

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Des Frères Mentouri Constantine
Faculté des sciences de la nature et de la vie



COURS DE BIOLOGIE VEGETALE

1^{ère} Année LMD

Conçu et préparé

Par

Mme BOUZID Salha

SOMMAIRE

Chapitre 1 : L'organisation cellulaire des végétaux.....	3
La classification des végétaux.....	3
Particularités de la cellule végétale.....	5
Chapitre 2 : les différents types des tissus végétaux.....	7
Les tissus primaires.....	7
Les tissus secondaires.....	18
Chapitre 3 : Anatomie des organes végétaux.....	21
La racine	22
La tige	29
La feuille.....	35
Chapitre 4 : Morphologie des organes végétaux.....	38
La racine	38
La tige	41
La feuille.....	46
La fleur.....	53
Le fruit.....	60
La graine.....	66
Chapitre 5 : La reproduction chez les angiospermes	67
La gamétogenèse.....	68
La mégagamétogenèse.....	68
La microgamétogenèse.....	72
La Fécondation.....	75
Le cycle de développement des Angiospermes.....	79

CHAPITRE 1 : L'ORGANISATION CELLULAIRE DES VEGETAUX

Introduction

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

1^{ère} partie : La classification des végétaux

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

1. Les Thallophytes

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

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

2. Les Cormophytes

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

Les cormophytes sont divisées en plusieurs embranchements :

1^{er} Embranchement: Bryophytes

C'est à dire, les mousses.

La plante est formée de sortes de "tiges" et de "feuilles", par contre il n'y a pas de racines et pas de tissus conducteurs.

2^{ème} Embranchement: Ptéridophytes

C'est les fougères.

Le système racinaire et l'appareil conducteur apparaissent mais il n'y a pas de fleurs et il n'y a pas de graines.

3^{ème} Embranchement: Préspermaphytes (Préphanérogames)

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

4^{ème} Embranchement: Spermaphytes (Phanérogames)

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

1. Gymnospermes:

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

2. Chlamydospermes:

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

3. Angiospermes:

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

2^{ème} partie : Particularités de la cellule végétale

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

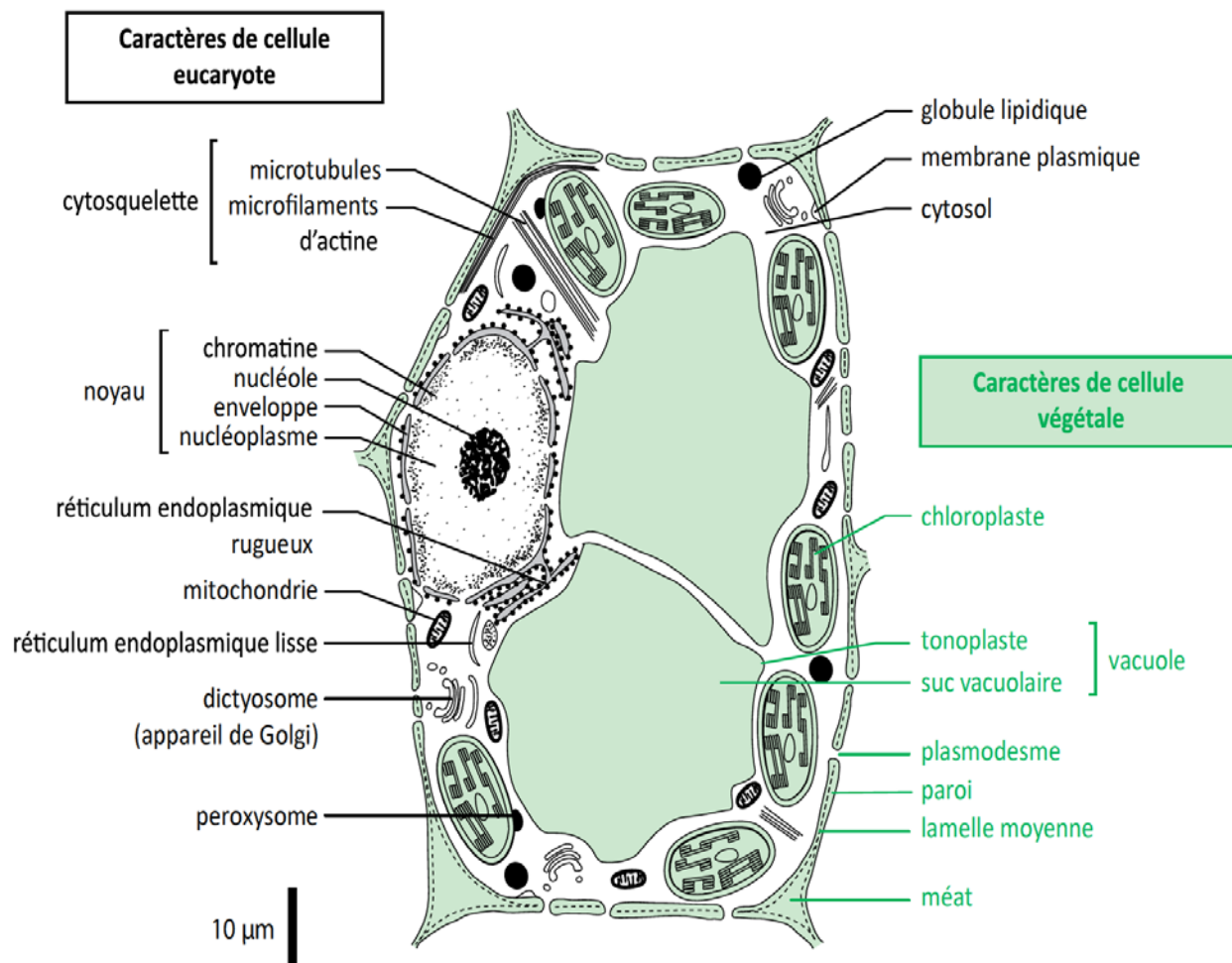


Figure 1 : Représentation schématique d'une cellule végétale eucaryote

1. Les membranes cellulaires

Les constituants les plus importants des membranes sont des lipides et des protéines. Une membrane est formée d'une bicouche de phosphoglycérolipides et de cholestérol. Deux membranes sont particulièrement importantes.

a. Le plasmalemme appelé aussi membrane plasmique, possède une épaisseur de 6 à 9 nm, délimite le cytoplasme de la périphérie de la cellule grâce à une perméabilité très sélective, il joue un double rôle de protection et de contrôle des échanges entre les milieux intracellulaire et extracellulaire. Ce plasmalemme n'isole pas complètement la cellule car il existe des ponts cytoplasmiques ou des canaux qu'on appelle : **plasmodesmes**

b. Le tonoplaste qui entoure la vacuole du cytoplasme.

2. La paroi cellulaire

Une originalité du monde végétal sur le monde animal est la présence d'une paroi cellulaire située au-delà du plasmalemme. Elle assure la rigidité de la cellule sans pour autant empêcher l'eau et les solutés de la traverser pour atteindre le **plasmalemme** grâce aux **plasmodesmes**. 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% protéines. Les trois groupes de glucides qui constituent les parois cellulaires végétales sont : la pectine, l'hémicellulose et la cellulose. Ce sont les constituants **permanents** de la paroi cellulaire.

- **La lamelle moyenne** (mitoyenne) est la partie **la plus externe** de la paroi cellulaire, elle est de nature pectique et produite pendant la division cellulaire, elle constitue le ciment assurant la jonction entre les cellules.
- **La paroi primaire** existe seule dans les cellules juvéniles et indifférenciées formée d'un réseau de microfibrilles de cellulose et hémicellulose, elle est **flexible et extensible** ce qui permet la croissance cellulaire. Elle se dépose entre la lamelle moyenne et la membrane plasmique.
- **La paroi secondaire** est formée lors 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).

3. Les vacuoles

Les cellules végétales différenciées sont caractérisées par **de grandes vacuoles centrales**. Elles occupent généralement plus de 40 % du volume cellulaire total et finissent par repousser tout le contenu cellulaire contre la paroi. Chaque vacuole est entourée d'une membrane vacuolaire, **le tonoplaste**, elles peuvent stocker de l'eau, des éléments minéraux, des substances organiques et des pigments (Ex : Anthocyanes). Les vacuoles jouent également un rôle de régulation des fonctions physiologiques (pH, concentration ionique, pression osmotique).

4. Les plastes

Ce sont des organites intracellulaires ovoïdes ou sphériques de quelques microns de long, délimités par **une double membrane**, dérivent des **proplastés**. Certains plastes synthétisent de nouvelles molécules, alors que d'autres les emmagasinent.

4.1. Les chloroplastes

Le chloroplaste est limité par une double membrane. L'externe est continue, tandis que l'interne présente parfois des invaginations dans le stroma. Les chloroplastes contiennent de la chlorophylle indispensable pour la **photosynthèse**. En coupe longitudinale on observe d'abord une organisation avec des grana comprenant chacun des disques granaires (ou saccules ou thylacoïdes). Ces grana, qui peuvent être constitués de 2 à 100 disques, sont reliés les uns aux autres par des lamelles stromatiques dont l'ensemble forme un réseau continu. Le stroma contient aussi des ribosomes ainsi que de l'ADN circulaire.

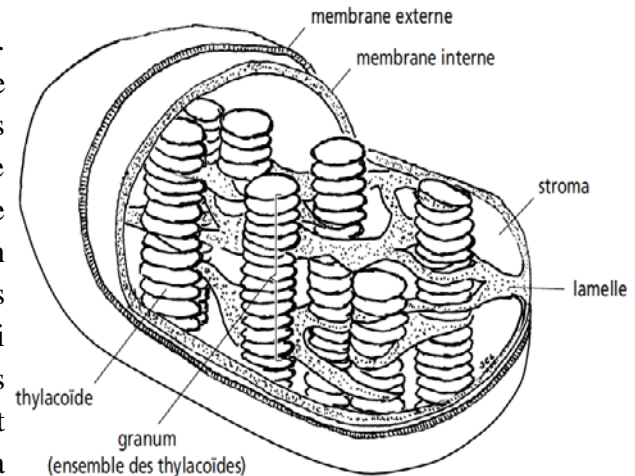


Figure 2 : Représentation schématique d'un chloroplaste

4.2. Les chromoplastes

Certains plastes contiennent d'autres pigments que la chlorophylle comme des **carotènes** (pigments jaunes et orangés) ou de **la xanthophylle**, (pigment jaune pâle). Ils se trouvent dans les cellules de plusieurs fruits colorés, comme les tomates ou des fleurs, comme les roses rouges.

4.3. Les amyloplastes

Dans les cellules des organes de réserves, les dépôts d'amidon s'effectuent dans les amyloplastes. Ce sont des plastes contenant très peu de membranes internes mais de nombreux grains d'amidon. Le développement de plusieurs grains peut entraîner l'éclatement de l'enveloppe, l'ensemble est alors libéré dans le cytosol. Ex : la pomme de terre, *Solanum tuberosum* L.

5. Les cytosomes

Les cytosomes appelés aussi « microbodies », sont des organites cellulaires sphériques, limités par une membrane simple. L'intérieur contient un certain nombre d'enzymes :

- a- **Les lysosomes**, contiennent des enzymes lytiques qui coupent de nombreuses macromolécules comme les polysaccharides et les acides nucléiques.
- b- **Les glyoxysomes**, ce sont des organites cellulaires qui, en collaboration avec les mitochondries, assurent la transformation des lipides de réserve en glucides.
- c- **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 2 : LES DIFFERENTS TYPES DES TISSUS VEGETAUX

Introduction

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

Les tissus végétaux sont le sujet d'étude de l'histologie végétale.

1^{ère} partie : Les tissus primaires

1. Les Méristèmes Primaires

Le méristème est un tissu végétal composé d'un groupe de cellules indifférenciées, à activité mitotique importante, responsables de la croissance indéfinie de la plante. Les méristèmes se présentent sous différentes formes, en différents lieux de la plante et ont des fonctions variées.

L'embryon d'une plante Angiosperme comporte déjà les ébauches des futurs méristèmes caulinaires (des tiges) et racinaires qui se trouvent respectivement au niveau de la gemmule et de la radicule.

Selon leur origine, on distingue les méristèmes primaires et secondaires.

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

Les cellules des méristèmes primaires se localisent sur l'extrémité des tiges et des racines sont petites, isodiamétriques, le noyau est sphérique, volumineux, très riche en chromatine, les vacuoles sont nombreuses et très petites et des plastes non différenciés, proplastés.

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

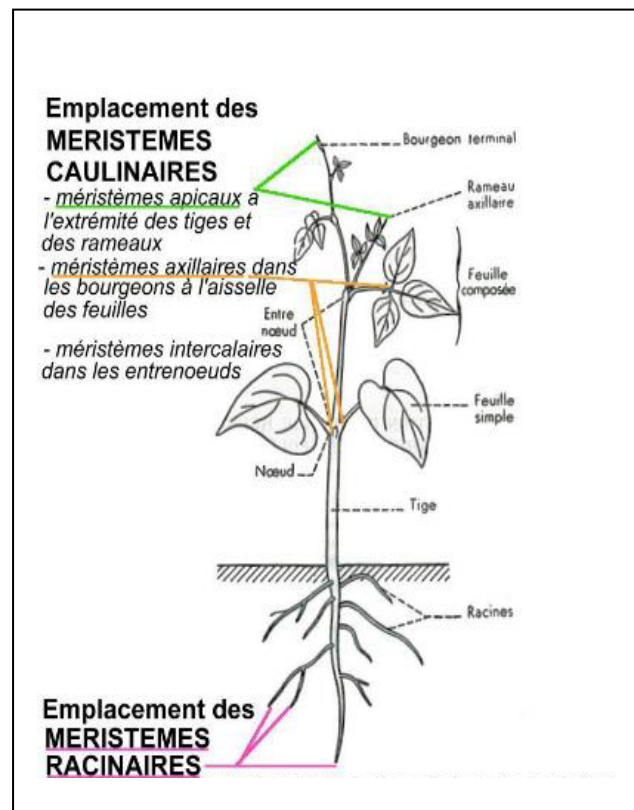


Figure 01 : Emplacement des méristèmes

1.1. Le 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.

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

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

1-Une zone axiale, Za, avec deux couches superficielles, les **tunicas** T1 et T2 et le **corpus** C. L'assise superficielle, tunica (T1), tout autour du méristème se distingue par ses divisions strictement anticlines (cloisons perpendiculaires à la surface), elle est à l'origine de l'épiderme. La tunica T2, initie les feuilles par cloisonnement et le corpus, C, sous-jacent situé au dessous donne les tissus centraux de la tige et des feuilles. Dans cette couche, les mitoses s'effectuent dans tous les sens.

