1. Introduction

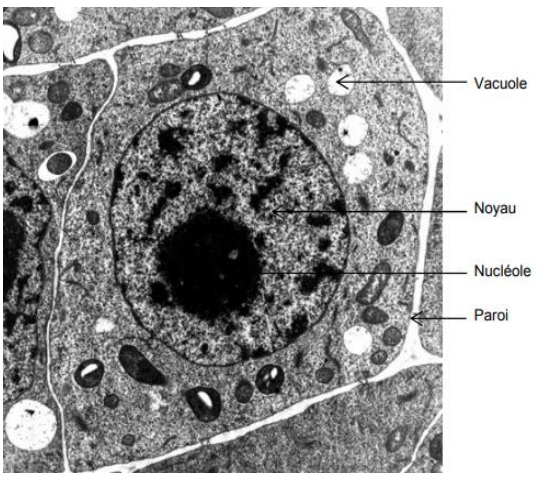
Le règne des végétaux se caractérise au niveau de leur structure, d'abord par leurs cellules, puis par la structure de leurs tissus. **Les tissus se forment à partir des méristèmes**, massifs organisés de jeunes cellules isodiamétriques indifférenciées. Ils représentent un groupement de cellules ayant une même origine embryonnaire, ayant le même aspect et ils sont le siège de divisions orientées actives (conservent leur caractères embryonnaires indéfiniment « **cellules souches** » car certaines cellules méristématiques ne se différencient pas) (Figue 2). Les tissus peuvent se diviser en plusieurs catégories structurales ou fonctionnelles pour donner des organes (tige, feuille, racine,…). Les méristèmes sont présents chez toutes les plantes mais leur fonctionnement diffère.

1.1. Méristèmes ou tissu de croissance ou tissus de divisions cellulaires

1.1.1. Méristèmes primaires ou méristèmes apicaux

Ils sont d'origine embryonnaire et se forment au cours de l'embryogénèse. Les méristèmes sont situés dans les parties terminales des organes « **point végétatif ».** Il y a les méristèmes apicaux racinaires et les méristèmes apicaux caulinaires, parfois latéralement à la base des feuilles (**méristèmes axillaires**) (Figure 3). Ils permettent typiquement la **croissance en longueur** des plantes formant **la structure primaire,** les tissus qui en dérivent subissent un faible épaississement en l'absence de méristèmes secondaires.

Les cellules des méristèmes primaires sont **petites et isodiamétriques**. Elles sont parfaitement jointives (**pas de méats**) (figure 1).



Les cellules méristématiques primaires sont caractérisées par :

-Une petite taille,
-Taille du noyau importante situé au centre,
-Nucléoles de grande taille,
-Organites peu structurés, plastes indifférenciés, il n'existe pas de proplastes,
-Mitochondries nombreuses,
-Vacuoles de petite taille et nombreuses sphériques soit disposés en un très fin réseau,
-Densité en ribosomes élevée,
-Parois minces (parois primaires).

Figure 1 : Cellule méristématique (méristème primaire)

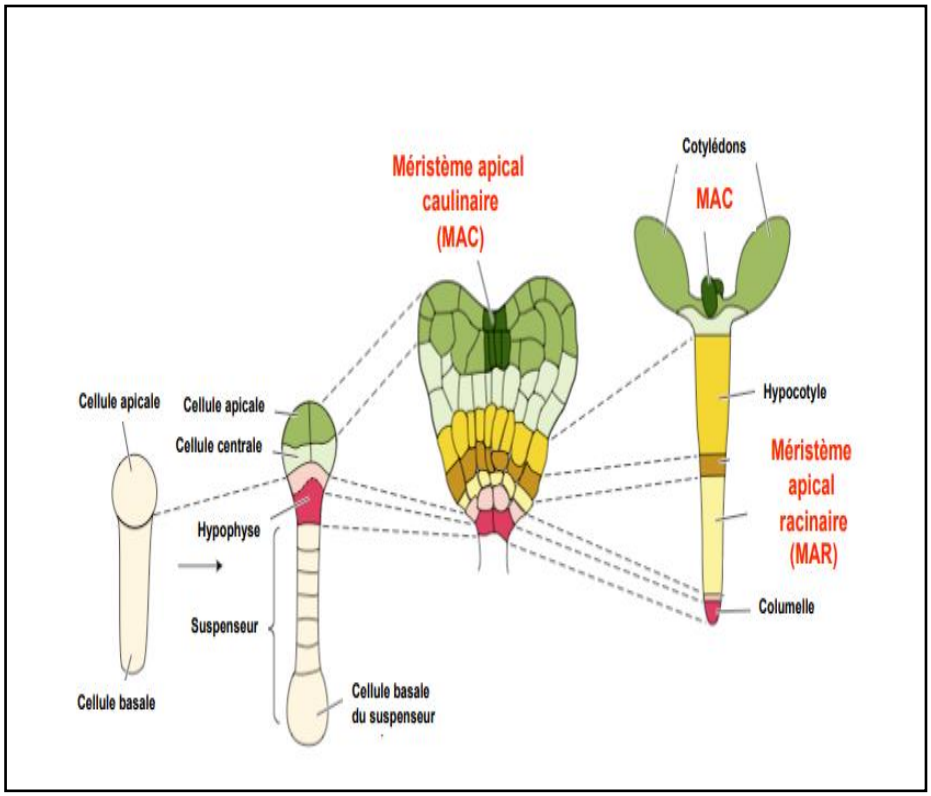


Figure 2: Origine des méristèmes apicaux

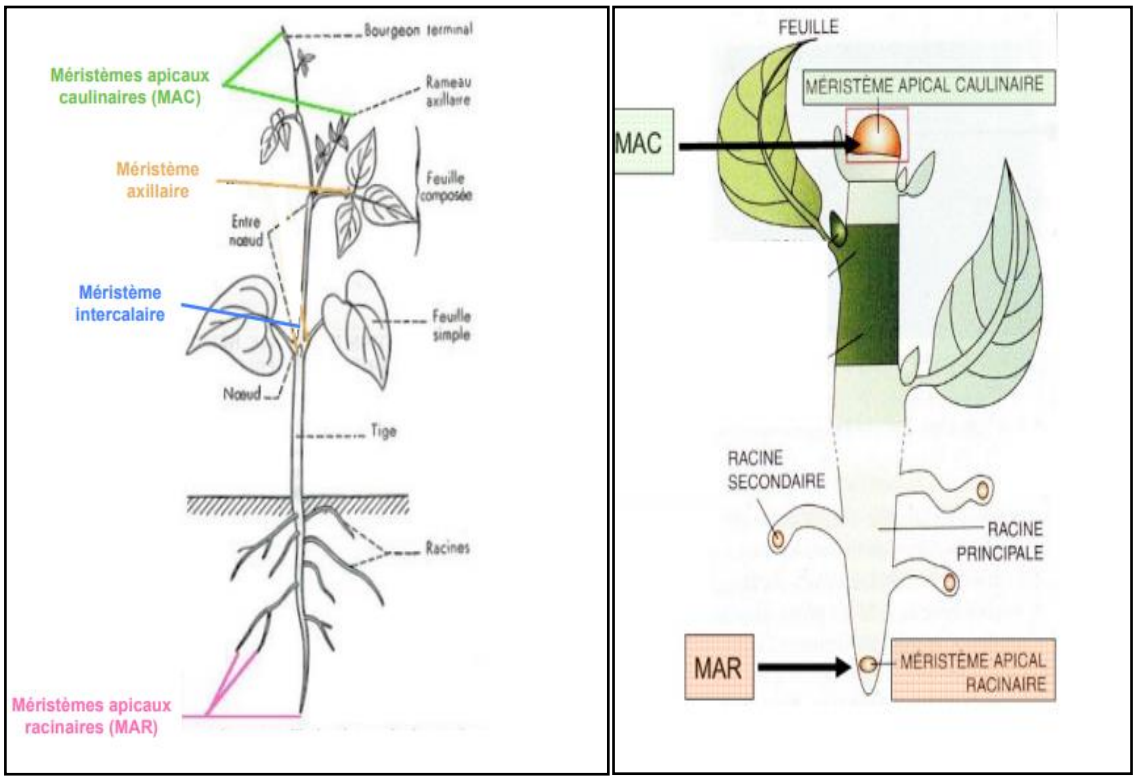


Figure 3 : Représentation et distribution des méristèmes au niveau de la plante

1.1.1.1.Méristème caulinaire

Le méristème caulinaire (**de la tige**) est responsable de l'édification de la partie aérienne de la plante donnant naissance à plusieurs organes : **des tiges, des feuilles, des bourgeons apicaux et axillaires et des bourgeons floraux** grâce à la division cellulaire dont il représente le siège (**mitoses méristématiques**), il est donc **histogène et organogène**. Chez certaines plantes comme les graminées, des **méristèmes intercalaires** sont présents à chaque entre-nœud, situés à la base des feuilles, ils assurent la croissance de ces organes (Figure 4 et 5).

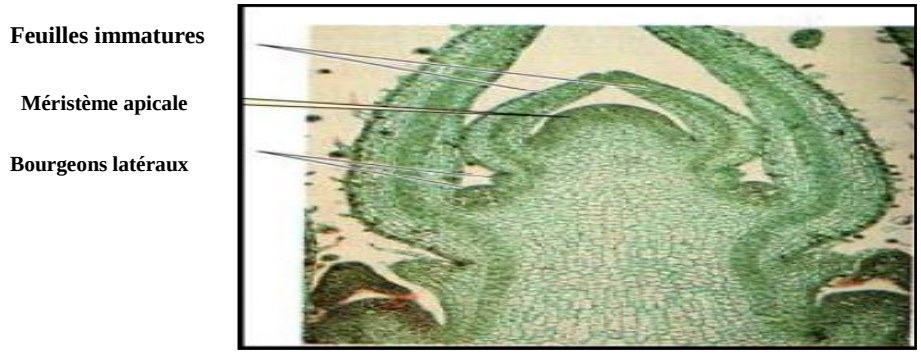


Figure 4 : Méristème caulinaire



Figure 5 : Bourgeons caulinaires d'une branche qui s'ouvrent.

1.1.1.2. Méristème racinaire

Le méristème racinaire donne naissance aux tissus de la racine et de 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). Ce qui favorise les ramifications de la racine (Figure 6-7-8).

