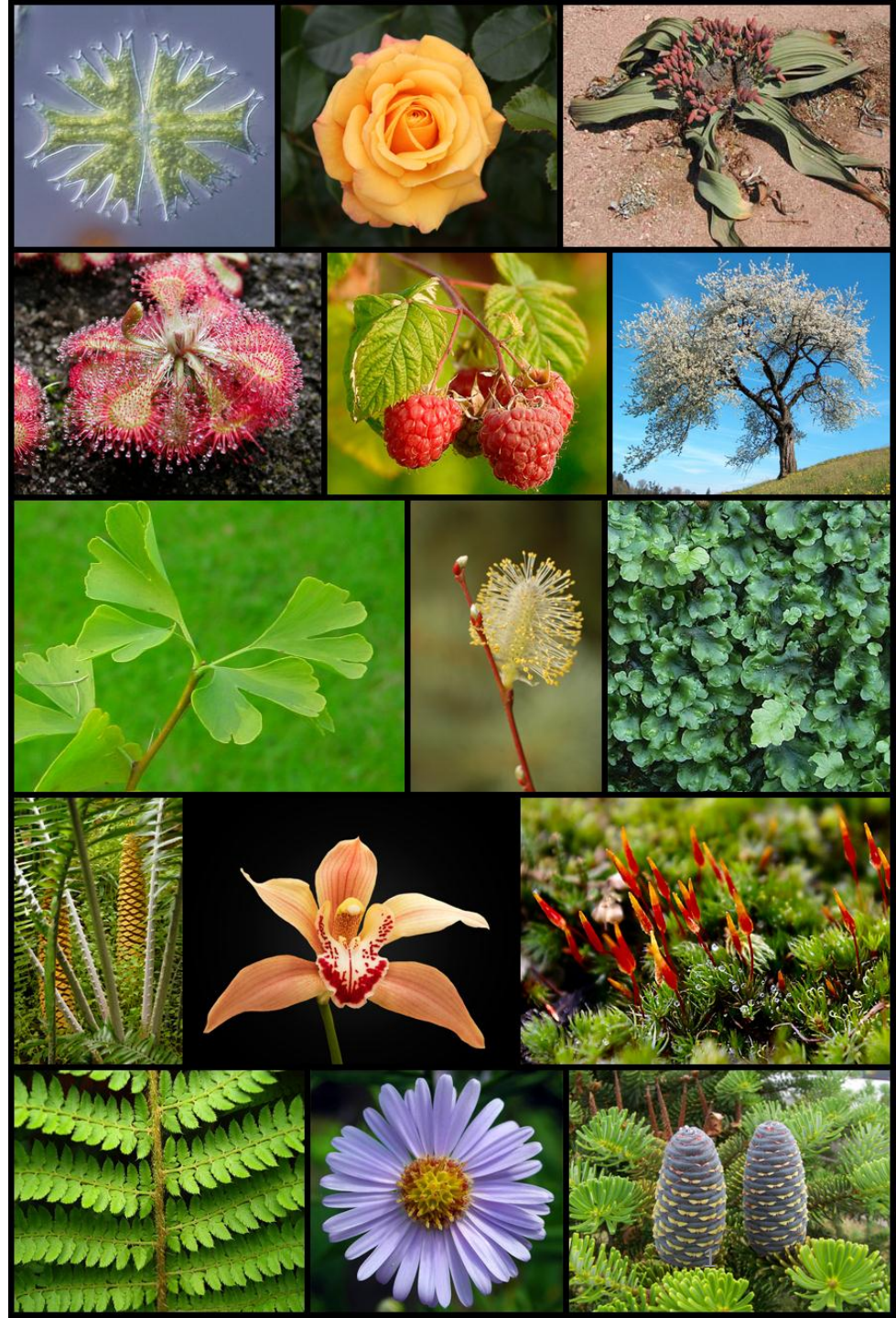


Anatomie des végétaux supérieurs





Plan du cours



I. Rappel

II. Etude anatomique des organes végétaux des angiospermes (monocotylédones et dicotylédones) et gymnospermes :

1. La racine

2. La tige

3. La feuille

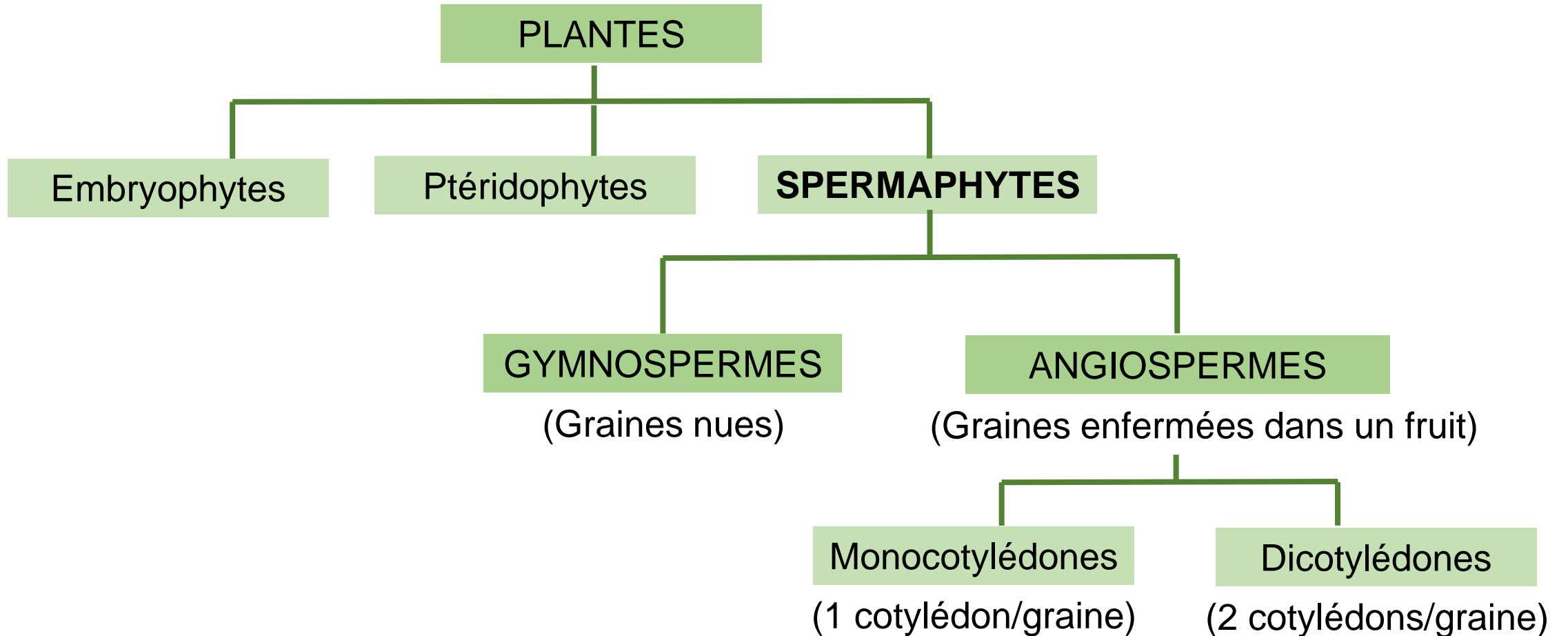


III. Anatomie comparée entre angiospermes dicotylédones et monocotylédones





Rappel : Classification des plantes





Rappel : Structure anatomique primaire et secondaire

1. Structure anatomique primaire:

La **structure primaire** d'un organe végétal (tige, racine et feuille) est la disposition de l'ensemble des tissus primaires originaire des **méristèmes primaires** radiculaire et/ou caulinaire.

2. Structure anatomique secondaire:

Les tissus **secondaires** proviennent du fonctionnement des **méristèmes secondaires** (cambium et phellogène) et donnent la structure anatomique secondaire.

Rappel : Structure anatomique primaire et secondaire



Structure anatomique primaire

Cette structure caractérise:

- Les organes **jeunes** et **âgés** des angiospermes monocotylédones;
- Quelques dicotylédones herbacées;
- Les organes **jeunes** de nombreuses: Angiospermes dicotylédones et Gymnospermes.

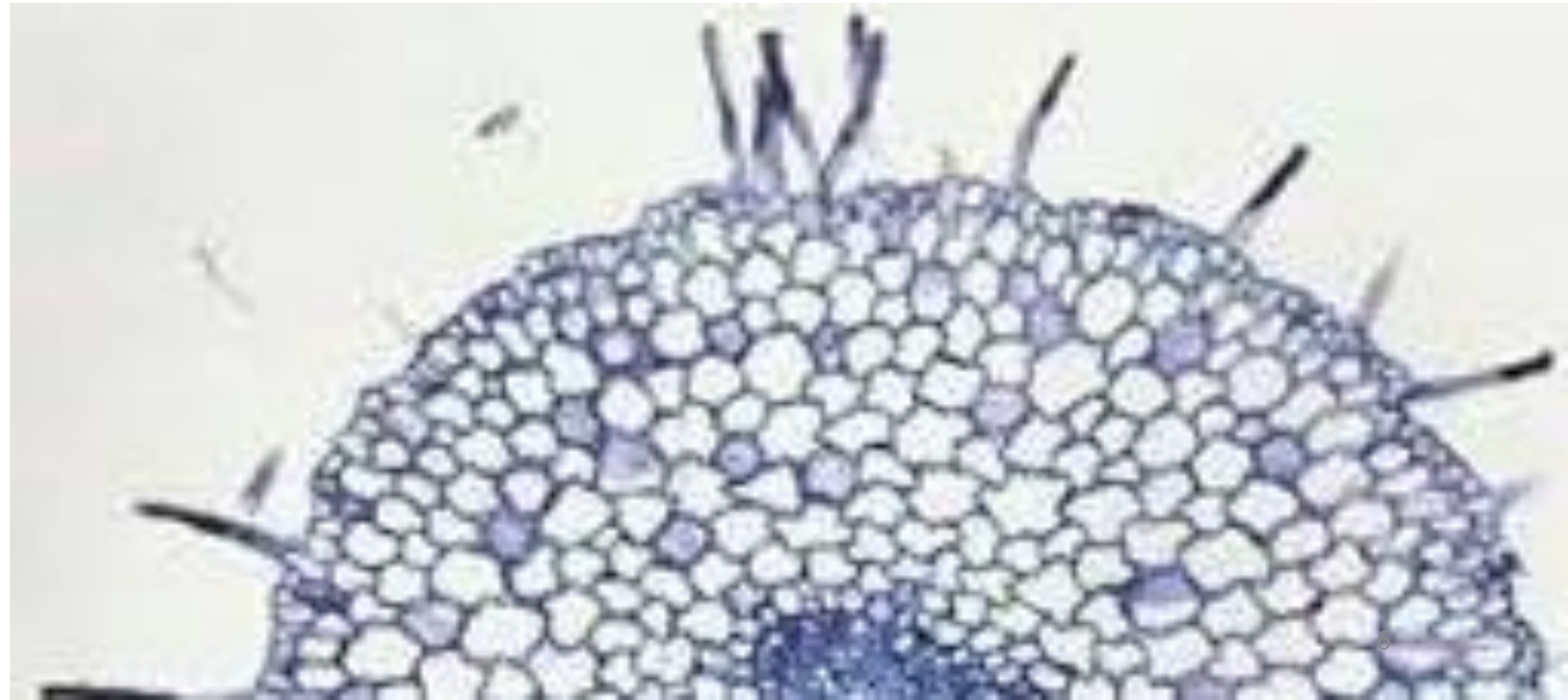
Structure anatomique secondaire

Cette structure caractérise:

- Les organes **âgés** de nombreuses: Angiospermes Dicotylédones et de toutes les Gymnospermes.

II. Etude anatomique des organes végétaux des angiospermes (monocotylédones et dicotylédones) et gymnospermes :

1. LA RACINE



1.1. Angiospermes monocotylédones

a. Structure anatomique primaire

L'étude anatomique est réalisée sur une coupe transversale (Fig. 1) d'une racine jeune ou âgée. La racine des monocotylédones comprend:

a.1. Cortex (ou écorce) : Il est composé des tissus suivants:

L'assise pilifère – assise subéreuse (ou subéroïde) – Le parenchyme cortical et l'endoderme

a.2. Cylindre central (ou stèle) : Les tissus observés sont :

Le péricycle – les tissus conducteurs primaires (Xylème et phloème) et la moelle.

Fig. 1. Racines de monocotylédones

Racine

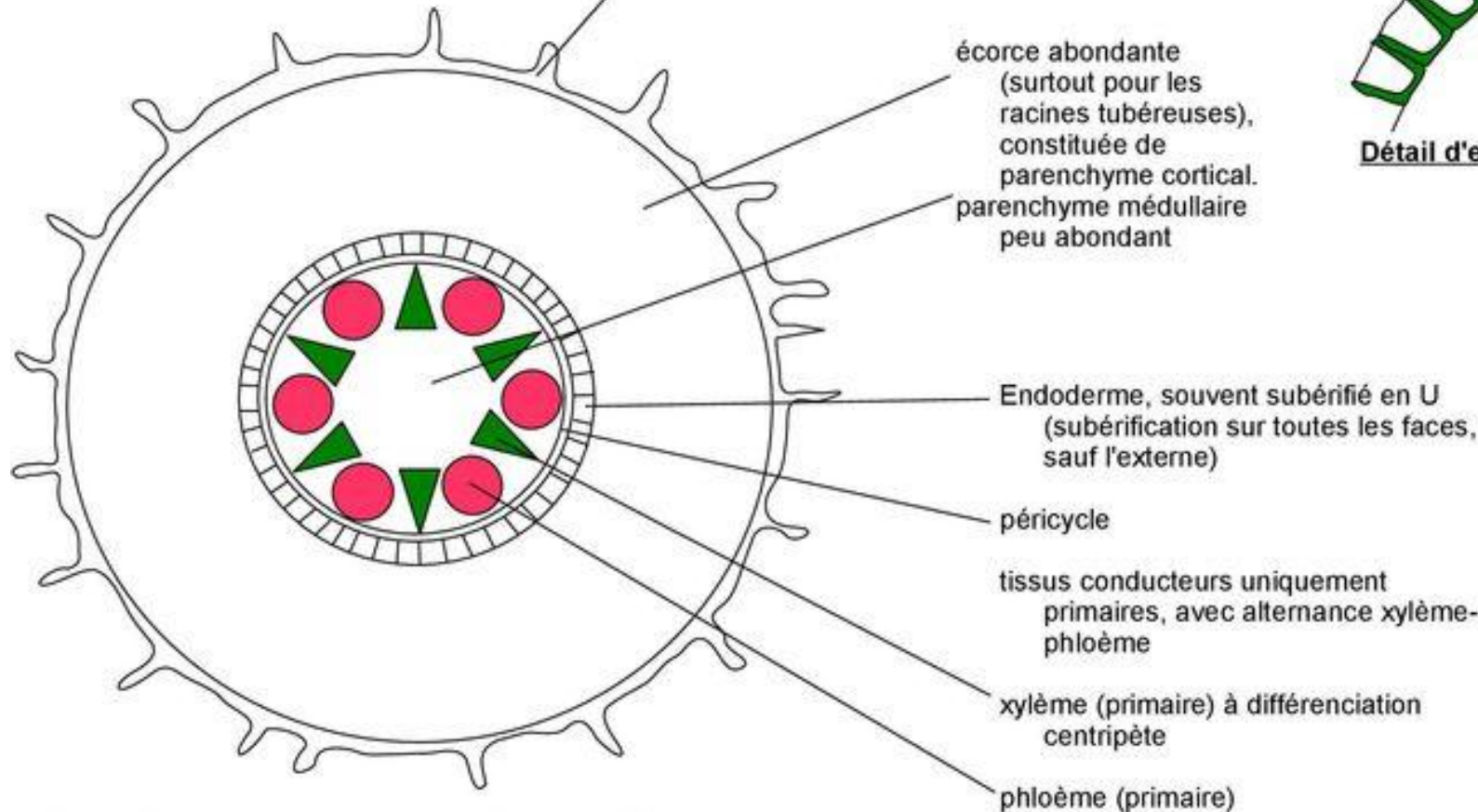
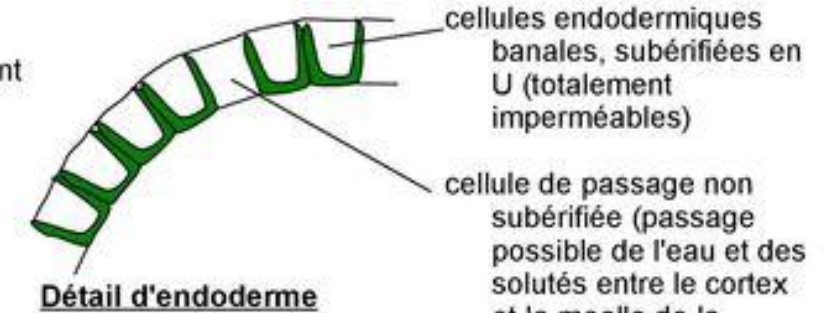
écorce épaisse, moelle réduite, existence d'un endoderme, xylème et phloème primaire en alternance, xylème primaire à différenciation centripète (assise pilifère pour les organes jeunes)