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

3.Un méristème médullaire, Mm, aux mitoses peu fréquentes formant des files empilées de cellules à l'origine de la moelle centrale, M.

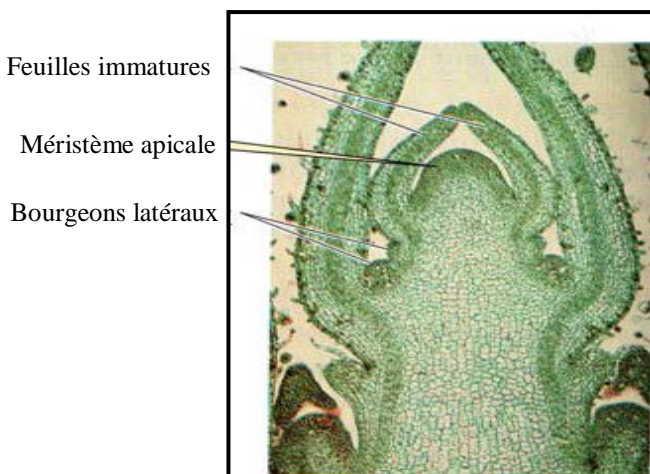


Figure 02: Le méristème caulinaire

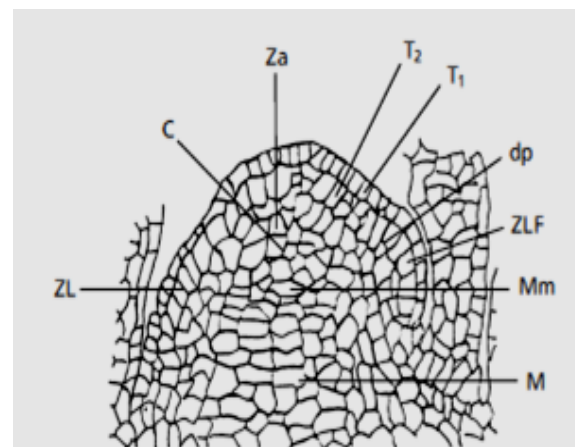


Figure 03: La zonation du méristème végétatif caulinaire

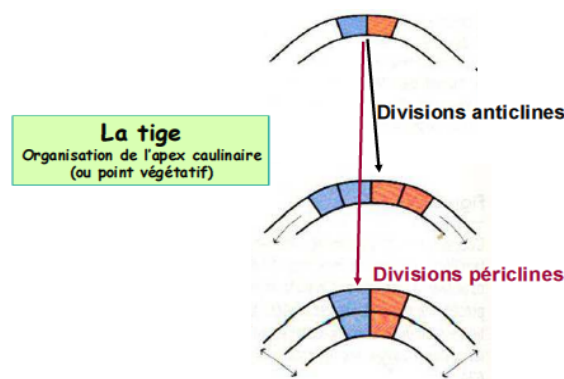


Figure 04: Le sens de division des cellules du méristème caulinaire

❖ La transformation du méristème apical en méristème floral

Sous l'action de processus qui pourraient être liés à deux protéines sensibles à la lumière, un phytochrome et un cryptochrome, le méristème caulinaire se transforme soit en méristème floral, à l'origine d'une fleur unique, soit en méristème d'inflorescence, qui à son tour produira des méristèmes floraux. Ce changement s'accompagne de modifications exceptionnelles.

Un système à **croissance indéfini** comme le méristème apical, **devient défini**, puisque, une fois la morphogenèse florale terminée, le méristème cesse toute activité et disparaît à la chute des fleurs ou des fruits.

Ces transformations correspondent à un ralentissement d'activité de la zone latérale (ZL) qui pourtant donnera les sépales, premières pièces florales apparaissant, tandis que le corpus prolifère abondamment en i mettant en place ce qui deviendra le réceptacle floral. La tunica T2 sera à l'origine des pièces florales reproductrices d'où son nom de **proméristème sporogène**.

1.2. Le méristème racinaire

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

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

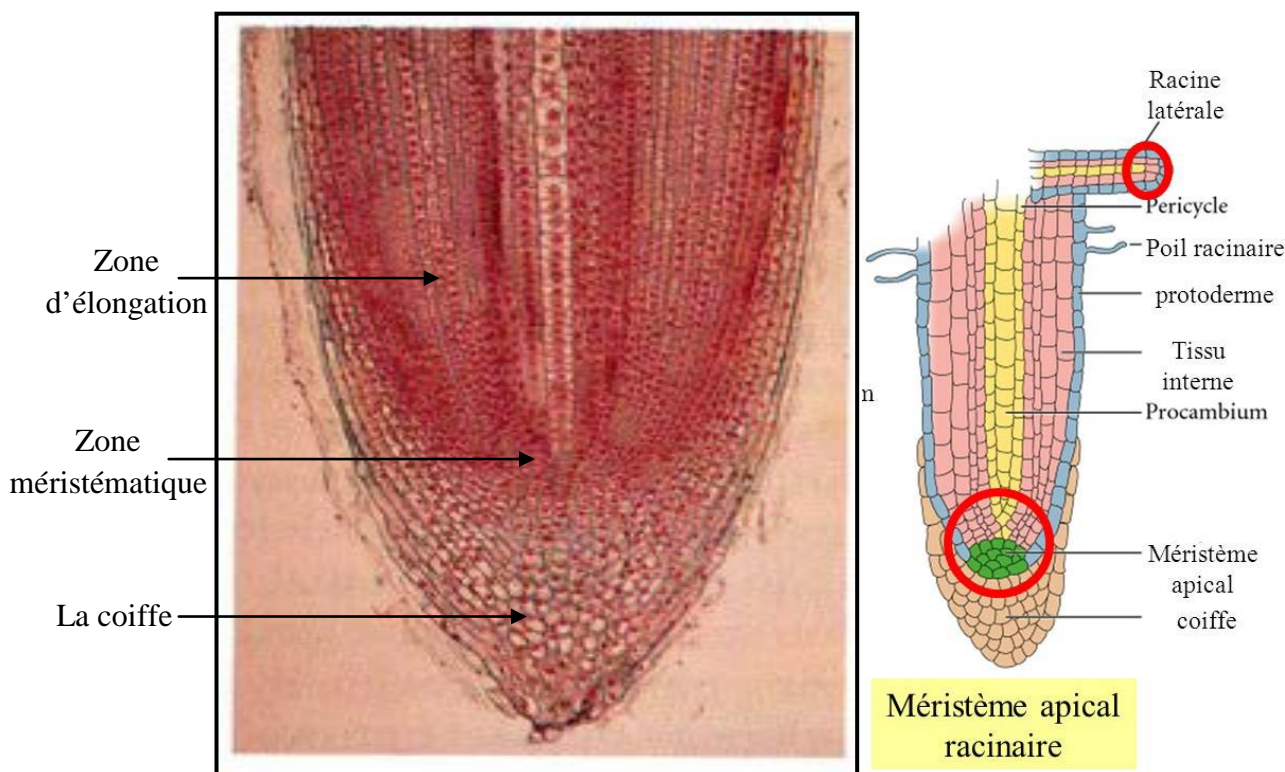


Figure 05: Le méristème racinaire

2. Les Tissus Protecteurs

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

2.1. L'épiderme

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

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

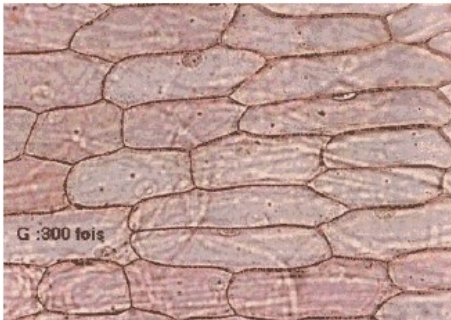


Figure 06: Les cellules de l'épiderme du bulbe d'ognon

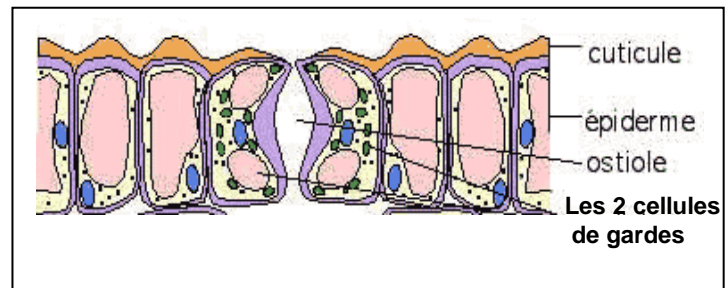


Figure 07: Les cellules de l'épiderme d'une feuille

2.2. Le rhizoderme ou l'assise pilifère

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

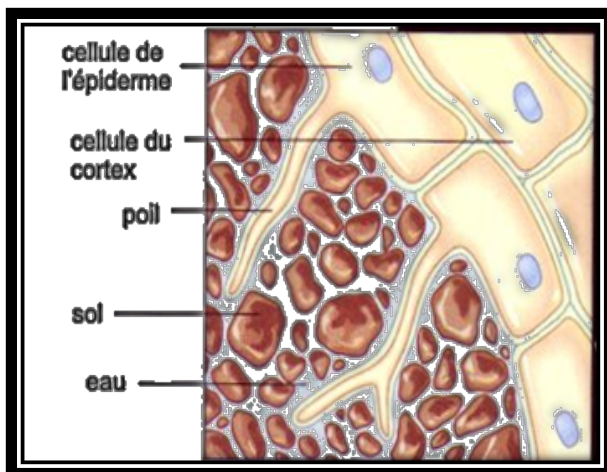


Figure 08: Le rhizoderme

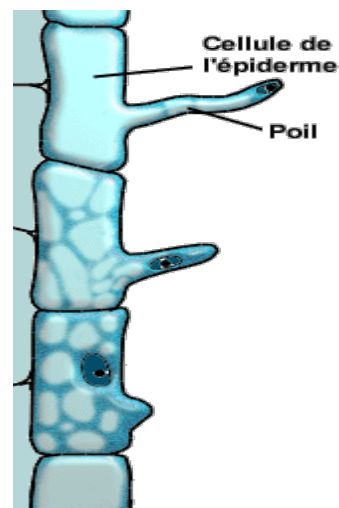


Figure 09: Les poils absorbant sur le rhizoderme

2.3. L'endoderme

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

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

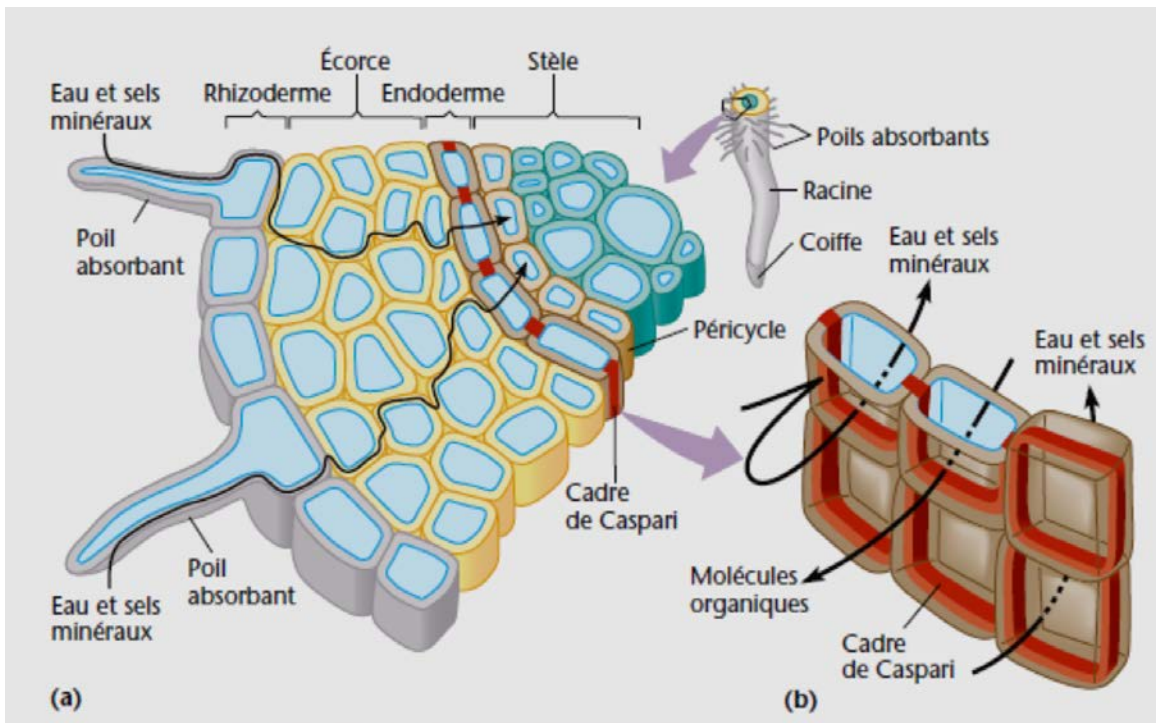


Figure 10: L'endoderme

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

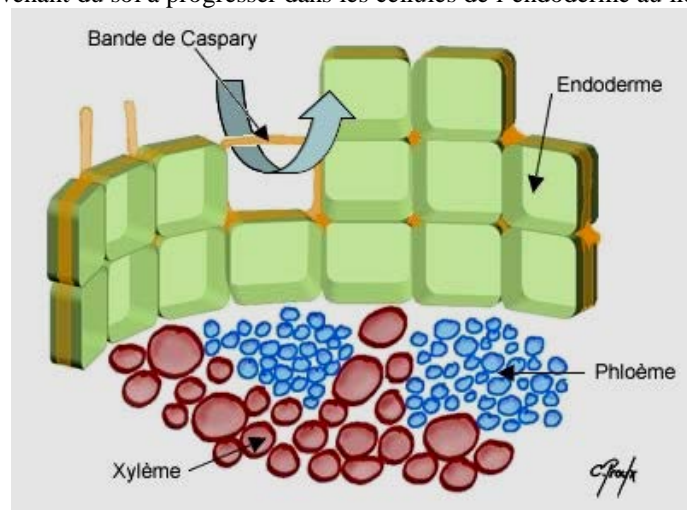


Figure 11: La bande de Caspary dans l'endoderme

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, dans la feuille ils se trouvent dans le mésophylle et se trouvent dans la chaire des fruits.

