

## Chapitre III : Anatomie des végétaux (Angiospermes)

### 1/ Comparaison morphologiques entre les monocotylédones et dicotylédones

Parmi les angiospermes ou plantes à fleurs, les monocotylédones comprennent des végétaux dont la plantule typique ne présente qu'un seul cotylédon (le cotylédon est la première feuille primordiale ou germinale, constitutive de la graine, et qui se présente à la germination), qui évolue en donnant une préfeuille. Les graines des plantes monocotylédones comportent donc un seul cotylédon ; celles de dicotylédones en comportent deux.

À cette particularité principale s'ajoutent les caractéristiques suivantes :

#### 1-1/ Caractéristiques morphologiques des Monocotylédones

**Racines** : Appareil racinaire souvent fasciculé c'est-à-dire constitué de racines non ramifiées

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

**Feuilles** : caractérisées par des nervures parallèles

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

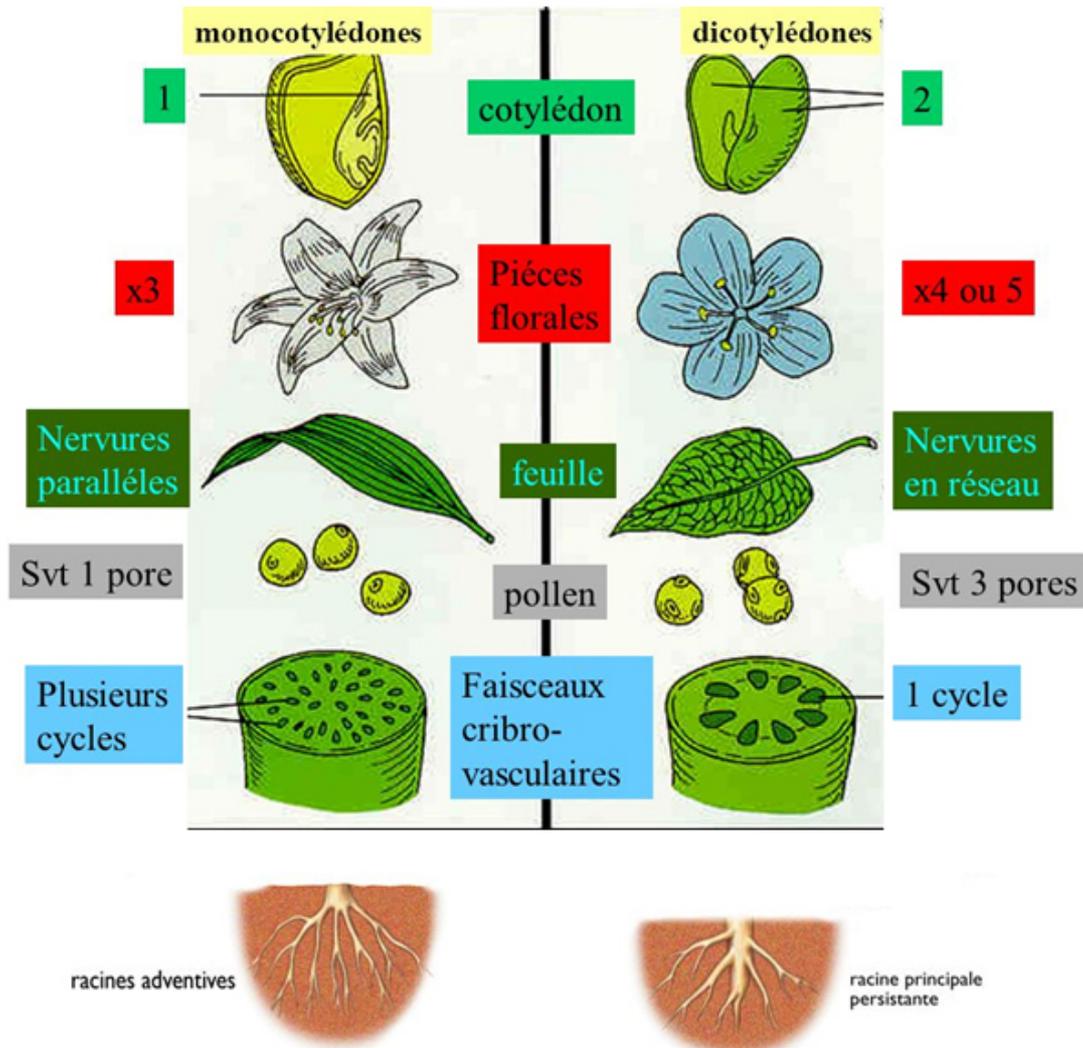
**Pollen** : grains de pollen possédant généralement une seule ouverture (zone de faiblesse permettant le passage du tube pollinique)

#### 1-2/ Caractéristiques morphologiques des dicotylédones

En général, les dicotylédones présentent une plantule à **deux cotylédons**, ce qui les différencie des monocotylédones qui, en général, n'en présentent qu'un seul. Les feuilles ont des **nervures réticulées**.

La fleur typique présente **4 ou 5 verticilles** (sépales, pétales, étamines et carpelles). Dans la plupart des espèces. La racine est de type **pivotant**. C'est chez les dicotylédones que l'on observe, au niveau des tiges, **la présence de cambium** permettant la formation de **bois secondaire vers l'intérieur et de liber vers l'extérieur**.

Chez les dicotylédones vraies, les grains de pollen ont généralement **3 ouvertures** (zones de faiblesse permettant le passage du tube pollinique). Les angiospermes primitives, comme les monocotylédones, avaient des grains de pollen à **une seule ouverture**.



**Figure 24** : Comparaison morphologique entre les monocotylédones et les dicotylédones

## 2/ Comparaison anatomique entre les monocotylédones et dicotylédone

### 2-1/ Racine

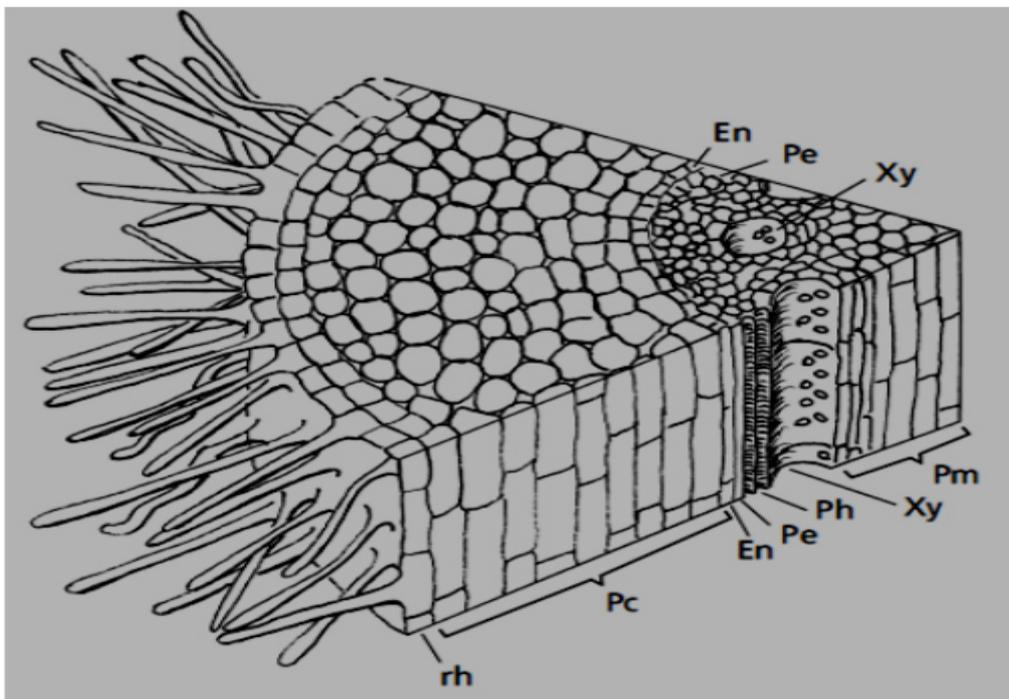
La racine est la partie souterraine de la plante, spécialisée dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux et dans la fixation de la plante au sol. Des coupes effectuées au niveau d'une racine permettent de distinguer deux zones concentriques : **écorce** et **cylindre central (stèle)** dont l'écorce est légèrement supérieure au cylindre central.