Monocotylédones :

Nombreux faisceaux conducteurs, gros vaisseaux de métaxylème, pas de structures secondaires.

Extérieur :

- rhizoderme = assise pilifère pour les racines jeunes (poils absorbants + cellules rhizodermiques banales)
- assise subéreuse pour les racines âgées : l'assise pilifère s'est dégagrégée, et les cellules du parenchyme sous-jacent se sont subérifiées.



Coupe transversale de racine de Monocotylédone

Souvent une douzaine de faisceaux de xylème (exemple : Iris)

b. Structure anatomique secondaire

Chez les **monocotylédons**, il n'existe pas de formation secondaire.

I.2. Angiospermes dicotylédones

a. Structure anatomique primaire

L'étude anatomique est réalisée sur une coupe transversale d'une jeune racine (Fig 2.). La symétrie est axiale et l'épaisseur de l'écorce est plus importante que le cylindre central:

a.1. Cortex : Les tissus observés de l'extérieur vers l'intérieur du cortex sont:

assise pilifère – assise subéreuse – parenchyme cortical - endoderme

a.2. Cylindre central : Les tissus observés de l'extérieur du cylindre central vers l'intérieur sont : péricycle - tissus conducteurs primaires – Moelle

1. LA RACINE

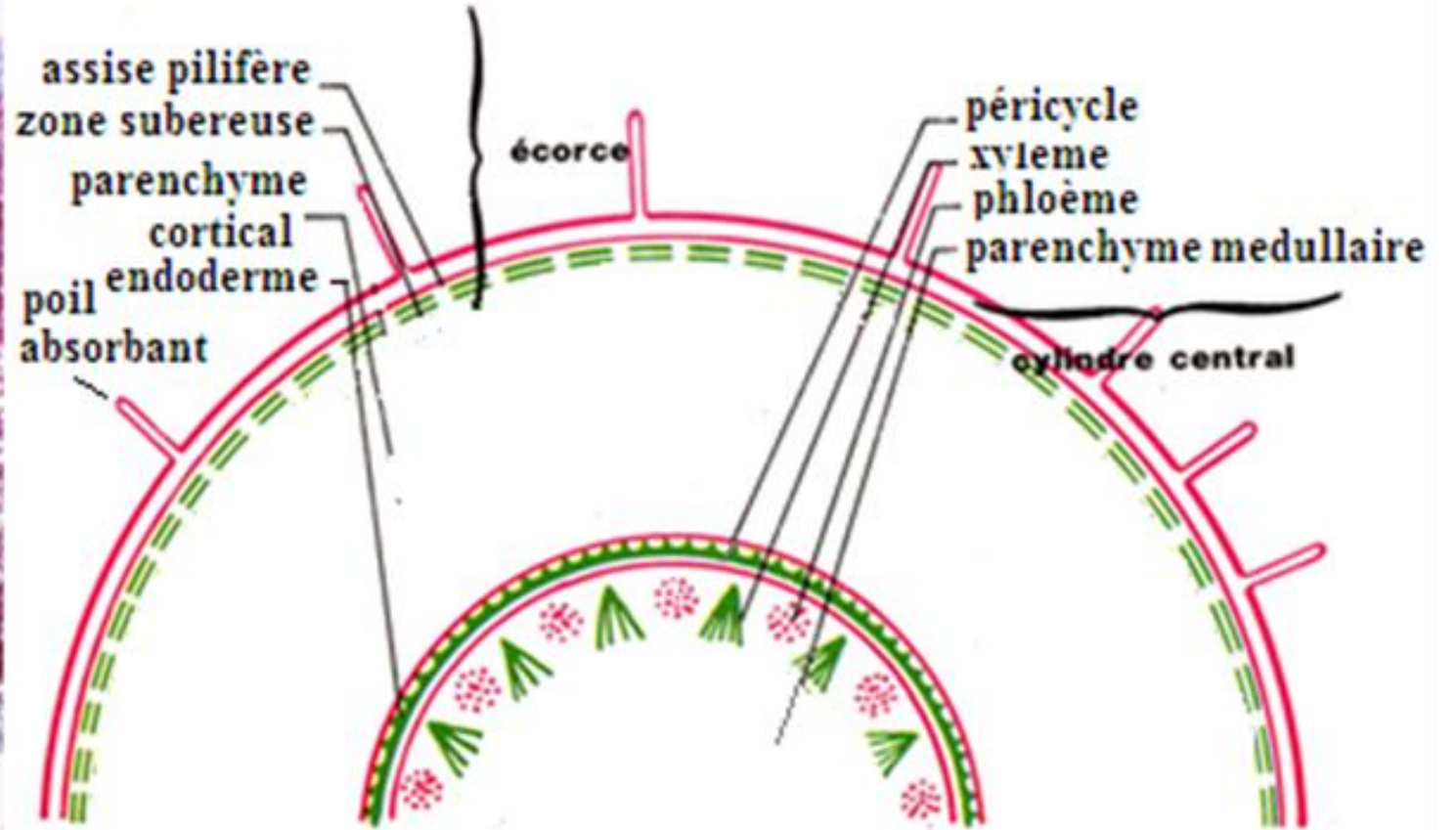


Fig. 2. Coupe transversale d'une racine d'une angiosperme dicotylédone (Asphodèle). Structure primaire

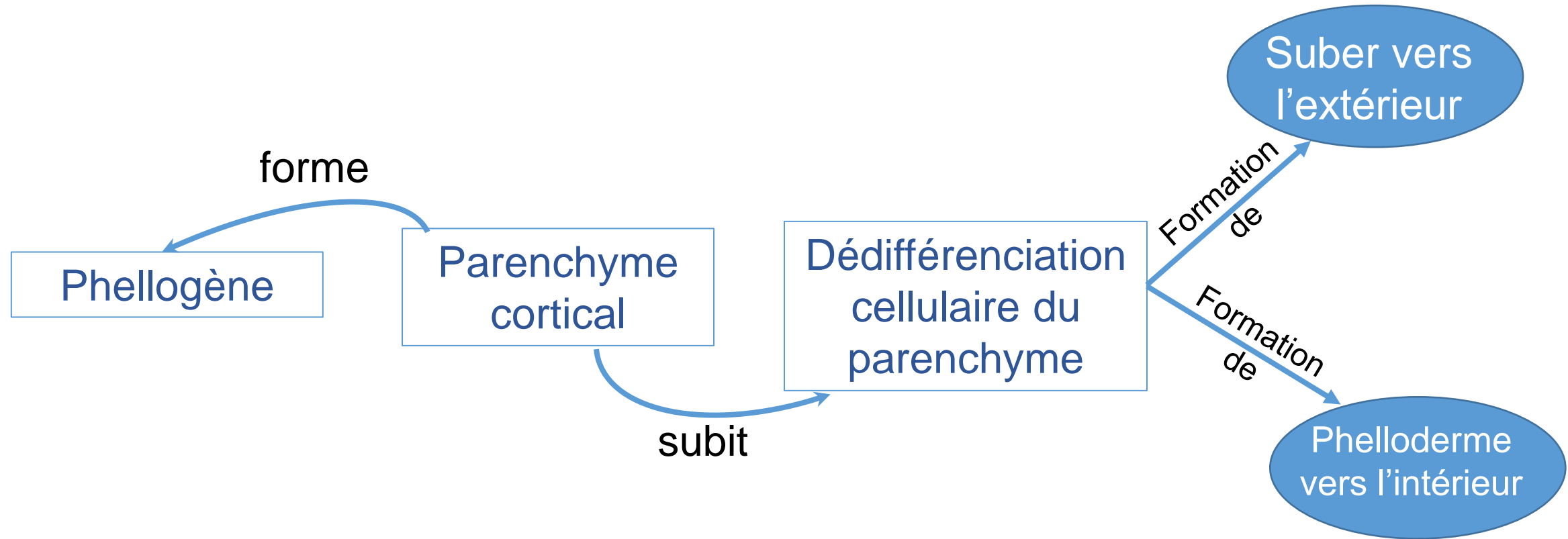
b.1. Pachyte: Il se trouve dans le cylindre central, il est composé de:

- Un **faisceau** (xylème et phloème qui sont alternes);
- Un **cambium** qui apparaît à la face interne du phloème, après une transformation du procambium;
- Du **bois** et du **liber** sont originaires du cambium déjà formé.

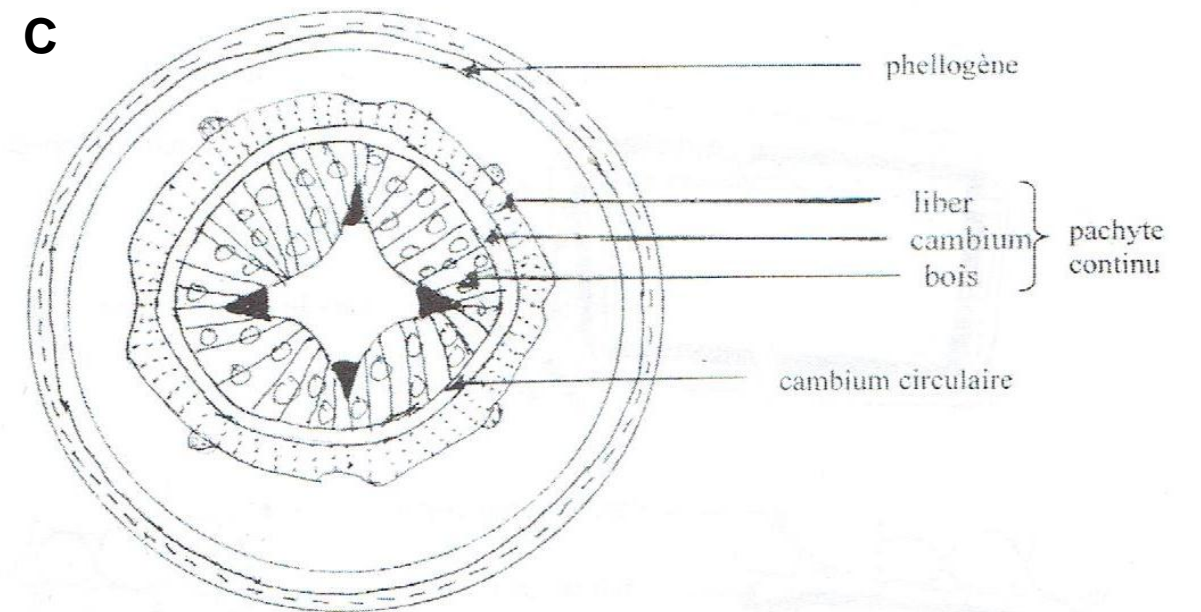
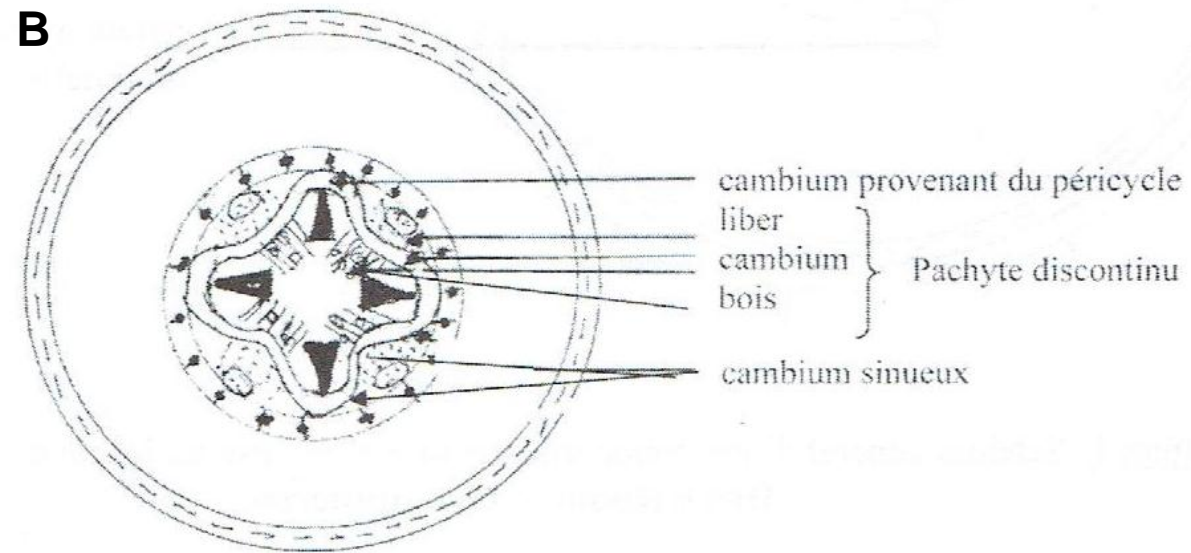
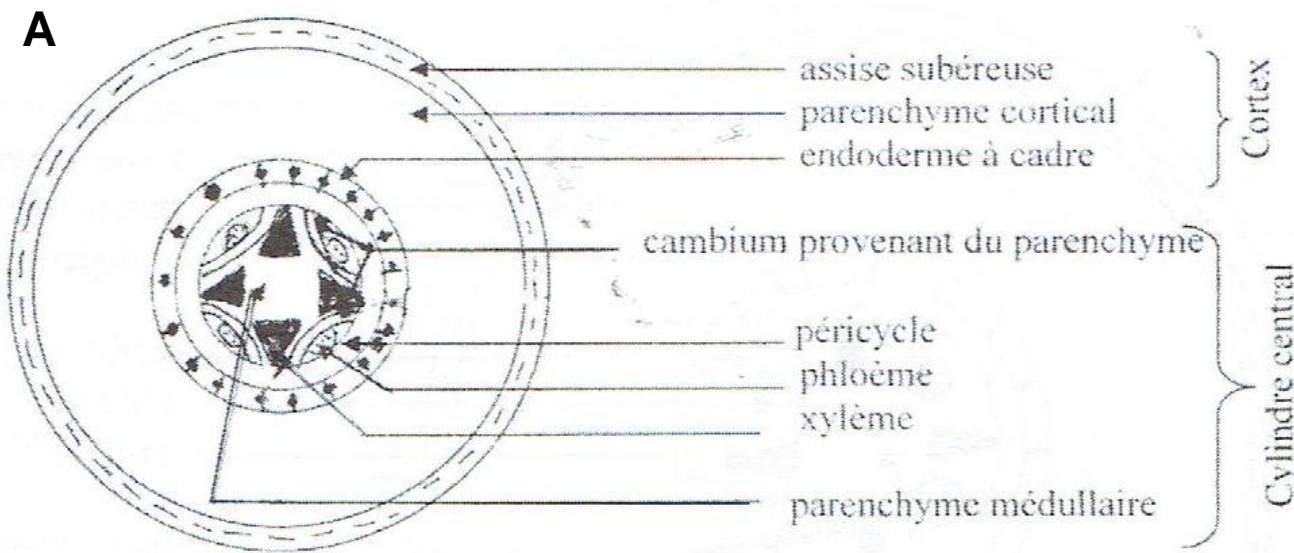
b.2. Périderme: Se trouve dans l'écorce, il est composé de :