3.1. Les parenchymes chlorophylliens ou chlorenchymes

Les *feuilles* renferment principalement :

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

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

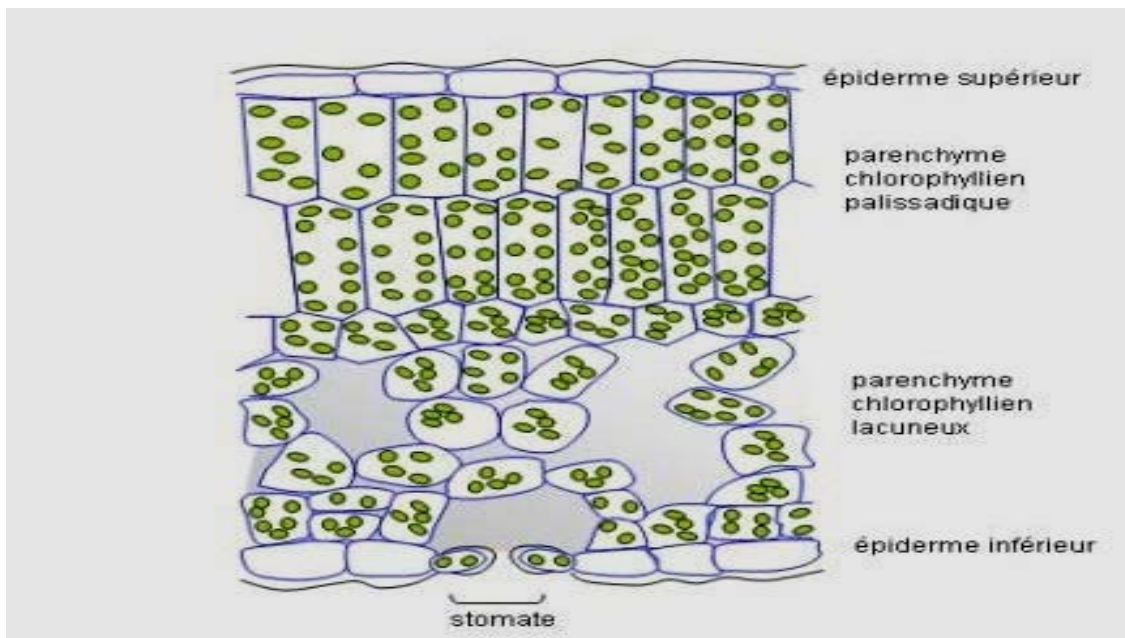


Figure 12: le parenchyme chlorophyllien et le parenchyme lacuneux dans la feuille

3.2. Les parenchymes de réserve

A l'intérieur des *tiges* ou des *racines*, on trouve des **parenchymes de réserve** qui se déclinent sous diverses formes (amidon chez la pomme de terre, etc.). Le parenchyme de réserve constitué de cellules vivantes que l'on trouve dans les racines, les tiges souterraines, les fruits, et les graines. Ces réserves sont utilisées pour entretenir les tissus de la plante. Elles 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.), il joue un rôle aussi dans la régénération des tissus et la cicatrisation des blessures, on trouve parmi ces parenchymes de réserve ;

a- Le parenchyme aquifère est 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.

b- Le parenchyme aérifère est un type de tissu lacuneux où les lacunes emprisonnent de l'air. On les rencontre chez les plantes aquatiques.

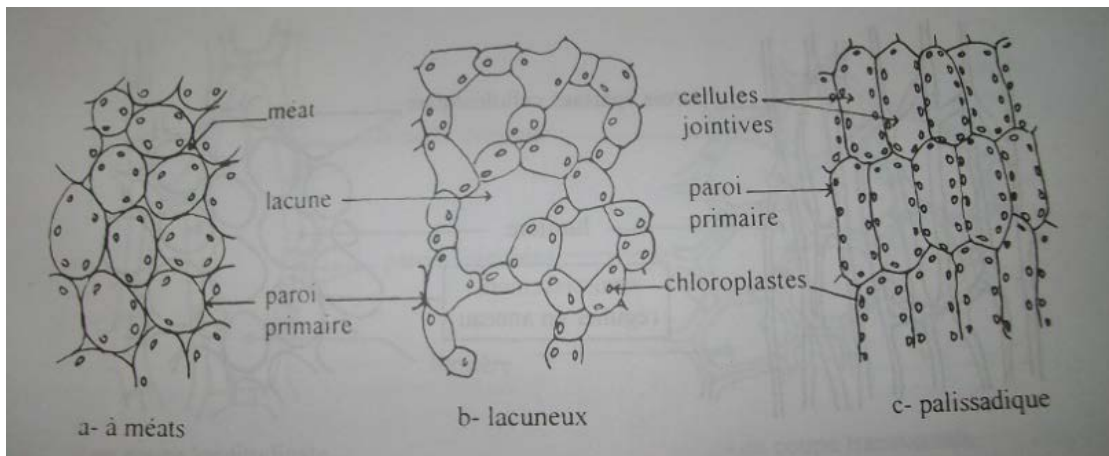


Figure 13: Parenchyme chlorophyllien, lacuneux, à méat

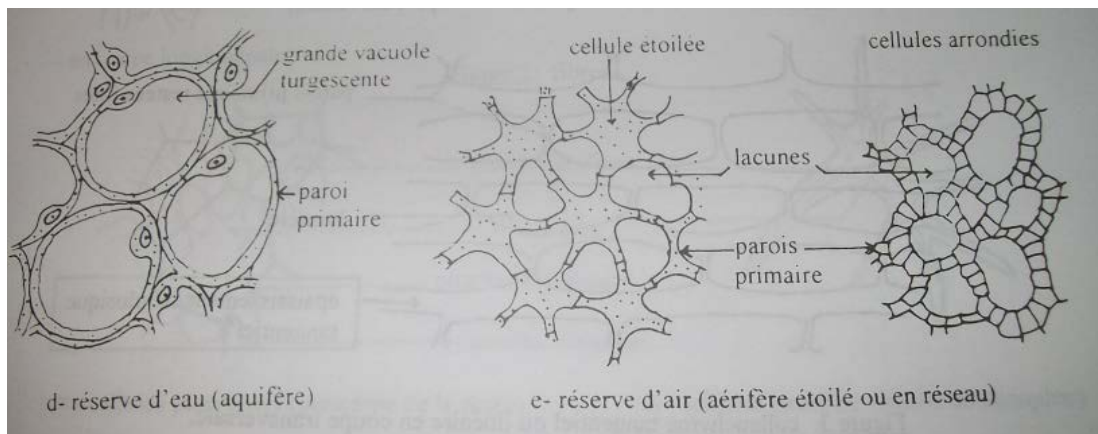


Figure 14: Parenchyme de réserve

4. Tissus de Soutien ou Tissus Mécaniques

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

4.1 Le collenchyme

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

a- le collenchyme annulaire, dont les dépôts de cellulose de la paroi sont uniformes.

b- le collenchyme angulaire, où l'épaississement cellulosique est concentré au niveau des 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. Ce type de collenchyme se retrouve dans l'écorce des tiges.

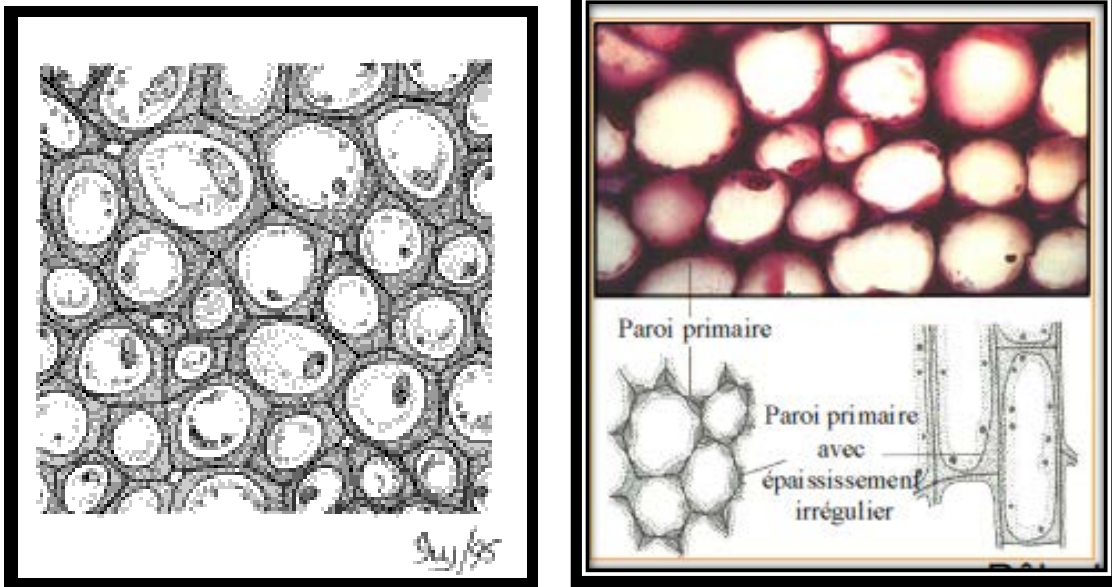


Figure 15: Le collenchyme

4.2. Le sclérenchyme

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

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

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

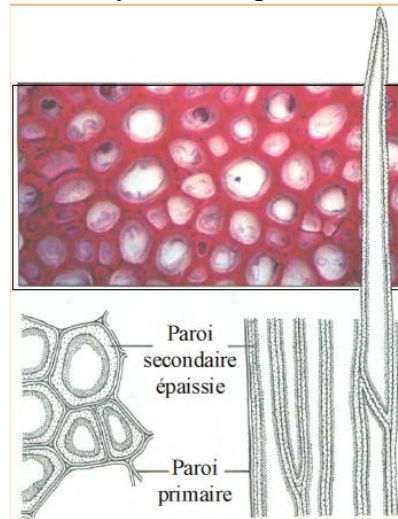


Figure 16: Le sclérenchyme

5. Les Tissus Conducteurs

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

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

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

Un faisceau : ensemble de tube fins et allongés, liées

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

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

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

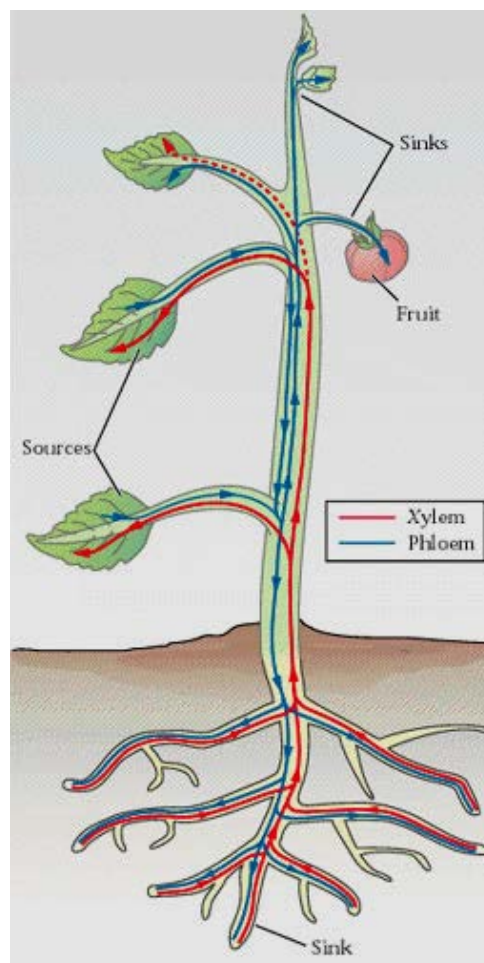


Figure 17 : le sens de la sève brute dans le xylème et la sève élaborée dans le phloème

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 conductrices de sève :

