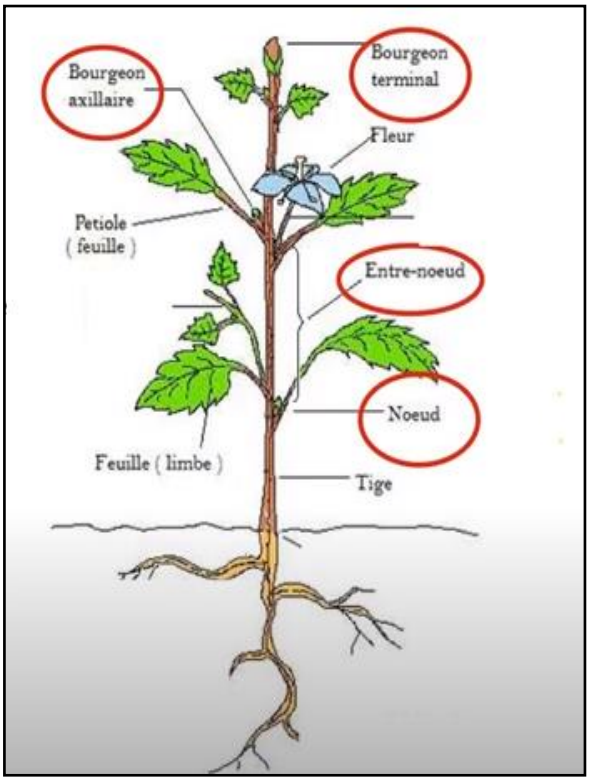
1. Tige

1.1. Introduction

La tige, représente généralement l'axe aérien de la plante, qui prolonge la racine et porte les bourgeons et les feuilles. La tige se ramifie généralement en branches et en rameaux (tiges secondaires) formant **l'appareil caulinaire**. Chez les arbres et les plantes ligneuses on distingue **le tronc**. La tige assure une fonction de soutien et une fonction de transport des éléments nutritifs entre les racines et les feuilles. Elle diffère de la racine par la présence de nœuds où s'insèrent les bourgeons axillaires et les feuilles ainsi que par sa structure anatomique. La transition entre racine et tige se fait dans le **« collet »**.

La tige se compose d'une suite de nœuds et d'entre-nœuds. Elle possède généralement une forme cylindro-conique, quadrangulaire ou bien triangulaire. Son sommet est occupé par un bourgeon, qui est qualifié de **terminal (apical)** à cause de sa position. Sur les côtés de la tige, au niveau des nœuds, se remarquent d'autres bourgeons dits **axillaires**. Ces bourgeons sont destinés à assurer la ramification de la tige (Figure 1-3).



Bourgeon : Organe de croissance qui est à l'origine d'un nouveau rameau (branche), tige, feuille ou d'une fleur.

Bourgeon terminal : Bourgeon toujours situé au sommet de la tige.

Bourgeon axillaire : Bourgeon situé à la base des feuilles au niveau de l'angle formé entre la tige et le pétiole.

Nœuds: Zone de la tige ou se fixe la feuille

Entre-nœud: intervalle entre 2 nœuds

Rameau: Ramification au niveau d'un nœud de la tige. Il porte les feuilles, fleurs et des fruits.

Figure 1 : Emplacement des bourgeons et des nœuds au niveau de la tige

La croissance de la tige s'effectue dans le sens opposé à l'attraction terrestre **(géotropisme négatif**) et vers la lumière (**phototropisme positif**).

Le port d'une plante est surtout influencé par la manière dont la tige principale et les tiges secondaires ou **branches** issues d'elle se comportent les unes par rapport aux autres. Lorsque la tige principale est beaucoup plus forte que les tiges secondaires, on a la forme ordinaire de la plupart des **arbres** dont la tige est appelée **tronc.** Si, au contraire, la tige principale ne s'accroît pas plus que ses ramifications, la plante prend l'aspect de **buisson** caractéristique des **arbustes** ou des **arbrisseaux**. Certaines tiges ne se ramifient pas du tout, comme c'est le cas pour les palmiers, les bananiers dont le tronc en colonne ou **stipe** est surmonté d'un énorme bouquet de feuilles.

Tige ligneuse : la tige est constituée d'un tronc et des branches, elle est épaisse et très dure et **Toutes les tiges sont d'abord herbacées,** certaines, comme celles des plantes annuelles, meurent après une saison; d'autres, comme celles des arbres, s'épaississent et deviennent ligneuses d'année en année (Figure 2).

Tige herbacée : est une tige de plante généralement annuelle, caractérisée par une faible épaisseur, par sa couleur verte et sa souplesse.

Une plante sans tige est **acaule**, une tige creuse est **une tige dressée de type chaume**.

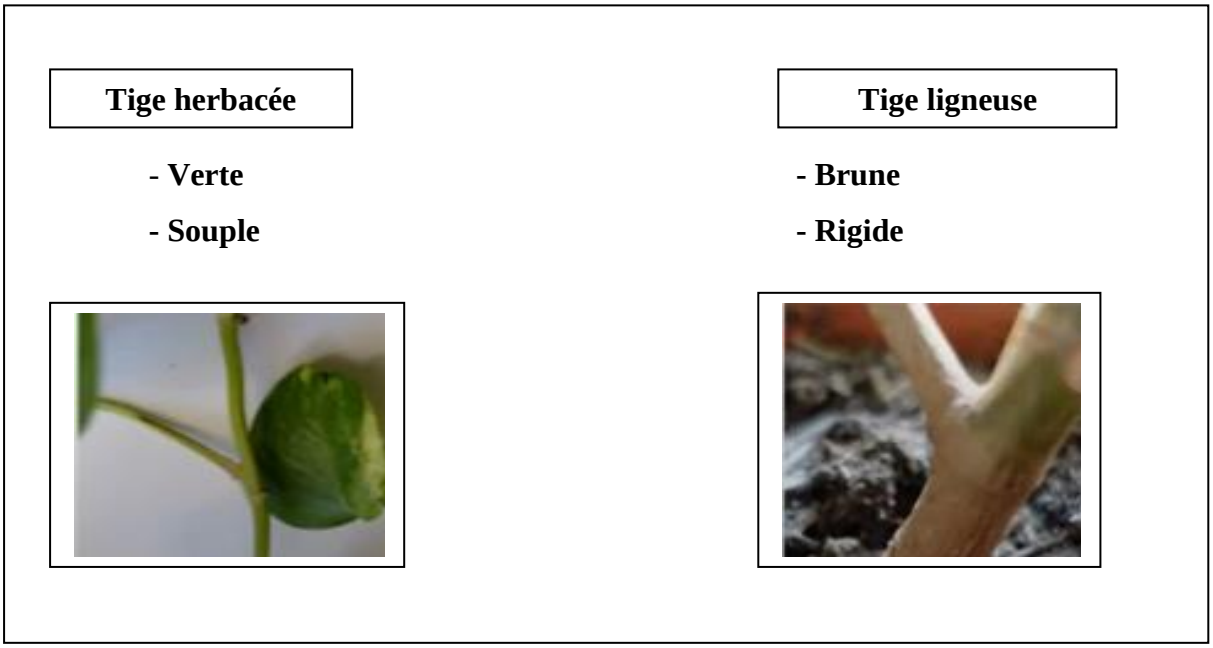
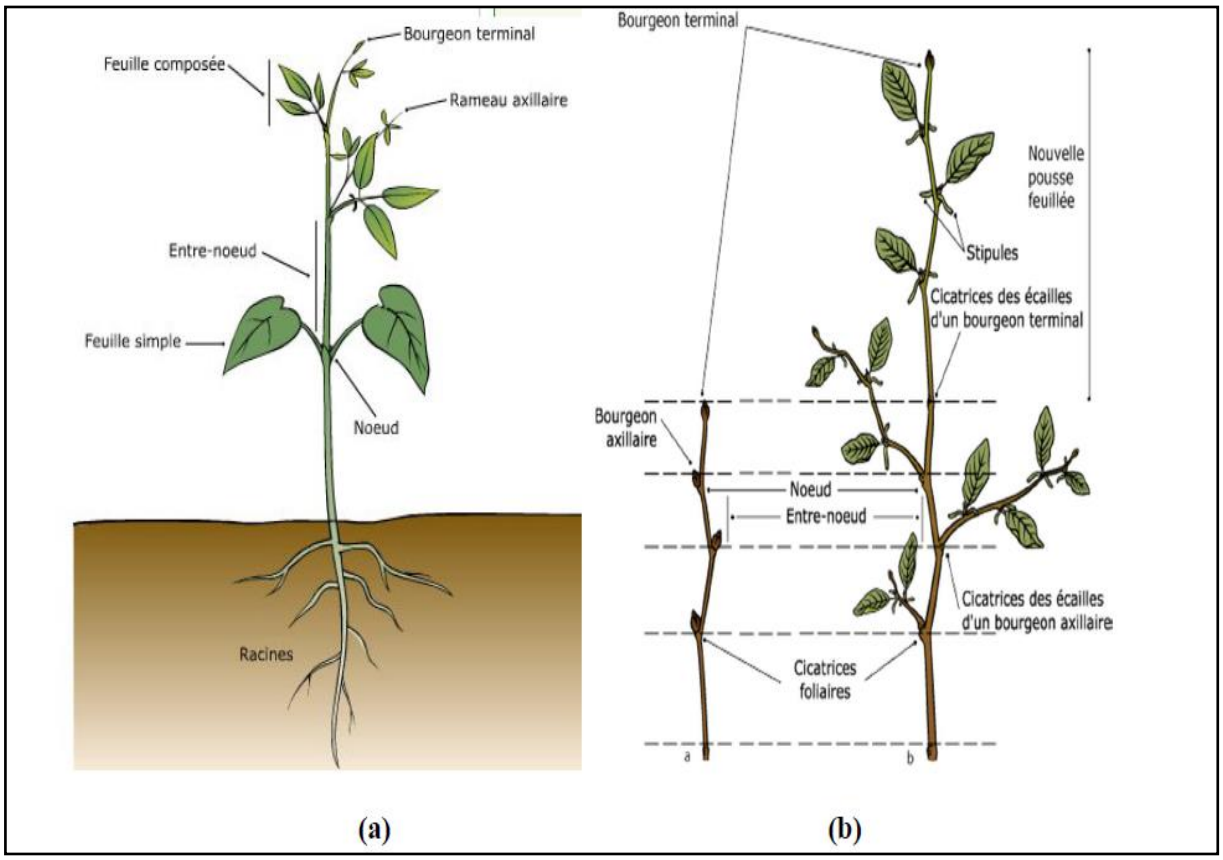