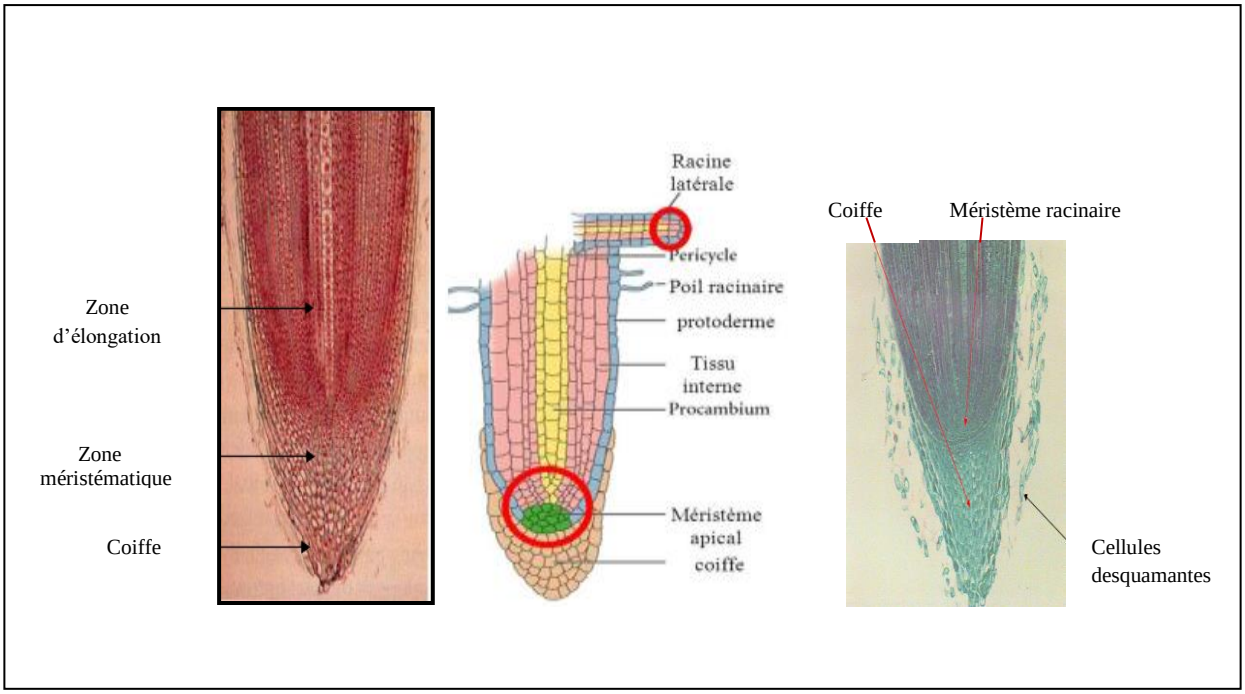


Figure 6 : Méristème racinaire

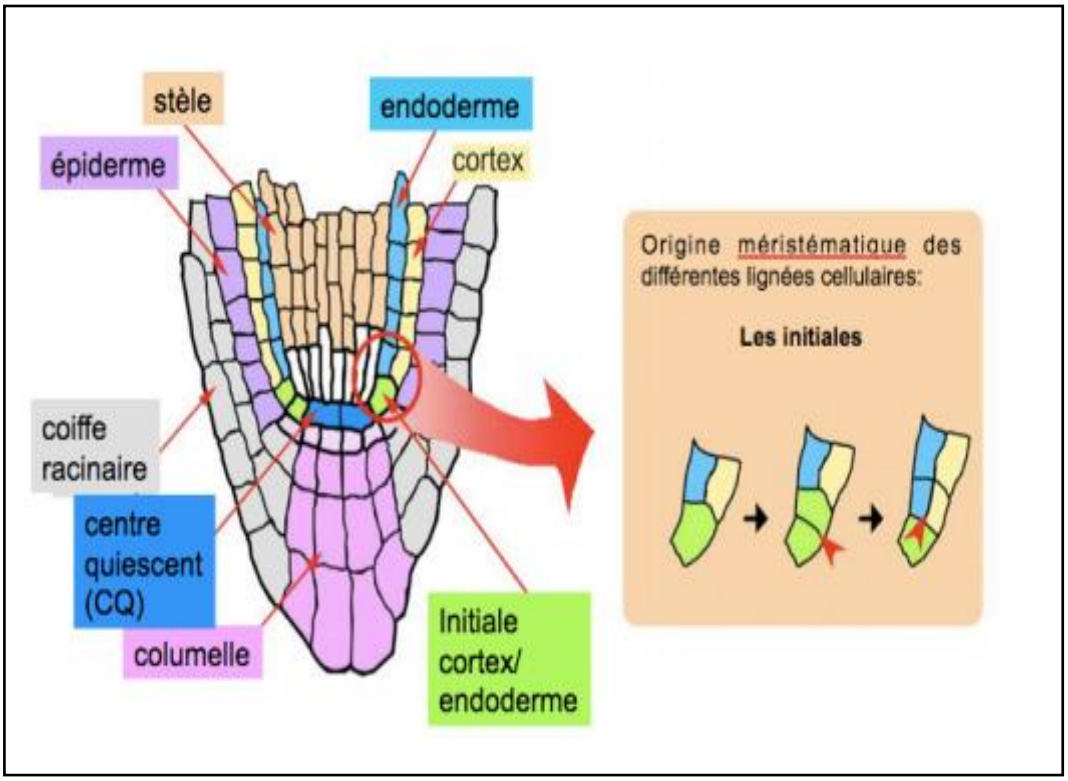


Figure 7 : Méristème apical racinaire (MAR)

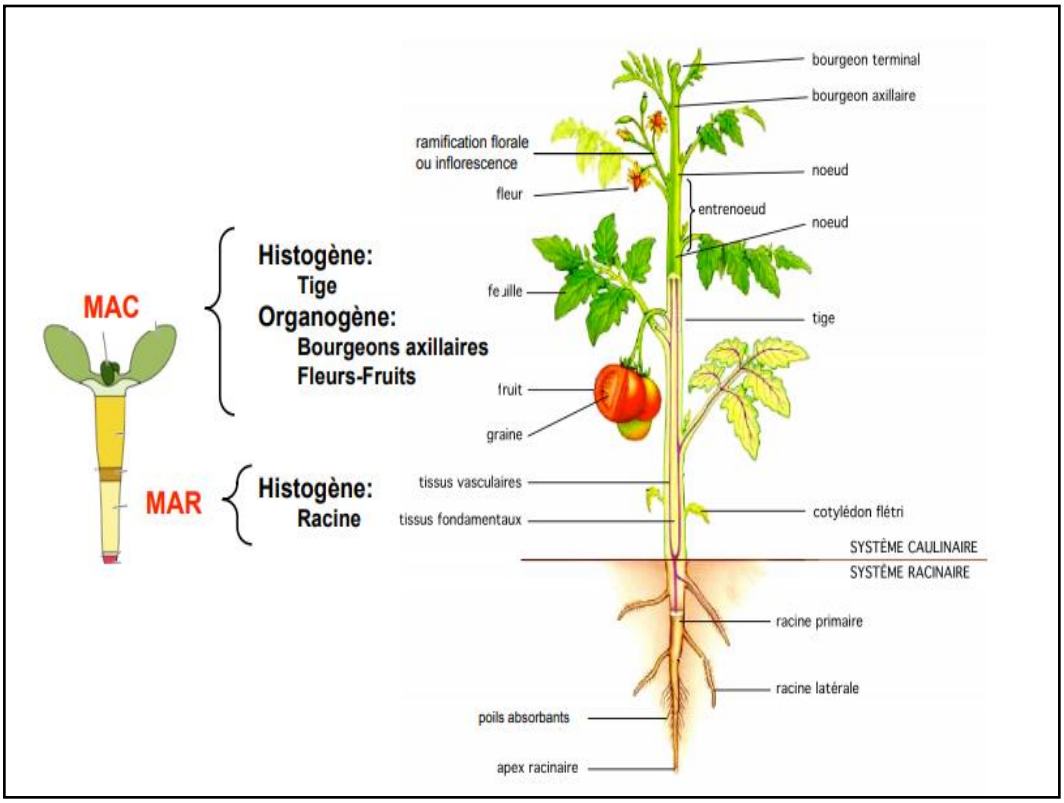


Figure 8: Fonctions histogènes et organogènes des méristèmes primaires

1.1.2. Méristèmes secondaires

Après les méristèmes primaires, les méristèmes secondaires apparaissent, le fonctionnement des méristèmes secondaires modifie donc les structures primaires qui deviennent ainsi des structures secondaires. Ils sont représentés par **le phellogène** et **le cambium,** ce qui constitue **la structure secondaire.** Leur rôle est d'assurer la croissance en épaisseur de la tige et des racines des Angiospermes **dicotylédones.** En l'occurrence les Angiospermes **monocotylédones n'en possèdent pas**.

Les méristèmes secondaires sont constitués d'assises génératrices sous forme d'anneaux formés de cellules capables de se diviser rapidement. Leurs cellules différent des cellules du méristème primaire par leur :

- Forme rectangulaire ;
- Contenu cellulaire ;
- Vacuole centrale et leur noyau qui occupe une position latérale.

Deux méristèmes secondaires se différencient tardivement au niveau des plantes (Figure 9-10-11)**:**

A/ <u>Zone génératrice libéro-ligneuse, ou cambium</u>. Le cambium est localisé 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 d'une seule assise de cellules, sous forme d'un cylindre appelé parfois « **anneau cambial** ».

B/ <u>Zone génératrice subéro-phéllodermique, ou phellogène</u>. Le phellogène est responsable de formation des **tissus protecteurs secondaires,** il se trouve dans l'écorce (extrémité périphérique), il est responsable de l'apparition du liège (**suber**) vers l'extérieur et du **phelloderme** vers **l'intérieur**.

