

3. Anatomie des végétaux supérieurs

Introduction

L'anatomie (ana- = au travers ; -tomie = coupe) est l'étude de la structure interne de la plante, c'est-à-dire la disposition des tissus au sein d'un organe (Racine, tige, feuille). Les plantes possèdent deux structures: une structure primaire (méristème primaire) qui leur permet une croissance en longueur. Cette première structure est commune à toutes les plantes (ptéridophytes, et spermaphytes). Dans un deuxième temps et au sein de la première structure s'installe une structure secondaire qui permet la croissance en épaisseur de la plante. Les méristèmes secondaires « le Cambium et le Phellogène » sont absents chez les monocotylédones.

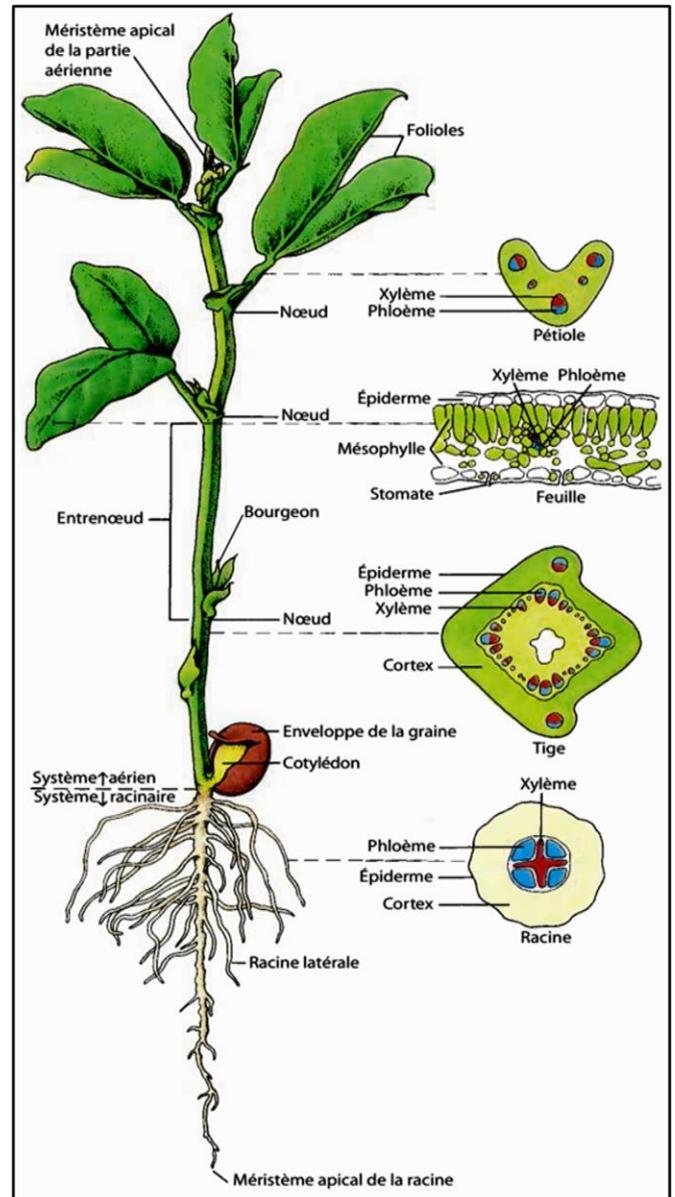


Figure 29: Structure interne de la plante
Peter H. Raven et al., 2014

3.1. Etude de la racine

3.1. 1. La structure anatomique d'une racine

3.1. 1.1. Caractères généraux d'une racine :

La racine est l'organe souterrain d'une plante servant à la fixer au sol et à y puiser l'eau et les éléments nutritifs nécessaires à son développement, la racine peut aussi jouer le rôle d'organe de

réserve, elle résulte du développement de la radicule de l'embryon qui était dans la graine. Elle peut présenter deux types successifs de structure:

- la structure primaire chez les jeunes plantules,
- la structure secondaire chez les plantes plus âgées mais uniquement chez les dicotylédones et les gymnospermes.

