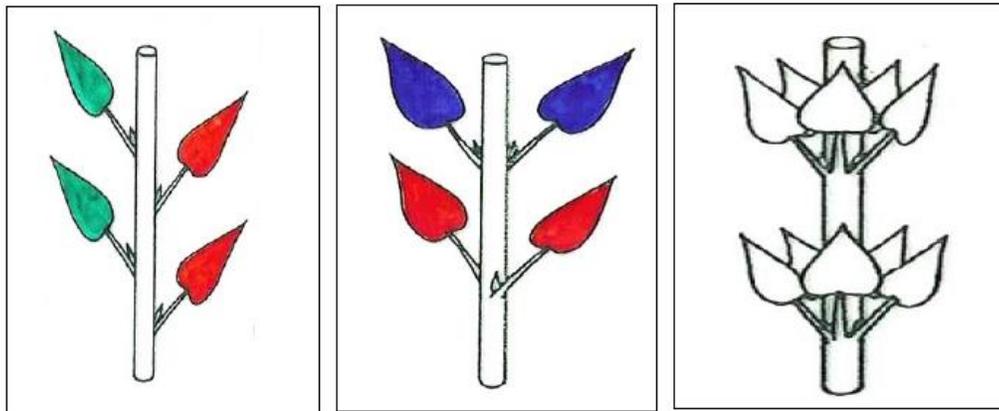


Figure 29 : Différentes dispositions des feuilles sur une plante (alterne, opposée, verticillée)

- Le pétiole,

C'est la structure qui relie le limbe à la tige parcouru 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 plusieurs formes (figure 30).

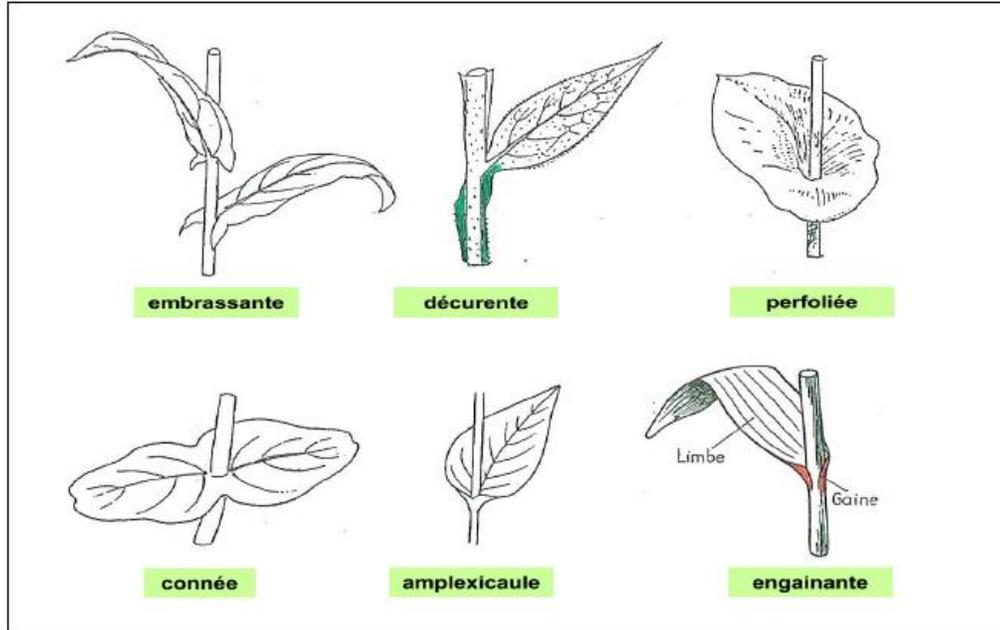


Figure 30: Différentes formes de feuilles selon l'insertion sur la tige

-Parties accessoires des feuilles

A/ Stipules

Appendice foliacé, au nombre de deux, en forme de feuilles réduites situées de part et d'autre du pétiole, à sa base, au point d'insertion sur la tige.

B/ Gaine

Chez certaines espèces, la gaine unit le limbe ou le pétiole à la tige. Elle constitue la partieN basale élargie de la feuille qui entoure plus ou moins complètement la tige sur une longueur variable. Elle prend différentes formes suivant les espèces. Chez les ombellifères, elle est particulièrement importante. Dans d'autres cas, elle est absente et le pétiole s'insère directement sur la tige.

C/ **Ochréa** : gaine membraneuse formée par les stipules soudées et entourant la tige au dessus de l'insertion du pétiole.

D/ **Ligule** : sorte de petite languette membraneuse à la face supérieure des graminées.

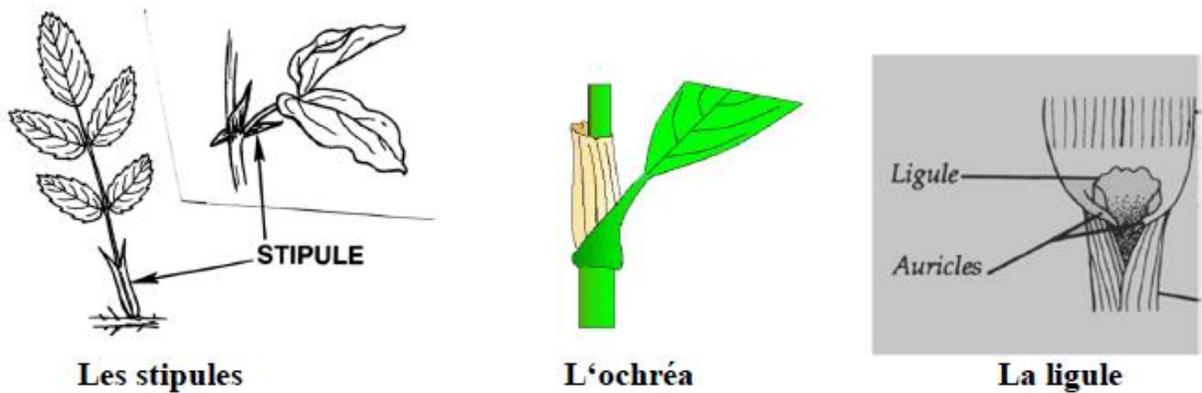


Figure 31 : Les accessoires de la feuille

2.3.3 Adaptations morphologiques des feuilles

➤ A la fonction de nutrition

Les vrilles : issues de la transformation totale du limbe permet au végétal de grimper en s'enroulant autour d'un support pour aller chercher la lumière.

Les phyllodes : sont des pétioles aplatis, ressemblant morphologiquement aux feuilles, ils interviennent dans l'assimilation chlorophyllienne à la place des feuilles qui sont très réduites.

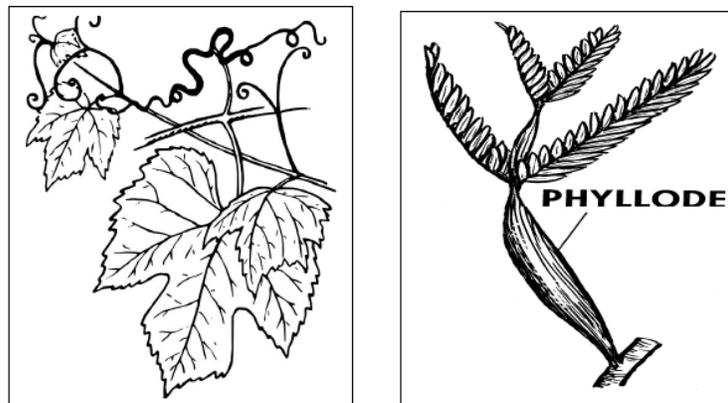


Figure 32 : Feuilles adaptées en vrilles et en phyllodes

➤ A la fonction de protection

Feuilles épineuses : transformées en parties ou totalement en épines empêchant la déshydratation de la plante en saison sèche. Exemple : les Cactus.

➤ A la fonction de réserve

Certaines feuilles s'hypertrophient en accumulant des substances de réserve, elles sont dites feuilles charnues. Ex : réserve d'eau dans les feuilles d'Aloé, réserve de glucides dans les écailles du bulbe

d'ail ou d'oignon.

2.3.4 Fonctions de la feuille

- C'est l'organe principal de la photosynthèse,
- C'est l'organe où s'effectuent la respiration, la transpiration et l'évapotranspiration à travers les stomates,
- C'est à son niveau se font les échanges entre le végétal et l'atmosphère.

2.4 Morphologie de 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.

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

2.4.1 Notions fondamentales

Fleur hermaphrodite (Hermaphrodite flower) : renferme à la fois organes mâles (**étamines**) et femelles (**carpelles**),

Fleur unisexuée (Unisex flower): porte seulement l'organe mâle **ou** femelle.

Plante dioïque (dioecious plant): si chaque individu ne porte que des fleurs mâles ou femelles (ex : palmier dattier)

Plante monoïque (monocic plant): Se dit d'une plante dont les **fleurs unisexuées** mâles et femelles sont distinctes mais portées sur **le même pied** (ex : **mais, eucalyptus...**)

2.4.2 Organisation morphologique

2.4.2.1 Pièces stériles ou enveloppes florales (Le périanthe) : est l'ensemble de **pièces**

A/ **Calice** : constitué de **sépales** généralement chlorophylliens, destinés à protéger la fleur ;

B/ **Corolle** : constitué de **pétales** généralement vivement colorés dont le rôle est d'attirer les animaux pollinisateurs qui sont pour la plupart des insectes. Chez les dicotylédones, certaines fleurs sont **dépourvues** de pétales (**apétales**), d'autres sont à pétales séparés (**dialypétales**) et d'autres à pétales soudés entre eux (**gamopétales**) ;

Selon les **variations au niveau du périanthe** on distingue aussi :

- **Fleur actinomorphe**, quand elle est régulière c'est-à-dire quand elle présente une symétrie

radiale (par rapport à un axe).

- **Fleur zygomorphe**, quand elle est irrégulière et présente un plan de symétrie (par rapport à un plan).
- **Fleur asymétrique**, quand elle est dépourvue de tout plan de symétrie.