Figure 2 : Différence entre une tige herbacée et tige ligneuse



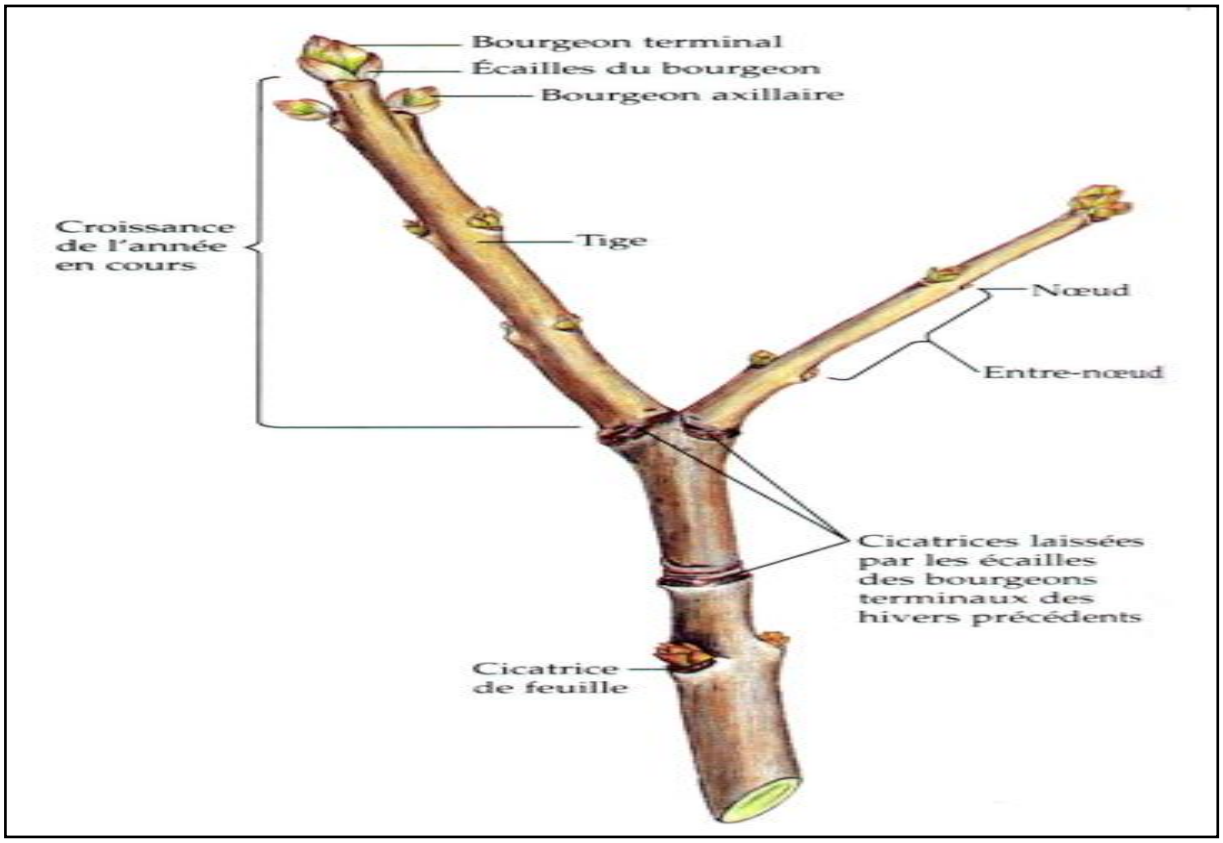


Figure 3 : Morphologie générale d'une tige herbacée

La tige diffère de la racine par :

- Présence de nœuds où s'insèrent les bourgeons axillaires et les feuilles,
- Structure anatomique,
- Géotropisme négatif, la croissance de la tige s'effectue dans le sens opposé à l'attraction terrestre,
- Phototropisme positif, direction vers la lumière.

1.2. Fonctions de la tige

La tige d'une plante est un organe dont la fonction principale est de soutenir le système foliacé, de mener l'eau et les sels minéraux des racines aux feuilles et de transférer les nourritures produites par les feuilles aux autres parties de la plante. Ainsi on peut lui attribuer quatre fonctions principales qui sont:

- Le soutien et l'élévation des feuilles, des fleurs et des fruits. Les tiges gardent les feuilles exposées à la lumière et fournissent un lieu d'implantation de ses fleurs et fruits.
- Le transport de fluides entre les racines et les pousses dans le xylème et le phloème.
- Le stockage des éléments nutritifs (troncs, tiges souterraines).
- La production d'un nouveau tissu vivant. La durée de vie normale des cellules végétales est de un à trois ans. Les tiges ont des cellules appelées méristèmes qui génèrent chaque année un nouveau tissu vivant.

1.3. Structure anatomique de la tige

Une coupe transversale d'une tige jeune montre **l'existence de plusieurs zones** (Figure 5-6):

1.3.1. Epiderme

Ce dernier se compose d'une seule assise (couche) de cellules alignées côte à côte (jointives ou juxtaposées) à paroi peu épaisse, dépourvue de chloroplastes; on peut remarquer des stomates de temps en temps (cuticule), ils permettent des échanges gazeux entre le milieu extérieur et la tige.

1.3.2. Ecorce (parenchyme cortical)

C'est un tissu composé de cellules plus grosses et moins bien organisées (présence de méats). Il est le siège de la photosynthèse dont les cellules de la périphérie renferment des chloroplastes mais leur nombre diminue au fur et à mesure qu'on s'enfonce vers l'intérieur.

Il peut servir aussi de réserve à la plante. Souvent on trouve au dessous un parenchyme lignifié, **c'est le sclérenchyme**. Dans les organes jeunes, **on trouve le collenchyme** mais parfois, on peut rencontrer des cellules de collenchyme avant le parenchyme cortical.

1.4.3. Cylindre central

Il est situé sous l'écorce et réunit dans un parenchyme médullaire, des **faisceaux cribrovasculaires** (faisceaux libéro-ligneux) répartis **sur un même cycle**, présentés sous forme de tissus conducteurs rassemblés en amas **superposés** de xylème et de phloème dont le xylème est dirigé vers le centre de la tige, coiffé vers l'extérieur par le phloème. Chaque faisceau cribrovasculaire est surmonté **d'un petit massif de sclérenchyme**.

Ce qui caractérise la tige de point de vue anatomique c'est principalement la disposition du xylème et du phloème, ils **ne s'alternent pas** comme c'est le cas de la racine mais **ils sont superposés** (Figure 4).

- **Le xylème est interne** (qui tend vers le centre) montre une différenciation **centrifuge** (le protoxylème prés du centre et le métaxylème prés 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.

Le xylème montre une **différenciation centrifuge** dont **protoxylème prés du centre** (apparait quand la tige est en croissance) et le **métaxylème prés de la périphérie** (apparait quand la croissance de la tige est terminée). 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).

Il est aussi possible de distinguer du protophloème et métaphloème. La différenciation du phloème est **centripète dans la tige**.

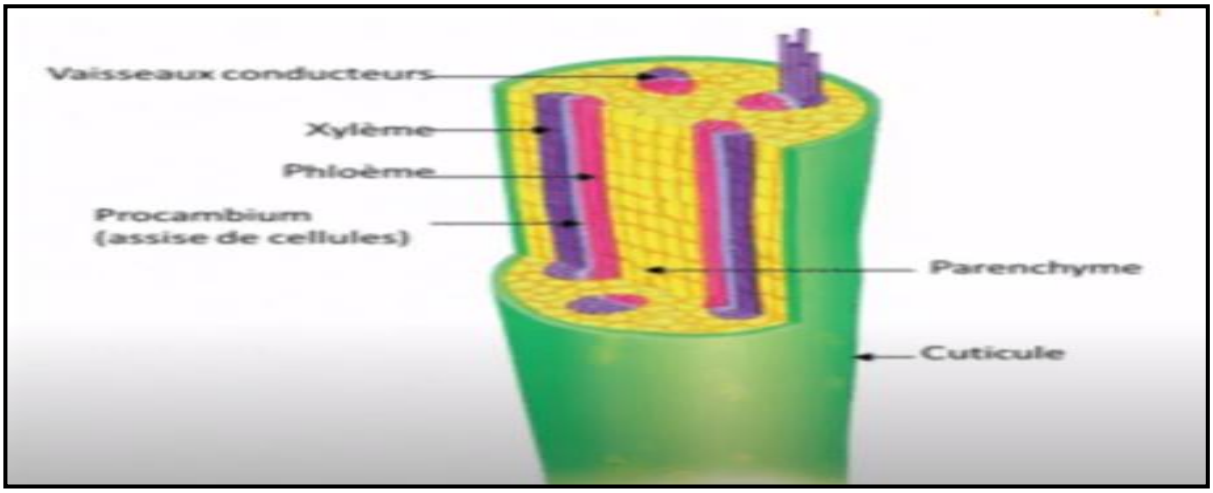


Figure 4 : Disposition des tissus conducteurs au niveau de la tige

1.4.4. Moelle

La moelle de la tige ou zone médullaire, contient des parenchymes de réserve.