Une coupe transversale d'une racine jeune au niveau des poils absorbant présente une symétrie axiale et nous permet de distinguer de l'extérieur vers l'intérieur plusieurs structures:

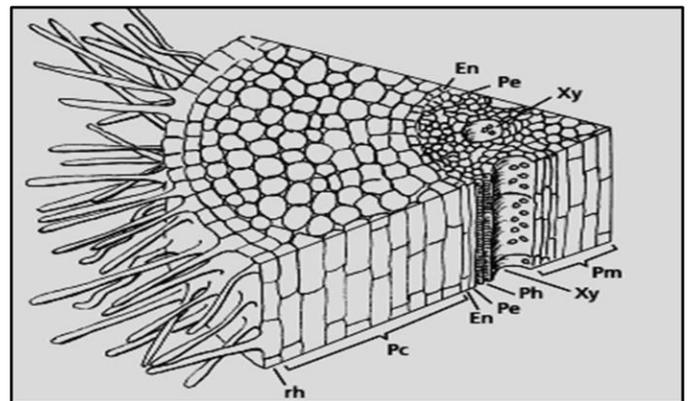
✚ **Ecorce** (composé de rhizoderme et parenchyme cortical)

a- Les poils absorbants qui se trouvent sur le rhizoderme, sont les prolongements des cellules du rhizoderme. Le rhizoderme évolue avec l'âge de la racine, qui croît par son apex et peut être doublé ou remplacé par un exoderme constitué d'une ou plusieurs assises de cellules dont la paroi peut être subérifiée et lignifiée. Cet exoderme permet de limiter les pertes d'eau de la racine vers le sol.

b- Le parenchyme cortical est formé de cellules jointives à la forme d'un parallélépipède allongées dans le sens de l'axe de la racine laissant entre elles d'importants méats.

✚ **Cylindre central** (composé de l'endoderme, péricycle, tissus conducteurs et parenchyme médullaire). Le cylindre central (**la stèle**) situé dans le centre de la racine protégé

par **l'endoderme** (une couche de cellules qui se trouve entre l'écorce (le cortex) et la stèle (cylindre central)). Il est limité par **le péricycle** (une seule assise de cellules responsable de l'apparition des racines secondaires). Plus au centre, **les tissus conducteurs** de la racine représentés par les vaisseaux de xylème qui s'alternent régulièrement et sur un seul cercle, avec les tubes criblés du phloème. Près du péricycle, les cellules du xylème sont jeunes et petites (protoxylème), vers le centre, elles sont grandes et âgées (métaxylème). La différenciation du xylème est **centripète** dans la racine. Même si ceci est moins visible, il en est de même pour le phloème. Le parenchyme médullaire ou moelle n'a pas de fonction particulière. Il peut être lignifié. Dans ce cas, il devient un tissu de soutien.



rh, rhizoderme ; Pc, parenchyme cortical ; En, endoderme ; Pe, péricycle ; Xy, xylème ; Ph, phloème ; Pm, parenchyme médullaire. (D'après Luttge, 1994, modifié.)

Figure 30: schéma tridimensionnel d'une racine jeune au niveau de la zone pilifère
Jean-Claude Laberche, 2010.

A/Caractères généraux d'une racine de monocotylédone à structure primaire

- **Le cylindre central (la stèle)** est bien plus développé que chez les racines dicotylédones,
- **Faisceaux vasculaire nombreux**, de 8 jusqu'à 20.
- **Absence de formation libéroligneuse**, le métaxylème est plus important,
- **La moelle** est plus abondante et remplie par le parenchyme.
- **Le parenchyme cortical** présente **de grands méats** entre les cellules,
- **La lignification de l'endoderme** présente des cellules à parois complètement subérifiées à l'exception de la paroi externe **en forme de U**.