- Phellogène (méristème secondaire);
- Suber qui présente une partie plus importante que le phelloderme;
- Phelloderme.

1. LA RACINE



1. LA RACINE

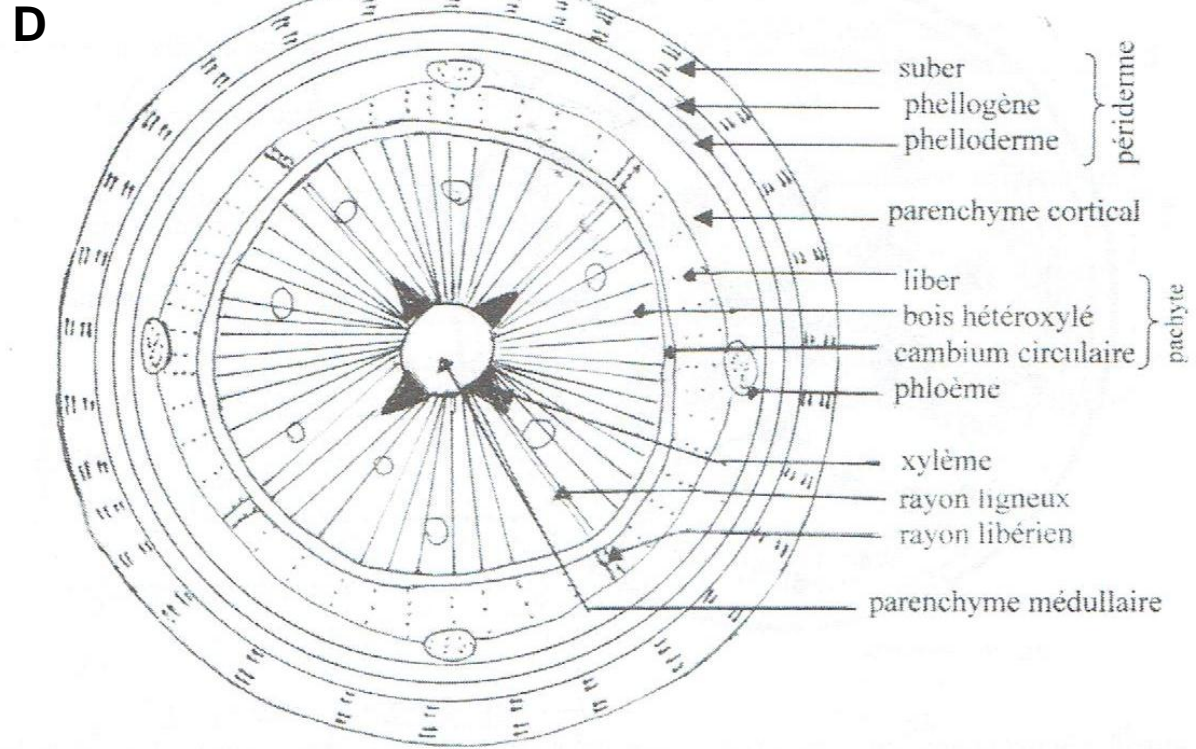


Fonctionnement des méristèmes secondaires chez les angiospermes dicotylédones : **A – B – C**

Fig (A-B). Les 1^{er} arcs du cambium formés deviennent fonctionnels rapidement et donnent du bois vers l'intérieur et du liber vers l'extérieur sous le phloème.

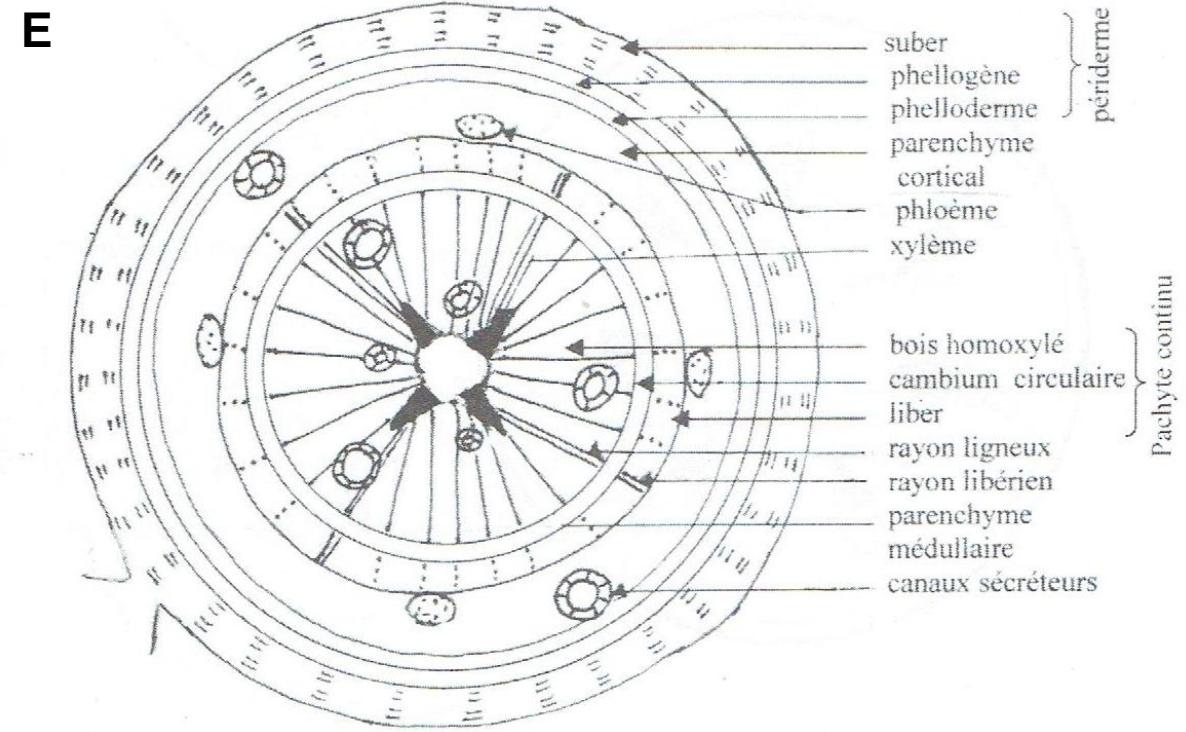
Fig (C). Le phellogène (**Fig. C**) provient de la différenciation de cellules du parenchyme cortical et produit du suber vers l'extérieur et du phelloderme (**Fig. D**) vers l'intérieur.

1. LA RACINE



Coupe transversale d'une racine âgée d'angiosperme dicotylédone

Fonctionnement des méristèmes secondaires chez les angiospermes dicotylédones (**D**) et gymnospermes (**E**).



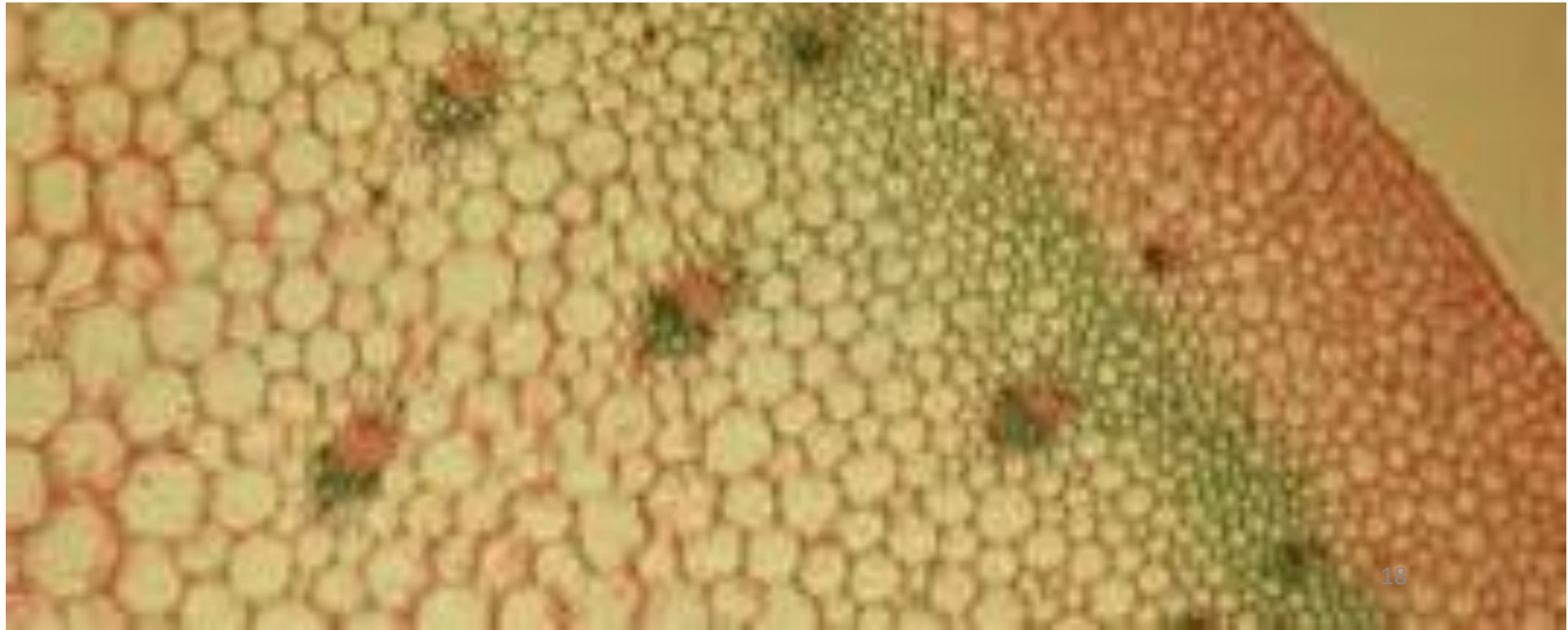
Coupe transversale d'une racine âgée de gymnosperme

I. 3. Les gymnospermes

Chez les **gymnospermes**, les **jeunes racines** ont la même **structure anatomique primaire** que les angiospermes monocotylédones. Pour les **racines âgées**, la **formation secondaire (pachyte et périderme)** se fait de la même manière que les angiospermes dicotylédones.

II. Etude anatomique des organes végétaux des angiospermes (monocotylédones et dicotylédones) et gymnospermes :

2. LA TIGE



II.1. Angiospermes monocotylédones

a. Structure anatomique primaire

L'étude anatomique est réalisée sur une coupe transversale d'une tige jeune ou âgée (Fig. 4.). Deux zones concentriques sont distinguées :

a.1. Cortex : Les tissus observés de l'extérieur vers l'intérieur du cortex sont :

- **épiderme** (une assise de cellules à paroi pecto-cellulosique + une cuticule comprenant (stomates, poils épidermiques tecteurs/sécréteurs))
- **Parenchymes**

a.2. Cylindre central : Les tissus observés de l'extérieurs du cylindre central vers le centre de la tige sont:

- Une **zone péricyclique sclérifiée** qui délimite le cylindre central et qui est composée de cellules de sclérenchyme;
- Des **tissus conducteurs primaires**: qui sont le xylème à différenciation centrifuge et le phloème. Le **xylème et le phloème** sont superposés formant un **faisceau cribro-vasculaire (FCV)**. Les faisceaux les plus externes sont de petite taille et se situent dans la zone péricyclique sclérifiée, qui sont les plus jeunes. Les autres FCV entourés d'une gaine de sclérenchyme se répandent chez les tiges âgées.
- La **moelle** qui est un parenchyme médullaire formé de grandes cellules plus au moins arrondies avec des méats.

