

Chapitre II

Différents types des tissus végétaux

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 peuvent se diviser en plusieurs catégories structurales ou fonctionnelles.

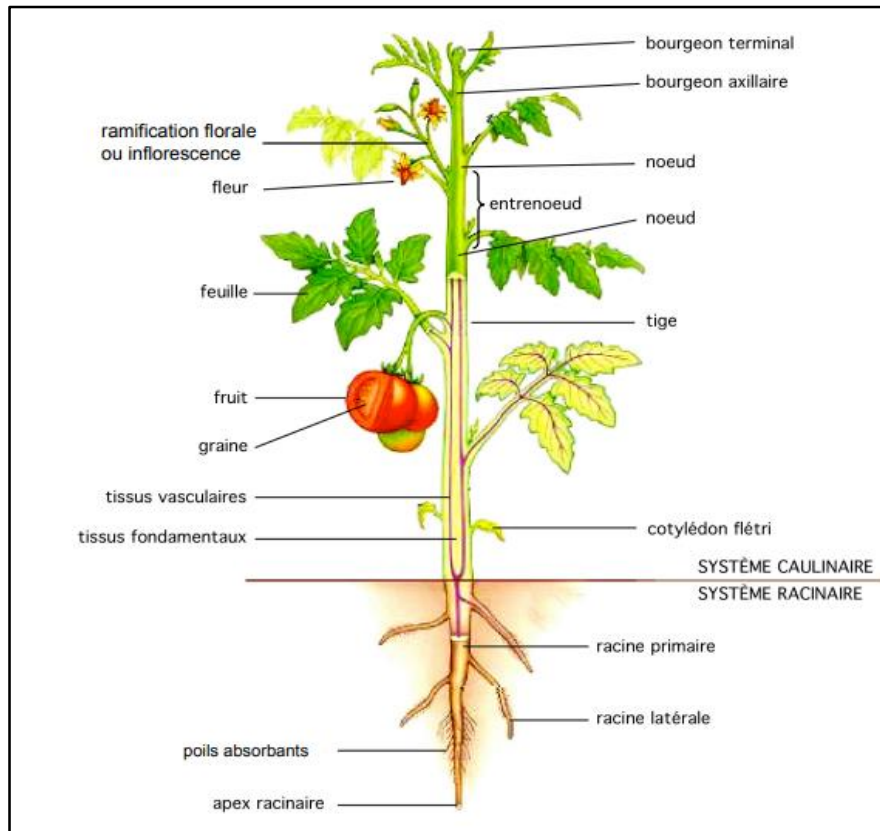


Figure 9 : Plan d'organisation d'une plante

La partie 1 : Les tissus primaires

1- Les méristèmes

Un **méristème** est un tissu végétal composé d'un groupe de cellules **de type embryonnaire, non-différenciées**, à multiplication rapide. Grâce à leurs méristèmes, les végétaux ont une **croissance indéfinie**.

Les méristèmes comprennent deux sortes de cellules :

- les cellules initiales qui se divisent pour régénérer le méristème,
- les cellules dérivées qui se spécialisent et intègrent les tissus de la plante.

A- Les méristèmes primaires

Les méristèmes primaires : apparaissent en premier au cours du développement de l'embryon. Ces méristèmes sont localisés à **l'extrémité** des **tiges** et des **racines** et ils assurent la **croissance en longueur** (Figure 2). Les **cellules** du méristème primaire sont **petites et isodiamétriques**. Elles sont parfaitement **jointives** (pas de méats). Elles possèdent un noyau central occupant une partie importante du volume cellulaire. **L'appareil vacuolaire est réduit** et il est constitué par de **très petites vacuoles** qui sont soit sphériques soit disposés en un très fin réseau. Les **mitochondries sont nombreuses** et il n'existe **pas de plastes différenciés**.

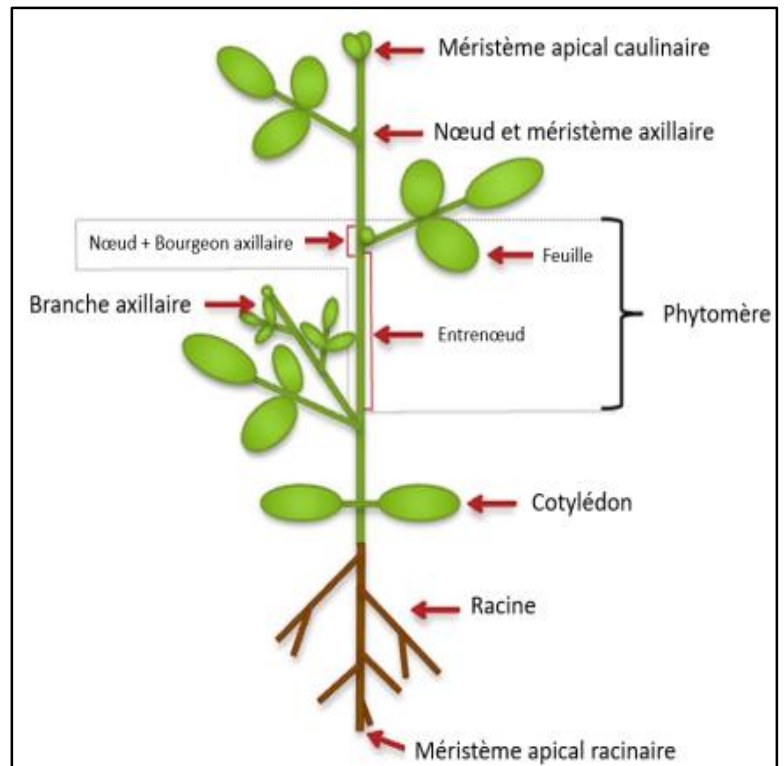


Figure 10 : Localisation des méristèmes

Tableau 1 : Les caractéristiques des méristèmes primaires

Localisation	Extrémité (Apex) des tiges et des racines
Rôle	Assurent la croissance en longueur de la plante
Cellules	Petites, isodiamétriques
Noyau	Sphériques, volumineux, centraux, très riche en chromatine
Vacuoles	Nombreuses et petites
Paroi	Pectocellulosique
Plastes	Proplastés (Plastes non différenciés)

➤ **Méristème racinaire**

Le système racinaire est un des éléments essentiels d'une plante. Il existe une grande diversité de type, de morphologie et d'architecture dans les systèmes racinaires. Il sert à de multiples fonctions. Notamment il permet à la plante :

- De s'ancrer au sol. Selon la granulométrie du substrat, la racine se développe et se ramifie. C'est le développement du système racinaire qui assure le maintien des sols et limite ainsi l'érosion.
- D'accumuler des réserves. Ces réserves en carbone (sucres) et nutriments se constituent pour certaines *poacées* dans les rhizomes.

Le **méristème apical de 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**.

Le méristème racinaire se situe dans l'apex. Le méristème apical est le point de croissance (**Zone de division, zone méristématique**) qui donne naissance aux cellules formant les tissus primaires construisant la racine. La zone où se produit la croissance est protégée par **une coiffe** (Figure3), qui est une masse de parenchyme protégeant ainsi le méristème apical sous-jacent et favorisant la pénétration de la racine dans le sol.

Il en suit une **zone d'allongement** limitée à quelques millimètres, les cellules du méristème deviennent plus longues et permettent à la racine de s'enfoncer dans le sol, suivie **d'une zone pilifère**. Dans cette dernière zone, chaque poil absorbant est constitué d'une seule cellule très allongée à grande vacuole, dont les parois nues facilitent l'absorption de l'eau et des sels minéraux par osmose.

Une **zone de différenciation (Maturation)**, 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. Leur méristème se différencie à partir du **péricycle** (assise cellulaire la plus externe, située entre l'écorce et la stèle ou partie centrale conductrice de la racine). 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.

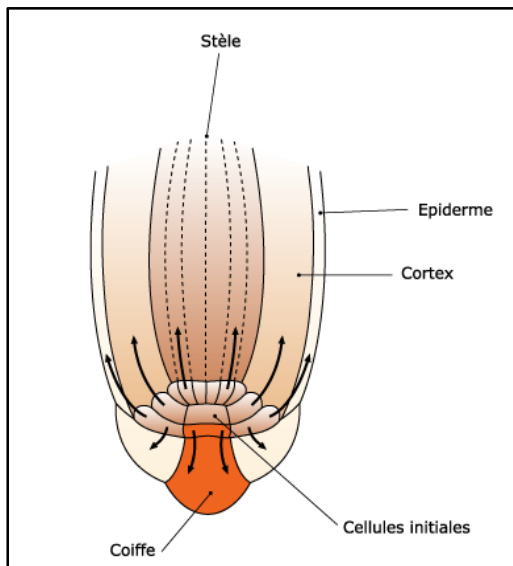


Figure 11 : Pointe de la racine

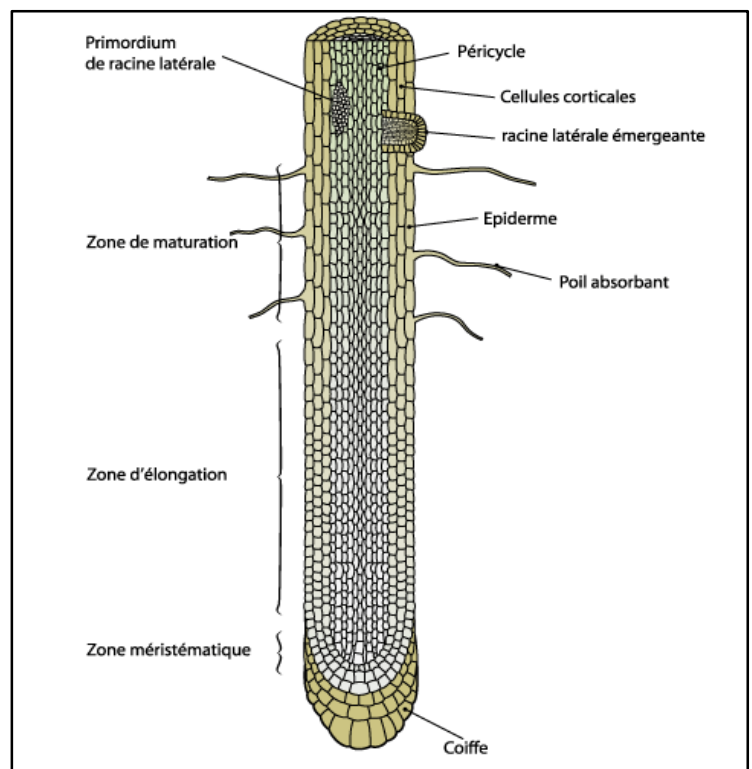


Figure 12 : Structure de la racine

➤ Méristème caulinaire

La tige est, chez les plantes, l'axe généralement aérien prolonge la racine et porte les bourgeons et les feuilles. La tige se ramifie généralement en branches et rameaux, formant l'appareil caulinaire. Il existe des tiges souterraines, comme il existe des racines aériennes. La transition entre la tige et la racine est appelée «**Le Collet**». Au niveau de la plante, l'appareil caulinaire assure différents rôles, à savoir, le soutien, l'acquisition de l'énergie lumineuse et les échanges gazeux.