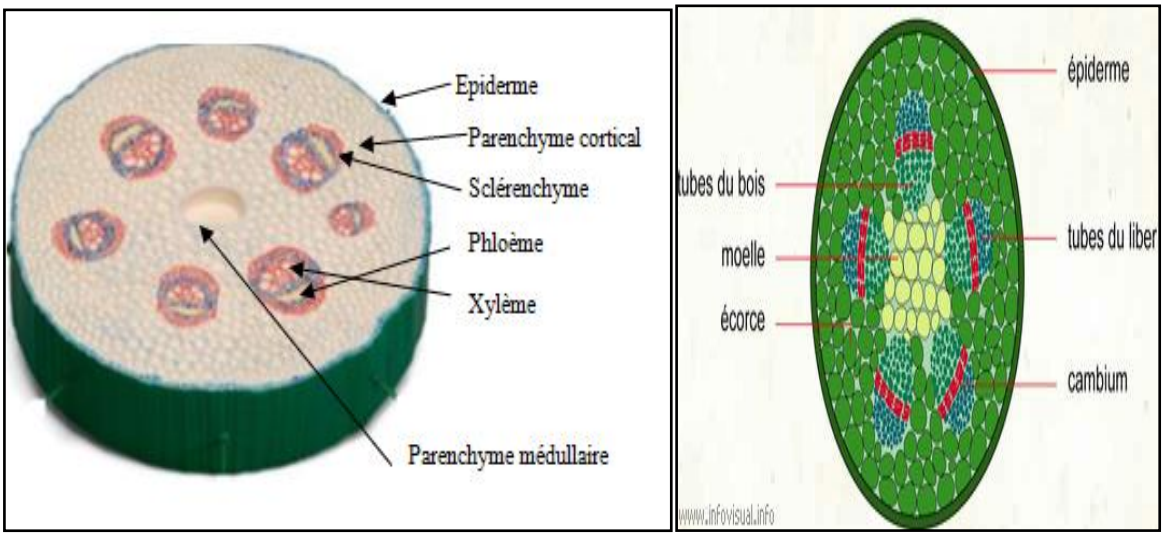


Figure 5: Schéma d'une coupe transversale dans une tige

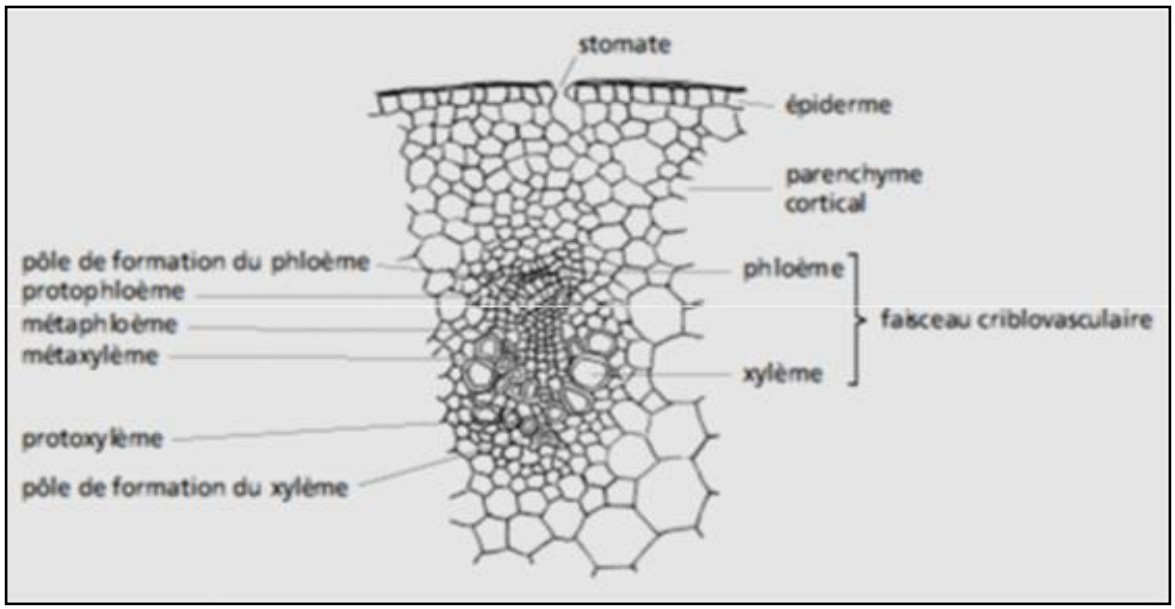


Figure 6 : Schéma d'une partie d'une coupe transversale dans une tige.

1.5. Structure anatomique d'une tige dicotylédone

1.5.1. Structure primaire

Au niveau d'une tige jeune de dicotylédone on peut distinguer (Figure 7):

- **L'épiderme** est observé en premier, sous l'épiderme se trouve **le parenchyme cortical** très réduit. Souvent on trouve au dessous un parenchyme lignifié qui sert à soutenir la plante, c'est **le sclérenchyme**. Dans les organes jeunes, on trouve **le collenchyme**.
- **Les cellules du cambium** se trouvent entre les deux tissus conducteurs dont le xylème est disposé au dessous du phloème.
- **Le cylindre central** comporte de nombreux faisceaux disposés sur **un seul cercle chez les dicotylédones.**
- **Le parenchyme médullaire plus important que le parenchyme cortical**, parfois il existe une lacune au centre de la tige.
- Apparition des **formations secondaires en occasionnant des modifications au niveau des structures primaires.**

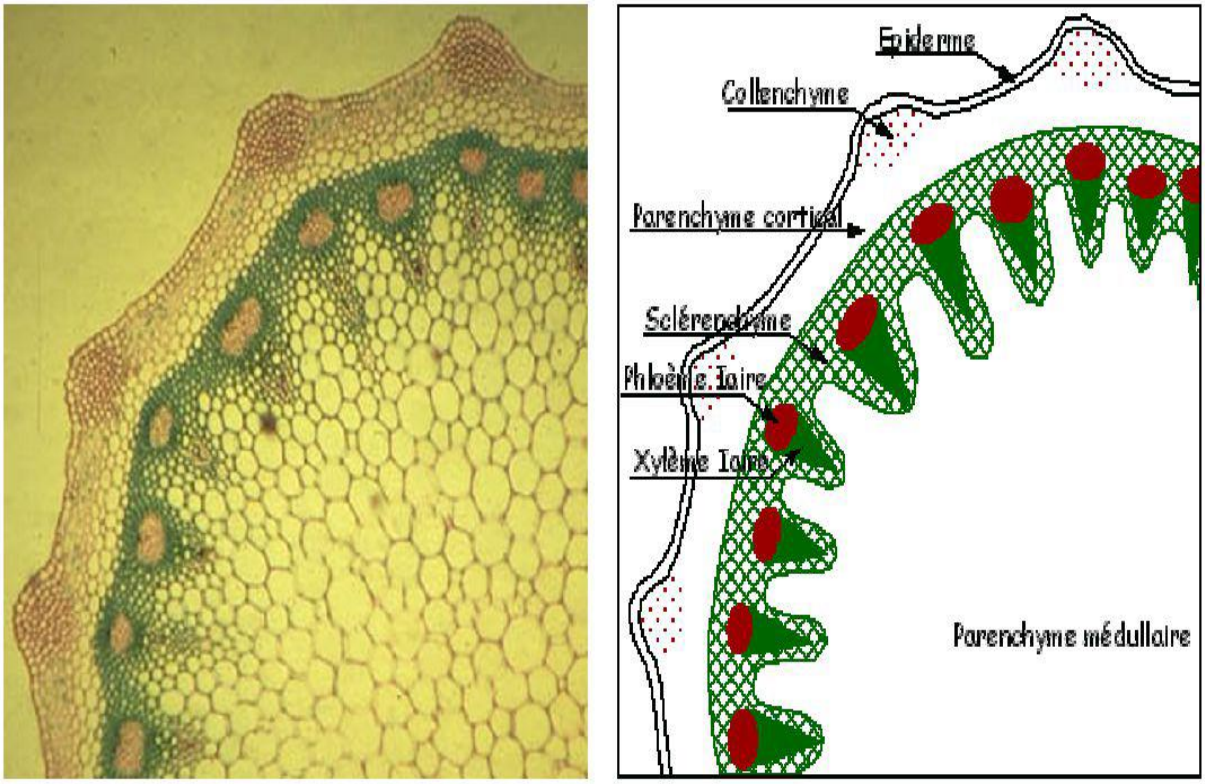


Figure 7: Structure primaire d'une tige dicotylédone

B- Structure secondaire

Les cellules du xylème et du phloème (primaires) sont séparées par un cambium fonctionnel formé de cellules en mitoses ; des mitoses incessantes forment des cellules aussi bien vers l'extérieur que vers l'intérieur ce qui permet la formation du xylème secondaire vers l'intérieur et du phloème secondaire vers l'extérieur constituant ainsi les cernes du bois. Dans l'écorce apparait **le phellogène** qui va donner **le suber vers l'extérieur** et le **phelloderme vers l'intérieur**. De l'extérieur de la tige vers son intérieur, on note la présence de:

- **Epiderme, collenchyme, parenchyme cortical, phloème primaire, phloème secondaire, cambium, xylème secondaire, puis xylème primaire et la moelle.**

Au niveau de la tige, **le cambium** apparaît très tôt au niveau des faisceaux cribrovasculaires. Une **dédifférenciation** des cellules du parenchyme apparait par la suite, favorisant la formation des arcs de cambium **interfasciculaire** qui peuvent se relier avec les cellules du cambium **intrafasciculaire** (celui qui se trouve à l'intérieur du faisceau entre xylème et phloème) et constituer un manchon méristèmatique continu (Figure 8-9-10).