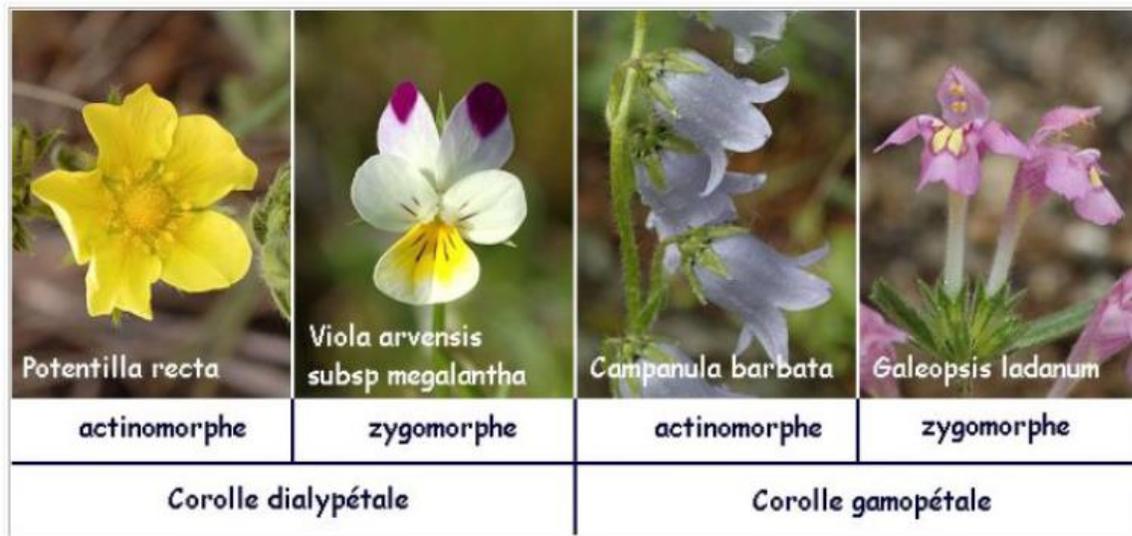


Figure 33 : Fleurs actinomorphe et zygomorphe

2.4.2.2 Les pièces fertiles (organes reproducteurs)

A/ L'androcée

C'est l'organe reproducteur mâle de la plante, formé par **l'ensemble des étamines** disposées en **spiraux** ou en **verticilles** sur le réceptacle.

Chaque étamine est typiquement constituée d'un **filet** assurant sa fixation sur le réceptacle et d'une **anthère**. Cette dernière est généralement formée de deux **thèques**, unies par un **connectif** (prolongement du filet); chaque thèque renferme deux **sacs polliniques**. Il existe également des étamines stériles, appelées **staminodes**.

B/ Le gynécée

Ou **pistil**, organe reproducteur femelle de la plante, formé **par un ou plusieurs carpelles** (soudés partiellement ou entièrement : fig. 33).

Chaque carpelle est composé de la base au sommet :

- d'une partie renflée (l'**ovaire**) renfermant le ou les **ovules** ; **les ovules** se transforment en **graines** et l'**ovaire** en **fruit**.

On distingue trois types principaux d'ovules chez les Angiospermes, selon leur orientation par rapport à leur point d'insertion sur le carpelle : **ovules orthotropes** (droits), **ovules campylotropes** (courbés) ou **ovules anatropes** (renversés) : Fig.34.

- d'un **style** prolongeant l'ovaire.
- d'un **stigmate** se trouve au sommet du style et permettant de retenir le pollen.



Figure 34 : Gynécées composés de carpelles soudés partiellement et totalement

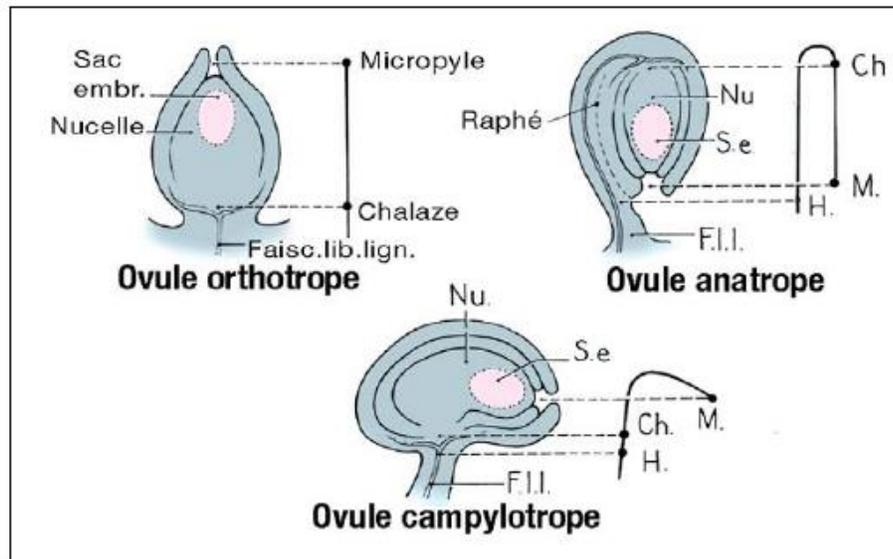


Figure 35 : Types d'ovule selon leur orientation

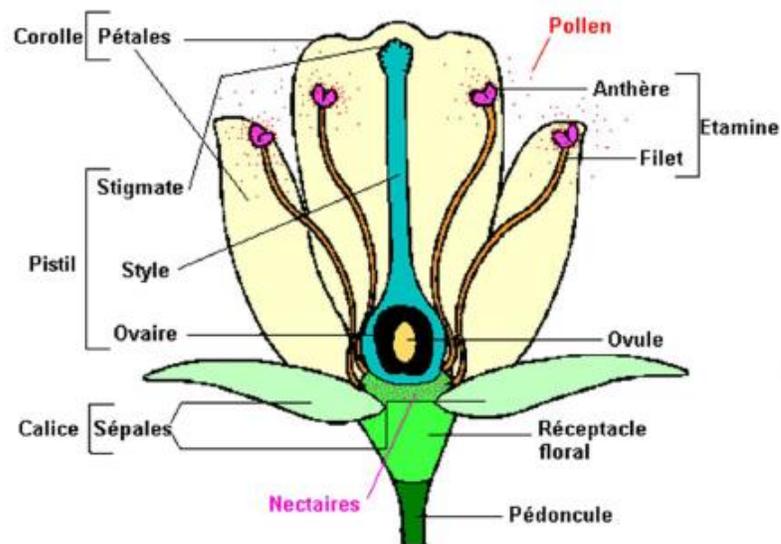
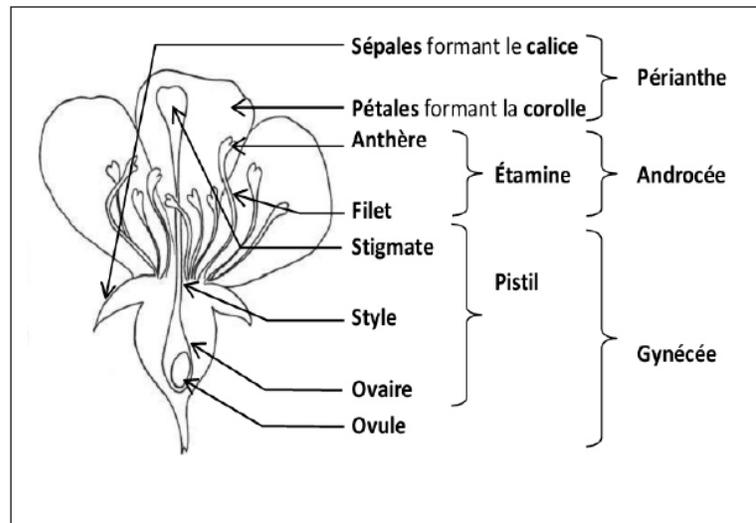


Figure 36: Les pièces florale d'une fleur hermaphrodite

2.4.2.3 Placentation

C'est la position des ovules à l'intérieur de l'ovaire. Celle-ci est très variable :

- **Placentation axile** : les ovules sont fixés au centre d'un ovaire formé de plusieurs loges
- **Placentation pariétale** : les ovules sont insérés sur la paroi périphérique d'un ovaire non compartimenté
- **Placentation centrale** : dans un ovaire uniloculaire provenant de la soudure de plusieurs carpelles fermés dont les cloisons se sont résorbées seule reste une colonne centrale sur laquelle sont fixés les ovules.

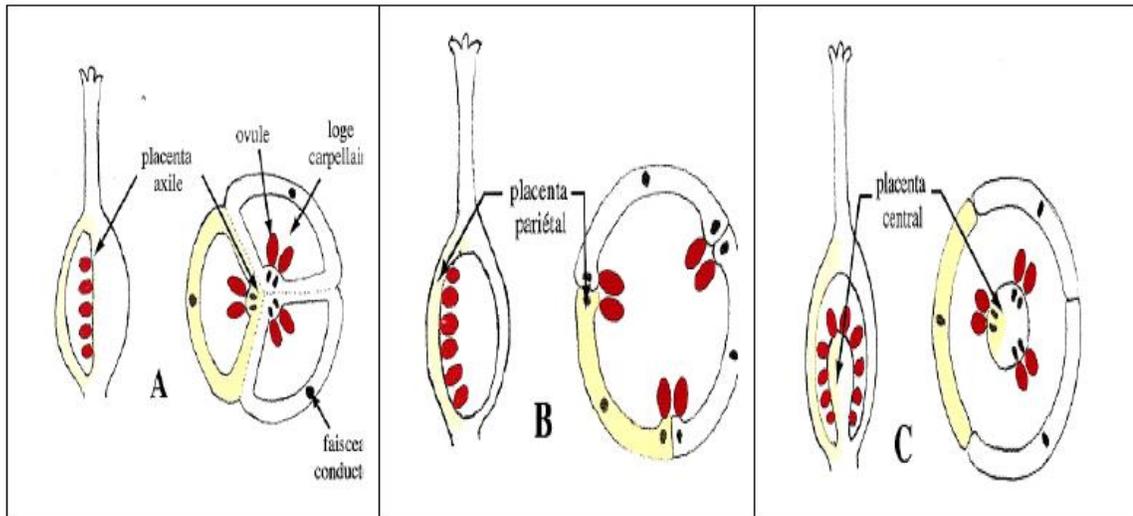


Figure 37 : Différents types de placentation (A) placentation axile, (B) placentation pariétale, (C) placentation centrale.