2. LA TIGE

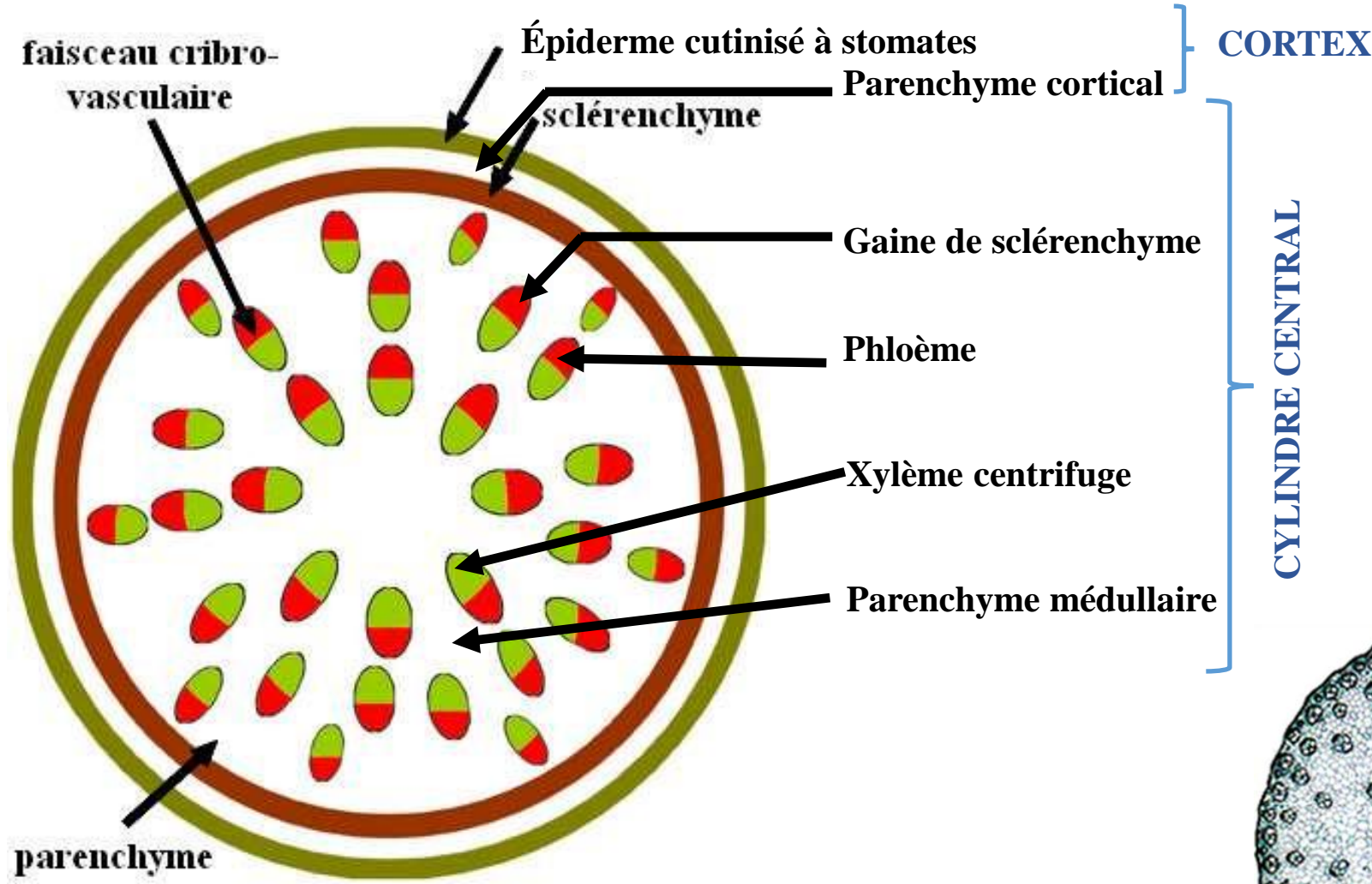
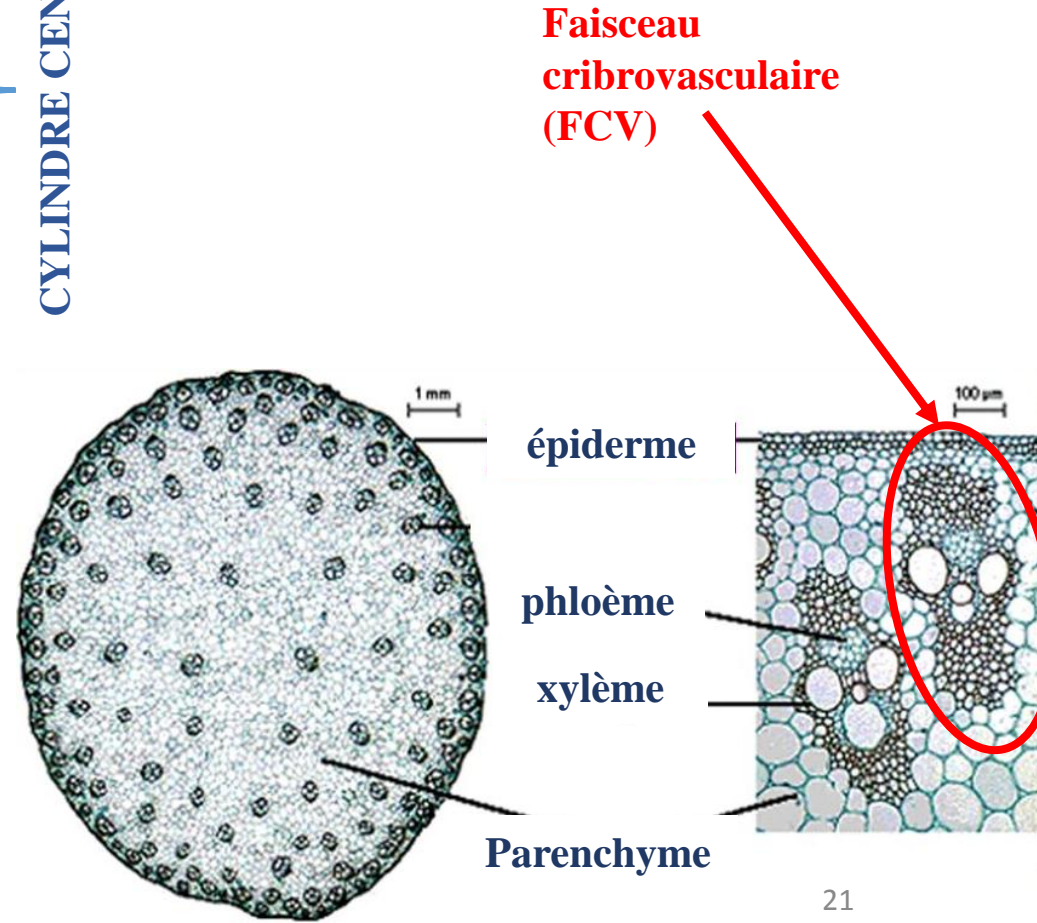


Fig. 4. Coupe transversale d'une tige monocotylédone. Structure primaire



b. Structure anatomique secondaire

Absence totale de structure secondaire chez les plantes **monocotylédones**.

Remarque: Les racines et les tiges monocotylédones ne présentent pas de structures secondaires, même si elles deviennent plus âgées. Dans ce cas, le vieillissement des organes est lié à la présence d'une quantité élevée de sclérenchyme dans la tige.

II.2. Angiospermes dicotylédones

a. Structure anatomique primaire

L'étude est réalisée sur une coupe transversale d'une **tige jeune (Fig. 5)**. Il est à noter que le cylindre central est assez important de superficie que l'écorce:

a.1. L'écorce: Les tissus observés de l'extérieur vers l'intérieur de l'écorce sont:

- L'**épiderme** qui est identique à celui de la tige monocotylédone;
- Le **parenchyme cortical** de type chlorophyllien occupe une zone relativement étroite. Il peut être associé à des tissus de soutien; tel que le collenchyme (amas/anneau) situé sous l'épiderme et le sclérenchyme (souvent en anneau) plus interne que le collenchyme.

a.2. Le cylindre central: Les tissus observés de l'extérieur du cylindre central vers le centre sont les suivants:

- **Les tissus conducteurs primaires** sont composés de xylème à différenciation centrifuge et de phloème. Le xylème et le phloème sont superposés formant des faisceaux cribro-vasculaire disposés sur un ou 2 cercles. Le phloème est souvent surmonté d'un amas de fibres de sclérenchyme appelées fibres péri-phloémiennes;
- **La moelle** est un parenchyme médullaire à grandes cellules à méats. La moelle disparaît au cours de la formation du pachyte (structure secondaire).

Remarque: La même structure anatomique primaire caractérise la tige jeune des [gymnospermes](#).

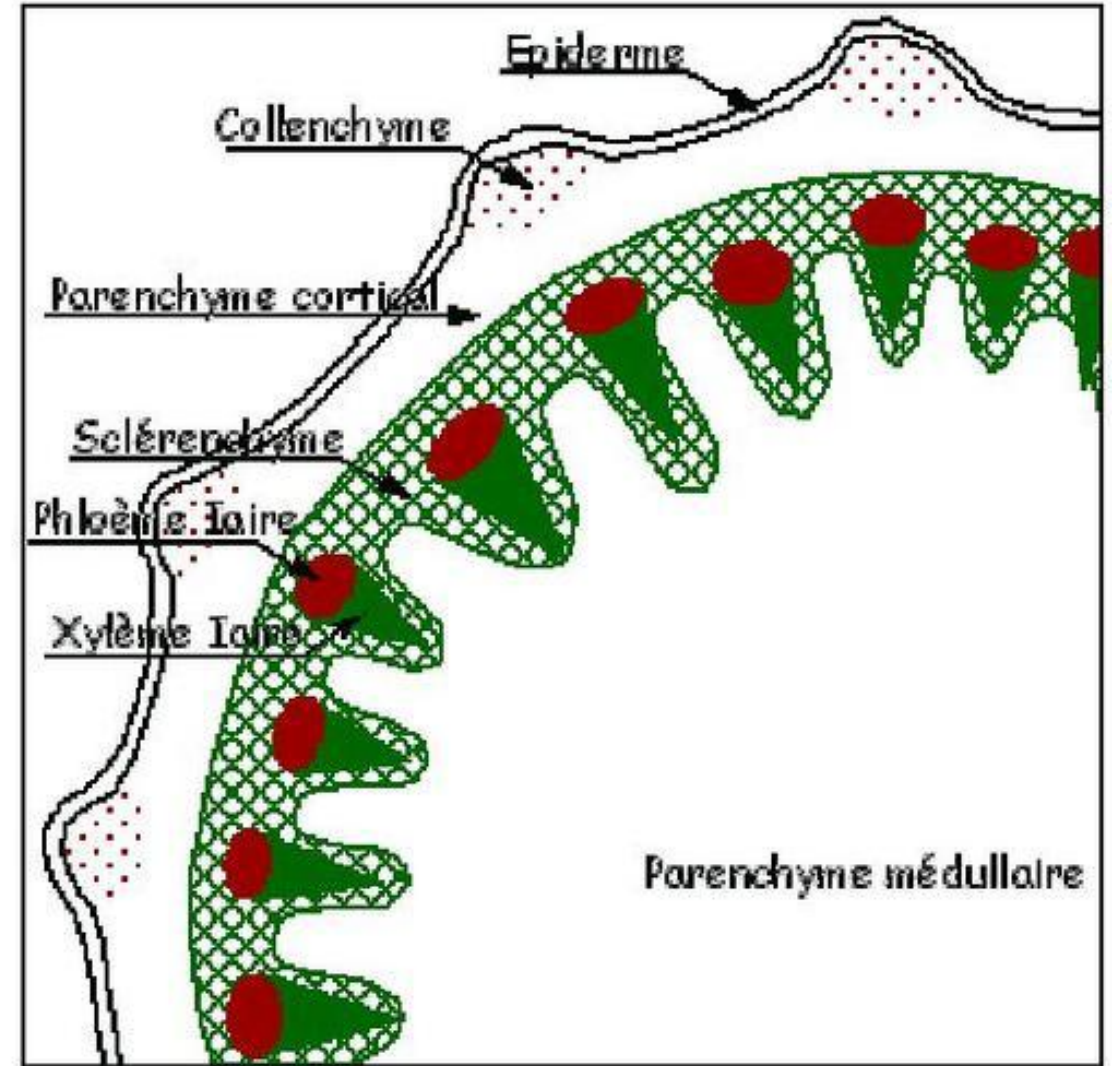


Fig. 5. Coupe transversale d'une tige dicotylédone. Structure primaire

b. Structure anatomique secondaire

L'étude anatomique réalisée sur une coupe transversale d'une tige âgée (Fig. 6) montre les deux types de formations secondaires:

b.1. Le pachyte qui se trouve dans le cylindre central de la tige;

b.2. Le périderme qui se localise dans l'écorce. Le phellogène apparaît après la formation du cambium.

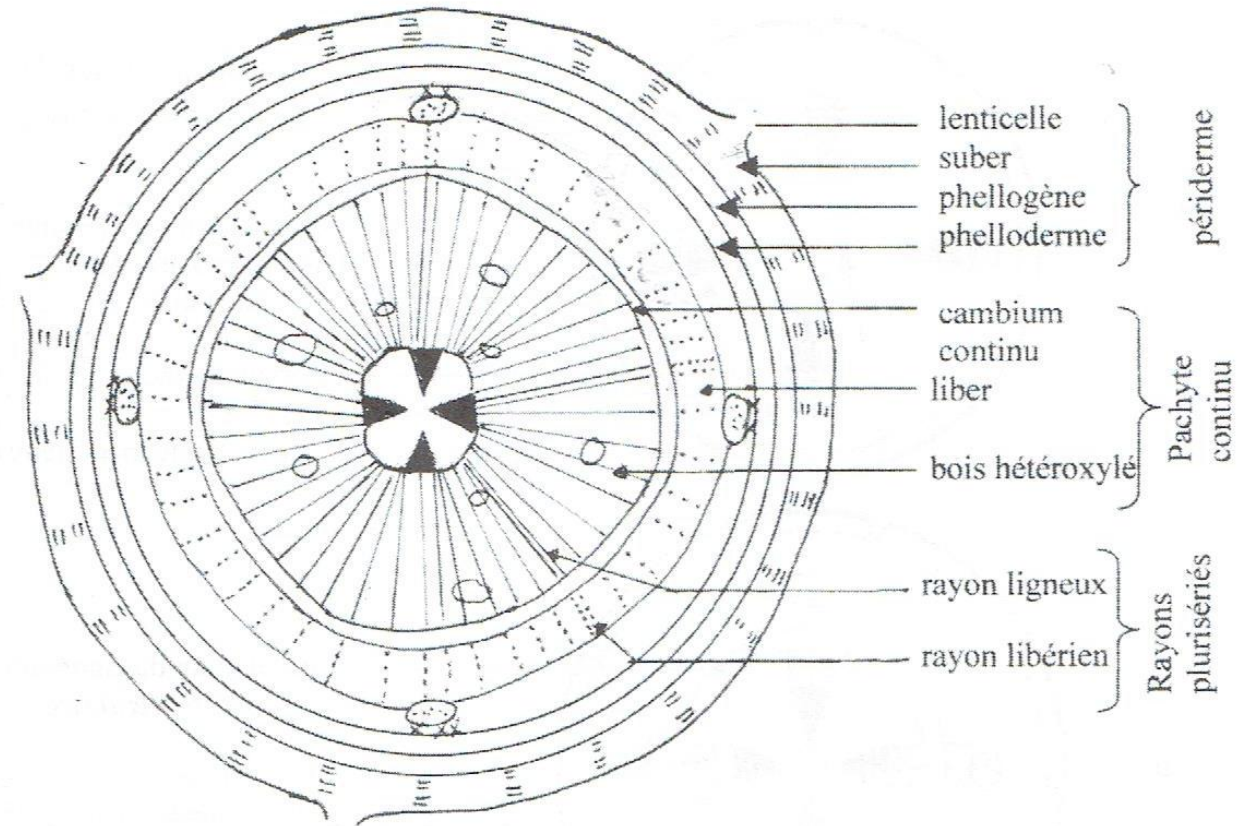


Fig. 6. Coupe transversale de tige âgée d'angiospermes dicotylédones

➤ LA FORMATION DU PACHYTE :

1^{ère} étape (Fig. 7 et 8): Formation du cambium dans le faisceau cribro-vasculaire (entre le xylème et le phloème): c'est-à-dire le méristème primaire (ou procambium) se transforme en donnant le cambium appelé **cambium intrafasciculaire**. Ensuite, ce cambium intrafasciculaire donnera naissance au liber en repoussant le phloème vers l'extérieur et au bois hétéroxylé en repoussant le xylème vers l'intérieur de la tige. Ce qui donne le **pachyte discontinu** .