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

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

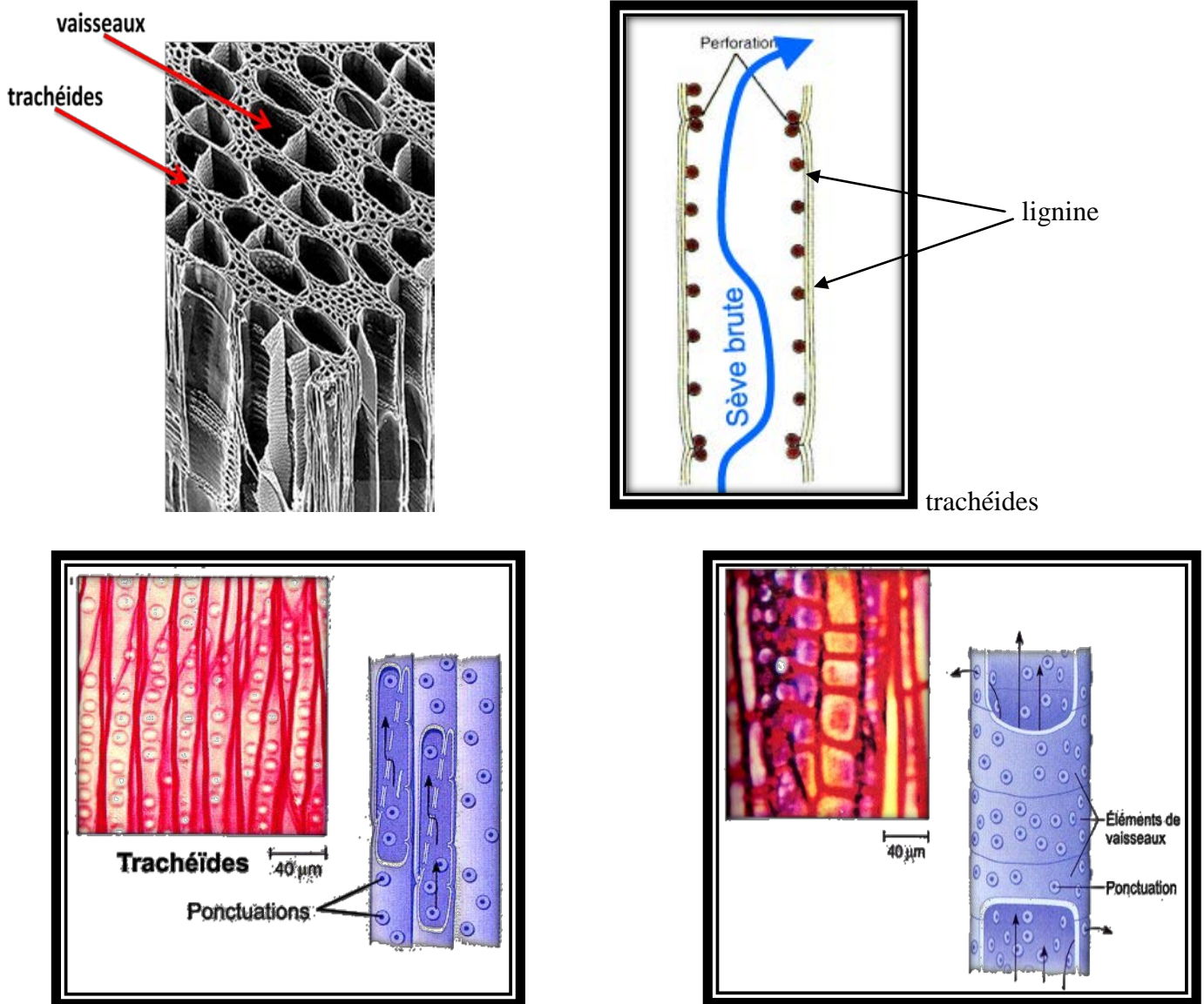


Figure 18 : Les éléments du Xylème

5.2. Le phloème

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

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

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

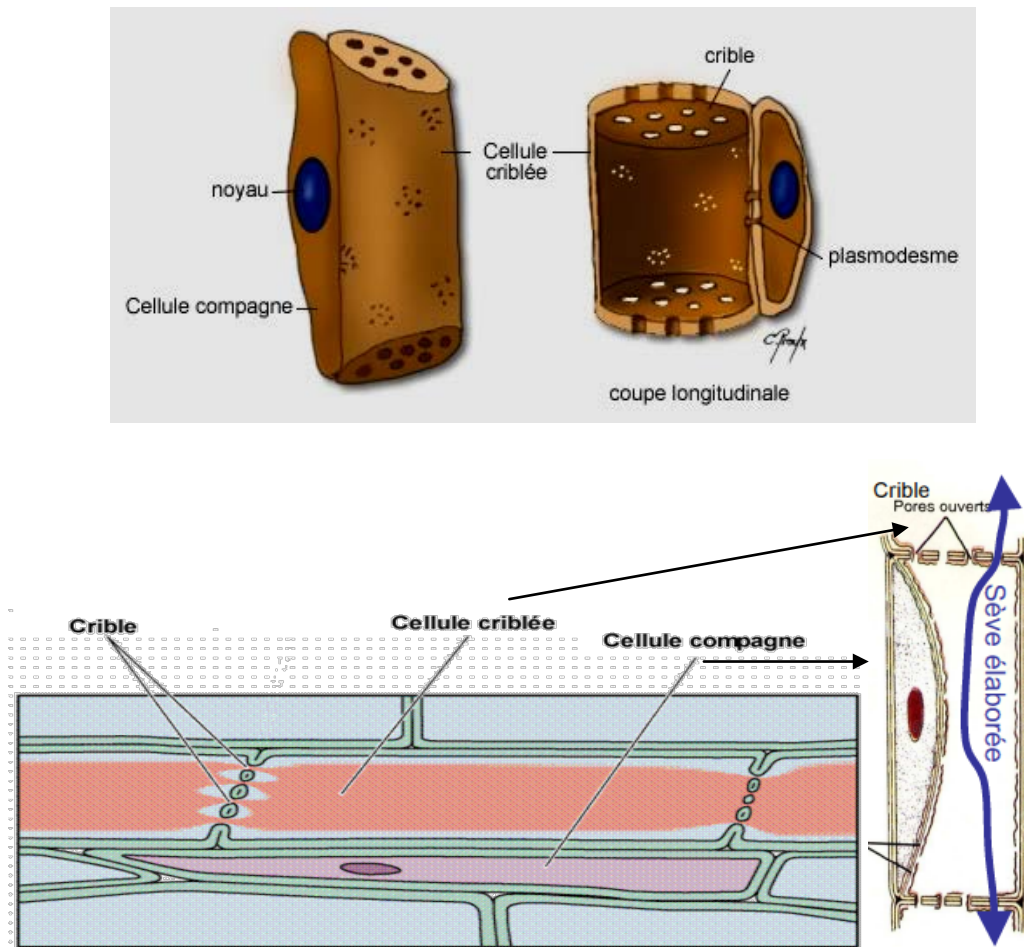


Figure 19 : Les éléments du phloème

6. Les tissus sécréteurs

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

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



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

(b) : Poil épidermique de l'ortie

2^{ème} partie : Les tissus secondaires

1. Les méristèmes secondaires

Les méristèmes secondaires sont à l'origine des tissus secondaires, ils sont constitués d'assises génératrices sous forme d'anneaux formés de cellules capables de se diviser rapidement, ces cellules diffèrent des cellules du méristème primaire par la forme (rectangulaire), et le contenu cellulaire ; une vacuole centrale et un noyau qui occupe une position latérale.

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

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

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

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

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

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

Tableau 1 : Caractéristiques des méristèmes secondaires

2. Les tissus conducteurs secondaires

Ces tissus secondaires vont se développer et permettre la croissance en épaisseur du végétal. Ils prennent beaucoup d'importance. Ils remplacent petit à petit le xylème et le phloème primaires, ils vont assurer le transport de la sève et auront un rôle de soutien du végétal (le tronc de l'arbre)

Ils proviennent du cambium libéroligneux (ou "cambium"), constitué de cellules courtes et de cellules longues.

2.1. Le liber

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

2.2. Le bois

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

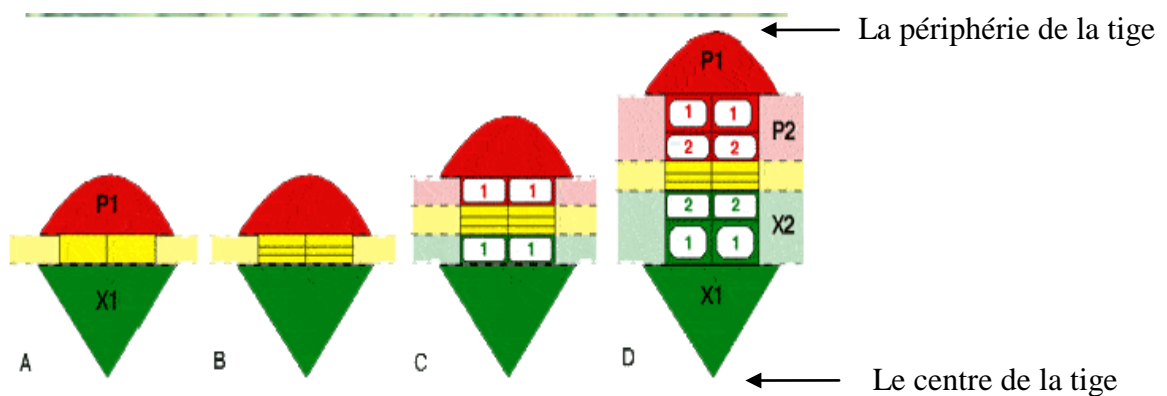


Figure 22 : fonctionnement du cambium libéroligneux (tige)

3. Les tissus protecteurs

Ils proviennent du phellogène (=assise subérophellodermique), il produit le liège = suber vers l'extérieur et le phelloderme vers l'intérieur.

3.1. 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, plus précisément au niveau de **l'assise subérophellodermique**.

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

3.2. 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 en 2 parties :

– une croissance externe = le liège, – une croissance interne = le phelloderme.

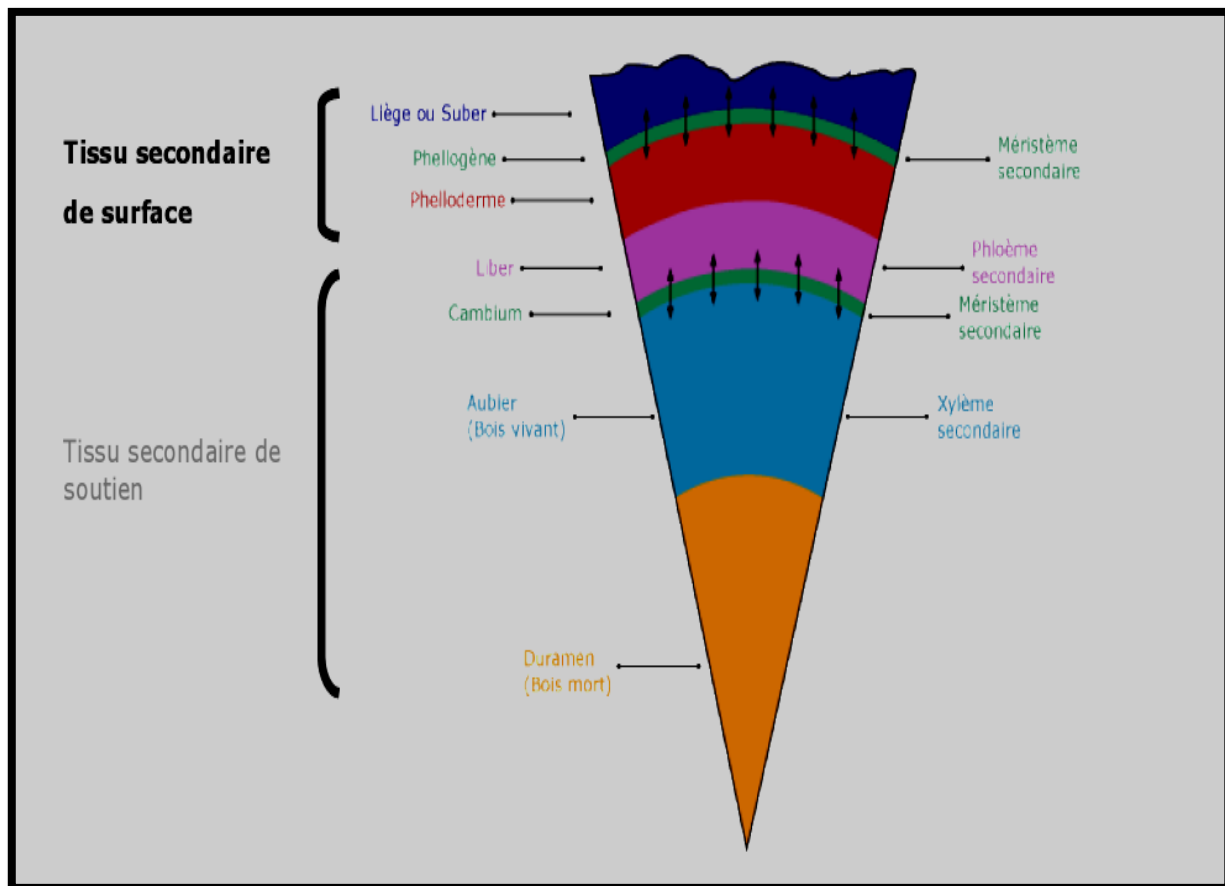


Figure 23 : l'emplacement des tissus secondaires

CHAPITRE 3 : ANATOMIE DES ORGANES VEGETAUX

Introduction

Ce chapitre est principalement consacré à faire connaître la structure anatomique de la racine, puis celle de la tige et de la feuille des monocotylédones et dicotylédones.

Les végétaux sont des organismes eucaryotes pluricellulaires et autotrophes, capables d'élaborer des substances organiques nutritives nécessaires à sa survie, et ceci à partir de lumière et d'éléments minéraux (matière inorganique) qu'il absorbe du sol.

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

- **Les racines** ancrent la plante au sol et permettent l'assimilation de l'eau et des nutriments nécessaire à son fonctionnement.
- **Les tiges** jouent le rôle de support des organes photosynthétiques.
- **Les feuilles** sont les usines à photosynthèse où se fait la transformation de l'énergie solaire en énergie chimique

La différence entre les plantes 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 sur l'embryon. À cette particularité principale s'ajoutent les caractéristiques suivantes :

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

Feuilles : présentant généralement des nervures parallèles.

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

En général, les dicotylédones présentent une plantule à deux cotylédons, et on observe, au niveau des tiges et racines, la présence de cambium permettant la formation de bois et de liber, les grains de pollen ont 3 ouvertures (zones de faiblesse permettant le passage du tube pollinique), les monocotylédones ont une seule ouverture.

Les monocotylédones	Les dicotylédones
L'embryon végétal possède un seul cotylédon (= « feuille embryonnaire »)	L'embryon végétal possède 2 cotylédons
Les feuilles ont des nervures parallèles	Les feuilles ont des nervures ramifiées
Les racines ne sont pas ramifiées	La racine principale se ramifie en plusieurs petites racines secondaires

Figure 01 : Les caractéristiques générales des plantes monocotylédones et dicotylédones

A-LA RACINE

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

La jeune racine présente, en partant de son extrémité (**fig.02a**), une **zone embryonnaire** qui constitue le pôle de croissance, protégée par une **coiffe** conique qui protège le point végétatif ou apex racinaire composée de cellules se renouvelant constamment (**les statocytes**) qui sont impliquées dans la perception de la gravité grâce à leurs **statolithe** (organites spécifiques des cellules végétales, ce sont des amyloplastés spécialisés impliqués dans la perception de la gravité chez les plantes)

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

Les **racines secondaires** issues du péri-cycle situé autour du faisceau conducteur, 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 les **radicelles** et comportent généralement beaucoup de poils absorbants. La région qui sépare la racine de la tige porte le nom de **collet**.