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 feuilles, les bourgeons axillaires et les bourgeons floraux, Les tissus de la tige** (de revêtement, de soutien et de conduction). Il est donc **histogène et organogène**. De manière tout à fait répétitive et indéfinie, jusqu'à la mort de la plante.

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

- Une **zone axiale (Za)**, avec deux couches superficielles, **les tunics T1 et T2** et le **corpus C**. cette zone est peu fonctionnelle, nommée **méristème d'attente**, constituée de cellules dont l'activité mitotique est faible et dont le cycle cellulaire est de longue durée. Cette zone ne s'activera que lors du passage à l'état reproducteur.

L'assise superficielle, tunica (T1 se distingue par ses divisions strictement anticlines (cloisons perpendiculaires à la surface), elle est à l'origine de l'épiderme.

- Une **zone latérale (ZL)**, nommée **anneau initial**, entourant la zone axiale (Za), la partie à droite correspond à l'apparition d'une feuille (ZLF). On distingue des **divisions périclinales** (cloisons parallèles à la surface). Faite de cellules dont l'activité mitotique est intense et dont le cycle cellulaire est 2 à 3 fois plus court que dans la zone axiale. Il s'agit là d'une **région organogène** qui initie **les feuilles** et fournit également l'essentiel des tissus de la tige sous-jacente, y compris les tissus conducteurs.
- Un **méristème médullaire (Mm)**, situé sous la zone axiale, constitué de cellules dont l'activité mitotique et la durée du cycle cellulaire ont des caractères intermédiaires entre ceux des deux zones précédentes. Il s'agit là d'une **région histogène** qui met en place les tissus centraux de la tige, c'est à dire la moelle.

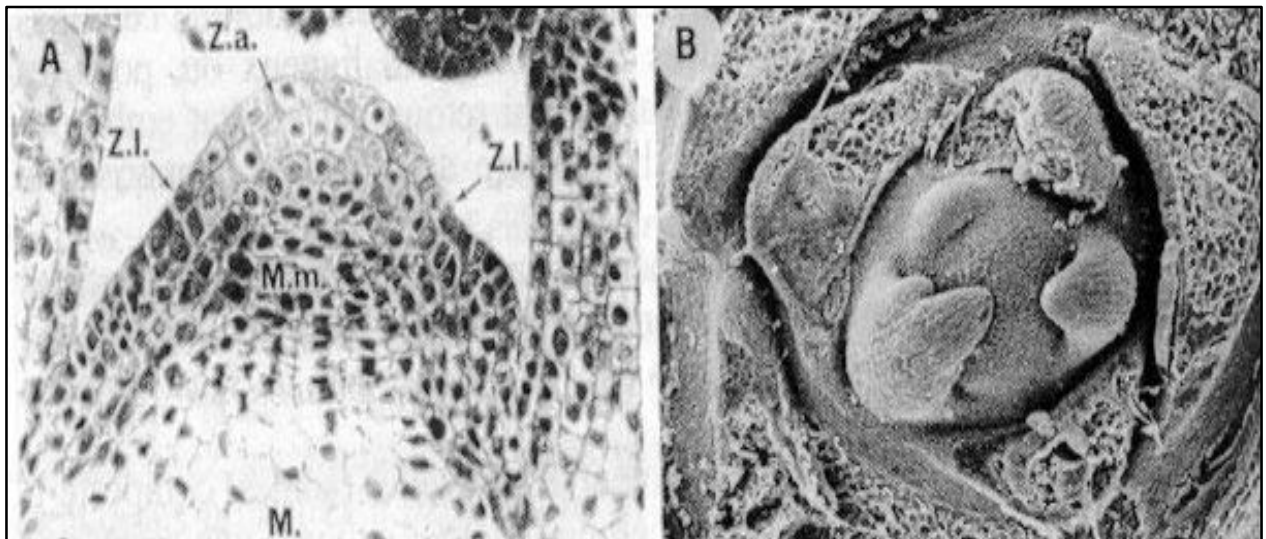


Figure 13 : Image A : section longitudinale, mettant en évidence la **zone axiale (Z.a)**, la **zone latérale (Z.l)**, le **méristème médullaire (M.m)**. La zone M représente la moelle.

Image B : examen en microscopie électronique à balayage. On distingue le **dôme méristématique (au centre)** et les **ébauches foliaires (autour du dôme)**.

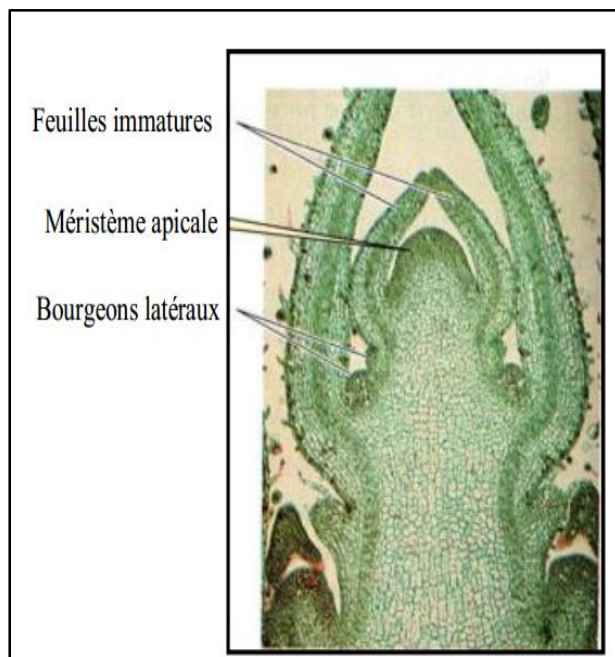


Figure 14 : Le méristème caulinaire

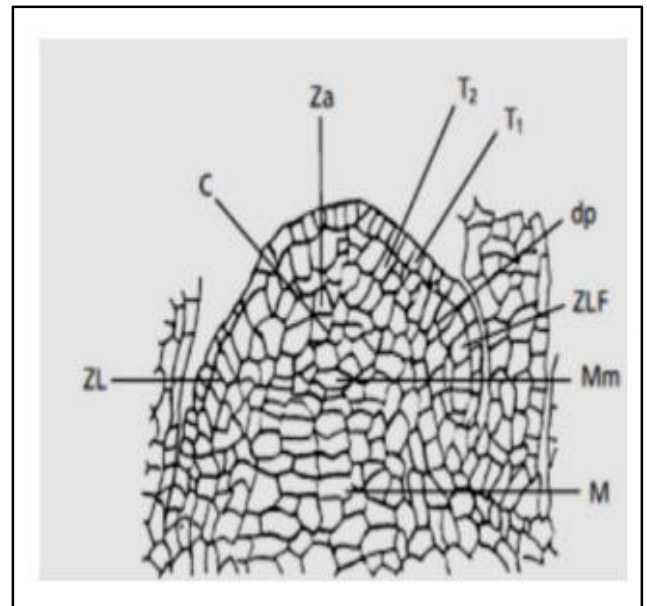


Figure 15 : Les différentes zones de méristèmes caulinaires

2- Tissus de protection ou de revêtement

Les plantes ont besoin de tissu de protection contre des évaporations trop importantes, contre des blessures, contre la chaleur...etc. Parmi ces tissus on compte l'épiderme, l'assise pilifère et l'endoderme.

2-1 L'épiderme : est une assise continue de cellules qui **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. C'est un **tissu vivant** constitué d'une **assise unique de cellules** de revêtement **jointives sans méats** entre elles et généralement **dépourvues de chloroplastes**, paroi externe souvent peu épaisse, pouvant être recouverte d'une **cuticule** imprégnée d'une substance hydrophobe, la cutine, et d'une couche de cire (la cuticule limite les échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère, notamment en freinant les pertes d'eau par transpiration. Son efficacité est fonction de son épaisseur). **De cellules stomatiques**, jouant un rôle indispensable dans la transpiration de la plante, ainsi que dans les échanges gazeux. **Les stomates** sont formés de deux **cellules de garde** qui possèdent de nombreux chloroplastes et qui sont capables de faire varier l'ostiole par des mécanismes osmotiques.