RQ : <u>Les plantes herbacées ne possèdent pas de méristèmes secondaires.</u>

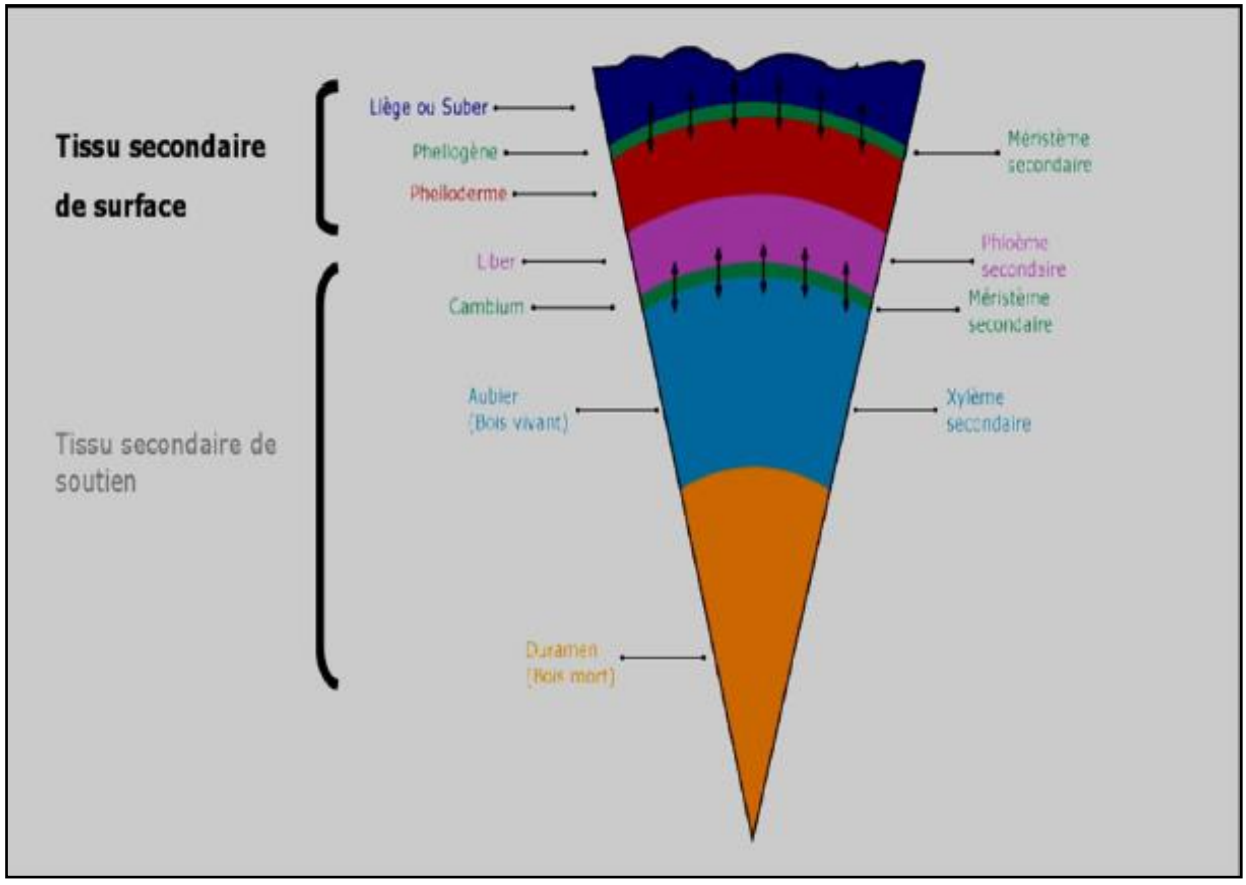


Figure 9 : Emplacement des tissus secondaires

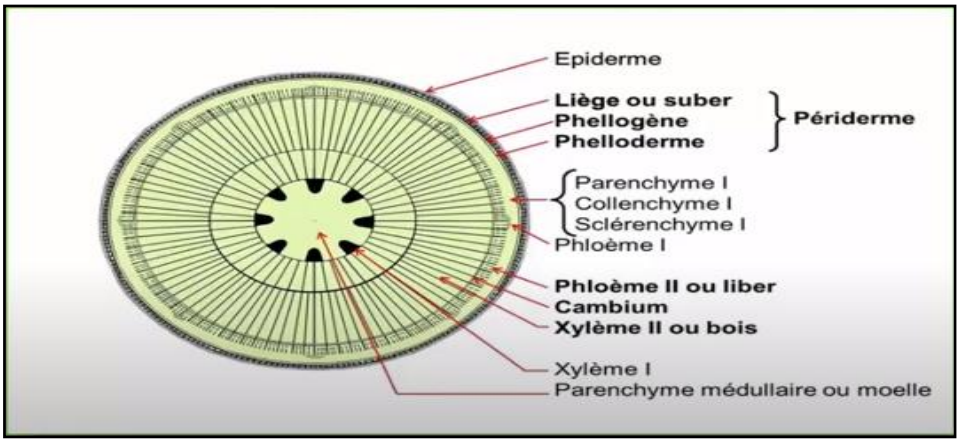


Figure 10 : Méristème secondaire

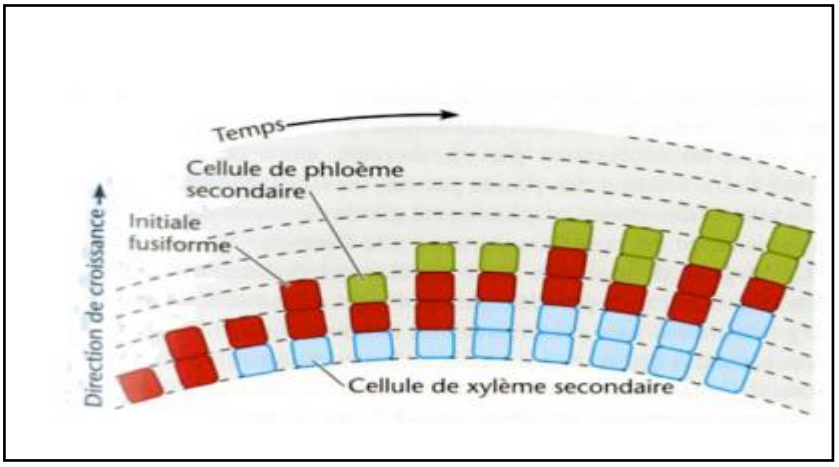


Figure 11: Représentation schématique du mode de division des cellules cambiales

1.2. Tissus de remplissage ou tissus parenchymateux (parenchymes) /tissus fondamentaux

Les parenchymes, sont issus du fonctionnement des méristèmes primaires. C'est des tissus les plus abondants, constitués de cellules vivantes volumineuses, isodiamétriques ou allongées **mais qui ne se divisent pas**. Leurs vacuoles sont très développées mais leurs **parois pectocellulosiques sont minces et flexibles à cause de l'absence de paroi secondaire. Les cellules peuvent être jointives** mais elles présentent souvent des décollements qui forment **des méats**, ou des espaces importants (parenchyme lacuneux). Le parenchyme se localise dans le cortex (parenchyme cortical) ou bien dans la moelle (parenchyme médullaire) des tiges et des racines, dans le mésophile des feuilles et dans la chaire des fruits.

On classe ces tissus d'après leurs fonctions en : parenchymes chlorophylliens qui assurent la photosynthèse, parenchymes de réserve plus internes, qui accumulent des composés organiques (glucides, lipides, protéines), parenchymes aquifères qui accumulent l'eau et les parenchymes aérifères qui accumulent de l'air.

1.2.1. Parenchymes chlorophylliens (Chlorenchyme) ou (photosynthétiques)

Ils sont caractérisés par la présence de nombreux chloroplastes dans leurs cellules (assurent la photosynthèse). Les cellules du parenchyme chlorophyllien laissent entre elles des méats et prennent une forme arrondie (Figure 12). Elles peuvent être aussi séparées par de grandes lacunes assurant la circulation des gaz. Les parenchymes chlorophylliens sont abondants dans les organes aériens notamment dans les feuilles et les jeunes tiges (Figure 13-14).

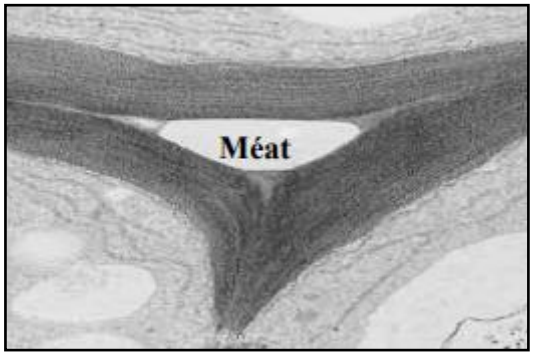


Figure 12 : Présence de méats entre les cellules du parenchyme chlorophyllien.

1.2.1.1. Parenchyme chlorophyllien palissadique

Le parenchyme chlorophyllien palissadique est composé de cellules allongées et accolées les unes aux autres, sans méats. Les cellules situées du côté de la **face foliaire supérieure des feuilles** contiennent de **nombreux chloroplastes,** ce qui **permet la photosynthèse**. Le parenchyme palissadique est entouré par l'épiderme et parcouru par les nervures.

1.2.1.2. Parenchyme chlorophyllien lacuneux

Le parenchyme chlorophyllien lacuneux se trouve sur la **face foliaire inférieure**. Il est composé par des 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.

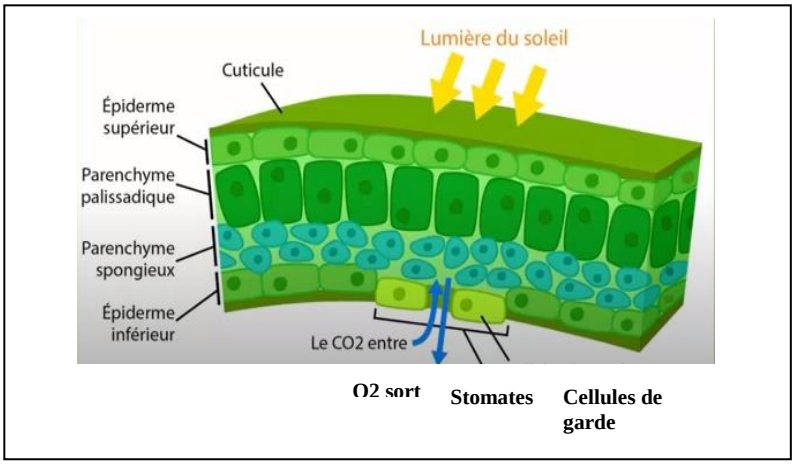


Figure 13 : Parenchyme chlorophyllien

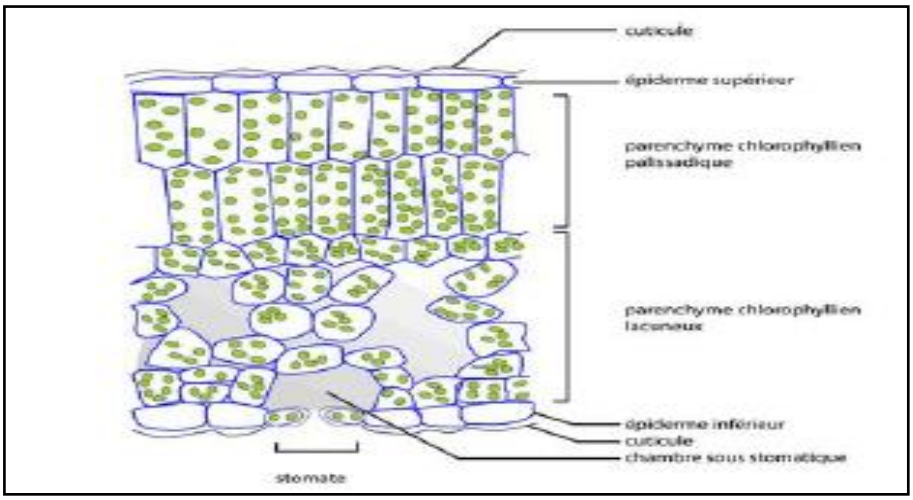


Figure 14 : Parenchyme chlorophyllien et lacuneux dans une feuille

1.2.2. Parenchymes de réserve

Les parenchymes de réserve sont abondants dans les organes souterrains, on les trouve aussi à l'intérieur des tiges, dans les fruits et les graines qui accumulent les substances énergétiques (amidon dans les plastes, oses, osides et protéines dans les vacuoles et lipides dans le cytoplasme). Ils jouent un rôle aussi dans la régénération des tissus et la cicatrisation des blessures.

Les parenchymes de réserve sont constitués de **cellules vivantes** avec **des plastes non pigmentés** et leur système membranaire est réduit. Ils élaborent de volumineux grains d'amidons dans leurs stromas à partir des produits de la photosynthèse des organes aériens. Ainsi, ils mobilisent et restituent ces réserves ultérieurement lors des reprises de la végétation pour entretenir les tissus de la plante. Les réserves peuvent être aussi sous forme de **glucides** (betterave à sucre), **amidon** (pomme de terre), de **lipides** (graines d'arachides) et de **protides** (graines de céréales) et autres comme l'eau et l'air (Figure 15).

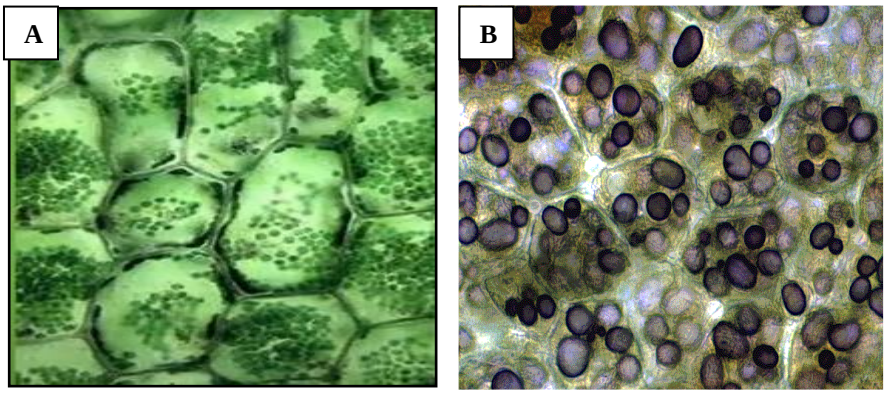


Figure 15 : Parenchyme de réserves nutritives.
A/ parenchyme contenant des grains d'amidon ; B/cellules de pomme de terre

1.2.3. Parenchyme aquifère

Le parenchyme aquifère est constitué de cellules volumineuses à méats, pourvues d'une vacuole très développée. Il est abondant dans les tiges ou les feuilles des plantes succulentes **(plantes grasses)**. Certains végétaux utilisent l'eau mise en réserve pendant la période de sécheresse (Figure 16).