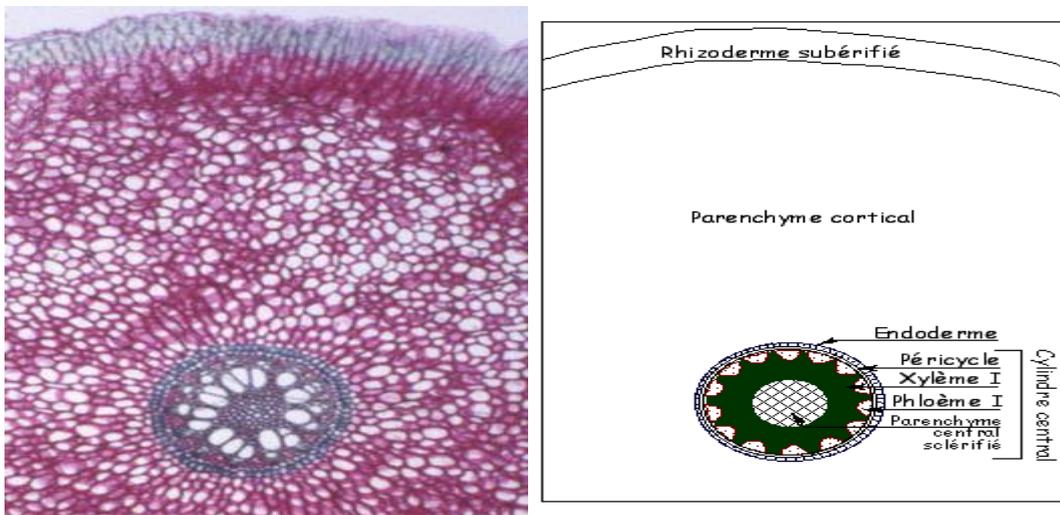


Figure 31: Interprétation d'une coupe transversale partielle d'une racine de Monocotylédones primaire, l'iris (Iridacées) <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/anatomie/racine/cs.html>.

B/Caractères généraux d'une racine de dicotylédone à structure primaire

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

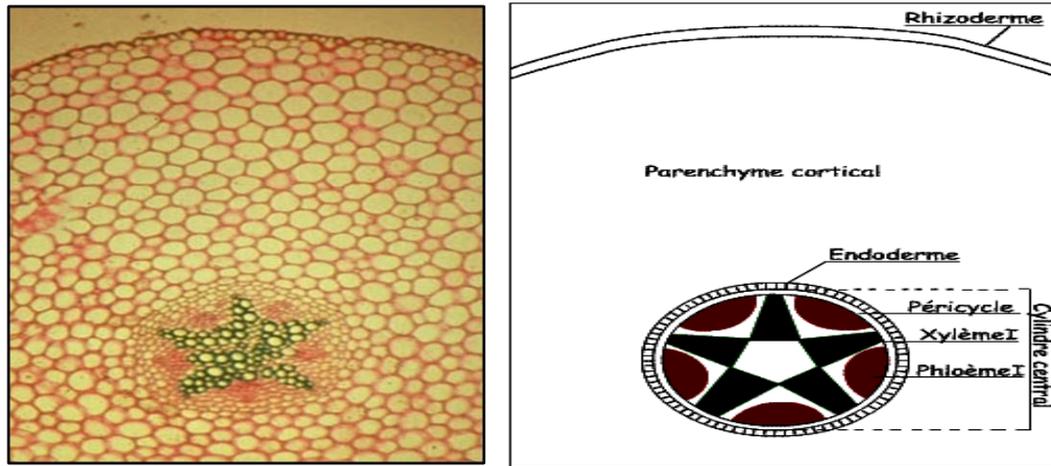


Figure 32: Interprétation d'une coupe transversale partielle d'une racine dicotylédone primaire l'Hellébore (Renonculacées) (<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/anatomie/racine/cs.html>).