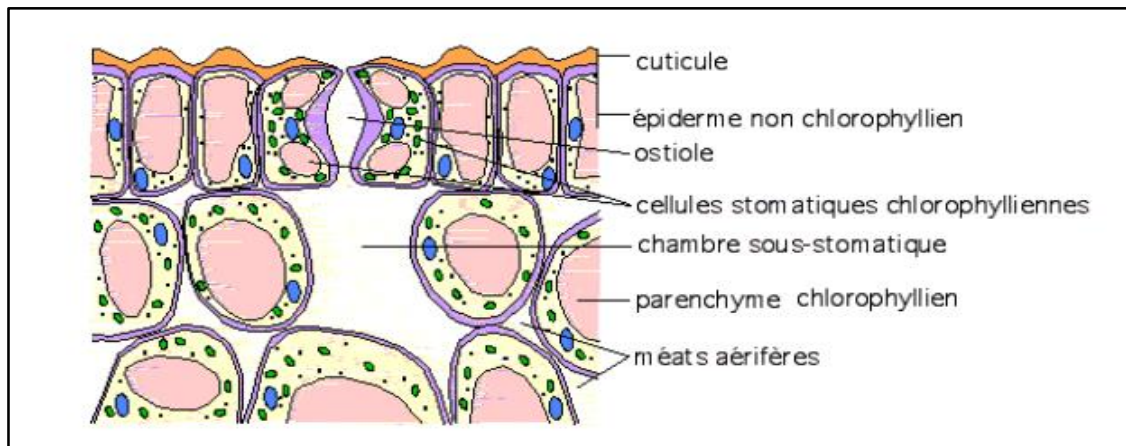


Figure 16 : Les cellules épidermiques

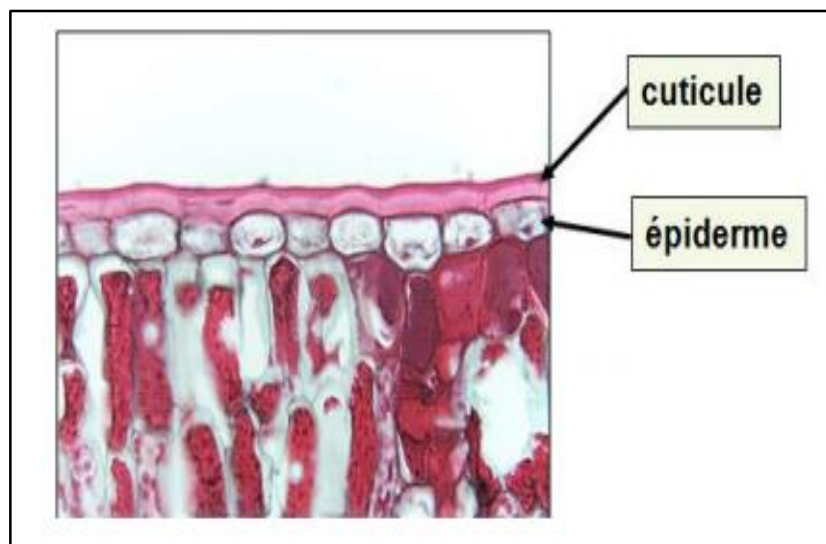


Figure 17 : Epiderme d'une feuille cutinisée

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.

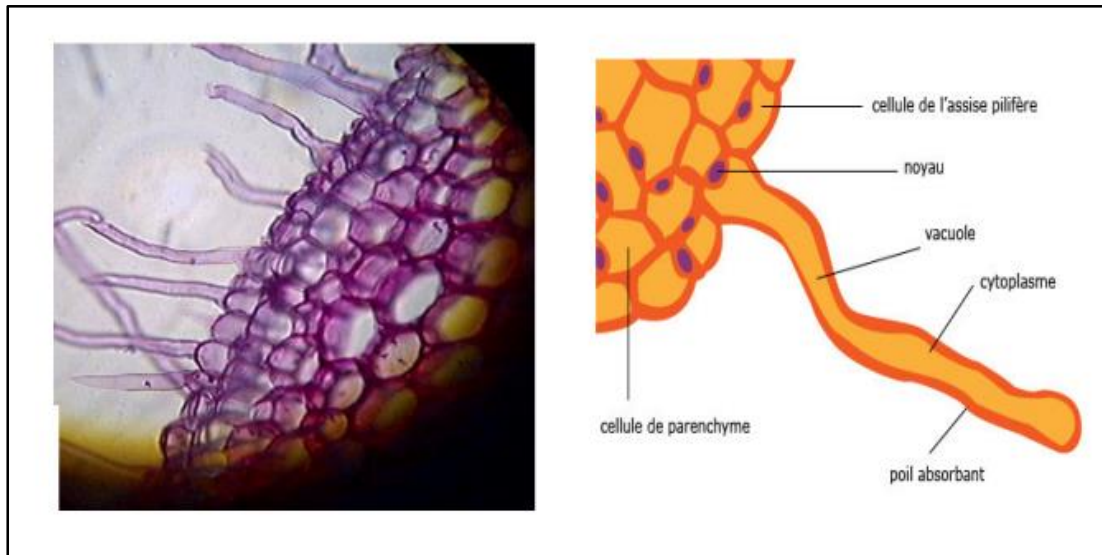


Figure 18 : Poils absorbants chez le rhizoderme

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 **trie des substances assimilées** par la plante. De cette manière seules certaines d'entre elles pourront migrer jusqu'aux tissus conducteurs et être ainsi répartie dans la plante.

On observe également des **épaississements subéreux** en forme de cadre formant les **cadres de Caspary** qui empêche les transports par voie apoplasmique en obligeant la voie symplasmique. Cette caractéristique lui permet de jouer son rôle de filtre.

Les cellules de l'endoderme présentent une **lignification et subérification** caractéristique d'un groupe de plante : **endoderme à cadre** caractéristique des dicotylédones, **endoderme en fer à cheval** caractéristique des monocotylédones... Plus les plantes vieillissent plus l'endoderme va se lignifier.

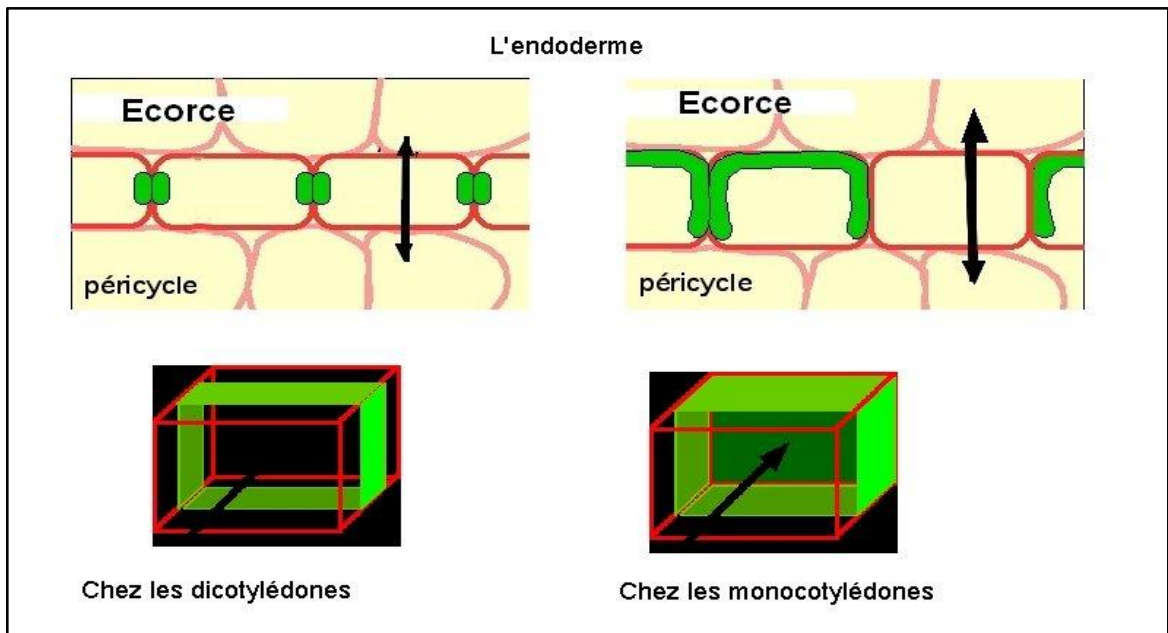


Figure 19 : Le cadre de Caspary

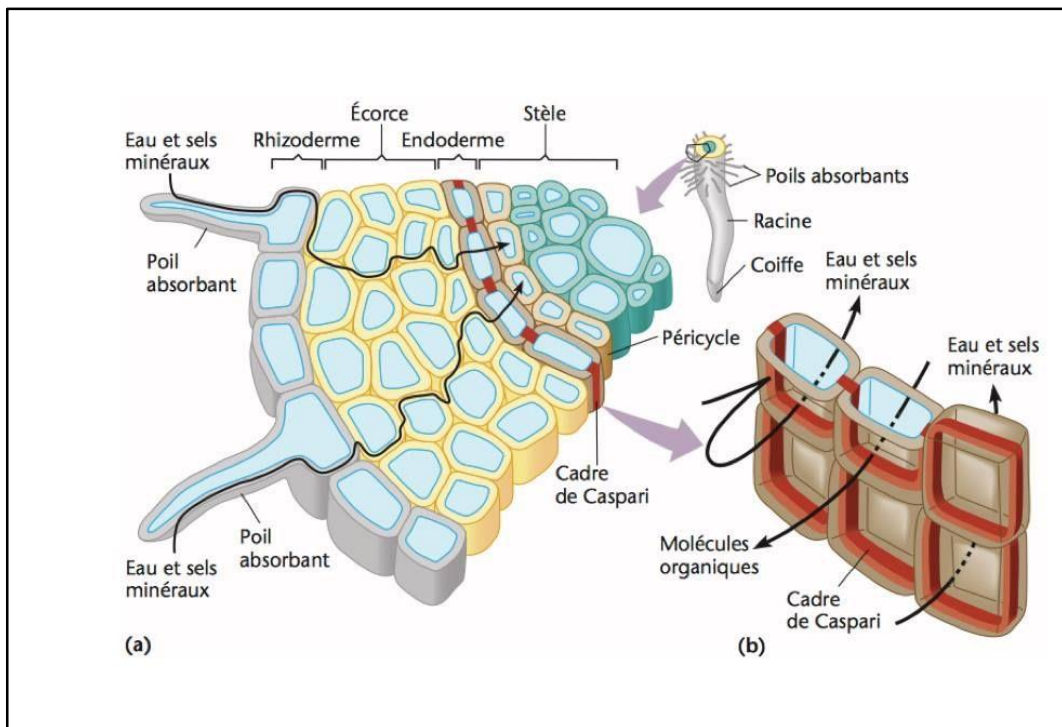


Figure 20 : L'endoderme

3- Tissus de remplissage (Les parenchymes)

Les tissus parenchymateux sont les plus volumineux au sein de la plante (tiges, racines, feuilles...). Ils peuvent être présents soit dès le début soit apparaître par la suite. C'est un tissu à **cellules vivantes, vacuolisées, peu différenciées**, à parois **pectocellulosiques** généralement **minces et flexible** à cause de **l'absence de paroi secondaire**. Le parenchyme se localise dans le cortex (parenchyme cortical) ou bien dans la moelle (parenchyme médullaire) des tiges et des racines, dans **le mésophylle** des feuilles et dans la chair des fruits.