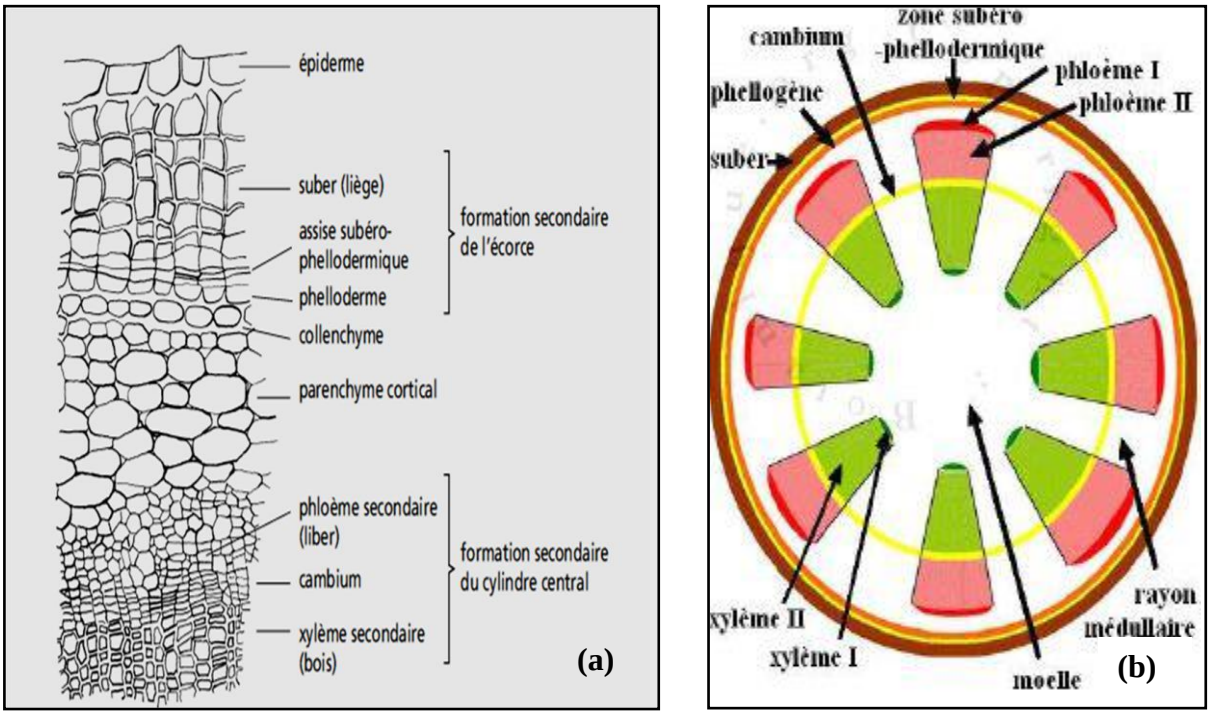


Figure 8: Schéma d'une coupe transversale d'une tige âgée (a) ; Coupe entière (1:cambium interfasciculaire 2: cambium intrafasciculaire) (b)

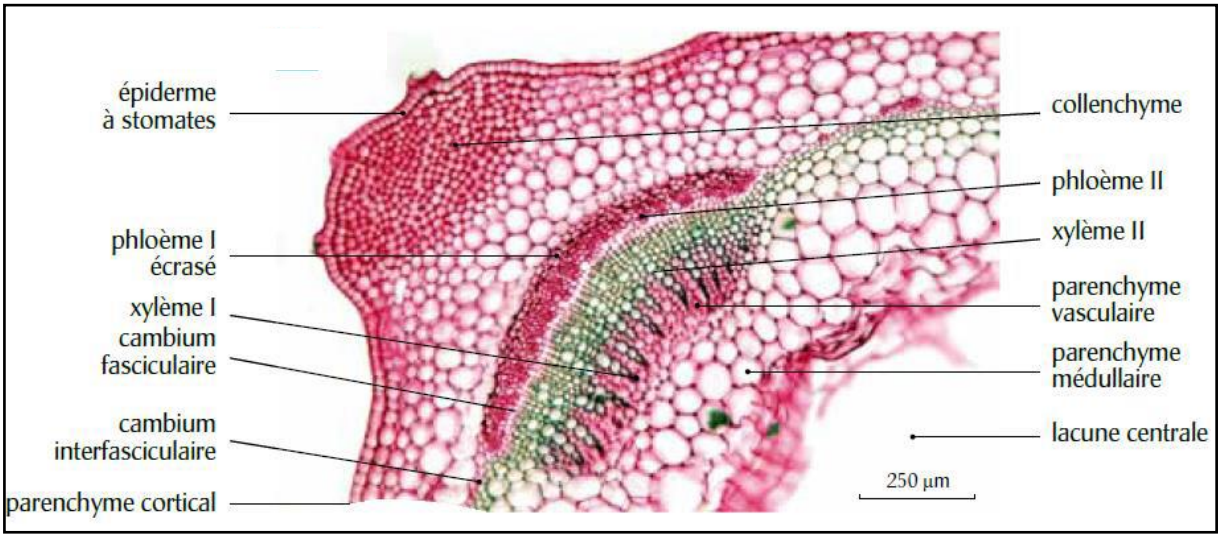


Figure 9 : Structure secondaire d'une tige

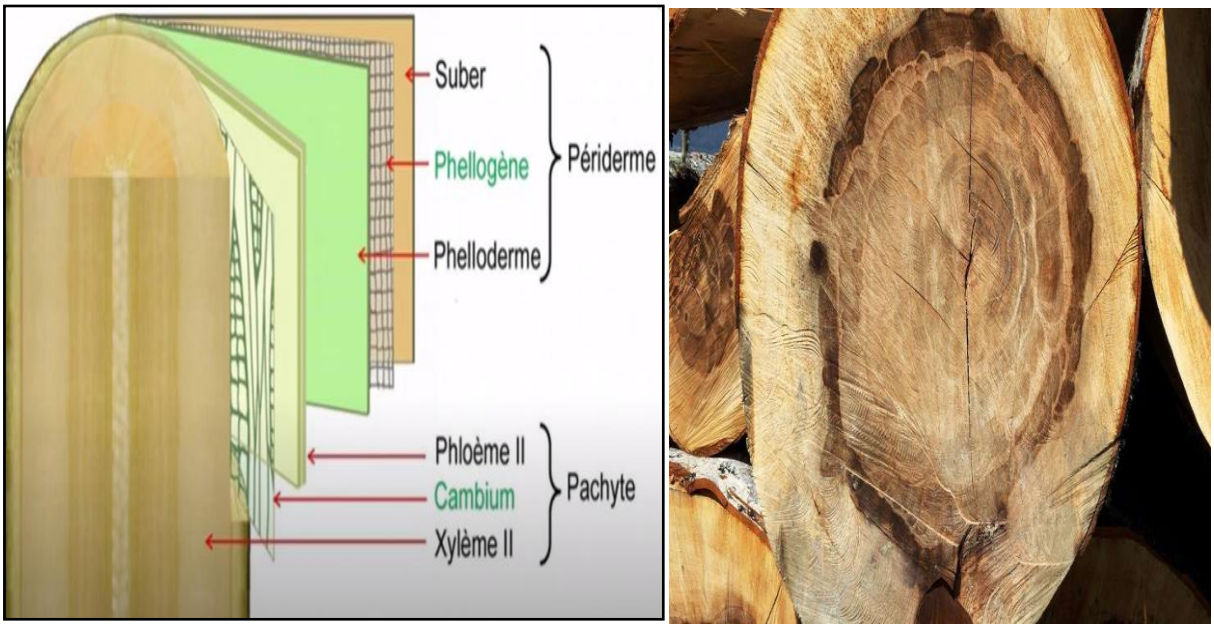


Figure 10 : Structure secondaire (Formation du bois, Cernes de croissance, cœur et aubier du bois)

RQ : L'activité du cambium est saisonnière. Les divisions de cellules s'arrêtent en hiver, reprennent au printemps avec la formation de vaisseaux de diamètre important. Cette saisonnalité se traduit par des cernes annuels de croissance permettant de dater l'âge du bois. **La sève n'est conduite que dans les cernes les plus récents.**

Dans les cernes les plus profonds, le bois durcit. La zone centrale appelée cœur accumulant des tanins de couleur foncée. La partie périphérique du bois claire, est l'aubier (Figure 10).

1.6. La structure anatomique d'une tige monocotylédone

A- Structure primaire

La structure anatomique d'une tige monocotylédone se caractérise de l'extérieur vers l'intérieur par la présence de (Figure 11-12):

- Un **épiderme** et un **parenchyme cortical très réduit**.
- **Le cylindre central** comporte de nombreux **faisceaux cribrovasculaires** disposés sur **plusieurs cercles concentriques**. Leur diamètre diminue en allant du centre vers la périphérie de la tige.

- **Un anneau de sclérenchyme** qui entoure le cercle externe des faisceaux.

- **Au centre de la tige se trouve la moelle ou zone médullaire très développée** et souvent lignifiée, elle contient des parenchymes de réserve. Chez la plupart des Poacées (graminées),

cette zone est remplacée par une lacune centrale et on appelle alors la tige : **« chaume ». Cela explique pourquoi la tige du blé est creuse. Enfin, chez les monocotylédones, il n'y a pas de formations secondaires**.

