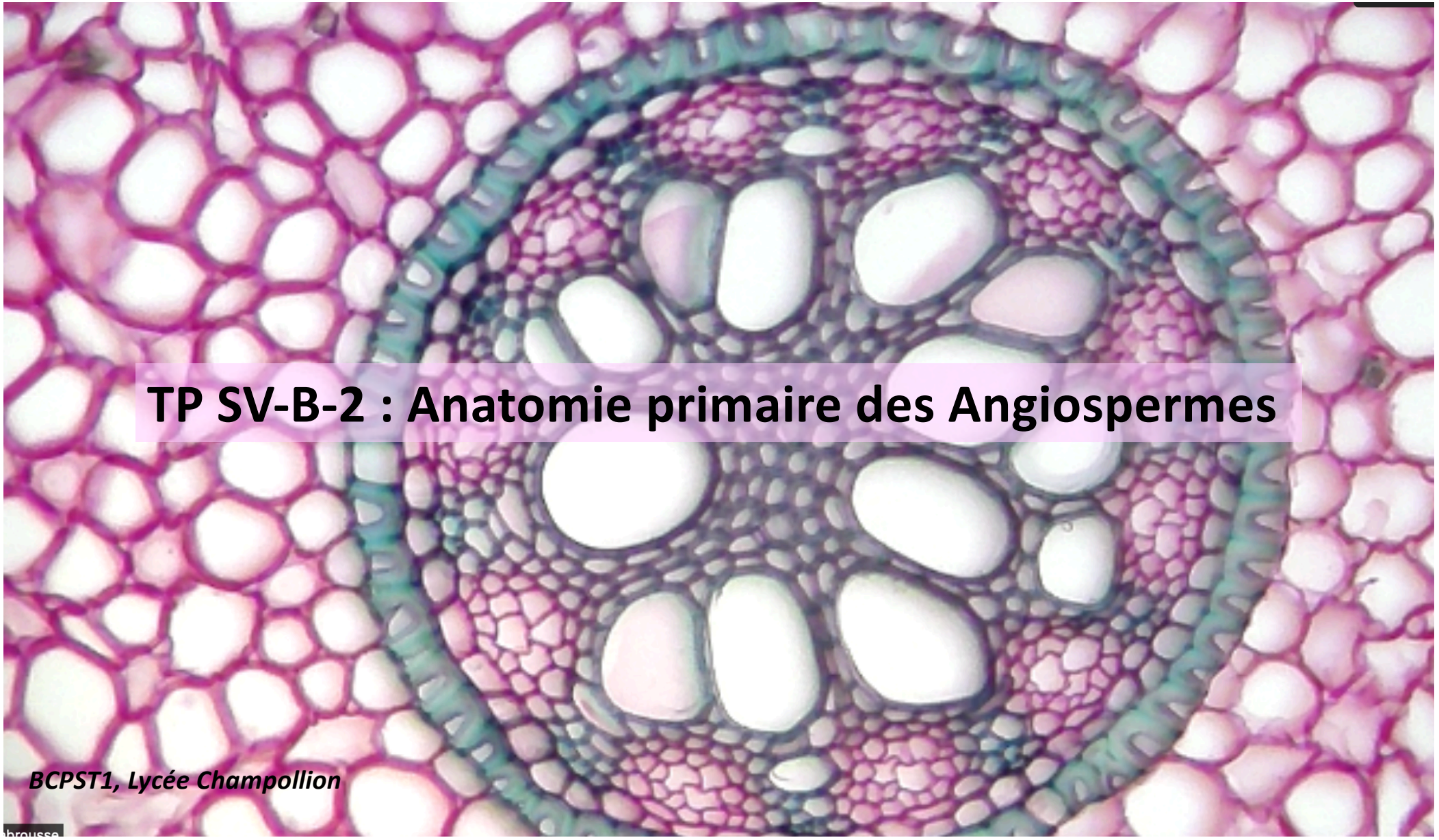
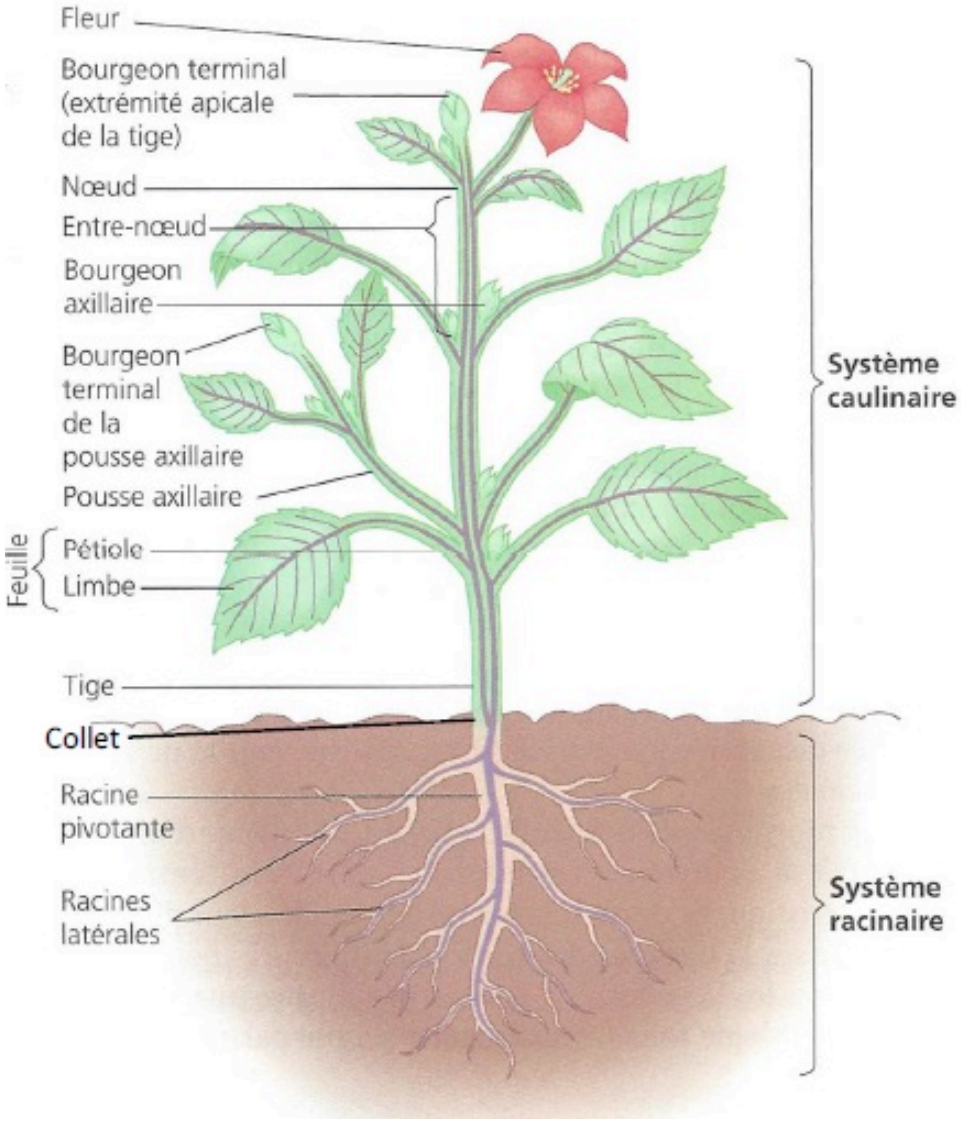
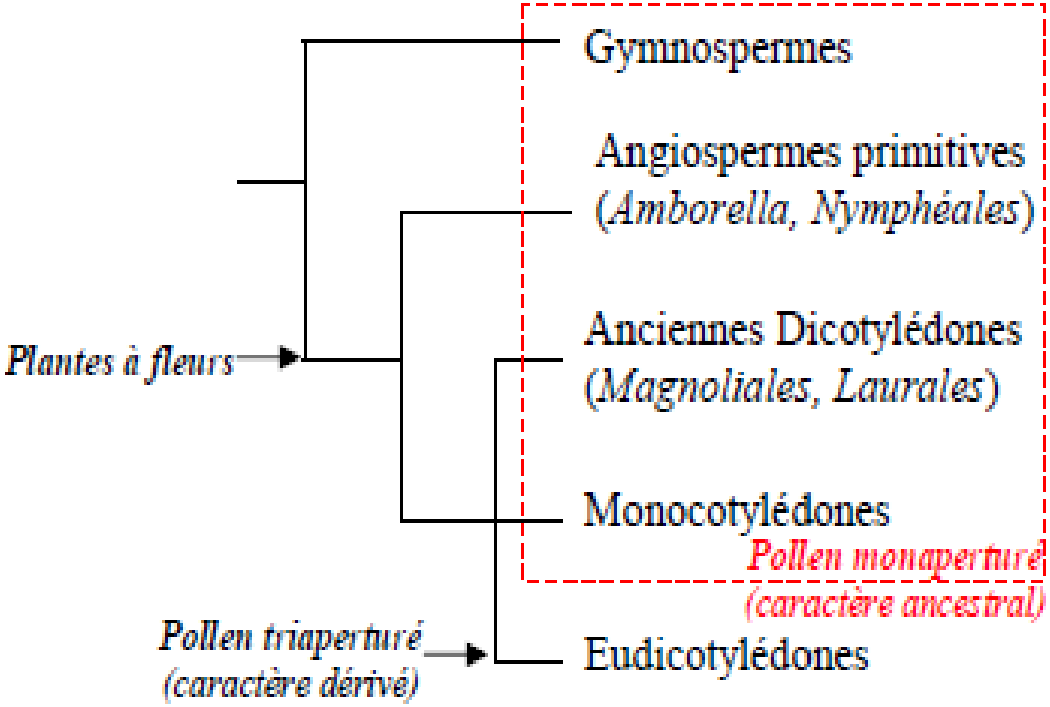
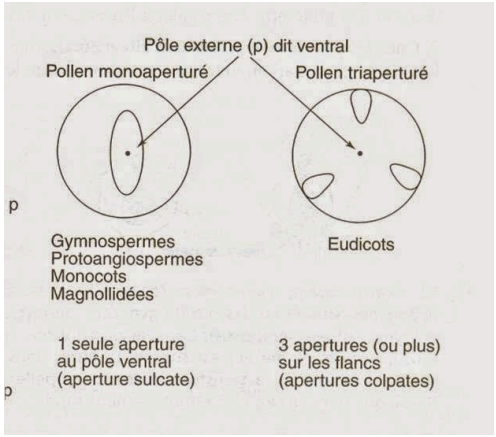


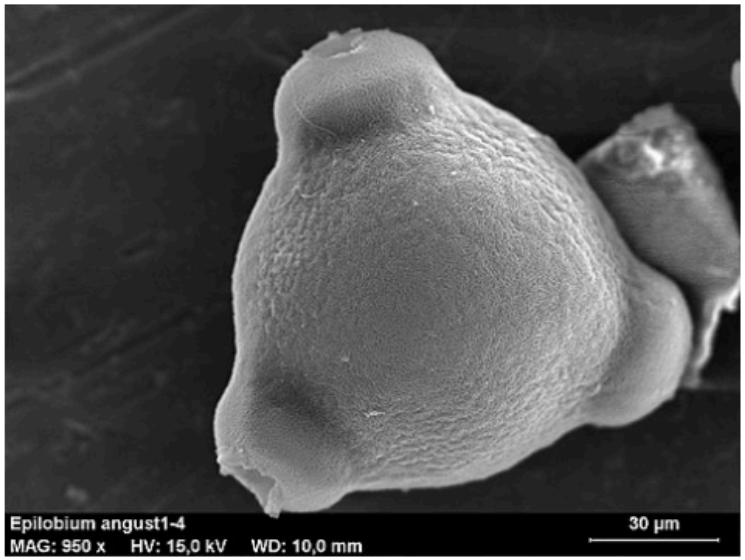
TP SV-B-2 : Anatomie primaire des Angiospermes

BCPST1, Lycée Champollion

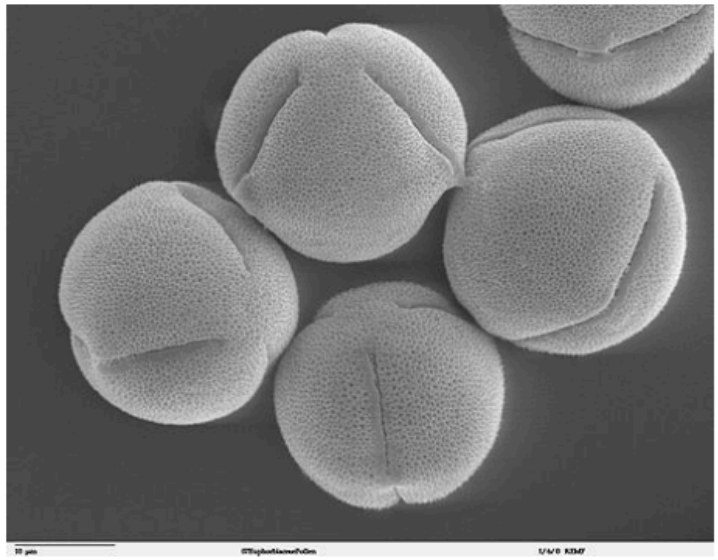

Fleur
Bourgeon terminal (extrémité apicale de la tige)
Nœud
Entre-nœud
Bourgeon axillaire
Bourgeon terminal de la pousse axillaire
Pousse axillaire
Feuille
Pétiole
Limbe
Tige
Collet
Racine pivotante
Racines latérales
Système caulinaire
Système racinaire


Gymnospermes
Angiospermes primitives
(Amborella, Nymphéales)
Anciennes Dicotylédones
(Magnoliales, Laurales)
Monocotylédones
Pollen monaperturé
(caractère ancestral)
Eudicotylédones
Plantes à fleurs
Pollen triaperturé
(caractère dérivé)

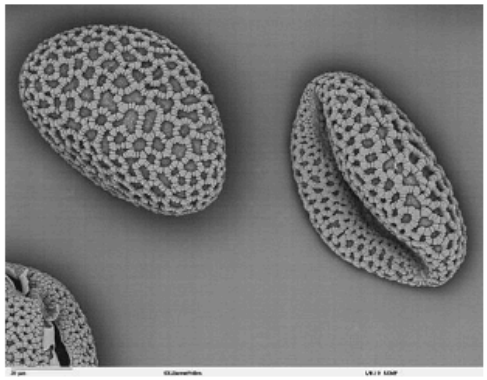

Pôle externe (p) dit ventral
Pollen monoaperturé
Pollen triaperturé
p
Gymnospermes
Protoangiospermes
Monocots
Magnollidées
Eudicots
1 seule aperture au pôle ventral (aperture sulcate)
3 apertures (ou plus) sur les flancs (apertures colpates)
p



Epilobium angustifolium, le grain de pollen de l'épilobe présente trois pores (pollen triporé ou triaperturé)



Ricinus communis, grains tricolpés (morphologie présentant trois sillons - *colpi* - qui participent à la reconnaissance du type pollinique)



Lilium auratum (pollen monoaperturé)

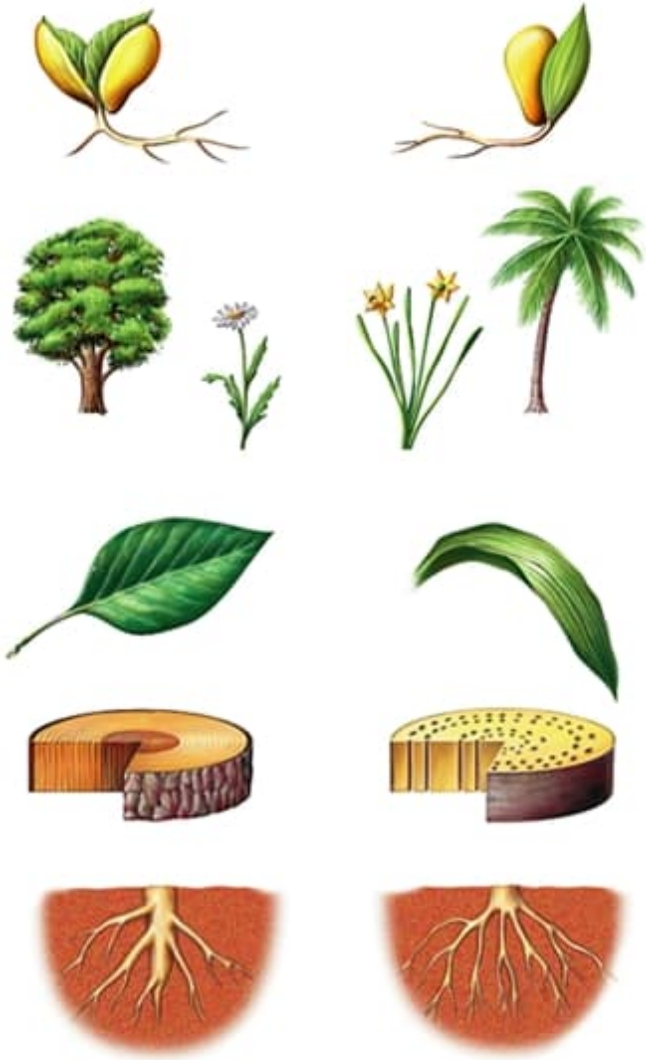
Wikipedia

dicotylédone

monocotylédone

Fabacées









I. Equilibre hydrique de la plante

Matériel disponible :

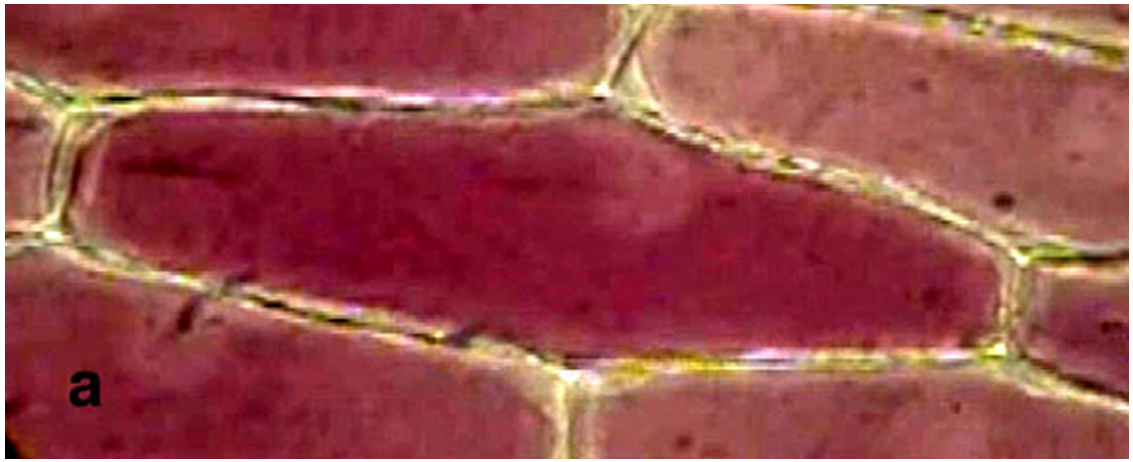
Morceau de bulbe d'oignon violet *(Allium cepa)*