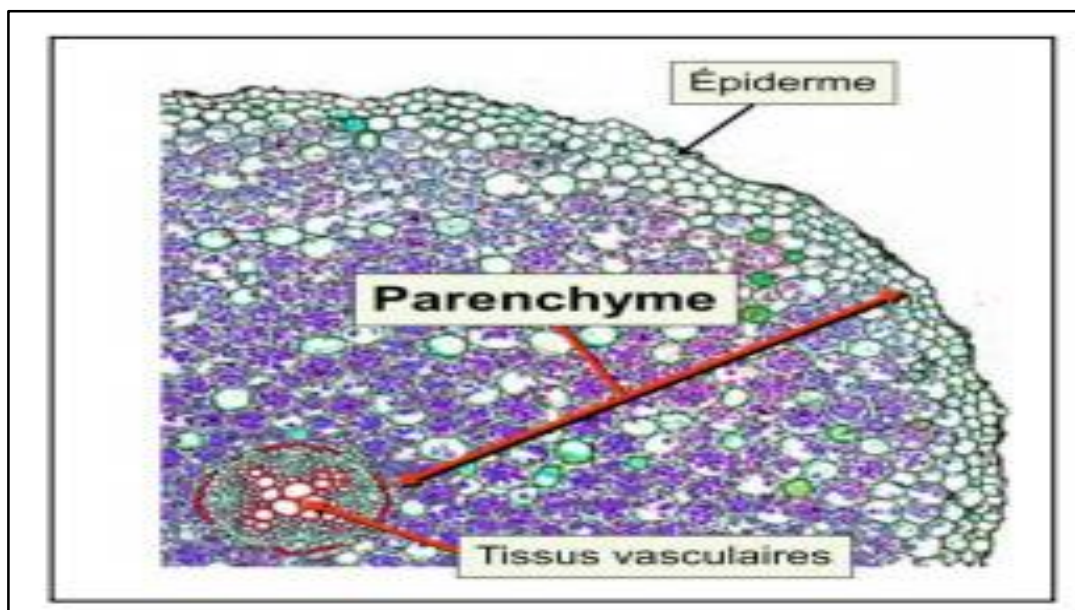


Figure 21 : Coupe transversale de la racine, montrant la place importante qu'occupe le parenchyme

La fonction capitale qu'il remplit est la Photosynthèse et l'accumulation des réserves. Ses cellules peuvent être jointive (**parenchyme compact**) (Fig 22. A). Parfois, elles sont séparées par de petits espaces, où on parle de parenchyme à méats (**méatifère**) (Fig 22. B). Elles peuvent être également séparées par de grands espaces, où on parle de **parenchyme lacuneux** (Fig 22. C).

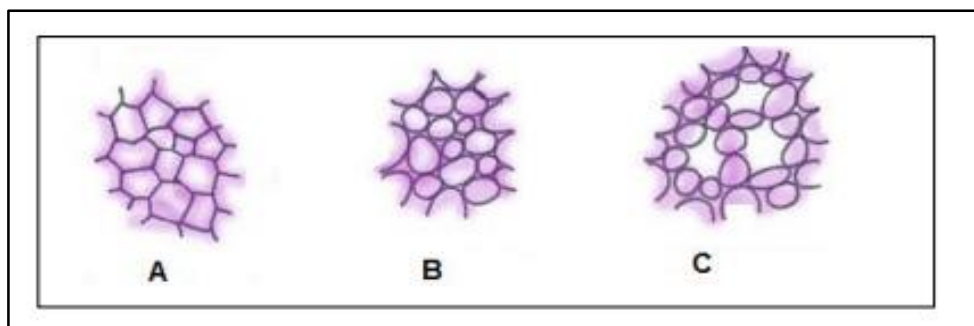


Figure 22 : Les types du Parenchyme

En fonction de leur rôle, on distingue plusieurs sortes de parenchymes :

3-1 Parenchyme Chlorophyllien : Il est caractérisé par la présence de nombreux chloroplastes dans ses cellules. Il est abondant dans les organes aériens.

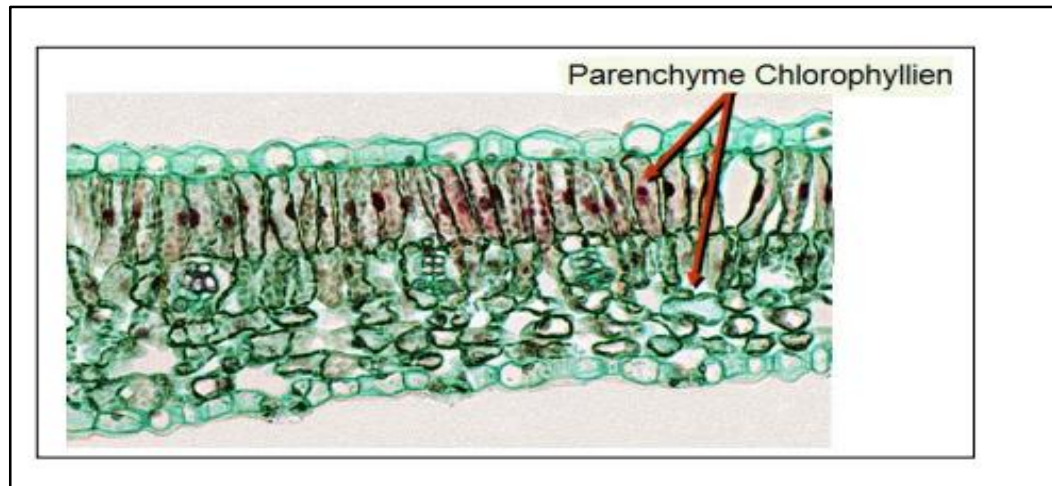


Figure 23 : Parenchyme Chlorophyllien

Les cellules du parenchyme chlorophyllien laissent entre elles des méats et prennent une forme arrondie. Elles peuvent être aussi séparées par de grandes lacunes assurant la circulation des gaz. Les parenchymes chlorophylliens sont abondants dans les organes aériens : Dans les tiges, le parenchyme chlorophyllien est appelé **Chlorenchyme** et notamment dans les feuilles, il est appelé **Mésophylle**, qui renferment deux types de chlorenchyme :

- **Parenchyme chlorophyllien palissadique** : cellules allongées et accolées les unes aux autres, sans méats. Les cellules situées du côté de la face foliaire supérieure des feuilles présentent un nombre important en chloroplastes en assurant ainsi la photosynthèse.
- **Parenchyme chlorophyllien lacuneux** : cellules plus ou moins arrondies ou étoilées, caractérisées par un nombre réduit de chloroplastes, entre lesquelles se trouve de grandes lacunes afin d'assurer les échanges gazeux par les stomates et qui se trouvent dans la face foliaire inférieure.