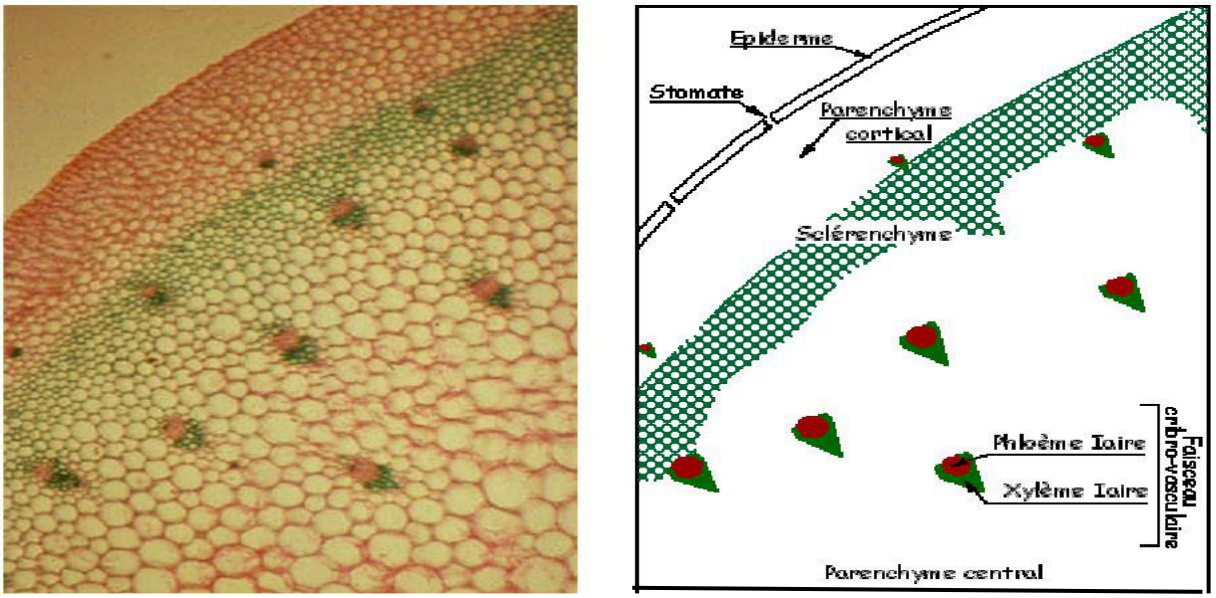


Figure 11 : Structure primaire d'une tige monocotylédone

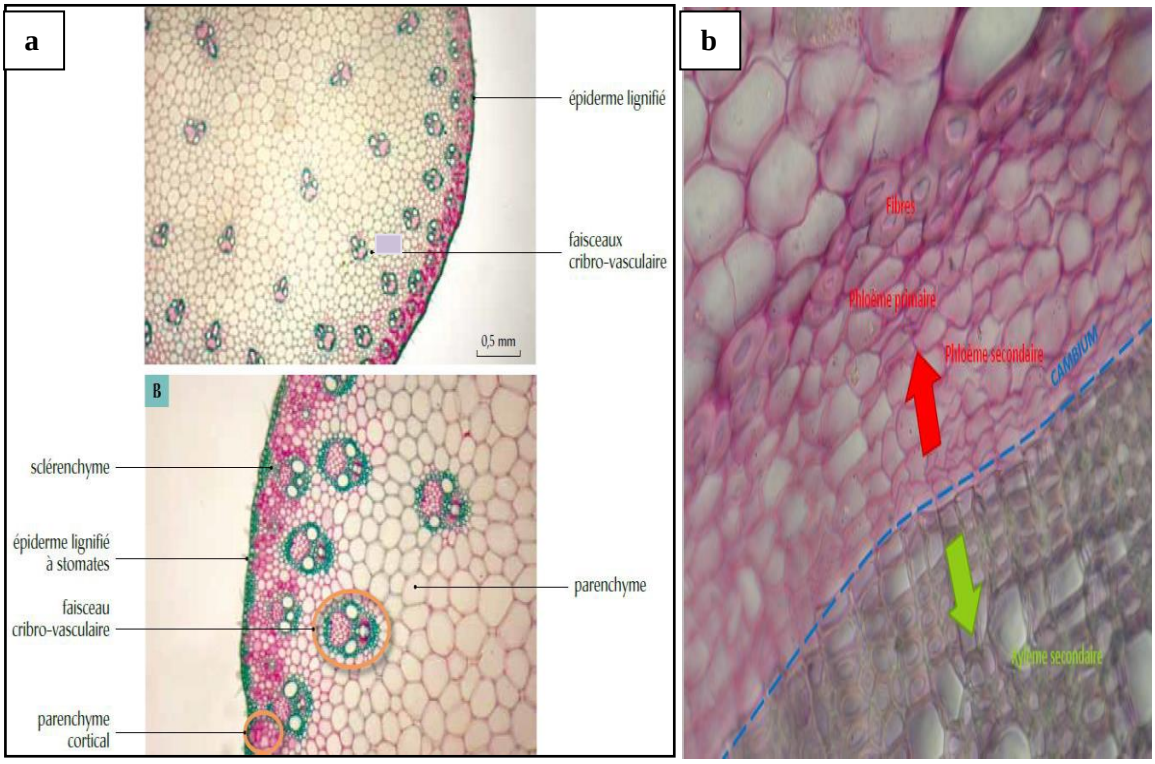


Figure 12 : a/ Structure anatomique primaire d'une tige monocotylédone ; b/ structure secondaire d'une tige dicotylédone

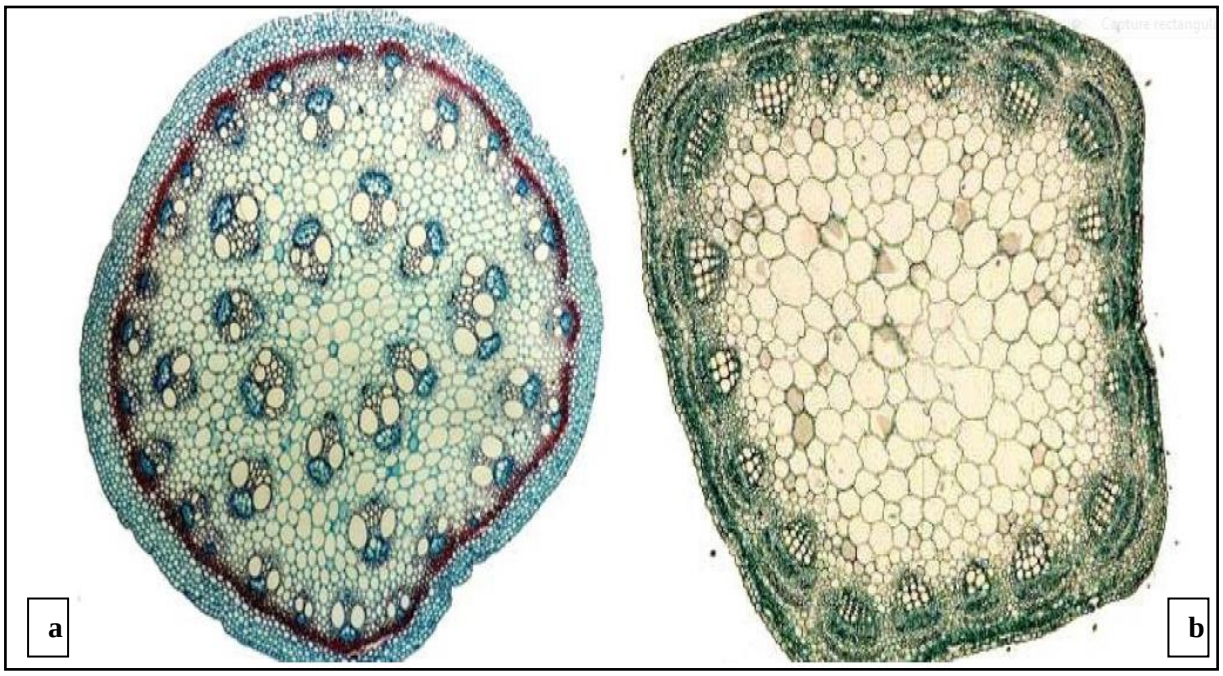


Figure 13 : Coupe transversale d'une tige et monocotylédone (a) dicotylédone (b)

Tableau 1: Différences entre une tige monocotylédone et dicotylédone

Monocotylédone	Dicotylédone
Plusieurs cercles concentriques **de faisceaux cribro-vasculaires.**	Le cylindre central comporte de nombreux faisceaux disposés sur **un seul cercle.**
Pas de distinction nette entre le cortex et la moelle	**Distinction nette** entre le cortex (externe) et la moelle (interne)
Absence **des structures secondaires.**	**Présence** des structures secondaires.

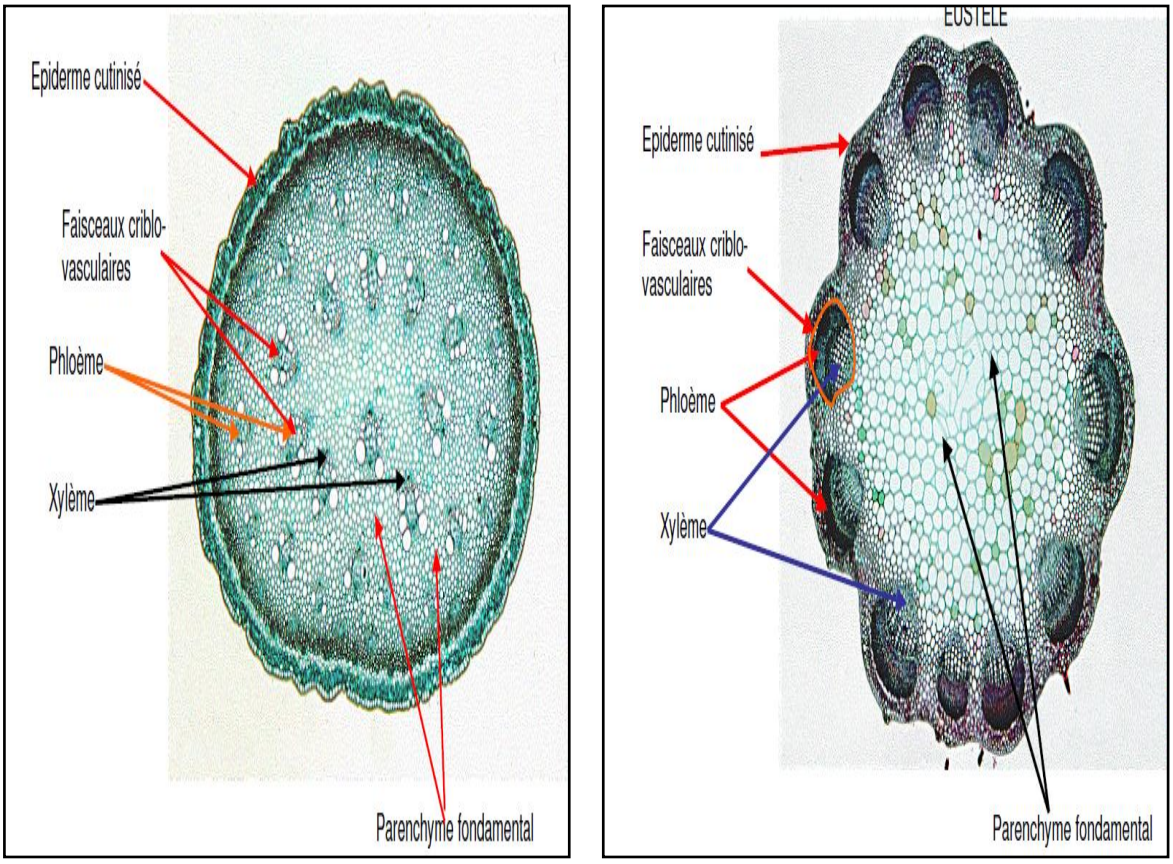


Figure 14 : Coupe transversale de la tige d'asperge (monocotylédone) et de trèfle (dicotylédone)