**Ecorce** : cette partie est constituée du rhizoderme (assise pilifère) qui porte d'abord les poils absorbants (prolongements des cellules rhizodermique) de la racine et du **Parenchyme cortical** formé de cellules laissant entre elles d'importants méats. Il est constitué de cellules jointives parallélépidiques, allongées dans le sens de l'axe de la racine. A la paroi cellulosique s'ajoute un cadre subérifié. Au niveau du cadre, l'adhérence du cytoplasme à la paroi est très forte. Ceci oblige les substances dissoutes qui arrivent à ce niveau de traverser le cytoplasme, d'où un contrôle, par ces cellules des ions et autres substances absorbés, autrement dit la dernière couche de cellules de parenchyme cortical est épaissie et forme une sorte de barrière de contrôle des molécules circulant dans la racine, c'est l'**endoderme**.

### Cylindre central (stèle)

**Endoderme** : une assise cellulaire la plus profonde formée de cellules étroitement jointives entourant le péricycle. Les parois tangentielles externes et internes de ces cellules sont cellulosiques, tandis que les autres possèdent une bande imprégnée de subérine, voire de lignine, appelée **cadre de caspary** qui joue un rôle important dans la régulation de flux de substances entre l'écorce et les tissus conducteurs.

**Péricycle** : une couche de cellules jointives à paroi mince, à partir de laquelle vont se former les ramifications de la racine.



**Figure 25** : Structure d'une racine jeune

Plus au centre, viennent les deux types des tissus conducteurs, **le xylème et le phloème** qui s'**alternent** régulièrement **sur un seul cercle**, et assurent la circulation de **la sève brute (xylème) et la sève élaborée (phloème)**. Les cellules de xylème ont des **tailles différentes** selon leur emplacement dans le cylindre central. **Près du péricycle**, elles sont **jeunes et petites (protoxylème)**. **Vers le centre**, elles sont **grandes et âgées (métaxylème)**. La différenciation du xylème est **centripète** (différenciation repoussée vers le centre de la racine). Enfin, au centre de la racine, la moelle, composée de parenchyme médullaire qui n'a pas de fonction particulière.

### 2-1-1/ Différences anatomiques entre les monocotylédones et dicotylédones

Comparons l'anatomie des deux racines des plantes : une dicotylédone et une monocotylédone.

En coupe transversale, une racine est composée d'une région externe (**écorce**) et une région centrale (**stèle**), cette dernière est **bien développée chez les monocotylédones** que chez les dicotylédones et caractérisée **par une moelle abondante** remplie par le parenchyme médullaire. Le cylindre central limité par une assise de cellules, **le péricycle**, il contient les tissus conducteurs ; le xylème et le phloème disposés en **alternance**. Chez les dicotylédones, il existe de **deux à cinq faisceaux**. La structure est semblablement la même chez les monocotylédones mais les faisceaux sont **plus nombreux**, plus de 6 et souvent 12 à 20.

Chez les monocotylédones l'endoderme est caractérisé par un épaississement en **fer à cheval** (endoderme en U). Les parois latérales et profondes sont lignifiées et subérifiées à la fois, seule la paroi externe située du côté du parenchyme cortical reste cellulosique. Chez les dicotylédones il s'agit d'un **endoderme à cadre**. Les parois latérales de chaque cellule présentent un épaississement de lignine et de subérine correspondant aux sections d'un cadre ligno-subérifié.

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

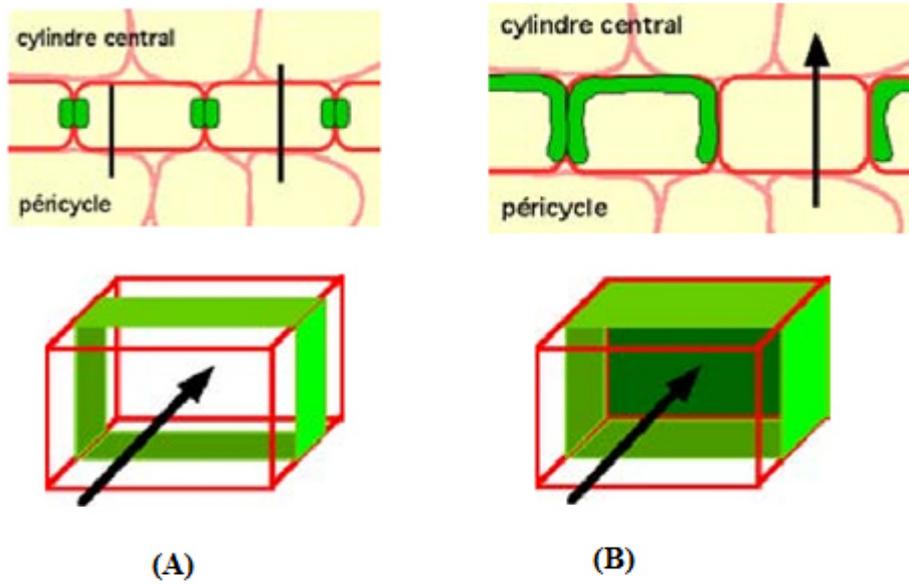


Figure 26 : Endoderme d'une racine dicotylédone (A) et monocotylédone (B)