C/ Caractères généraux d'une racine de dicotylédone à structure secondaire

Cette structure caractérise les organes âgés des Angiospermes Dicotylédones, elle est totalement absente chez les plantes monocotylédones. 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), développement centripète et du **liber** (phloème secondaire) vers l'extérieur, développement centrifuge). 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'apparition de l'assise subéro-phéllodermique est toujours beaucoup plus tardive par rapport au cambium voir **Figure 27**.

3. 2. Etude de la tige

3. 2.1. La structure anatomique de la tige

3.2.1. 1. Caractères généraux de la tige

La tige est constituée d'une succession de noeuds et d'entre-noeuds. Elle détermine le port de la plante par son mode de croissance et de ramification. Elle est également le lieu de transit de la sève brute et de la sève élaborée entre les racines et les feuilles. Sa structure primaire est mise en place grâce à l'activité du méristème caulinaire. Chez la plupart des

Dicotylédones, cette structure primaire se complète par la suite avec la formation d'une structure secondaire grâce au fonctionnement de deux nouveaux méristèmes:

- ✚ **lecambium** ou **zone génératrice libéro-ligneuse** qui produit le xylème secondaire ou bois et le phloème secondaire ou liber,
- ✚ **lephellogène** ou **zone génératrice subéro-phellodermique** qui donne naissance au liège ou suber et au phelloderme.

Comme les racines, une coupe transversale d'une tige jeune présente une **symétrie axiale** et nous permet de distinguer de l'extérieur vers l'intérieur plusieurs structures:

- **l'épiderme**, constitué d'une couche de cellules juxtaposées, dépourvue de chloroplastes. La face externe est recouverte d'une fine cuticule pourvue de poils ou des aiguillons ainsi que des stomates.
- **Ecorce(parenchyme cortical)**, 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. On peut trouver quelques assises superficielles de collenchyme. Un anneau de sclérenchyme continu existe dans la partie profonde de l'écorce.
- **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 (engainantes)**, le xylème est interne (tend vers le centre) montre une différenciation centrifuge (le protoxylème à petit diamètre près du centre, apparaît quand la tige est en croissance et le métaxylème à grand diamètre près de la périphérie, apparaît quand la croissance de la tige est terminée) le phloème est externe (va vers la périphérie). Le phloème lui non plus n'est pas homogène, même si les différences entre les cellules sont moins marquées. Il est possible de distinguer du protophloème et du métaphloème. La différenciation du phloème est **centripète**. Chaque faisceau cribrovasculaire est surmonté d'un petit massif de sclérenchyme.
- **Moelle** de la tige est remplie par un parenchyme médullaire important ainsi qu'une présence de tissus de soutien.

A/Caractères généraux d'une tige de monocotylédone à structure primaire

La structure primaire de la tige de monocotylédone est caractérisé par :

- **Ecorce** absente ou très réduite par rapport à la moelle qui est très développée et souvent lignifié.
- **Plusieurs cercles concentriques** de faisceaux criblovasculaires.

- **Absence de formations secondaires** chez les monocotylédones (pas d'assises génératrices).
- La croissance en épaisseur chez les monocotylédones se fait par la multiplication du nombre de faisceaux conducteurs. Le centre de la tige est creux chez les Poacees (ex Graminees).