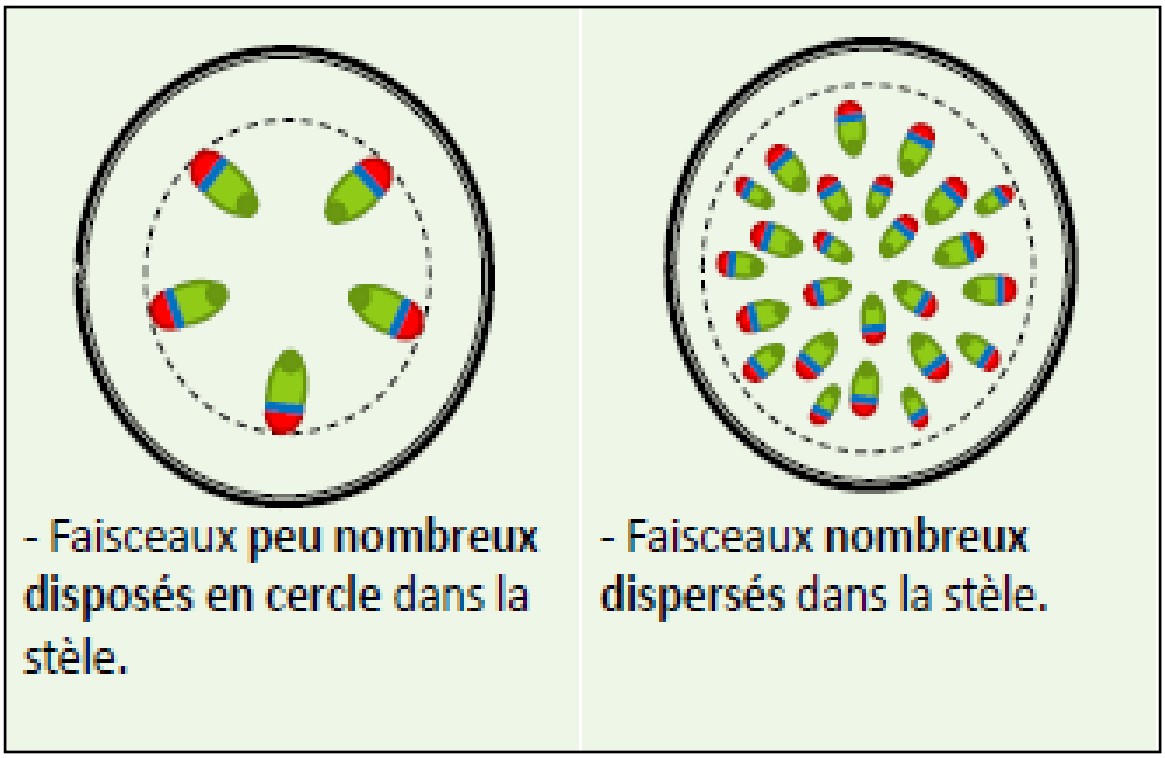


Tableau 2: Différences entre les monocotylédones et les dicotylédones (structure anatomique de la tige et de la racine)

	Racine	Tige
Ecorce	Importante (épaisse)	**Bien développée**
Moelle	**Très Réduite**	**Très développée**
Endoderme et péricycle	**Présence** d'endoderme et de péricycle	**Absence** d'endoderme et de péricycle
Faisceaux conducteurs	Faisceaux conducteurs de xylème et phloème **s'alternent**	Faisceaux conducteurs de xylème et phloème sont **superposés** (ceux du phloème étant les plus externes)
Tissus de soutien	**Absence** des tissus de soutien	**Présence** des tissus de soutien
Organes	**Pas de production d'organes**	**Production d'organes (rameaux, feuilles, fleurs…)**
Coiffe	**présence**	**Absence**

1.7. Différents types de tiges

1.7.1. Tiges aériennes

Les tiges aériennes sont formées d'un axe dressé dont l'extrémité porte un bourgeon terminal. Les tiges aériennes, dressées ou ascendantes, ont généralement des entrenœuds courts à la base et progressivement plus longs jusqu'à l'apex; elles peuvent être simples ou ramifiées.

1.7.1.1. Tiges dressées

La tige dressée est suffisamment robuste pour se développer à la verticale, cas d'arbres, arbustes... On peut leur donner un nom particulier : le tronc (ils sont ramifiés et s'épaississent d'année en année).

-Le tronc des palmiers s'appelle **un stipe**

-La tige des graminées s'appellent **un chaume**.

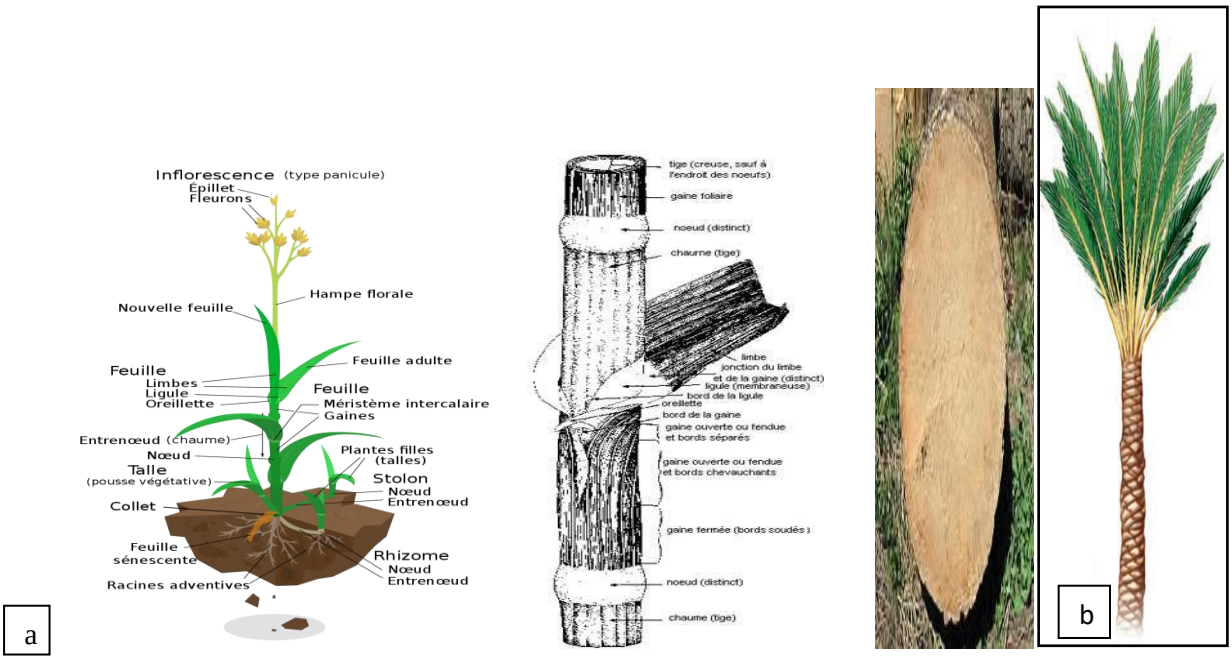


Figure 15: Tige de graminée (chaume) (a) et tronc d'un palmier (stipe) (b).

1.7.1.2. Tiges rampantes

Les tiges **sont étalées au sol et ne montent pas ou peu**. Elles enfoncent leurs extrémités pour donner un nouveau pied (nouvelle plante) qui ensuite, se séparent de la plante-mère par rupture du stolon. On parle également de plantes prostrées. Les plantes comme le **fraisier** possèdent des **tiges rampantes (ou stolons)** qui prennent racines à proximité de la plante d'origine pour former de nouvelles plantes. C'est un cas de **multiplication naturelle**.

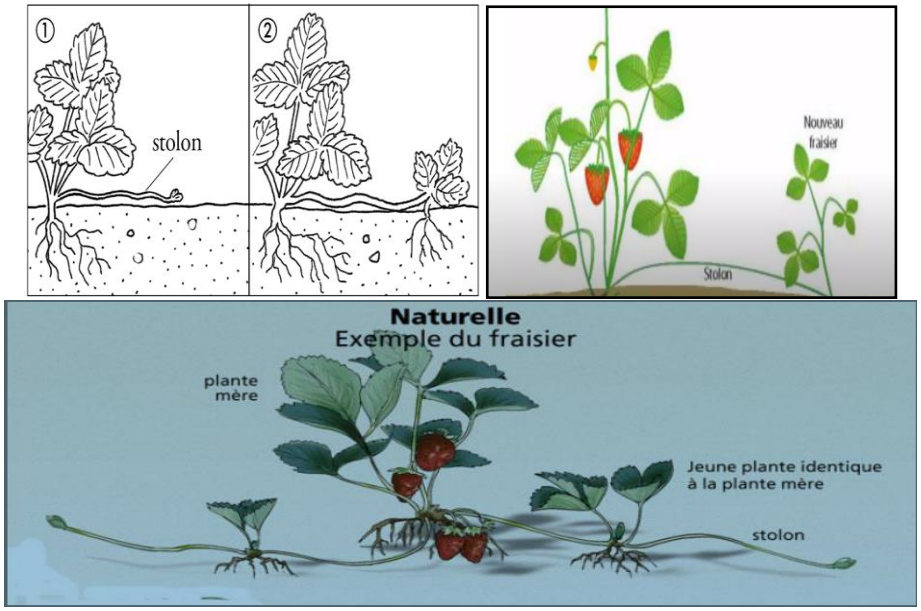


Figure 16 : Stolon de fraisier

1.7.1.3. Tiges grimpantes

C'est des tiges **qui se fixent sur un support par des crampons** qui sont des racines adventives ex : le lierre ou par des vrilles, qui sont des feuilles transformées ex : la vigne, rameaux vrilles. Il y a des plantes volubiles : la plante s'enroule autour du support, ex : le liseron, les lianes.