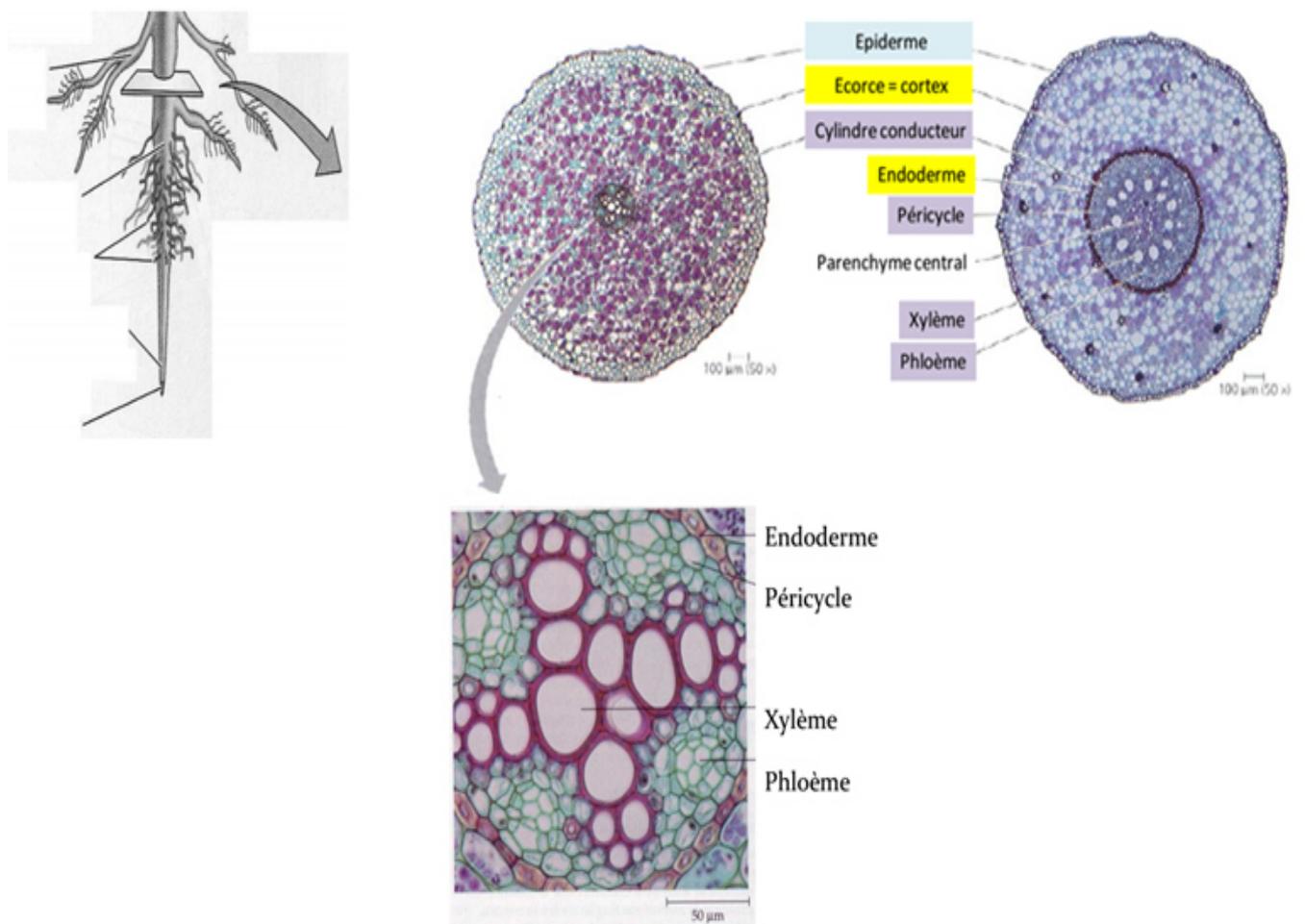
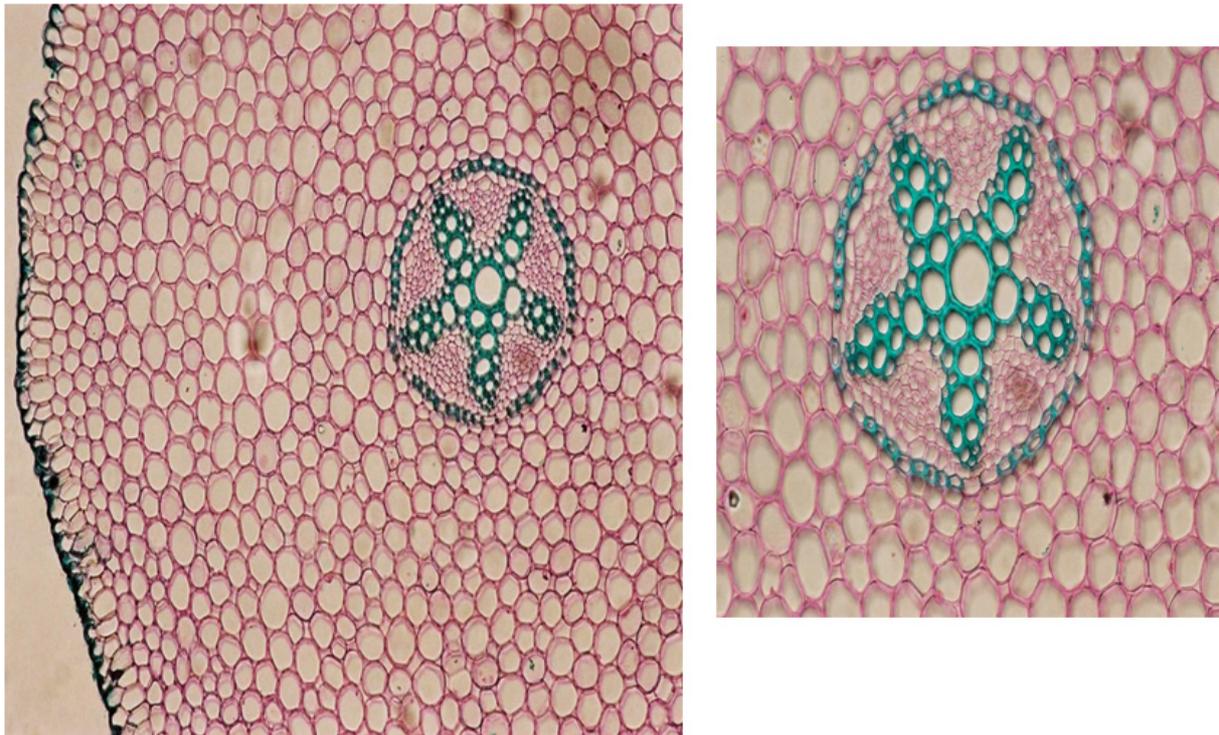
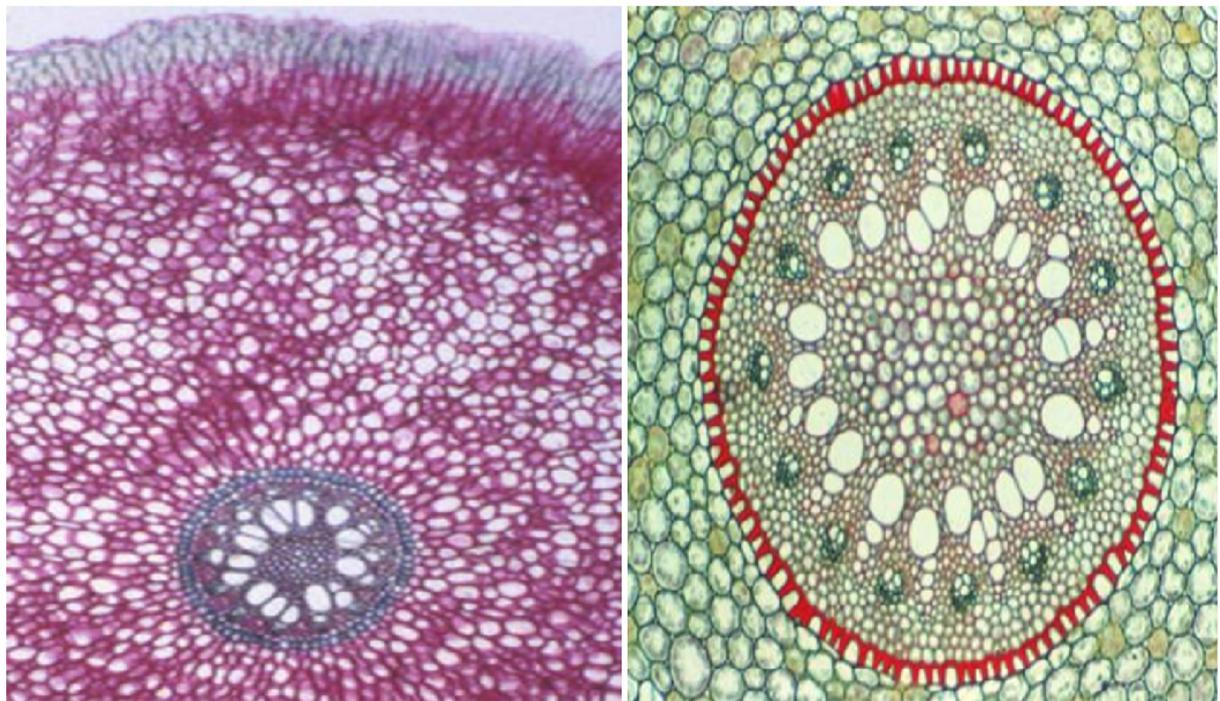


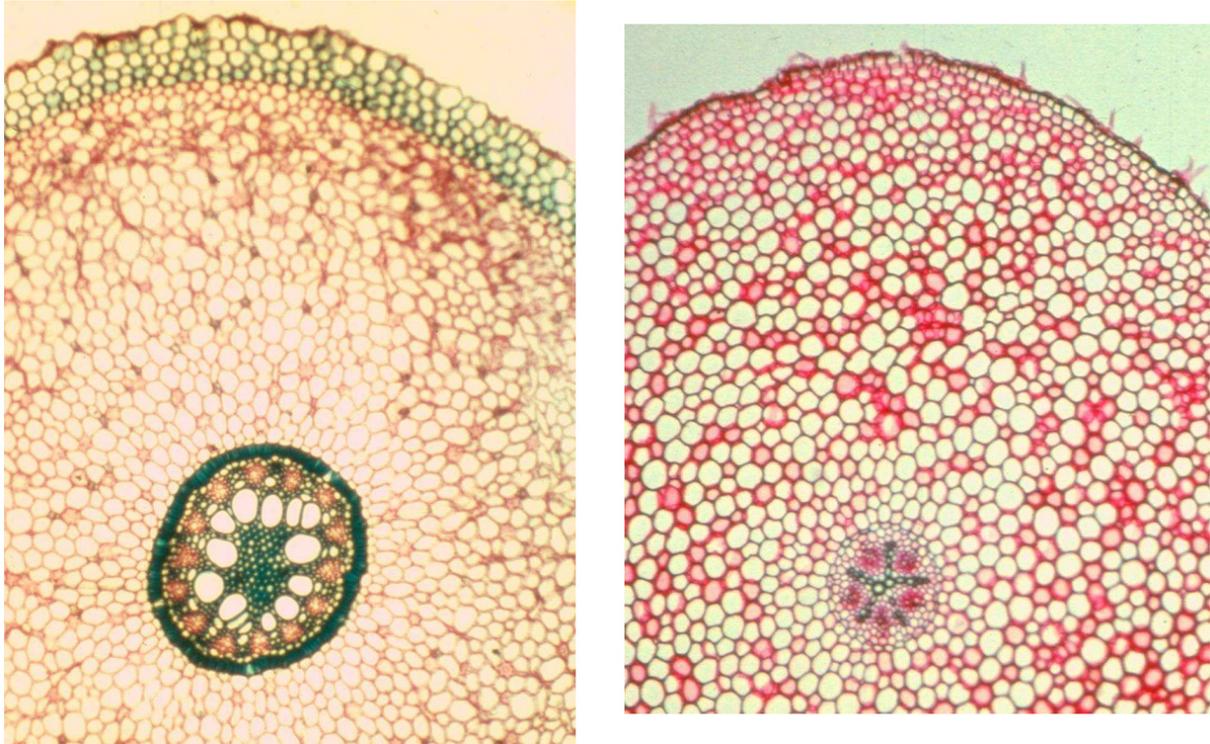
Figure 27 : Différences entre une racine monocotylédone et dicotylédone