1. La structure anatomique d'une racine

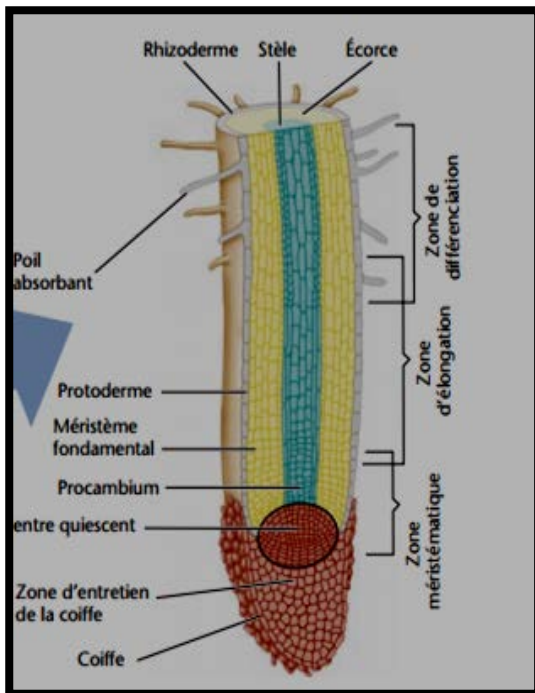
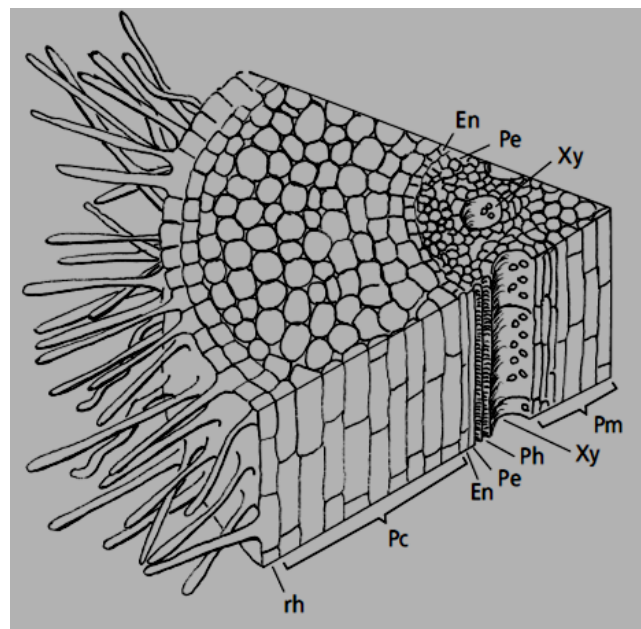
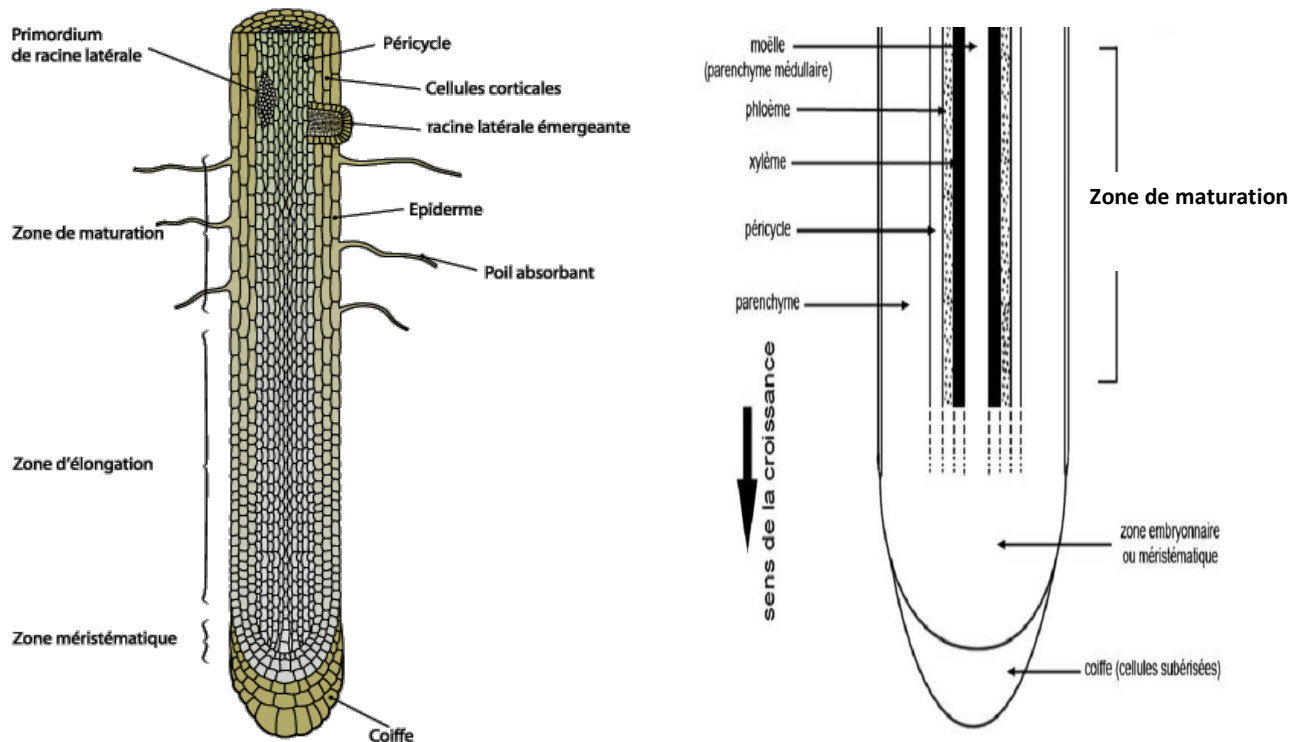


Figure 02 (a): coupe longitudinale dans une racine



(b) : Schéma tridimensionnel d'une racine jeune



(c): Coupe longitudinale dans une racine

La racine présente une symétrie axiale et une structure bien définie ; une coupe transversale d'une racine jeune présente une symétrie axiale et nous permet de distinguer deux zones essentielles : **Écorce** (composé de rhizoderme et parenchyme cortical) **et cylindre central** (composé de l'endoderme, péricycle, tissus conducteur et parenchyme médullaire)

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

a- Les poils absorbants qui se trouvent sur le rhizoderme, sont les prolongements des cellules du rhizoderme. Ils permettent l'absorption de l'eau et des sels minéraux. La présence de ces nombreux poils permet d'augmenter considérablement la surface d'absorption de la racine. Ils ont un diamètre de 12 à 15 micromètres et de 1 à plusieurs millimètres de long. Il peut y avoir jusqu'à 2 000 poils par cm² de surface racinaire.

b- Le parenchyme cortical est formé de cellules laissant entre elles d'importants méats. Il est constitué de cellules jointives à la forme d'un parallépipède, (prisme à six faces parallèles deux à deux), allongées dans le sens de l'axe de la racine.

c- L'endoderme est une couche de cellules qui se trouve entre l'écorce (le cortex) et la stèle (cylindre central), il constitue un anneau unistratifié (composé d'une seule assise de cellules), joue le rôle de barrière sélective qui règle le passage des substances provenant du sol vers les tissus conducteurs de la stèle. Les cellules sont en forme de parallépipède dont les parois possèdent un épaississement formant les bandes de Caspary constituées de lignosubérine, imperméable à l'eau.

d- Le péricycle formé d'une seule assise de cellules responsable de l'apparition des racines secondaires

e- Le cylindre central (la stèle) situé dans le centre de la racine protégé par une assise de cellules : l'endoderme. Il est limité par une couche mince de parenchyme aux cellules jointives et aux parois minces, le **péricycle**. Plus au centre, des vaisseaux de xylème, facilement reconnaissables par leur épaisse paroi. Ils alternent régulièrement et sur un seul cercle, avec les tubes criblés du phloème. Les uns et les autres représentent les tissus conducteurs de la racine. Les cellules du xylème ont des tailles différentes selon leur emplacement dans le cylindre central. Près du péricycle, elles sont jeunes et petites (protoxylème), vers le centre, elles sont grandes et âgées (métaxylème). La différenciation du xylème est **centripète** dans la racine. Même si ceci est moins visible, il en est de même pour le phloème.

1.1. La structure anatomique d'une racine dicotylédone

A- structure primaire :

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

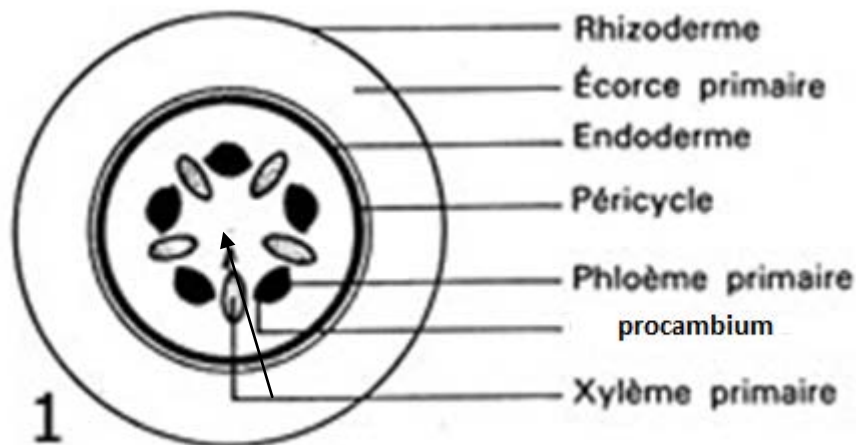


Figure 03: structure anatomique d'une racine dicotylédone primaire

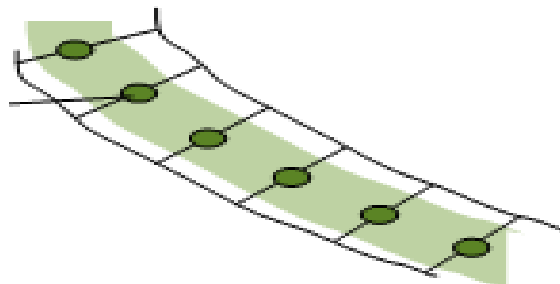


Figure 04 : Endoderme d'une racine dicotylédone

B- structure secondaire :

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

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

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

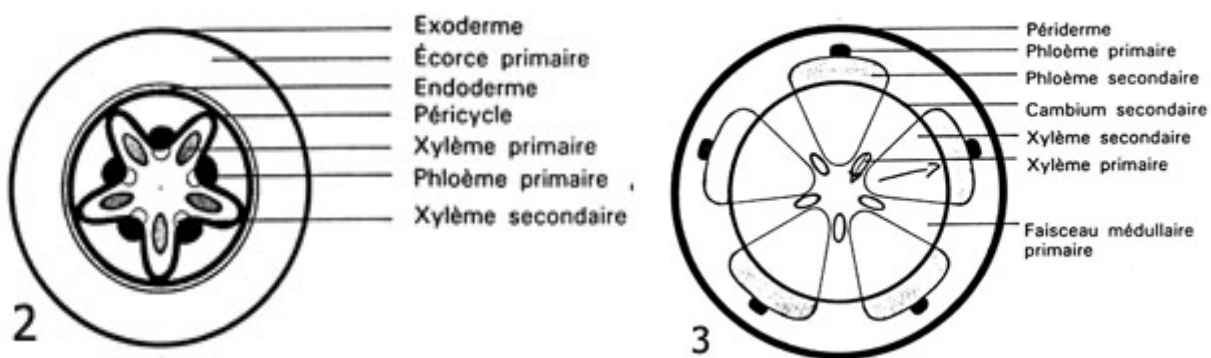


Figure 05: l'organisation secondaire de la racine

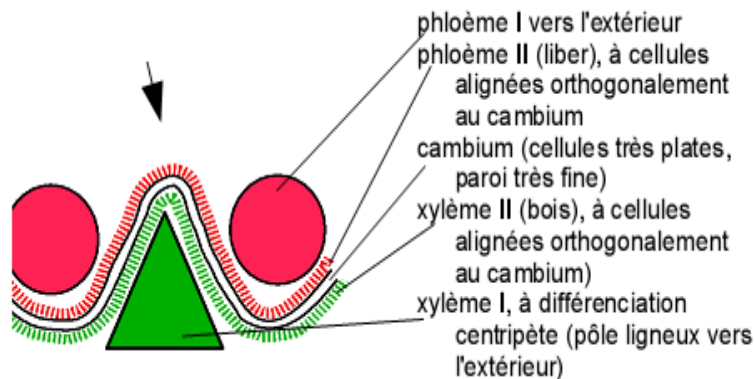


Figure 06 : L'apparition du cambium dans une racine dicotylédone

1.2. La structure anatomique d'une racine monocotylédone

A- structure primaire :

La **stèle** des racines monocotylédones est **bien plus développée** que chez les racines dicotylédones, le **parenchyme corticale** présente **de grands méats** entre les cellules, la **lignification de l'endoderme** présente des cellules à parois complètement subérifiées à l'exception de la paroi externe **en forme de U**, ou fer à cheval, en face du xylème, certaines cellules dites cellule de passage, ne subissent pas d'épaississement. Elles facilitent les échanges entre le parenchyme cortical et le cylindre central.

Les **faisceaux criblovasculaires** sont plus nombreux, **de 8 jusqu'à 20**, entourant un parenchyme médullaire,

absence de formation libéroligneuse (structure secondaire), le métaxylème est plus important,

la **moelle** est plus abondante et remplie par le parenchyme.

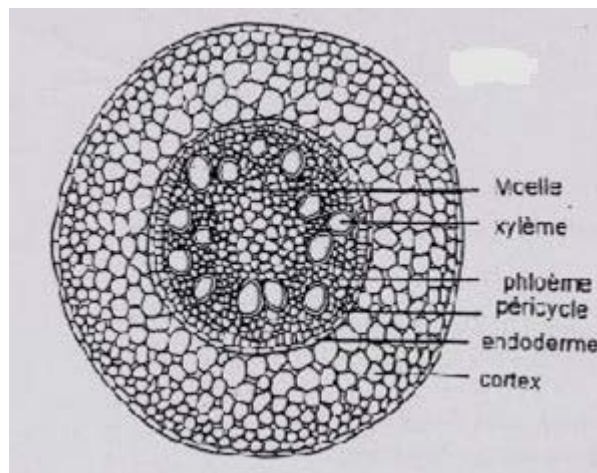


Figure 07: structure anatomique d'une racine monocotylédone primaire



Figure 08 : l'endoderme dans une racine monocotylédone

B- structure secondaire : Chez les plantes Monocotylédone il n'existe pas de formation secondaire

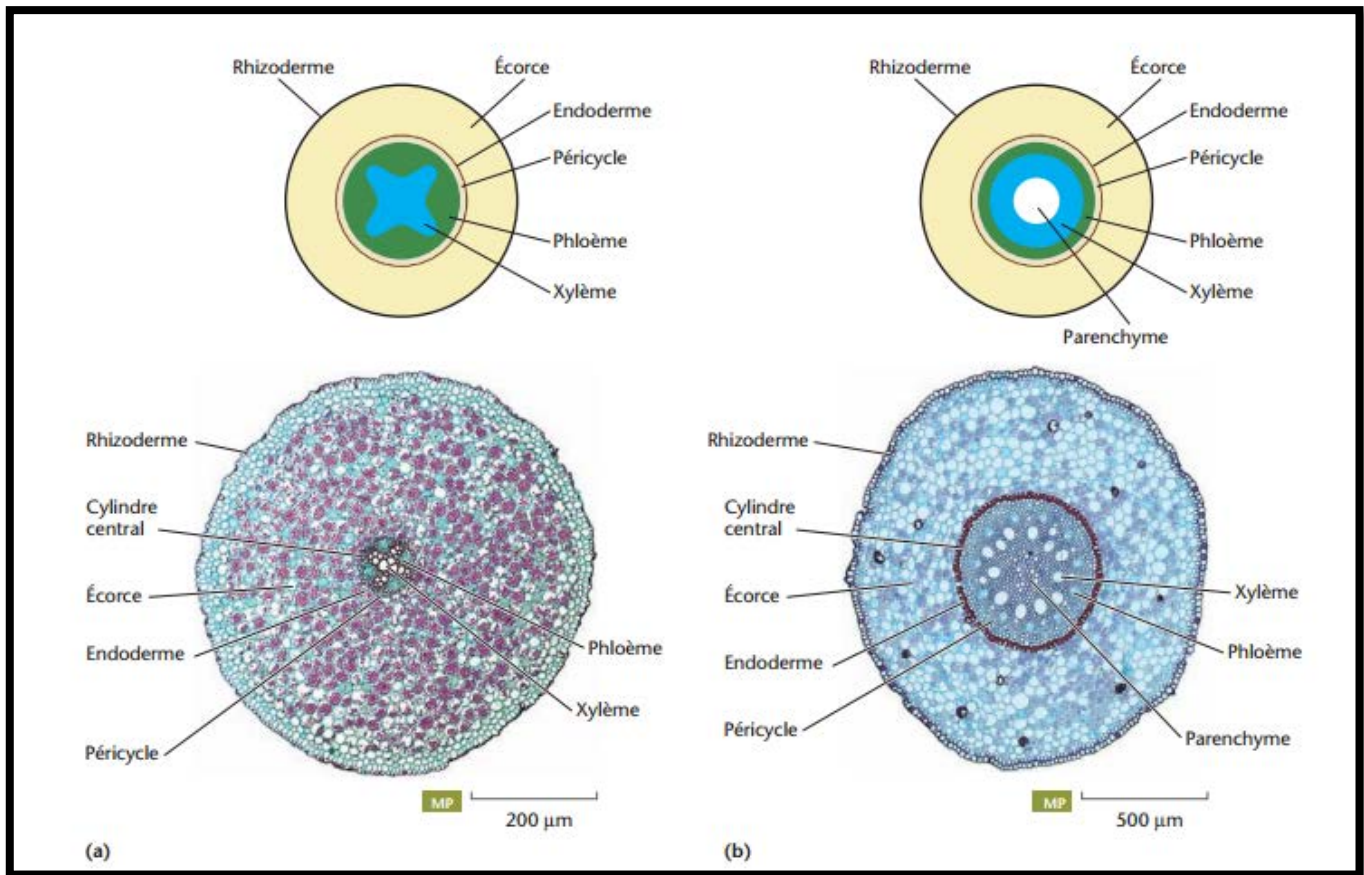


Figure 09 : la différence entre une racine dicotylédone (a) et monocotylédone (b)