Vrille de vigne, en croissance Vrille de vigne, lignifiée. Tige volubile d'une Liane Aristoloch

Figure 17 : Les tiges grimpantes (a) tige à vrilles (b) tige volubiles

1.7.1.4. Cladodes (rameaux modifiés)

Ce sont **des rameaux spécialisés ayant l'apparence d'une feuille et assurant les mêmes fonctions (photosynthèse et respiration, réserves)**. Les cladodes sont courts, aplatis et formés d'un seul entrenœud. Cladodes et phylloclades appartiennent au système caulinaire et présentent des caractéristiques qui les différencient des pièces foliaires : ils sont généralement insérés à l'aisselle d'une feuille (souvent très réduite) et ils peuvent porter des bourgeons. Sur les cactus des genres *Opuntia* et *Brasiliopuntia*, les articles en forme de « raquette » constituent des cladodes, les feuilles elles-mêmes ayant dégénéré en épines.



Figure 18: Cladodes

(a) *Opuntia ovata* (b) Cladodes fleuris de Fragon faux houx (*Ruscus aculeatus*)

1.7.1.5. Rameaux-épineux ou dards

Les rameaux épineux sont des épines caulinaires issues de la transformation d'un bourgeon ou d'une stipule. Il s'agit de tiges axillaires dont le point végétatif a avorté prématurément. Les feuilles et bourgeons latéraux qui lui sont liés sont toujours réduits. La forte lignification et leur grande dureté en font les épines les plus fréquentes (dard). Ces rameaux ont une croissance limitée. Ex : aiguillon des ronces (*Rubus*), Rosiers (*Rosa*) et Stipules épines sur Robinier.



Aiguillon sur une tige de rosier Stipule épines sur Robinier

Figure 19: Dards

1.7.1.6. Tiges succulentes

Ce sont **des tiges charnues et gorgées d'eau chez les plantes adaptées à la sécheresse** ; ex : les cactacées, *Adansonia digitata*. **La tige de ces plantes contient un parenchyme aquifère, un épiderme dépourvu de stomates et possédant une cuticule très épaisse** ; **les feuilles sont absentes ou très petites (écailles), ou encore réduites à des épines**, et cela pour empêcher l'évaporation de l'eau. Les tiges se couvrent souvent **d'une pruine** qui réfléchit les rayons incidents du soleil.

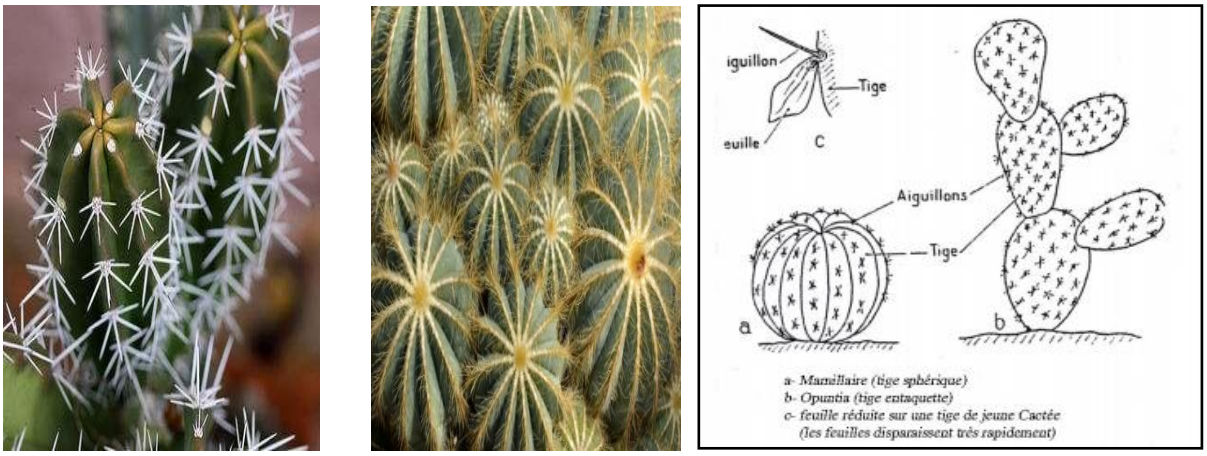


Figure 20: Tige succulente

1.7.2. Tiges souterraines ou cormus

Elles sont caractérisées par la présence de nœuds et par leur rôle d'organes de réserves. On distingue :

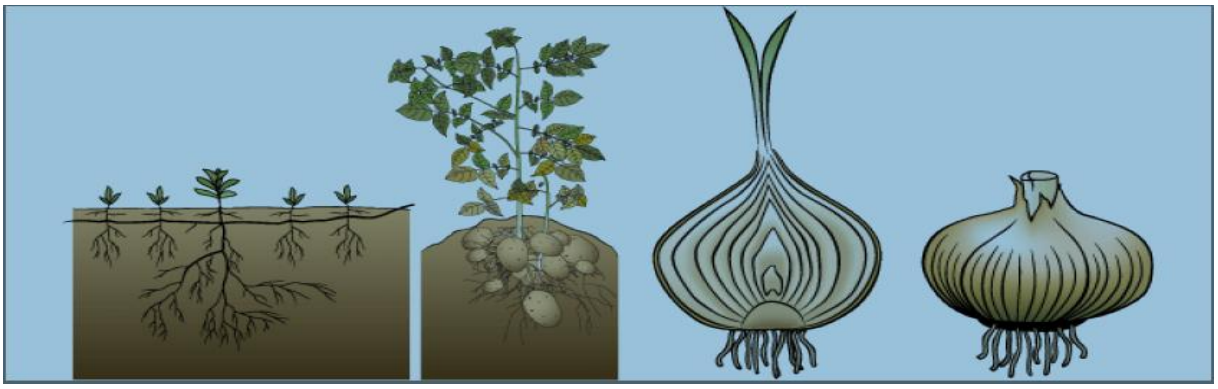


Figure 21 : Tiges souterraines : rhizome tubercule bulbe

1.7.2.1. Rhizome

Les rhizomes **sont des tiges souterraines plutôt allongés** ; **ils poussent généralement à l'horizontale et possèdent de minuscules feuilles en forme d'écailles**. Les rhizomes sont caractérisés par la présence de bourgeons, qui donnent naissance à des tiges aériennes; ils portent également des écailles et des racines adventives. **On les rencontre souvent chez les monocotylédones (comme le Muguet), moins chez les dicotylédones (comme la Menthe)**. Les plantes possédant des tiges souterraines peuvent survivre d'une année sur l'autre (plantes vivaces) (les racines vivent plus de deux ans et la tige se renouvelle chaque année). **Pendant la mauvaise saison (froide ou sèche), seuls les organes souterrains subsistent ; quand le climat redevient favorable, les réserves qu'ils contiennent sont utilisées pour former de nouveaux organes aériens**. Les tiges souterraines interviennent également dans la reproduction végétative des plantes. Ex : Rhizome d'Alfa, d'Iris.

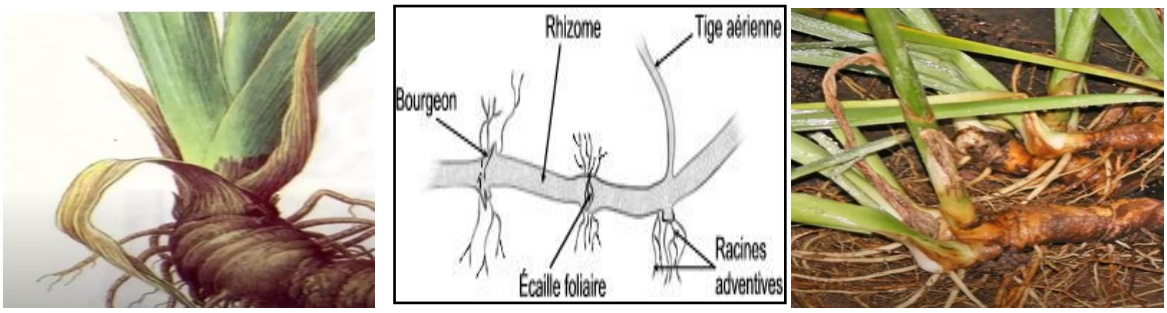


Figure 22 : Un rhizome

1.7.2.2. Tubercule

Le tubercule est comme le bulbe d'origine caulinaire et renflé par l'accumulation de substances de réserve. **Mais le bulbe correspond à une tige souterraine qui résulte d'une tubérisation de feuilles (écailles) ou de gaines de feuilles, et utilisée comme organe de reproduction et de stockage de nourriture par une plante à dormance**. Les tubercules sont des portions d'organes hypertrophiées accumulant des substances de réserve ; chez la pomme de terre, les tubercules permettent le stockage de l'amidon. Ils portent des bourgeons au niveau des écailles.

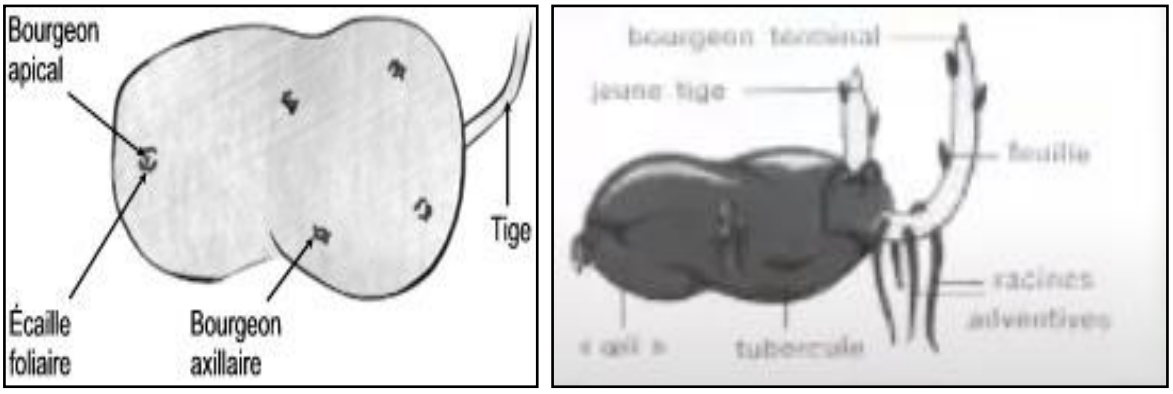


Figure 23: Tubercule de pomme de terre (*Solanum tuberosum*)

1.7.2.3. Bulbe

Le bulbe **est une tige souterraine verticale courte avec des feuilles de stockage charnues** elle présente des écailles imbriquées qui sont des organes de réserve. La partie aérienne de la plante disparait à la « mauvaise saison » par exemples, l'oignon, la jonquille, la tulipe.