**Figure 28 :** Coupe transversale d'une racine dicotylédone



**Figure 29:** Coupe transversale d'une racine monocotylédone



**Figure 30 :** Observation microscopique d'une racine monocotylédone et dicotylédone

**Tableau II:** Différences anatomiques entre les monocotylédones et les dicotylédones.

	<b>Racine monocotylédone</b>	<b>Racine dicotylédone</b>
<b>Stèle</b>	Importante	Réduite
<b>Endoderme</b>	Endoderme en U (fer à cheval)	Endoderme à cadre
<b>Faisceaux de xylème et phloème</b>	Nombre important (12 à 20)	Peu de faisceaux (2 à 5)
<b>Moelle</b>	Abondante	Absente (ou bien remplacée par xylème)
<b>Structures secondaires</b>	Absence	Présence

## 2-1-2/ Structure anatomique secondaire

A la structure précédente formée de tissus d'origine primaire s'ajoutent les tissus d'origine secondaire, provenant du fonctionnement des méristèmes secondaires (cambium et phellogène). Cette structure caractérise les organes âgés des Angiospermes Dicotylédones.

Les faisceaux de xylème et de phloème étant **alternes**, le cambium apparaît sous forme **d'arcs à la face interne du phloème**, par **dédifférenciation** (retour des cellules ou des tissus à un état moins différencié, plus proche de l'état embryonnaire) **du parenchyme médullaire, et à la face externe du xylème par dédifférenciation du péricycle**. Ils se raccordent pour former un cambium sinueux qui produit du bois (xylème secondaire) vers l'intérieur et du liber (phloème secondaire) vers l'extérieur. La formation importante des tissus conducteurs secondaires entraîne une pression sur le cambium sinueux qui devient circulaire. Cambium, bois et liber constituent le **pachyte**.

L'installation du phellogène (assise subéro-phéllodermique) est plus tardive par rapport au cambium. Il est située vers la périphérie de la racine, crée quant à lui une couche externe de suber (liège) ainsi qu'une couche interne de phelloderme, toutes les deux assurent la protection de la racine.

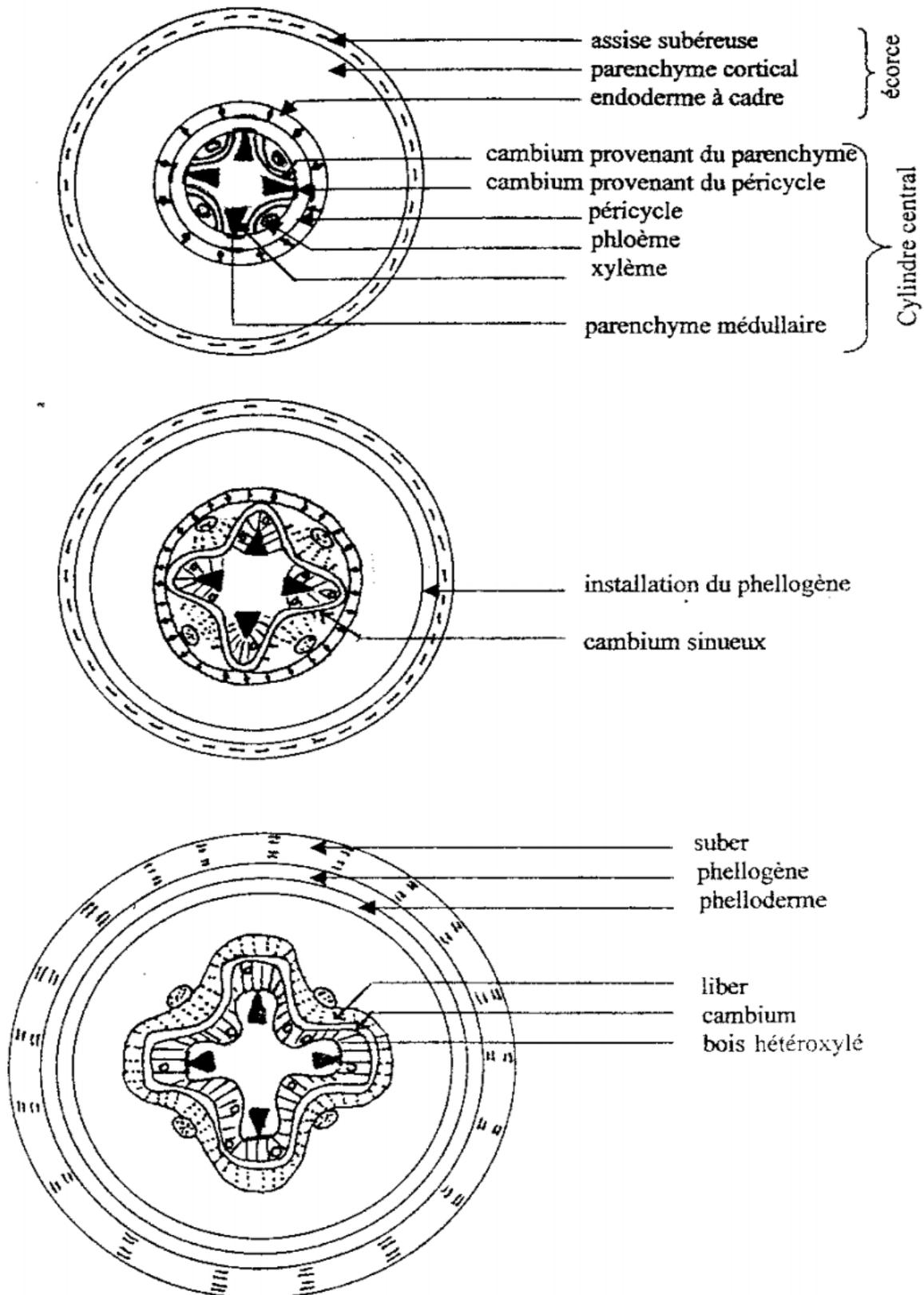


Figure 31 : Structure anatomique secondaire d'une racine dicotylédone

## 2-2/ Tige

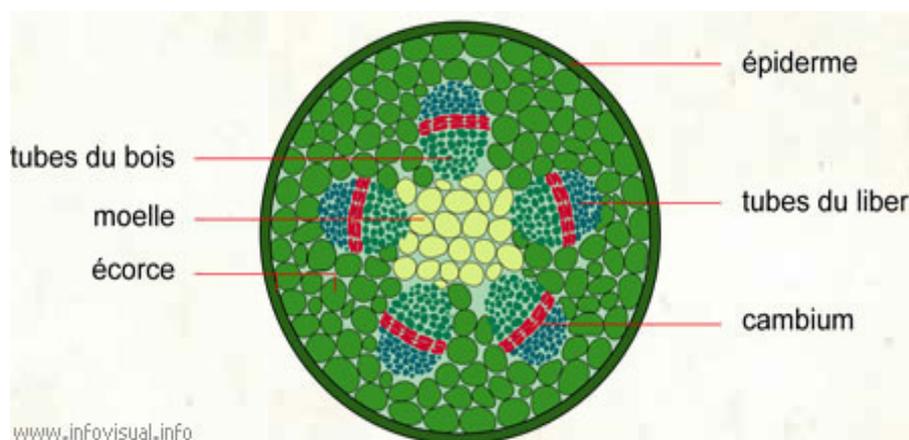
La tige d'une plante est un organe dont la fonction principale est de soutenir le système foliacé, de mener l'eau et les sels minéraux des racines aux feuilles et de transférer les nourritures produites par les feuilles aux autres parties de la plante. Une coupe transversale d'une tige jeune montre l'existence de plusieurs zones

**Epiderme** : elle est formée d'une assise de cellules jointive, dépourvue de chloroplastes, dont la face externe est recouverte d'une fine cuticule pourvue de stomates.