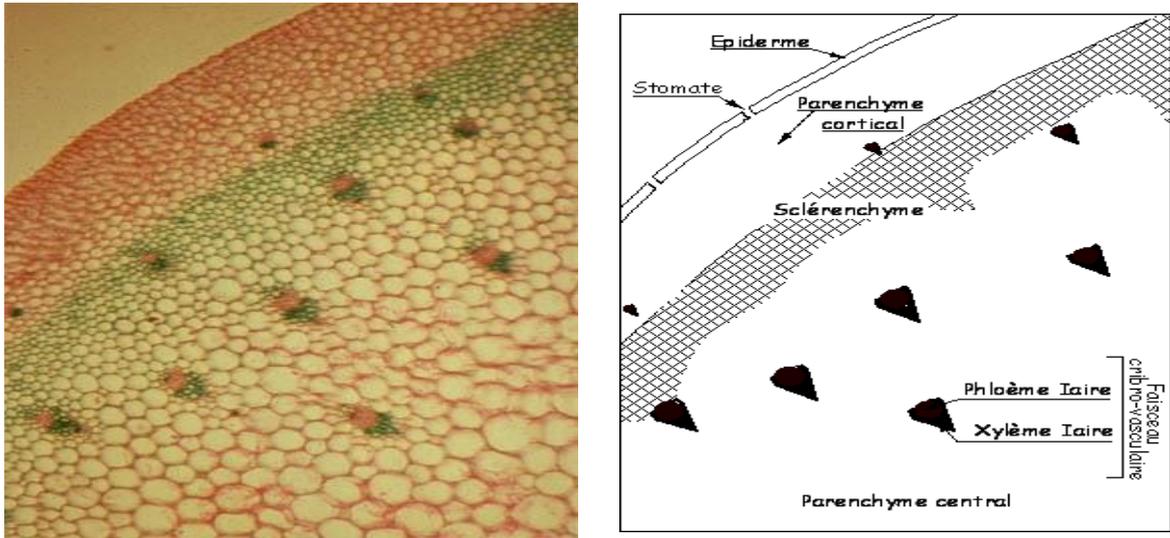


Figure 33:Interprétation d'une coupe transversale partielle d'une tige de monocotylédone (l'Iris)

<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/anatomie/tige/cs.html>.

B/Caractères généraux d'une tige de dicotylédone à structure primaire

Une tige jeune de dicotylédone est caractérisée par :

- Nombre de faisceau criblovasculaire est réduit (cercle unique) par rapport aux monocotylédones qui sont représentés par plusieurs cercles concentriques.
- Présence des cellules du **cambium** qui seront à l'origine des structures secondaires intra et interfasciculaire
- Le parenchyme médullaire plus important que le parenchyme cortical et un anneau de sclérenchyme continu existe dans la partie profonde de l'écorce, parfois il existe une lacune au centre de la tige.

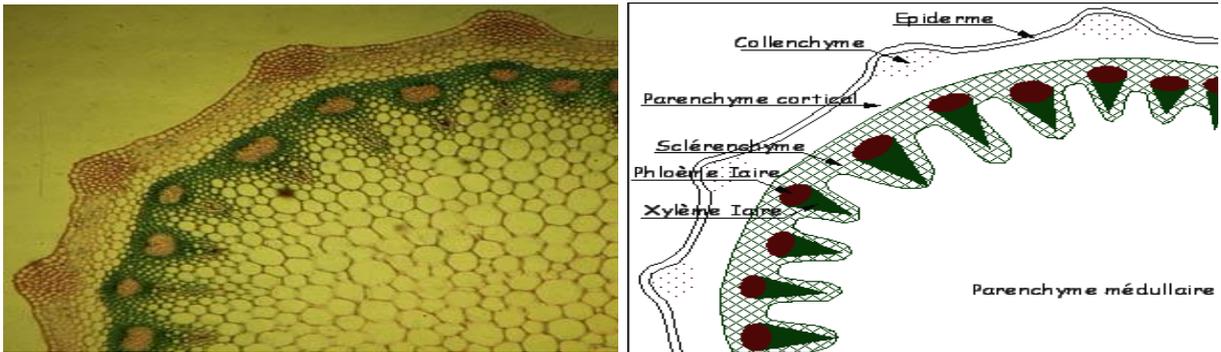


Figure 34: Interprétation d'une coupe transversale partielle d'une tige de dicotylédone (Sanicule). <http://www.snv.jussieu.fwr/bmedia/anatomie/tige/cs.html>.