Eau distillée

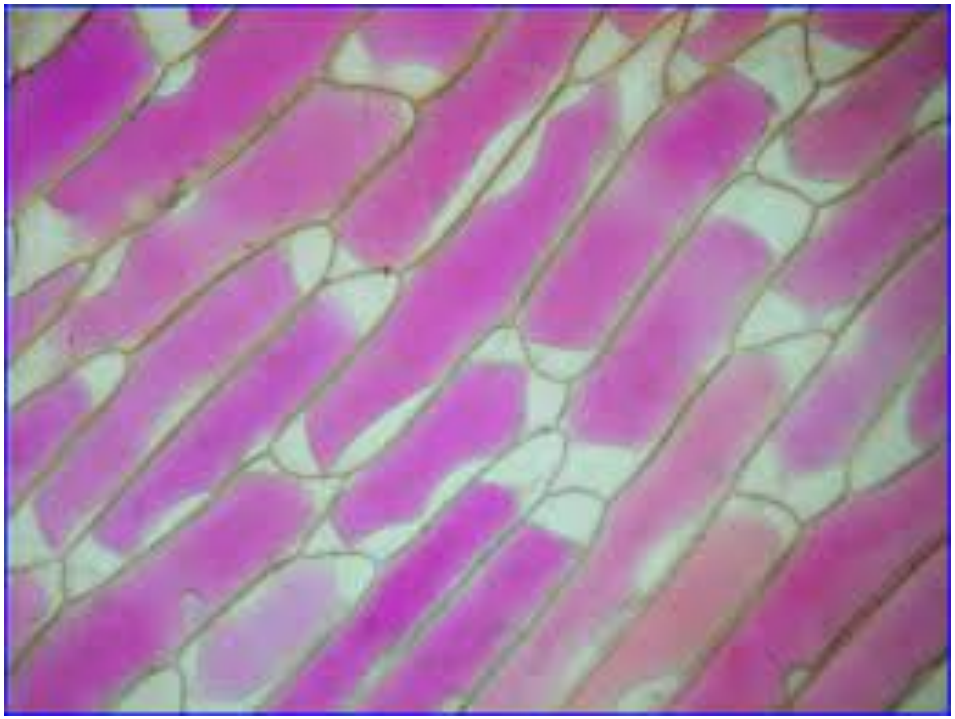
KCl concentré

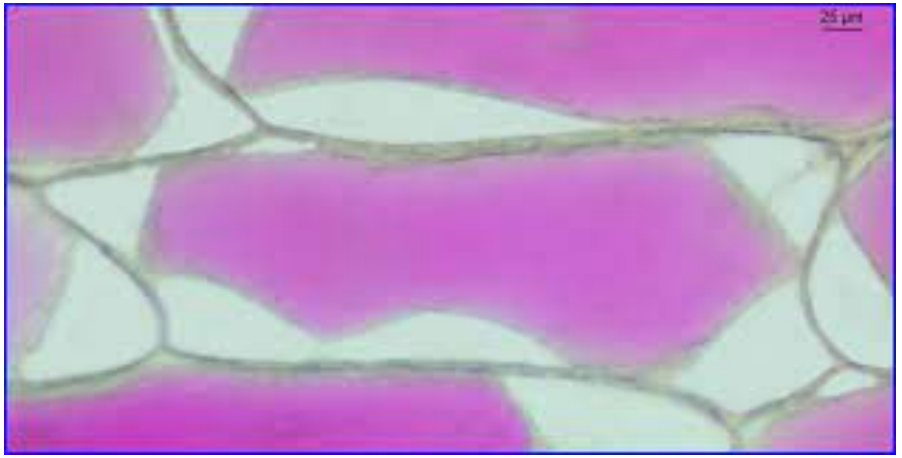
Lames et lamelles,

Pipettes pasteur



Plasmolyse

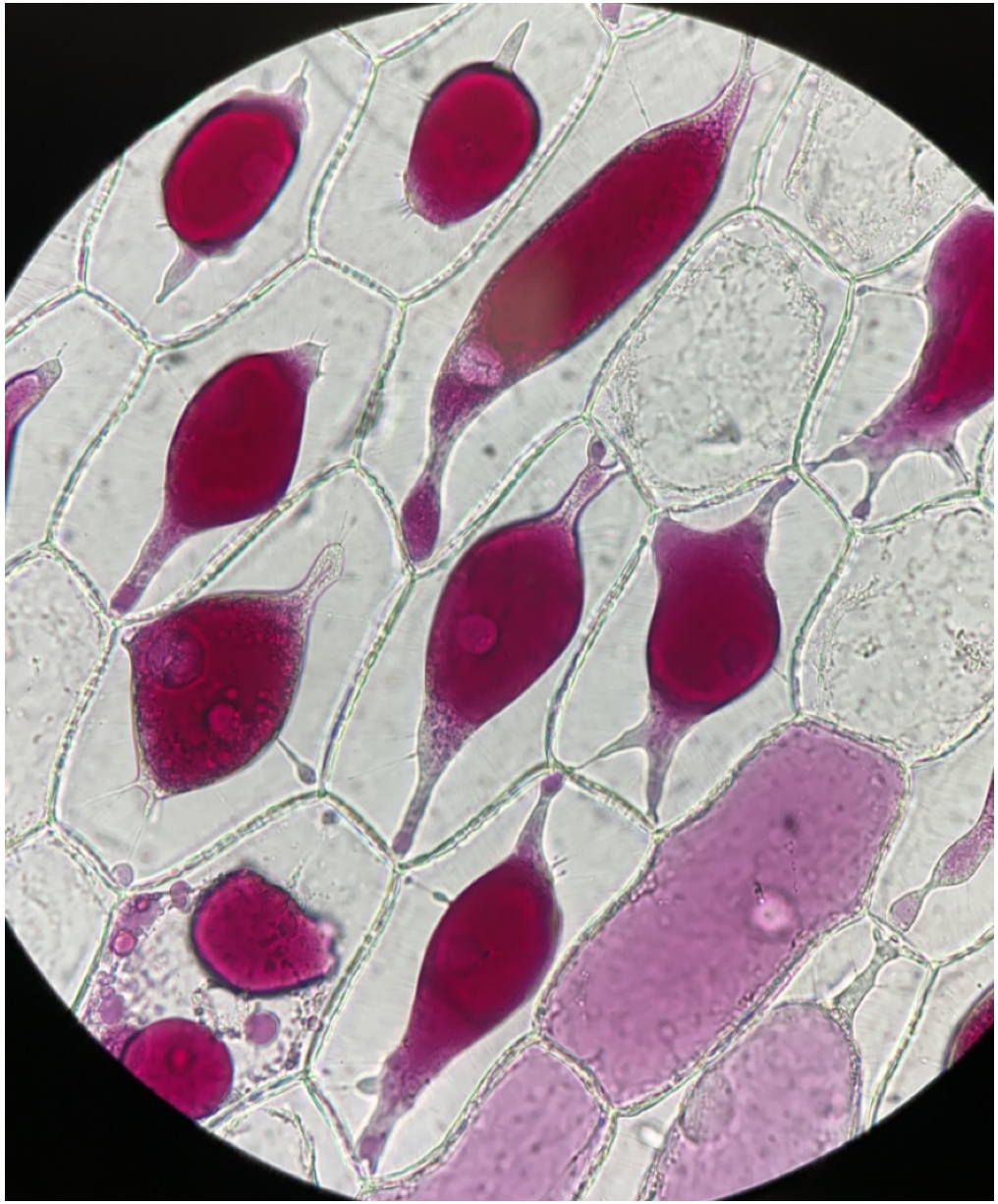


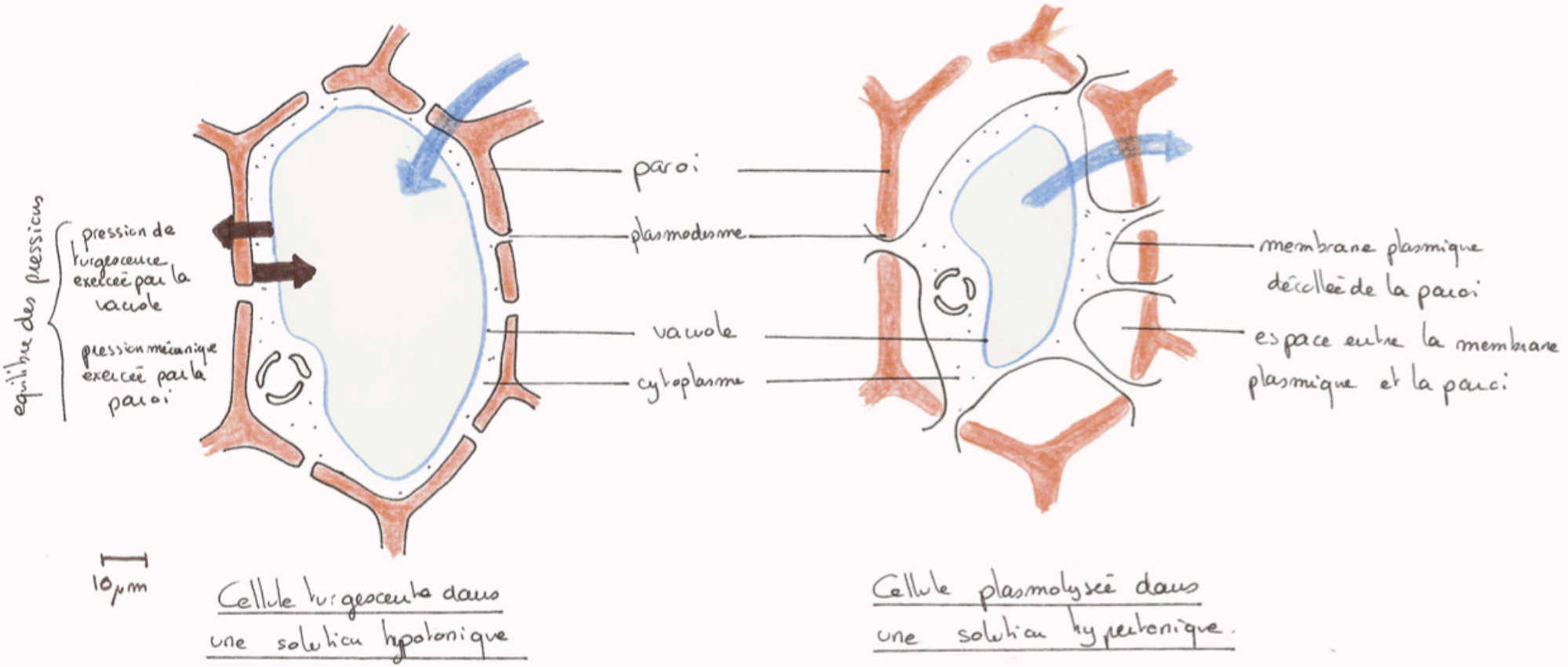




périplasme

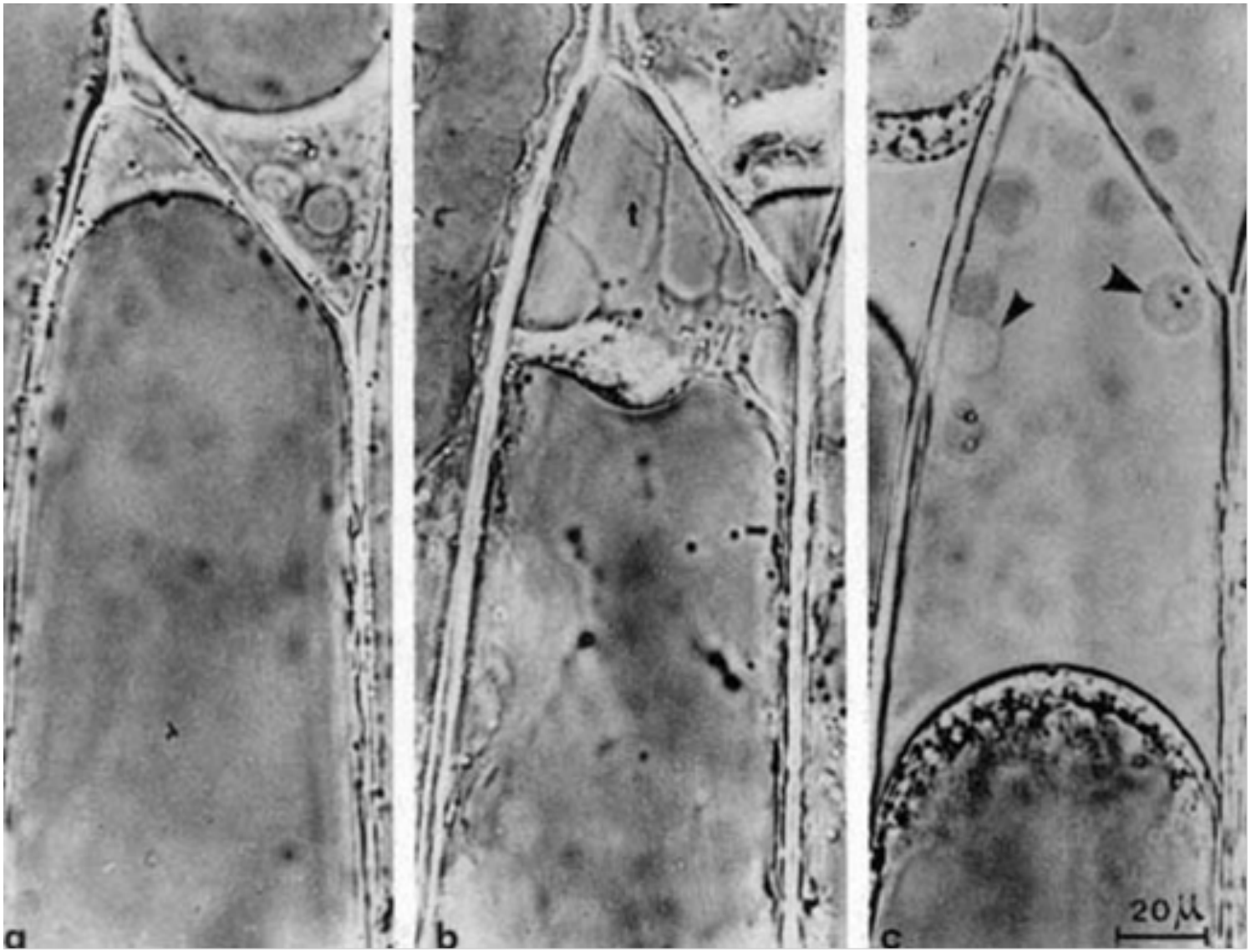
tractus membranaire



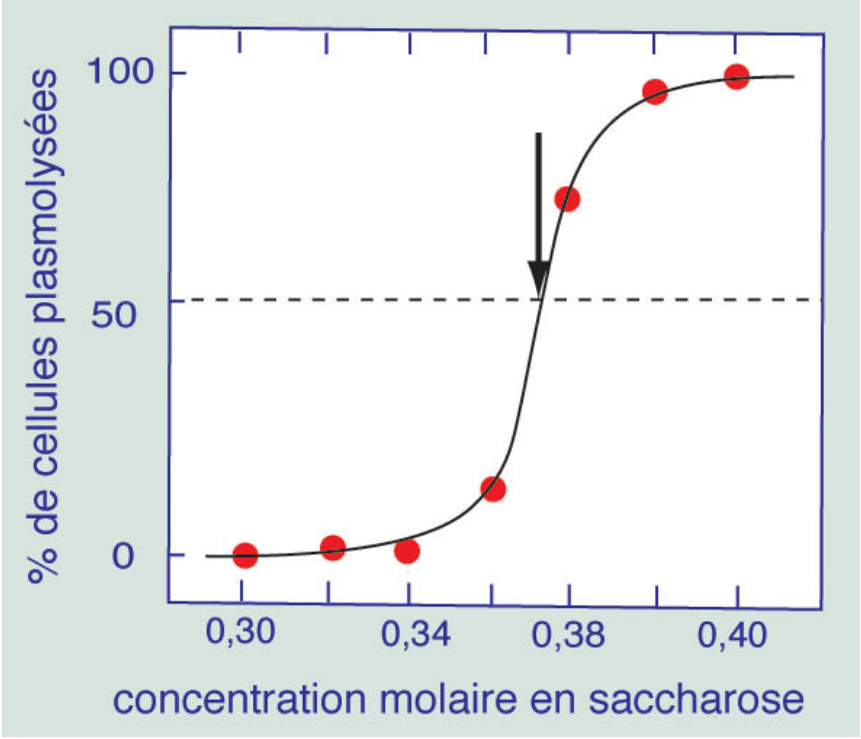


Cellule turgescente dans une solution hypotonique

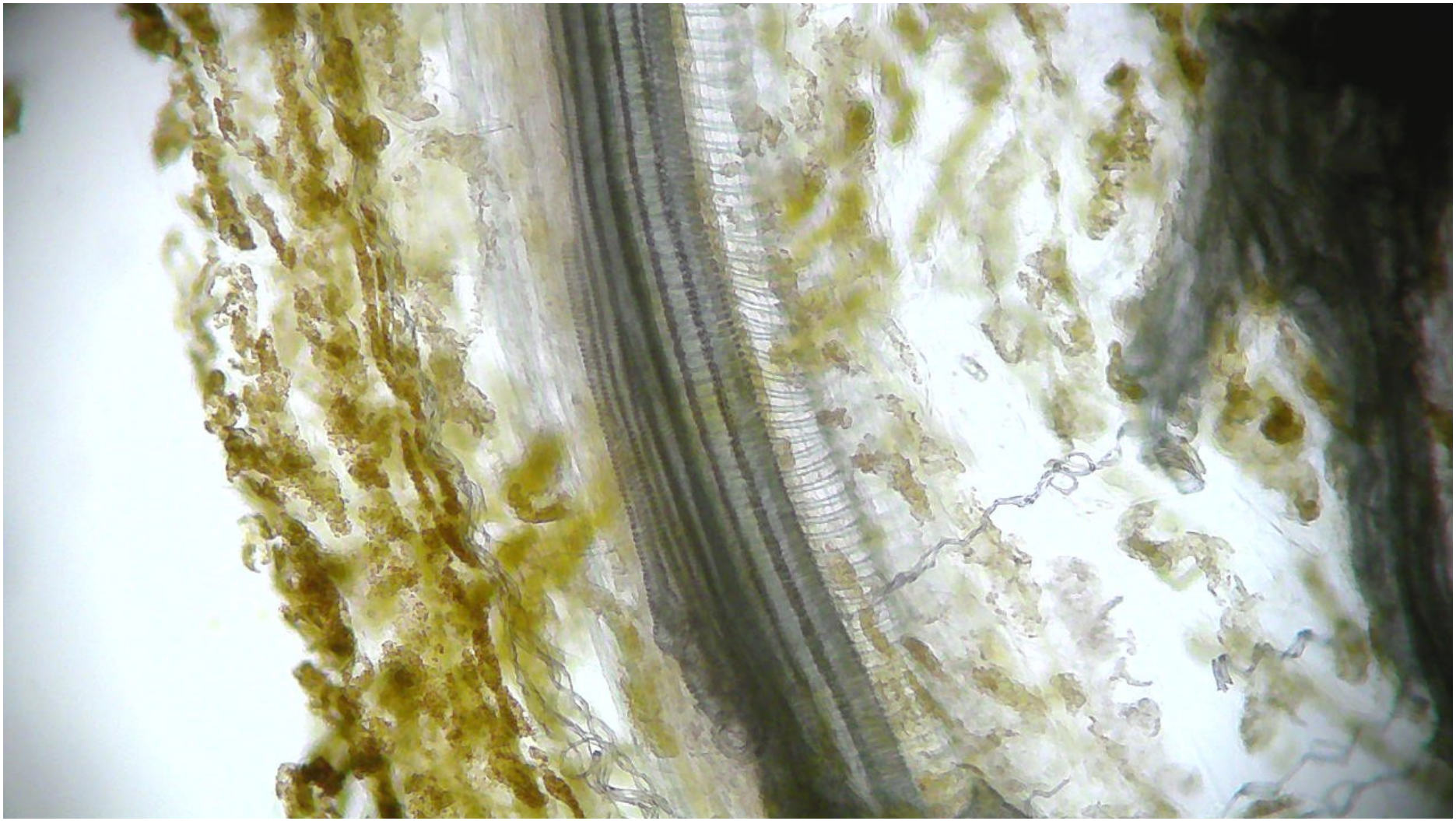
Cellule plasmolysée dans une solution hypertonique.

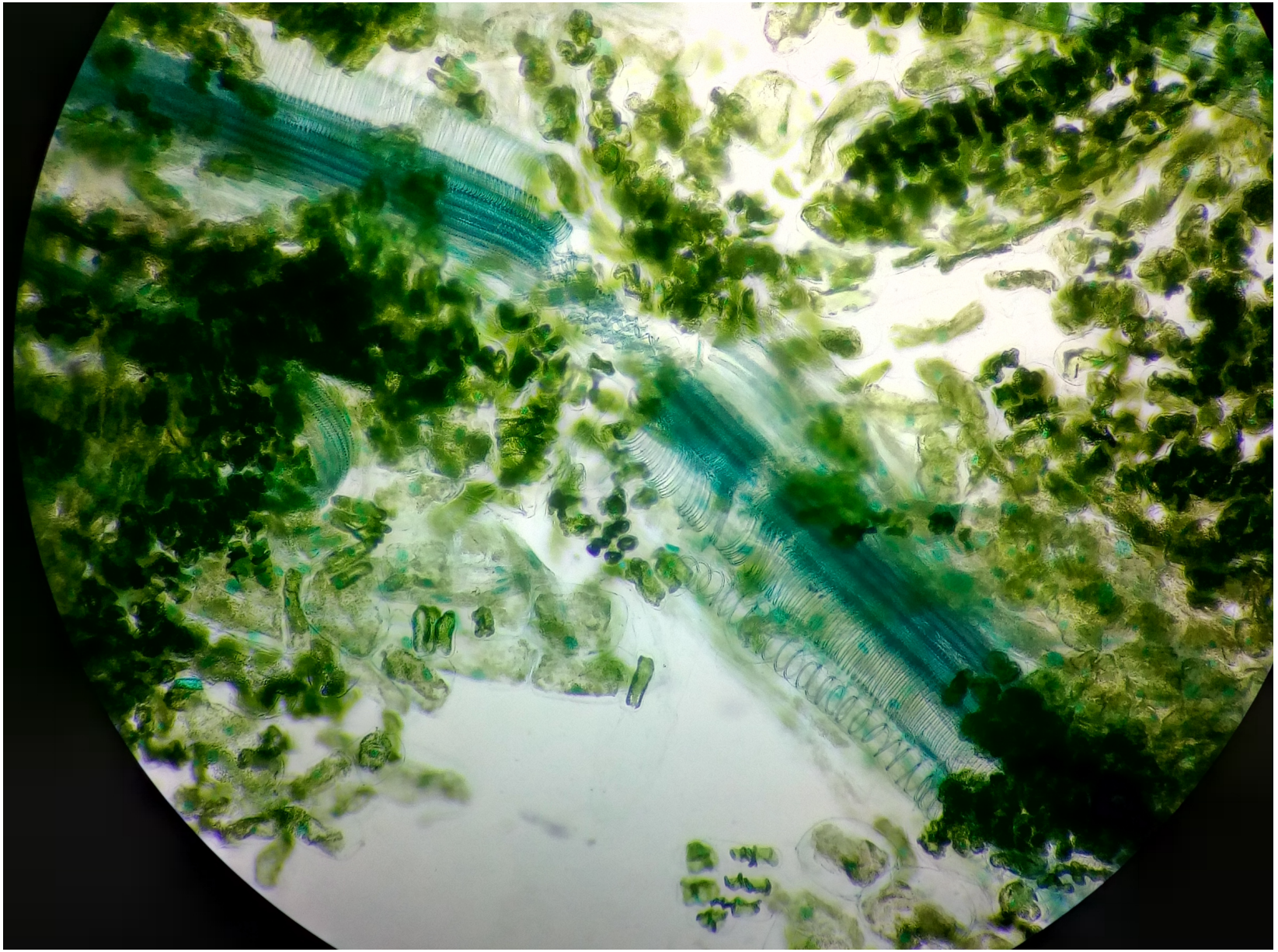

a
b
c
20μ

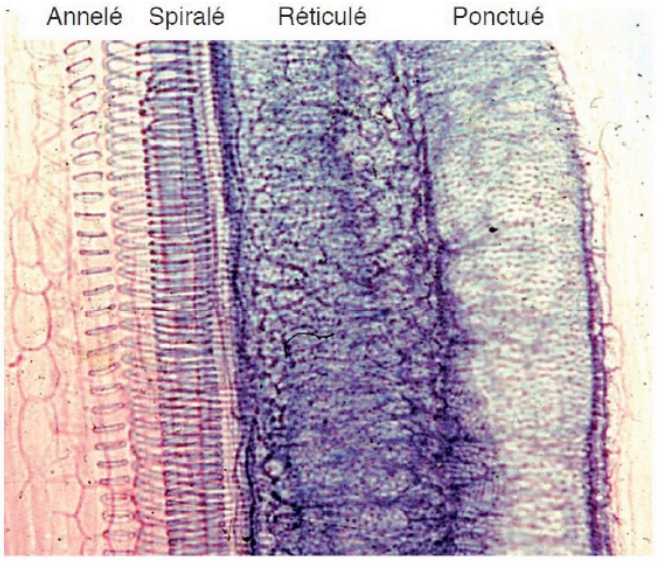
Volume de saccharose 1 mol/l	1	2	3	4	5	6
Volume d'eau	9	8	7	6	5	4
Concentration en saccharose ou en KCl (mol/L)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
Plasmolyse ?						



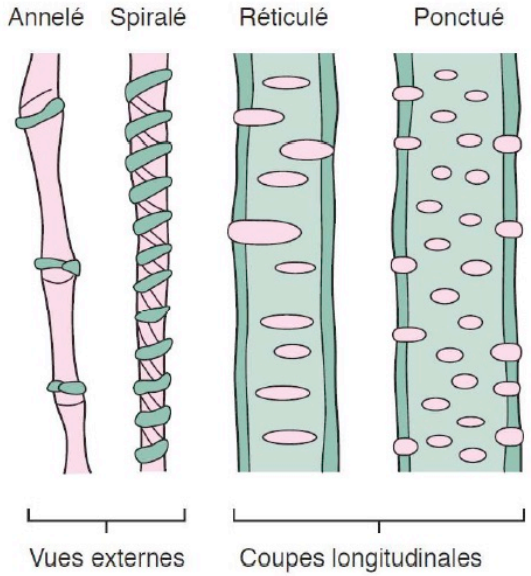
Observation des tissus conducteurs : écrasé de poireau

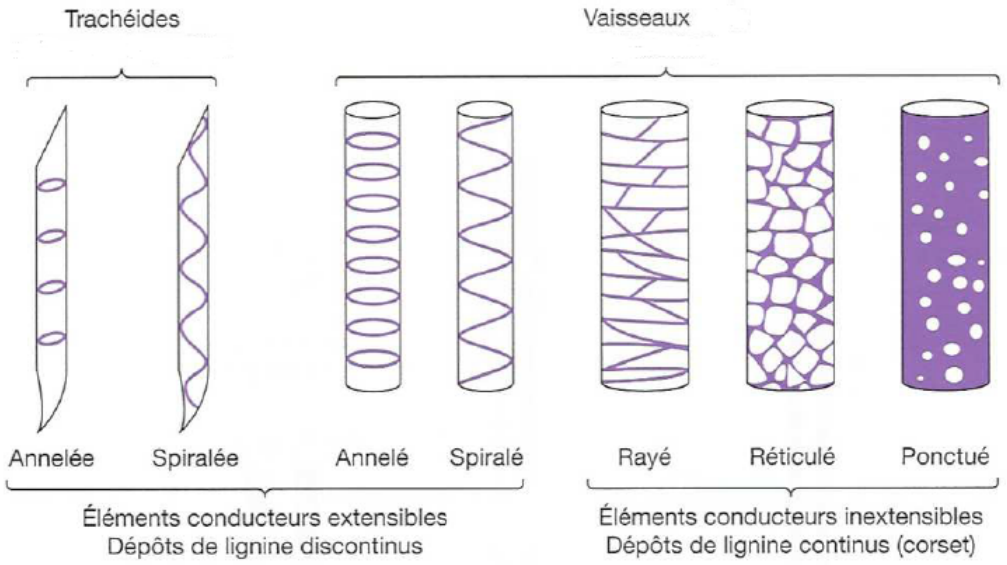


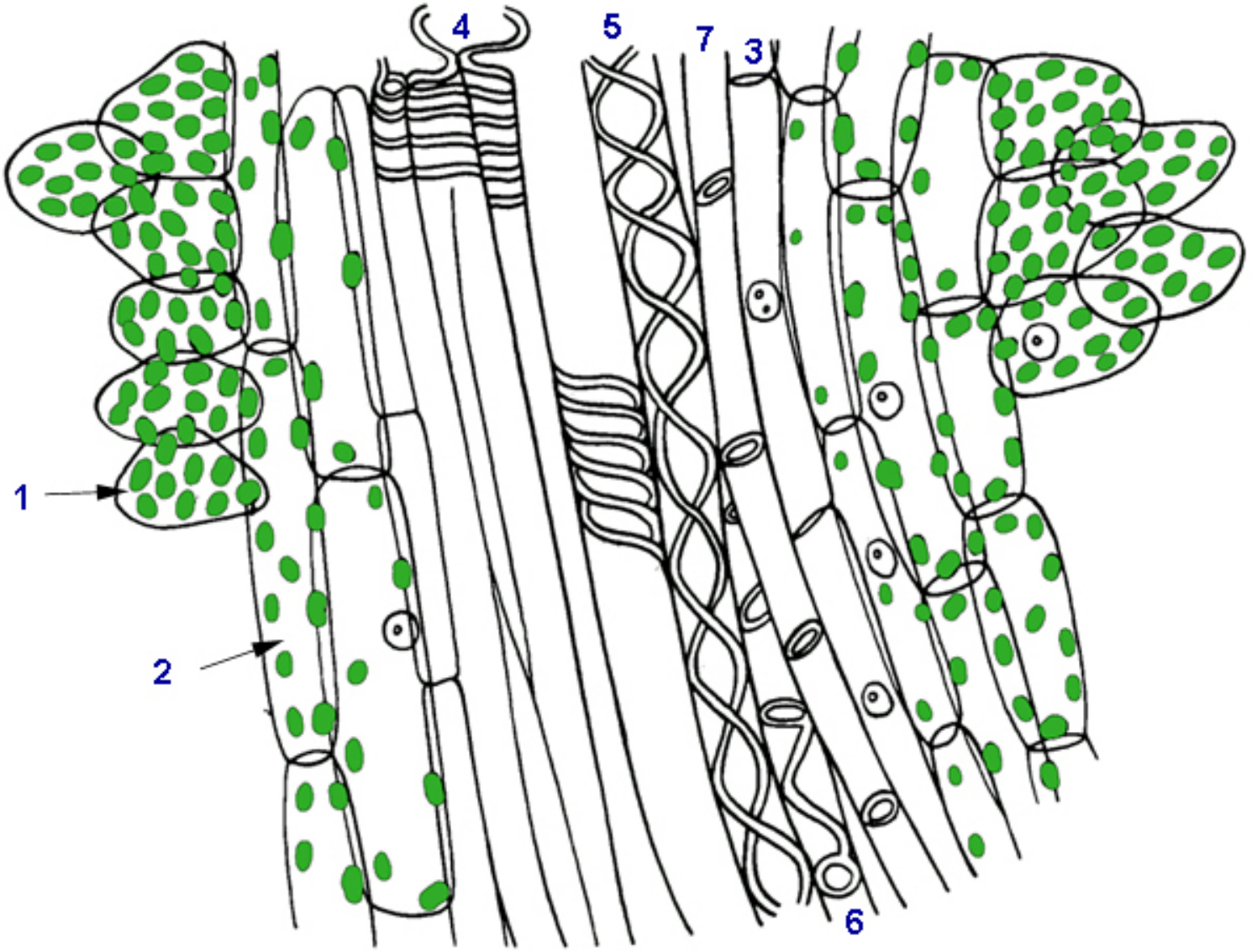


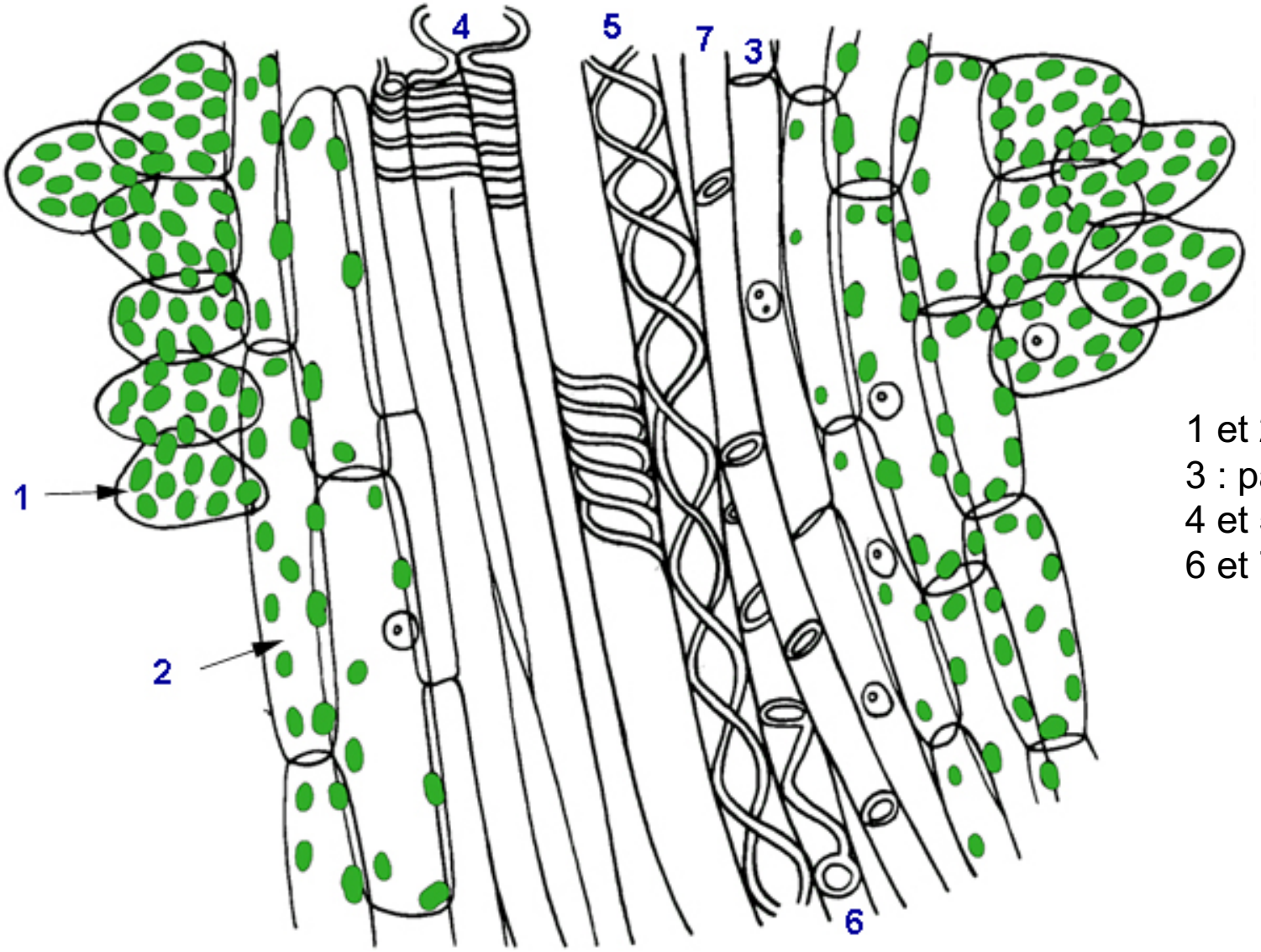


Vaisseaux de tige de courge



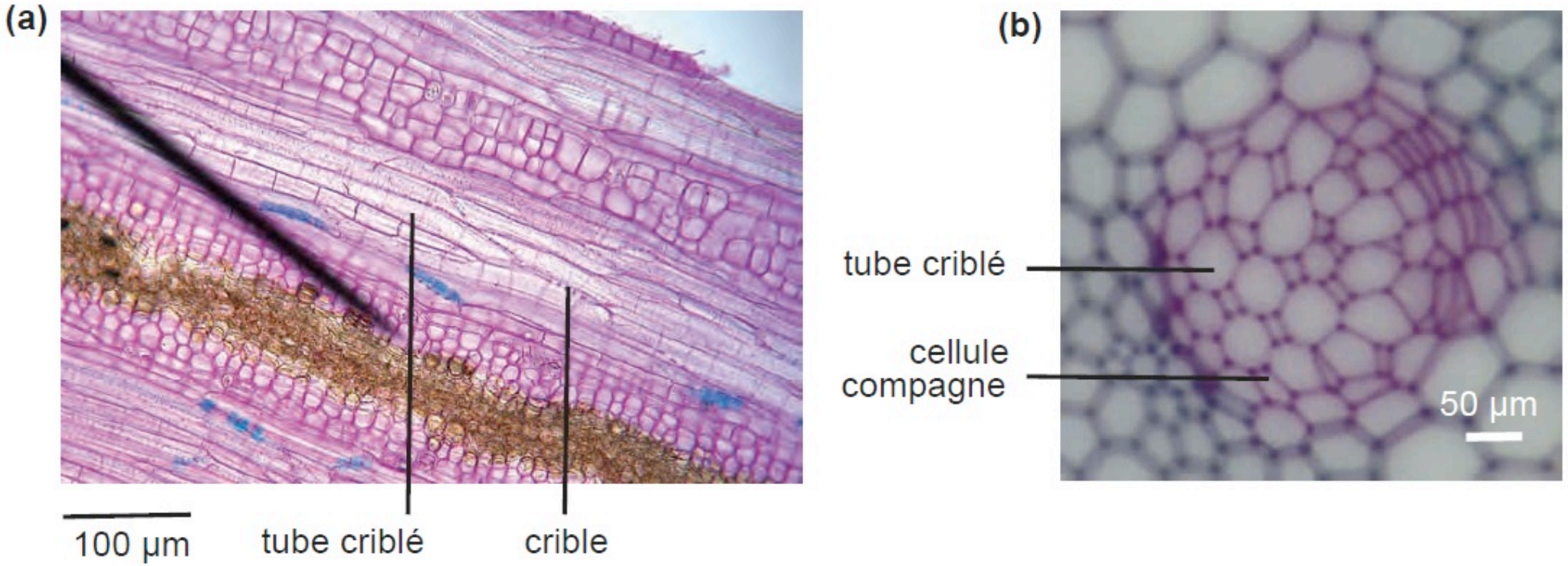



4
5
7
3
1
2
6

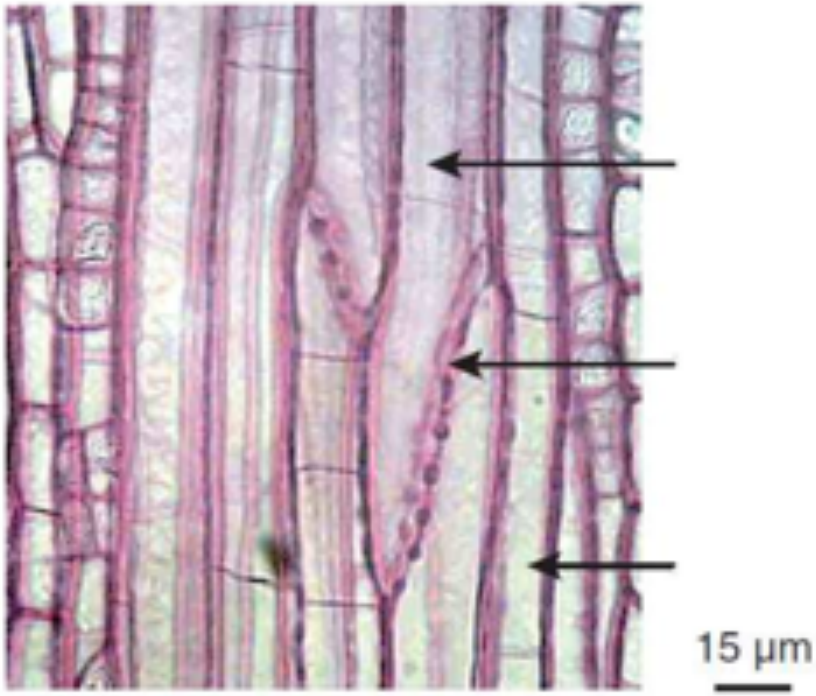


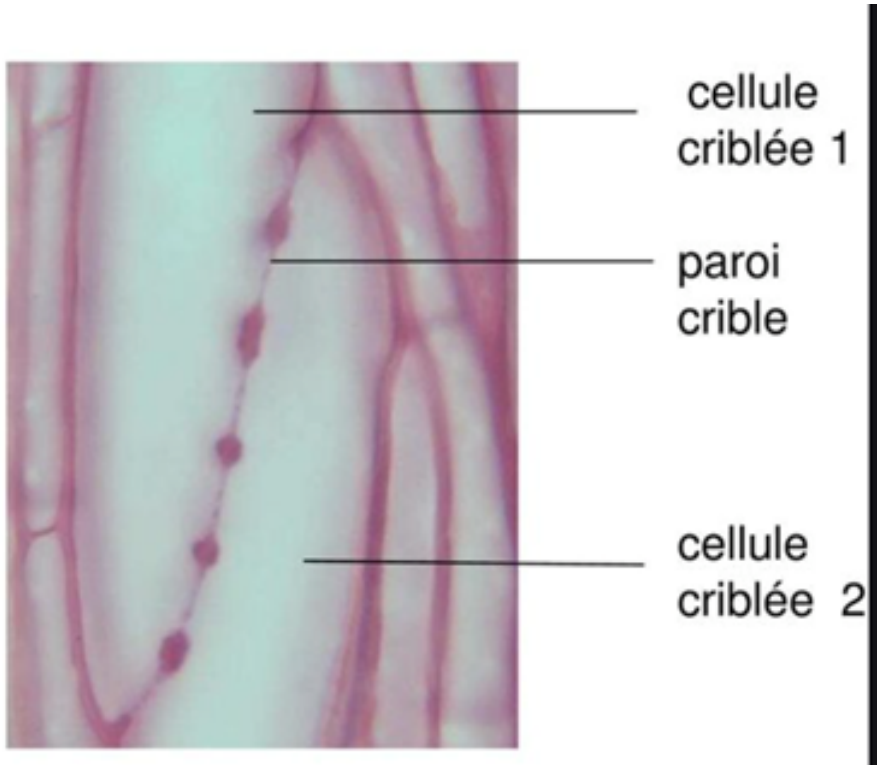
1 et 2 : parenchyme chlorophyllien
3 : parenchyme non chlorophyllien
4 et 5 : trachéides spiralées
6 et 7 : trachéides annelées