**Ecorce (parenchyme cortical)** : relativement réduite, composé de grandes cellules polyédriques, laissant entre elles d'importants méats, les cellules de la périphérie renferment des chloroplastes mais leur nombre diminue au fur et à mesure qu'on s'enfonce vers l'intérieur

**Le cylindre central** 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 vers le centre de la tige, coiffé vers l'extérieur par le phloème. Chaque faisceau cribrovasculaire est surmonté d'un petit massif de sclérenchyme. Le xylème montre une **différenciation centrifuge** dont **protoxylème près du centre** (apparaît quand la tige est en croissance) et le **métaxylème près de la périphérie** (apparaît quand la croissance de la tige est terminée). Il est aussi possible de distinguer du protophloème et métaphloème. La différenciation du phloème est **centripète**.

**La moelle** de la tige est remplie par le parenchyme médullaire.



**Figure 32** : Schéma d'une coupe transversale d'une tige

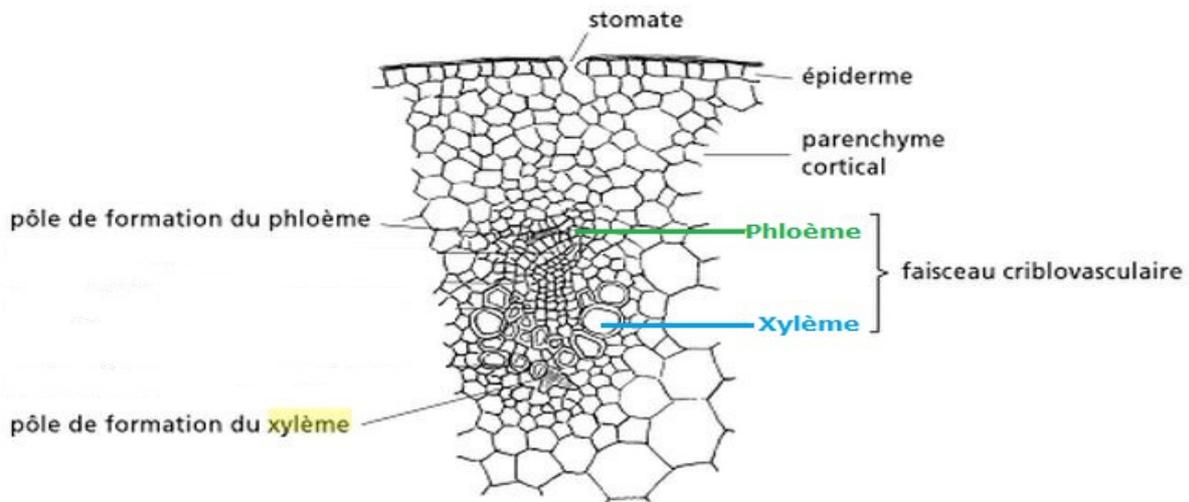


Figure 33 : Schéma d'une coupe transversale d'une tige

### 2-2-1/ Différence anatomique entre les monocotylédones et dicotylédones

Dans la tige des monocotylédones, les nombreux faisceaux libéro-ligneux (superposés, xylème à différenciation centrifuge) sont dispersés en spirales ou **en plusieurs cercles concentriques** dans le parenchyme médullaire tandis que dans la tige des dicotylédones, les faisceaux libéro-ligneux sont disposés **en un cercle unique**. Le cortex occupe peu de place par rapport à la moelle.

Absence de formations secondaires chez les monocotylédones (pas d'assises génératrices)

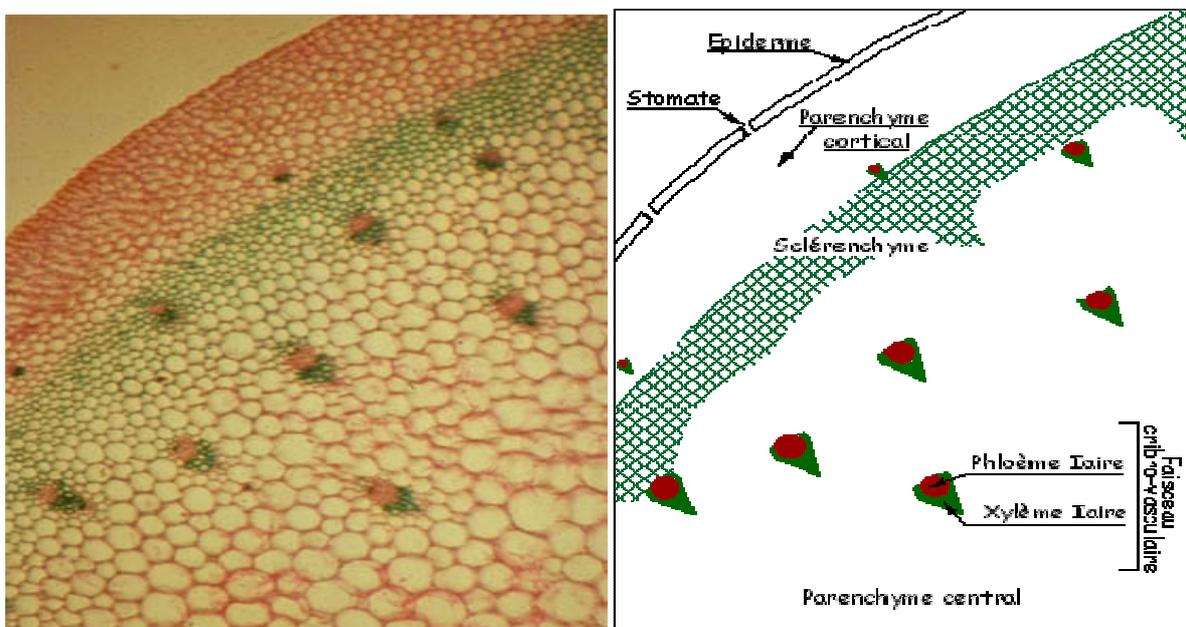


Figure 34 : Coupe transversale d'une tige monocotylédone et schéma de la coupe transversale

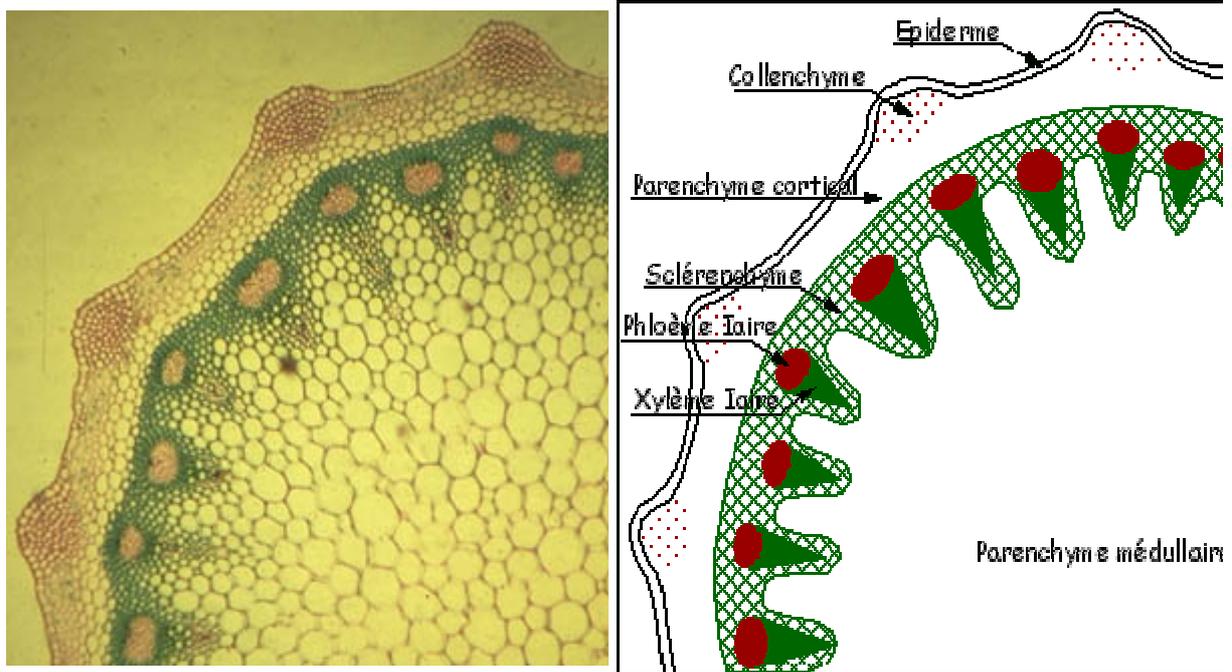


Figure 35 : Coupe transversale d'une tige dicotylédone et schéma de la coupe transversale