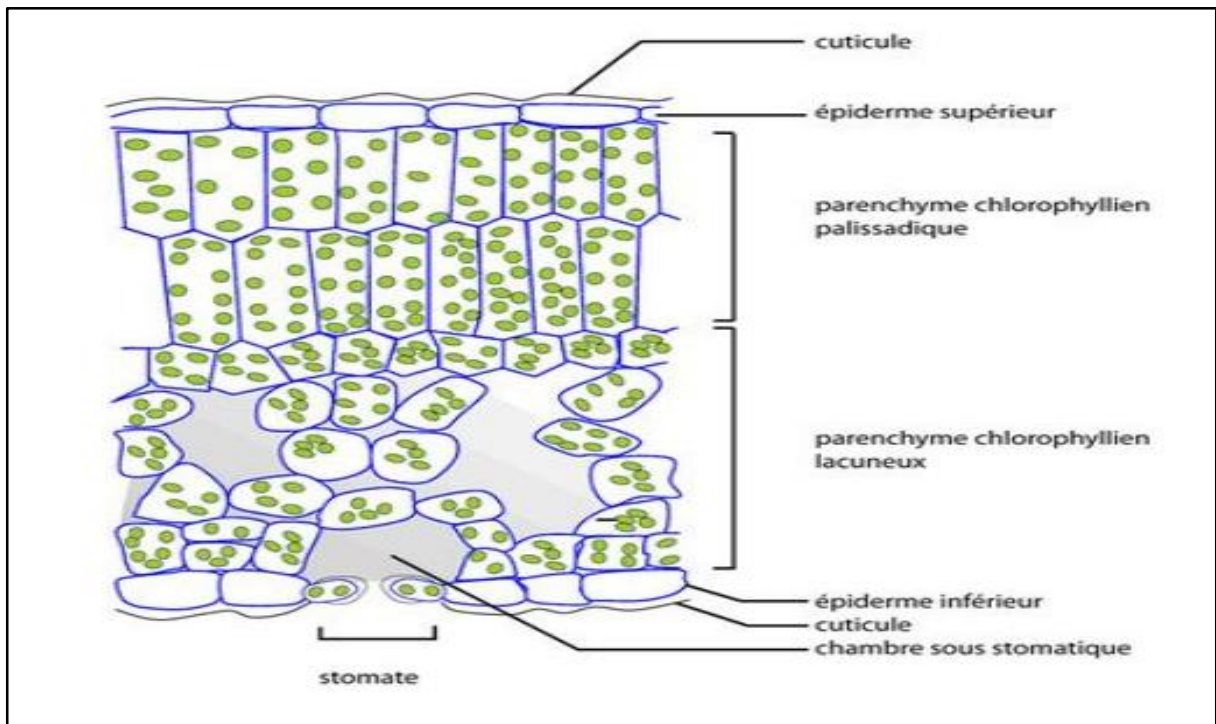


Figure 24 : Parenchyme chlorophyllien palissadique et lacuneux

3-2 Le parenchyme de réserve : Il existe trois types

- **Les parenchymes de réserves nutritives** : sont constitués des **cellules vivantes**, dans les organes souterrains, tels que les racines (carotte, betterave) et les tiges souterraines (Rhizomes), les parenchymes sont **dépourvus de chlorophylle**, mais leurs cellules contiennent d'abondantes réserves, tels que :
 - L'amidon, au niveau des plastes.
 - Protéines et glucides dans les vacuoles.
 - les lipides, parenchyme des graines et fruits oléagineux.
- **Les parenchymes aquifères** : constitués de cellules volumineuses, pourvues d'une vacuole très développée, abondants dans les tiges ou les feuilles des **plantes grasses** où ils constituent une réserve d'eau.
- **Les parenchymes aérifères** : sont très fréquents chez les **plantes aquatique**, pourvues des cellules présentent des lacunes entre elles dont le rôle de l'emprisonnement de l'air.

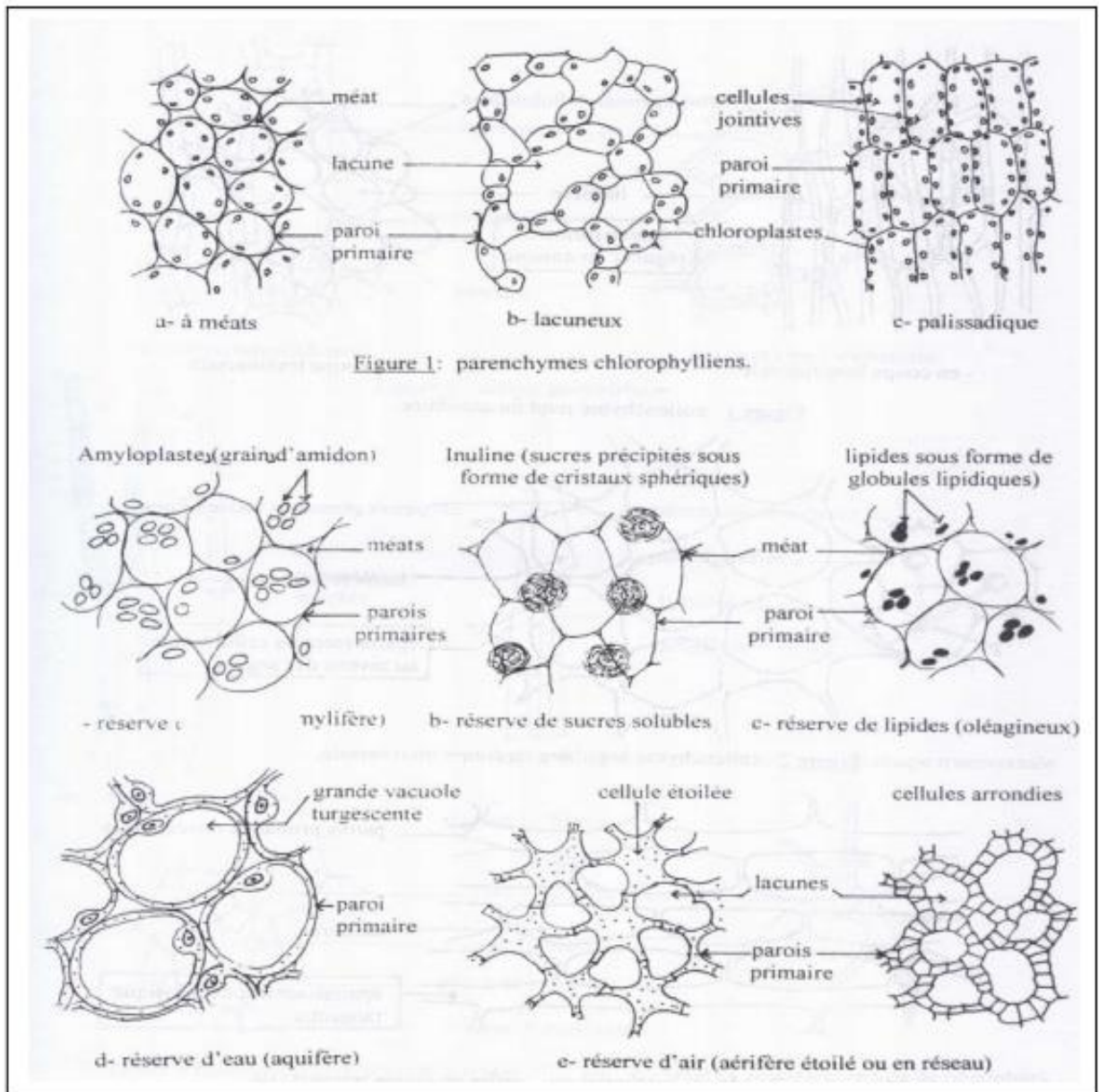


Figure 1: parenchymes chlorophylliens.

Figure 25 : Différents types de tissus de réserve

4- Tissus de soutien ou tissus mécaniques

Il assure la rigidité et la solidité des organes (**généralement les organes aériens**). Leurs cellules diffèrent des cellules du parenchyme par l'épaisseur et /ou la nature chimique de leur paroi. Les tissus de soutien sont composés du **collenchyme** et du **sclérenchyme**, deux tissus primaires.

4-1 Le collenchyme

Le collenchyme est un tissu primaire constitué de cellules de forme **isodiamétrique** ou **allongée**, **vivantes** à **parois pectocellulosiques épaisses**. Les cellules sont étroitement accolées. Présent dans les **organes aériens**. Le collenchyme occupe généralement des **positions externes sous l'épiderme** chez les **tiges et les rameaux**, sous forme **d'anneaux** ou **d'ilots** ou **accolé à des vaisseaux**

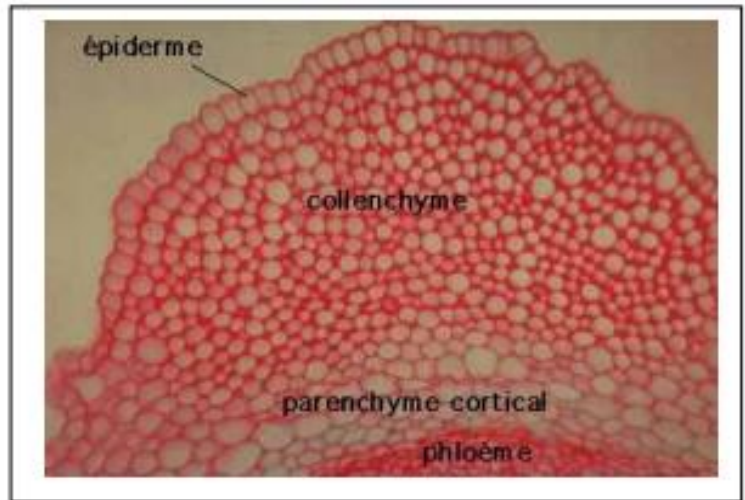


Figure 26 : Collenchyme de la tige

Il en existe différents types en fonction de l'épaisseur de la paroi des cellules par le dépôt de la cellulose :

- **le collenchyme angulaire**, épaissement cellulosique de la paroi au **niveau des angles**. Moins résistant, il ne possède pas de méats ;
- **le collenchyme tangentiel**, dépôt de cellulose **uniquement sur les parois parallèles à la surface externe**, on le trouve dans l'écorce de la tige des arbres, il est plus solide que le collenchyme angulaire ;
- **le collenchyme annulaire**, dépôt de cellulose **uniformément réparti tout autour de la paroi**. Paroi épaisse donc le plus résistant, se trouve dans certaines tiges et pétioles.

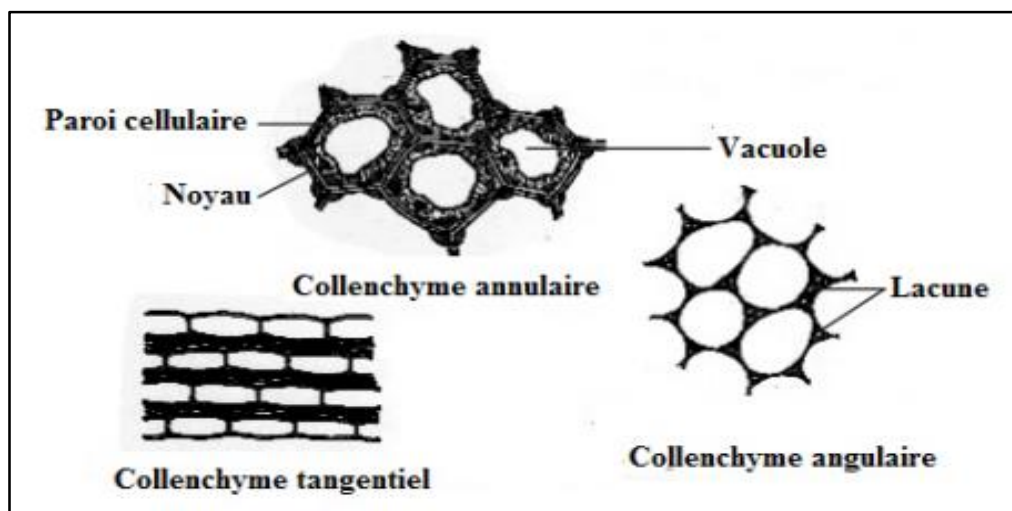


Figure 27 : Différents types de collenchyme

4-2 Le sclérenchyme

Le sclérenchyme est un tissu primaire. C'est un ensemble de **cellules mortes** dont les **parois** sont **épaissies** par un **dépôt de lignine**. Les cellules de sclérenchyme sont regroupées en faisceaux formant les **fibres des végétaux (fibre scléreuse)** ou bien en **sclérites** (sous formes des cellules présentant des **formes Irrégulières**). Le sclérenchyme se trouve généralement plus en profondeur que le collenchyme.