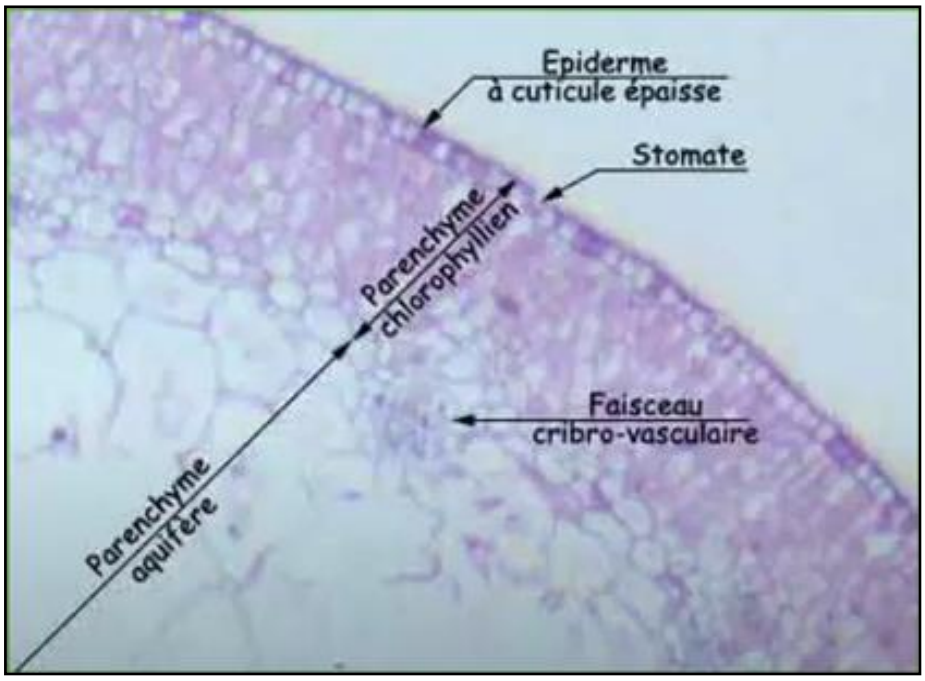


Figure 16 : Parenchyme aquifère

1.2.4. Parenchyme aérifère

C'est des tissus lacuneux retrouvés fréquemment chez les plantes aquatiques, où les grandes lacunes emmagasinent de l'air : CO2 et O2 pour les échanges gazeux (Figure 17).

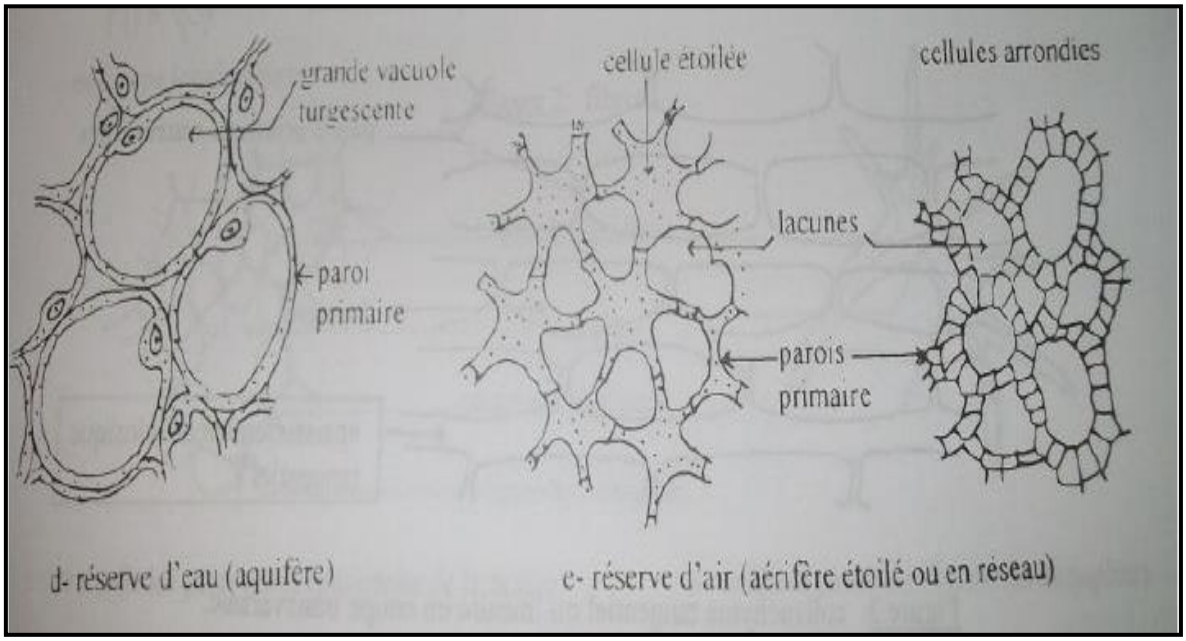


Figure 17 : Parenchyme aérifère et aquifère

1.3. Tissus protecteurs, de surface ou de revêtement

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

1.3.1. Tissus protecteurs primaires

1.3.1.1. Epiderme (assise épidermique)

L'épiderme est **un tissu végétal primaire**, superficiel et compact formé d'une assise continue de cellules (jointives) qui recouvrent les portions aériennes d'une plante et fournit une protection contre la dessiccation et les agressions extérieures de toutes sortes, tout en permettant les échanges gazeux avec l'atmosphère.

La paroi cellulosique externe des cellules épidermiques est souvent épaissie voire lignifiée et est recouverte d'une pellicule lipidique très hydrophobe (cutine et cire) constituant la **cuticule** qui forme un film protecteur à la surface de celle-ci. Les cires en particulier, forment une multitude de projections cristallines rendant la surface non mouillable à l'eau. L'épiderme est un tissu vivant interrompu par **des cellules stomatiques** dans les feuilles et parfois dans les poils. Mais **il n'y a pas de chloroplaste**. La densité des stomates est habituellement maximale dans l'épiderme situé **à la face inférieure des feuilles** où elles peuvent atteindre **200 à 300 stomates par mm^2**. Les cellules stomatiques contrôlent par leurs mouvements les échanges entre le milieu et la chambre sous-stomatique en modifiant les dimensions de l'ostiole. La lumière et une faible teneur en CO2 favorisent l'ouverture. Inversement, la sécheresse et un bilan d'eau déficitaire les ferment (Figure 18-19-20).

Dans les conditions physiologiques normales, il s'établit ainsi un rythme quotidien d'ouverture (diurne) et de fermeture (nocturne) modulé à chaque instant par les conditions environnantes.

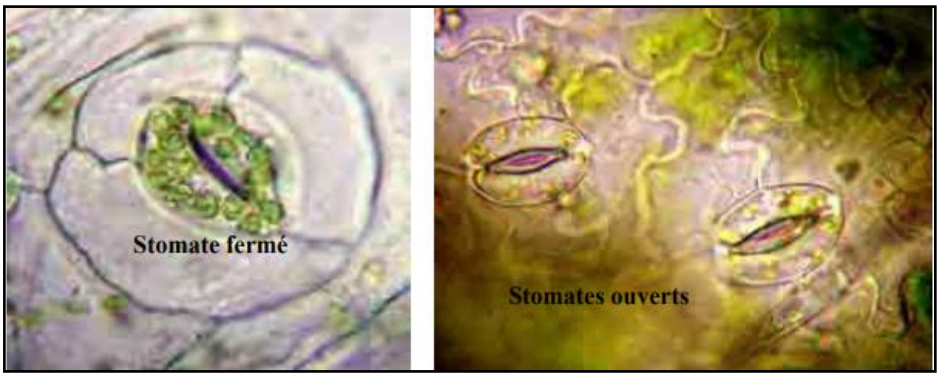


Figure 18 : Mouvements de la valve stomatique

On distingue deux types de stomates :

a) Stomates aérifères, qui assurent la transpiration (c'est la perte d'eau sous forme de vapeur).

b) Stomates aquifères, qui assurent la sudation (c'est la perte d'eau sous forme liquide).

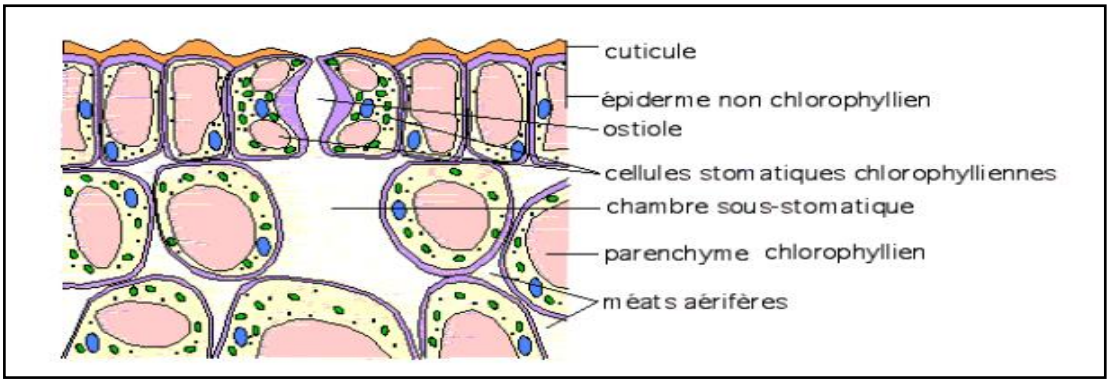


Figure 19: Cellules épidermiques

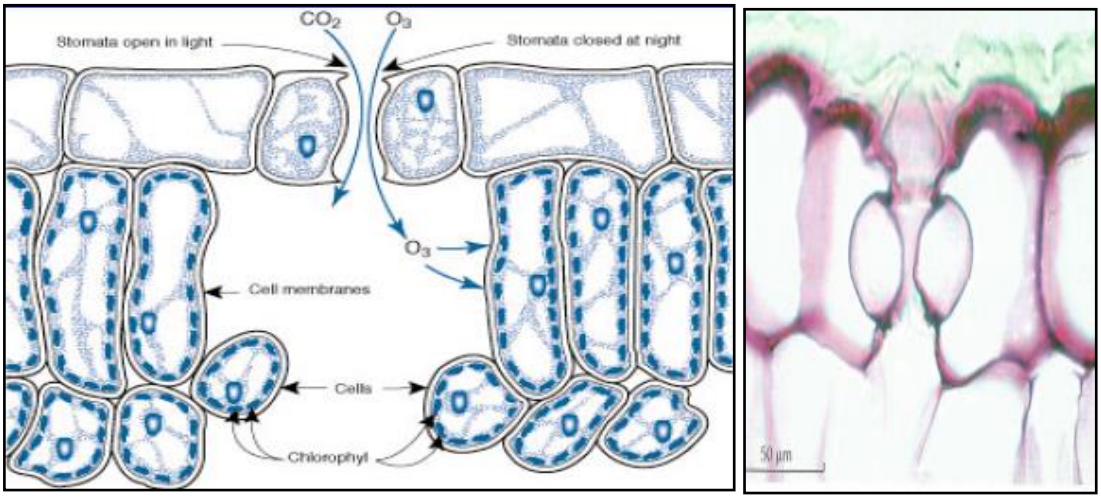


Figure 20: Stomates au niveau de l'épiderme et chambre sous-stomatique.

1.3.1.2. Rhizoderme ou assise pilifère

C'est un tissu de revêtement unistratifié de la zone pilifère de la racine, à fine paroi cellulosique, il est équivalent de l'épiderme des parties aériennes, parfois appelé **épiderme racinaire**. A la différence de l'épiderme, **il est dépourvu de cuticule et de stomates.**

Lorsque la racine est jeune, de nombreuses cellules du rhizoderme très étirées et très perméables (l'assise pilifère) remplacent les cellules épidermiques et forment des poils absorbants (cellules hypertrophiées au niveau de la région absorbante) spécialisés dans la collecte de l'eau et des sels minéraux présents dans le sol (Figure 21). Certaines plantes portent des poils épidermiques, ces poils peuvent être unicellulaires ou pluricellulaires (Figure 22). Ils peuvent êtres soit des poils sécréteurs soit des poils protecteurs.