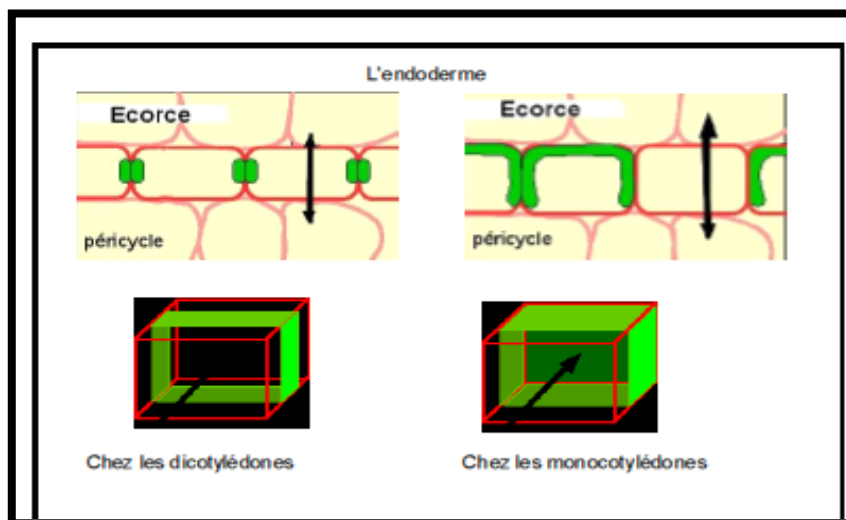


Figure 10 : l'endoderme des monocotylédones et des dicotylédones

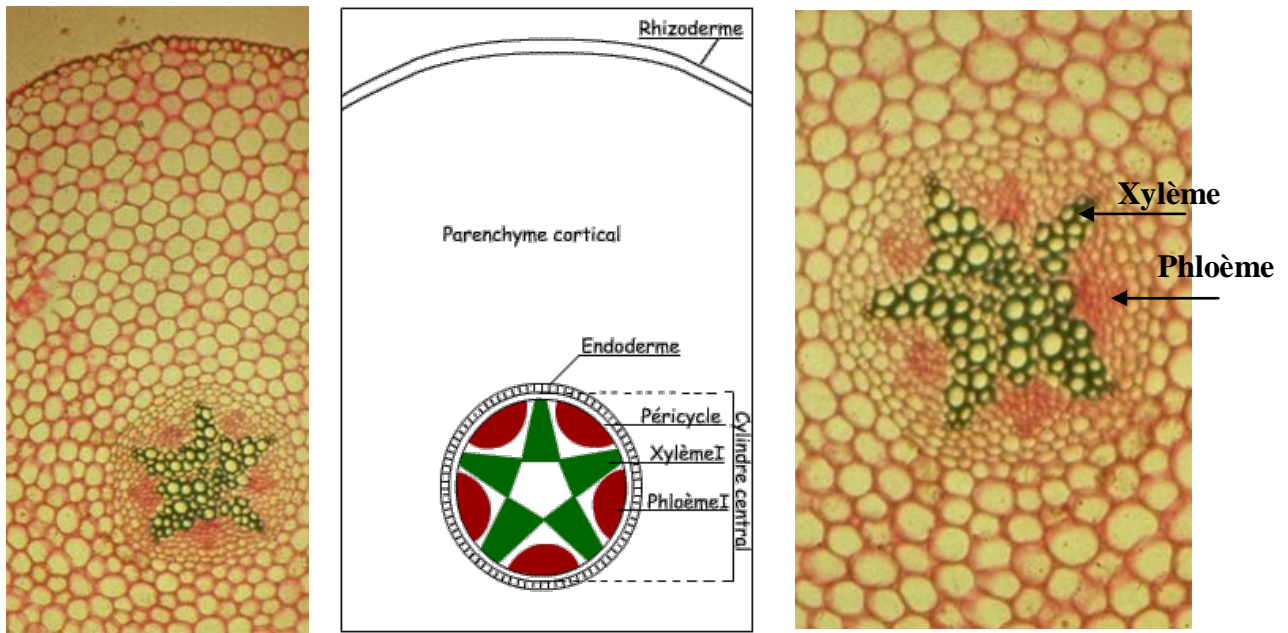


Figure 11 : Structure primaire d'une racine dicotylédones, l'Héllébore

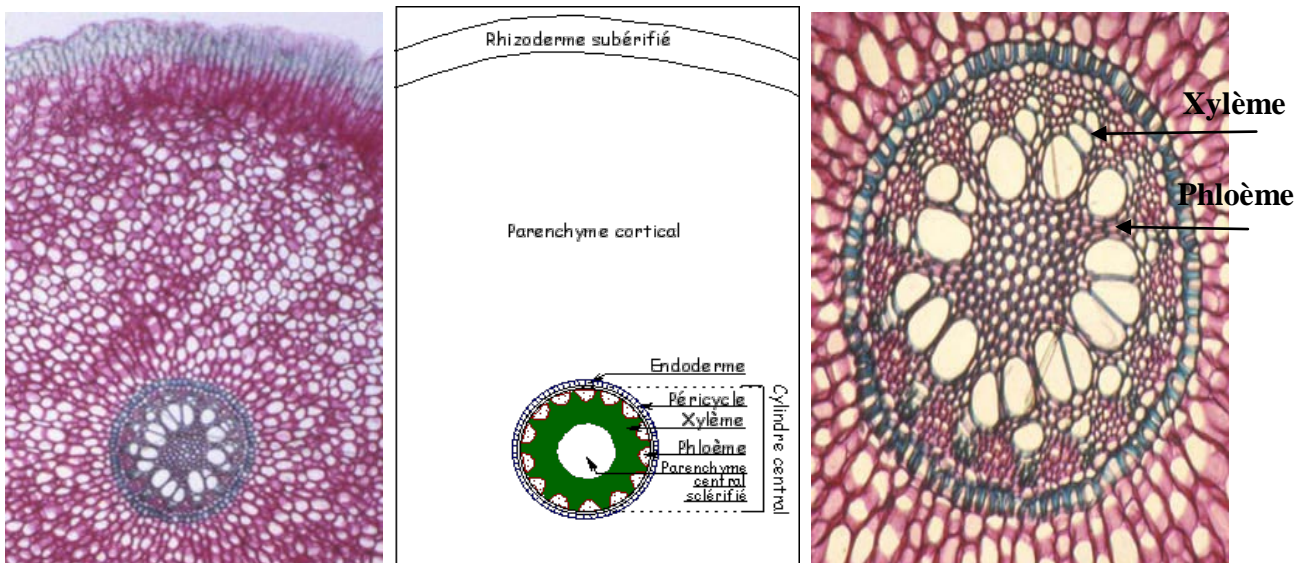


Figure 12 : Structure primaire d'une racine monocotylédone, l'iris

B-LA TIGE

La tige est chez les plantes, l'axe généralement aérien, qui prolonge la racine et porte les bourgeons et les feuilles. La tige se ramifie généralement en branches et rameaux formant l'appareil caulinaire. Chez les arbres et les plantes ligneuses on distingue le tronc,

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

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

1. La structure anatomique de la tige

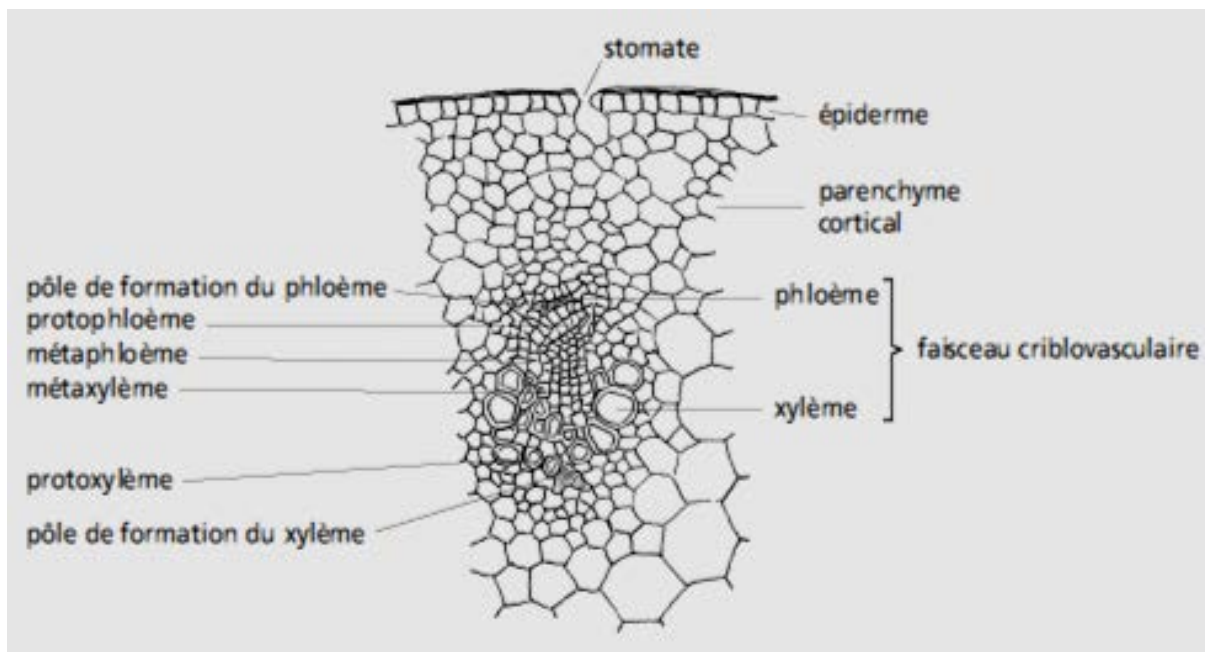


Figure 13 (a): schéma d'une partie d'une coupe transversale dans une tige.

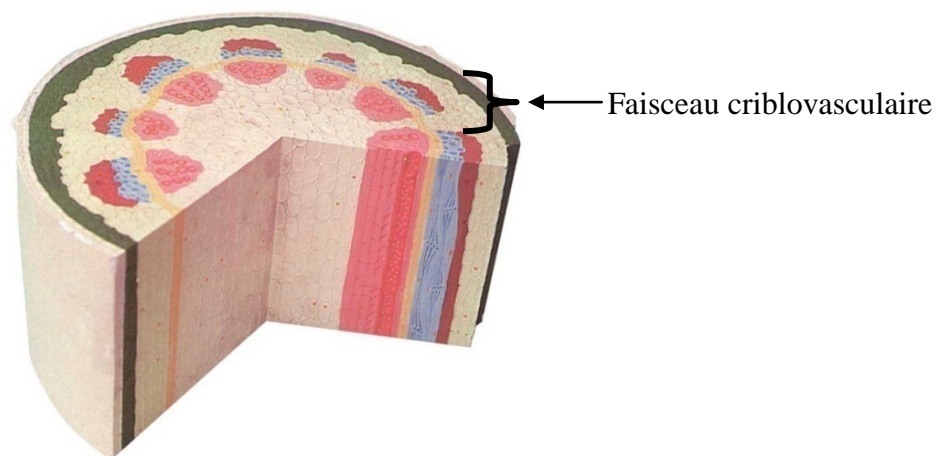


Figure 13 (b): schéma d'une coupe transversale et longitudinale dans une tige.

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

La coupe transversale d'une tige jeune (**fig.13**) présente plusieurs zones :

L'épiderme, constitué d'une couche de cellules juxtaposées. Leur paroi est peu épaisse et elles ne contiennent pas de chloroplaste.

Le parenchyme cortical, composé de grandes cellules polyédriques. Les cellules de la périphérie renferment des chloroplastes, mais leur nombre diminue au fur et à mesure qu'on s'enfonce vers l'intérieur.

Les tissus conducteurs rassemblés en amas **superposés** de xylème et de phloème. Le xylème, vers le centre de la tige, est coiffé, vers l'extérieur, par le phloème. Ce sont les faisceaux criblovasculaires (parfois encore appelés faisceaux libéroligneux). Les diamètres des cellules de xylème ne sont pas identiques, ils diminuent au fur et à mesure que l'on se rapproche du centre (le protoxylème à petit diamètre près du centre et le métaxylème à grand diamètre près de la périphérie). Le phloème lui non plus n'est pas homogène, même si les différences entre les cellules sont moins marquées. Il est possible de distinguer du protophloème et du métaphloème. La différenciation du xylème est **centrifuge** dans la tige. On observe une moelle remplie par parenchyme formé de cellules très large.