La disposition des ovaires et des pièces florales montre trois cas :

- **Hypogyne** : une fleur dont les pièces florales (sépales, pétales et étamines) sont insérés au dessous de l’ovaire qui est dit **supère**.
- **Épigyne** : les organes (étamines, enveloppes florales) d’une fleur à ovaire infère, situés au-dessus du gynécée
- **Périgyne** : une fleur dont les enveloppes florales et l’androcée sont insérés autour de l’ovaire semi-infère, libre au fond du réceptacle creux.

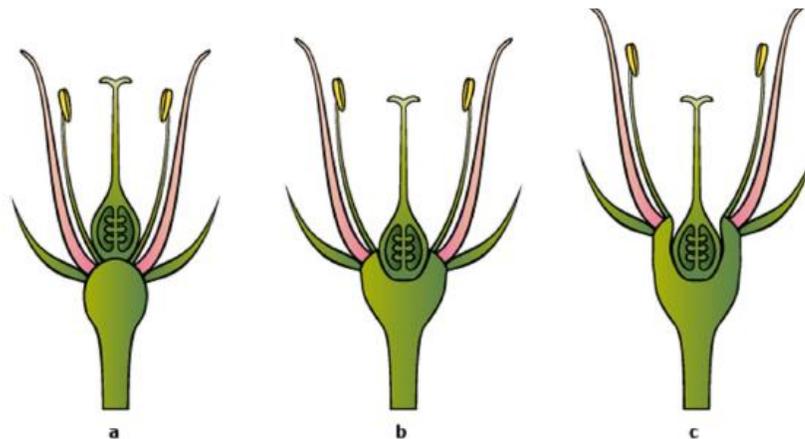


Figure 38: Disposition des ovaires : (a) ovaire supère (fleur hypogyne) – (b) ovaire semi-infère (fleur périgyne) – (c) ovaire infère (fleur épigyne)

2.4.2.4 Nombre de pétales

On distingue les fleurs :

- **trimères** ou fleurs constituées de verticilles successifs de 3 pièces chacun, cas des monocotylédones
- **tétramères**, - **pentamères** – **polymères**, cas des dicotylédones

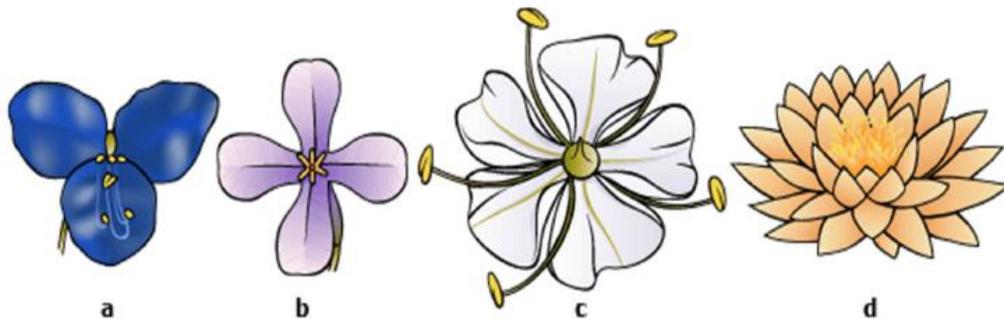
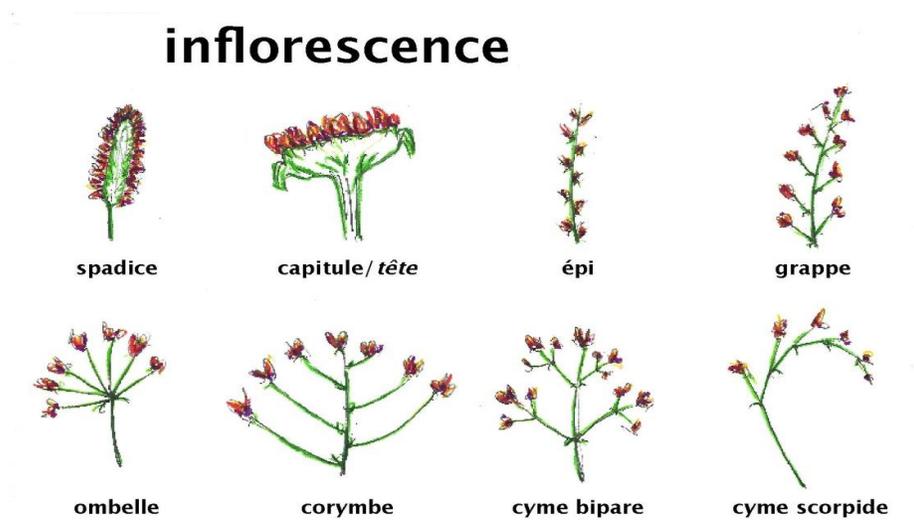


Figure 39 : Nombre de pièces florales par verticille : a. trimère - b. tétramère - c. pentamère -d. polymère

2.4.3 Inflorescence des fleurs

C'est la disposition des fleurs sur la tige d'une plante à fleur, on distingue :

- des **inflorescences définies** (axe principal qui se termine par une fleur)
- et **indéfinies** (axe principal se termine par un bourgeon et s'allonge), selon que l'axe principal de l'inflorescence est terminé par un bourgeon ou par une fleur.



2.5 Morphologie du fruit

2.5.1 Organisation morphologique

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.

« **Cas particulier** : le fruit peut être formé **sans fécondation (phénomène de parthénocarpie** : formation d'un fruit en l'absence de fécondation des ovules, ce qui donnera donc un fruit dépourvu de graines, ex : bananes et oranges sans pépins) ».

Un fruit est constitué d'un **péricarpe** (la paroi de l'ovaire devient la paroi du fruit) ; le péricarpe est composé de :

- **Épicarpe** : c'est l'épiderme externe du fruit, extrêmement mince, appelée communément «peau de fruit ». Ex : épicarpe du raisin, de la pêche.
- **Mésocarpe** : couche moyenne (entre l'épicarpe et l'endocarpe) du péricarpe des fruits. Il est très développé chez les fruits charnus.
- **Endocarpe** : partie interne de l'enveloppe du fruit ou péricarpe, la plus proche de la graine. C'est cette partie qui constitue le noyau dans les drupes.

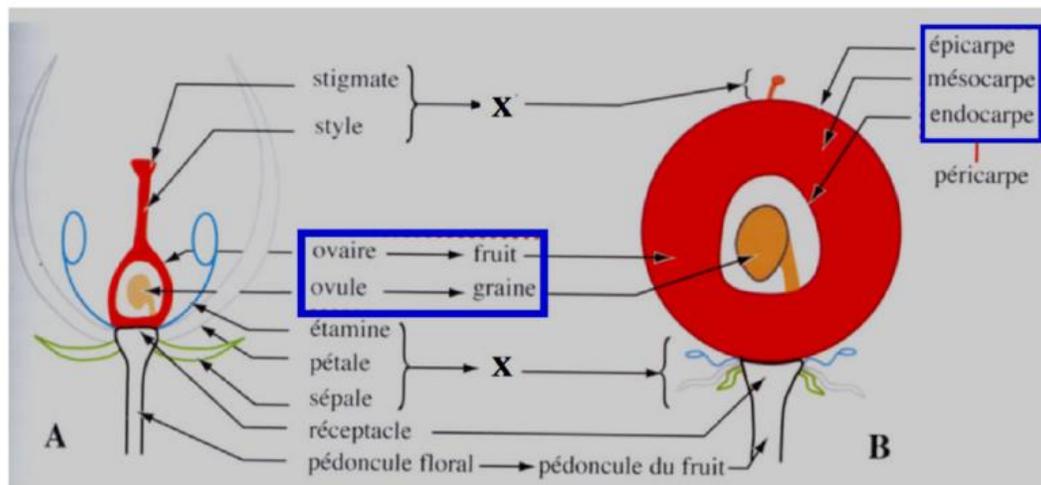


Figure 40: Transformation de l'ovule en graine et de l'ovaire en fruit

2.5.2 Types de fruits

2.5.2.1 Vrais fruits

Provenant uniquement de la croissance d'un ovaire ou d'un carpelle; c'est le cas de la plupart des plantes à ovaire supère (ex: cerise, orange, raisin...).

On distingue selon **la consistance du péricarpe**, les **fruits charnus** et les **fruits secs**.

A/ Fruit sec : le péricarpe se déshydrate et se lignifie, il devient dur. Certains fruits s'ouvrent à maturité et libèrent les graines. Ce sont des **fruits secs déhiscents**. On peut rencontrer :

- **Follicule** : comprenant un carpelle et s'ouvrant selon une fente
- **Gousse** : à un carpelle et deux fentes
- **Silique** : à deux carpelles et quatre fentes
- **Capsule** : à plusieurs carpelles et nombreuses fentes et pores de déhiscences

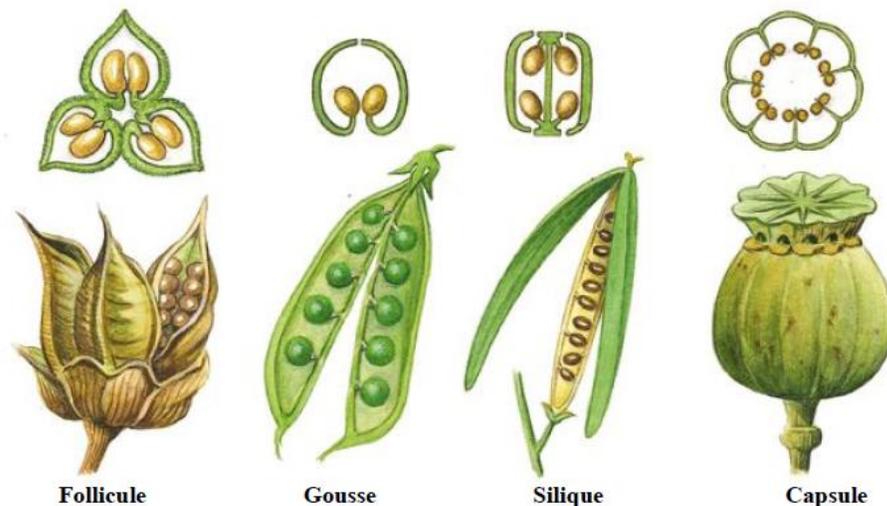


Figure 41 : Les différents fruits secs déhiscents

D'autres fruits secs restent fermés à maturité. Ce sont des **fruits secs indéhiscents**. Ils sont de trois types :

- **Akènes** : renfermant une seule graine libre
- **Samare** : qui est un akène ailé
- **Caryopse** : contenant une graine soudée au péricarpe sec. C'est le fruit caractéristique des céréales.