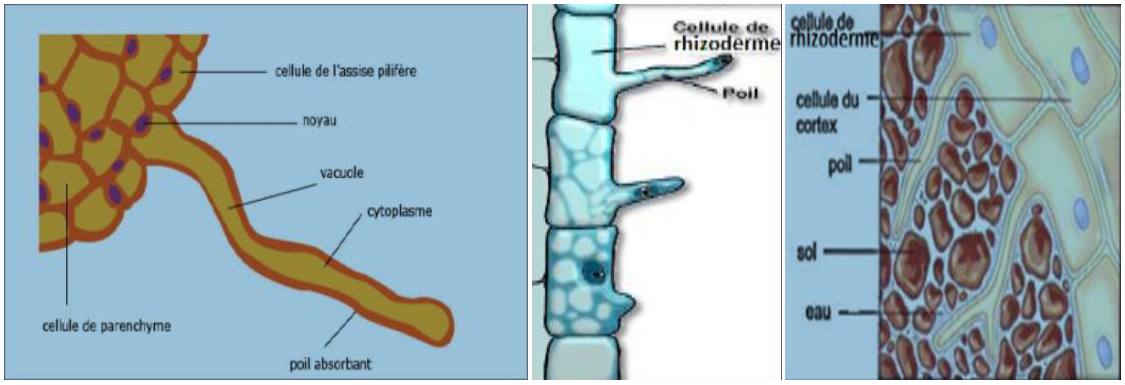


Figure 21 : Poils absorbants du rhizoderme

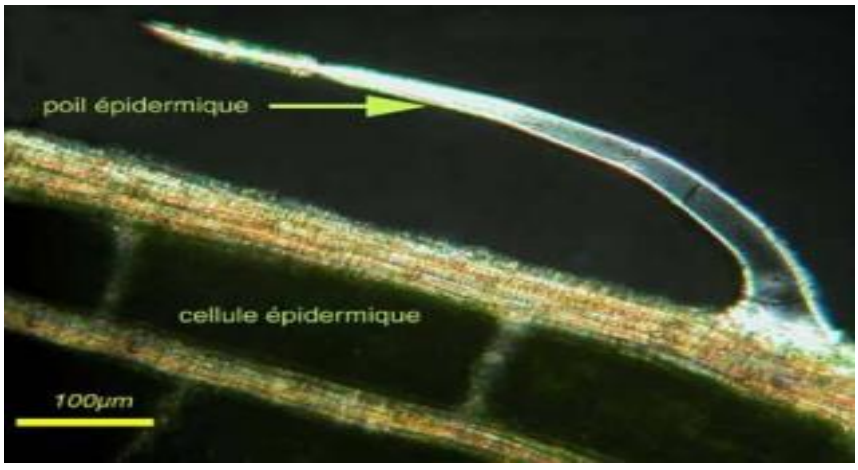


Figure 22 : Certaines cellules de l'épiderme peuvent, en s'allongeant, former des poils.

1.3.1.3. Endoderme

La présence de l'endoderme au sein des organes est assez variable et il n'est pas strictement racinaire. Il correspond à la partie la **plus interne de l'écorce** végétale, dans les jeunes tiges et les jeunes racines, souvent constituée **d'une seule assise de cellule** (Figure 23-24).

Plus la plante va devenir âgée, plus l'endoderme va se lignifier en formant ainsi les **cadres de Caspary (épaississement subéreux)** qui assurent ainsi une sélectivité des substances assimilées via l'empêchement des voies de transports (**apoplasmiques = permissive**) et l'obligation des voies de transport (**symplasmique = restrictive).**

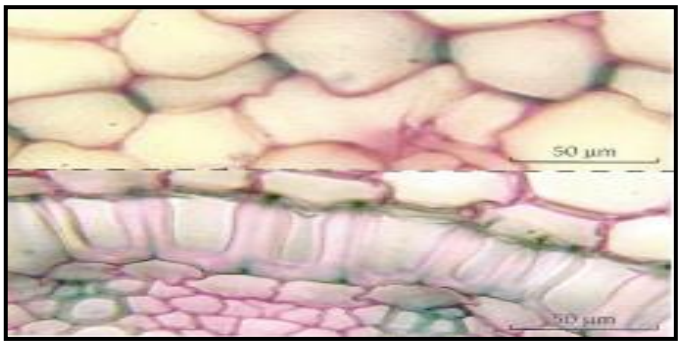
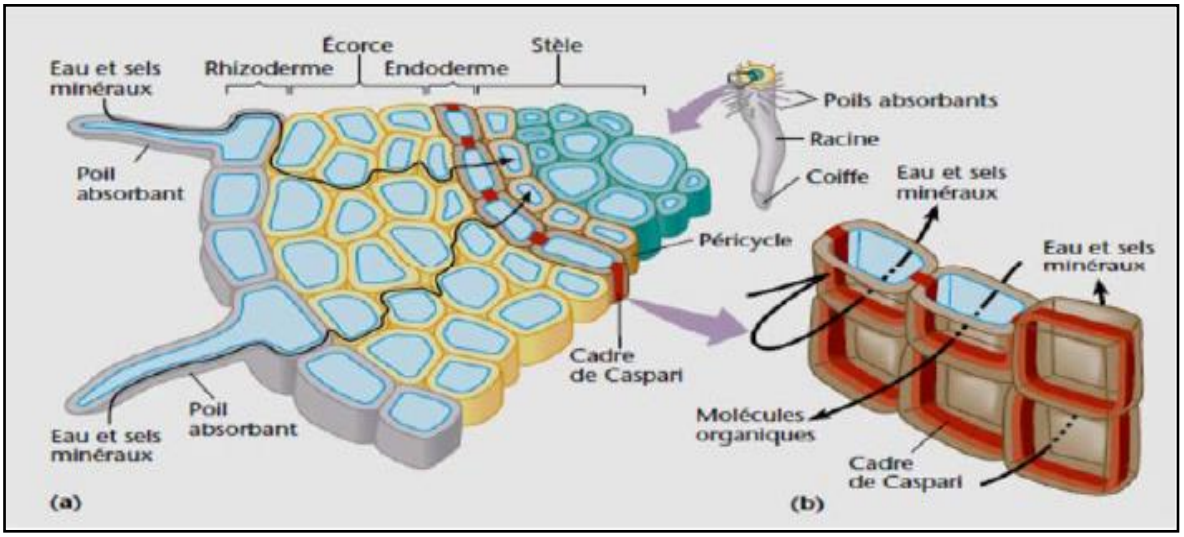


Figure 23 : Cellules endodermiques



(**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 Caspari. (**b**) Le cadre de Caspari oblige l'eau et les minéraux dissous provenant du sol à progresser dans les cellules de l'endoderme au lieu de passer entre elles.

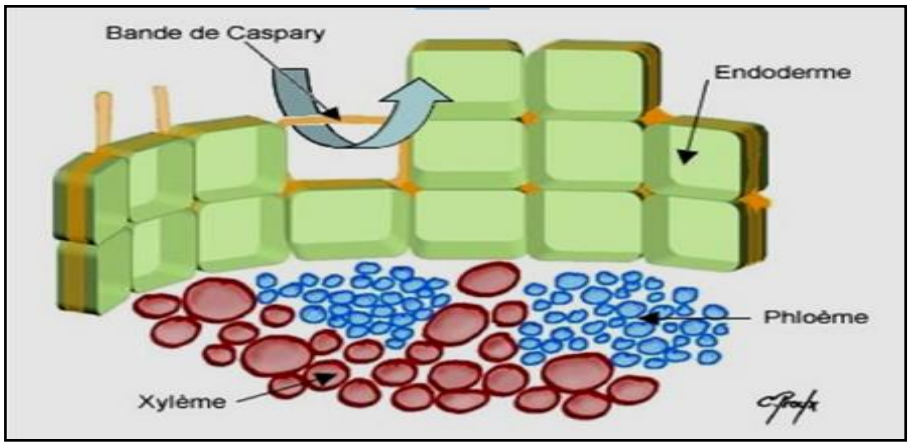


Figure 24 : Endoderme et le cadre de Caspary

1.3.2. Tissus protecteurs secondaires

1.3.2.1. Suber

Le suber (ou liège) est le deuxième tissu de remplacement des cellules épidermiques ; il peut également remplacer l'assise pilifère. Le suber n'apparait jamais au départ, mais on le retrouve 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 induisant leur mort).

1.3.2.2. Périderme

Au cours de la formation secondaire des tissus, l'épiderme disparaît et remplacé par le **périderme**. Ce dernier se compose de **phéllogène, phelloderme et le liège.**

Le phellogène 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**.

Le phelloderme, est composé par des cellules de section rectangulaire, alignées avec les cellules du phellogène situées en-dessous; il est formé d'une à deux couches de cellules maximum à paroi fine, typiquement cellulosique (Figure 25).

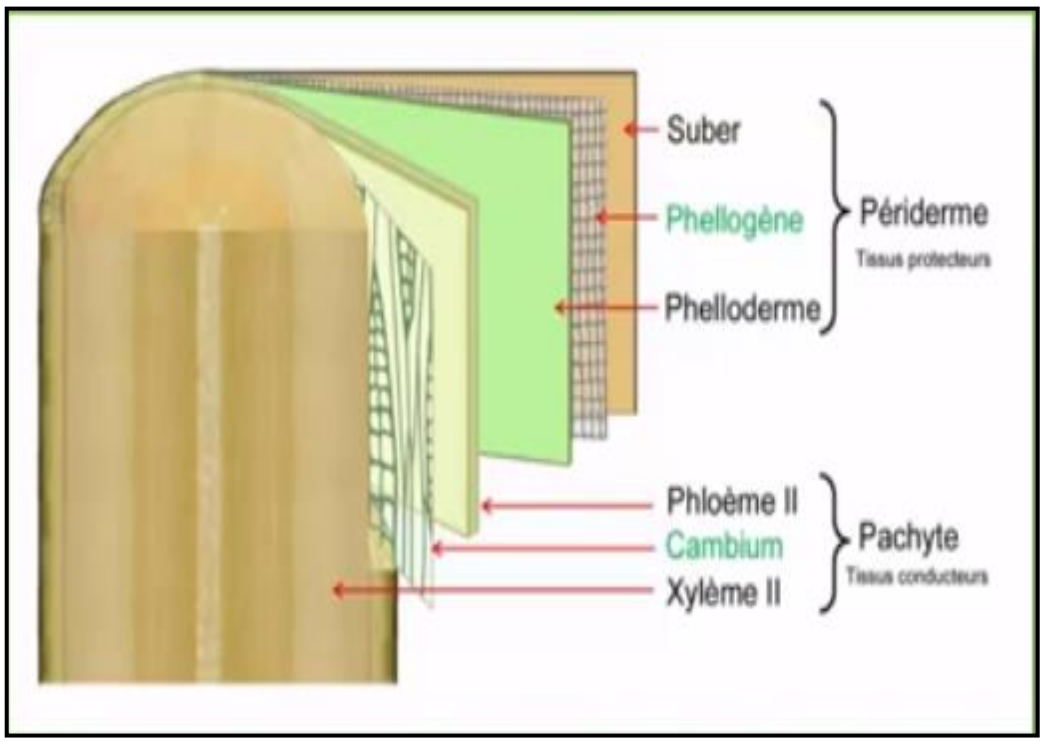


Figure 25 : Tissus protecteurs et tissus conducteurs secondaires

1.4. 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. Les tissus de soutien **assurent souplesse et rigidité** aux organes de la plante essentiellement dans les parties aériennes comme la tige et la feuille.

1.4.1. Collenchyme

C'est le tissu de soutien vivant des **organes jeunes et en croissance**, surtout des parties aériennes, il se forme très précocement **en position périphérique** (externes), situé en général en anneaux ou en îlots sous l'épiderme des tiges et des pétioles, ou encore accolé aux vaisseaux conducteurs dans les pétioles ou les limbes des feuilles. Il est caractérisé par des cellules plus ou moins allongées et étroitement accolées les unes aux autres, **dépourvues de parois secondaires,** dont les parois primaires sont épaisses par un dépôt de cellulose, ce qui confère à la plante une grande résistance à la flexion et à la traction et lui confère en même temps une élasticité et une certaine souplesse.