2^{ème} étape (Fig. 7 et 8):

- Dédifférenciation du parenchyme pour donner un **cambium interfasciculaire**;
- Ce cambium interfasciculaire se raccorde au **cambium intrafasciculaire** pour donner un cambium continu et circulaire dans tout le cylindre central;
- Le **cambium continu** produira un pachyte continu; Le **pachyte continu** peut être formé sous plusieurs cernes, dans les tiges âgées.

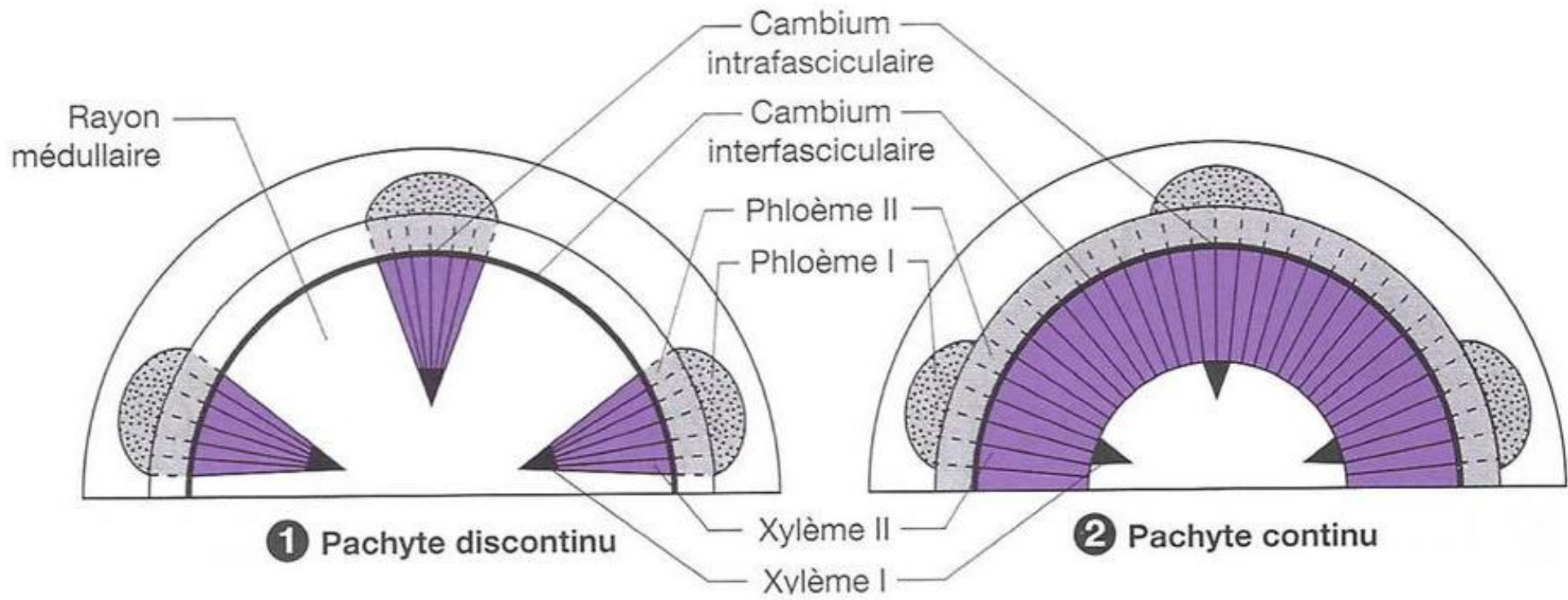


Fig. 7. Formation des tissus secondaires conducteurs à partir du cambium

Organe aérien

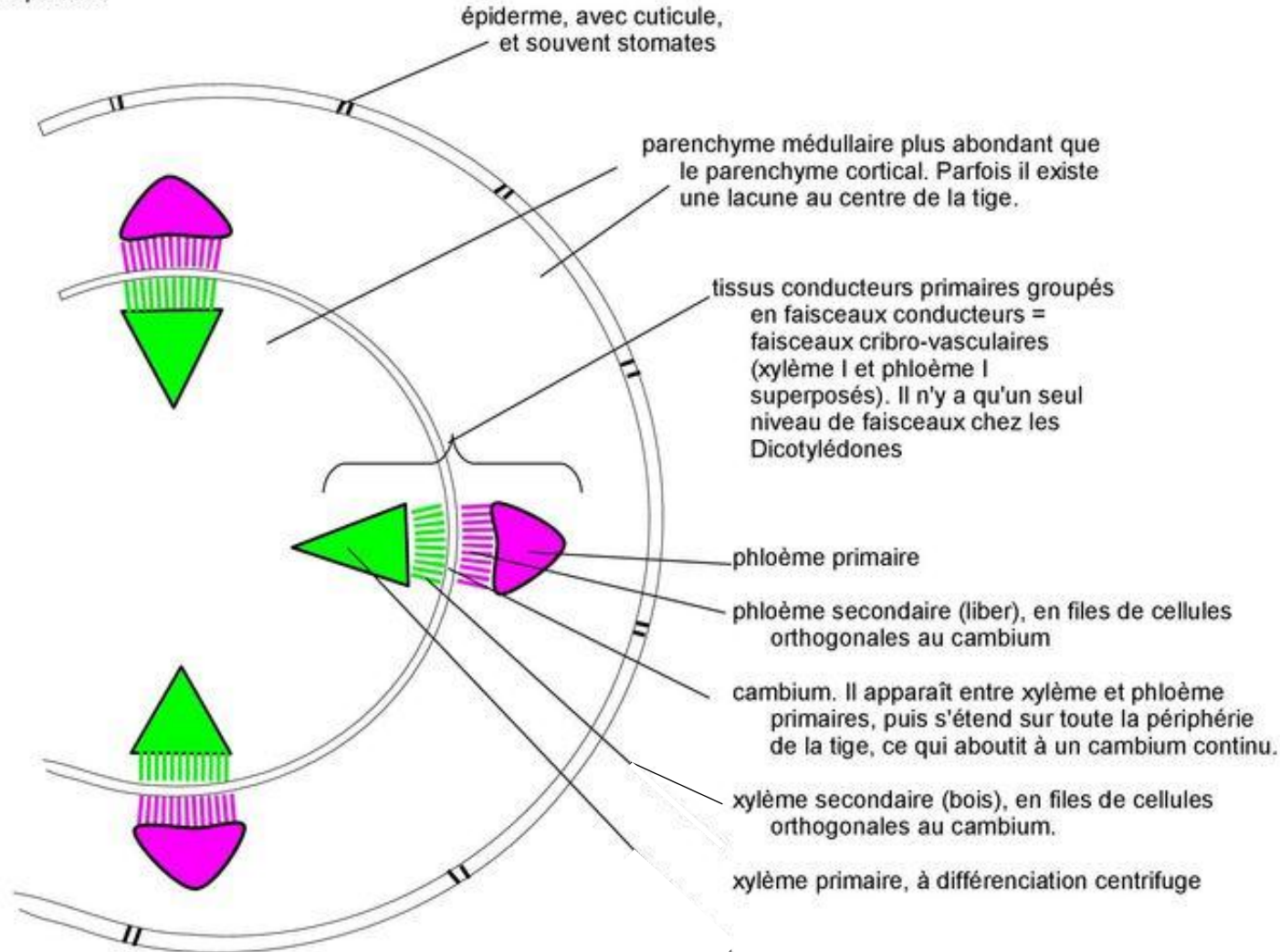
épiderme (au moins pour les organes jeunes), avec éventuellement des stomates ; xylème et phloème primaires superposés, tissus de soutien fréquents

Dicotylédones :

Faisceaux conducteurs peu nombreux, métaxylème peu différent du protoxylème, structures secondaires (bois et liber) fréquentes.

tige : symétrie axiale, au moins pour les faisceaux conducteurs ; écorce réduite, moelle développée (parfois remplacée par une lacune)

Fig. 8. Tiges de dicotylédone

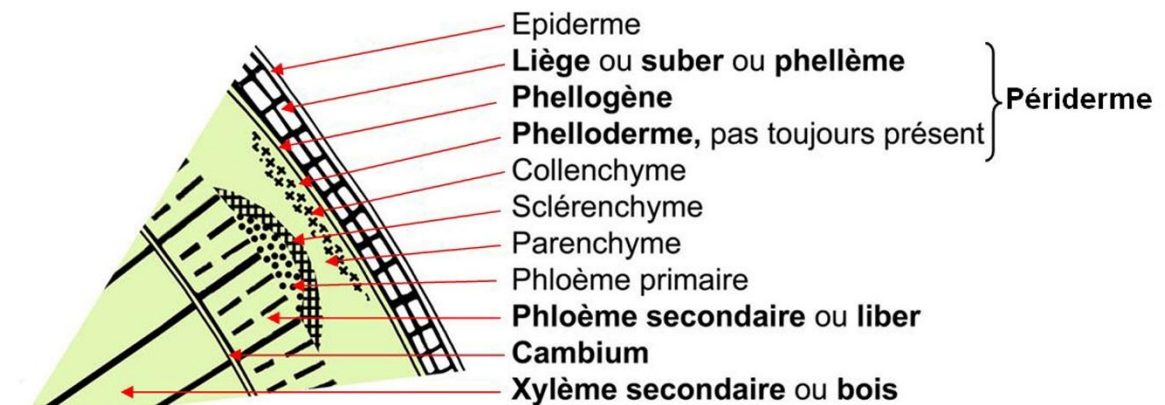
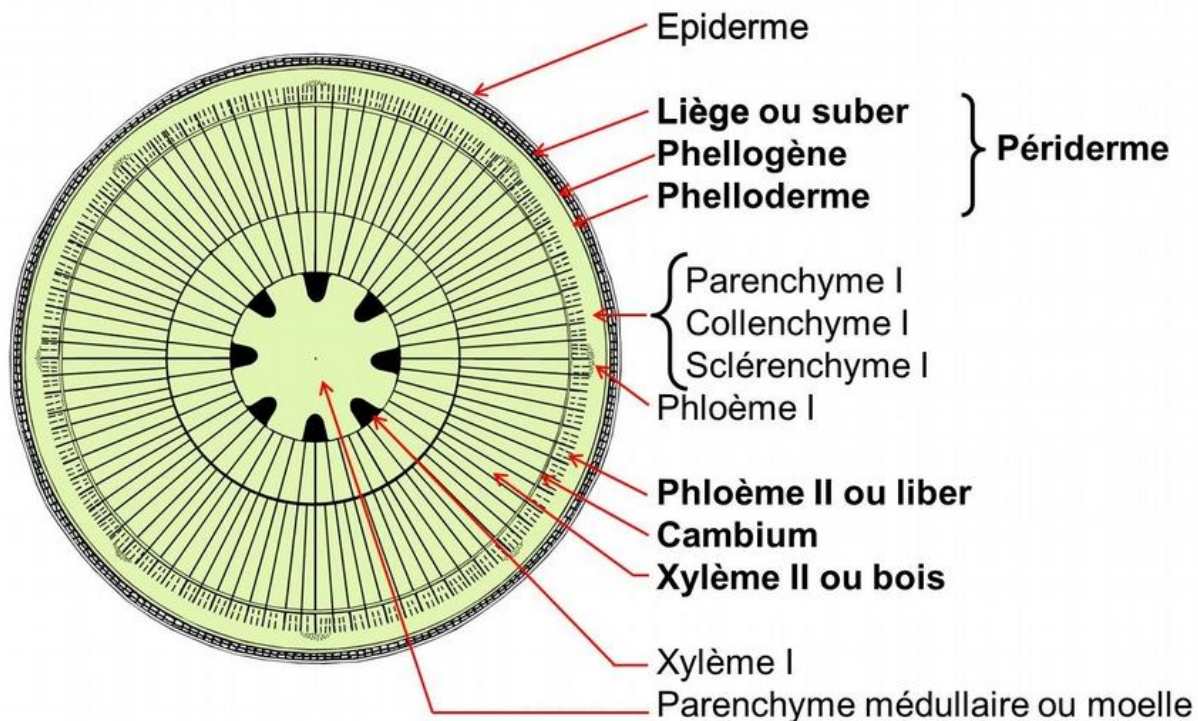


2. LA TIGE

➤ LA FORMATION DU PERIDERME:

Les étapes de formation du phellogène sont:

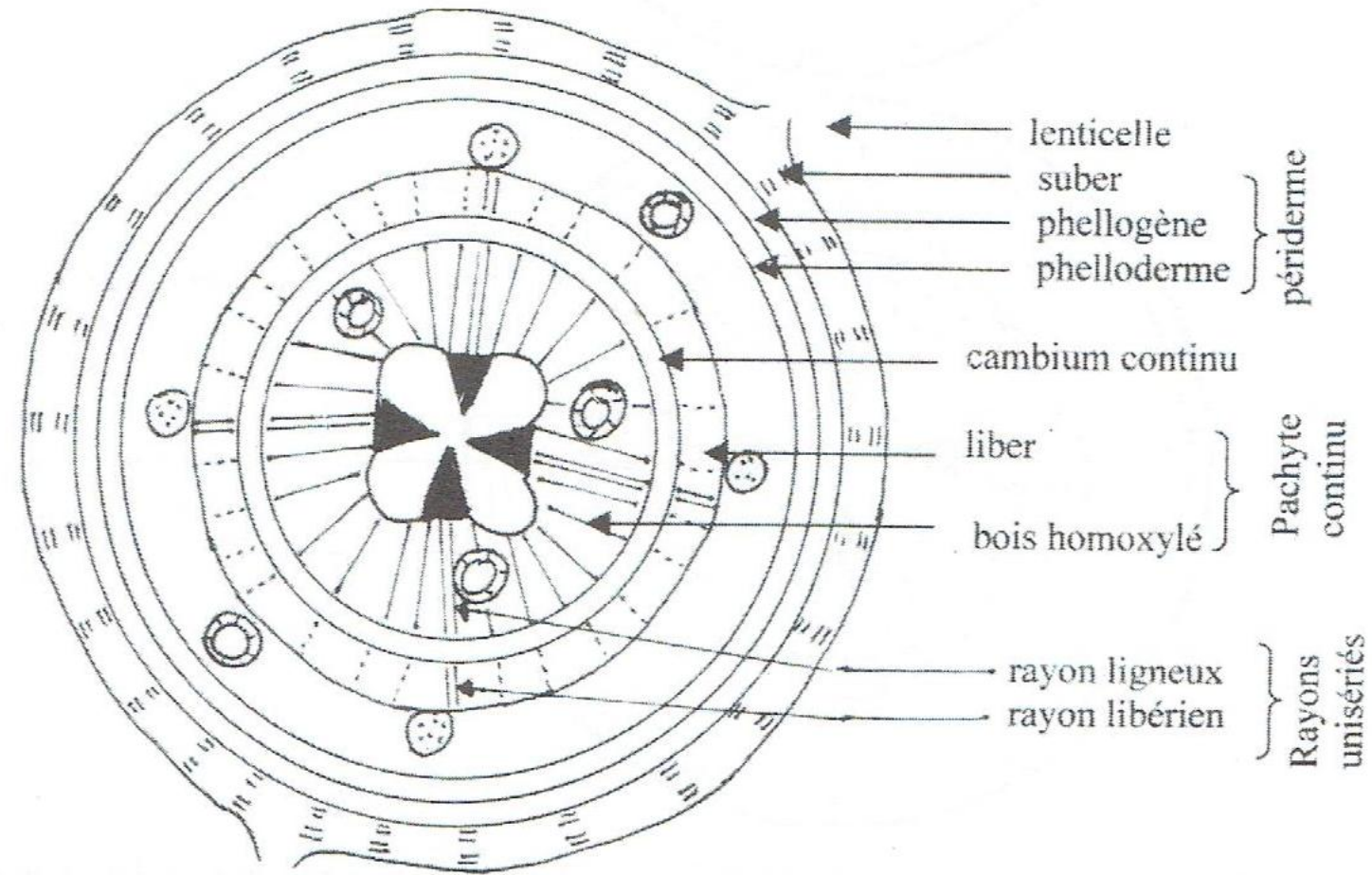
- Dédifférenciation du parenchyme cortical et/ou du collenchyme;
- Quelquefois, le phellogène apparait à partir de cellules de l'épiderme et donne naissance au suber et au phelloderme.