Observation des tissus conducteurs : lames commerciales

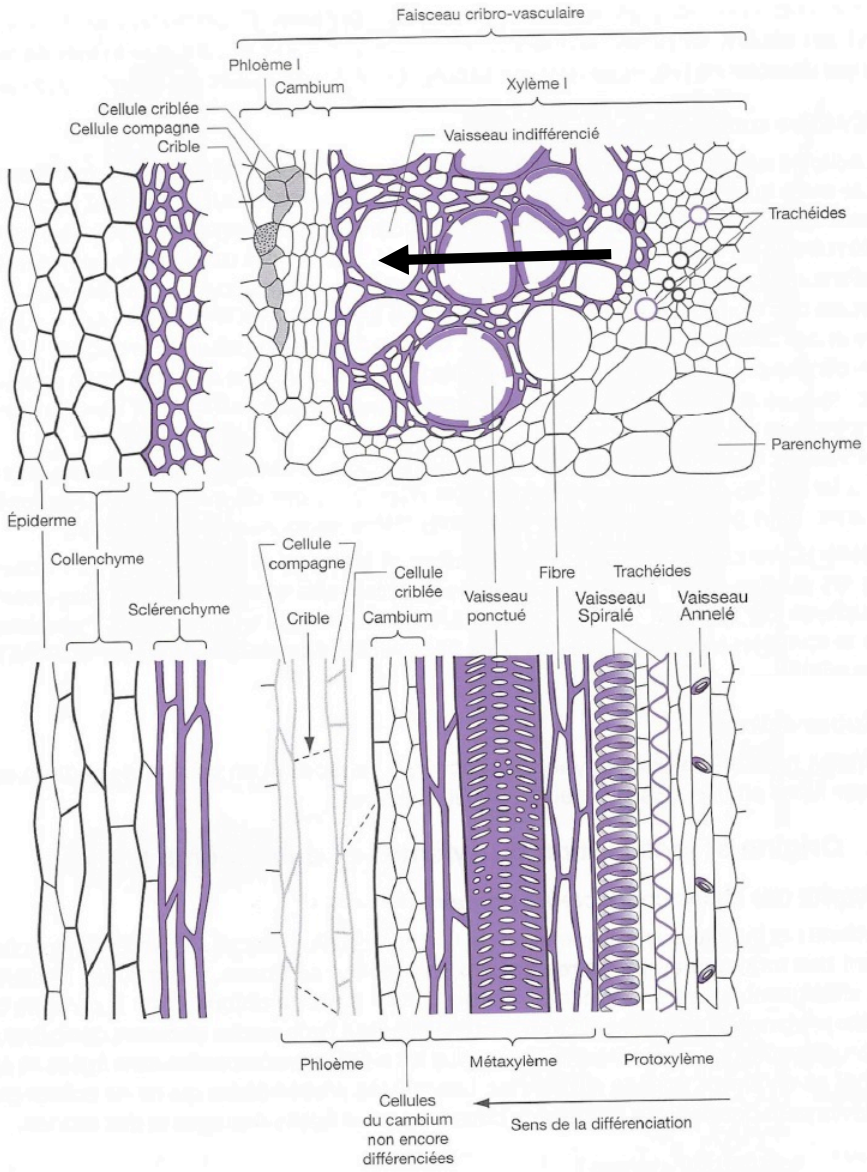


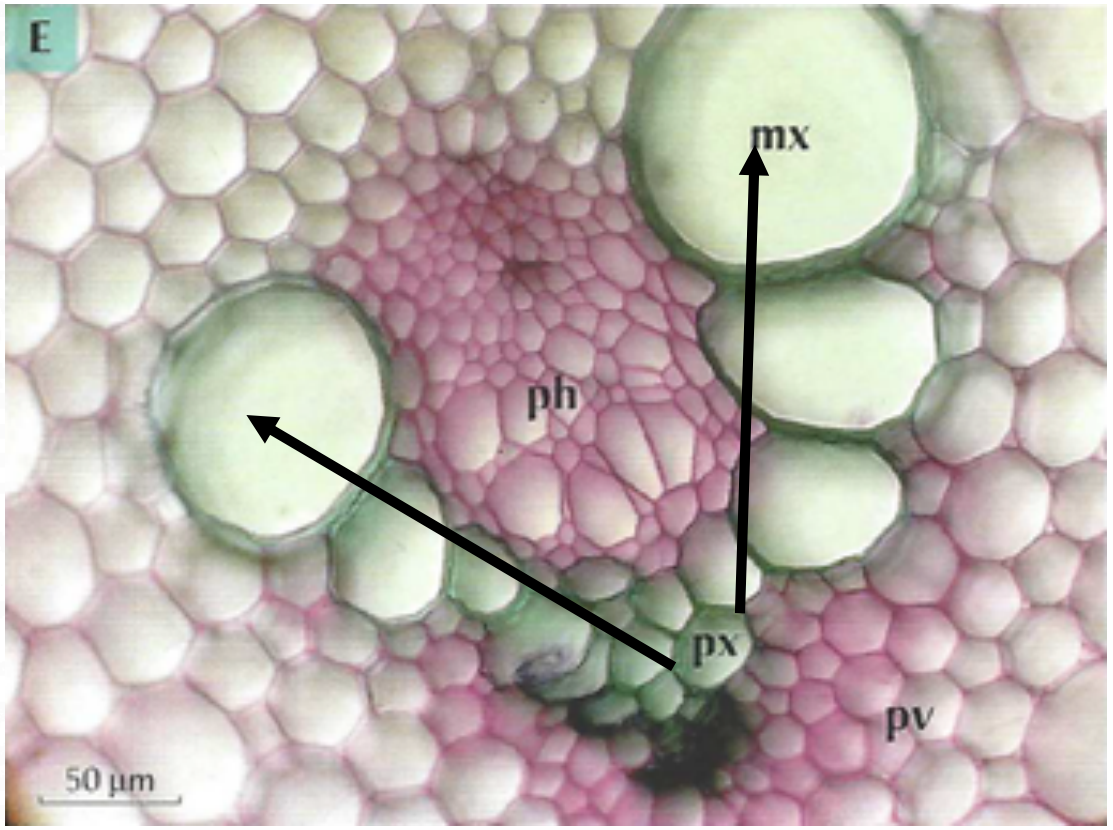
Tubes criblés CL





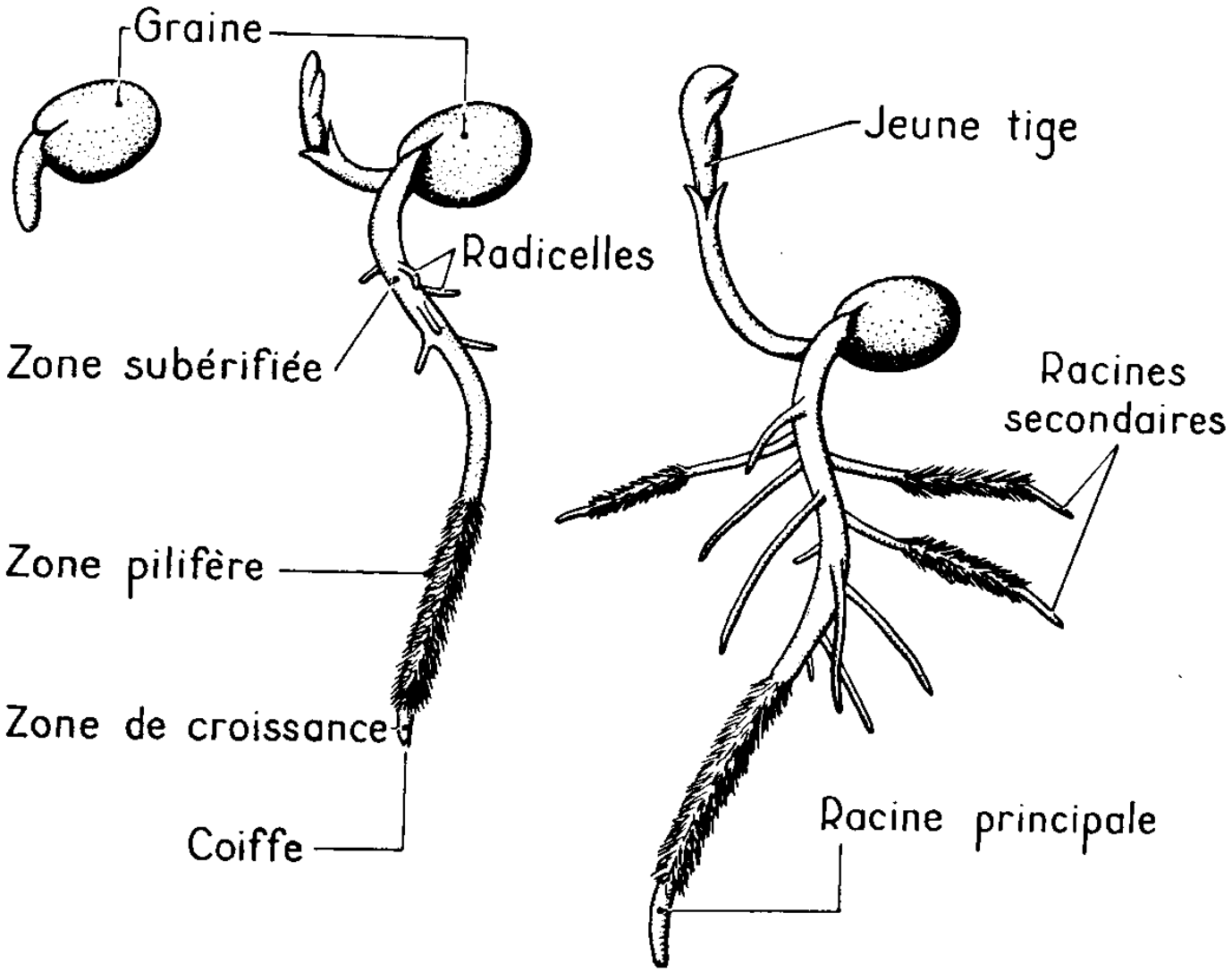
Organisation d'un FCV





Sens de différenciation du xylème

II. Anatomie primaire de la racine : un organe spécialisé dans l'absorption hydrominérale

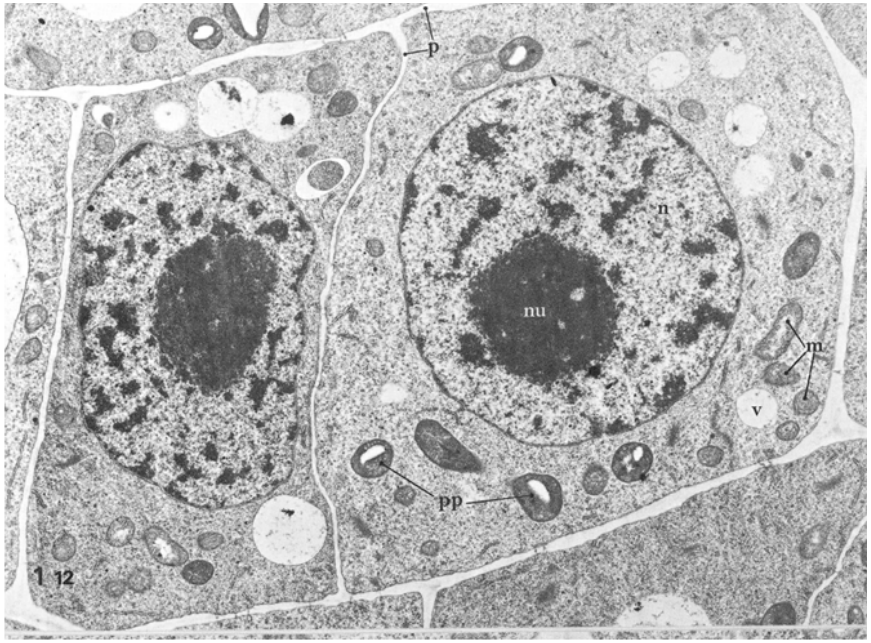


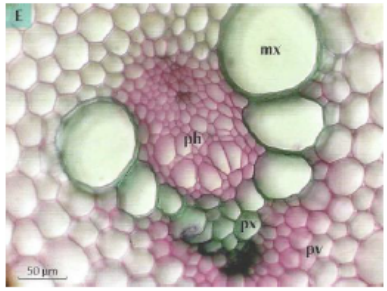
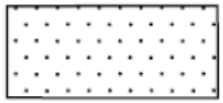
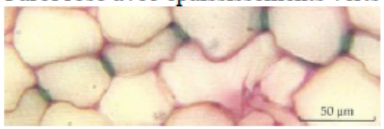
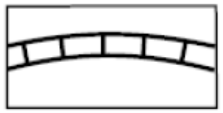
Histologie végétale

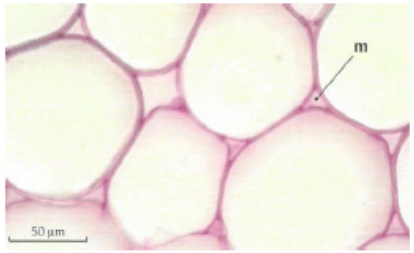
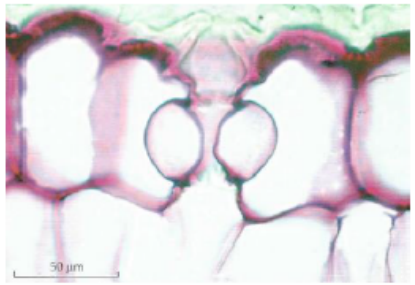
Les **tissus primaires** sont produits par les **méristèmes primaires** localisés à l'extrémité des tiges et racines, les **méristèmes apicaux caulinaires et racinaires**. Les méristèmes primaires assurent la croissance en longueur des organes.
Les méristèmes primaires sont des massifs de petites cellules cubiques, à paroi mince, avec des **proplastes** et de **nombreuses petites vacuoles** => cellule **indifférenciée** à **forte activité mitotique** au rapport nucléocytoplasmique élevé.

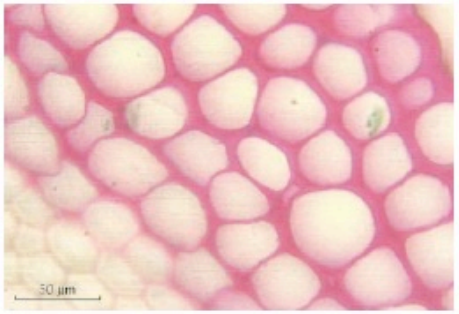
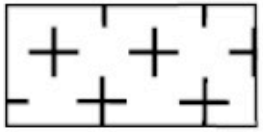
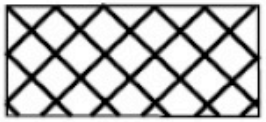
Les tissus primaires sont présents dans tous les organes des mono- et dicotylédones.

Les **tissus secondaires**, produits par les méristèmes secondaires (cambium et phellogène) qui assurent la croissance en épaisseur, seront abordés en BCPST2 ; ils sont uniquement présents chez les dicotylédones.

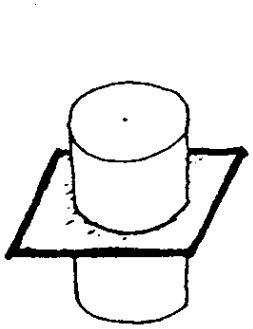


Tissu	Localisation	Caractéristiques structurales	Fonction	Observation en double coloration	Figuré conventionnel
TISSUS CONDUCTEURS					
XYLEME I	Partie médullaire = centrale des organes	**Structures conductrices de la sève brute** : cellules allongées, mortes, à paroi épaissie et lignifiée, communiquant entre elles par des ponctuations : • **Trachéides** dans le **protoxylème** : structures conductrices peu différenciées, à ornementations de lignine **annelées et spiralées** • **Eléments de vaisseaux** dans le **métaxylème** : structures conductrices différenciées, sans paroi transversale (perforation) et à ornementations de lignine spiralées, **rayées, réticulées et ponctuées** **Cellules accompagnatrices de vaisseaux** (CAV) (rôle dans la conduction de la sève) **Cellules parenchymateuses** (parenchyme vasculaire).	Transport de la sève brute	Organisation des tissus conducteurs en **FCV** (faisceau cribro-vasculaire) dans les tiges et feuilles  Proto- (px) et métaxylème (mx) : massif hétérogène, cellules de diamètre variable, paroi épaisse et colorée en vert	métaxylème protoxylème 
PHLOEME I	Partie médullaire = centrale des organes	**Tubes criblés** : cellules vivantes, allongées, à paroi cellulosique peu épaissie ; crible = paroi transversale percée de pores. **Cellules compagnes** : petites cellules accolées aux tubes criblés et communiquant avec par des plasmodesmes (transfert des produits de la photosynthèse dans les tubes) **Cellules parenchymateuses.**	Transport de la sève élaborée	Phloème (ph) : massif de cellules jointives à paroi fine et colorée en rose, proche du xylème I ; dualité de calibre des cellules (tube criblé + cellule compagne accolée) Parenchyme vasculaire (pv) associé au xylème primaire	
TISSU D'INTERFACE					
ENDODERME	Assise la plus profonde du cortex racinaire (aussi présent dans des organes souterrains non racinaires comme les rhizomes)	Assise cellulaire unistratifiée avec une lignification partielle des parois en forme de cadre de Caspary sur les parois transversales (dicotylédones) ou en forme de U sur les parois internes (monocotylédones).	Contrôle du passage de la solution hydrominérale vers le xylème	Paroi rose avec épaississements verts  Endoderme à cadre de Caspary  Endoderme en U	

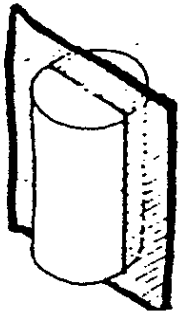
PARENCHYMES					
PARENCHYME CHLOROPHYLLIEN (PALISSADIQUE ET LACUNEUX)	Région corticale des organes aériens verts : tige, feuille, pétiole	Cellules isodiamétriques ou allongées avec une vacuole bien développée et une paroi cellulaire cellulosique, assez fine. Nombreux **chloroplastes.**	Photosynthèse	 Paroi fine, colorée en rose	
PARENCHYME DE RESERVE	Au sein des organes de réserve, souvent des organes souterrains tubérisés (racines)	Cellules isodiamétriques avec une paroi cellulaire, cellulosique, assez fine. Nombreux **amyloplastes (non visibles après traitement à l'hypochlorite)**	Réserve d'amidon		
TISSUS DE REVETEMENT = TISSUS PROTECTEURS					
EPIDERME	Revêtement des organes aériens	Tissu unistratifié composé de **cellules épidermiques** et de **stomates** et de leurs cellules de garde. Tissu pouvant être recouvert d'une **cuticule** hydrophobe. Parfois présence de cellules sécrétrices, de trichomes (= poils).	Protection mécanique et hydrique, échanges gazeux	 La cuticule apparaît en vert-jaune	 Ou 
RHIZODERME	Revêtement des racines dans la zone pilifère	Tissu unistratifié composé de **cellules épidermiques** et de **poils absorbants**.	Protection, absorption racinaire		

TISSUS DE SOUTIEN					
COLLENCHYME	Région corticale des organes aériens	Cellules vivantes à paroi cellulosique épaissie.	Soutien et souplesse des parties aériennes des jeunes organes	 Paroi épaisse, colorée en rose	
SCLERENCHYME	Situé plus en profondeur des organes aériens, souvent associé aux tissus conducteurs	Cellules mortes à paroi lignifiée épaissie. Certaines cellules très allongées forment des fibres.	Soutien et rigidité des parties aériennes	 Paroi épaisse, colorée en vert	

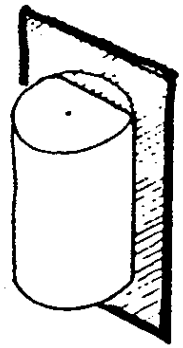
Coupes d'histologie végétale



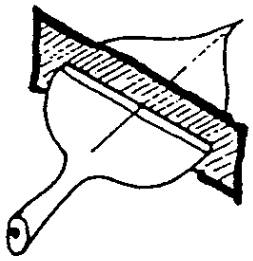
coupe transversale



coupe longitudinale radiale



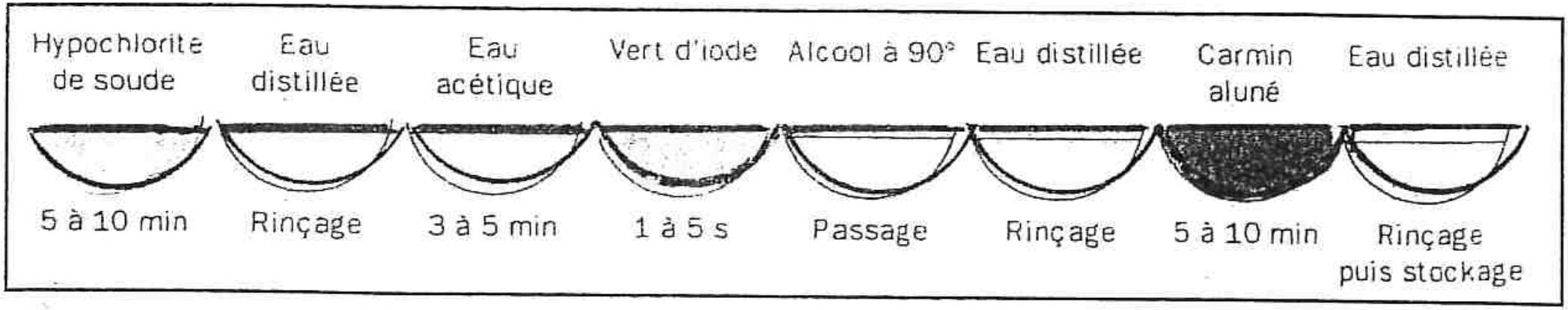
coupelongitudinale tangentielle



coupe transversale de limbe foliaire

Double coloration

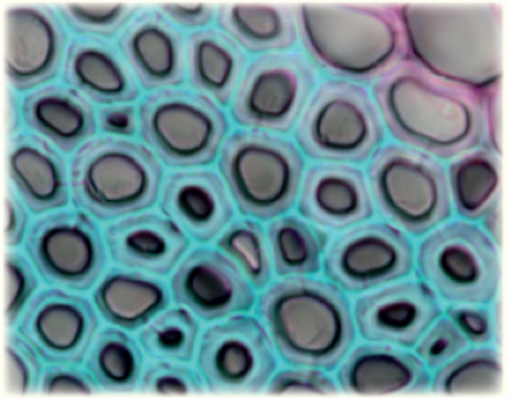
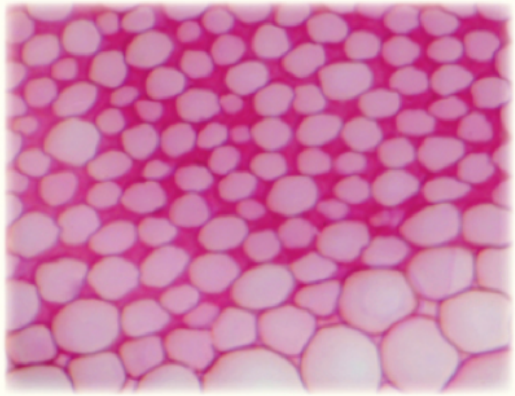
= eau de Javel



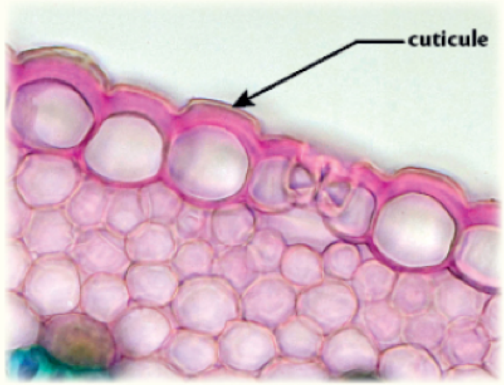
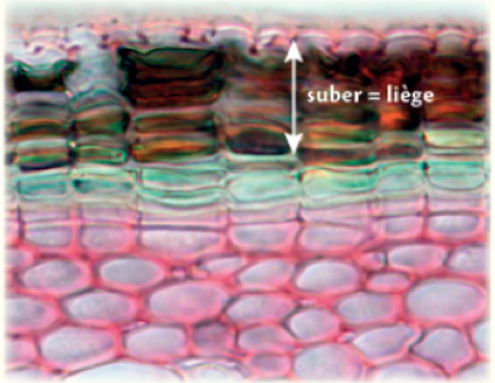
Vidage du contenu cellulaire

Préparation à la coloration (mordant)