On peut distinguer trois types d'épaississement :

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

***Angulaire** : épaississement cellulosique de la paroi au niveau des angles (Figure 27).

***Tangentiel ou lamellaire** : épaississement des parois tangentielles (uniquement les parois parallèles à la surface externe) (Figure 26).

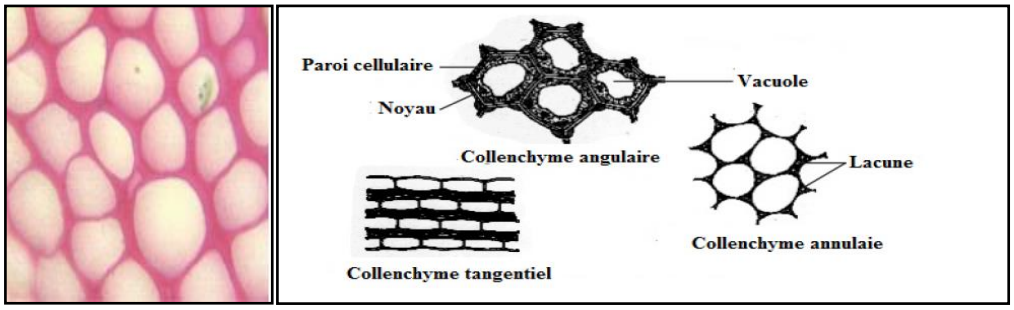


Figure 26 : Différents types de collenchyme

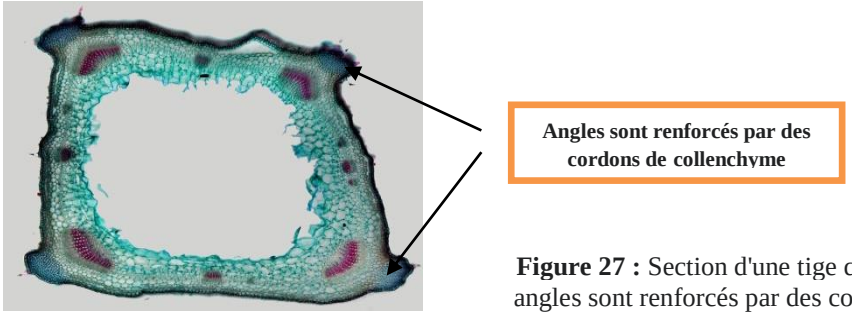


Figure 27 : Section d'une tige quadrangulaire de Lamier dont les angles sont renforcés par des cordons de collenchyme (colorés en bleu foncé).

1.4.2. Sclérenchyme

C'est le tissu de soutien des organes **dont l'allongement est achevé**. C'est un ensemble assez divers de cellules de soutien ou **sclérocytes** ayant en commun la propriété d'élaborer un type particulier de paroi qui confère une grande dureté **« cellules pierreuses »**. Le sclérenchyme se trouve généralement plus en profondeur que le collenchyme (Figure 28). C'est un tissu primaire constitué **de cellules mortes** dont les parois sont épaissies par un dépôt de lignine (paroi secondaire épaisse et rigide imprégnée de lignine sous forme de fibres) qui confère dureté et rigidité à la plante. Les sclérocytes forment un anneau ou des faisceaux et sont largement distribués dans les plantes vasculaires et dans les organes adaptés à la sécheresse (Xérophytes). En dehors du bois, ils constituent les territoires les plus durs et coriaces du végétal : téguments, noyaux des fruits, épines et aiguillons des feuilles et des tiges.

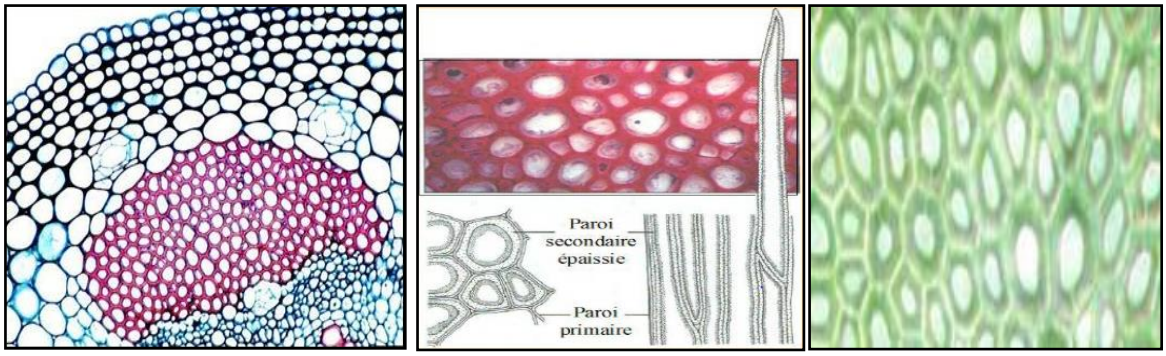


Figure 28 : Sclérenchyme

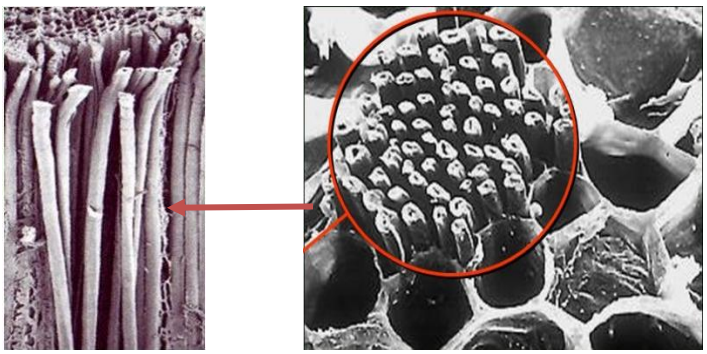


Figure 29 : Cellules du sclérenchyme regroupées en faisceux formant des fibres végétales (Chaque cellule peut avoir quelques mm de longueur).

Les cellules du sclérenchyme sont souvent regroupées en faisceaux formant des **fibres végétales** (Figure 29)**,** quand ces cellules présentent des formes irrégulières, on les appelle : **les sclérites**.

RQ : Les sclérites sont des cellules courtes de forme variable souvent étoilées, isolées dans les parenchymes, groupées en amas ou en assises continues. Elles assurent la rigidité ou la consolidation des organes (Figure 30).

Sclérite

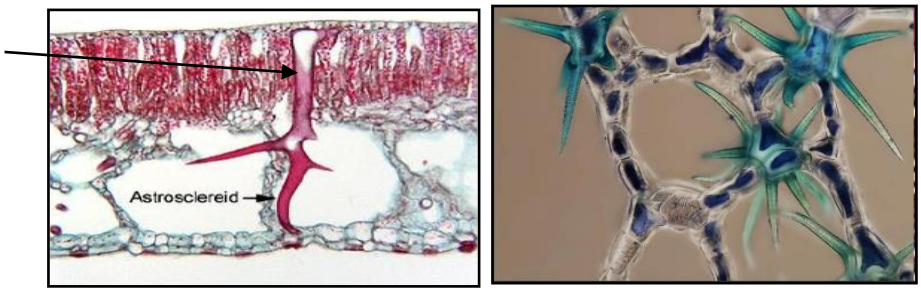
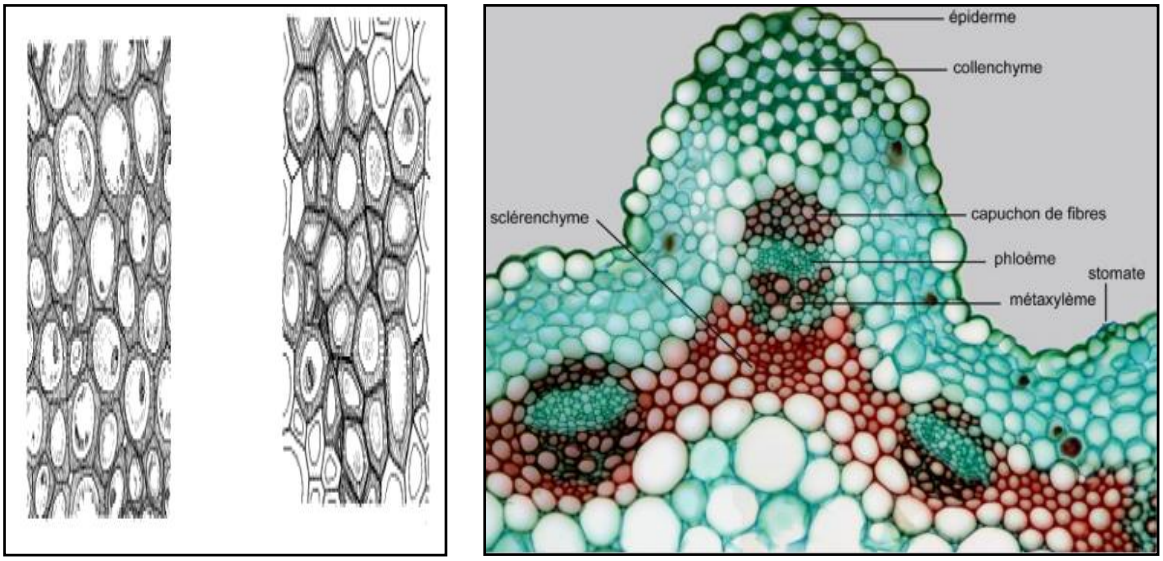


Figure 30 : Cellules du sclérenchyme de forme irrégulière (**Sclérite**)



a/ Cellules du collenchyme ; b/ cellules du sclérenchyme

Figure 31 : Tissus de soutien

RQ : 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.

1.5. Tissus conducteurs

1.5.1. Tissus conducteurs primaires

Chez les Angiospermes, il existe 2 types de vaisseaux conducteurs: **le phloème** et **le xylème**. 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 (Figure 32-33).

- **Le xylème** conduit **la sève brute** (eau+sels minéraux) puisés dans le sol par les racines, jusqu'aux organes de la photosynthèse.

- **Le phloème** conduit **la sève élaborée** (substances organiques provenant de la photosynthèse) vers tous les organes de la plante.

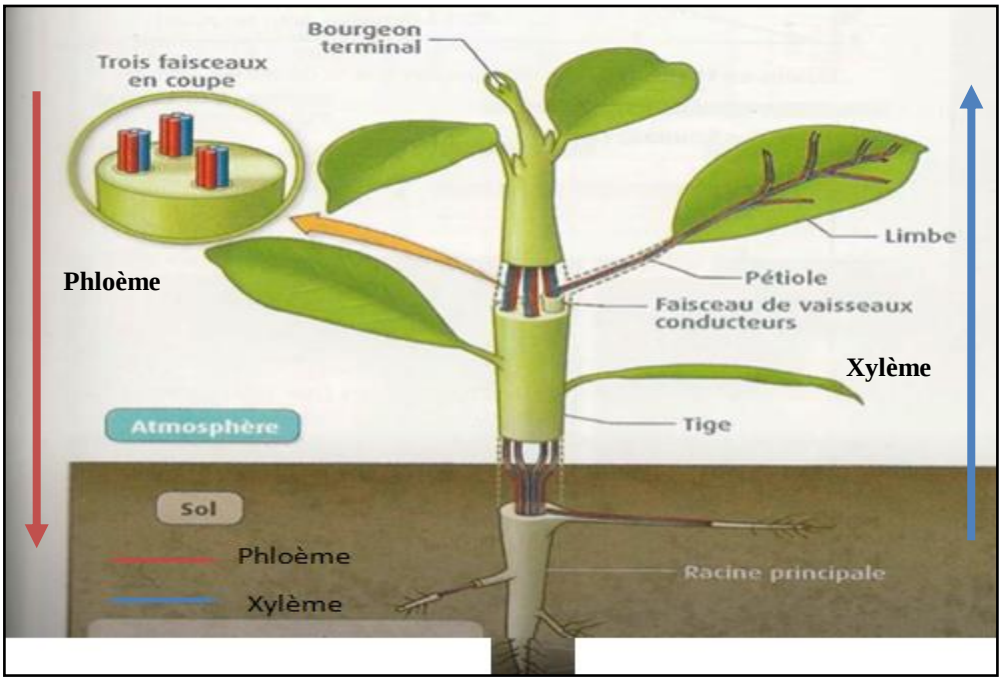


Figure 32 : Circulation de la sève dans le xylème et le phloème

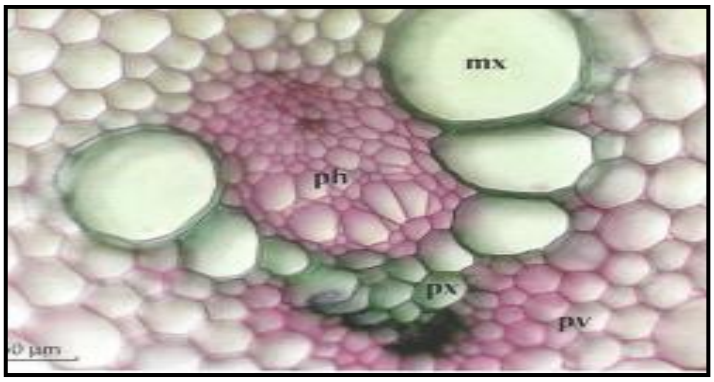


Figure 33 : Xylème et phloème

Le **xylème primaire** et le **phloème primaire** sont les deux types de tissus conducteurs primaires chez les plantes herbacées. Ils sont groupés en faisceaux (ensemble de tubes fins, allongés et liés).