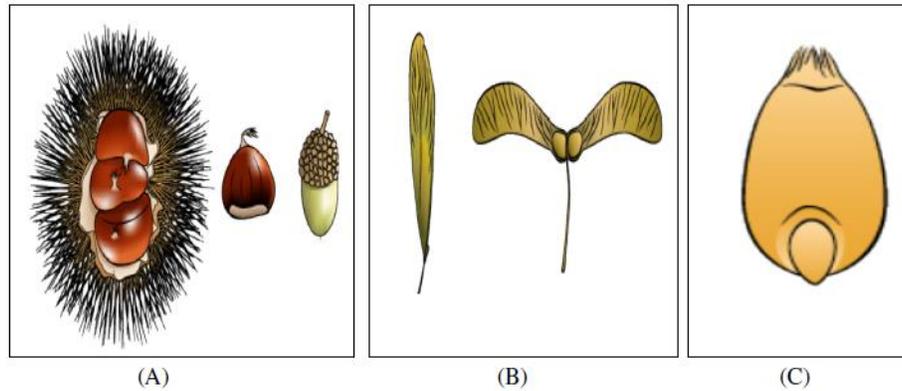


Figure 42 : Exemples des fruits secs indéhiscent ; (A) akènes, (B) samare et disamare, (C) caryopse.

B/ Fruits charnus

Dans les fruits charnus, les parois du mésocarpe s'hypertrophient pour donner la pulpe.

- **Bais** : fruit indéhiscent avec épicarpe et endocarpe membraneux et mésocarpe charnu ; la pulpe entièrement molle, renferme une bais monosperme ou généralement un nombre variable parfois élevé de graines ou de pépins (bais polysperme). Ex : raisin, tomate...etc.
- **Drupe** : fruit indéhiscent avec épicarpe membraneux, le mésocarpe charnu et pulpeux tandis que l'endocarpe sclérifié constitue le noyau. Le contenu de ce dernier souvent appelé amande correspond à la graine. Ex : abricot, cerise, pêche...etc.

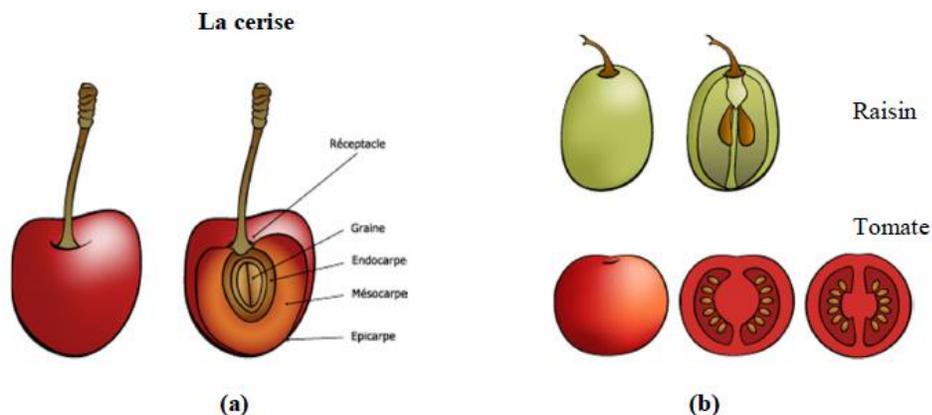


Figure 43 : Exemple de fruits charnus (baie : tomate, drupe : cerise)

2.5.2.2 Faux fruits

Fruit complexe comprenant des structures autres que l'ovaire, il est constitué par le réceptacle

floral (ex : fraise) ou du réceptacle d'inflorescence (ex : figue).

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

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.

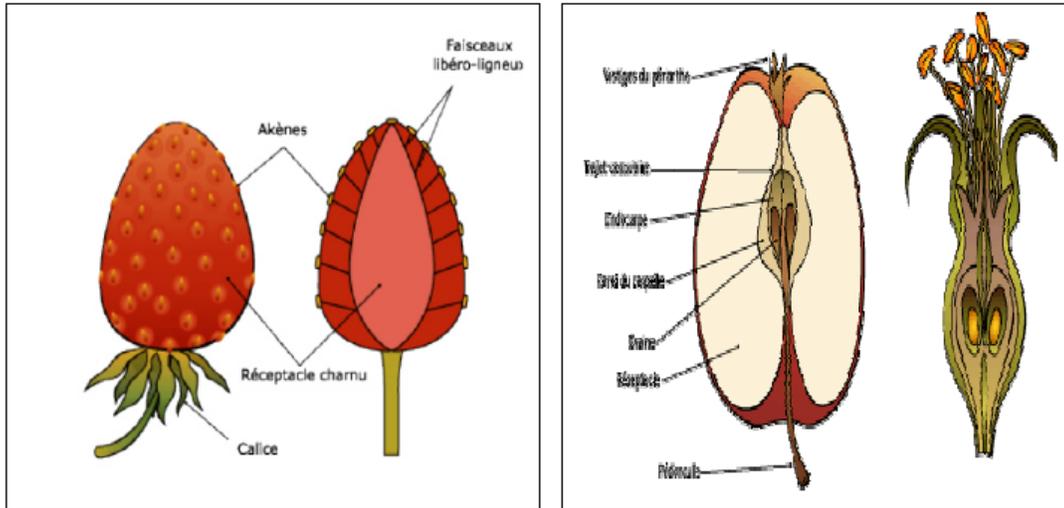


Figure 44 : Exemples de faux fruits : fraise et pomme

2.5.2.3 Fruit composé

C'est un fruit issu de plusieurs fleurs d'une même inflorescence. Il est formé par le développement de l'ovaire de chaque fleur, auquel peuvent s'ajouter le réceptacle floral, l'axe de l'inflorescence et les bractées florales. Ex : l'ananas où toute l'inflorescence (axe, bractée et ovaire) est charnue, ces différentes parties sont soudées les unes aux autres.

Pour la figue ; l'axe de l'inflorescence devient charnu et se creuse en une outre à petite ouverture (ostiole), elle est tapissée par les multiples fleurs dont les ovaires deviennent des akènes à maturité.

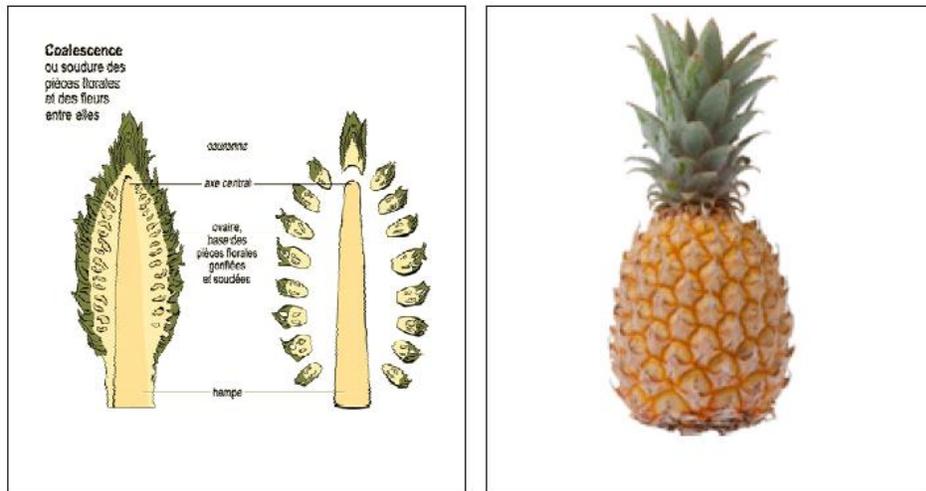


Figure 45 : exemple 1 d'un fruit composé

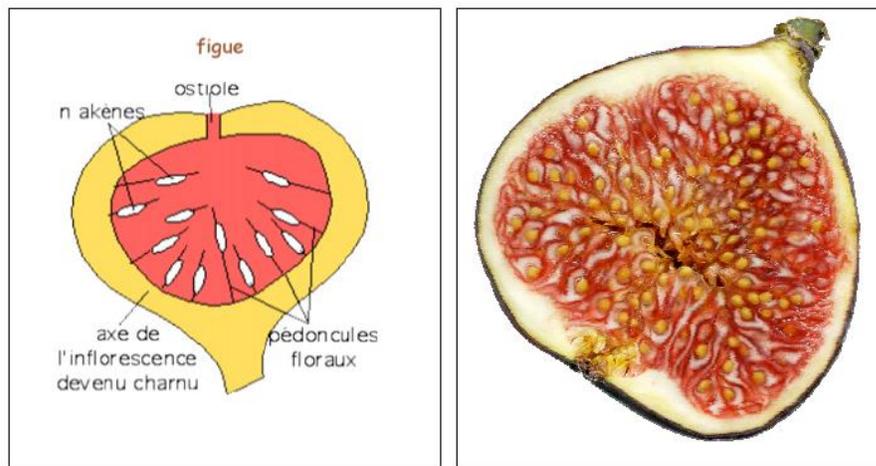


Figure 46 : exemple 2 d'un fruit composé

2.6 Morphologie de la 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)
- d'une **amande** formée de l'**embryon**
- et de tissus de réserves qui est 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).

La partie essentielle de l'amande est l'**embryon**. Celui-ci comprend une radicule, que prolonge une tigelle (gemme) portant les cotylédons (ou le cotylédon unique dans le cas des monocotylédones).

L'embryon est souvent plongé dans un tissu de réserve, appelé **albumen** 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 graine 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.