Fixation de la coloration

LIGNIFICATION	ÉPAISSISSEMENT
	
Imprégnation de **lignine**, polymère hydrophobe de haut poids moléculaire, incrusté dans le maillage de cellulose. ➡ **Rigidification**	Epaississement **pecto-cellulosique** non uniforme (ici dans les angles ➙ collenchyme angulaire) ➡ **Rigidification**

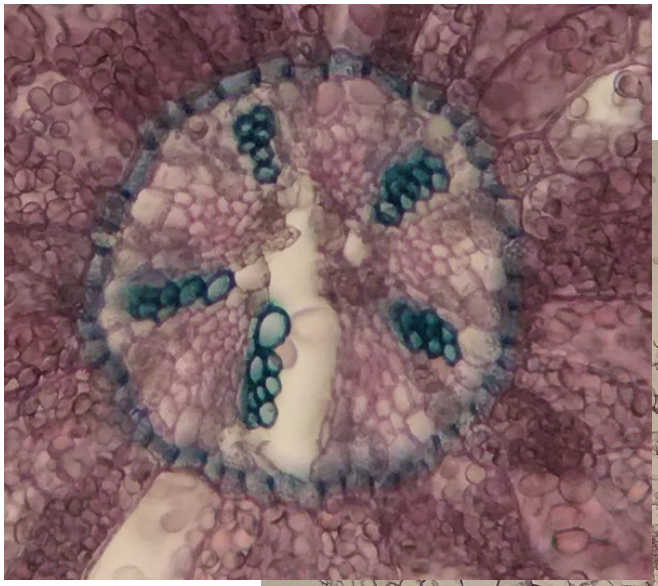
La double coloration met en évidence les différentes modifications biochimiques des parois

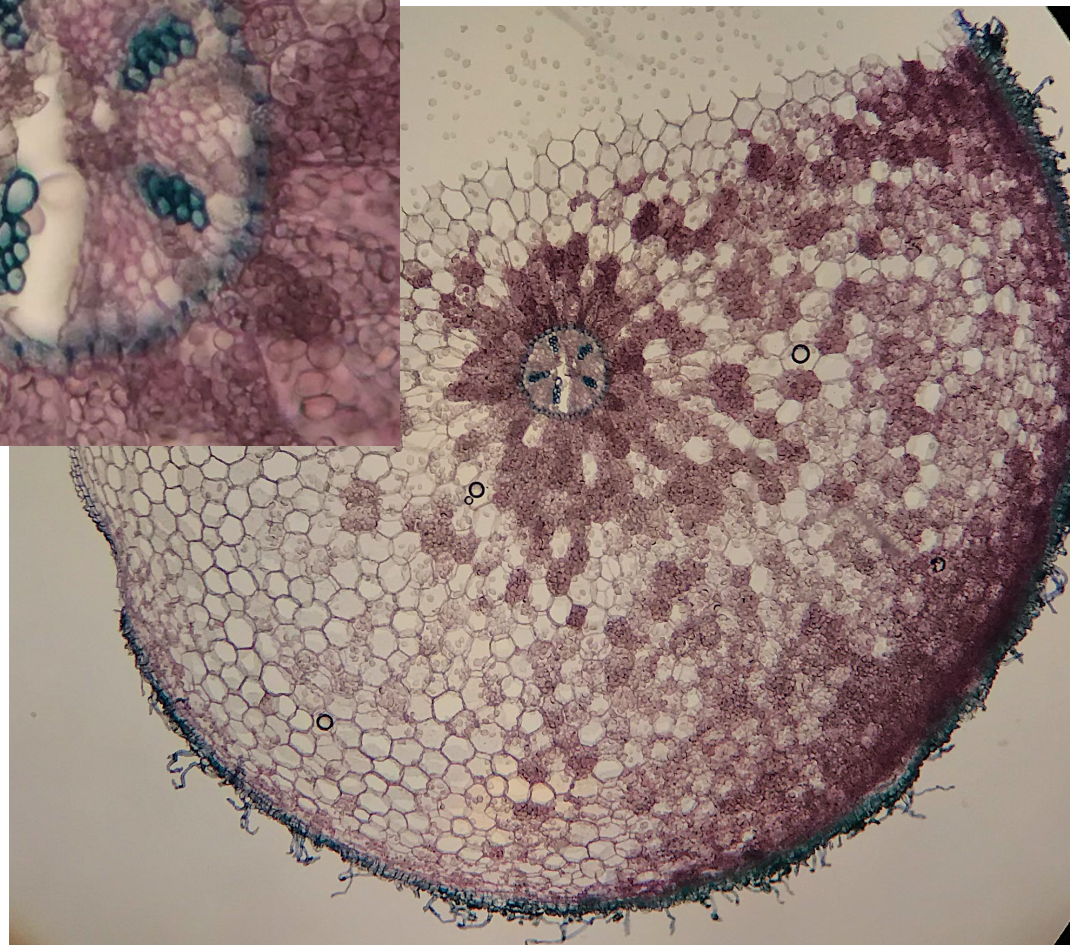
CUTINISATION	SUBÉRIFICATION
	
Mise en place de la cuticule en **cutine** hydrophobe par adcrustation côté externe. ➡ **Imperméabilisation**	Mise en place de lamelles de **subérine** hydrophobe par adcrustation, entre parois primaire et secondaire. ➡ **Imperméabilisation**

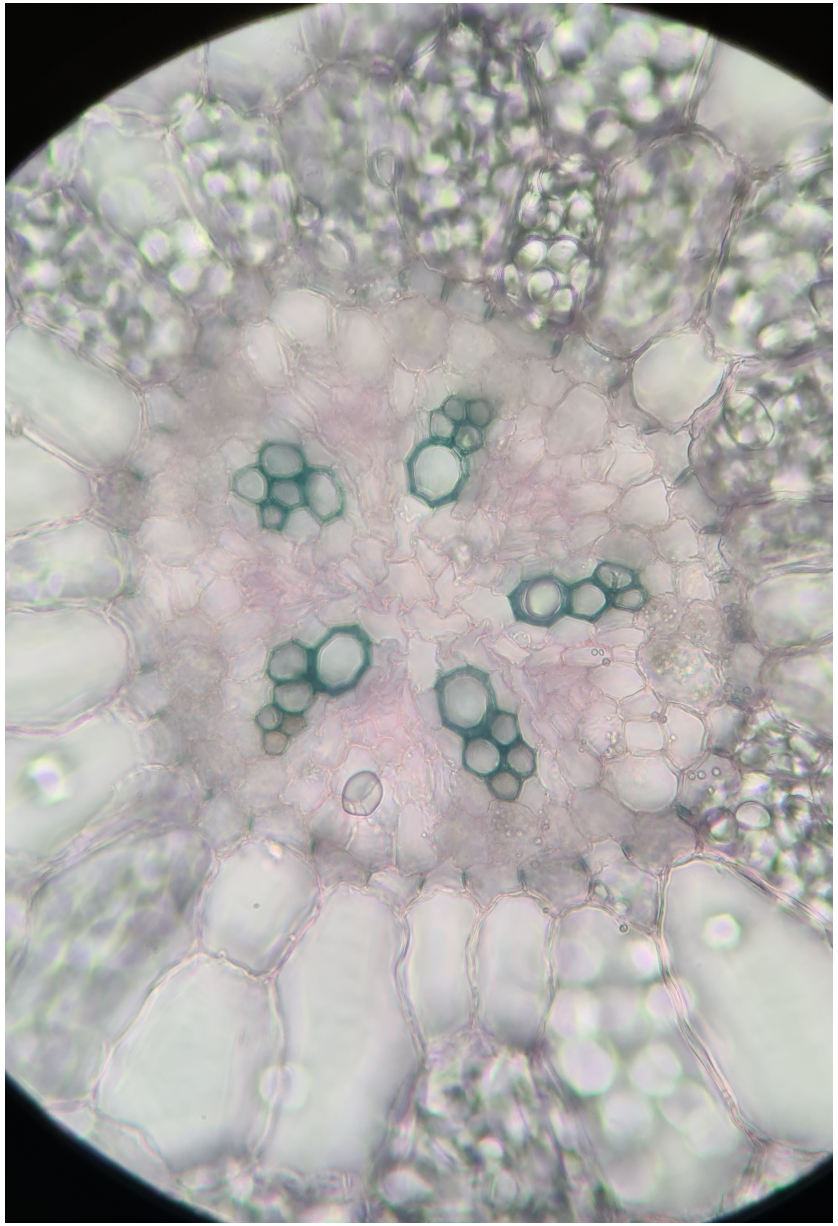
<u>Colorations obtenues avec le carmin-vert d'iode :</u>

- en **rouge-rose** : les tissus cellulosiques
- en **vert** : les tissus lignifiés (lignine : polymère d'alcools aromatiques)
- en **vert-jaune** : les tissus cutinisés (cutine : longues chaînes hydrophobes de nature lipidique)
- en **vert-marron** : les tissus subérifiés (subérine : polymère d'acides gras et d'alcools à très longes chaînes, de cires et de composés phénoliques)

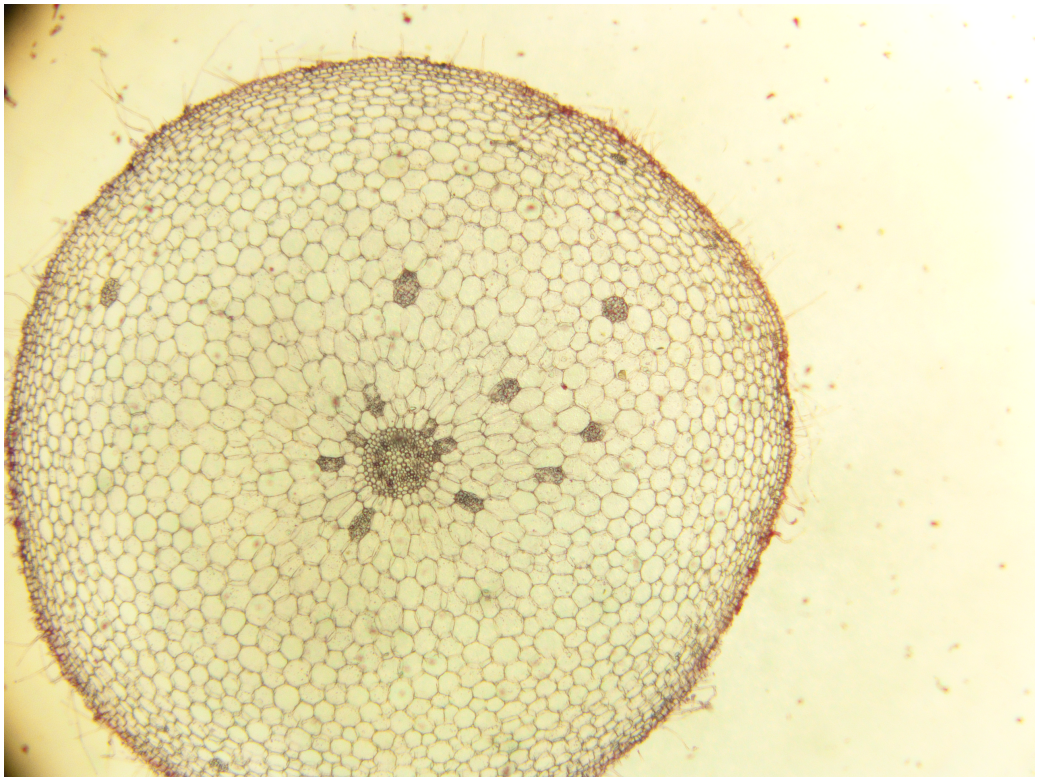
CT réalisée à la main et colorée au carmino-vert