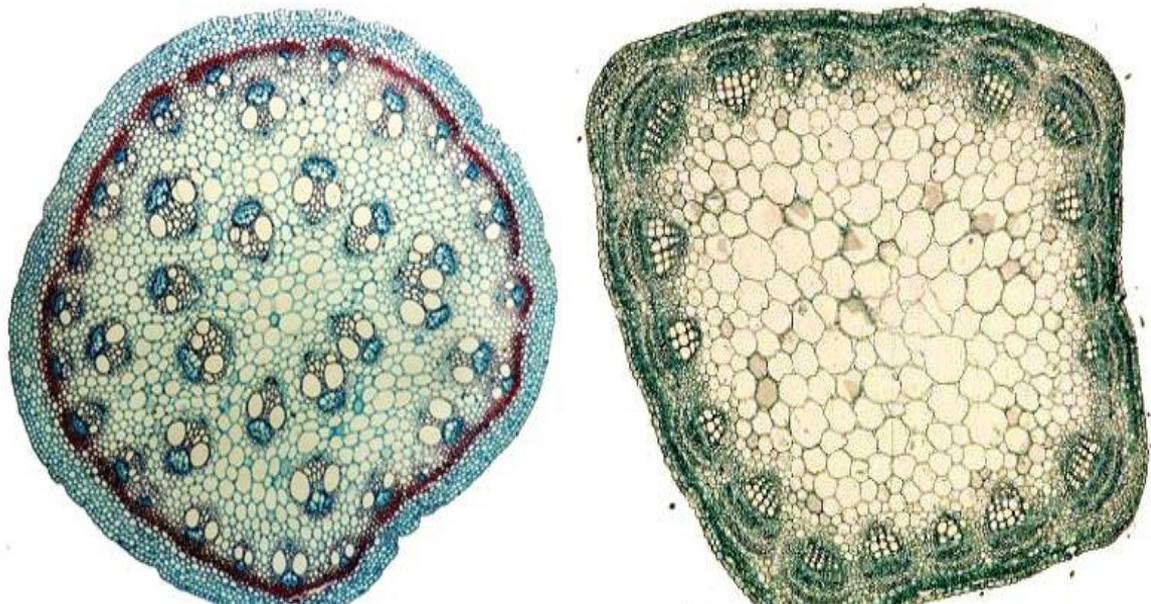


Figure 36 : Coupe transversale d'une tige dicotylédone et monocotylédone

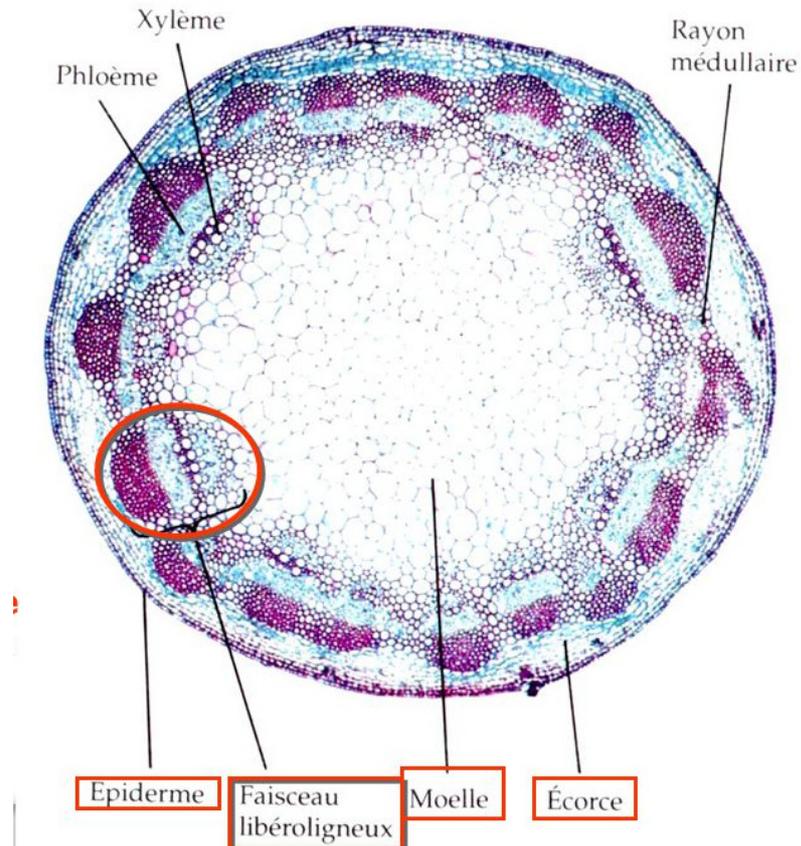


Figure 37 : Coupe transversale d'une tige dicotylédone

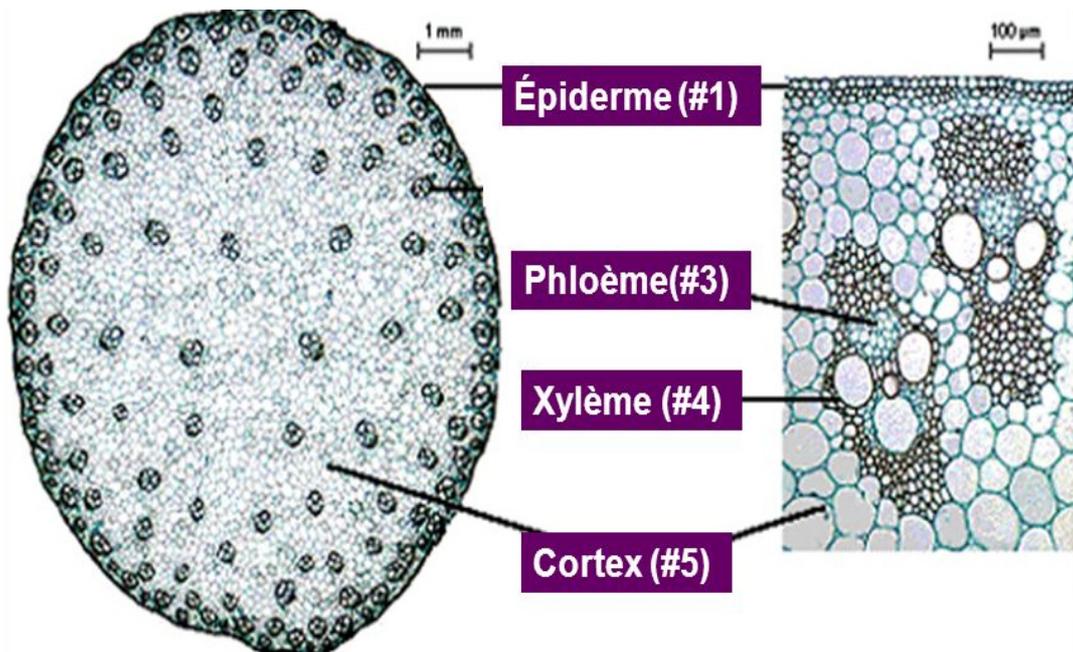


Figure 38 : Coupe transversale d'une tige monocotylédone

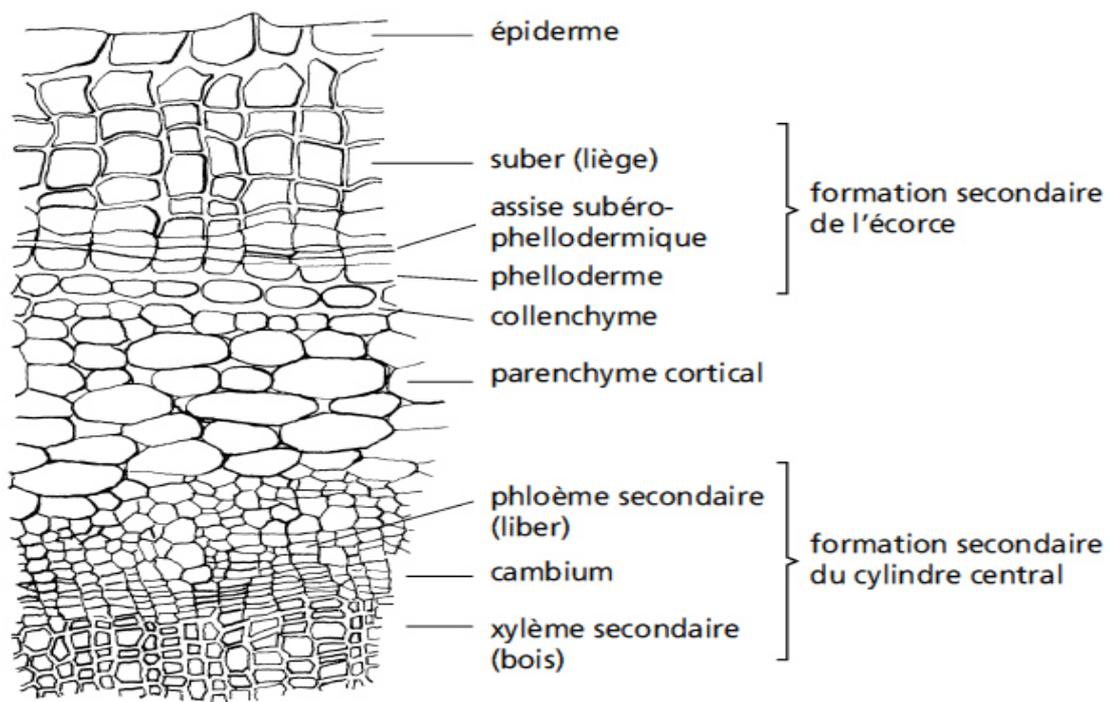
**Tableau III:** Différences entre une tige monocotylédone et dicotylédone

<b>Monocotylédone</b>	<b>Dicotylédone</b>
<b>Plusieurs cercles concentriques</b> de faisceaux cribrovasculaires	Le cylindre central comporte de nombreux faisceaux disposés sur <b>un seul cercle</b>
<b>Absence</b> des structures secondaires	de structures secondaires
Ecorce absente ou réduite, moelle développée	Parenchyme médullaire plus abondant que le parenchyme cortical

### 2-2-2/ Structures secondaires

Les structures secondaires sont l'expression d'une croissance en largeur des tiges, elles sont absentes chez les monocotylédones et se trouvent surtout chez les dicotylédones. La croissance en largeur se traduit en particulier par la formation de bois des arbres.

Dans un premier temps l'activité du cambium reprend. D'une part, entre les faisceaux, les cellules cambiales se divisent pour donner des files radiales de cellules de parenchyme vers le centre et l'extérieur de la tige. D'autre part, dans les faisceaux, l'activité du cambium se traduit par : la formation de xylème secondaire (bois) avec des cellules disposées radialement vers le centre de la tige. La formation de phloème secondaire (liber), avec des cellules disposées radialement vers l'extérieur de la tige. Au niveau de l'écorce, la structure secondaire se traduit par l'apparition de phellogène qui donnera le suber vers l'extérieur et le phelloderme vers l'intérieur.



**Figure 39** : Structure secondaire dans une tige dicotylédone

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

	<b>Racine</b>	<b>Tige</b>