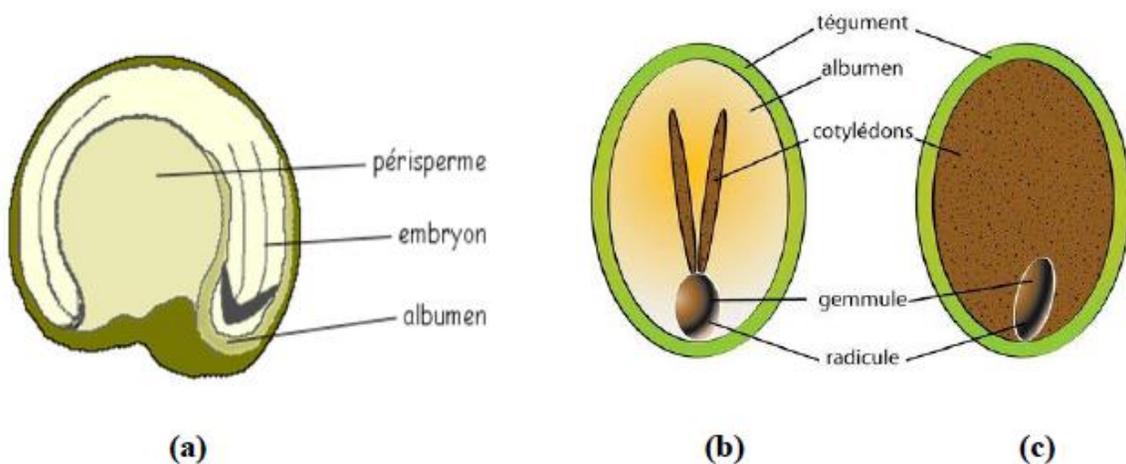


Figure 47: Schéma d'une graine à périsperme (a), albuminée (b), exalbuminée (c)

Chapitre III : Différents types de tissus

Introduction

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 formeront des organes tels que les racines, les tiges, les fleurs...etc. Ils sont le sujet d'étude de l'histologie végétale.

3.1 Méristèmes primaires (racinaire et caulinaire)

3.1.1 Tissus primaires

- Les méristèmes primaires sont localisés à l'extrémité des organes :
S'ils sont à l'extrémité des tiges, ils sont des **méristèmes caulinaires**
S'ils sont à l'extrémité des racines, ils sont des **méristèmes racinaires**
- 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.

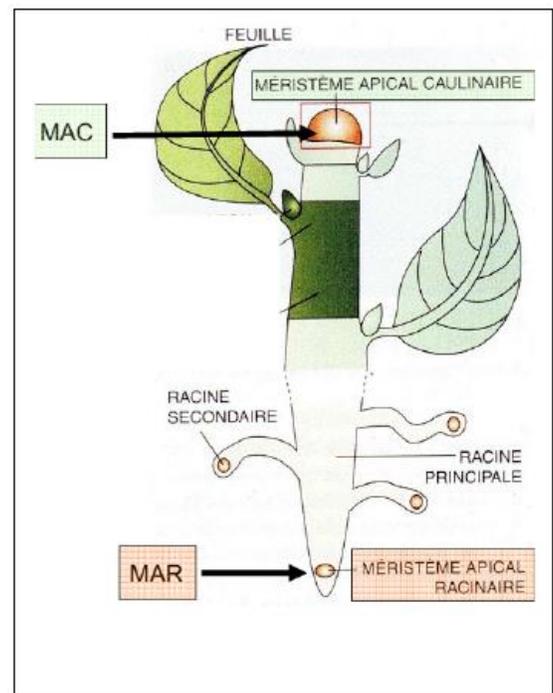


Figure 48 : localisations des méristèmes primaires

On résume les caractéristiques des méristèmes primaires dans les points suivants :

Localisation : Extrémités des tiges et des racines

Rôles : Assurent la croissance en longueur

Cellules : Petites, isodiamétriques

Noyau : Sphériques, volumineux, centraux, très riche en chromatine

Cytoplasme : Dense abondant

Vacuoles : Nombreuses et petites

Paroi : Pectocellulosique

Plastes : Plastes non différenciés (proplastes)

3.1.1.1 Méristème racinaire

L'allongement des racines se fait par son extrémité au niveau du méristème racinaire, ce dernier il est uniquement **histogène** (forme des tissus et pas des organes).

A l'extrémité des racines, on distingue :

Une coiffe : protège le méristème contre la rugosité du sol.

Une zone quiescente (sans division cellulaire).

Une zone de multiplication ou de division: 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'élongation : 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.

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). La structure et le fonctionnement des ramifications sont identiques à ceux du méristème apical de la racine.

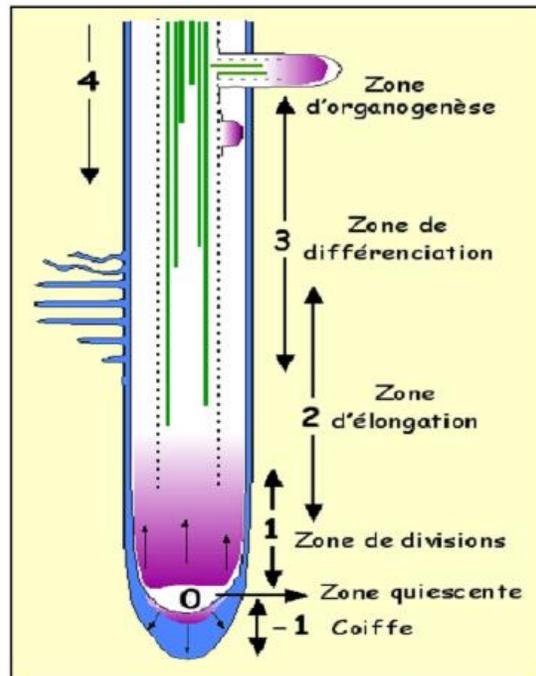
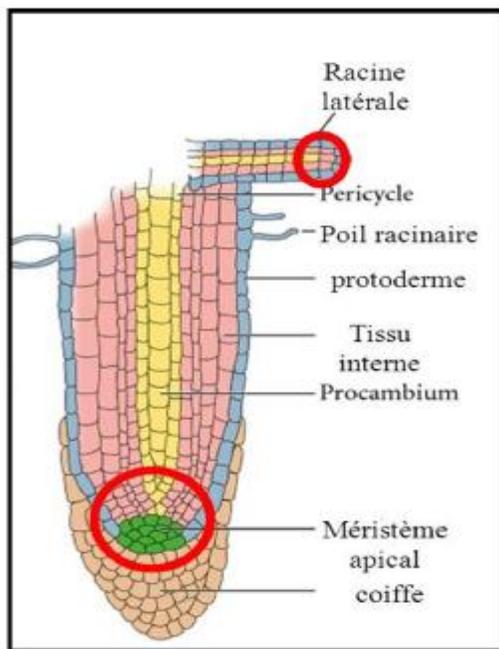


Figure 49 : Le méristème racinaire**3.1.1.2 Méristème caulinaire**

Le méristème caulinaire (de la tige) est responsable de la formation de la partie aérienne de la plante, ils donnent **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 3mm, 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 péricleines (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**.

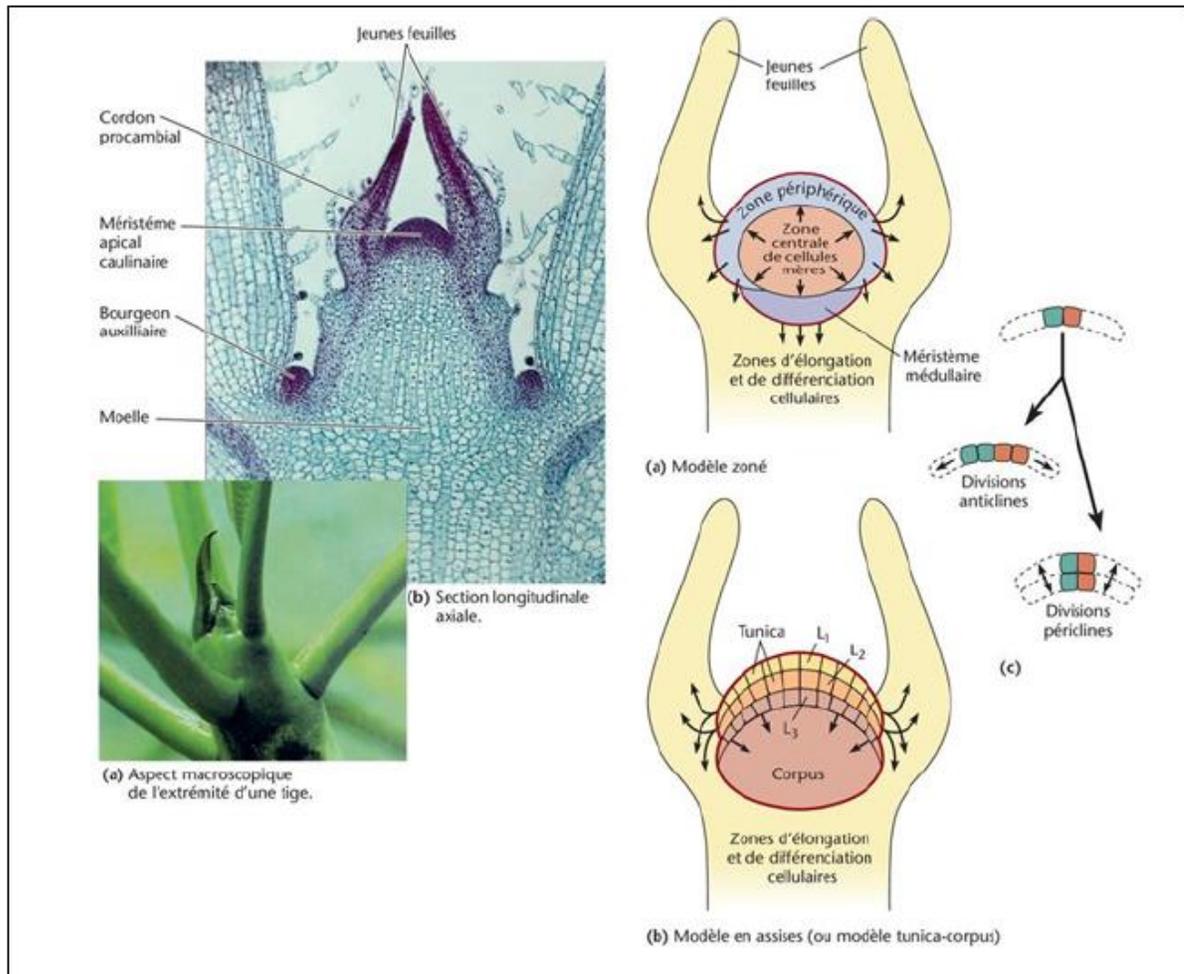


Figure 50 : Méristème apical caulinaire

3.1.1.3 Transformation du méristème apical en méristème floral

Les méristèmes caulinaires 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**

3.1.2 Tissus de protection

3.1.2.1 L'épiderme (assise épidermique)

L'épiderme est un tissu végétal superficiel formant une assise continue de cellules, elle protège

la cellule 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**.