Ces tissus assurent le soutien et sont donc situés dans les **parties aériennes**. Le sclérenchyme apparaît dans les organes de la plante où la croissance en longueur a cessé. Une fois que la cellule scléreuse est morte, sa paroi rigide demeure et participe toujours au soutien de la plante.

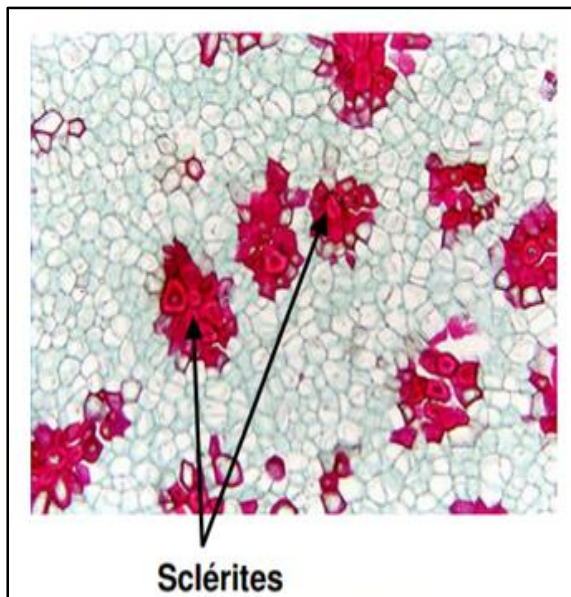


Figure 28 : les cellules sclérites

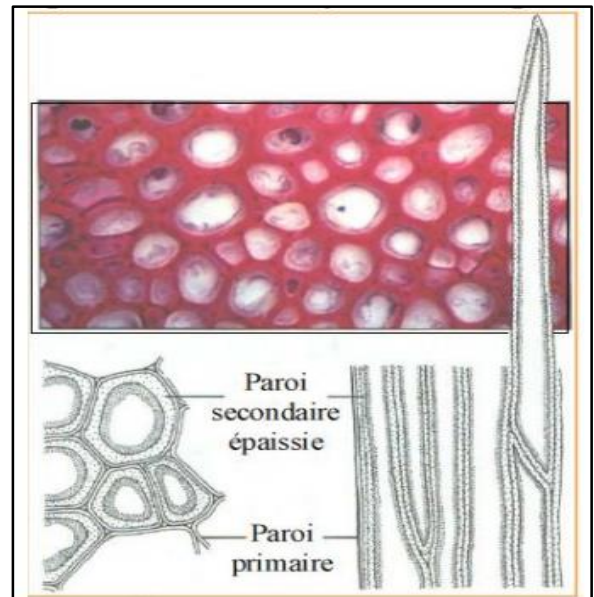


Figure 29 : Le sclérenchyme

5- Tissus Conducteurs

Les tissus conducteurs sont des tissus spécialisés dans le transport des sèves au sein du végétal. On en distingue deux sortes :

- **Xylème ou tissu ligneux** : assure la conduction de la sève brute (eau + sels minéraux) absorbée par les racines grâce à l'assise pilifère.
- **Phloème ou tissu criblé** : conduit la sève élaborée (substances organiques provenant de la photosynthèse) vers tous les organes de la plante.

Le Xylème et le phloème se mettent en place dans les organes jeunes (tiges, feuilles et racines). Ils sont situés **en profondeur** dans les organes au niveau du **cylindre central ou moelle**.

Le xylème et le phloème sont étroitement associés et forment le **système vasculaire** qui assure les corrélations entre les différentes parties de la plante.

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

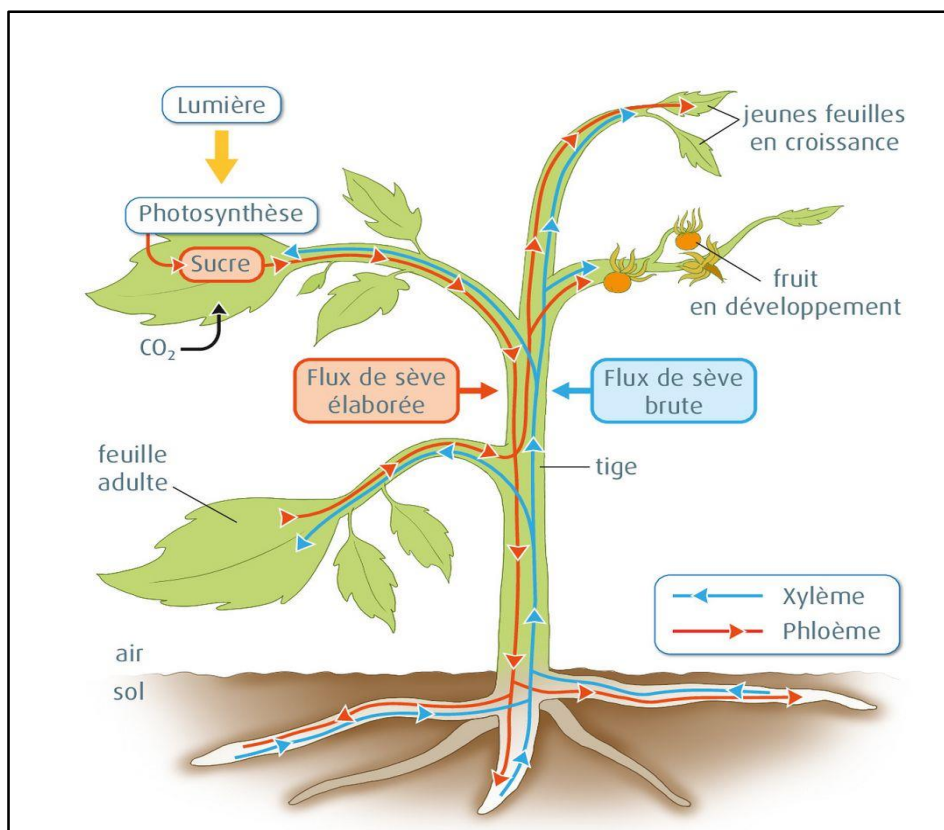


Figure 30 : le Flux de la sève brute et élaborée

4-1 Organisation du xylème :

Le xylème est formé de deux types de cellules

➤ Trachéides

Ce sont des **cellules allongées, fusiformes**, à **paroi secondaire épaisse, lignifiée**, les extrémités sont en biseau et **dépourvue de cytoplasme** lorsqu'elles sont différenciées ; ce sont **des cellules mortes possédant une paroi transversale**. Elles communiquent entre elles (circulation de la sève) et avec les cellules parenchymateuses par **les ponctuations**.

➤ **Trachés (Vaisseaux)**

Ce sont des **tubes** partant de l'extrémité de la racine et se prolongeant dans les tiges et feuilles. Sont constituées de cellules **mortes, assez larges et plus courtes** que celles des trachéides la **paroi secondaire épaisse est lignifiée**. Leurs **extrémités sont ouvertes** est la sève y circule librement.