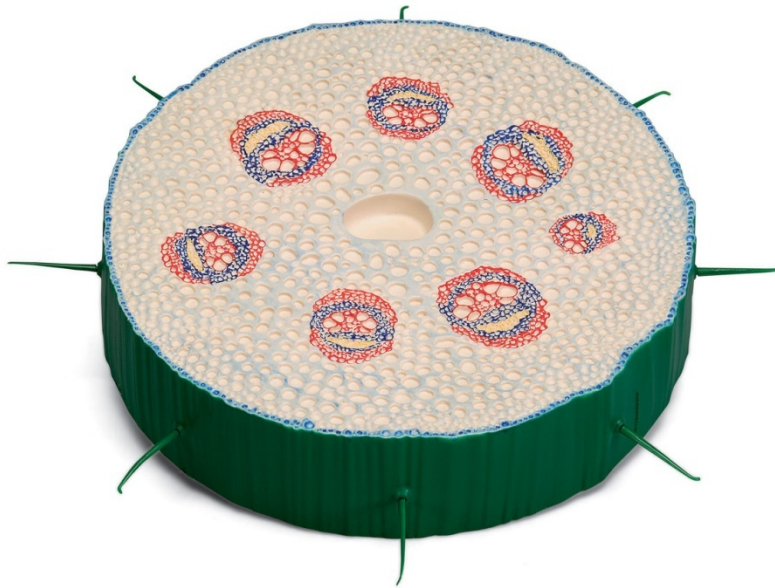


Figure 13 (c): schéma d'une coupe transversale dans une tige.

1.1. La structure anatomique d'une tige dicotylédone

A- Structure primaire

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

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

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

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

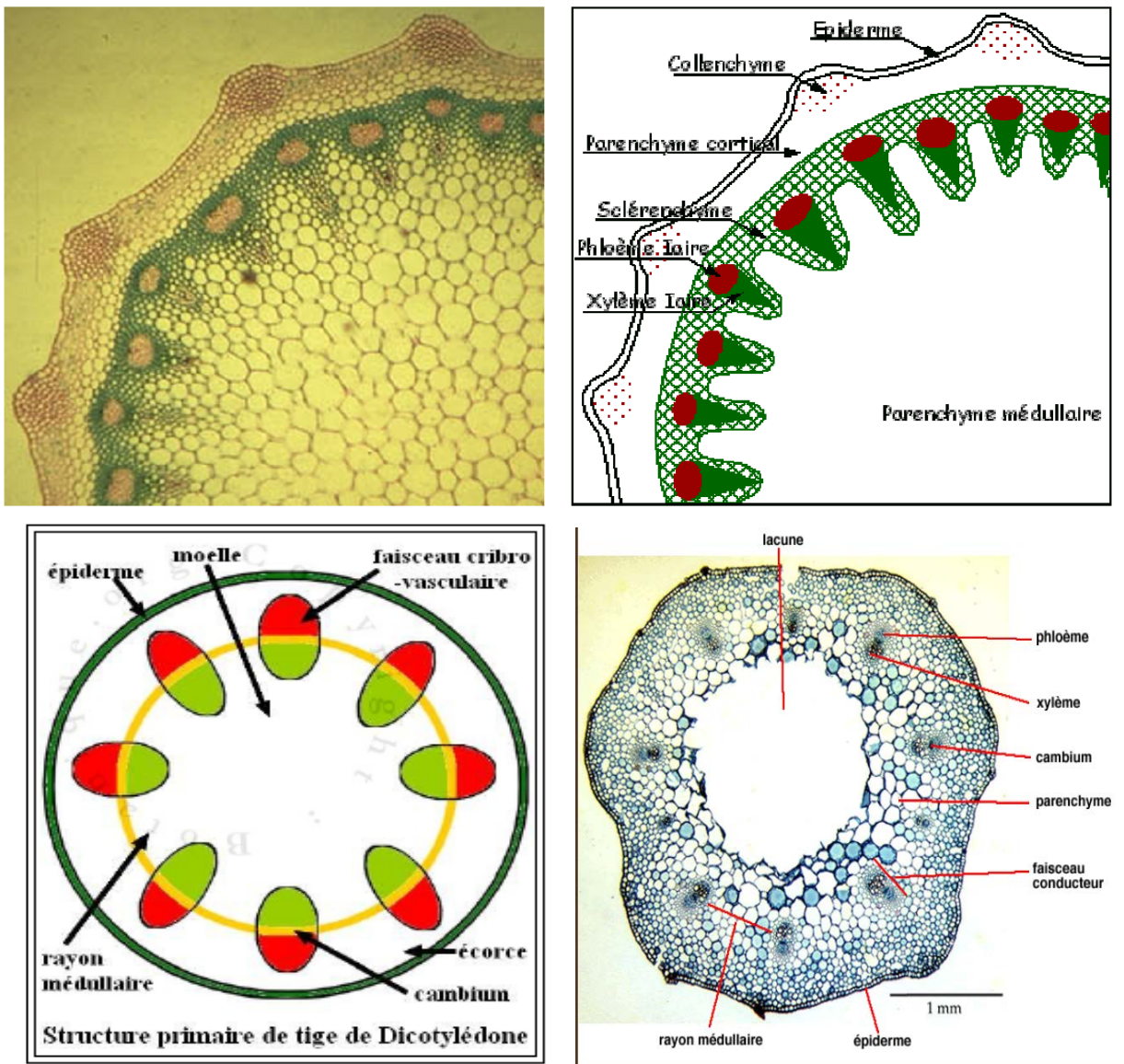


Figure 14 : Structure primaire d'une tige dicotylédone

B- Structure secondaire

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

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

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

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

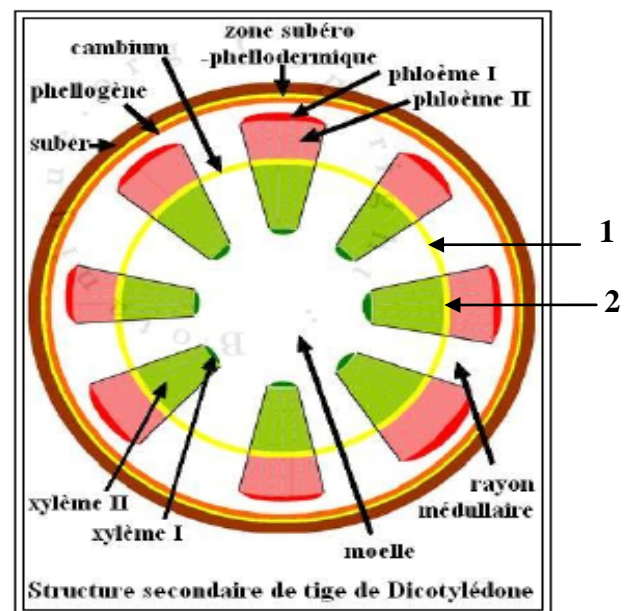
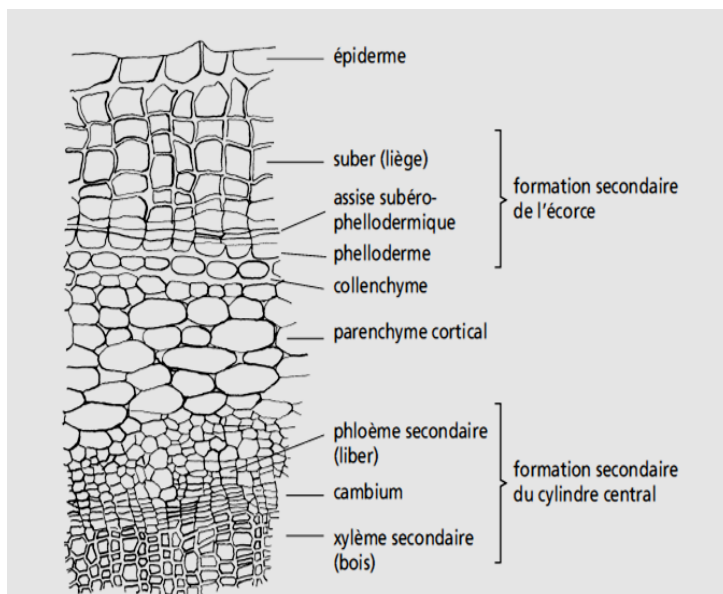


Figure 16 : schéma d'une coupe transversale de tige âgée (1:cambium interfasciculaire 2: cambium intrafasciculaire)

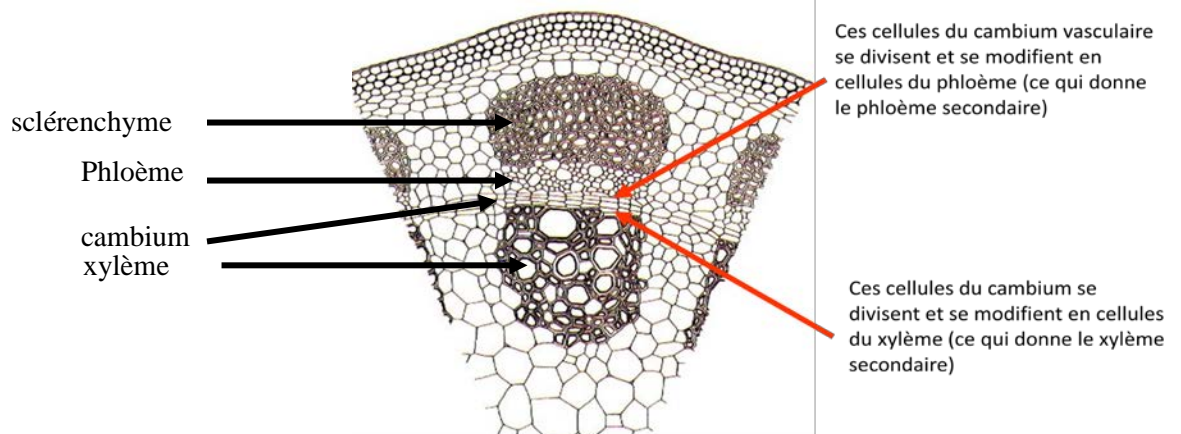


Figure 17 : Une partie d'une coupe transversale dans une tige dicotylédone

1.2. La structure anatomique d'une tige monocotylédone

A- Structure primaire

Chez les Monocotylédones, où il n'y a pas de formations secondaires, les structures rencontrées en **fig.13(a)** sont définitives. On retrouve donc de l'extérieur vers l'intérieur : l'épiderme, un parenchyme où on ne peut pas séparer le cylindre central du parenchyme cortical, l'écorce est absente ou très réduite et la moelle est très développée et souvent lignifiée, on observe **plusieurs cercles concentriques** de faisceaux criblovasculaires, un anneau de sclérenchyme qui entoure le cercle externe des faisceaux.