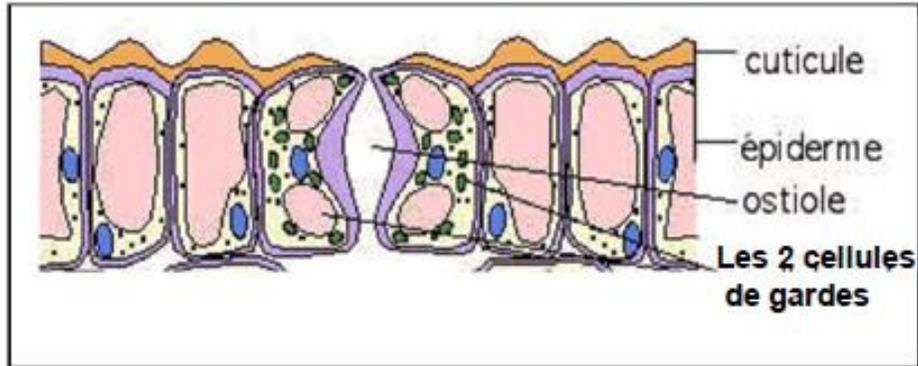


Figure 51 : Cellules épidermique d'une feuille

3.1.2.2 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.

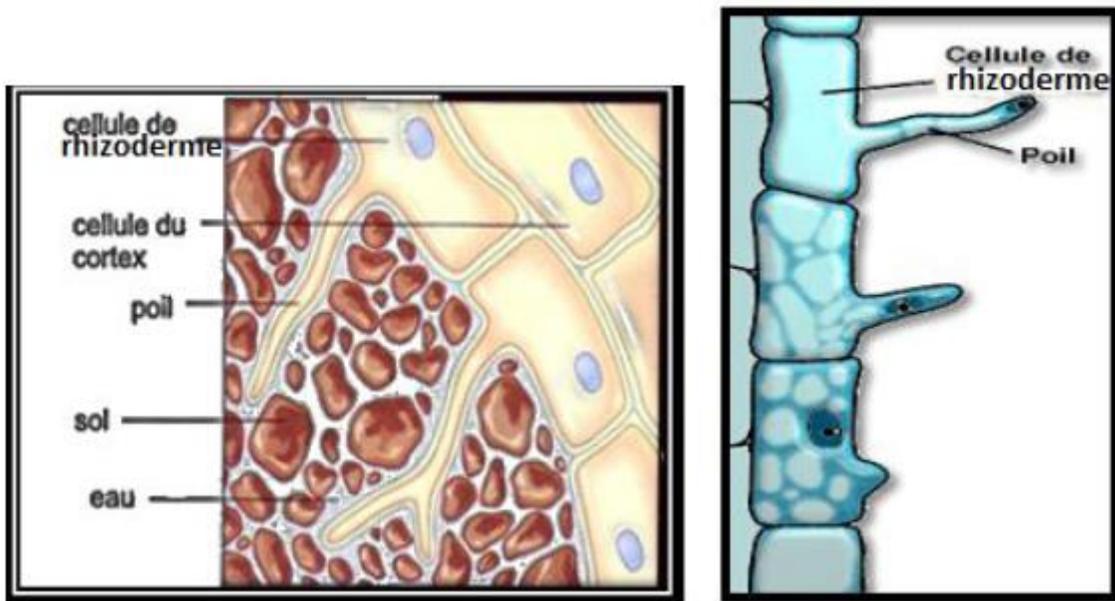


Figure 52 : Le rhizoderme

Les poils absorbant

3.1.2.3 Endoderme

C'est la partie la **plus interne d'écorce** végétale dans les jeunes tiges et les jeunes racines, constituée **d'une seule assise de cellule**.

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**.

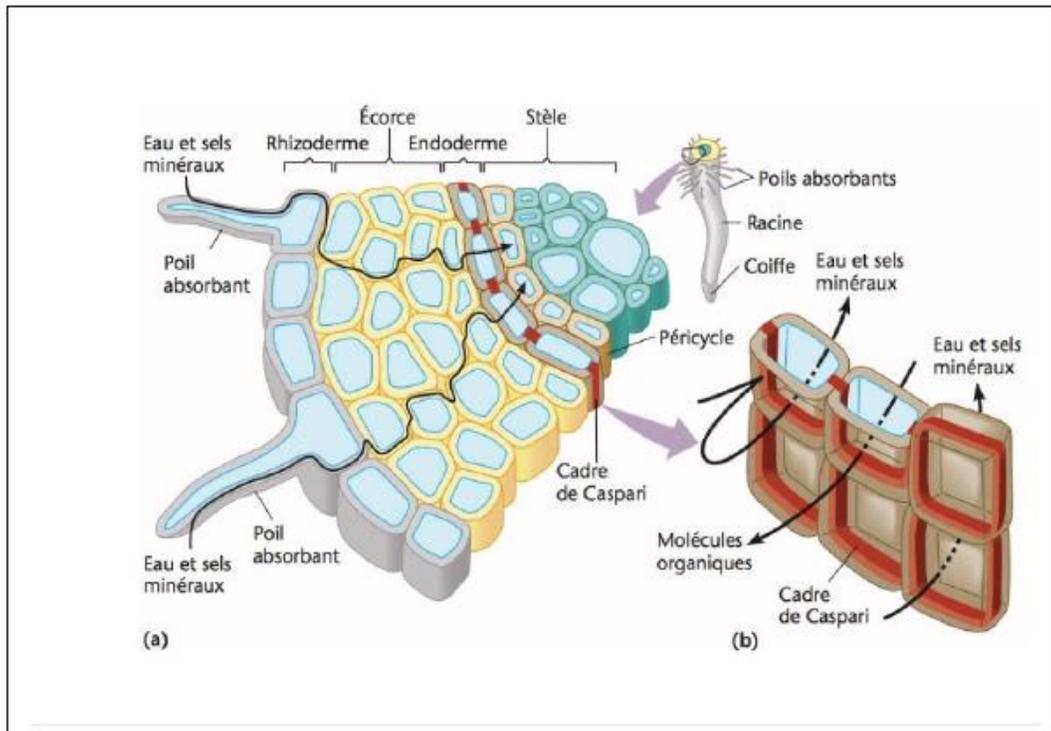


Figure 53 : Endoderme et le cadre de Caspary

3.1.3 Les Tissus de Remplissage: Les Tissu parenchymateux

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

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

On classe ces tissus d'après leurs fonctions en :

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

3.1.3.1 Parenchymes chlorophylliens (Chlorenchyme)

Ce sont des parenchymes qui se localisent dans les **feuilles** et ils renferment :

- a. **Le parenchyme chlorophyllien palissadique** : permet la photosynthèse. Les cellules contiennent de nombreux chloroplastes. Au niveau des feuilles, le parenchyme palissadique se trouve sur la face supérieure et est entouré par l'épiderme et parcouru par les nervures.
- b. **Le parenchyme chlorophyllien lacuneux** : se trouve en général sur la face foliaire inférieure, avec un nombre réduit de chloroplastes, il participe aux échanges gazeux par les stomates.

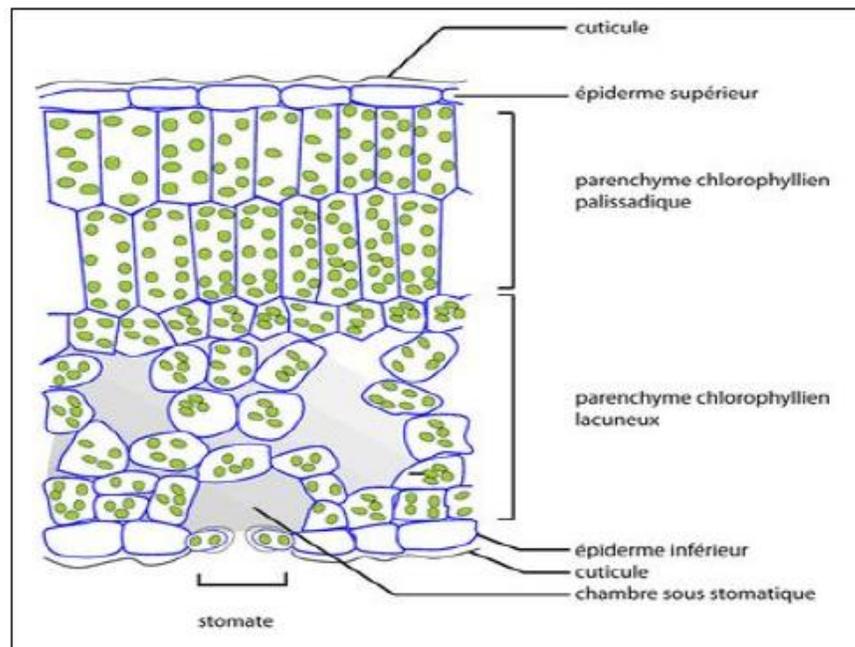


Figure 54 : parenchyme chlorophyllien et le parenchyme lacuneux sur la feuille

3.1.3.2 Les parenchymes de réserve

- a. **Le parenchyme de réserves nutritives** : il se trouve à l'intérieur des **tiges** ou des **racines**, des **fruits** et des **graines**, il est constitué de cellules vivantes pour former des tissus de

- réserve. Ces réserves peuvent être sous forme de glucides (betterave à sucre), d'amidon (pomme de terre), de lipides (graines d'arachide) et de protides (graines de céréales).
- b. **Le parenchyme aquifère** : constitué de cellules volumineuses, pourvues d'une vacuole très développée. Il est abondant dans les tiges ou les feuilles des plantes **grasses** où il constitue une réserve d'eau.
- c. **Le parenchyme aërifère** est un type de tissu lacuneux où les lacunes emprisonnent de l'air. On les rencontre chez les plantes **aquatiques**.