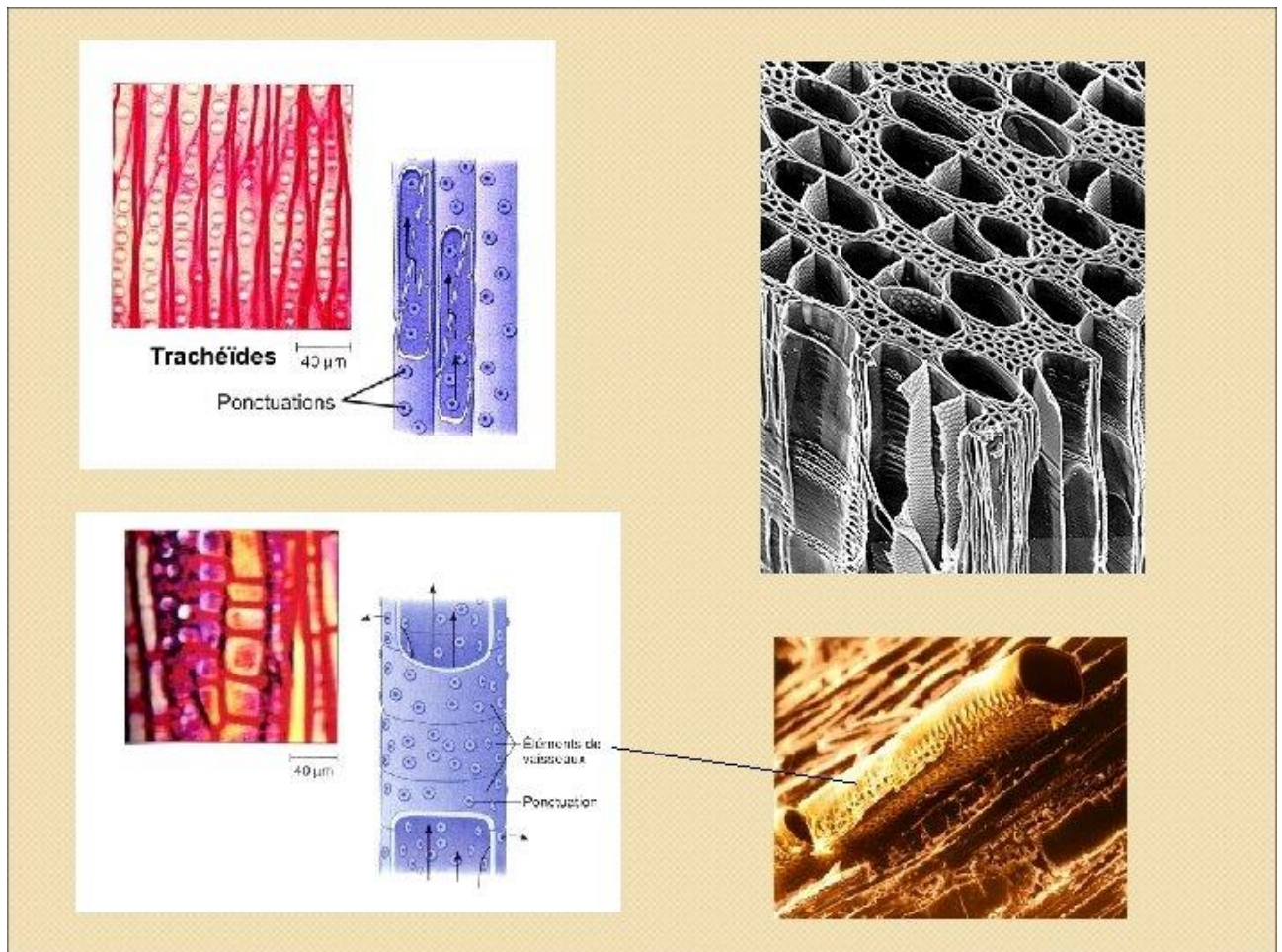


Figure 31 : Les éléments du Xylème

4-2 Organisation du Phloème

Le phloème est aussi formé par deux types de cellules

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

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

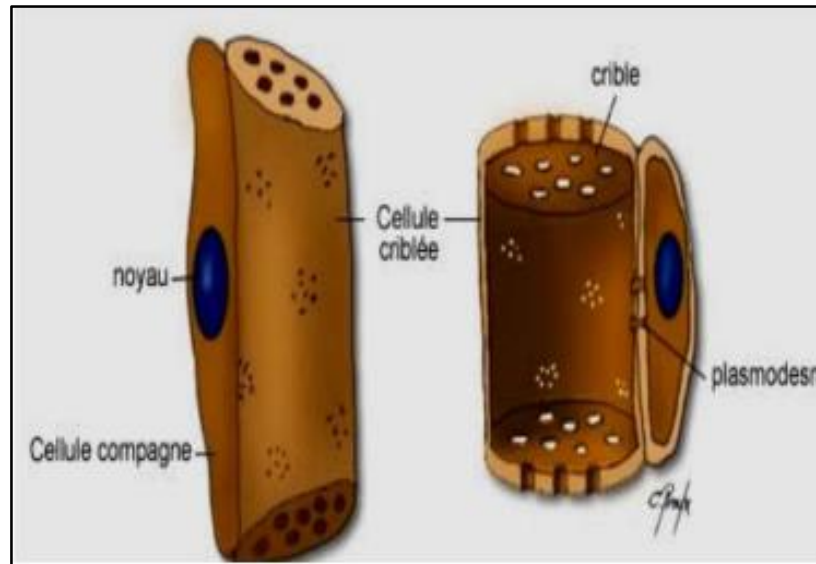


Figure 32 : Éléments du phloème

6- Tissus sécréteurs

Ce sont des tissus extrêmement variés chez les végétaux, spécialisés dans la synthèse (sécrétion) de certaines substances : tannins, alcaloïdes, latex, essences. Ces tissus peuvent accumuler les produits synthétisés au sein même de leurs cellules ou bien les rejeter hors de celles-ci dans des cavités ménagées dans les organes ; dans ce cas il y a excrétion des produits sécrétés.

6-1 Cellules sécrétrices isolées : sont de forme isodiamétriques et les produits de sécrétion sont accumulés dans les vacuoles. On les trouve dans les parenchymes corticaux et médullaires des tiges et des feuilles.

6-2 Cellules sécrétrices groupées :

- **Cellules et poils épidermiques** : Cellules de formes variées qui produisent des essences volatiles accumulées dans le cytoplasme et se trouvent dans les tiges, feuilles et pièces florales.
- **Poches et canaux sécrétrices** : Les cellules délimitant les poches ou les canaux, excrètent les produits dans les poches ou les canaux (exemples : canaux sécréteurs de résine chez

les conifères ; péricarpe de l'orange, mandarine, citron et résines des feuilles et tiges de Pin.

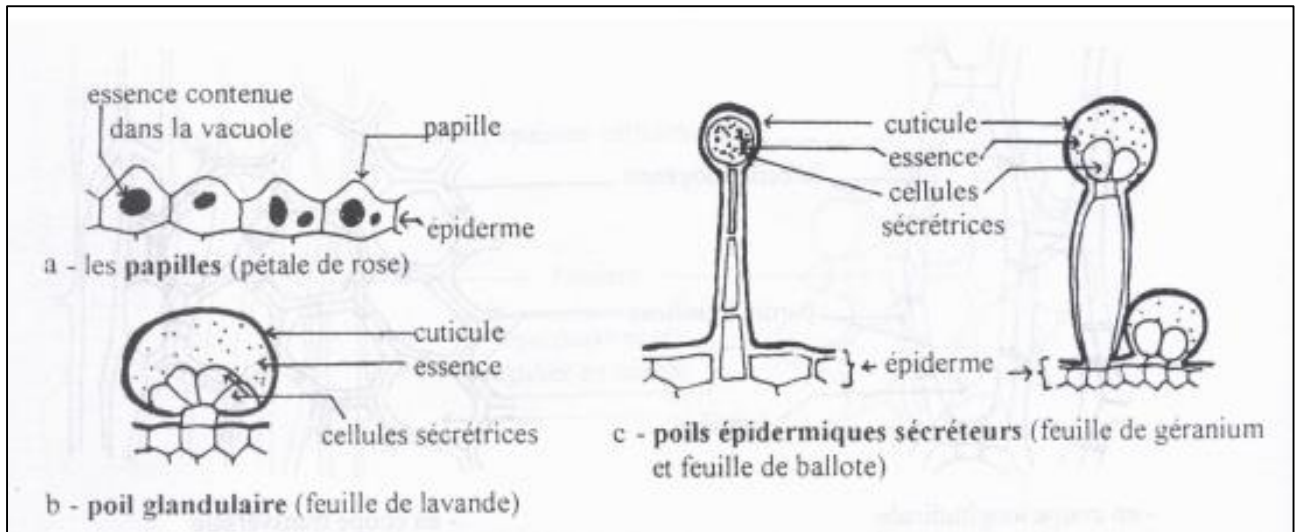


Figure 33 : Eléments sécréteurs de l'épiderme

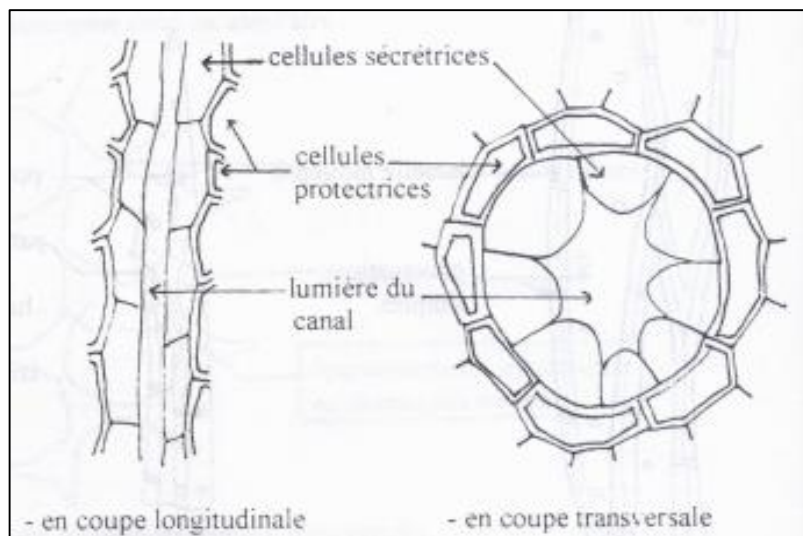


Figure 34 : canal sécréteur

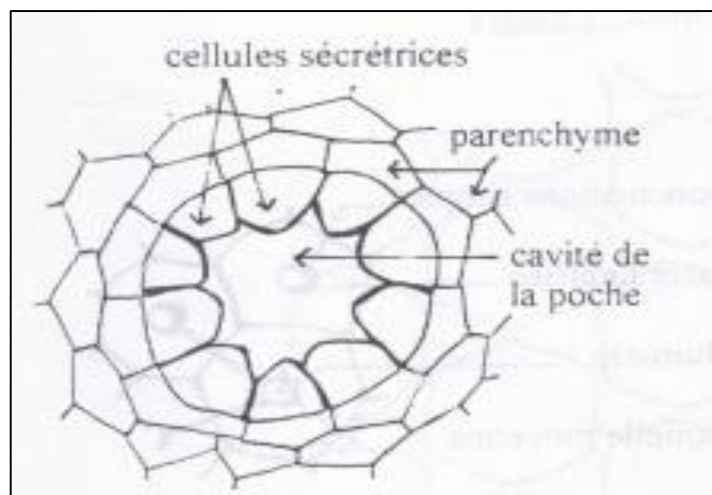


Figure 35 : Poche sécrétrice

La partie 2 : Les Tissus Secondaires

1. 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 (la **vacuole est très développée**, le **noyau** est localisé à la périphérie des cellules).