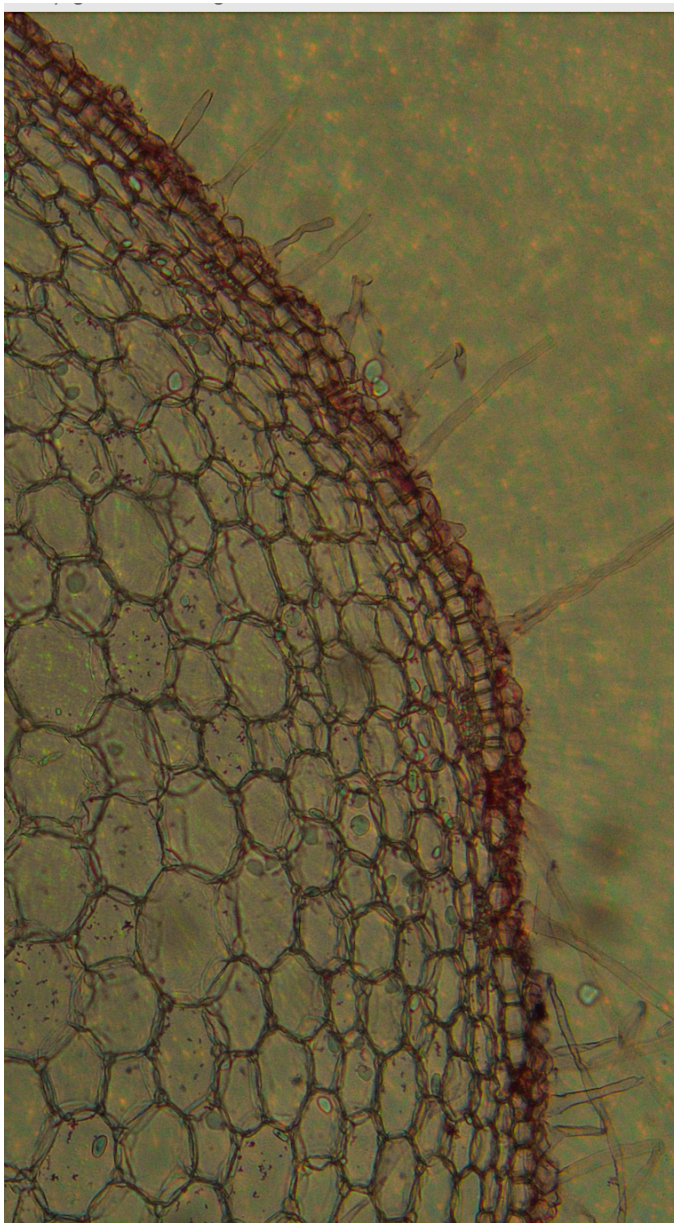






Poils absorbants sur CT racine de Ficaire





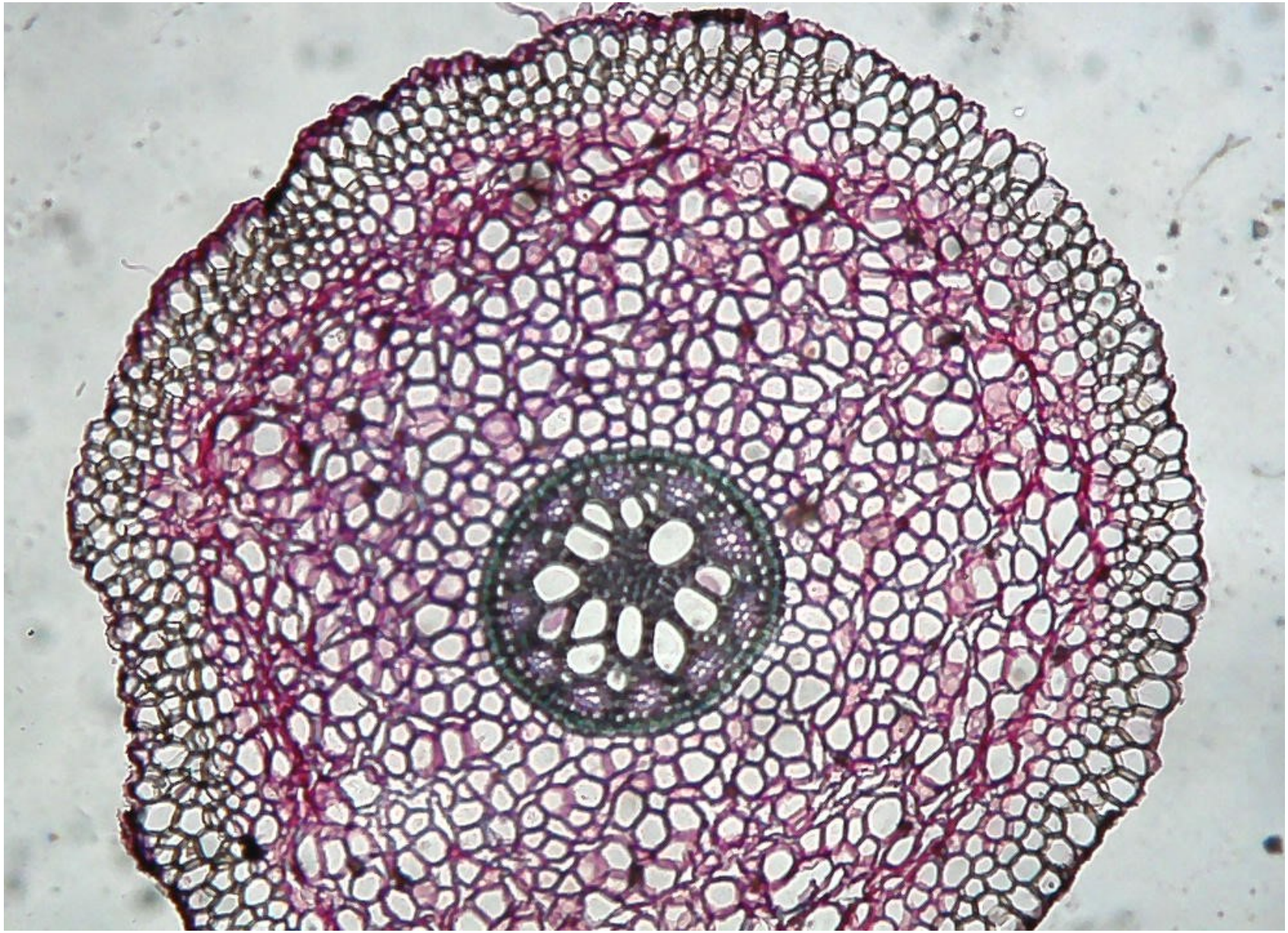
Poils absorbants CT



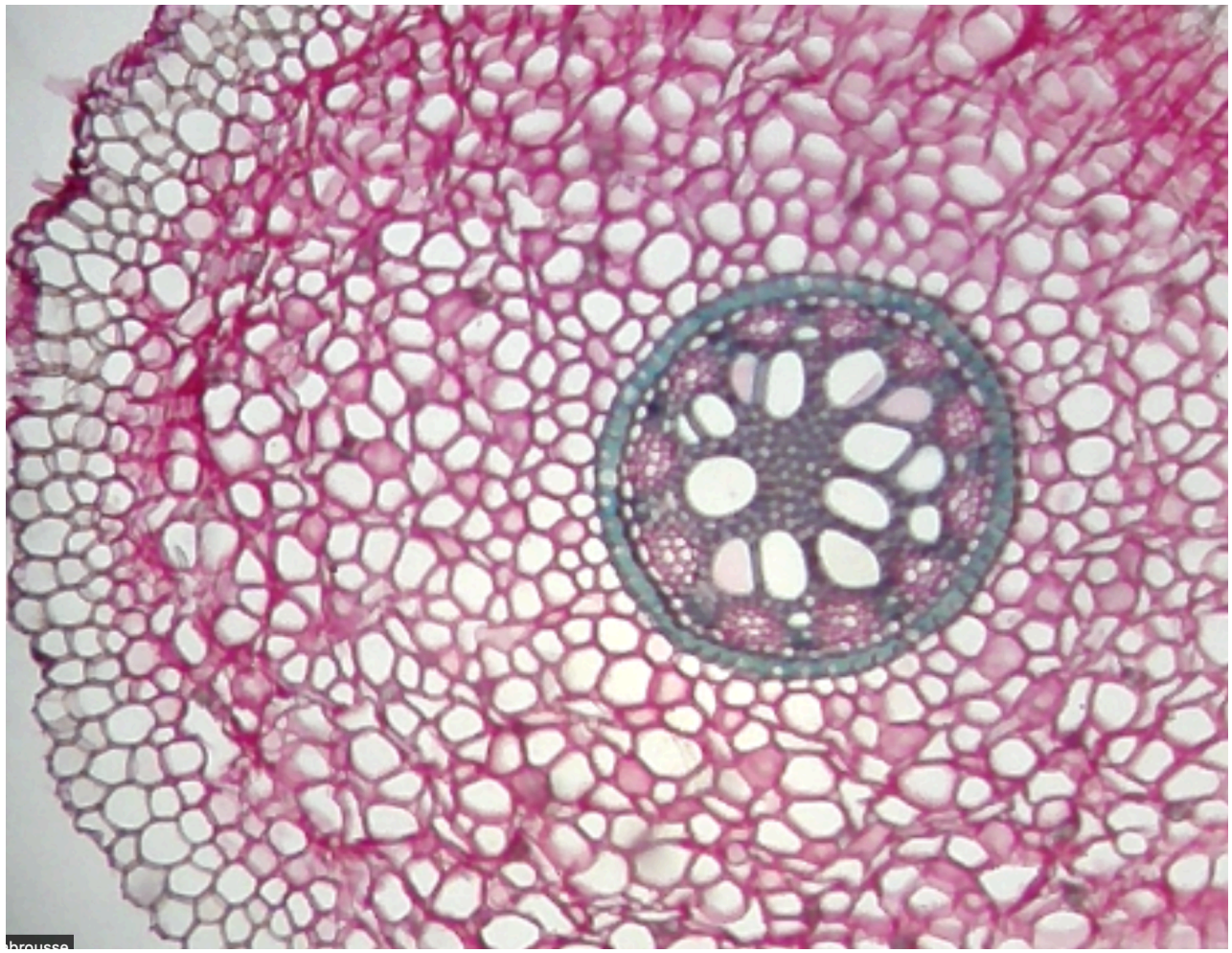
Poils absorbants CT



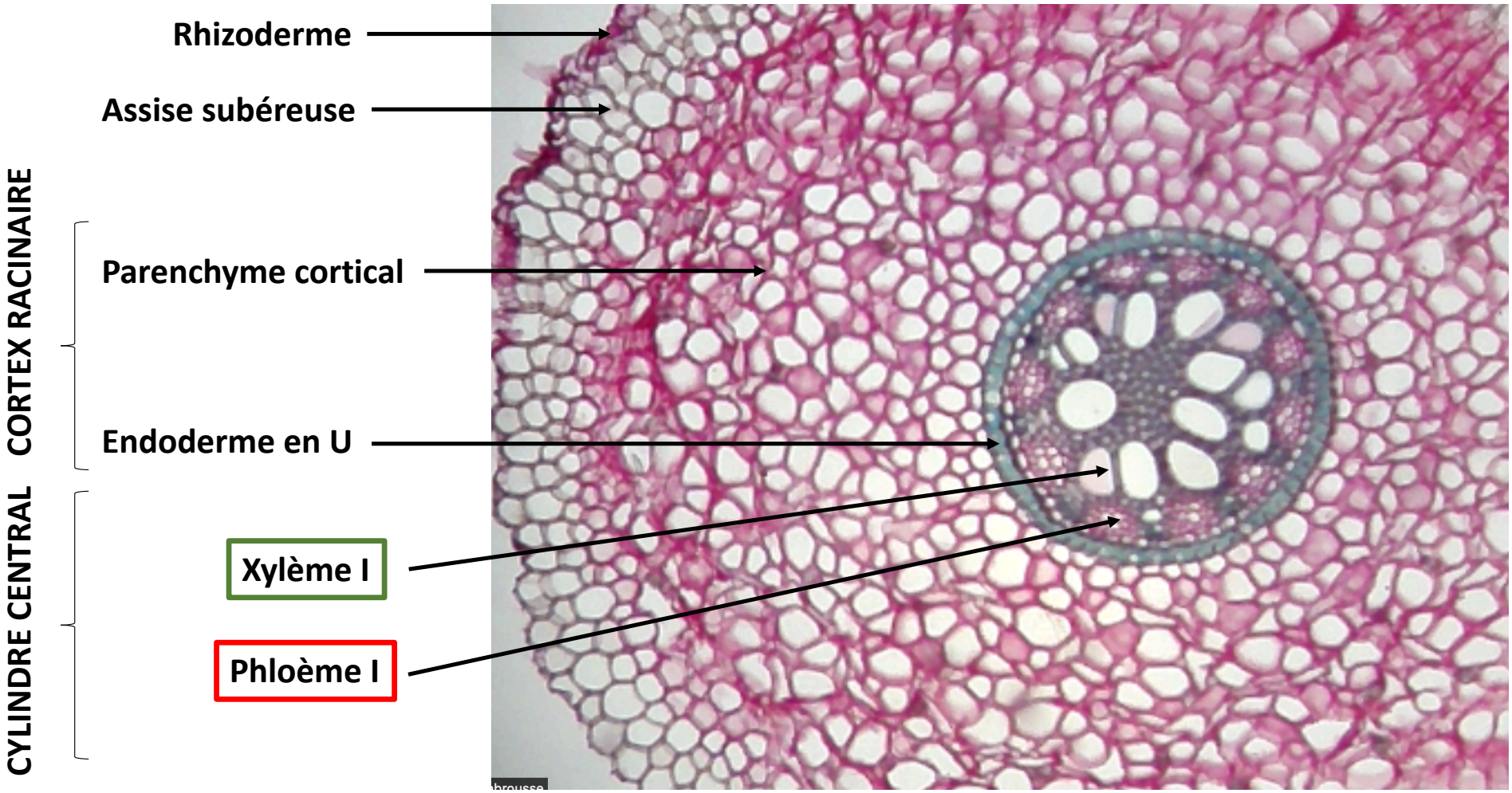
CT racine Iris



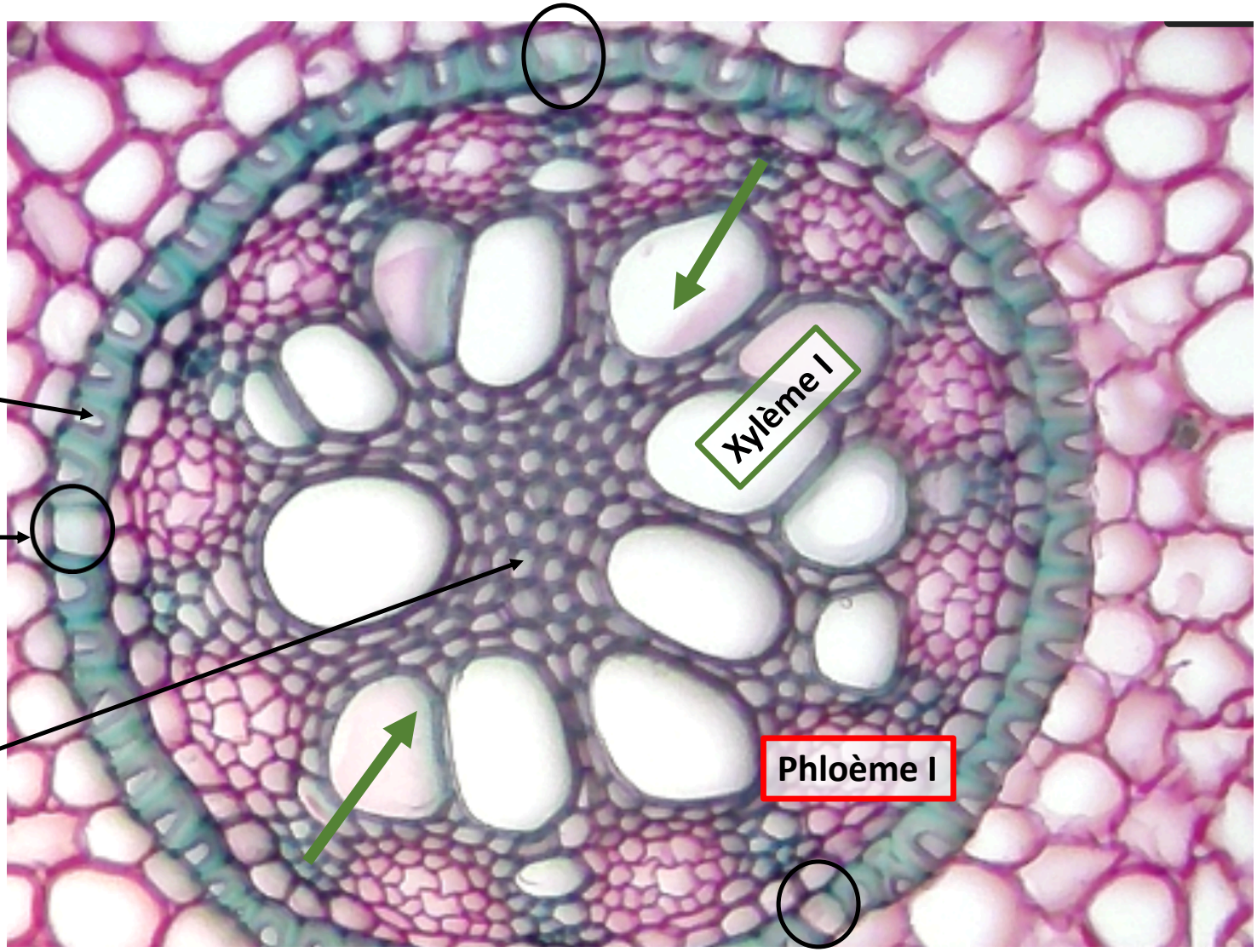
CT racine Iris



CT racine Iris



CT racine Iris



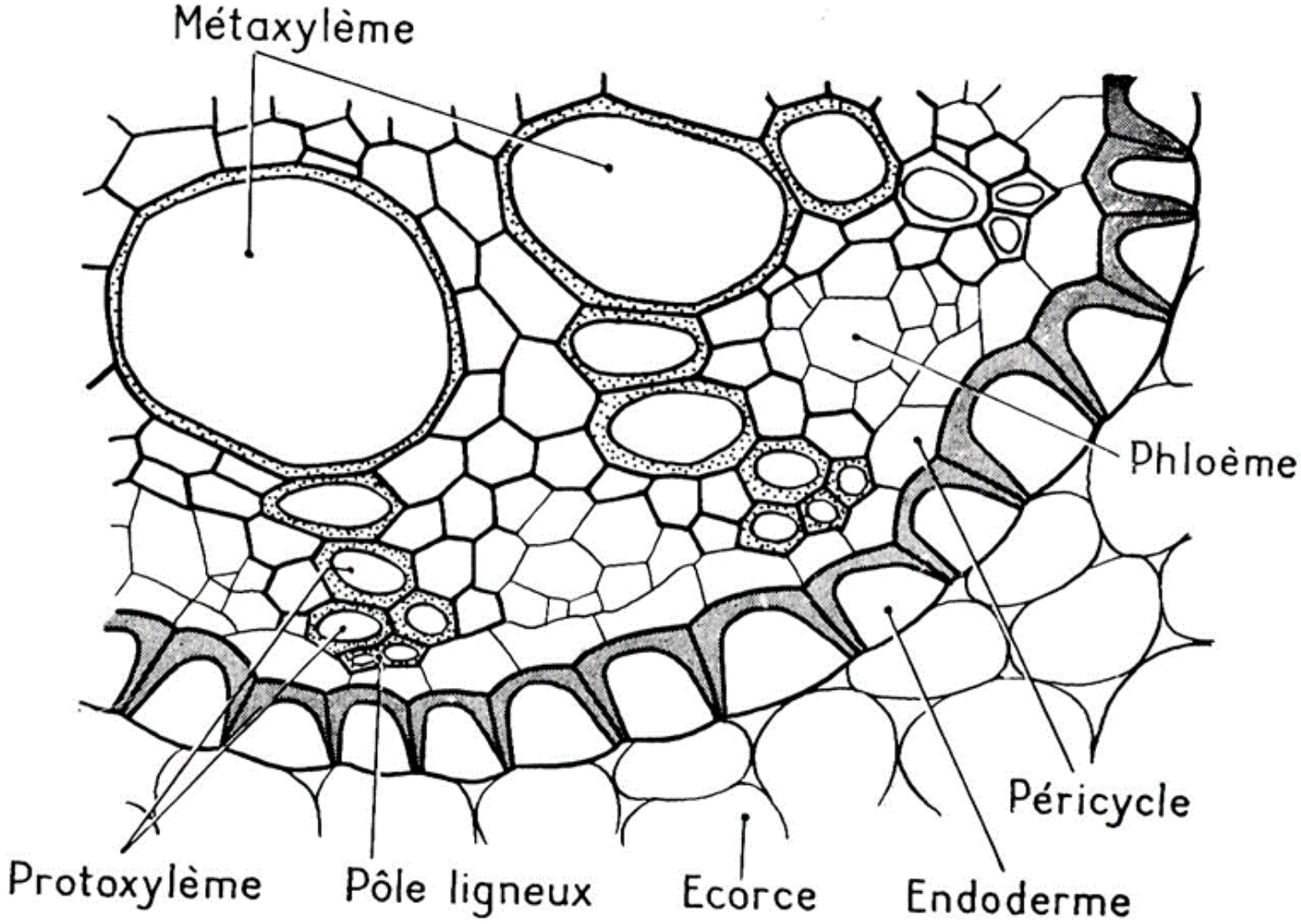
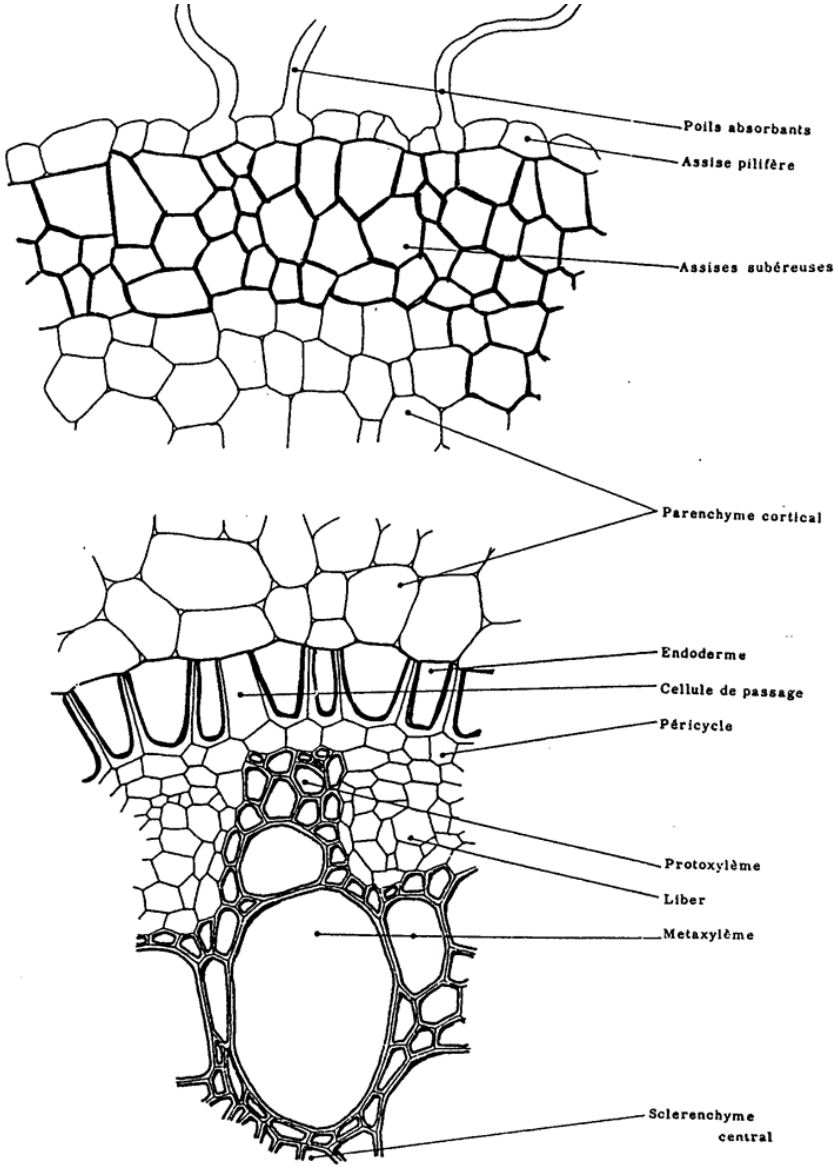
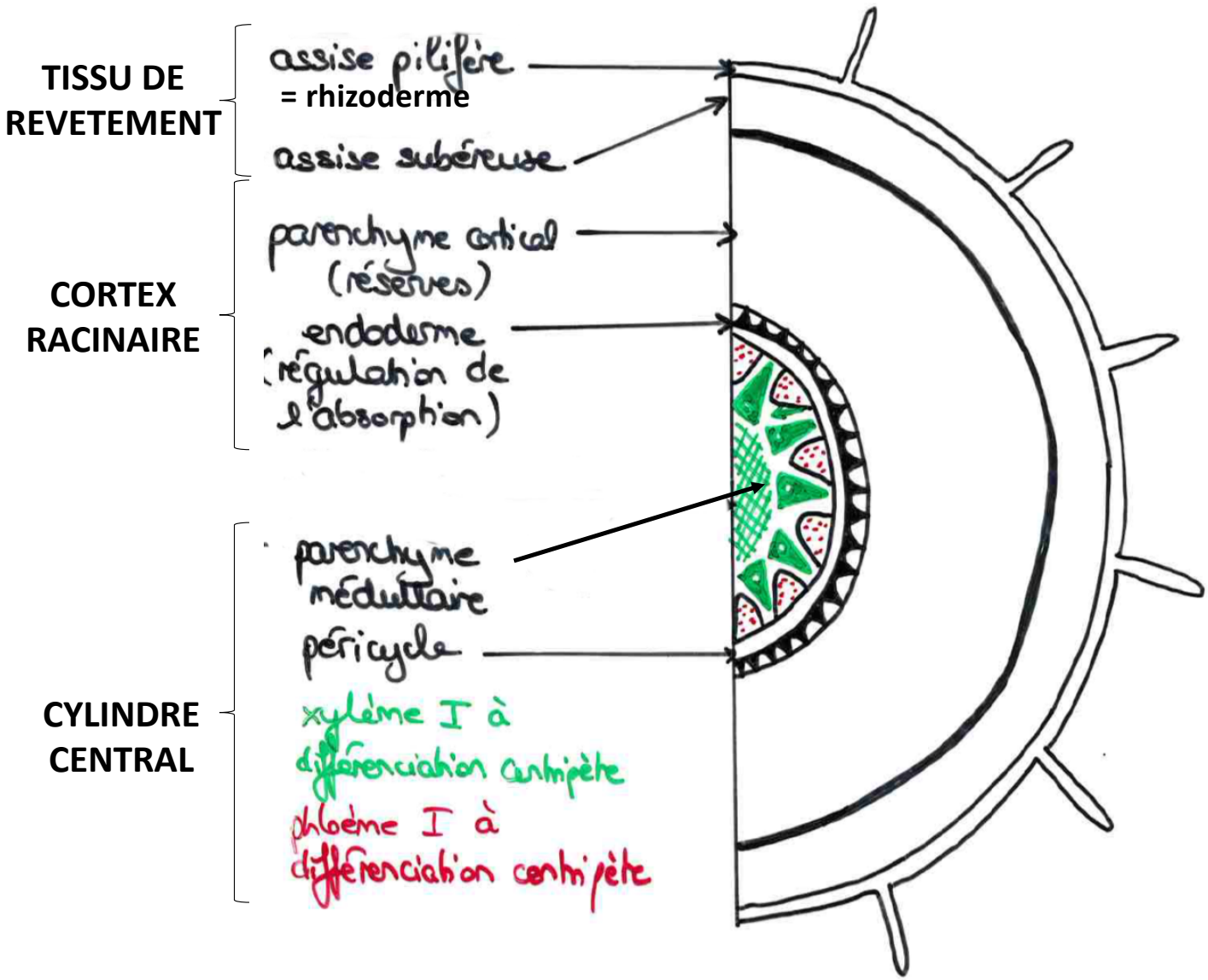


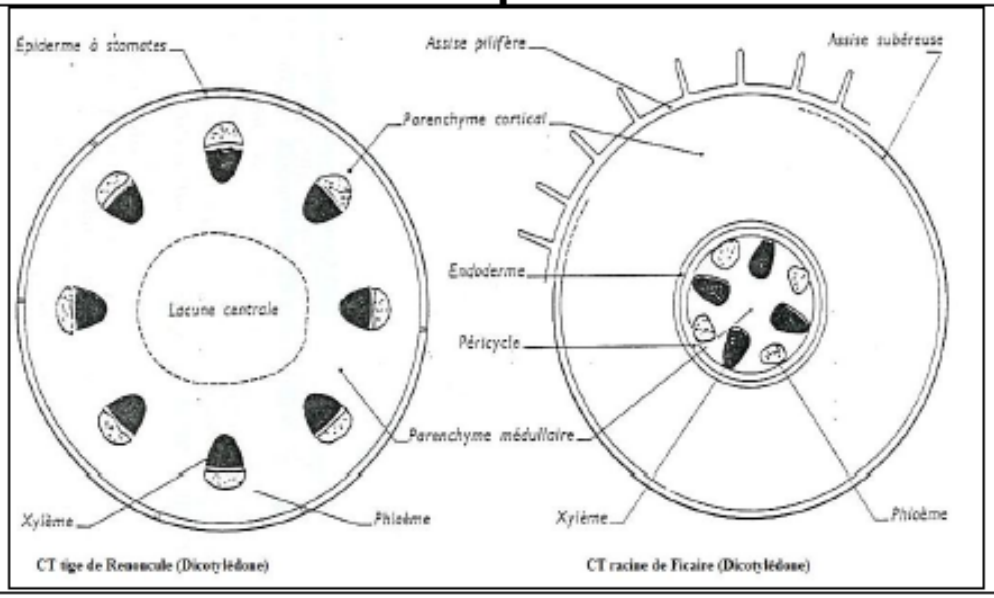
FIG. 206. — Portion d'un cylindre central de racine d'Iris.


Poils absorbants
Assise pilifère
Assises subéreuses
Parenchyme cortical
Endoderme
Cellule de passage
Péricycle
Protoxylème
Liber
Metaxylème
Sclerenchyme central

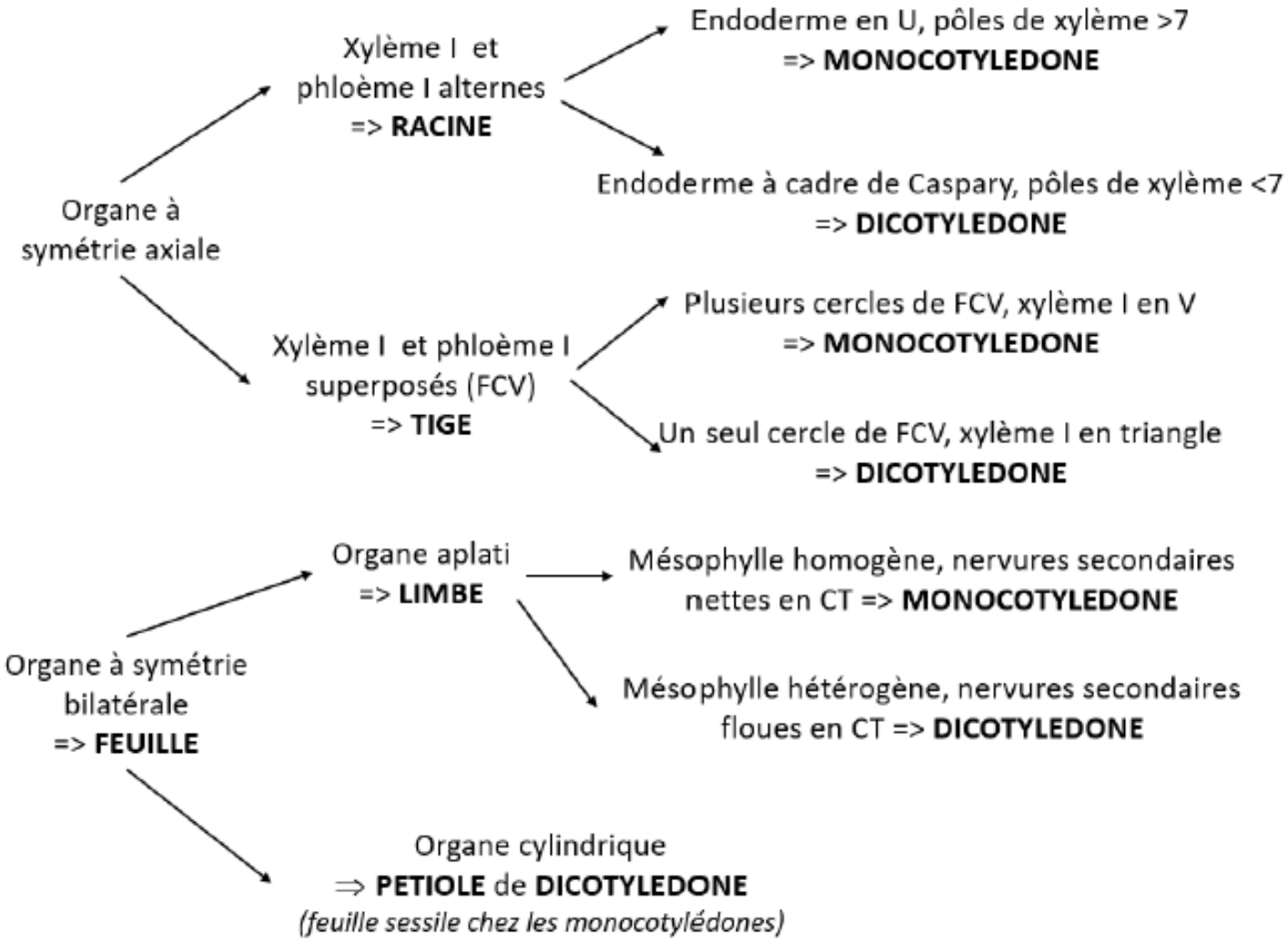
CT racine Iris : schéma conventionnel



Bilan : anatomie de la racine (structure primaire)

	Organisation d'une tige	Organisation d'une racine
Tissu de revêtement périphérique	Epiderme avec cuticule (et stomates).	Rhizoderme dans la zone pilifère, assise subéreuse ailleurs
Cortex	Cortex réduit. Constitué d'un parenchyme souvent lacuneux.	Cortex développé. Constitué d'un parenchyme et d'un endoderme à la limite avec le cylindre central
Cylindre central contenant les **tissus conducteurs** et un parenchyme médullaire	Zone très développée. Xylème et phloème primaires superposés en **faisceaux cribro-vasculaires** (FCV) disposés en cercle et séparés par des rayons de parenchyme. (Différenciation centrifuge du xylème I, différenciation centripète du phloème I parfois visible). Parenchyme médullaire très développé.	Zone restreinte. Xylème et phloème primaires disposés en **pôles alternes** et séparés par des rayons de parenchyme. (Différenciation centripète du xylème et du phloème primaires). Parenchyme médullaire peu développé.
Tissus de soutien	Collenchyme superficiel, sclérenchyme profond, parfois autour des FCV.	Pas de tissu de soutien (sol = milieu porteur).
Schémas conventionnels (figurés fournis au concours)		

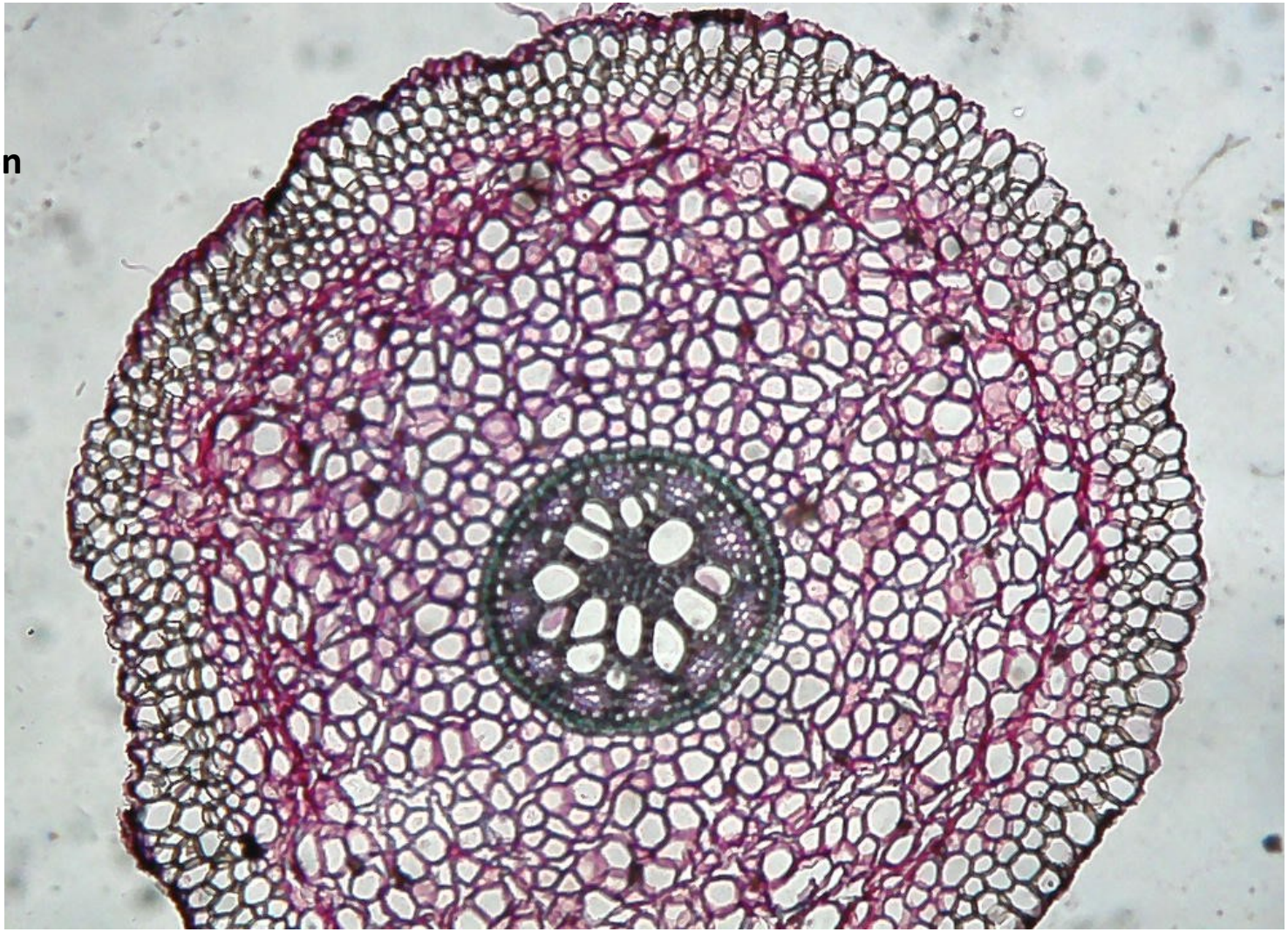
CLE DE DETERMINATION SIMPLE DES ORGANES ET DE LA POSITION SYSTEMATIQUE *(fournie au concours)*



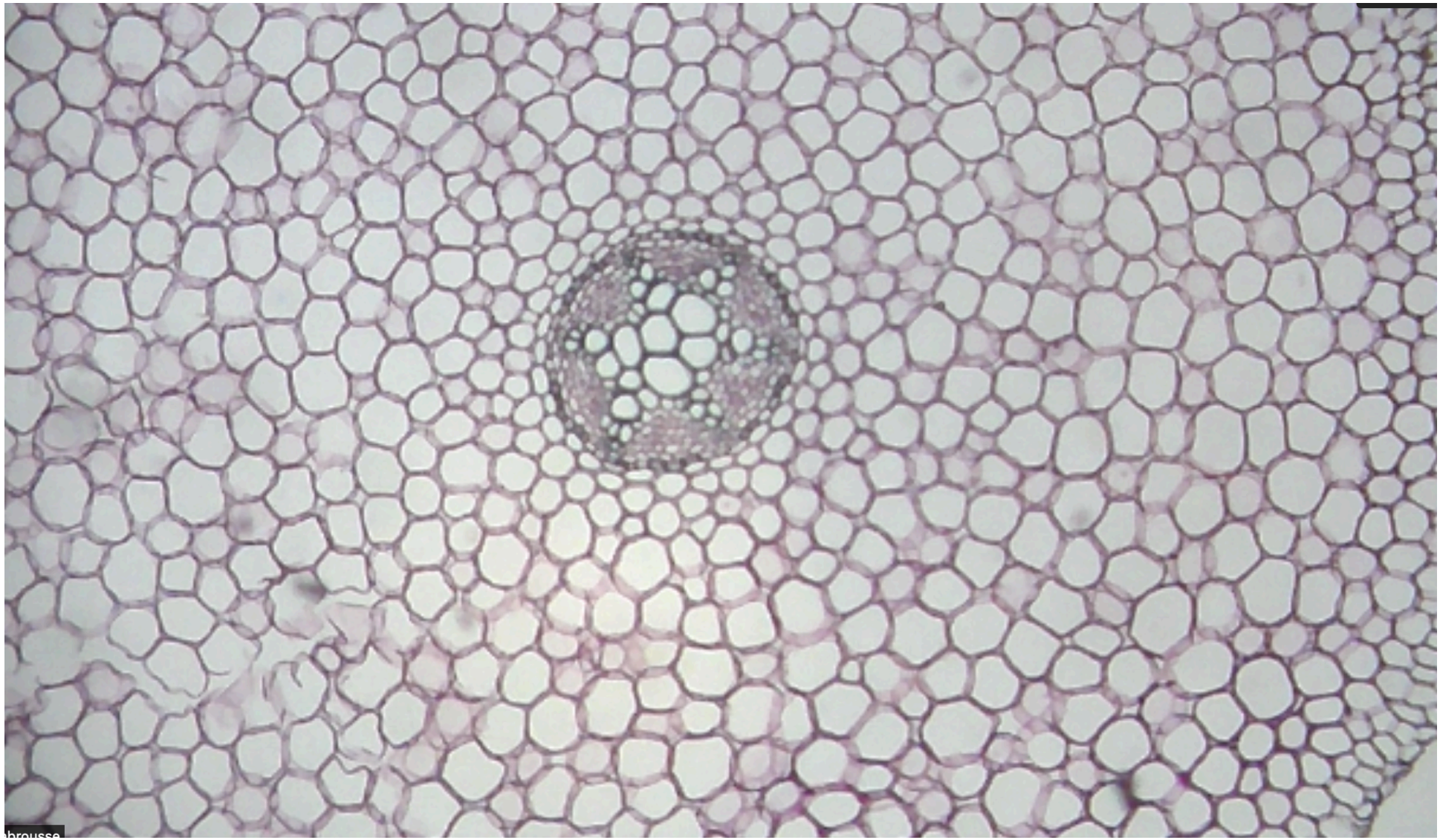
CT racine Iris

Utilisation de la **clé de détermination**

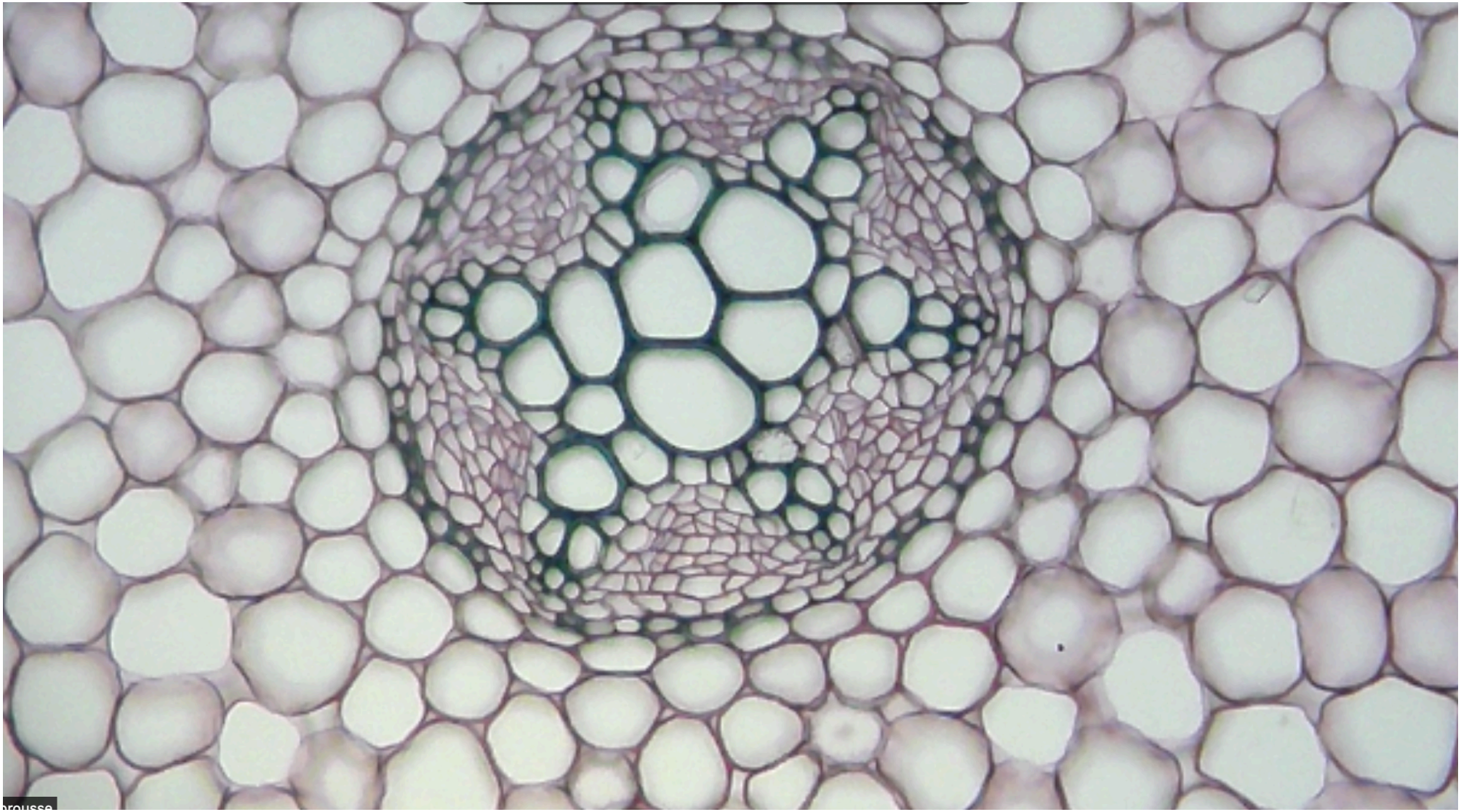
- Type de symétrie ?
- Xylème et phloème I alternes ou superposés ?
- Combien de pôles de xylème ?