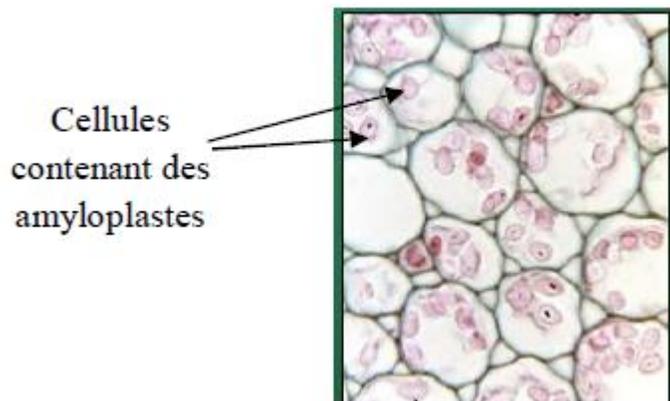


Figure 55 : Parenchyme de réserves nutritives (amidon)

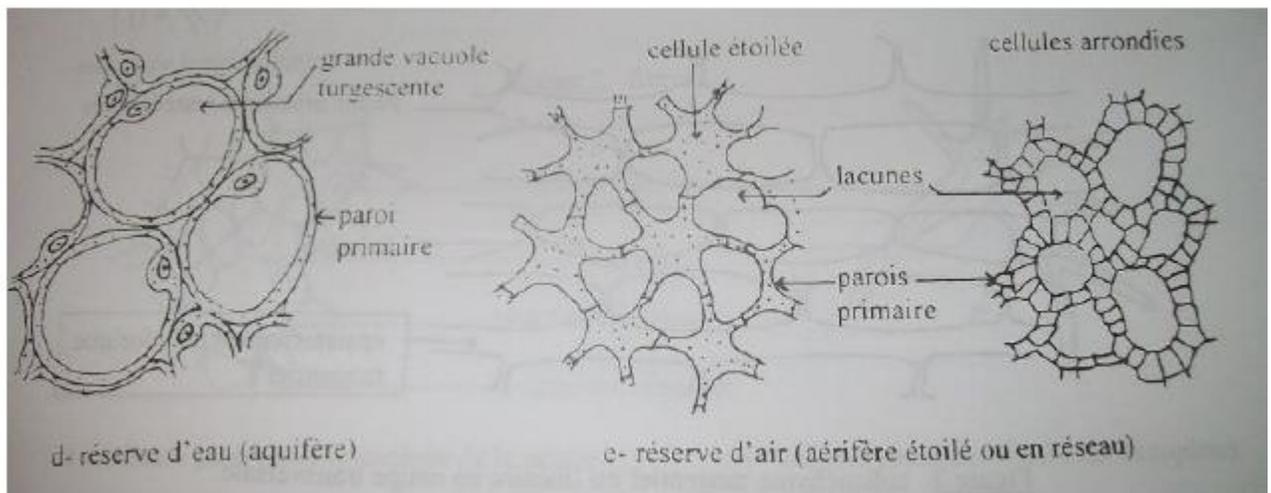


Figure 56 : Parenchyme aërifère et aquifère

3.1.4 Tissus de Soutien

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

3.1.4.1 Le collenchyme

C'est un tissu primaire qui se trouve sous l'épiderme, situé dans la périphérie des parties aériennes des organes jeunes en croissance (tiges et pétioles), constitué de cellules vivantes aux parois cellululose qui permettent à la plante de continuer à croître dans la zone considérée, pas de paroi secondaire.

En fonction de l'épaississement de la paroi, On distingue :

- a. **Le collenchyme annulaire** : les dépôts de la cellulose de la paroi sont uniformes.
- b. **Le collenchyme angulaire** : l'épaississement cellulose est concentré sur les angles de la paroi.
- c. **Le collenchyme tangentiel ou lamellaire** : où seules les parois tangentielles, c'est-à-dire parallèles à la surface externe, sont épaissies.

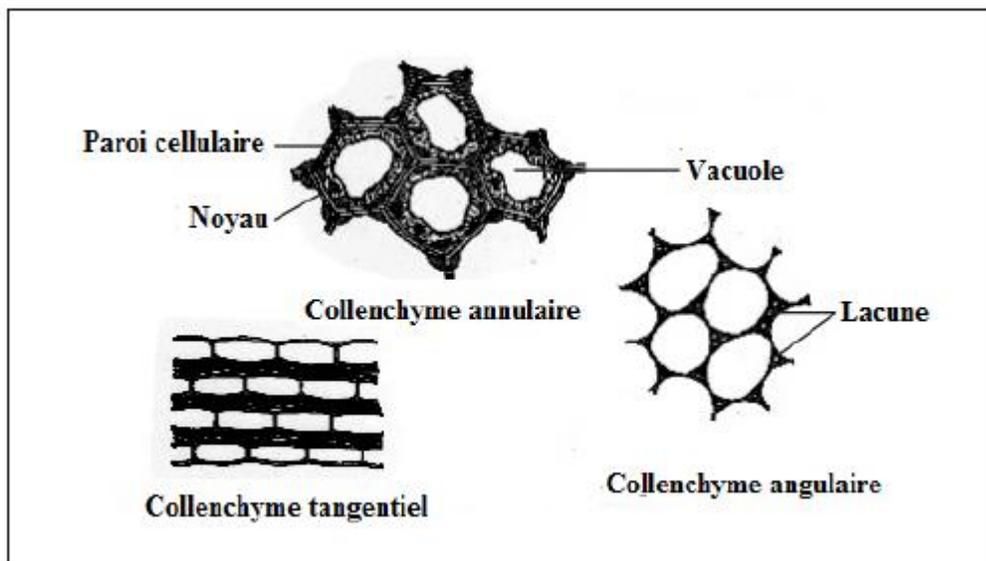


Figure 57 : Différents types de collenchyme

3.1.4.2 Le sclérenchyme

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

Les cellules du sclérenchyme sont souvent regroupées en faisceaux formant des **fibres végétales**.

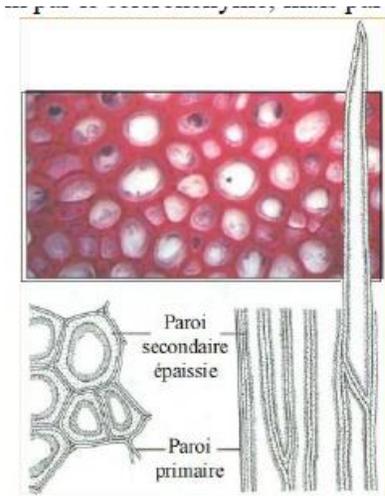


Figure 58 : Sclérenchyme

3.1..5 Les Tissus Conducteurs

Les tissus conducteurs permettent le transport de l'eau et des autres éléments absorbés ainsi que les différents produits de la photosynthèse vers toutes les parties de la plante.

Les cellules du tissu conducteur sont de longues cellules mises bout à bout formant ainsi de longues colonnes.

Ces cellules permettent le passage de la sève dans tout l'organisme végétal. Il existe 2 types de vaisseaux conducteurs : **le phloème** et **le xylème**.

Un vaisseau : tube distribuant la sève dans les diverses parties d'une plante.

Un faisceau : ensemble de tube fins et allongés, liées

Un faisceau criblovasculaire : est l'ensemble du xylème et du phloème.

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

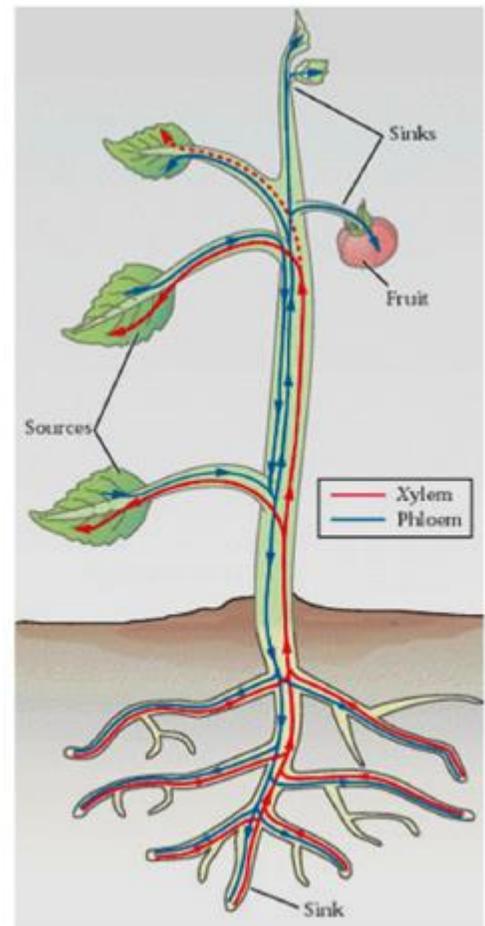


Figure 59 : sens de la sève dans le xylème et le phloème

3.5.1 Le xylème

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

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

Le xylème présente deux types de cellules :

- Les trachées**, sont constituées de cellules mortes, assez **larges et plus courtes** que celles des trachéides. Leurs extrémités sont ouvertes et la sève y circule **verticalement**.
- Les trachéides**, sont constituées de cellules allongées et parallèles, leurs extrémités sont en biseau, possédant une paroi transversale ce qui provoque une circulation **en zigzag**.