II. 3. Les gymnospermes

- **Pachyte** : Chez les gymnospermes, le **pachyte** se forme de la même manière que chez les angiospermes dicotylédones. Sauf que dans le cas des gymnospermes, le bois est homoxylé et contient des canaux sécréteurs de résines.
- **Périderme** : Dans la tige âgée des gymnospermes, le **périderme** se forme de la même manière que chez les angiospermes.

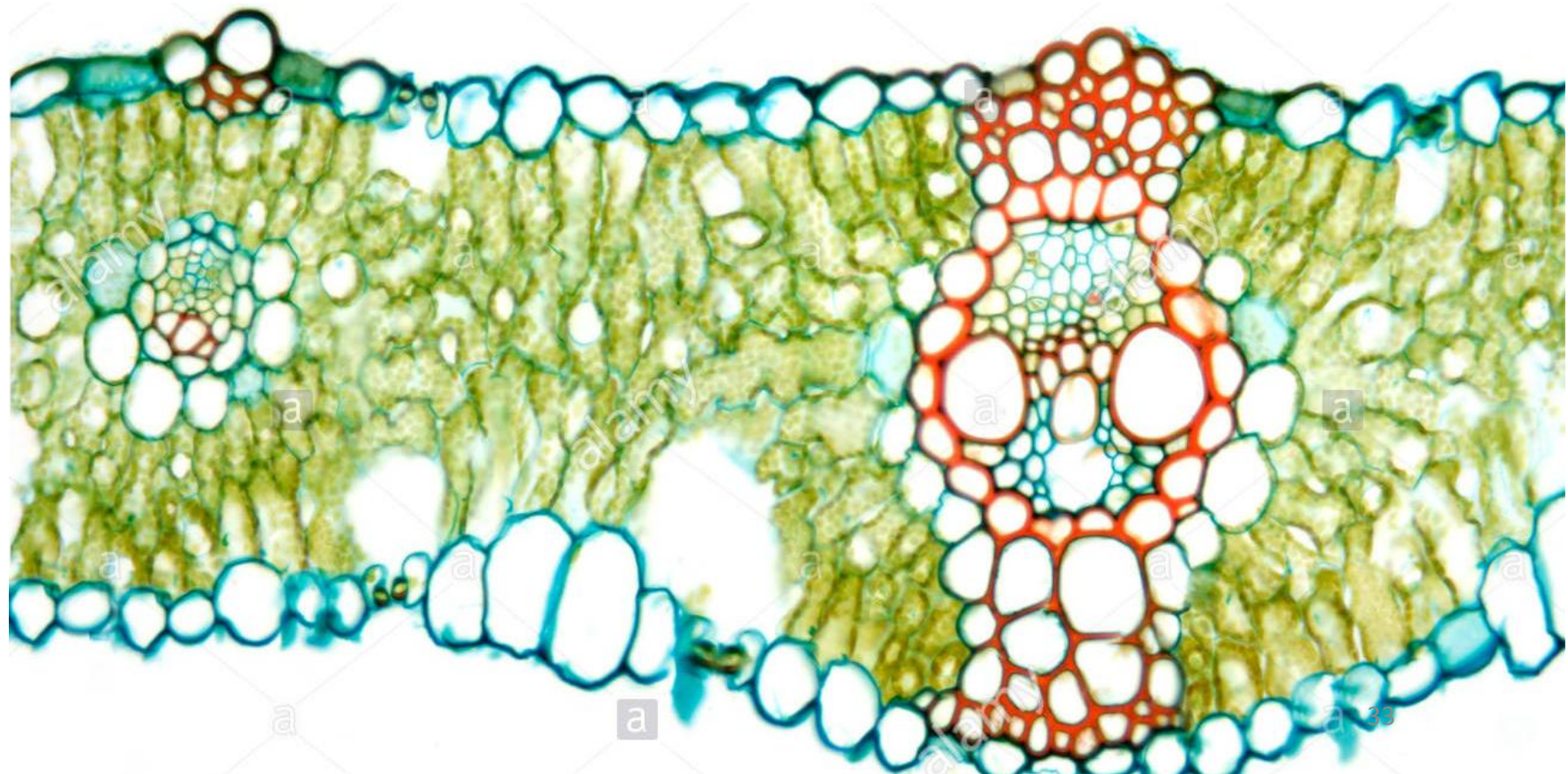
2. LA TIGE



Coupe transversale de tige âgée de gymnospermes

II. Etude anatomique des organes végétaux des angiospermes (monocotylédones et dicotylédones) et gymnospermes :

3. LA FEUILLE



III.1. Angiospermes monocotylédones

a. Structure anatomique primaire

L'étude menée est effectuée sur une coupe transversale du limbe. Dans une feuille, 2 faces sont distinguées : Une face supérieure (ou ventrale) exposée à la lumière et une face inférieure (ou dorsale) non exposée à la lumière. La symétrie du limbe de la feuille est bilatérale. Les tissus observés sont (Fig. 9) :

- **L'épiderme supérieur:** Recouvre la face supérieure de la feuille, composé de cellules à parois pectocellulosiques. Cet épiderme est cutinisé (protégé par une cuticule). Le nombre des stomates est très réduit.
- **L'épiderme inférieur:** Recouvre la face inférieure, à paroi externe beaucoup moins cutinisée. Les stomates sont réparties à échelle plus importantes par rapport à l'épiderme supérieur.

- **Sclérenchyme**: C'est un tissu de soutien souvent présent en amas contre les 2 épidermes et/ou formant parfois une gaine autour des faisceaux cribrovasculaires.
- **Mésophylle homogène**: C'est un parenchyme fondamental qui occupe la plus grande partie du limbe de la feuille. Ce parenchyme est du type chlorophyllien homogène lacuneux ou à méat (voir chap 3: parenchymes)
- **Tissus conducteurs primaires**: Plusieurs faisceaux cribrovasculaires (FCV) forment les nervures. Ces FCV ont à peu près la même taille. Le FCV central peut être plus grand. Chaque FCV présente un xylème vers la face supérieure et un phloème vers la face inférieure.

3. LA FEUILLE

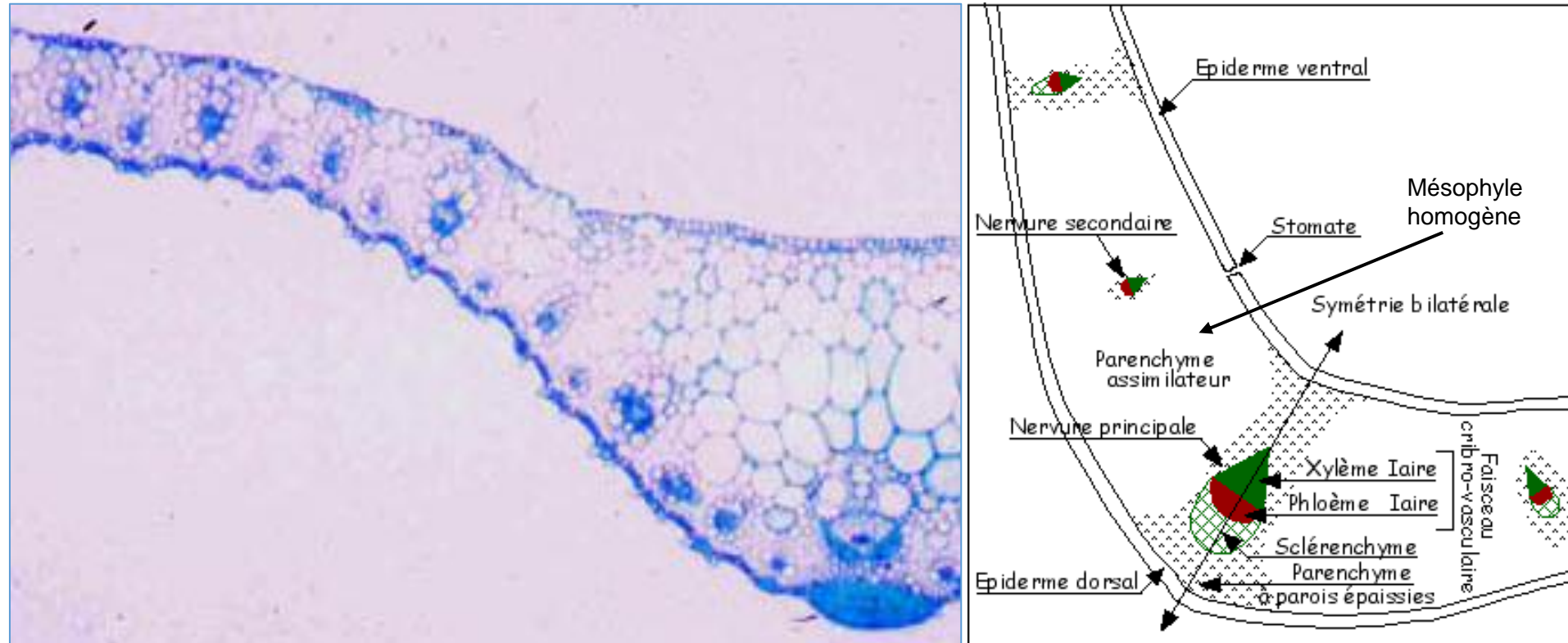


Fig. 9. Coupe transversale d'une feuille d'angiosperme monocotylédone

b. Structure anatomique secondaire

Absence de la structure secondaire chez les angiospermes
monocotylédones

III.2. Angiospermes dicotylédones

a. Structure anatomique primaire

L'étude s'est faite sur une coupe transversale du limbe d'une jeune feuille. Ce limbe présente une symétrie bilatérale, et les tissus observés sont (Fig 10):

- **Epiderme supérieur:** c'est un épiderme à paroi fortement cutinisée. Le nombre des stomates est très réduit ou quasi absent.
- **Epiderme inférieur:** composé de paroi externe peu cutinisée. Cet épiderme présente un nombre de stomates très élevé par rapport à l'épiderme supérieur.
- **Mésophylle hétérogène:** composé de deux type de parenchymes chlorophylliens; palissadique vers la face supérieure et lacuneux vers la face inférieure (voir chap3, parenchyme)

- **Tissus conducteurs primaires:** Ils représentent les faisceaux cribrovasculaires correspondant aux nervures, ces faisceaux ont différentes tailles. Il existe une nervure principale importante et d'autres nervures secondaires plus fines observées chez les feuilles caduques et persistantes (jeunes).
- **Tissus de soutien:** le collenchyme et le sclérenchyme sont présents dans la nervure principale.