Un faisceau criblo-vasculaire est l'ensemble du xylème et du phloème.

1.5.1.1. Xylème

Est un tissu conducteur de la sève brute. Les cellules ont une paroi régulièrement épaissie et lignifiée. Il est formé de deux types de cellules conductrices (Figure 34-35):

1.5.1.1/ a- Trachéides : Ce sont des cellules mortes, allongées et parallèles, moins riches en lignine, les extrémités sont en biseau où la sève circule via les perforations et les ponctuations **en zigzag (Circulation en chicane)**.

1.5.1.1/ b- Trachées (vaisseaux) : Ce sont constituées de cellules mortes, assez larges et plus courtes que celles des trachéides disposées en parallèles entre elles. Leurs extrémités sont ouvertes et la sève y **circule librement verticalement**.

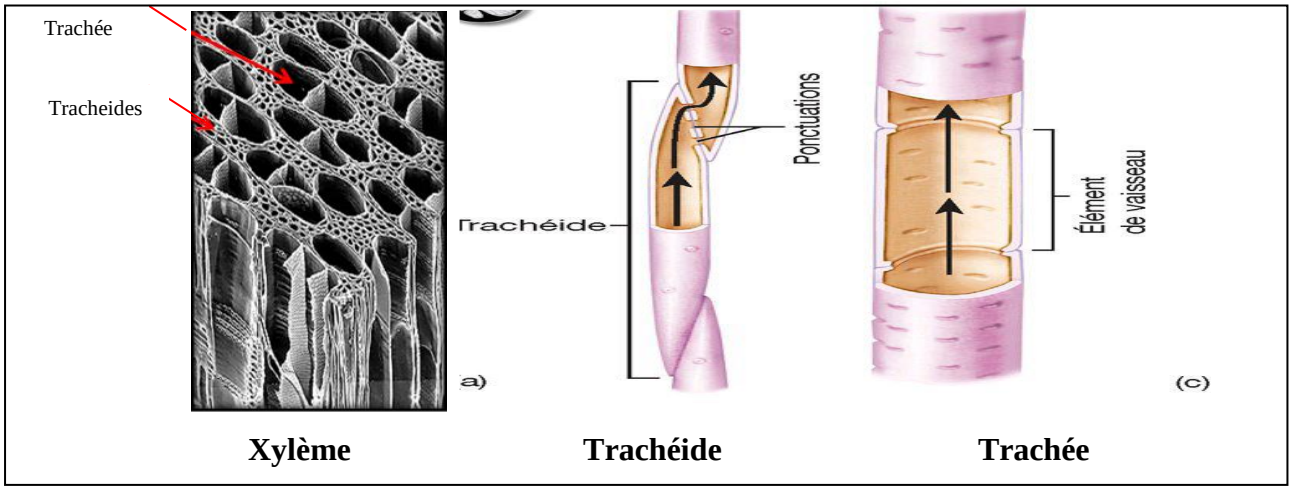


Figure 34 : Cellules du xylème

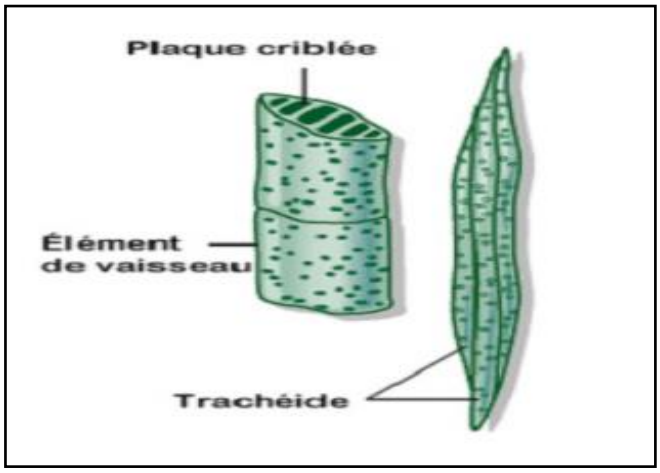


Figure 35: Eléments de xylème

1.5.1.2. 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 petites **cellules vivantes** aux parois cellulosiques peu épaissies (Figure 36).

1.5.1.2/a- Tubes criblés : Ce sont des cellules vivantes **dépourvues de noyau** mais ayant conservé leur paroi cellulosique et leur cytoplasme, allongées dans le sens longitudinal et placées bout à bout. Elles ont une paroi pectocellulosique épaisse. Les parois transversales sont criblées de pores appelés : **cribles**, permettant le transit de la sève.

1.5.1.2/b-Cellules compagnes : Ce sont des cellules vivantes **avec noyau**. Elles sont étroites et allongées. Considérées associées aux cellules criblées, elles communiquent entre elles **par des plasmodesmes**, en assurant ainsi toutes les fonctions nécessaires que les tubes criblées ne peuvent plus remplir et participent au contrôle de la circulation de la sève à leur niveau.

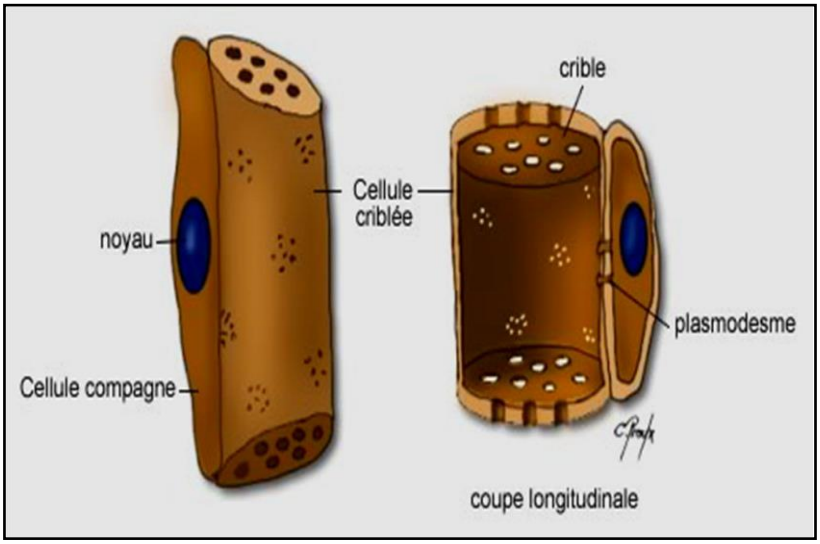


Figure 36: Cellules du phloème

1.5.2. Structure secondaire

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 : couches annuelles)** dirigé vers **l'intérieur (croissance rythmique centripète)** et **phloème secondaire (le liber : cellules aplaties, feuilles d'un livre)** dirigé vers **l'extérieur (croissance rythmique centrifuge).**

Ces tissus conducteurs secondaires sont responsables du transport de la sève brute et la sève élaborée dans le végétal, ils sont présents dans les organes âgés des Angiospermes dicotylédones (tige, feuille et racine) et assurent également le rôle de soutien au végétal.

(Figure 37-38-39)

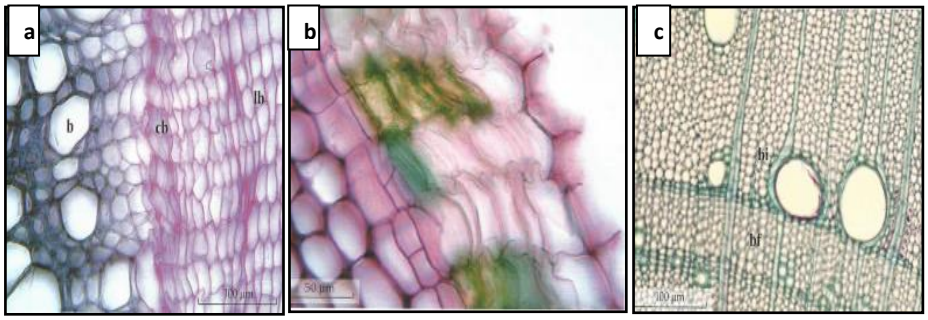


Figure 37 : Représentation a/Phéllogène et liège, b/cambium, c/ liber (bois)

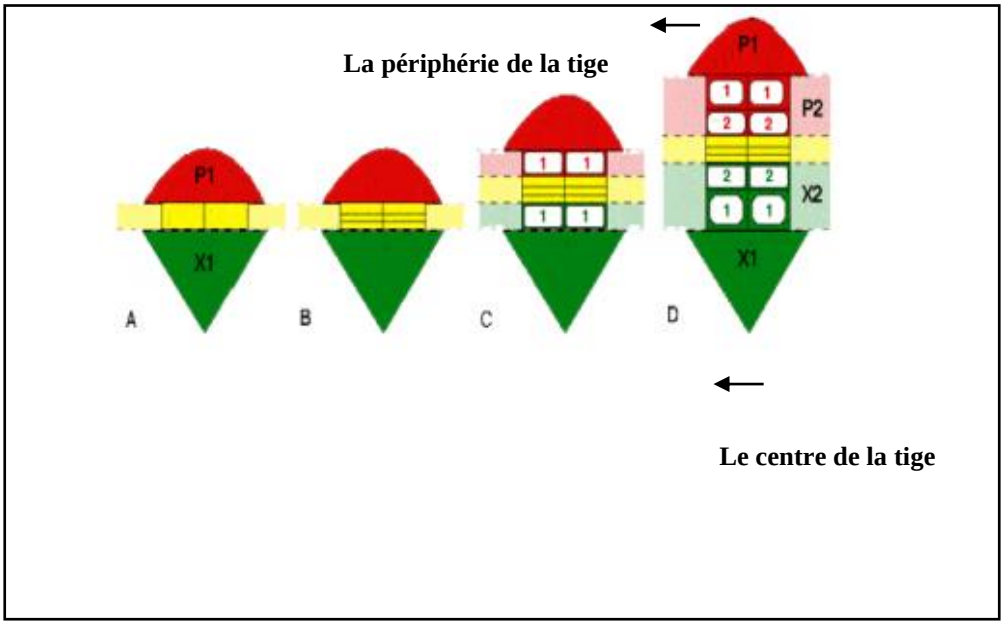


Figure 38 : Fonctionnement du cambium libéroligneux (tige)