<b>Ecorce</b>	Importante (épaisse)	Réduite
<b>Stèle</b>	<b>Présence</b> de stèle (cylindre central) importante	<b>Absence</b> de stèle ou moins importante
<b>Endoderme et péricycle</b>	<b>Présence</b> d'endoderme et de péricycle	<b>Absence</b> d'endoderme et de péricycle
<b>Moelle</b>	<b>Réduite</b>	<b>Importante</b>
<b>Faisceaux conducteurs</b>	Faisceaux conducteur de xylème et phloème s' <b>alternent</b>	Faisceaux conducteur de xylème et phloème sont <b>superposés</b> (ceux du phloème étant les plus externes)
<b>Xylème</b>	Xylème présente une <b>différenciation centripète</b>	Xylème présente une <b>différenciation centrifuge</b>
<b>Tissus de soutien</b>	<b>Absence</b> des tissus de soutien	<b>Présence</b> des tissus de soutien

## 2-3/ La feuille

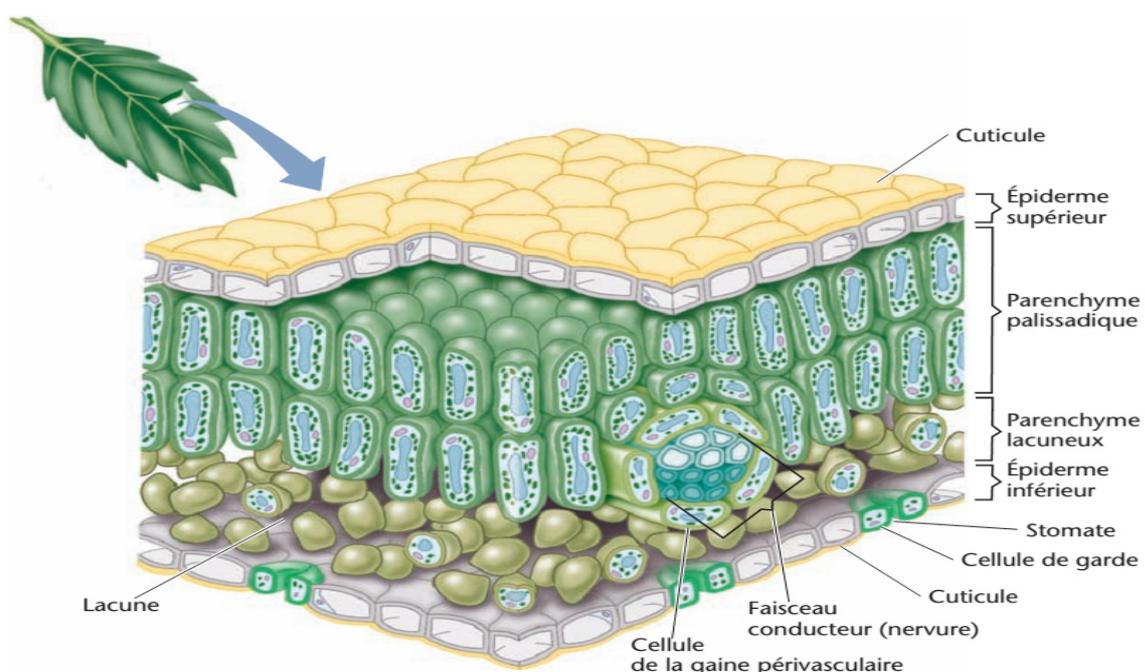
La feuille est un appendice latéral de la tige sur laquelle elle s'insère au niveau d'un nœud. Elle se met en place grâce au fonctionnement du méristème caulinaire situé à l'apex d'un bourgeon et se compose le plus souvent d'un pétiole et d'un limbe. Sa forme aplatie lui permet de capter un maximum de lumière ce qui permet la photosynthèse dans les chloroplastes des cellules de parenchyme.

La feuille est composée d'un épiderme, d'un tissu vert appelé mésophylle et de nervures comprenant les faisceaux vasculaires.

**Épidermes (supérieur et inférieur)** : recouverts de cuticule, substance cireuse qui est imperméable à l'eau et à l'air, l'épiderme est parsemé de stomates permettant les échanges gazeux.

**Mésophylle** : tissu fondamental effectue la photosynthèse, formé de **parenchyme palissadique** (riche en chloroplastes) et de **parenchyme lacuneux** (pauvre en chloroplastes).

**Nervures (faisceaux cribrovasculaires)**: dans les feuilles, les tissus conducteurs sont organisés en nervures, composés d'un ou plusieurs faisceaux libéro-ligneux **superposés**. Le phloème est tourné vers le bas, et le xylème vers le haut.