3. LA FEUILLE

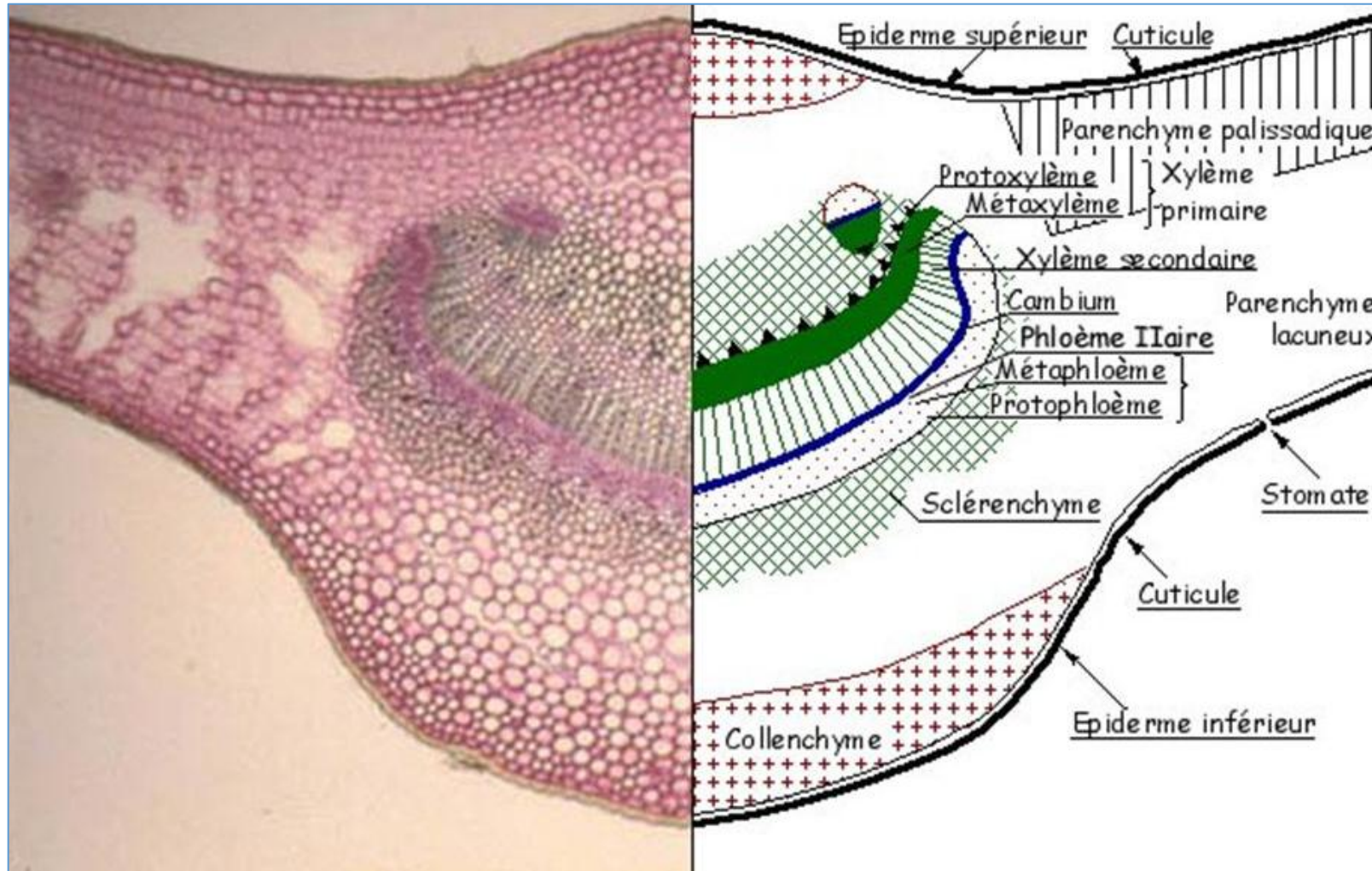
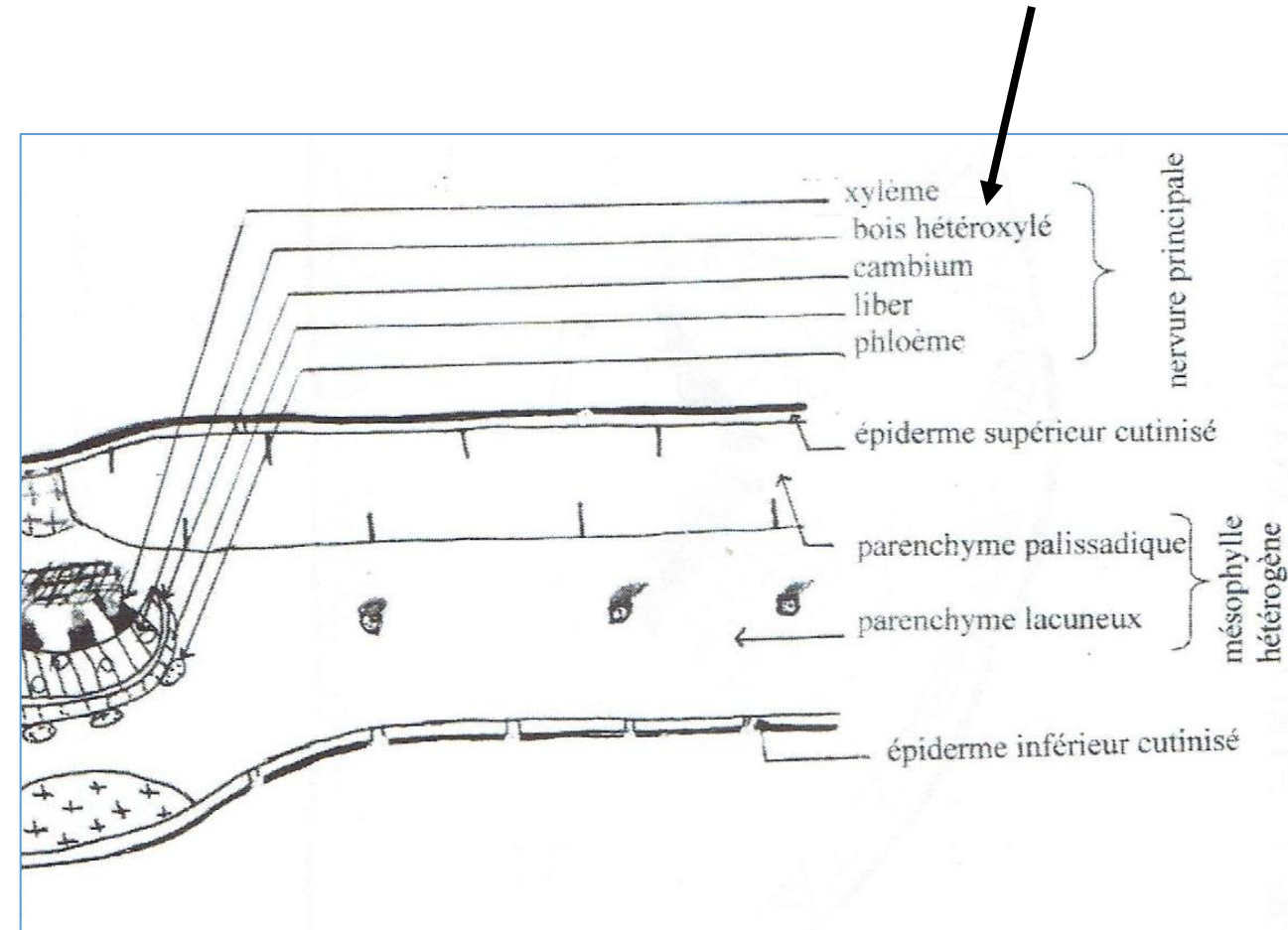


Fig. 10. Coupe transversale d'une feuille d'angiosperme dicotylédone

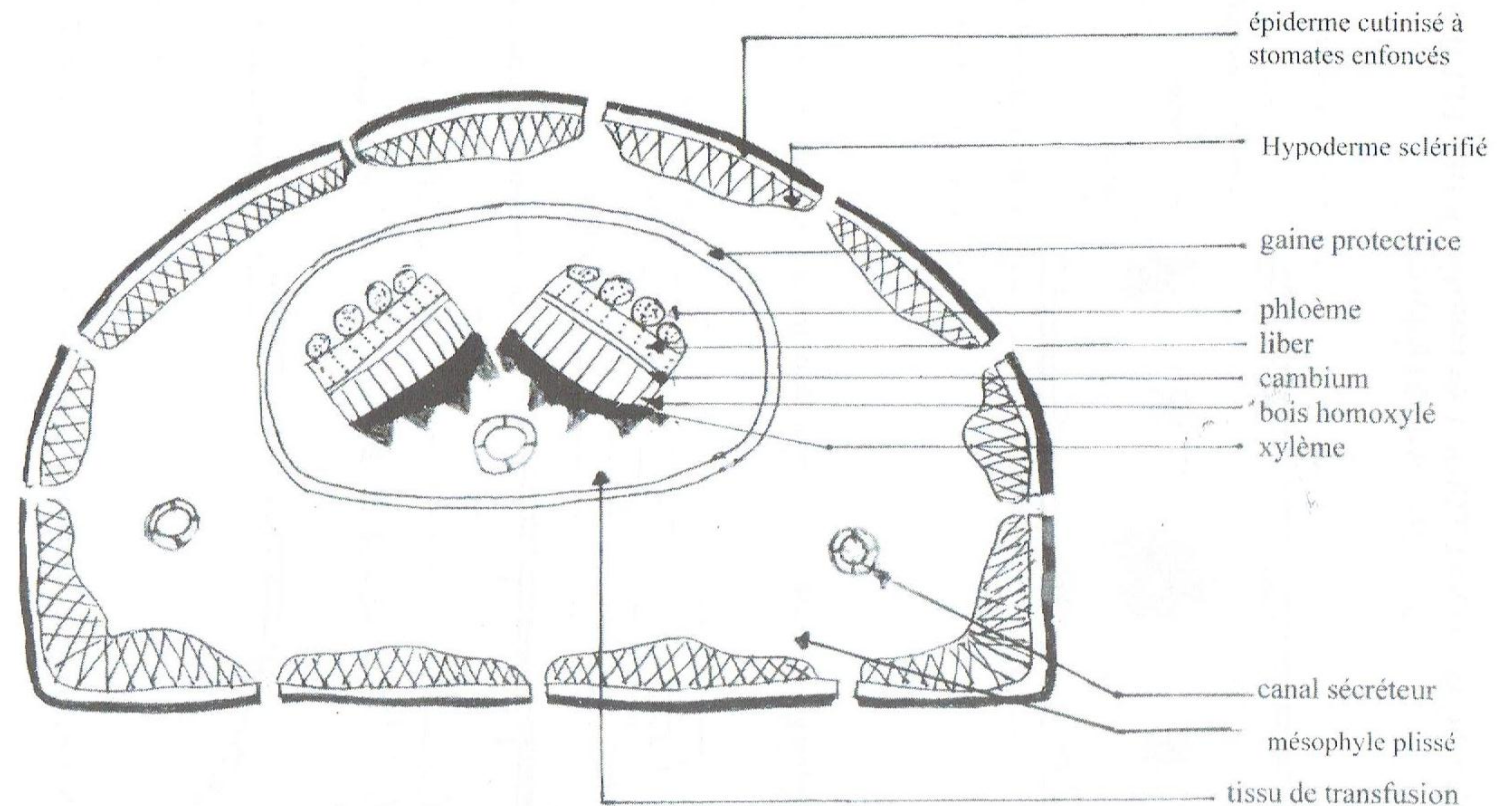
b. Structure anatomique secondaire

Chez les feuilles persistantes, il se forme dans le FCV de la nervure principale un cambium intrafasciculaire qui permet la production du bois hétéroxylé au contact du xylème et du liber au contact du phloème.



III.3. Gymnospermes

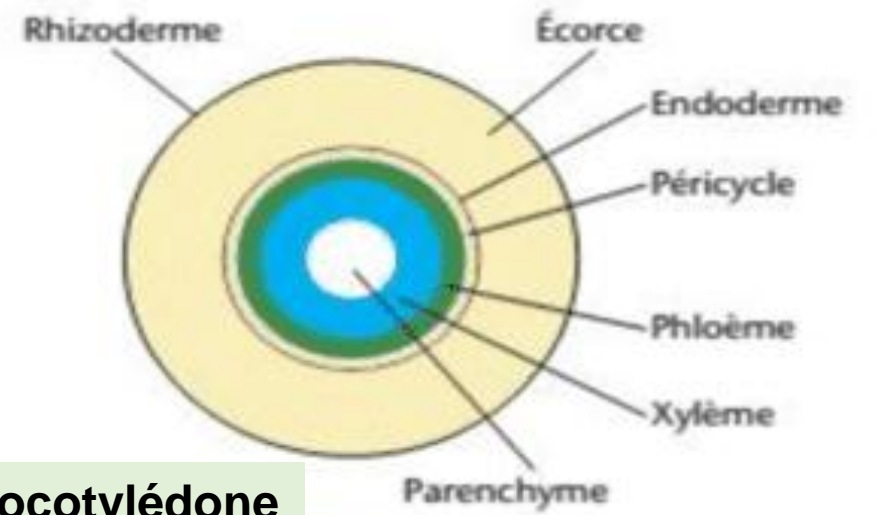
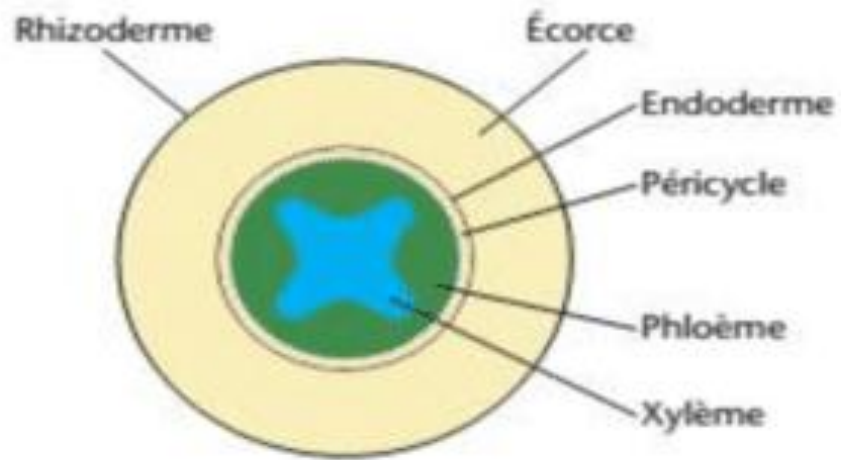
Chez les aiguilles âgées des gymnospermes, il se forme un cambium intrafasciculaire entre le xylème et le phloème des deux nervures, celui-ci produit du bois homoxylé et du liber (Voir chap : structure anatomique primaire)