Le corme (cormus) n'est autre que le **bas de la tige** florifère, que les produits nutritifs gonflent jusqu'à le rendre solide.

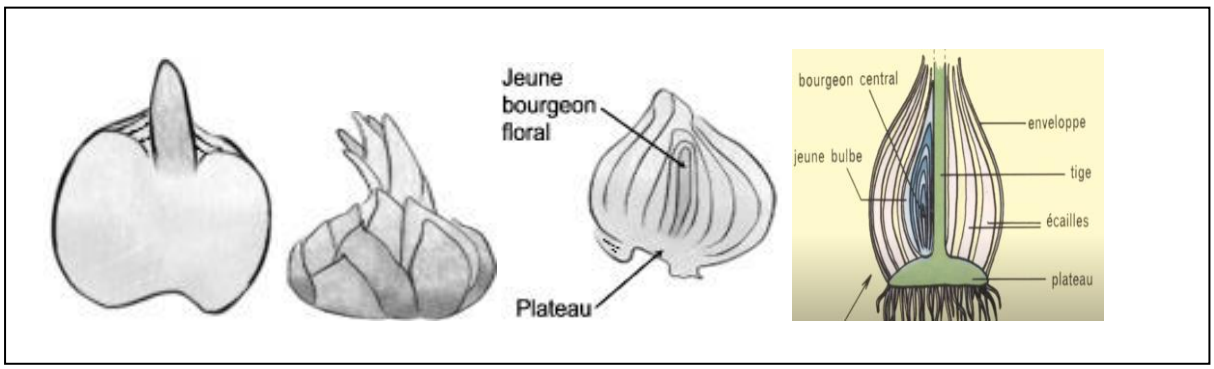


Figure 24 : Section longitudinale d'un bulbe solide de Crocus ; Bulbe écailleux du Lis ; Section longitudinale d'un bulbe tuniqué de Tulipe

1.7.3. Tiges aquatiques

Les tiges des espèces qui vivent immergées dans l'eau (hydrophytes) ont une organisation particulière qui leur permet d'absorber directement l'eau, le dioxyde de carbone et l'oxygène, ainsi que des sels nutritifs. Elles ne possèdent pas de cuticule, ni de stomates, ni de sclérenchyme. Les tissus conducteurs sont peu développés et les échanges se font directement entre la plante et l'eau. Ex : lentille d'eau. La paroi cellulaire des cellules épidermiques des tiges de ces plantes est recouverte par une mince cuticule perméable aux gaz, à l'eau et aux solutés. La présence de tissus de soutien n'est pas nécessaire en raison de la poussée d'Archimède. D'autre part, la plupart des plantes aquatiques présentent un développement remarquable des espaces intercellulaires, qui, en enfermant de l'air, améliorent la flottabilité ainsi que la diffusion de gaz dans la plante. Comme chez de nombreuses plantes aquatiques, cet espace constitue un système simple de lacunes verticales bien localisées dans le parenchyme cortical. Ce système constitue un véritable système porteur qui permet à la tige de se dresser verticalement dans le milieu aquatique ou la pesanteur ne joue pas le rôle primordial.

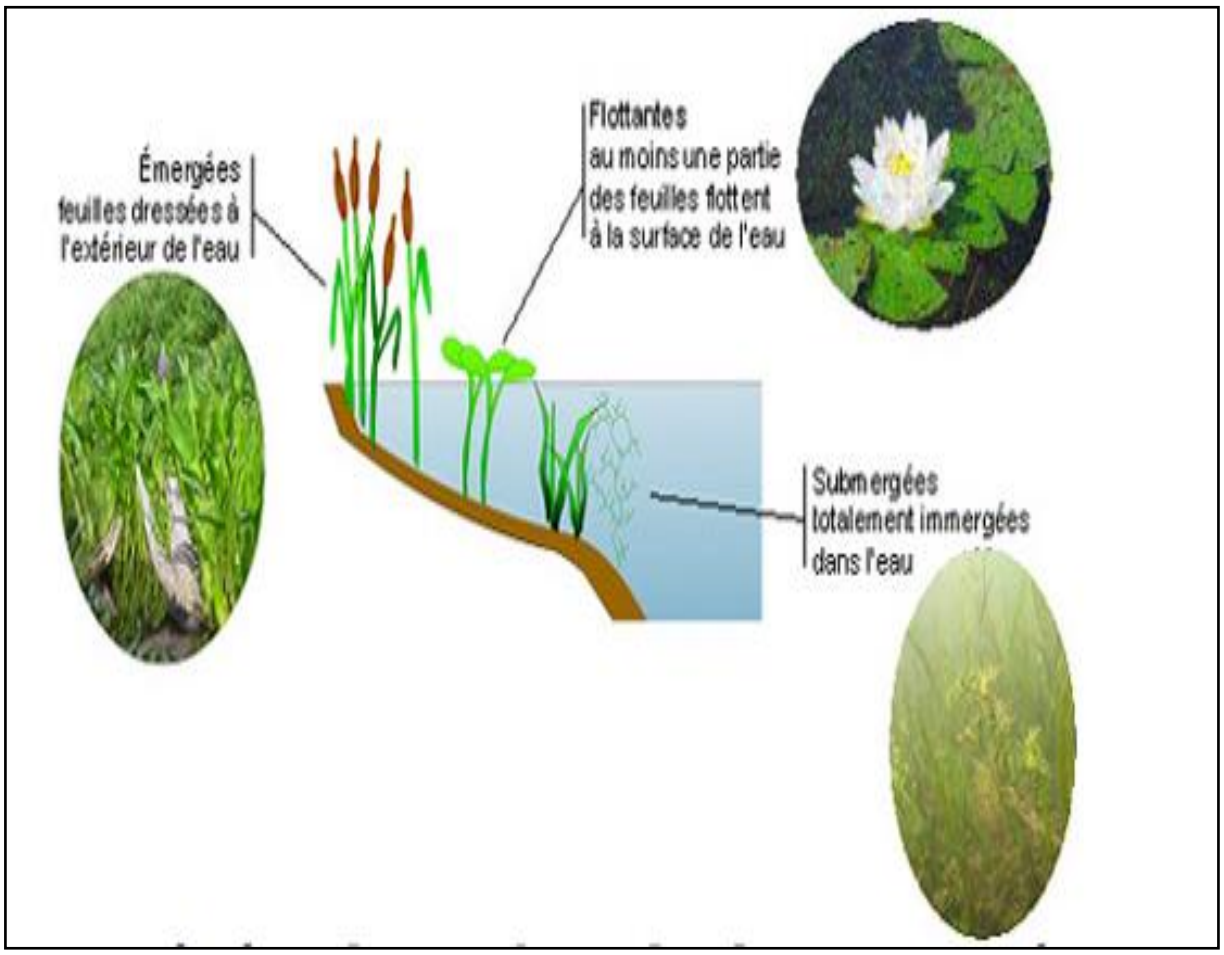


Figure 25 : Plantes aquatiques

1.7.4. Plantes acaules

Ce sont des plantes dépourvues de tige ou alors la tige est très réduite (extrêmement courte ou presque absente). Les feuilles apparaissent directement sur le sol, La racine est surmontée d'une rosette de feuilles et de fleurs par exemple, certaines espèces de violettes, les plantes à rosette comme la laitue, la carline.



Figure 26 : Laitue cultivée (laitue pommée) *Lactuca* sativa

Références bibliographiques

Anonyme 1 : https://www.rappel.qc.ca/publications/informations-techniques/lac/plantes-aquatiques.html (consulté le 20/10/2020)

Anonyme 2 : http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/gaz/ceratophylle.htm (consulté le 20/10/2020)

Anonyme3 :
https://www.pearson.ch/download/media/9782744073069_sp_biologievegetale_chap04.pdf. Racines, tiges et feuilles : le corps primaire de la plante. 28p **(consulté le 20/11/2021)**

Anonyme 4 :

https://planet-vie.ens.fr/thematiques/vegetaux/anatomie-vegetale-et-histologie-vegetale/la-structure-secondaire-des-tiges **(consulté le 22/01/2021)**

Anonyme 5 :

https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/tc/2017/cours/Cours%20de%20biologie%20v%C3%A9g%C3%A9tale%20pour%20L1%20BOUZID%20salha.pdf (consulté le 13/10/2020)

Anonyme6 :
https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/tc/2017/cours/Chapitre%20III%20partie%20I%20et%20II.pdf (consulté le 20/10/2020)

Anonyme 7 :

http://strozza.chez-alice.fr/stages/nouveaux%20programmes/terminale/tissus_20vegetaux%5B1%5D.pdf (consulté le 12/10/2020)

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

Dupont., F et Guignard., GL. (2007). Botanique Systématique moléculaire. 14e édition révisée. Elsevier Masson. 295 p

Harmont., J. (2000).Biologie végétale. éd. Deboeck université. 944 pp.
http://nico8386.free.fr/cours/BA/BVcoursresume.pdf

https://fr.wikipedia.org/wiki/Humus#/media/Fichier:Microbiote_du_sol.gif **(consulté le 20/11/2021)**

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)**

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)**

Différentes sources Internet (photos, schémas) dont…Wikipédia !