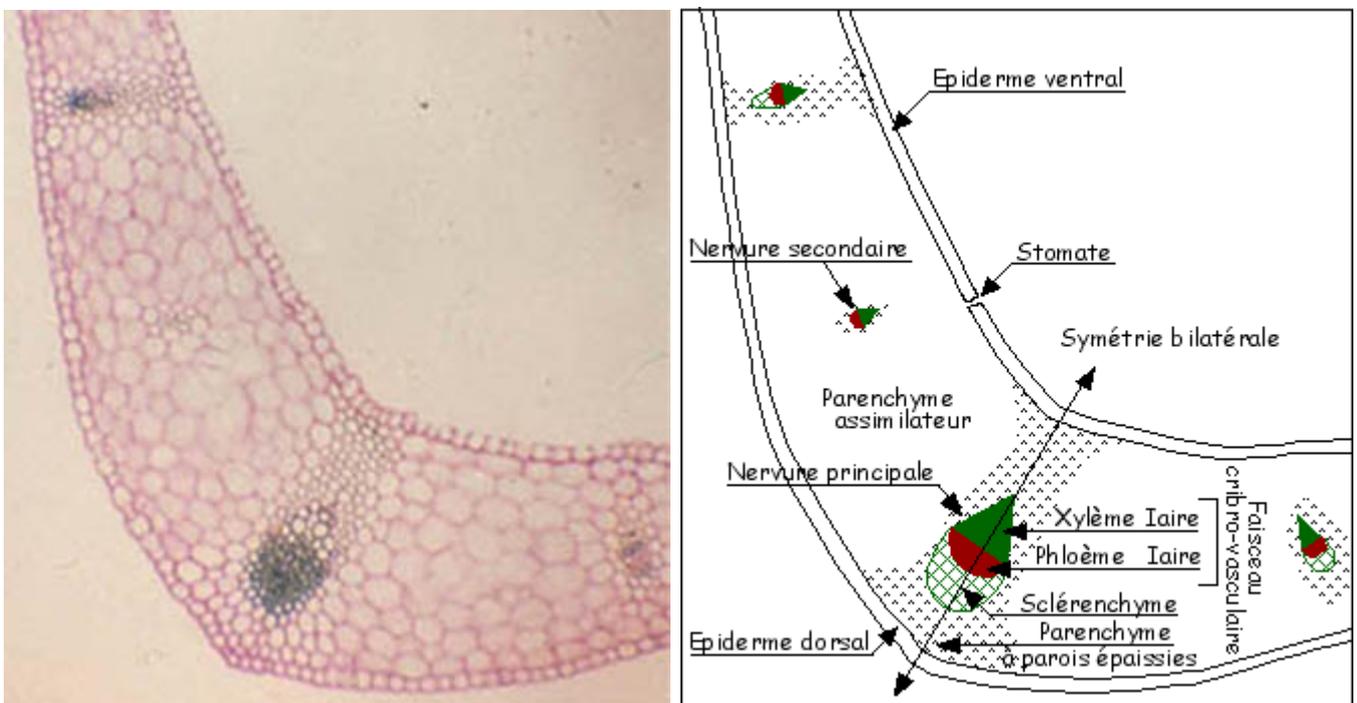


**Figure 40:** La structure d'une feuille

### 2-3-1/ Différences anatomiques entre les monocotylédones et dicotylédones

L'observation d'une feuille monocotylédone ou dicotylédone nous donne quelques différences morphologiques et anatomiques : nervation parallèle, stomates sur les faces ventrale et dorsale, mésophylle généralement **homogène chez les monocotylédones**. Nervation réticulée, stomates plus nombreux sur la face dorsale, mésophylle **hétérogène chez les dicotylédones**.

L'anatomie d'une feuille dicotylédone est montrée dans la figure 42, la feuille est enveloppée d'un épiderme inférieur et supérieur recouverts de cuticule. Les tissus photosynthétiques sont compris entre les deux épidermes et sont appelés tissus de mésophylle (**non homogène**). Généralement, le tissu photosynthétique supérieur est constitué d'une à trois couches formant le parenchyme palissadique. En dessous se trouve le parenchyme lacuneux (spongieux), ainsi nommé à cause de la présence de nombreux méats aériens entre les cellules. L'organisation d'une feuille de monocotylédone est similaire sauf qu'elle ne possède pas de parenchyme palissadique et lacuneux distincts (**mésophylle homogène**). A noter que les nervures principales des feuilles dicotylédones développent de structures secondaires de Xylème et de phloème.



**Figure 41:** Coupe transversale d'un limbe d'une feuilles monocotylédone

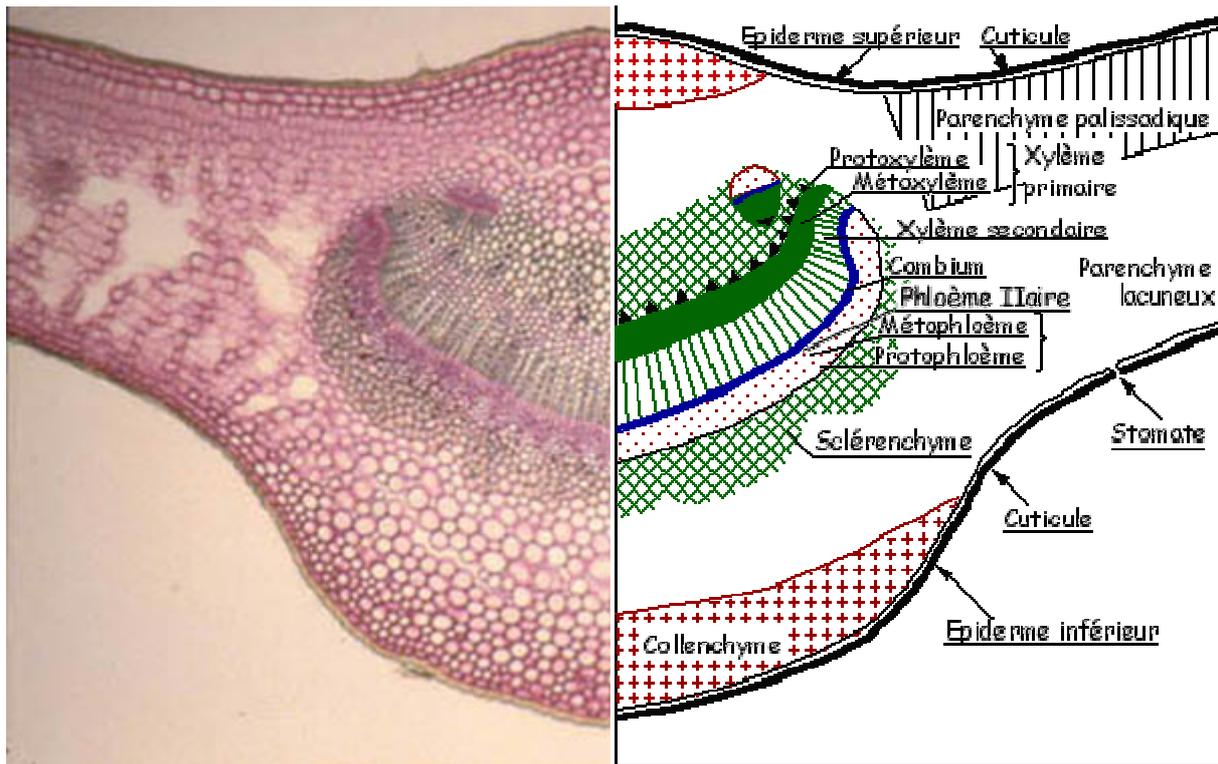


Figure 42 : Coupe transversale d'un limbe d'une feuille dicotylédone

Tableau V : Différences entre une feuille monocotylédone et dicotylédone

	Monocotylédones	Dicotylédones
<b>Parenchyme</b>	Les stomates sont répartis d'une façon égale sur l'épiderme de la face ventrale et dorsale	Face dorsale riche en stomates
<b>Parenchyme</b>	Homogène	Hétérogène (parenchyme palissadique et lacuneux)
<b>Faisceaux conducteurs</b>	Nervures parallèles constituées d'un faisceau unique, très souvent uni à l'épiderme dorsal par les bandes de fibres sclérifiées.	Nervures ramifiées constituées d'un ou plusieurs faisceaux de xylème interne et de phloème externe, entourés de tissus de soutien
<b>Formations secondaires</b>	Absences	Peu développées en général au niveau de la nervure principale (xylème II et Phloème II)