III. Anatomie comparée entre angiospermes dicotylédones et monocotylédones

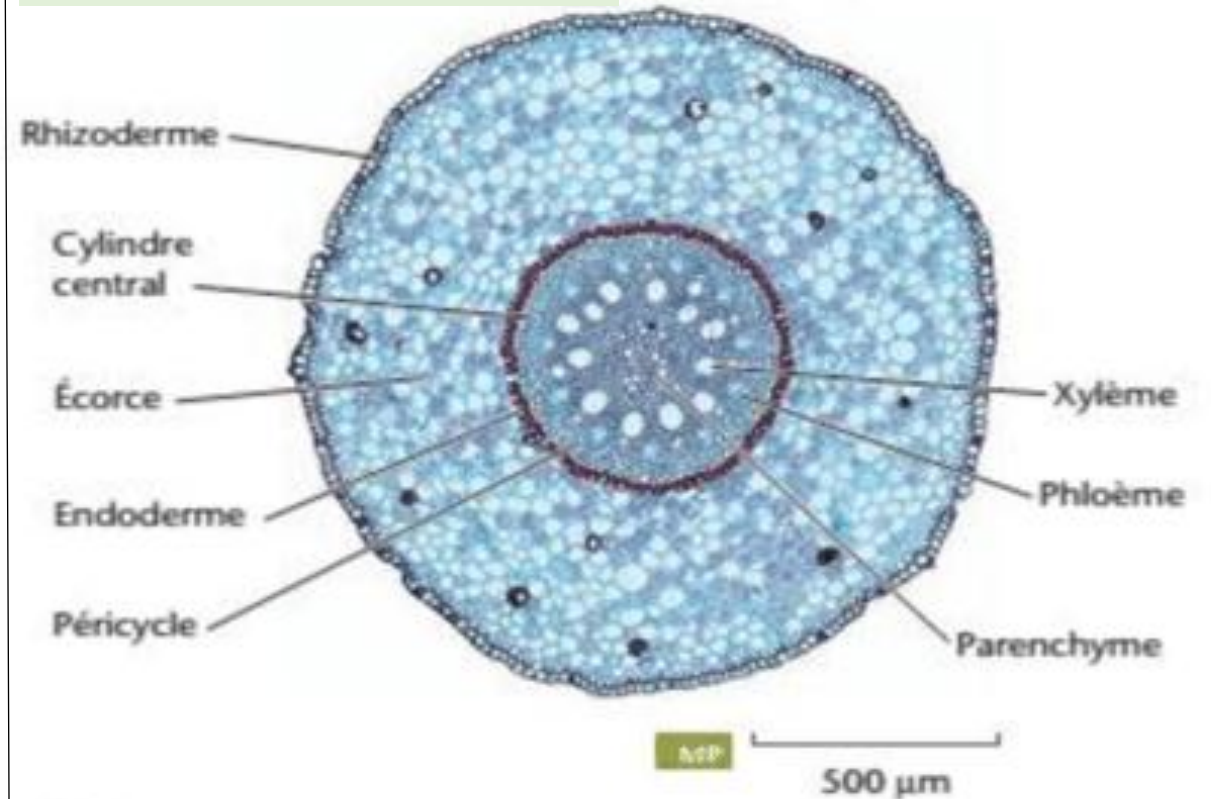
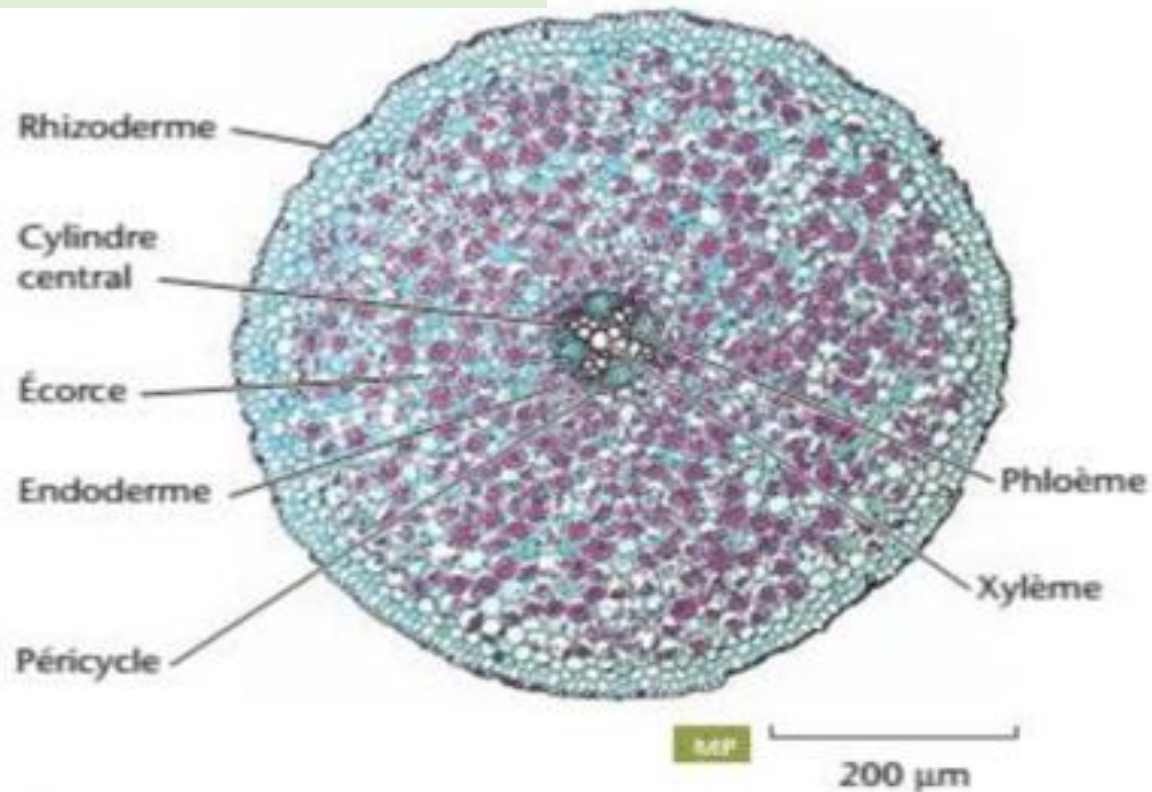
Tableau comparatif entre une racine monocotylédone et dicotylédone

Caractères	Racine (mono)	Racine (dico)
Stèle	importante	réduite
Endoderme	Forme en U (fer à cheval)	à cadre de caspary
Nombre de faisceaux de xylème et phloème	Important (entre 12 et 20)	Réduit (entre 2 et 5)
Moelle	Abondante	Absente (ou remplacé par le xylème)
Structures secondaires	Absentes	Présentes



Racine dicotylédone

Racine monocotylédone



(a)

(b)

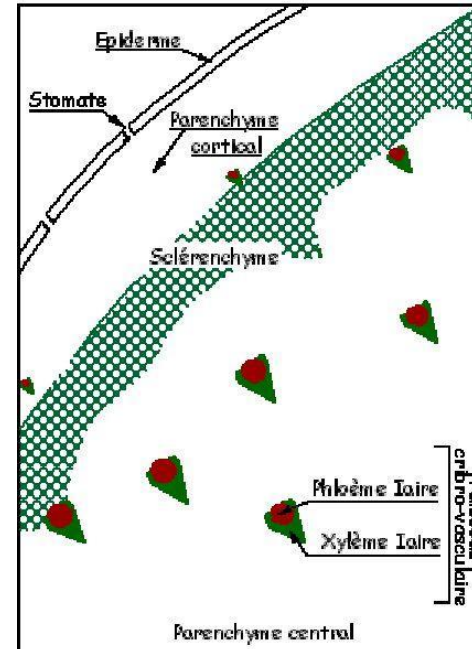
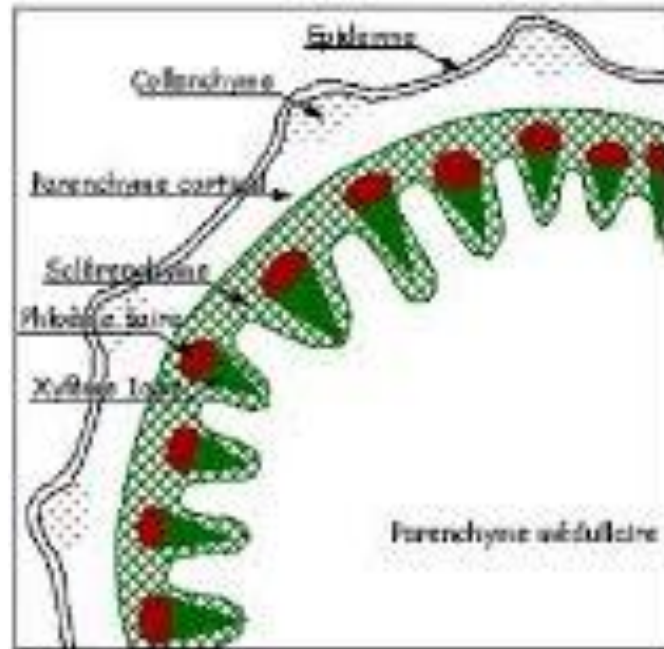
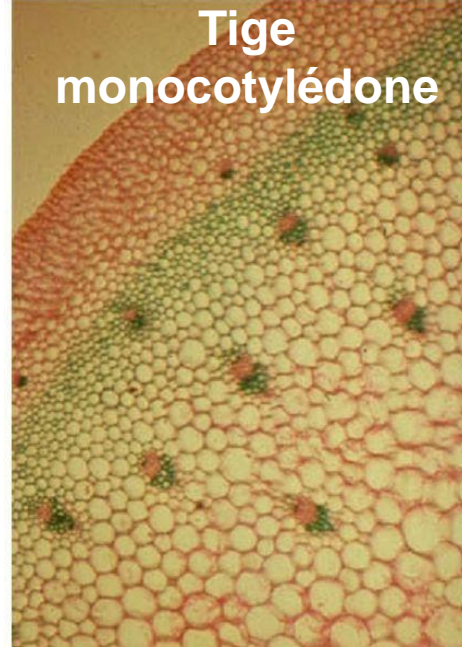
Tableau comparatif entre une tige monocotylédone et dicotylédone

Caractères	Tige (mono)	Tige (dico)
Faisceaux libéro-ligneux (F.cribovasculaire)	Nombreux et disposés sur plusieurs cercles concentriques	Peu nombreux (généralement 2 cercles concentriques)
Bois primaire	En forme de V avec le liber primaire	En triangle avec le liber primaire sur la base du triangle
Formations secondaires	Absentes	<ul style="list-style-type: none"> - Suber remplace l'épiderme - Liber secondaire - Bois secondaire hétéroxylé

Tige dicotylédone



Tige monocotylédone

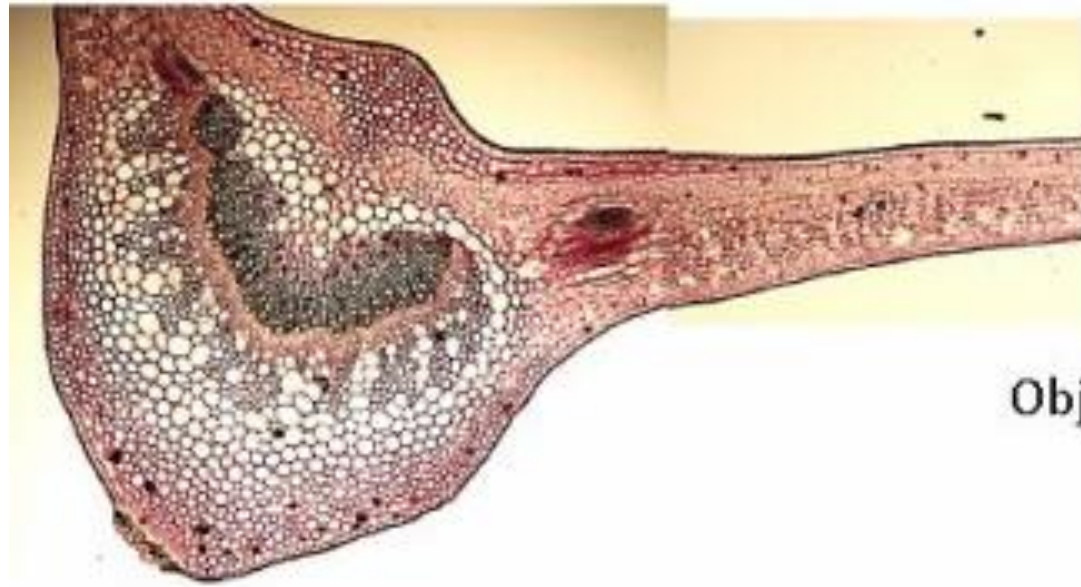


III. Anatomie comparée : LA FEUILLE

Tableau comparatif entre une feuille monocotylédone et dicotylédone

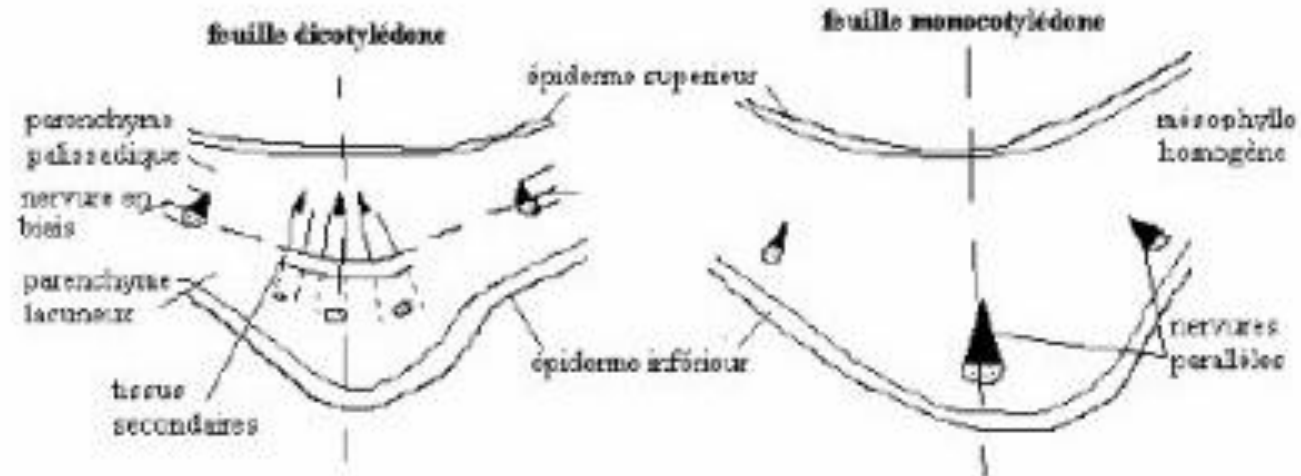
Caractères	Feuille (mono)	Feuille (dico)
Mésophylle	Homogène: parenchyme à méat	Hétérogène: -parenchyme palissadique: face supérieure -parenchyme lacuneux face interne
Faisceaux libéro-ligneux (F.cribrovasculaire)	Nombreux, sensiblement identiques -> nervures parallèles	En général au niveau de la nervure principale. Quelquefois, dans le limbe au niveau des nervures secondaires.
Formations secondaires	Absentes	Peu développées en général au niveau de la nervure principale. - Liber secondaire - Bois secondaire hétéroxylé

CT de feuille de laurier cerise, *Prunus lauro-cerasus*, Amygdalacées, dicotylédones



Obj 10x

CT de feuille de maïs, *Zea mays*, Poacées, monocotylédones

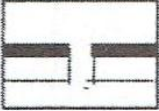
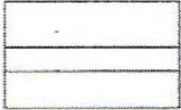
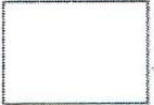

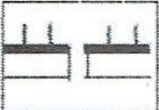
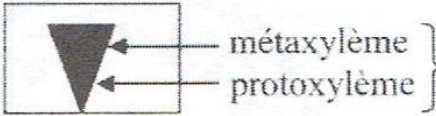


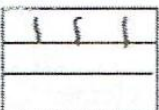


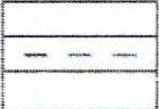

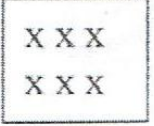

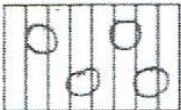






III. Anatomie comparée : RACINE – TIGE - FEUILLE

Caractères	Racine	Tige	Feuille
Symétrie	Axiale	Axiale	Bilatérale
Rapport écorce/cylindre central	-Ecorce développée -cylindre central réduit -E > C	Écorce réduite Cylindre central développé - E < C	-
Tissus de revêtement	-Assise pilifère -assise subéreuse ou subéroïde	Épiderme	Épiderme
Tissus de soutien	Rares	Fréquents	Fréquents
Délimitation écorce/cylindre central	Nette grâce à: l'endoderme toujours présent	Plus ou moins	-
Tissus particuliers	Péricycle	-	Mésophylle
Tissus conducteurs	-xylème I et phloème I alternes Xylème I centripète. -xylème II à différenciation centrifuge	-xylème I et liber I superposés -xylème I à différenciation centrifuge	-xylème I et phloème I superposés -xylème I orienté vers la face supérieure

Signes conventionnels pour la présentation des tissus végétaux

Signes conventionnels pour la présentation des tissus végétaux

	Epiderme cutinisé à stomates glabre		Cambium, phellogène et péricycle		Tous les autres parenchymes		Endoderme en U
	Epiderme cutinisé avec poils		métaxylème } protoxylème } xylème		Collenchyme		Canal sécréteur
	Assise pilifère		Phloème		Sclérenchyme		
	Assise subéreuse		Liber		Fibres et sclérites		
	Subéroïde		Bois hétéroxylé				
	Suber		Bois homoxylé				
	Parenchyme palissadique		Endoderme à cadre				