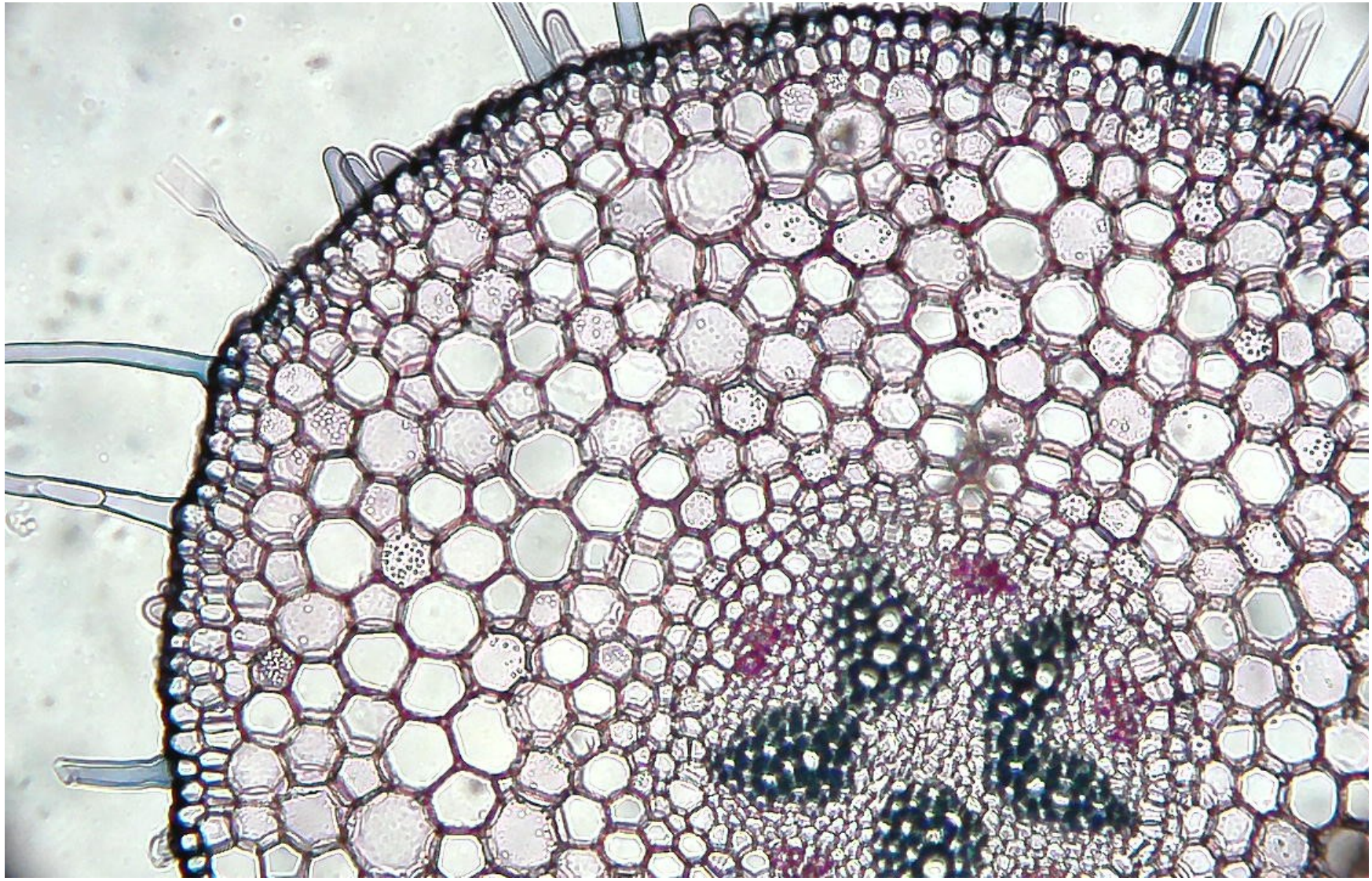
CT racine Renoncule



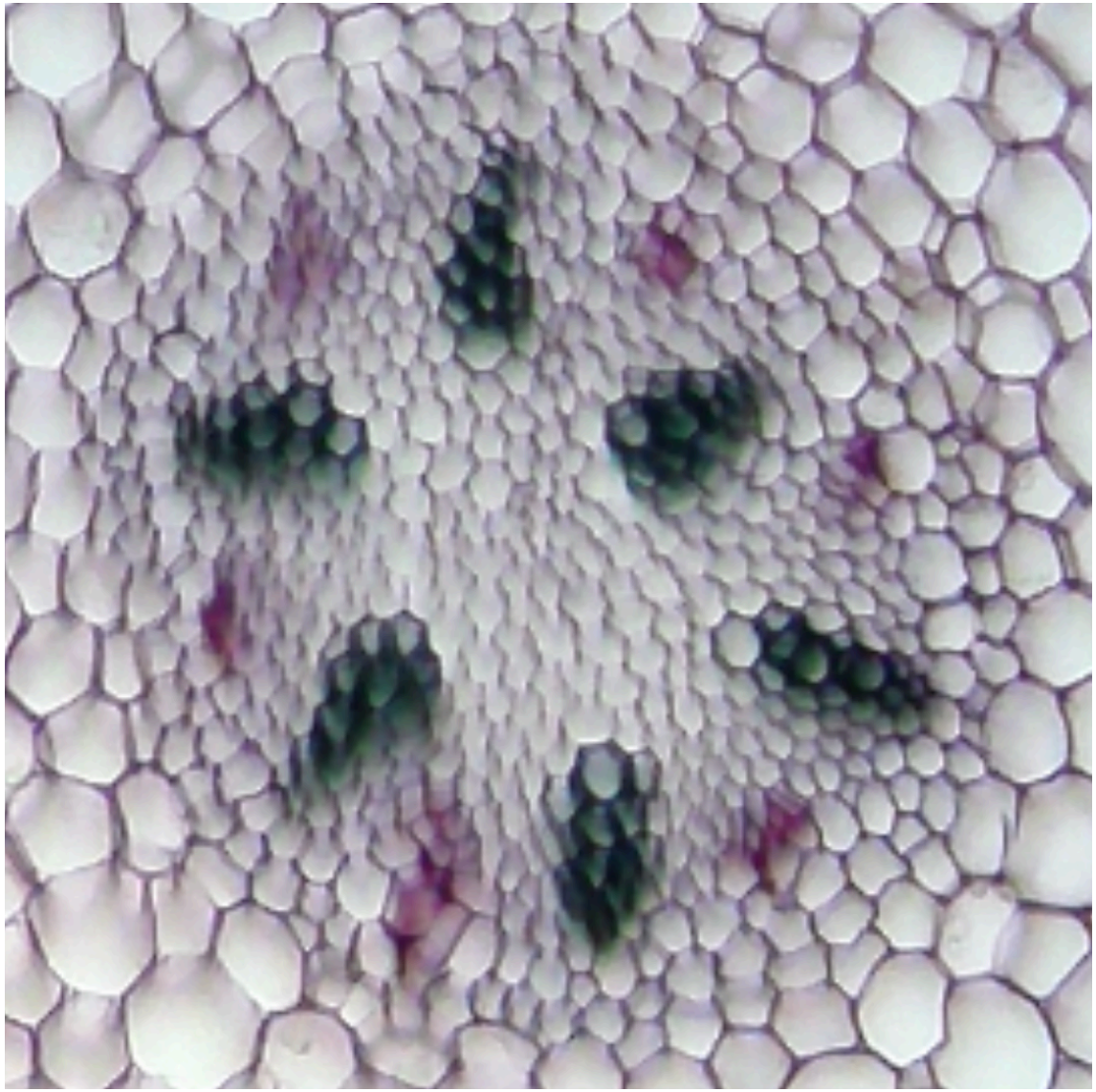
CT racine Renoncule



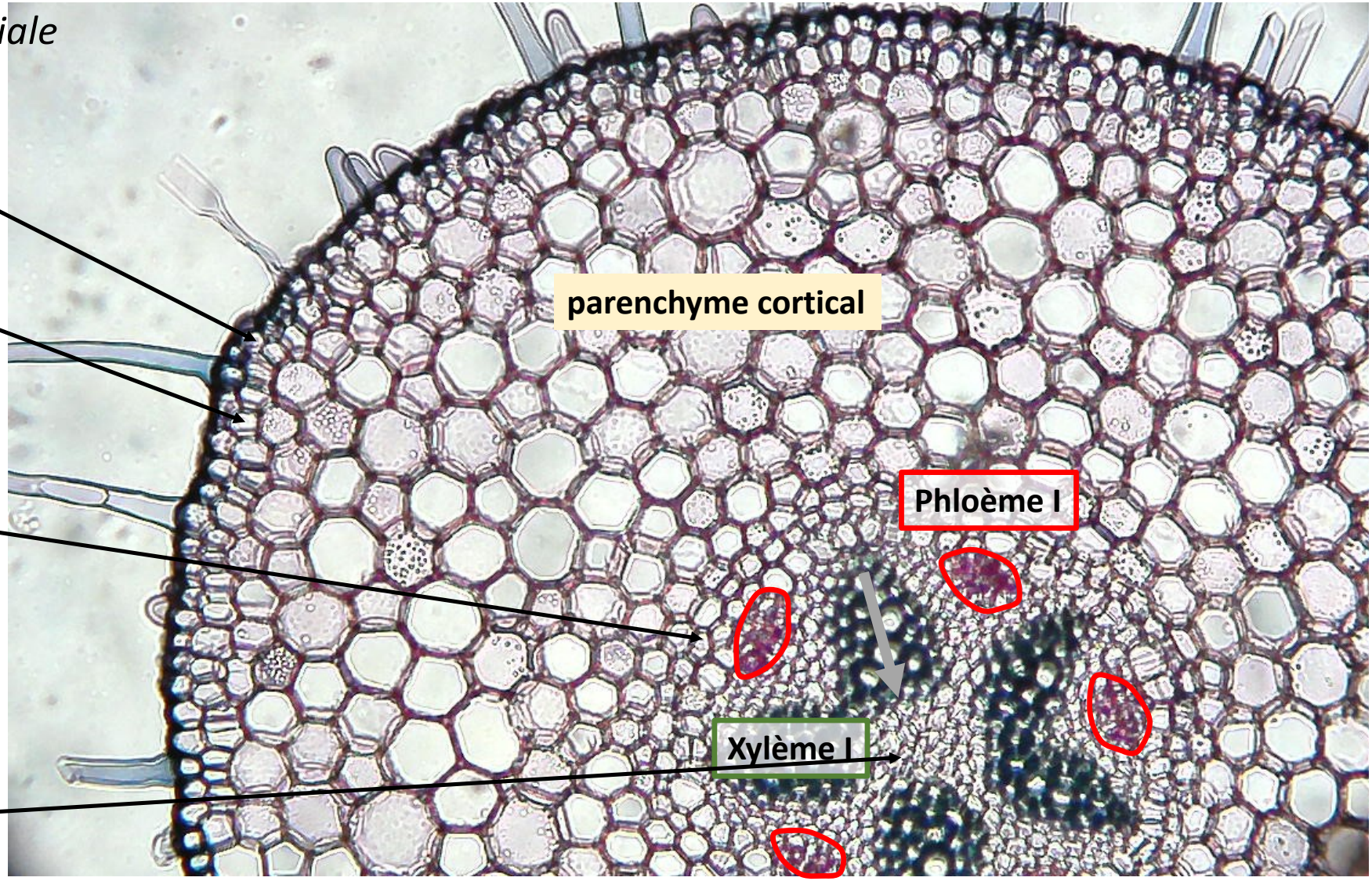
CT racine Mercuriale



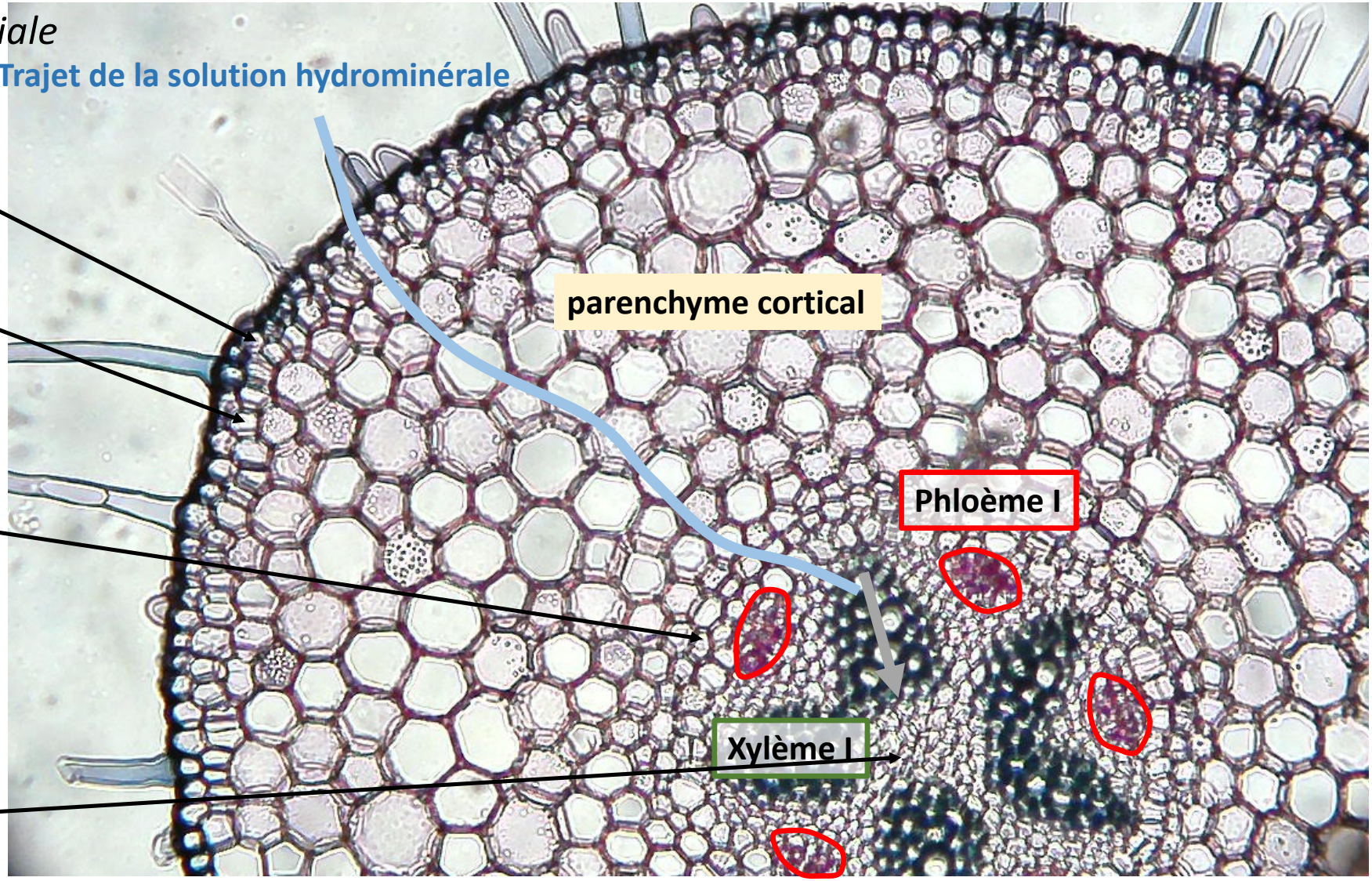
CT racine Mercuriale



CT racine Mercuriale



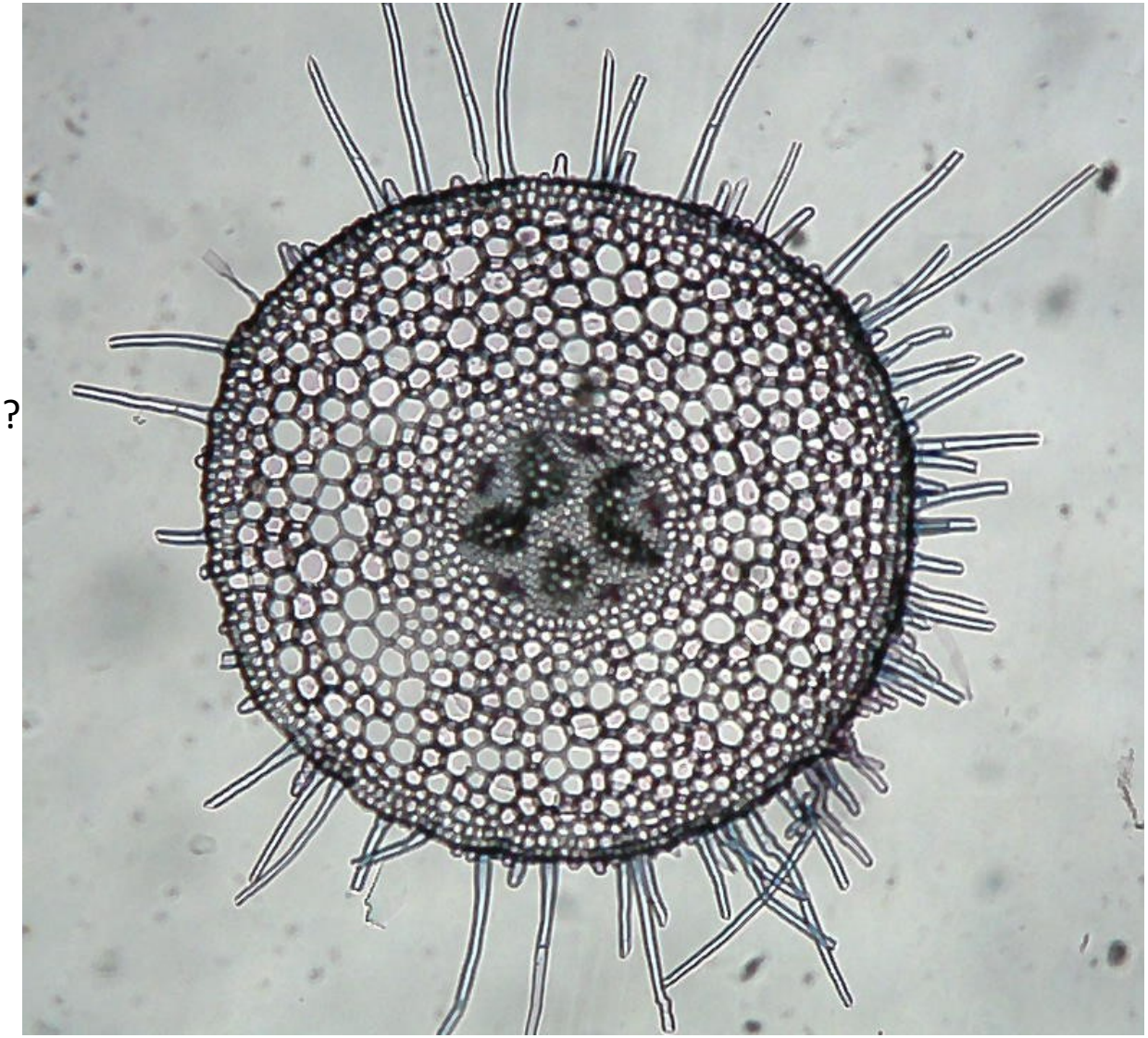
CT racine Mercuriale



CT racine Mercuriale

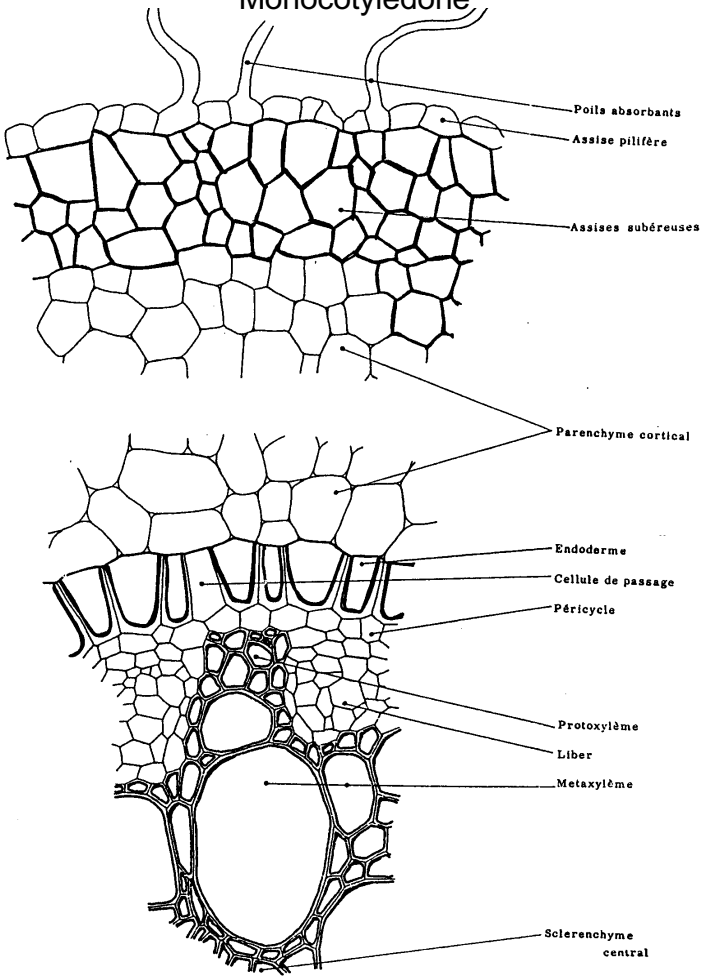
Utilisation de la **clé de détermination** :

- Type de symétrie ?
- Xylème et phloème I alternes ou superposés ?
- Combien de pôles de xylème ?

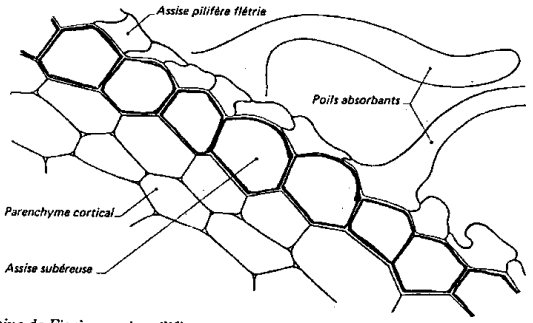


Comparaison de la structure des racines de monocotylédone et dicotylédone

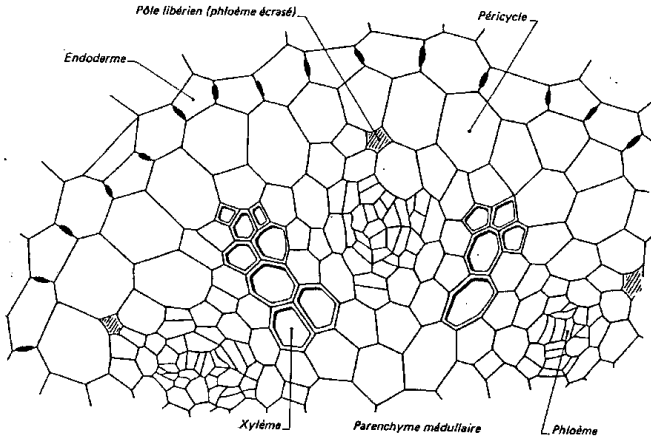
Monocotylédone



Dicotylédone

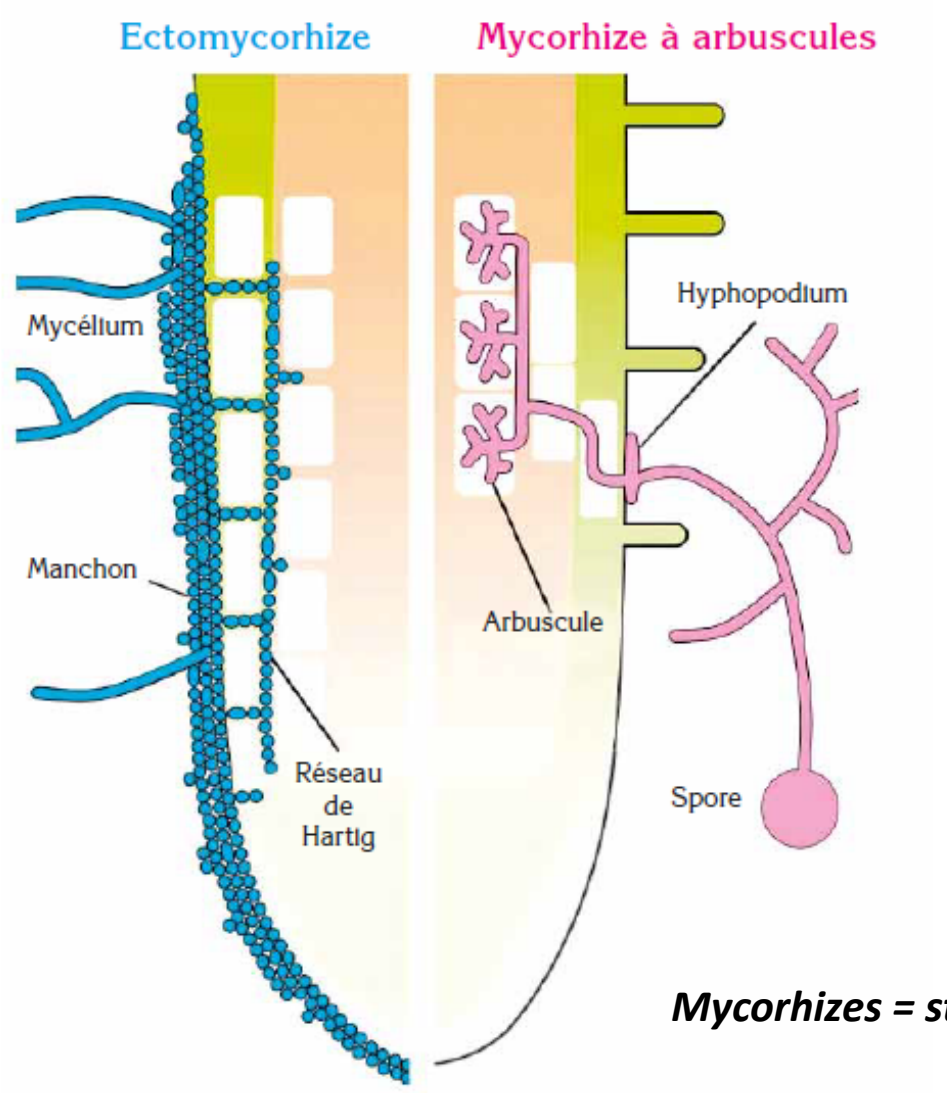


. – *Racine de Ficaire : assise pilifère et assise subéreuse.*
La partie jeune de la racine est recouverte par l'assise pilifère dont certaines cellules forment des poils absorbants. Par la suite, l'assise sous-jacente forme de la subérine (constituant du liège), entraînant le flétrissement et la mort de l'assise pilifère : l'assise subéreuse ainsi formée constitue alors la couche la plus externe de la racine.



. – *Racine de Ficaire : endoderme et tissus conducteurs.*
Les pôles libériens et ligneux sont externes ; le phloème et le xylème sont centripètes.

Caractéristiques structurales des mycorhizes



a.