C/ Caractères généraux d'une tige de dicotylédone à structure secondaire

- Présence de tissus secondaires (suber, phellogène, phelloderme, liber, cambium et le bois)

3.3. Etude de la feuille

3.3.1. La structure anatomique de la feuille

3.3.1. 1. Caractères généraux de la feuille

La feuille se met en place grâce au fonctionnement du méristème caulinaire situé à l'apex d'un bourgeon et se compose le plus souvent d'un pétiole et d'un limbe. Sa forme aplatie lui permet de capter un maximum de lumière ce qui permet la photosynthèse dans les cellules du parenchyme. La photosynthèse permet la synthèse de matières organiques qui seront redistribuées aux autres organes par le phloème. Une coupe transversale d'une feuille présente une **symétrie bilatérale**. Elle est composée de:

- **Le parenchyme palissadique** : est logé sous l'épiderme supérieur. Il se compose de cellules remplies de chloroplastes. **Le parenchyme lacuneux**,
- **Les faisceaux criblovasculaires**: ce sont les tissus conducteurs superposés,
- **Epidermes (supérieur et inférieur)** : Il est formé de cellules serrées les unes contre les autres et recouvertes d'une **cuticule**, substance cireuse qui est imperméable à l'eau et à l'air, l'épiderme est parsemé de stomates permettant les échanges gazeux. **L'ostiole** est l'ouverture au centre du stomate.
- **Mésophylle**: tissu fondamental effectue la photosynthèse, formé de:
 - ✚ **parenchyme palissadique**, situé directement sous l'épiderme supérieur. Il se compose de cellules riches en chloroplastes

- ✚ **parenchyme lacuneux** constitué d'une couche de cellules moins régulières, peu jointives et laissant entre elles d'importantes lacunes. Ces cellules sont plus pauvres en chloroplastes, surtout vers le centre de la feuille
- **Nervures (faisceaux cribrovasculaires)**: Les faisceaux cribrovasculaires, sont identiques à ceux observés dans la tige. Ils sont en réalité, la suite de ceux de la tige et du pétiole et correspondent aux nervures du limbe. Ils sont composés de faisceaux de xylème et de phloème **superposés** avec ceux de phloème orientés vers l'épiderme supérieur et ceux du xylème vers l'épiderme inférieur. Des formations secondaires apparaîtront rapidement chez les dicotylédones.

A/Caractères généraux de la feuille des Monocotylédones

- Mésophylle généralement homogène
- Nervation parallèle, les stomates sont répartis de façon égale sur les deux faces ventrale et dorsale

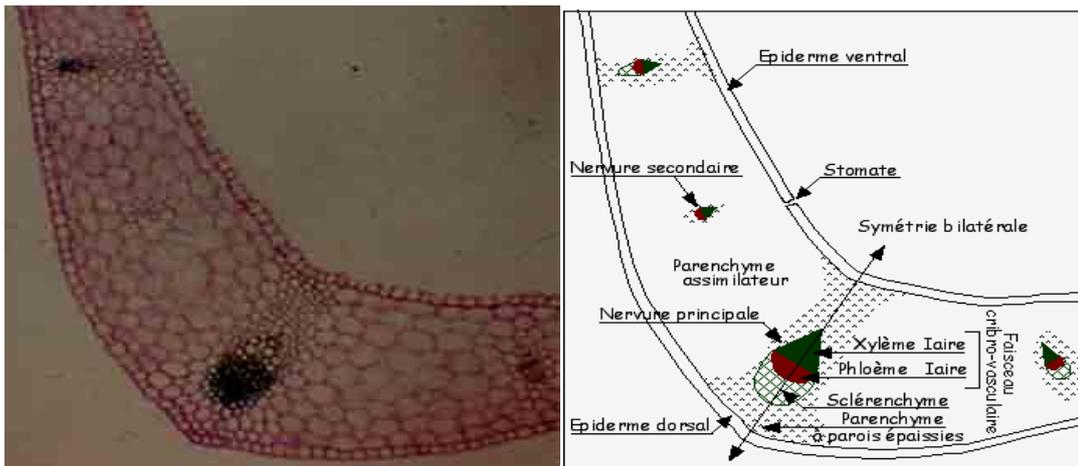


Figure 35: Interprétation d'une coupe transversale d'un limbe d'une feuille de Monocotylédone (de Muguet). <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/anatomie/feuille/cs.html>