Les cellules du méristème secondaire permettent une **croissance en épaisseur** autour de la tige et des racines des plantes.

On trouve deux méristèmes secondaires qui se différencient tardivement :

- 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**.

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 inter-fasciculaire qui subissent une dédifférenciation. Un anneau complet est issu de la fusion de deux types de zones cellulaires : les cellules de cambium inter-fasciculaire et les cellules du cambium intrafasciculaire. Cette fusion forme ainsi l'anneau cambial.

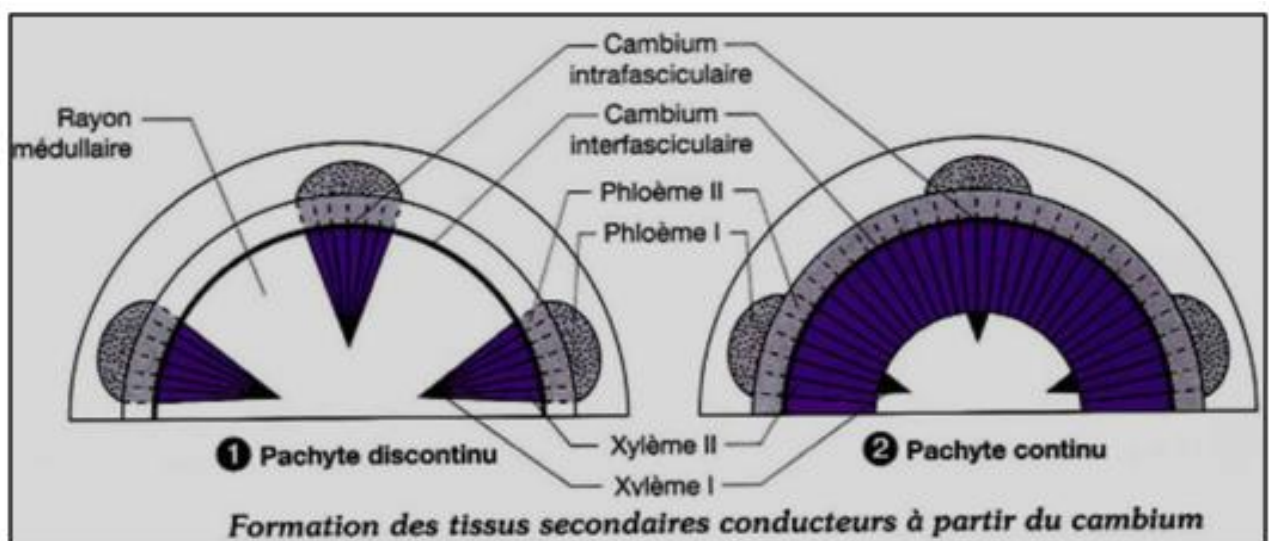


Figure 36 : Formation de l'anneau cambial

- **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**.

2. Les tissus conducteurs secondaires

Ces tissus secondaires vont se développer et permettre la croissance en épaisseur du végétal, ils vont **assurer le transport de la sève** et auront **un rôle de soutien du végétal**.

- **Le liber (Phloème II)**, Il est disposé vers l'extérieur. Sa formation, centrifuge, est rythmique et donne des couches concentriques minces de cellules aplaties.
- **Le bois (Xylème II)**, Il se développe vers l'intérieur. Il a une croissance rythmique centripète, synchronisée avec les saisons. Il forme donc des couches annuelles.

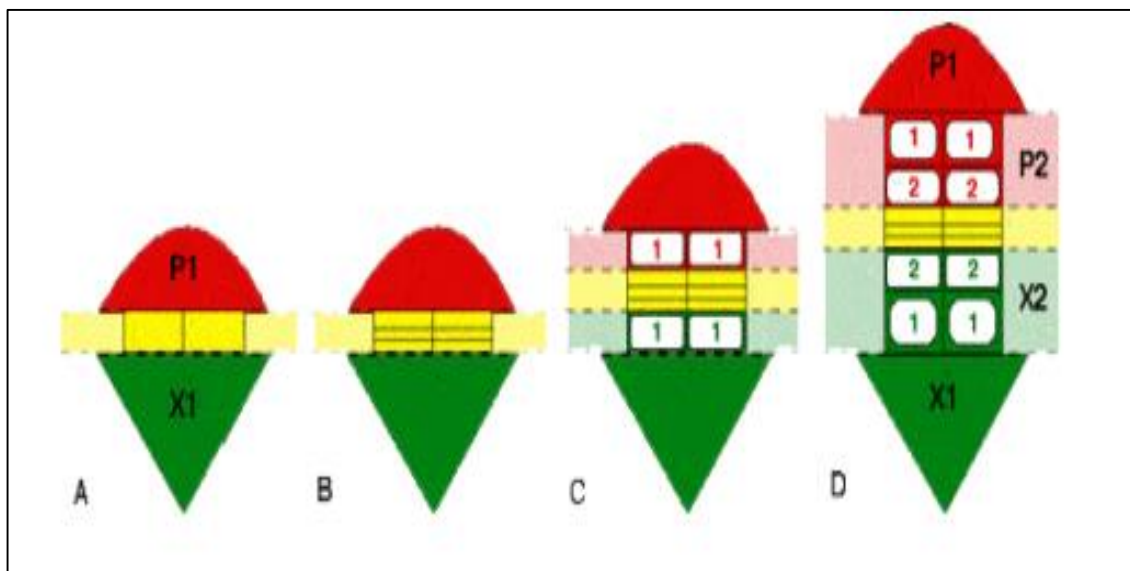


Figure 37 : Fonctionnement du cambium libéroligneux (tige)

3- Les tissus protecteurs secondaires

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

- **Le suber** (ou liège) est le deuxième tissu de remplacement des cellules épidermiques ; il peut également remplacer l'assise pilifère

- **le phelloderme**, une croissance interne

L'**Epiderme** disparaît quand les tissus secondaires apparaissent. Il y a donc un nouveau tissu de surface c'est le **périderme**.

Le **périderme** se compose de 3 parties : **le phelloderme + le phellogène + le liège**.

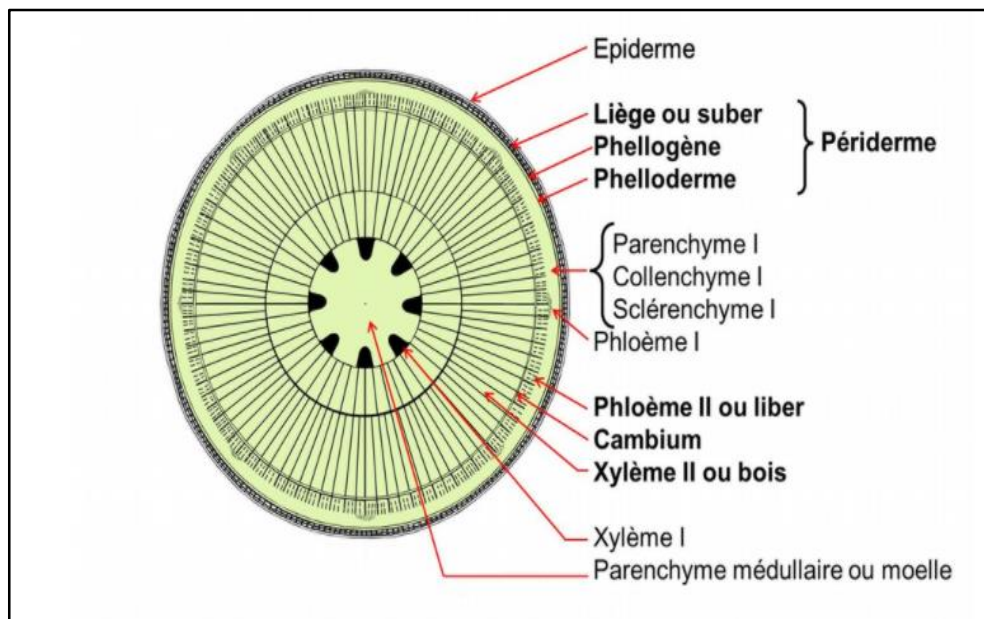


Figure 38 : Localisation des tissus secondaires

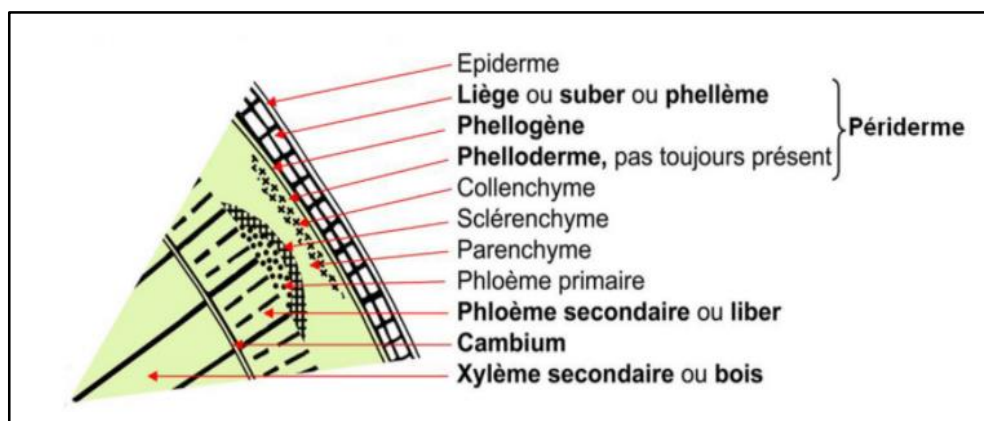


Figure 39 : Tissus secondaires