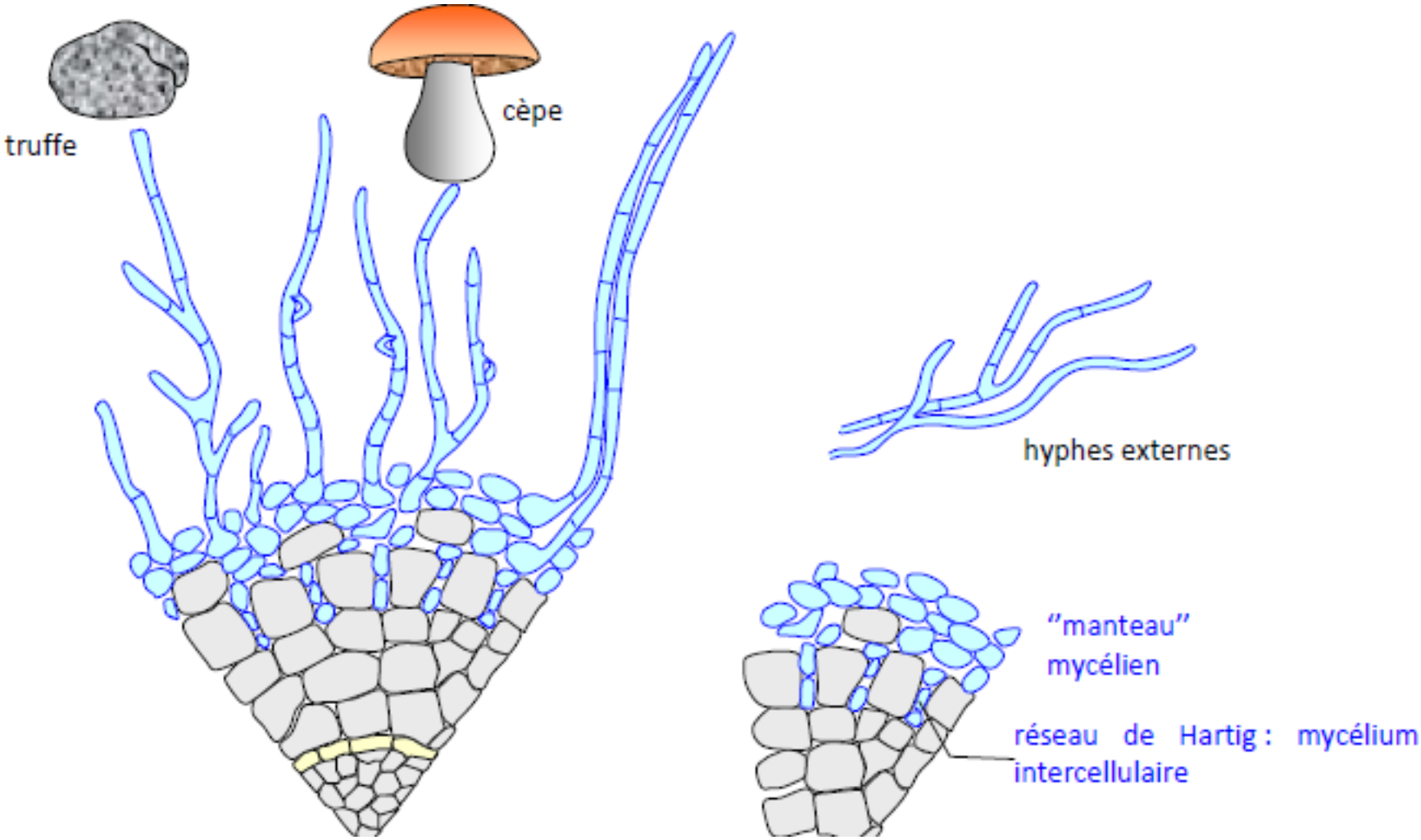


b.



Mycorhizes = structures mixtes résultant de l'association entre racines et filaments mycéliens d'un champignon

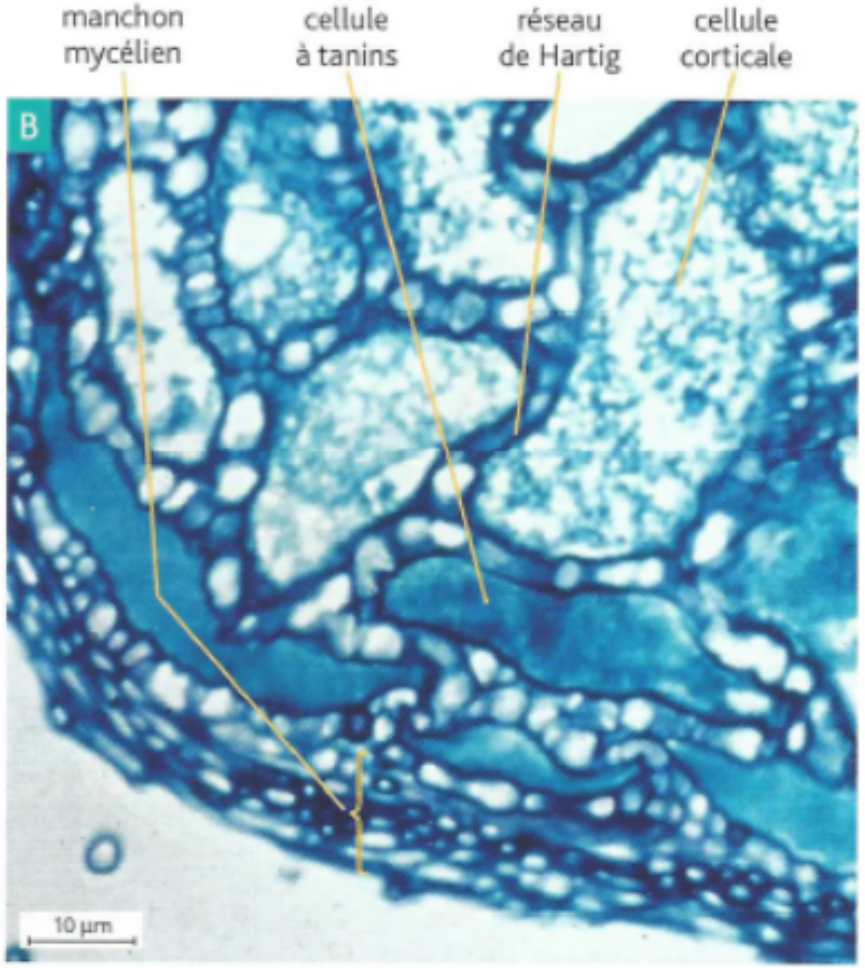
Ectomycorhizes



Ectomycorhizes

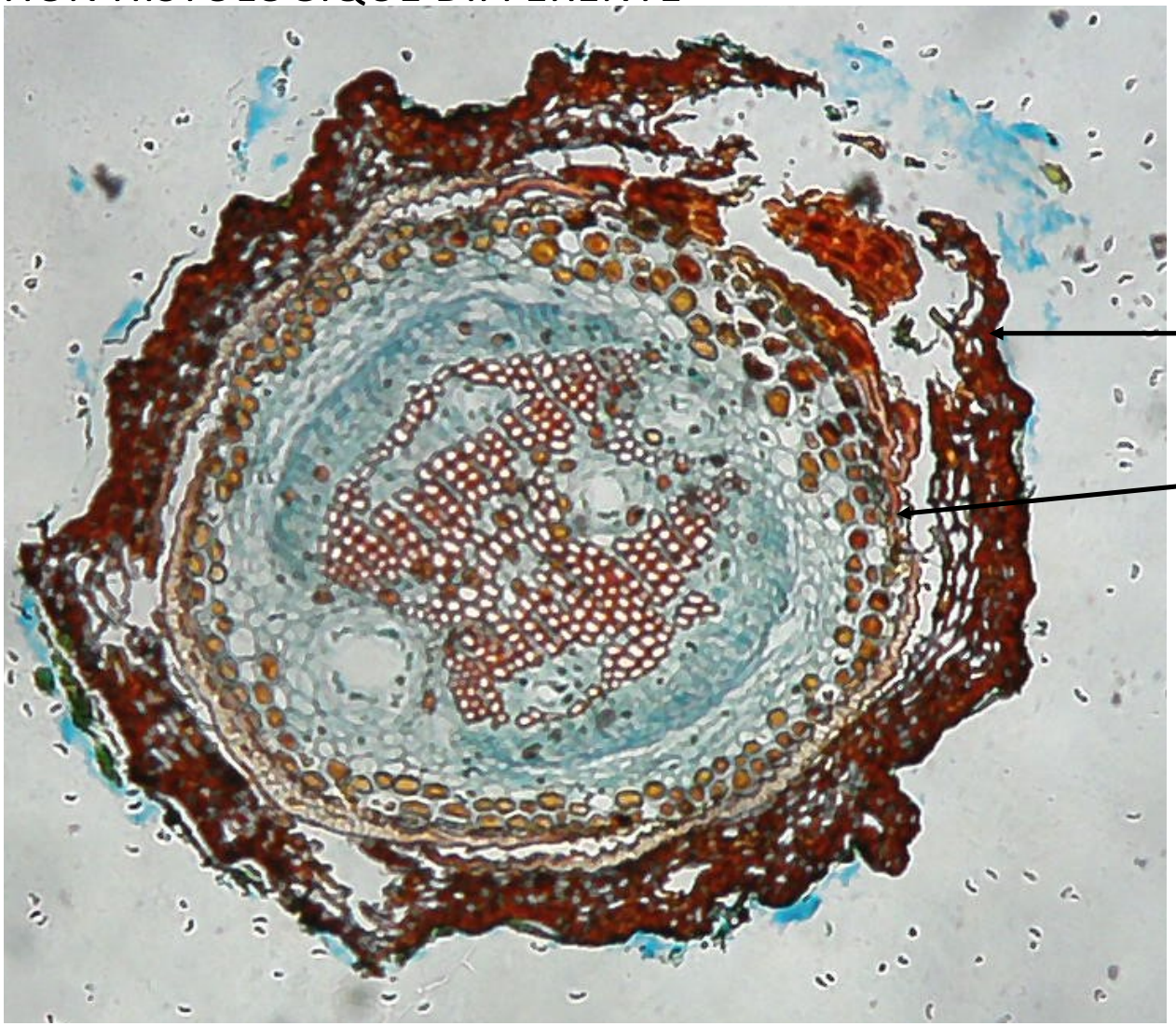


Mycorhize de *Scleroderma sinnamariense* sur Pin.
(Photo : M.-A. Selosse, ISYEB, MNHN)

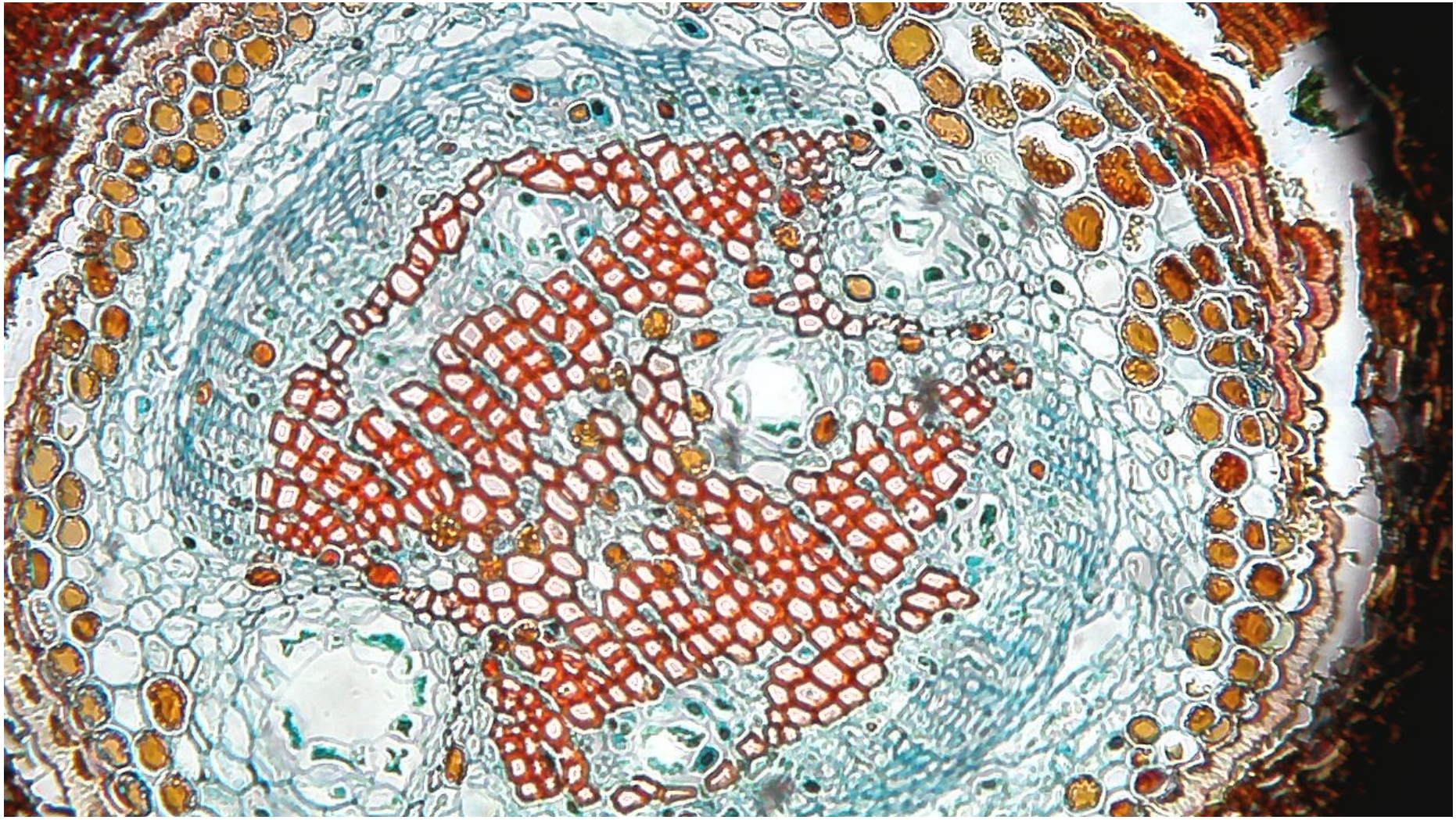


Coupe transversale d'ectomycorhize colorée au bleu coton (MO × 100).
(Photo : M-A Selosse, ISYEB, MNHN)

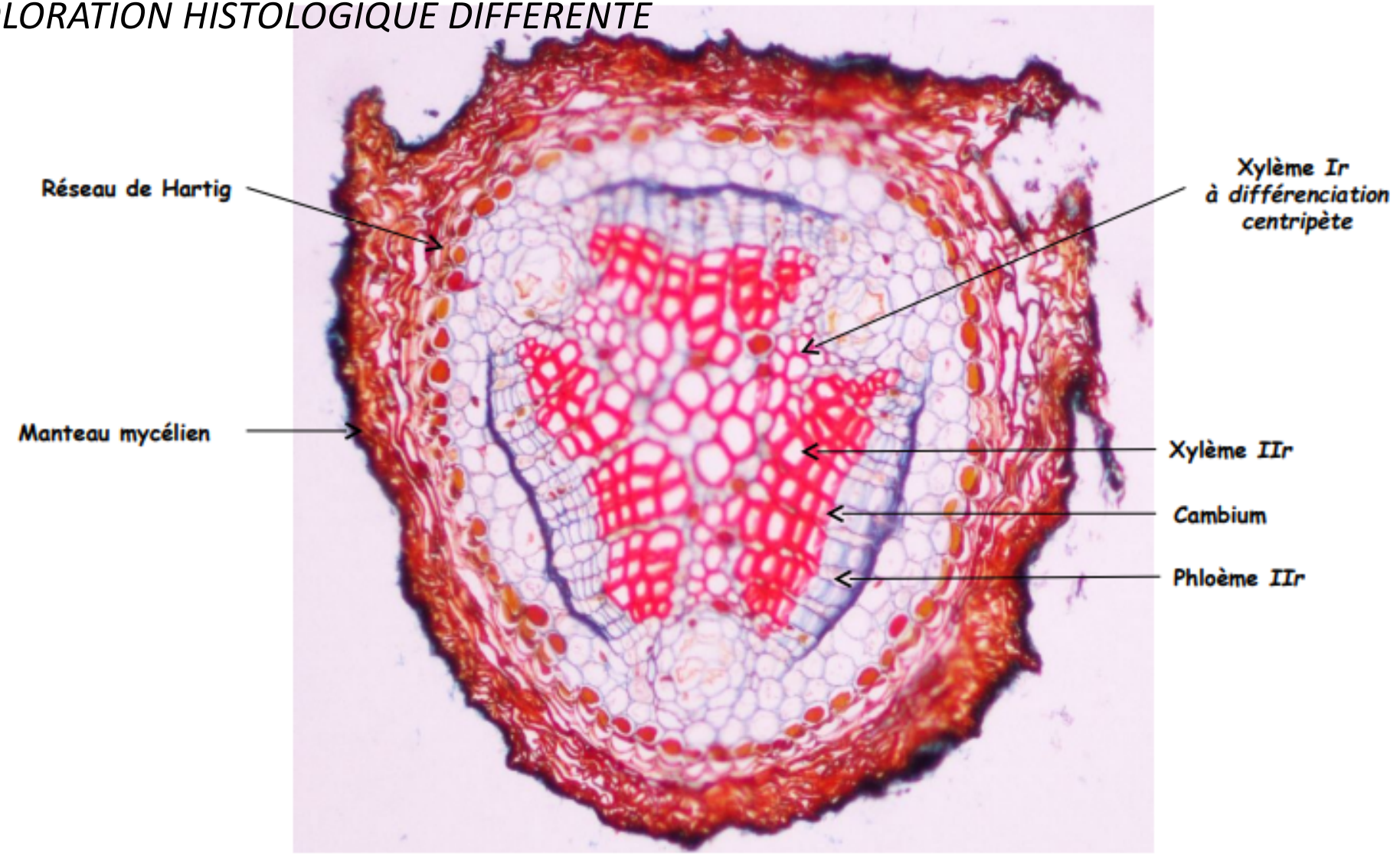
Lame commerciale : mycorhizes ectotrophes
ATTENTION COLORATION HISTOLOGIQUE DIFFERENTE



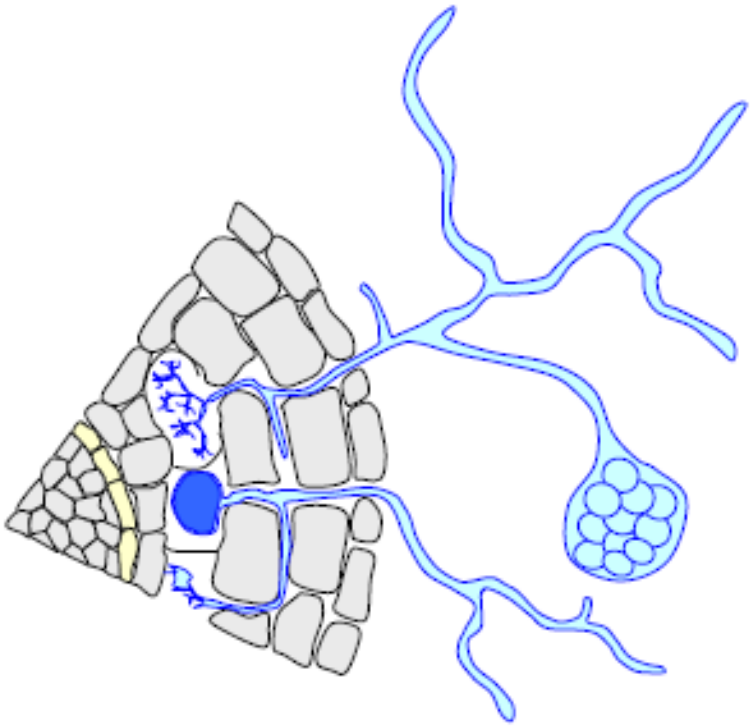
Lame commerciale : mycorhizes ectotrophes
ATTENTION COLORATION HISTOLOGIQUE DIFFERENTE



Lame commerciale : mycorhizes ectotrophes
ATTENTION COLORATION HISTOLOGIQUE DIFFERENTE

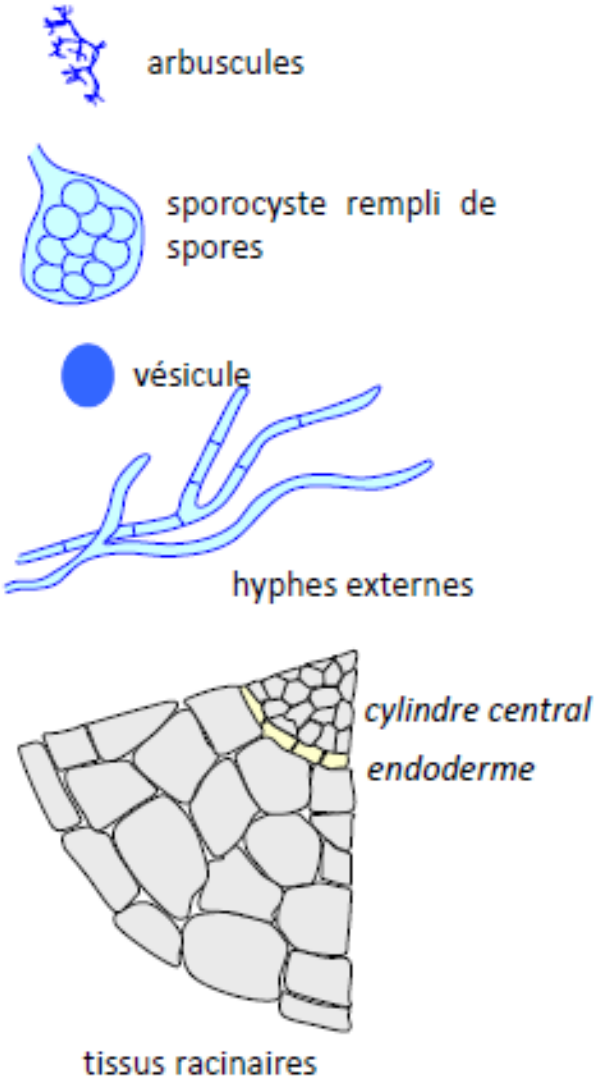


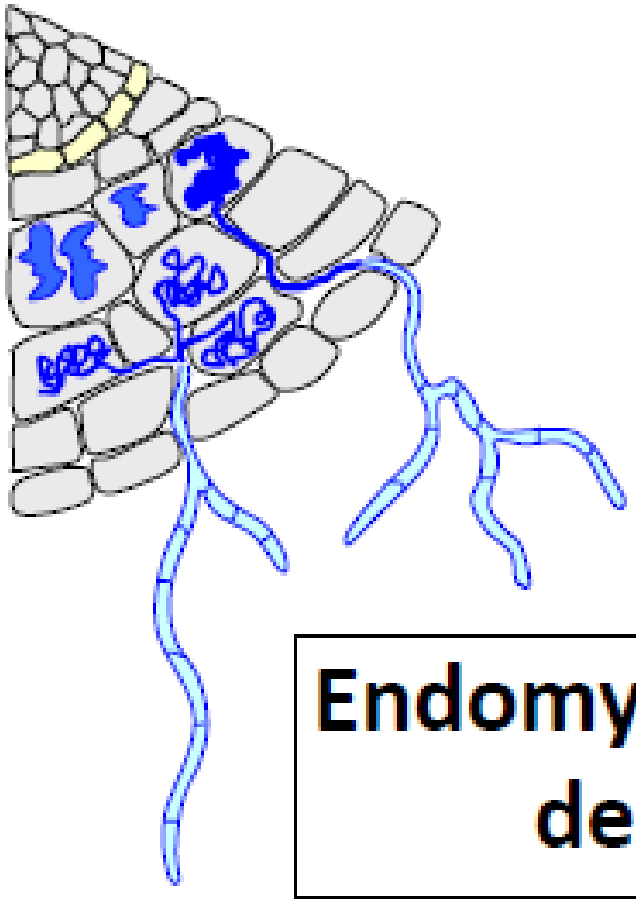
Endomycorhizes



Association racine/champignons

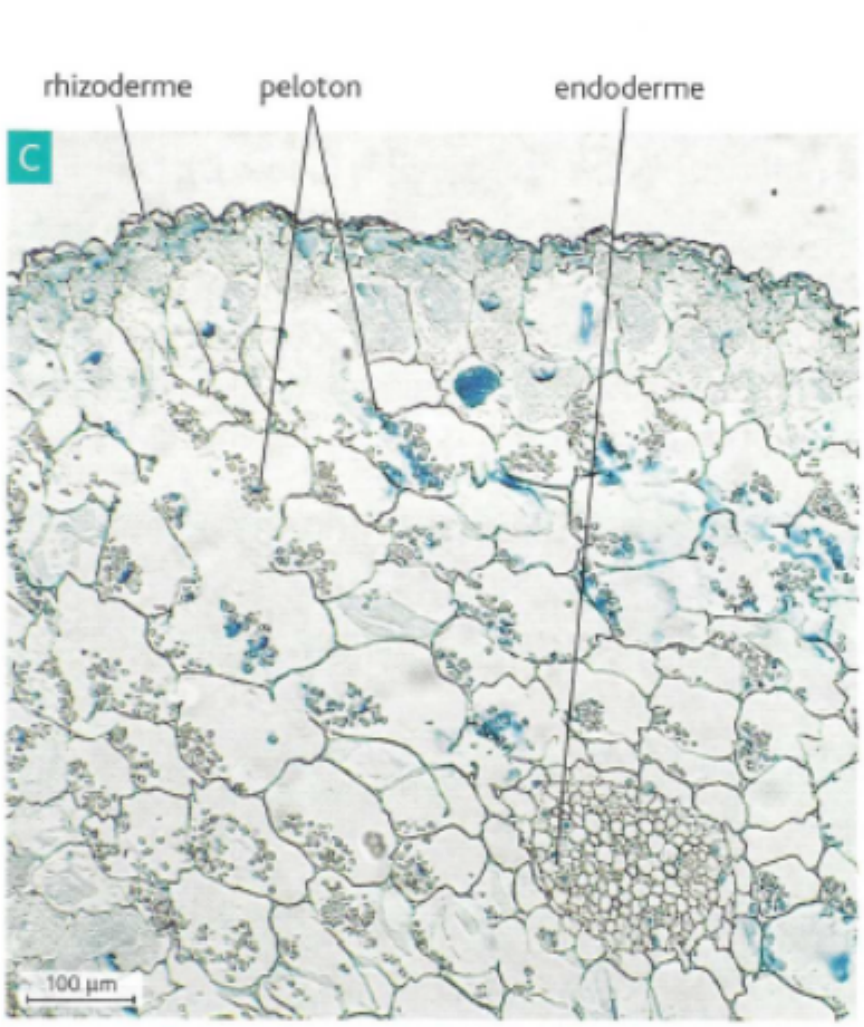
Endomycorhize à arbuscules



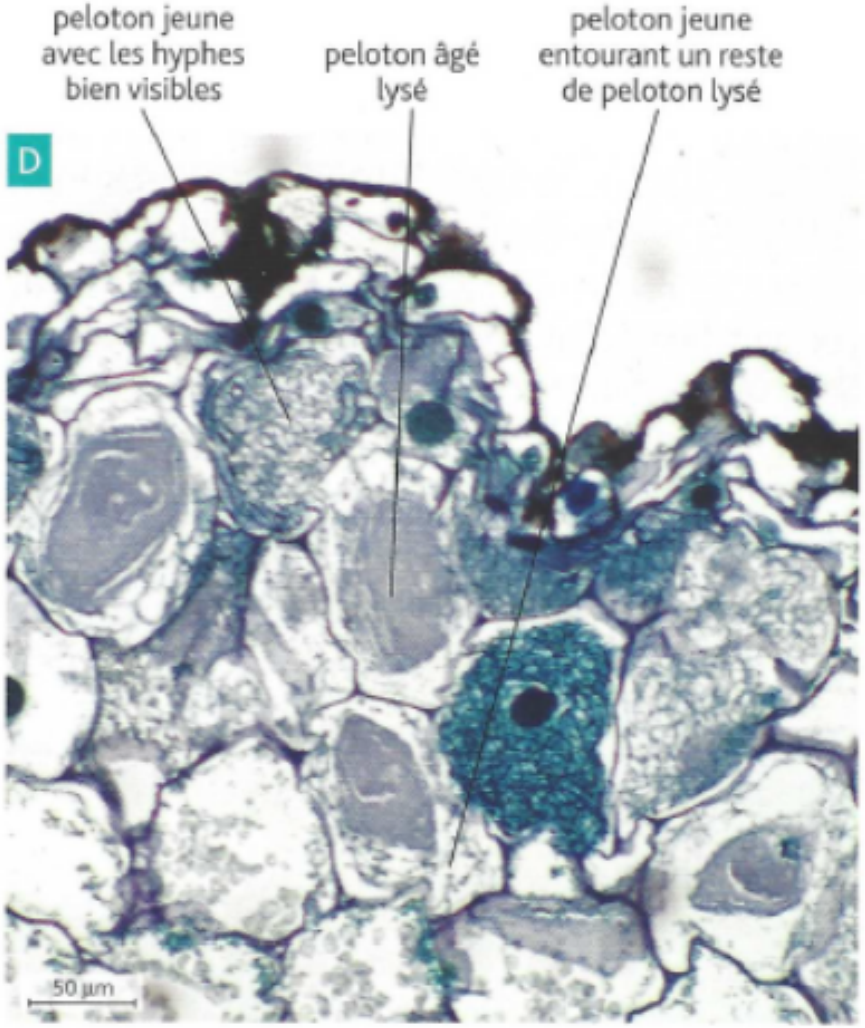


Endomycorhizes à pelotons des Orchidaceae

Endomycorhizes

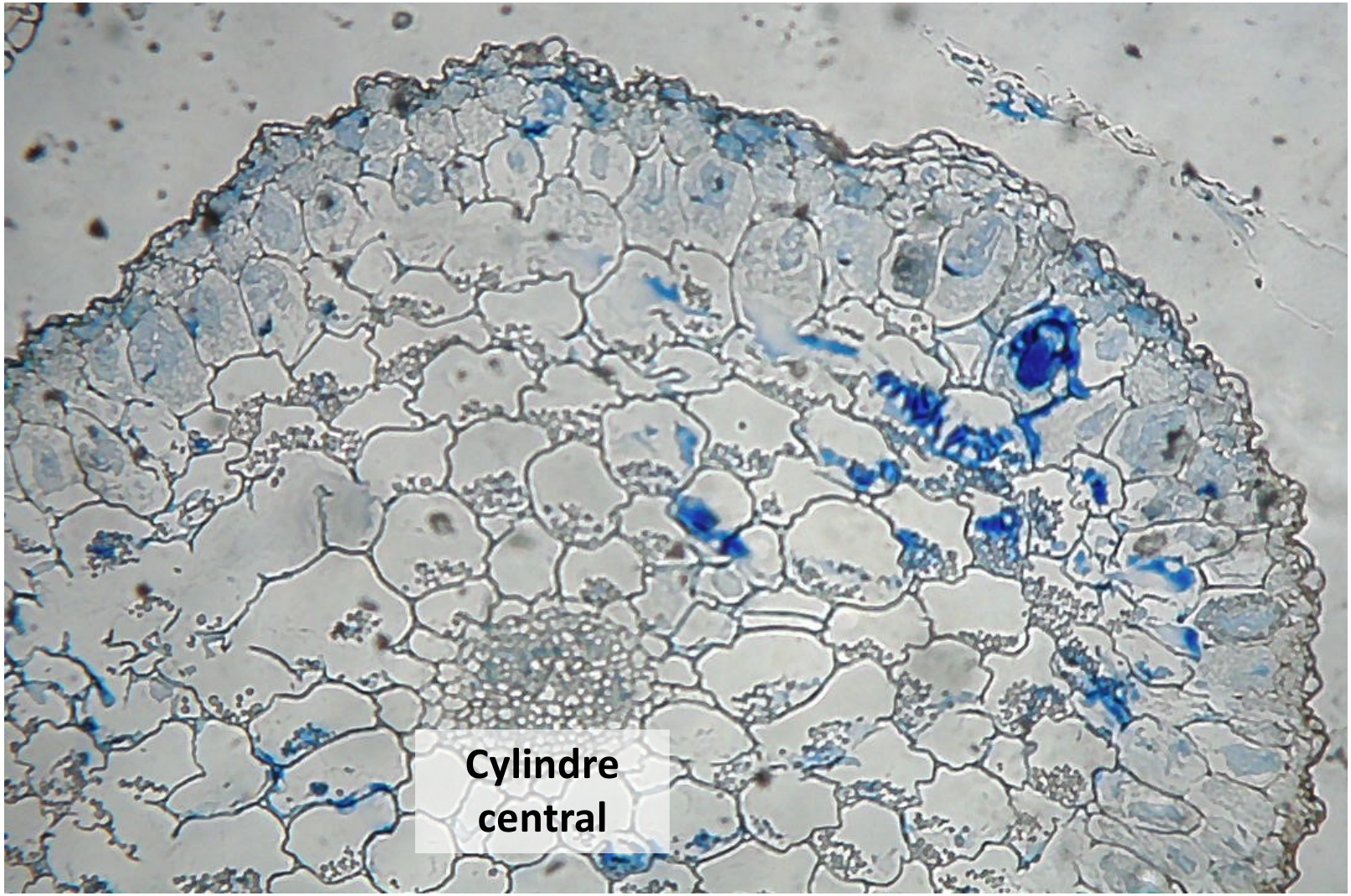


Coupe transversale de racine d'Orchidée avec endomycorhizes colorée au bleu coton (MO × 100).