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

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

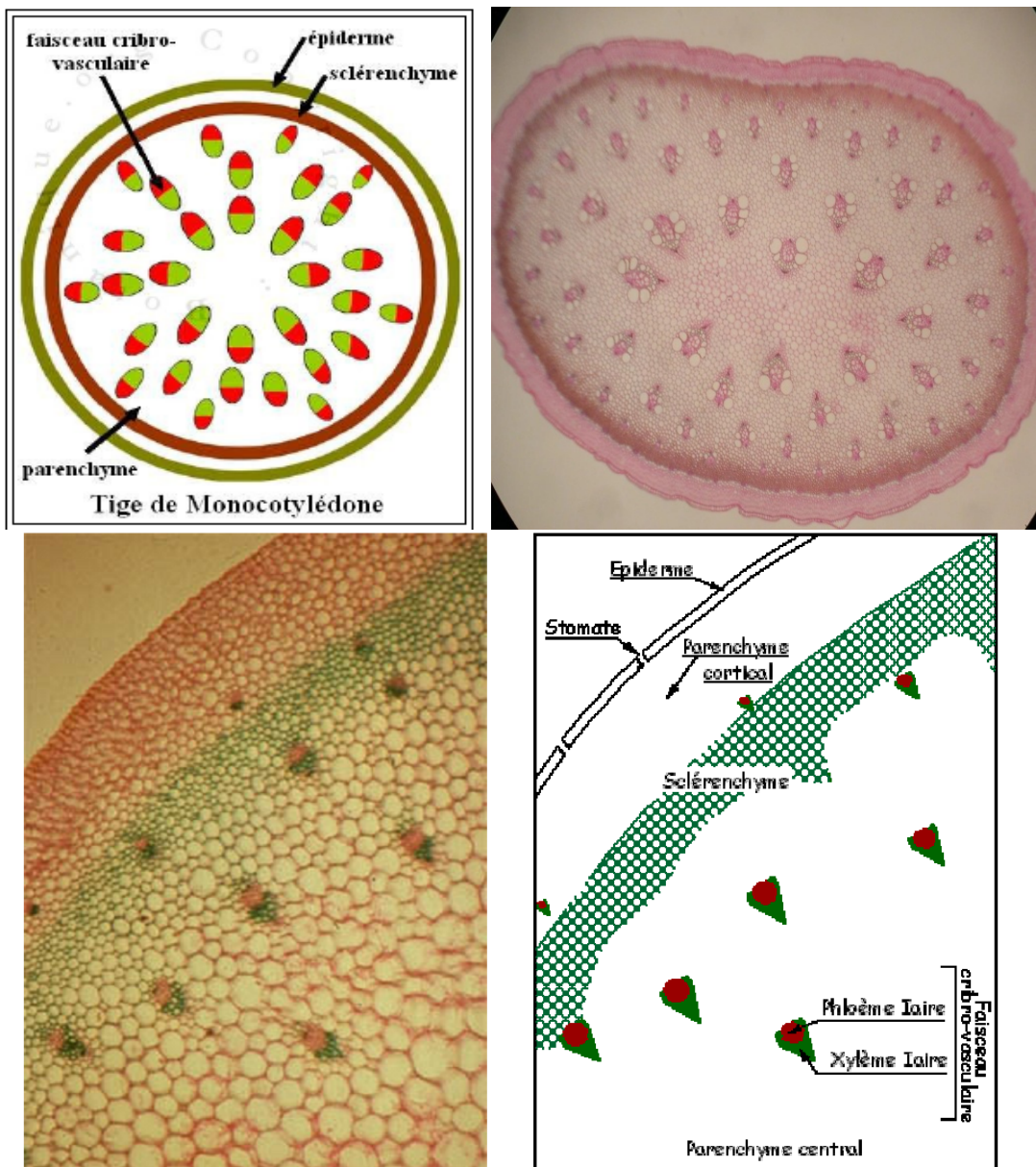


Figure 15 : Structure primaire d'une tige monocotylédone

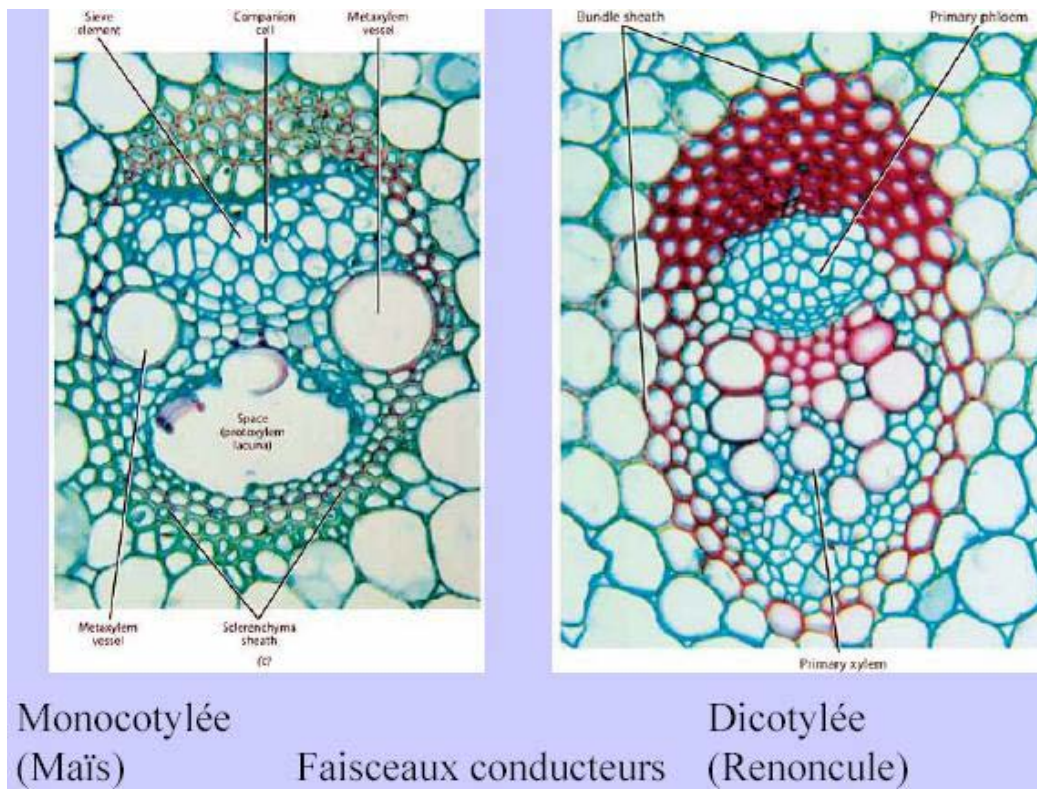
B- Structure secondaire : Absence totale de structure secondaire chez les plantes monocotylédones

Figure 18 : La différence entre un faisceau criblovasculaire dans une tige monocotylédone et dicotylédone

C- LA FEUILLE

Les feuilles sont le centre de la photosynthèse. Les vaisseaux conducteurs de xylème (dans les nervures de la feuille) apportent l'eau et les sels minéraux nécessaires à la photosynthèse. Les stomates permettent l'entrée des gaz et donc l'apport du CO₂. La photosynthèse permet la synthèse de matières organiques qui seront redistribuées aux autres organes par le phloème.

1. La structure anatomique de la feuille

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

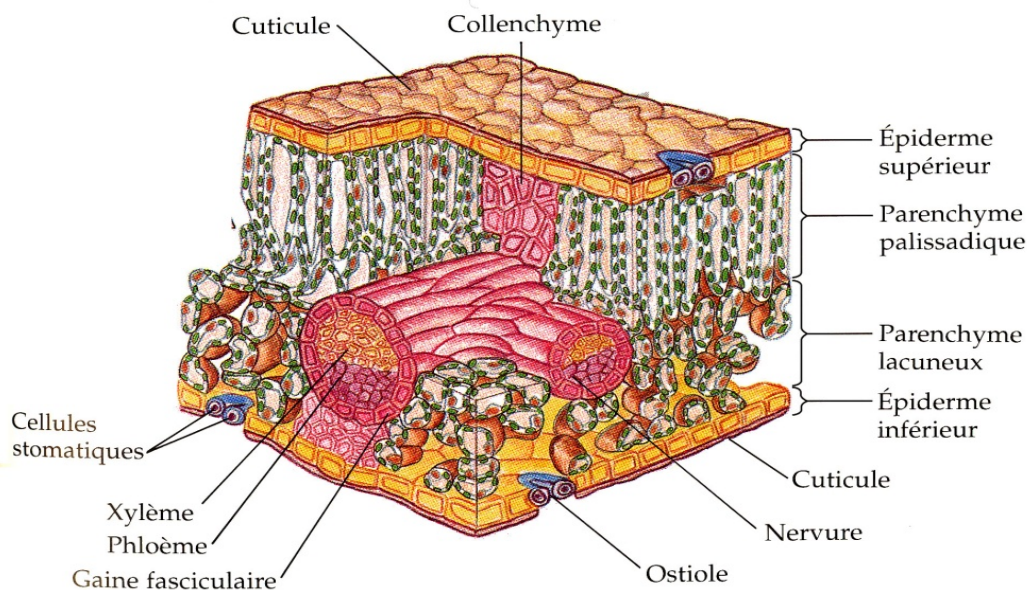


Figure 19 : la structure de la feuille

Selon la figure 19, la feuille est composée de :

L'épiderme supérieur constitue toute la face supérieure (ventrale) du limbe. Il est formé de cellules serrées les unes contre les autres et recouvertes d'une **cuticule** qui protège la feuille.

Le parenchyme palissadique : est logé sous l'épiderme supérieur. Il se compose de cellules remplies de chloroplastes.

Le parenchyme lacuneux, constitué d'une couche de cellules moins régulières, peu jointives et laissant entre elles d'importantes lacunes. Ces cellules sont plus pauvres en chloroplastes, surtout vers le centre de la feuille.

Les faisceaux criblovasculaires : ce sont les tissus conducteurs superposés, les faisceaux criblovasculaires, sont identiques à ceux observés dans la tige. Ils sont en réalité, la suite de ceux de la tige et du pétiole et correspondent aux nervures du limbe. Des formations secondaires apparaîtront rapidement.

L'épiderme inférieur est aussi formé de cellules serrées les unes contre les autres et recouvertes d'une couche cireuse. Il est perforé de **cellules stomatiques** qui permettent à l'air de passer dans la feuille ou d'en sortir. **L'ostiole** est l'ouverture au centre du stomate.

2. La structure anatomique d'une feuille dicotylédone

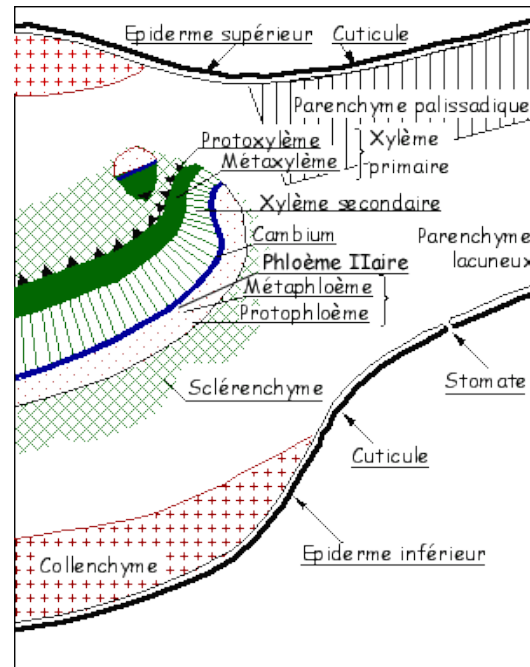
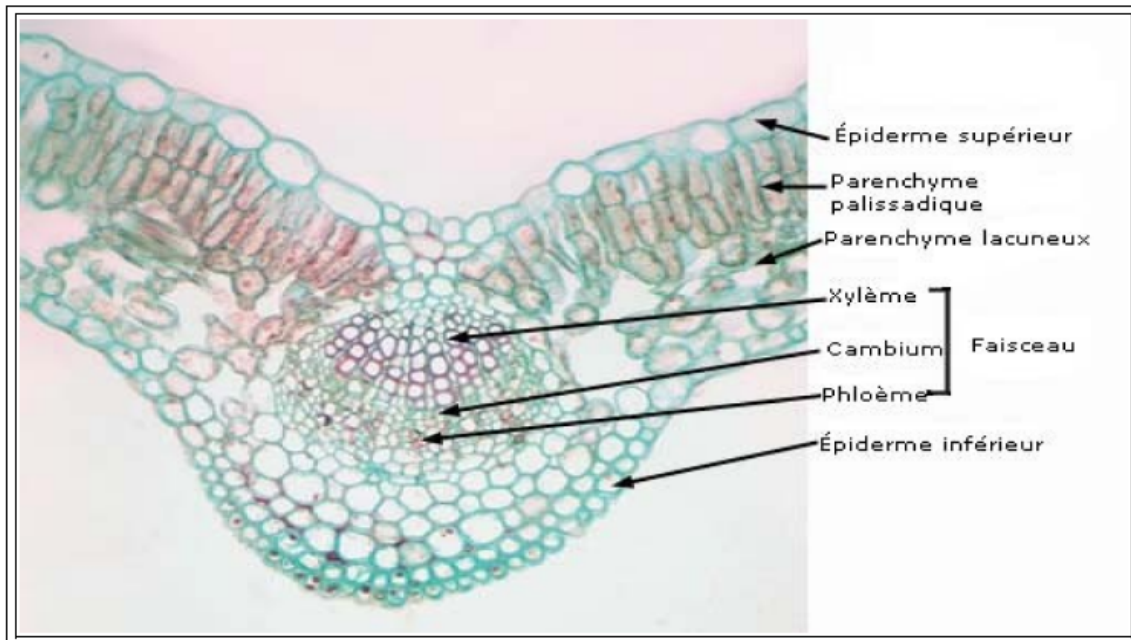


Figure 20 : Coupe transversale de la nervure principale d'un limbe de Houx

Sur cette coupe (fig. 20), on observe de l'extérieur vers l'intérieur:

- 2 épidermes, l'épiderme inférieur sur la face dorsale pourvu d'une cuticule mince et riche en stomates et l'épiderme supérieur sur la face ventrale, bordés d'une épaisse cuticule où il y a moins de stomates,
- **un parenchyme dit mésophylle, non homogène**, c'est le parenchyme de la feuille, c'est un parenchyme chlorophyllien le plus souvent bifacial asymétrique.

Il comprend un **parenchyme palissadique** se trouvant sur la face ventrale, formé d'une ou plusieurs couches de cellules, les cellules sont riches en chloroplastes, il est situé sous l'épiderme supérieur. Le **parenchyme lacuneux**, se trouvant sur la face dorsale, localisé entre l'épiderme inférieur et le parenchyme palissadique, moins riche en chloroplastes, il contrôle les échanges gazeux entre la feuille et l'atmosphère.

- un système vasculaire composé de **phloème I et II et de xylème I et II** de part et d'autre et du **cambium**. La nervure principale présente des tissus de soutien, du collenchyme, près de l'épiderme, et du sclérenchyme près des vaisseaux
- Les feuilles des dicotylédones sont caractérisées par une nervation pennée (une grosse nervure centrale et des nervures secondaires qui partent obliquement),

3. La structure d'une feuille monocotylédone

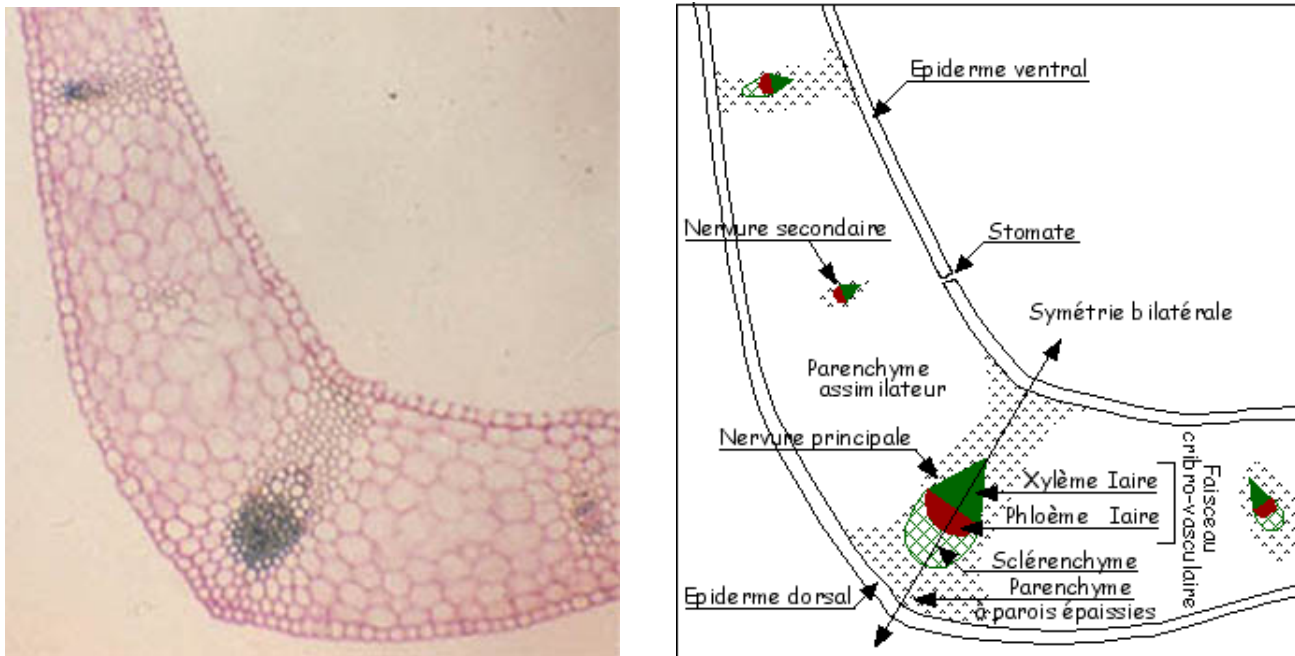


Figure 21 : Coupe transversale dans le limbe de Muguet

Sur cette coupe (fig.21), on observe de l'extérieur vers l'intérieur :

- un épiderme à la surface de l'organe (les jeunes feuilles possèdent une cuticule plus ou moins épaisse non visible sur cette coupe),
- les stomates sont répartis de façon égale sur l'épiderme de la face ventrale et dorsale,
- un parenchyme dit mésophile est **homogène**,
- un système vasculaire, qui correspond aux nervures, composé de xylème primaire ventral et de phloème primaire dorsal,
- un sclérenchyme coiffant et protégeant les tissus conducteurs,
- un parenchyme à parois cellululosiques qui entoure la nervure.
- Les nervures présentent les nervures médianes et les nervures marginales, elles sont parallèles, et reliées entre elles par des fines nervures transversales.