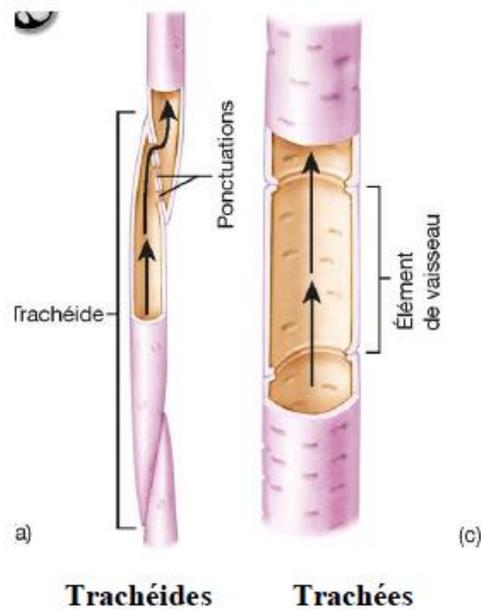
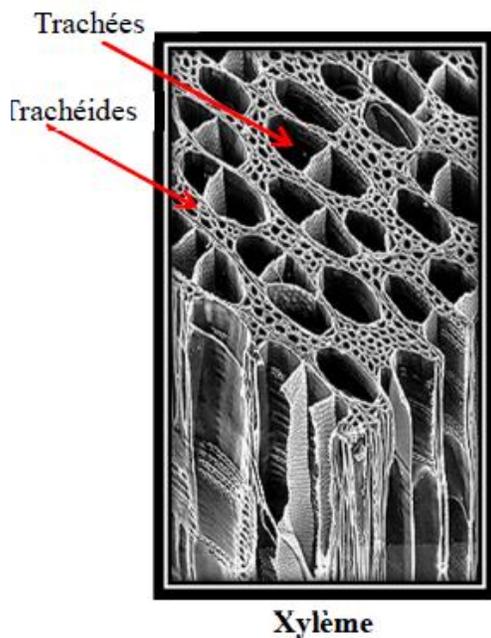
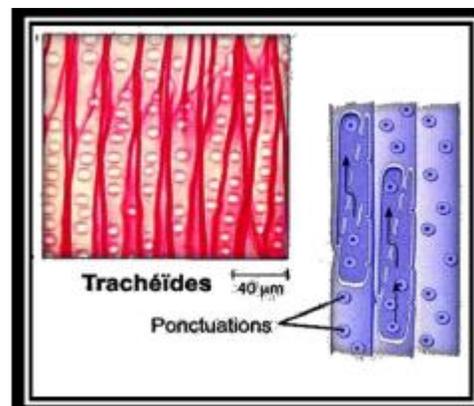
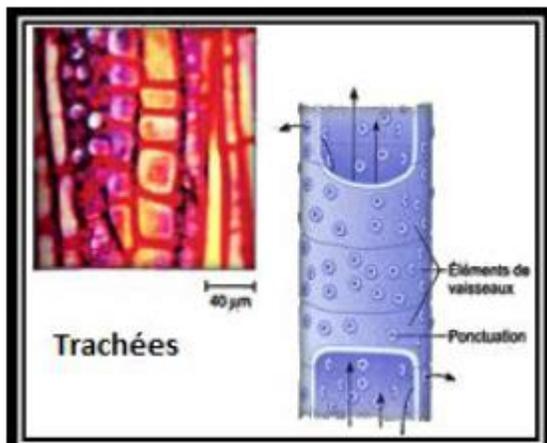


Figure 60 : Les éléments du xylème

3.5.2 Le phloème

Il assure essentiellement la circulation de la **sève élaborée**, le phloème est constitué de cellules **vivantes** appelées ; les tubes criblés et les cellules compagnes.

- a. **Les tubes criblés** : cellules vivantes sans noyau, allongées dans le sens longitudinal placées bout à bout, à parois pectocellulosiques épaisses. Les parois transversales sont criblées de pores appelés cribles, permettant le transit de la sève.
- b. **Les cellules compagnes** : ce sont des cellules vivantes avec noyau, étroites allongées le long du tube criblé, parois cellulosiques non criblées qui participent au contrôle de la circulation de la sève dans les tubes criblés.

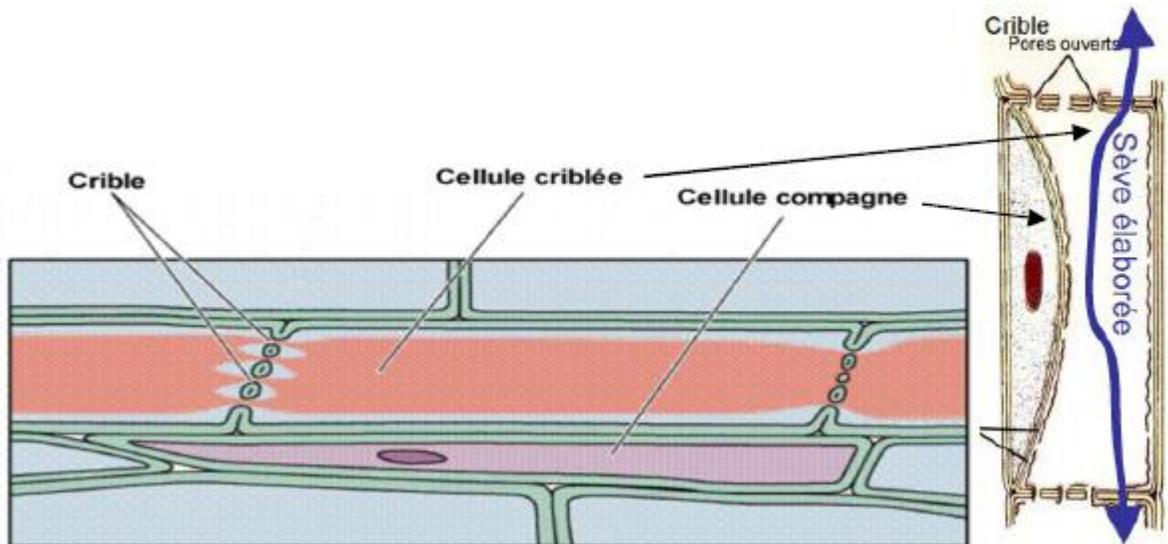


Figure 61: Les éléments du phloème

3.1.6 Tissus sécréteurs

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

Certaines cellules isolées dans le parenchyme ou groupées en poches ou en tubes synthétisent des substances.

Elles peuvent soit stocker les produits, soit les sécréter dans des organes végétaux, comme les

essences volatiles, qui produisent les parfums de certaines plantes (pétales de rose, thym, romarin, etc.)



Figure 62: Poil épidermique de la sauge Figure 63: Poil épidermique de l'ortie

3.2 Les méristèmes secondaires

3.2.1 Les tissus secondaires

Les méristèmes secondaires n'existent que chez les **Gymnospermes** et le **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)**.

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

A. La zone génératrice libéro-ligneuse, ou cambium :

- * se localise entre le xylème et le phloème,
- * il est responsable de la formation des **tissus conducteurs secondaires**,
- * il présente une activité mitotique orientée dans le sens radial
- * responsable de la formation du xylème secondaire (**le bois**) vers **l'intérieur**
- * et de la du phloème secondaire (**le liber**) vers **l'extérieur**
- * Le cambium est composé d'une seule assise de cellules, sous la forme d'un cylindre appelé parfois « **anneau cambial** »,
- * Un anneau complet est issu de la **fusion** cellules de **cambium interfasciculaire** et des cellules du **cambium intrafasciculaire**.

B. La zone génératrice subéro-phéllodermique, ou phellogène,

- * responsable de la formation des **tissus protecteurs secondaires**,
- * il se trouve dans l'écorce,
- * il est responsable de l'apparition du liège (**suber**) vers l'extérieur
- * et du **phelloderme** vers l'intérieur.

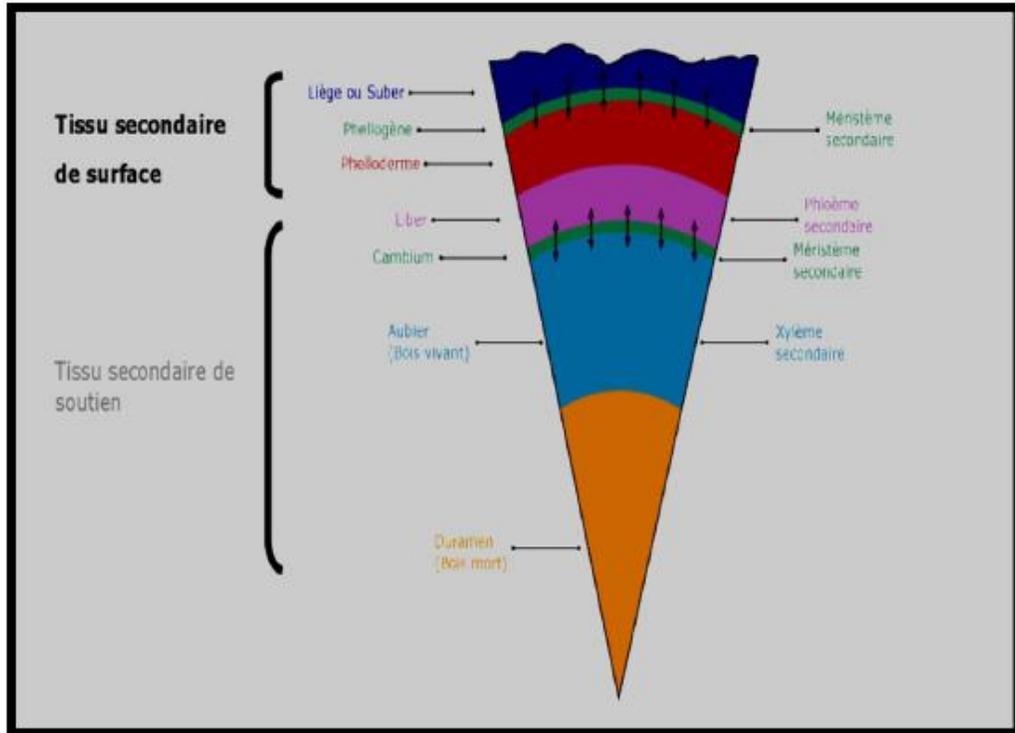


Figure63 : l'emplacement des tissus secondaires

➤ Les tissus conducteurs secondaires

Chez les plantes ligneuses, entre le xylème primaire et le phloème primaire, se met en place une zone de cellules peu différenciées à divisions actives. Cette zone génératrice appelée cambium libéroligneux produit le **xylème secondaire** (le bois, d'où le qualificatif ligneux) et le **phloème secondaire** (ou liber).

Ces tissus secondaires vont se développer et permettre la croissance en épaisseur du végétal.

➤ Les tissus protecteurs secondaires

Ils proviennent du phellogène (=assise subérophellodermique), il produit le liège (suber) vers

l'extérieur et le phelloderme vers l'intérieur.

Le suber

Le suber (ou liège) est le deuxième tissu de remplacement des cellules épidermiques ; il peut également remplacer l'assise pilifère. En effet le suber n'est jamais présent dès le départ, mais apparaît au niveau d'organe subissant une croissance en épaisseur ; sur les tiges et les racines.

La formation du suber nécessite la subérification des cellules qui le constitue, (la cellulose s'imprègne de subérine ceci induisant leur mort).

➤ **Le périderme**

L'épiderme disparaît quand les tissus secondaires apparaissent. Il y a donc un nouveau tissu de surface = le périderme.

Le périderme se compose de 3 parties (**le phelloderme + le phellogène + le liège**)

Tout d'abord, le phellogène apparaît. C'est le lieu de naissance des tissus secondaires qui remplaceront les tissus épidermiques de la croissance primaire. Le phellogène se développe vers les deux sens :

vers l'**extérieur** pour donner **le liège** et vers l'**intérieur** pour donner **le phelloderme**.