B/Caractères généraux de la feuille des Dicotylédones

- Nervation réticulée, la nervure médiane est très saillante, les stomates sont plus nombreux sur la face dorsale.
- Mésophylle **hétérogène**.

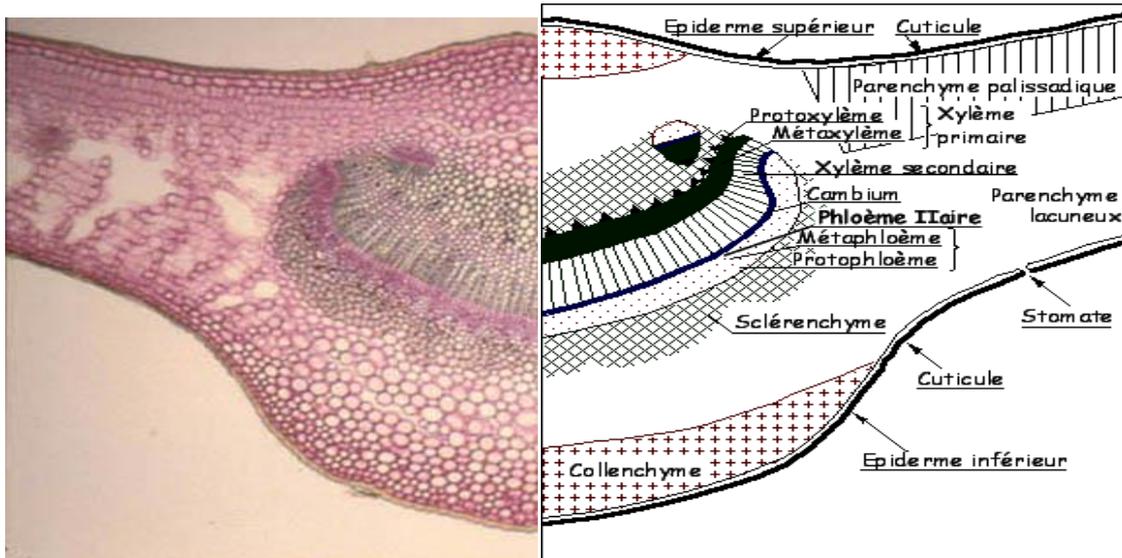


Figure 36:Interprétation d'une coupe transversale de la nervure principal d'un limbe d'unefeuille de Dicotylédone(le Houx)

<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/anatomie/feuille/cs.html>

3.4. Anatomie comparée entre mono et dicotylédones

Tableau 01. Comparaison entre les principaux types d'organes d'Angiospermes en histologie

Critère	Observations et conclusions			
	Symétrie	Bilatérale → feuille		Axiale → racine ou tige
Plan(s) de symétrie	Un seul plan		Plusieurs plans	
Morphologie	Organe aplati	Organe cylindrique	Cylindrique	
Disposition relative du xylème I et du phloème I			Alterne	Superposée (faisceaux cribro-vasculaires)
Différenciation du xylème I			Centripète	Centrifuge
Moelle			Réduite	Importante
Autres tissus	Parenchyme chlorophyllien	Tissus de soutien abondants	Rhizoderme, endoderme	Épiderme, sclérenchyme, collenchyme
Conclusion	Limbe	Pétiole	Racine	Tige