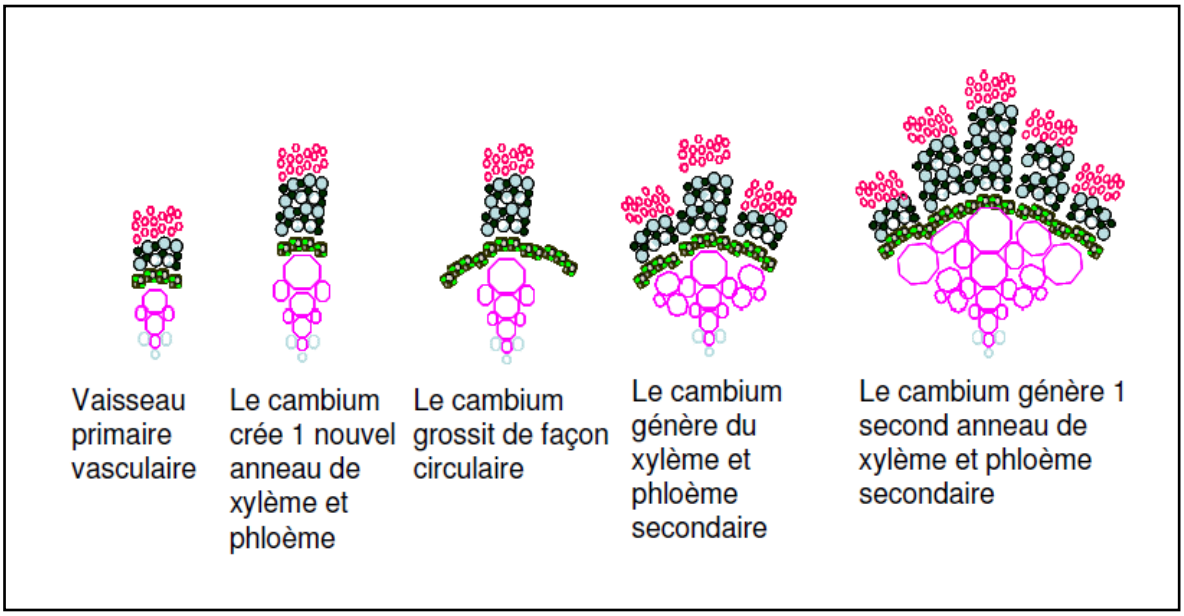


Figure 39 : Fonctionnement du cambium dans la formation de la structure secondaire

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 (Figure 41). 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).

Ces tissus peuvent accumuler les produits synthétisés au sein de leurs cellules ou bien les rejeter hors de celles-ci dans des cavités ménagées dans les organes. On peut distinguer deux catégories de tissus sécréteurs (Figure 40) :

-**Tissus sécréteurs externes** comme **l'épiderme** et **les poils sécréteurs.**

-**Tissus sécréteurs internes :**

- ✓ **Les cellules sécrétrices :** isolées au sein des parenchymes (exemple : cellules à tanins).
- ✓ **Les poches sécrétrices :** cavités sphériques situées dans le parenchyme des feuilles, tiges et fruits de certaines espèces (exemples : le péricarpe des agrumes comme l'orange, la mandarine et le citron, ou les poches à résine des feuilles et tiges de Pin).
- ✓ **Les canaux sécréteurs :** structures allongées sécrétant diverses substances (exemples : canaux résinifères ou canaux à huiles essentielles).

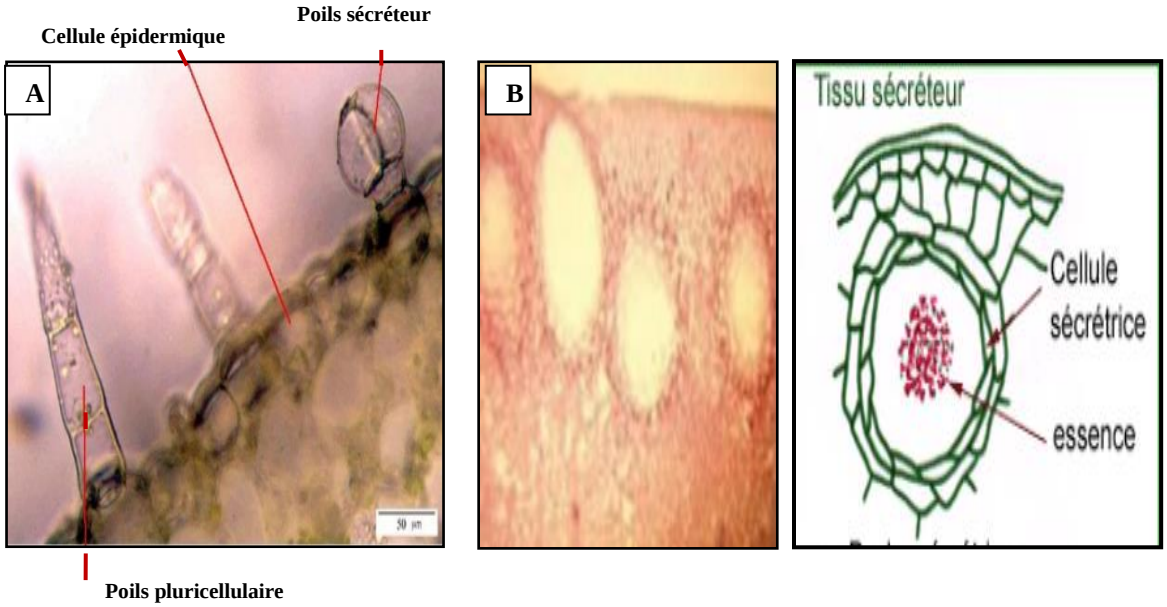


Figure 40: A/ Poils sécréteur (**Tissu sécréteur externe**) ; **B/**Poche sécrétrice schizolysigène du fruit *Citrus* (**Tissu sécréteur externe**)

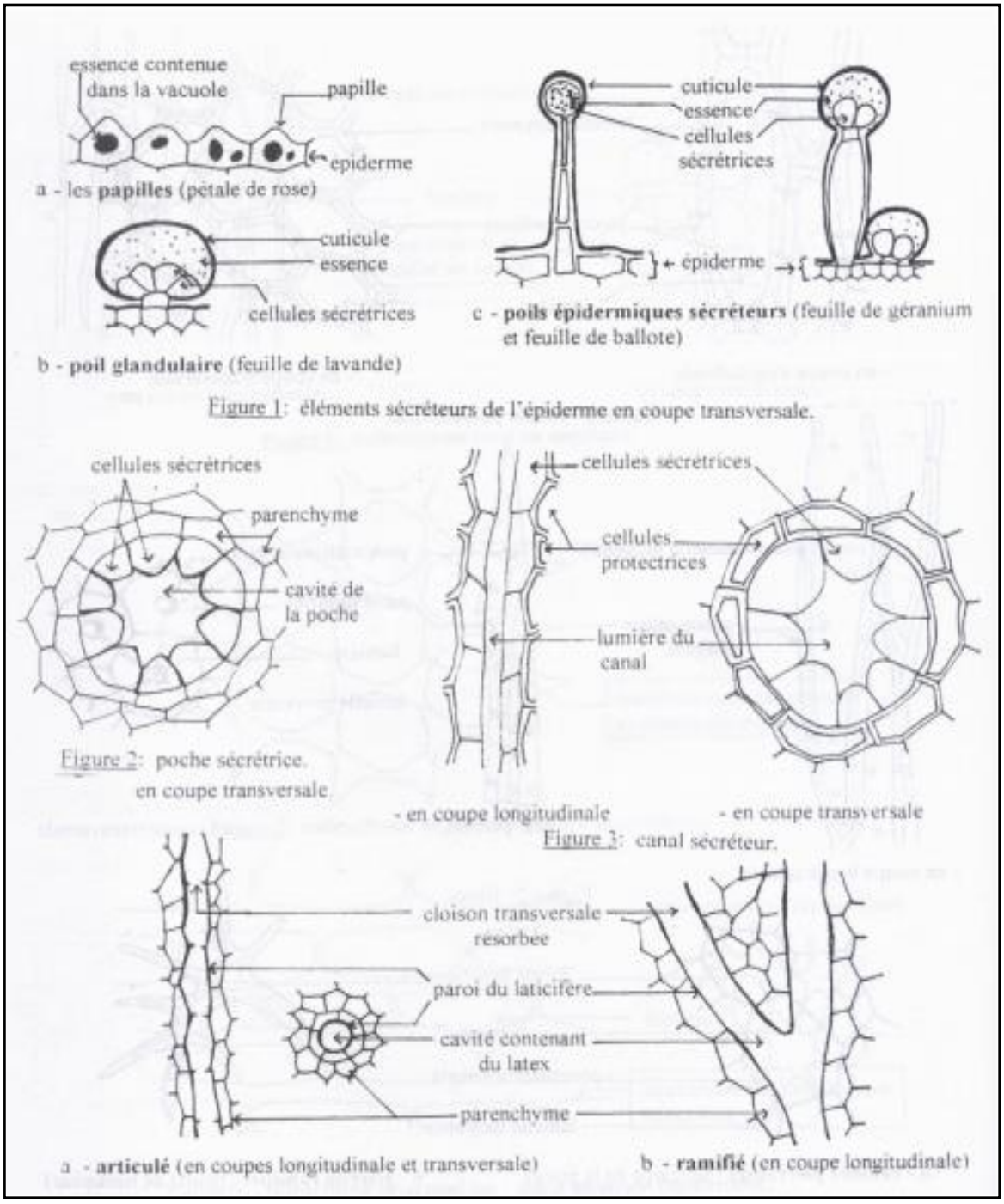


Figure 41 : Différents types de tissus sécréteurs

2. Références bibliographiques

Anonyme 1 : http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/protoplastes/3-protoplaste-paroi.htm (consulté 12/08/2020)

Anonyme2 :https://fr.wikipedia.org/wiki/Collenchyme#/media/Fichier:Lamium_sp.,_stalk,_Etzold_green_1.jpg (consulté le 23/10/2020)

Boutin., V ; Fogelgesang., J.-F ; Beaux., J.-F; Ribola., F (2010). Atlas de Biologie végétale BCPST 1re et 2 e années. Dunod, Paris.

Harmont., J. (2000).Biologie végétale. éd. Deboeck université. 944 pp.

Introduction au Monde Végétal. Enseignement de Biologie des Organismes 1ère année de Licence STS BGS 52p. https://www.yumpu.com/fr/document/read/16669010/introduction-au-monde-vegetal-les-champignons-les-algues- (consulté le 28/09/2020)

Jean., T. Histologie végétale. https://www.svt-tanguy-jean.com/uploads/1/2/0/4/120408978/ats-complement4-histologie-vegetale2.pdf 21p (consulté le 22/12/2020)

Nougarède., A. (2001). Le méristème caulinaire des Angiospermes: nouveaux outils, nouvelles interprétations. Acta Botanica Gallica. Acta Bot. Gal/ica, 2001, 148, 3-77.

Remy., S ;Bodson., M ; Troussart., J.-P ; Welcomme., L ; Calmant., P ; Vancleve., J ; Depiereux., E.(2004). Atlas d'histologie et d'anatomie des plantes vasculaires [cédérom],. Namur, Belgique : Presses universitaires de Namur. Version de démonstration récupérée le 14 février 2011 du site des Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix à Namur.

Richard., L. (2010). Les méristèmes. Préparation à l'Agrégation interne. Université Pierre et Marie Curie.39 p. http://maitres.snv.jussieu.fr/agreginterne/2-enseignement/agreg910/meristemes.pdf (consulté le 22/12/2020).

Savoie., J-M. (2007). Cours de botanique l'appareil végétatif des végétaux supérieurs morphologie et anatomie de la racine, de la tige, et de la feuille. 108p. https://www.permatheque.fr/PDF/Cours_de_botanique_l_appareil_vegetatif_des_vegetaux_superieurs_jean_marie_savoie.pdf (consulté le 11/07/2019)