Godinot, 2010

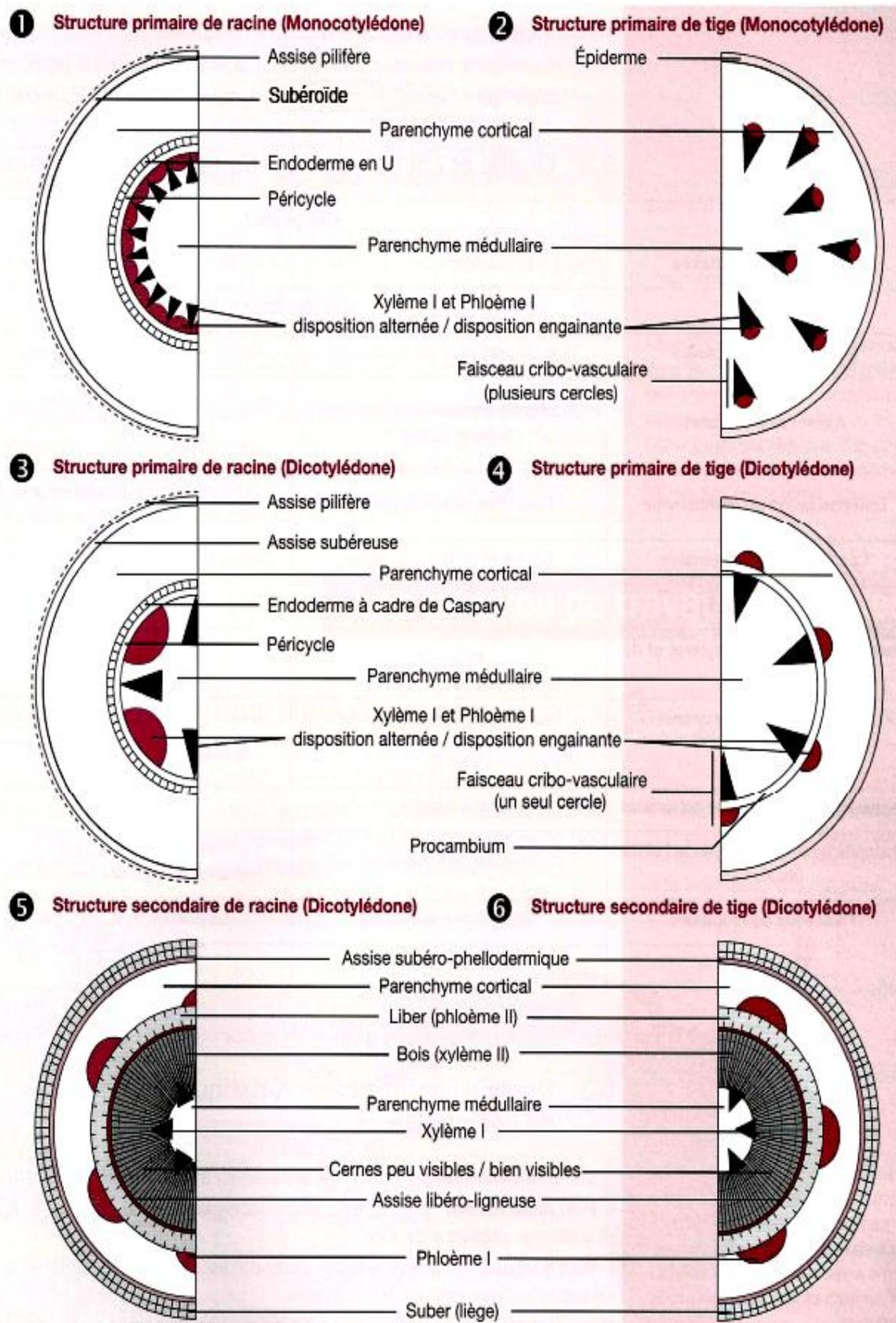


Figure 37: Représentation en figures conventionnelles des principaux organes végétatifs à connaître en histologie végétale (coupe transversales). L'assise pilifère désigne le rhizoderme qui est généralement représenté autrement.

Godinot, 2010