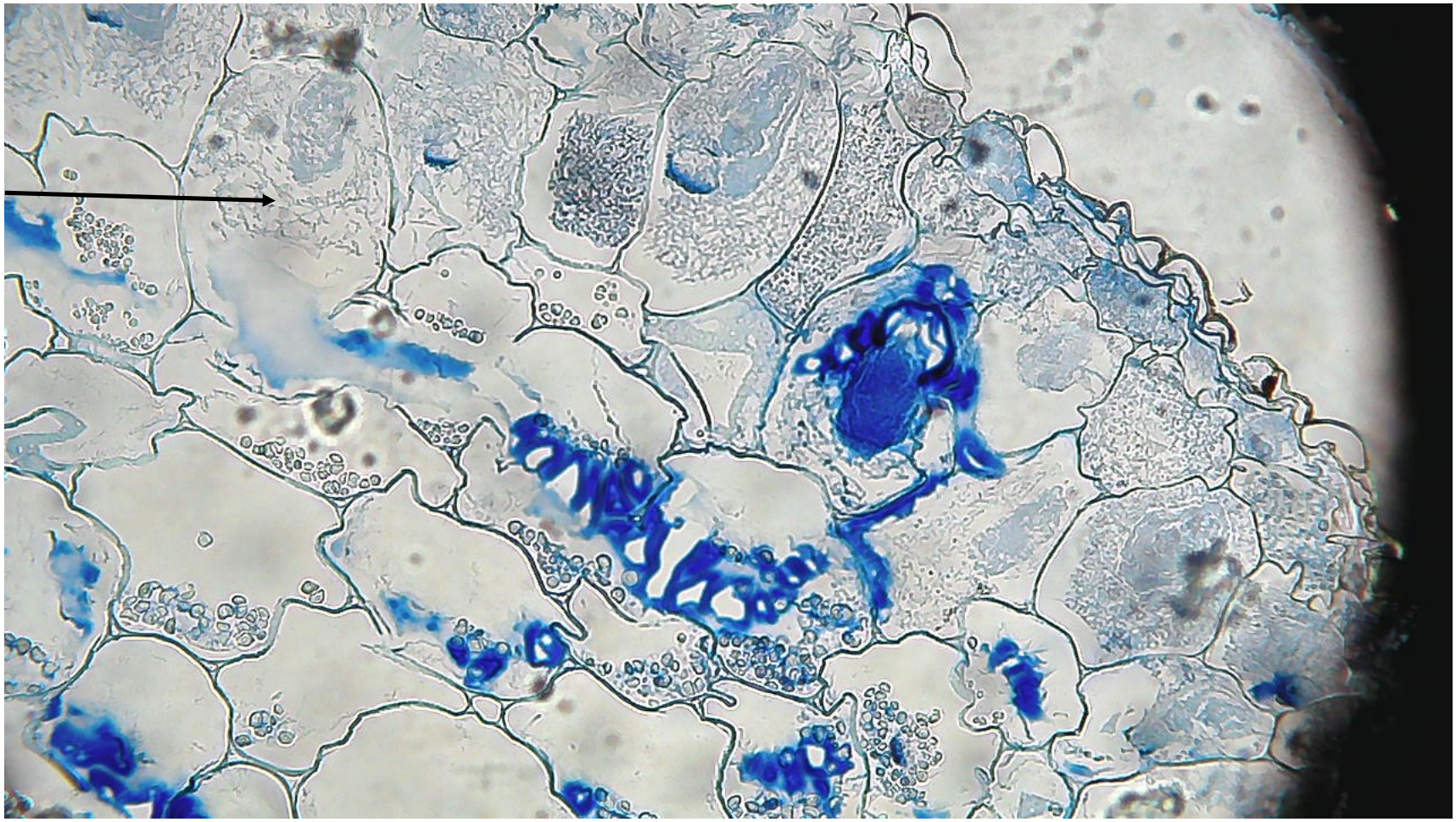
Détail de la coupe transversale de racine d'Orchidée avec endomycorhizes colorée au bleu coton (MO × 400).

Lame commerciale : mycorhizes d'Orchidée

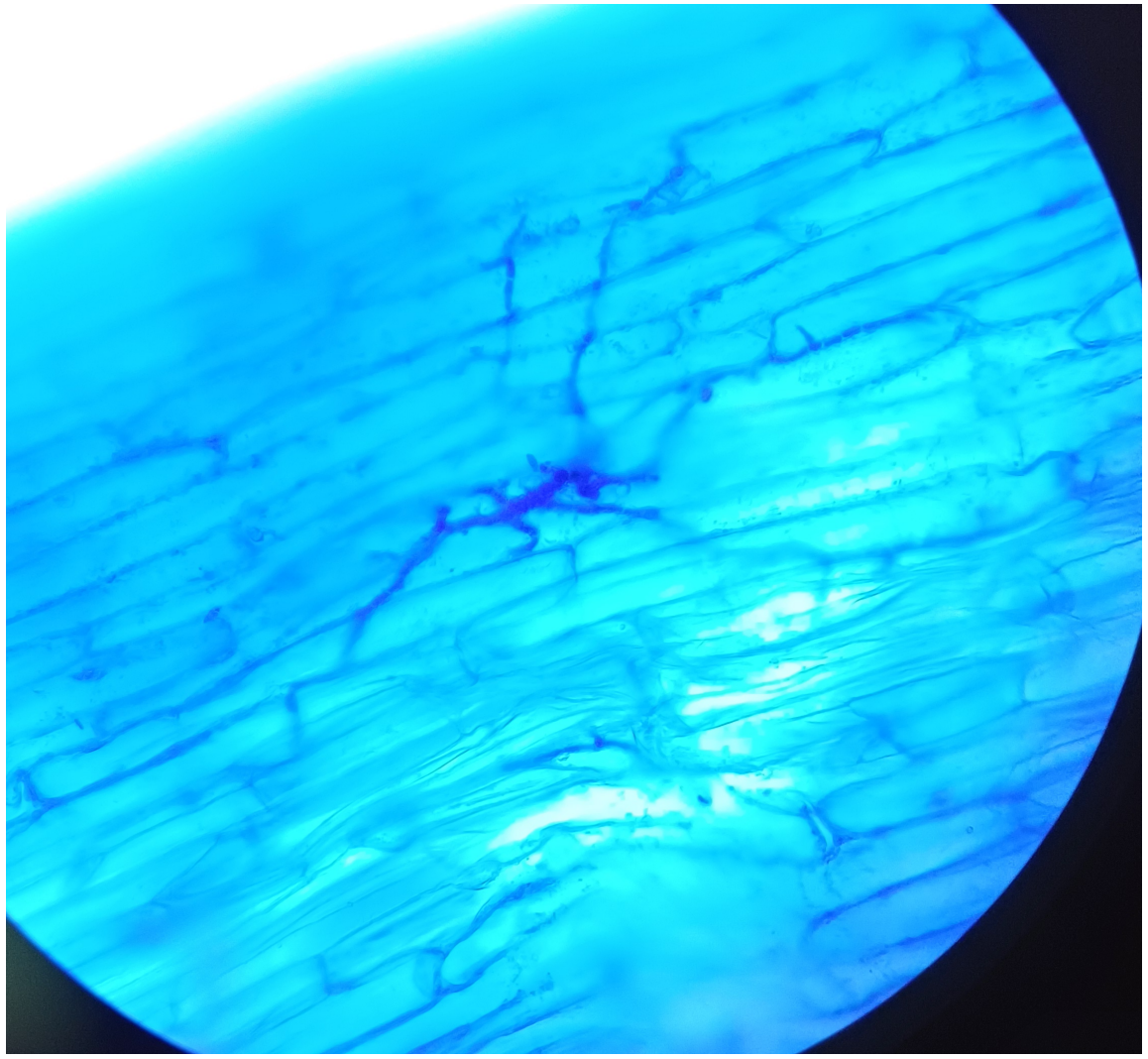


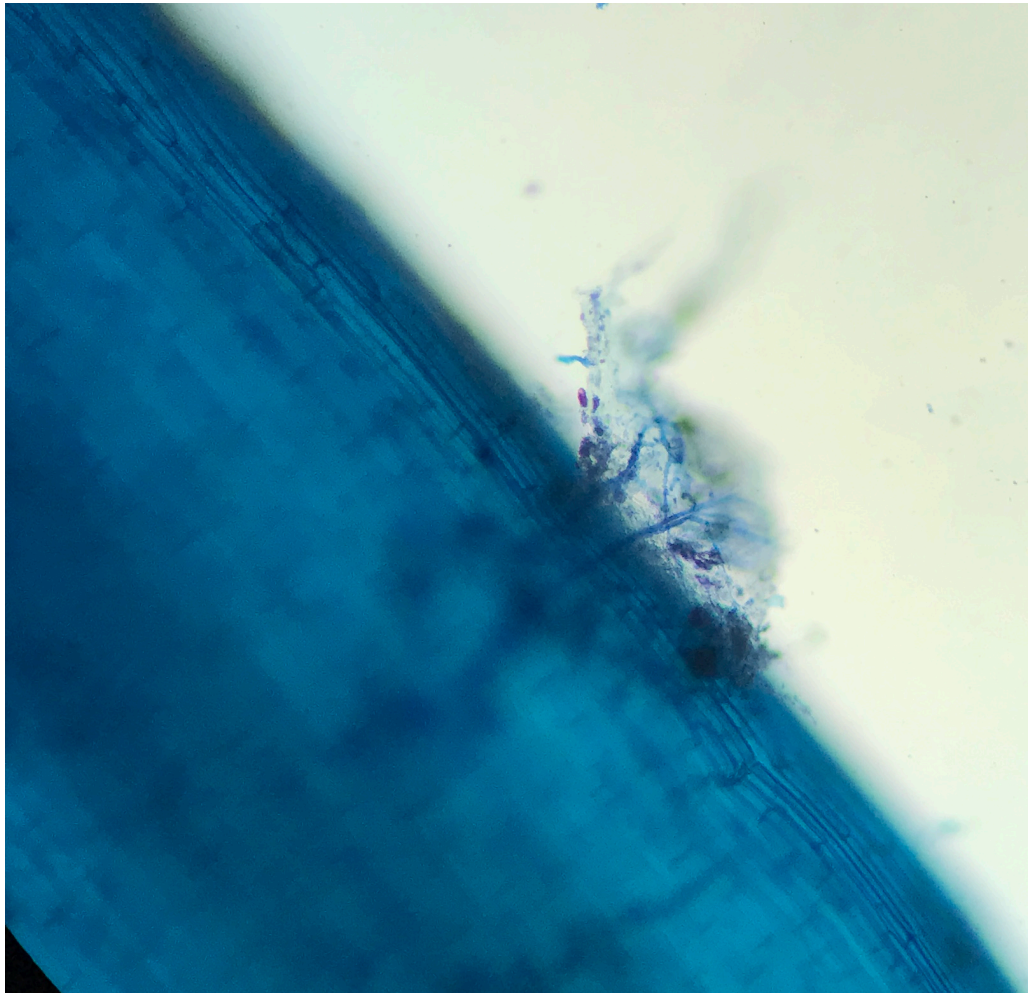
Lame commerciale : mycorhizes d'Orchidée

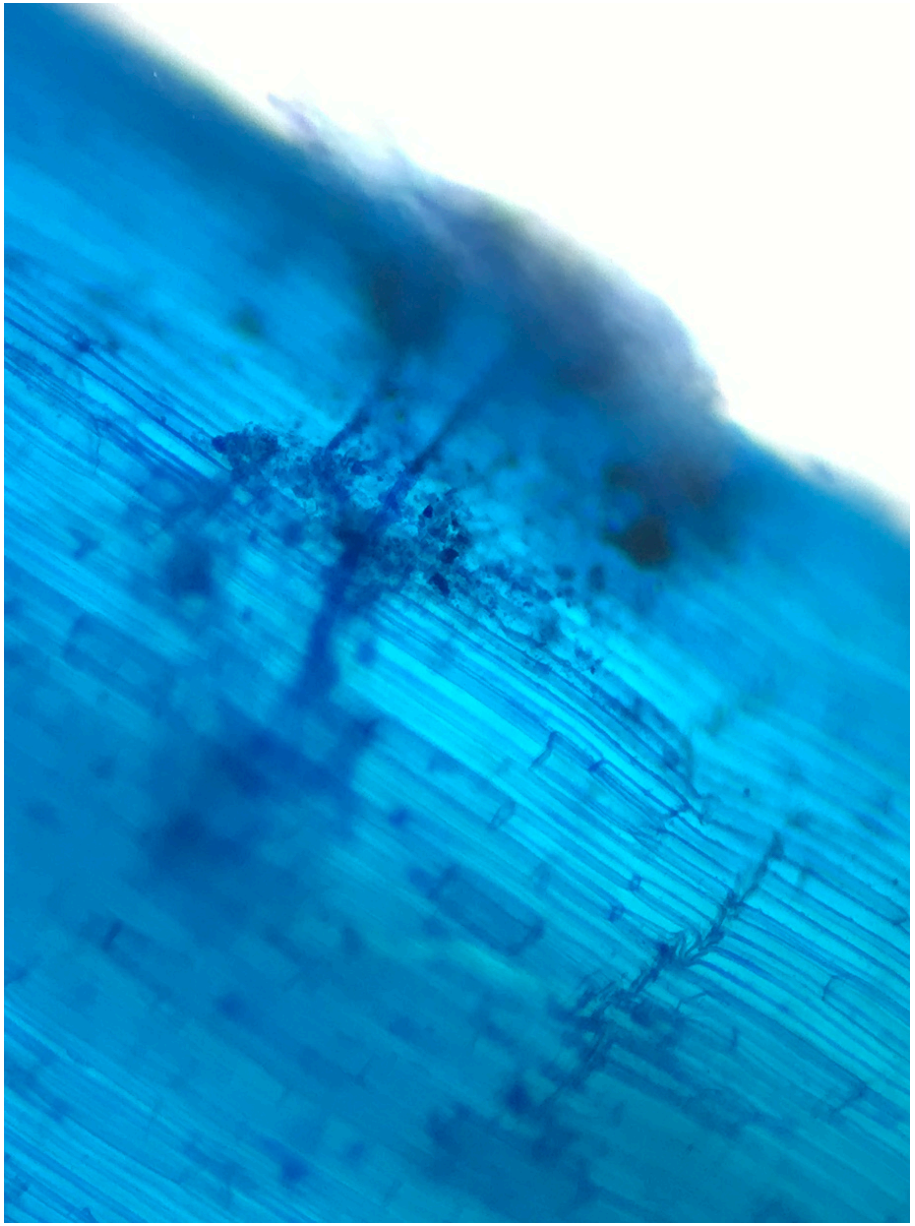
Peloton avec hyphes bien visibles

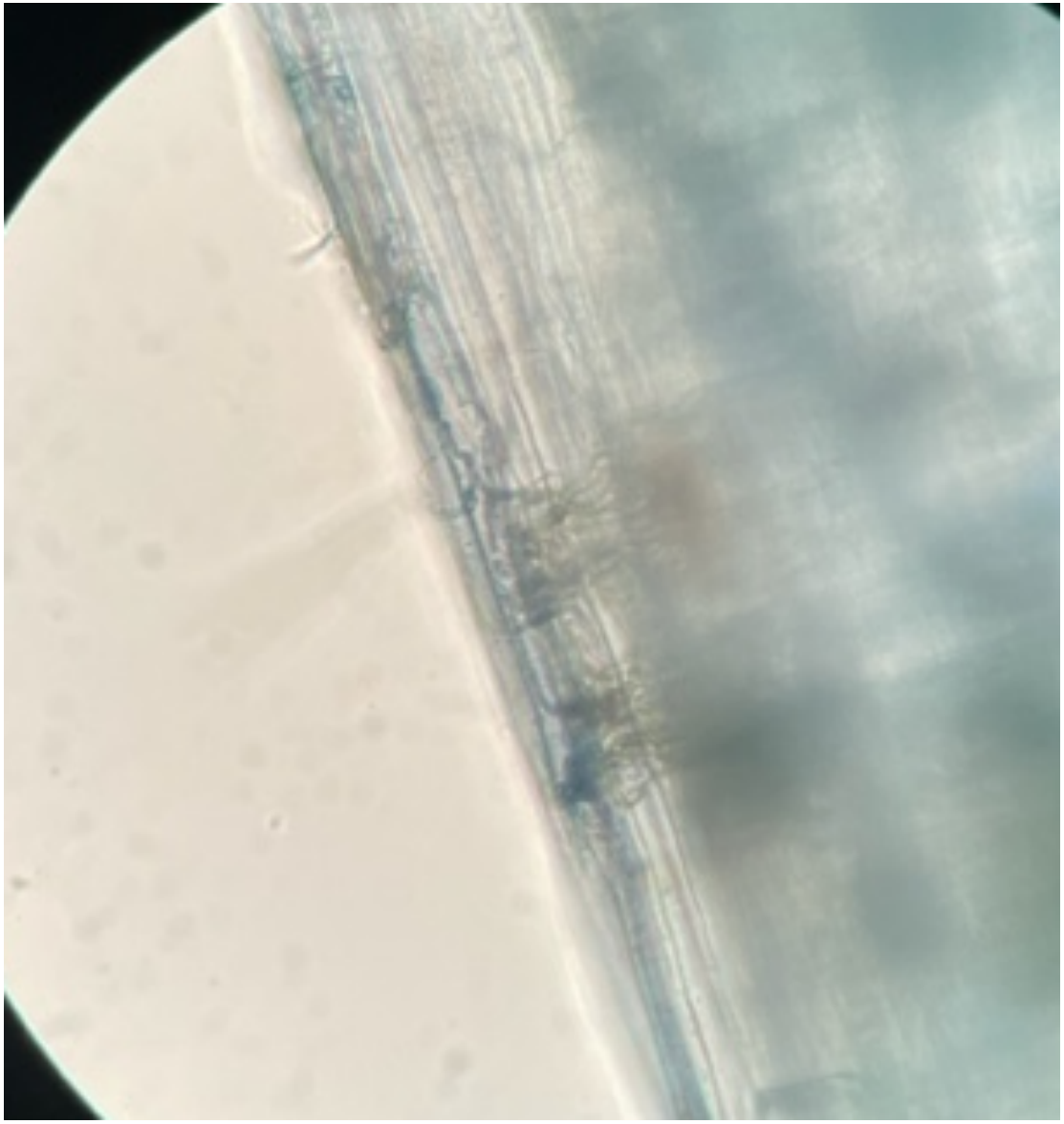


CL de racine de Poireau – coloration au bleu coton d'endomycorhizes

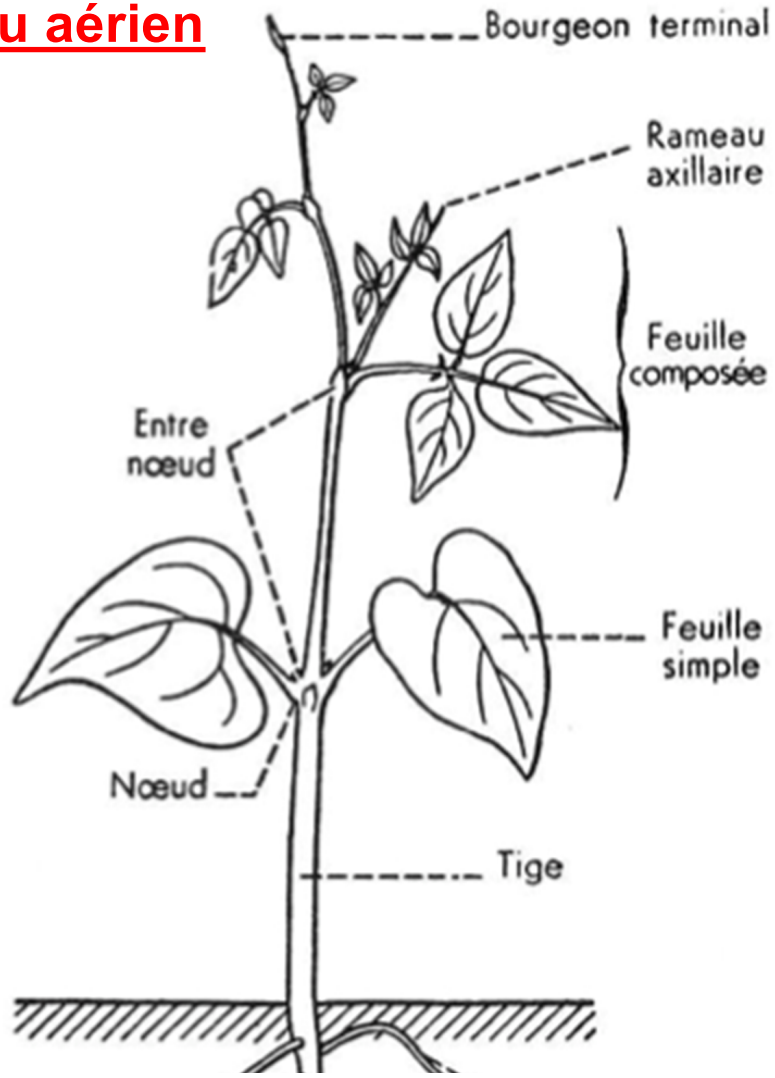




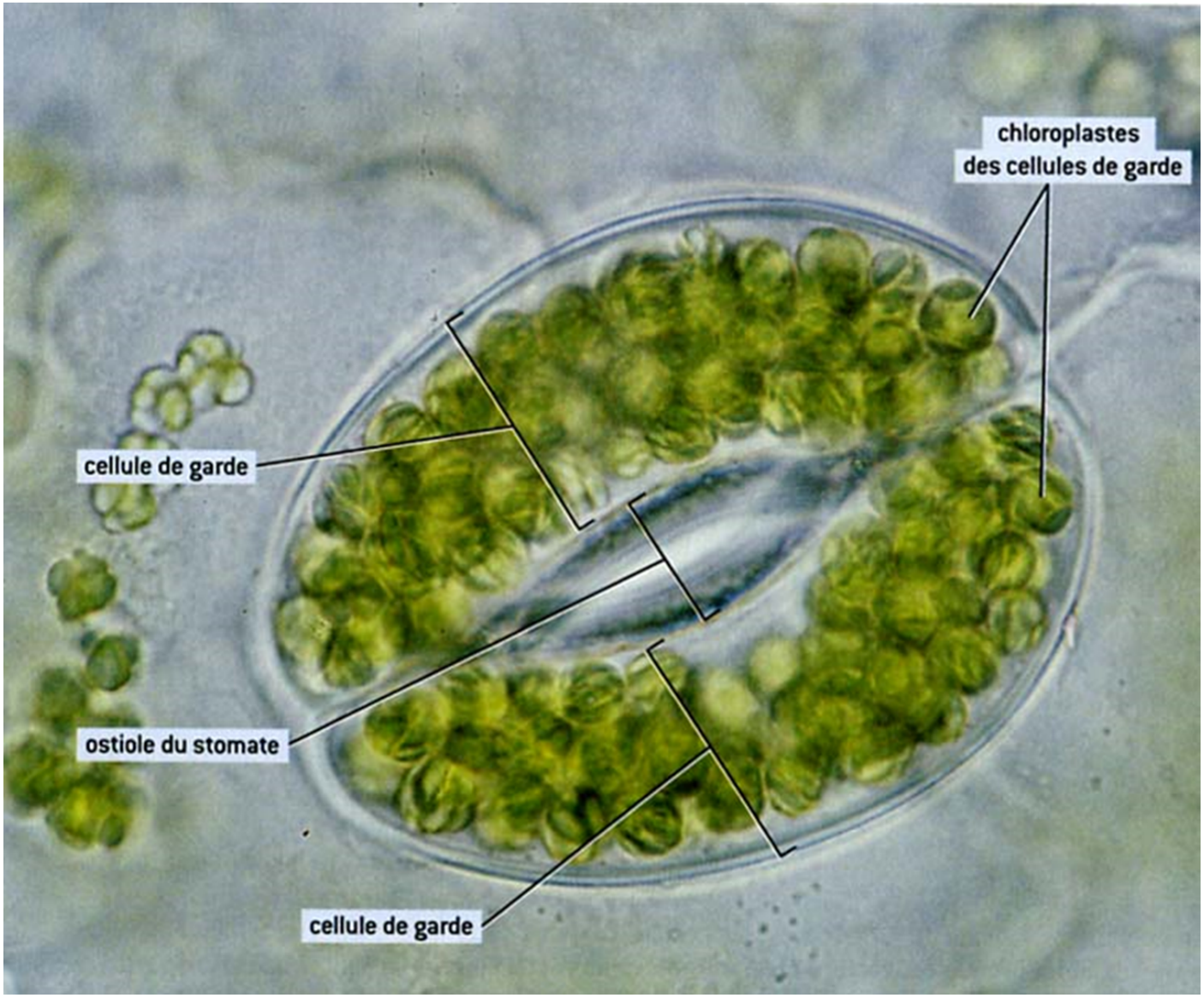




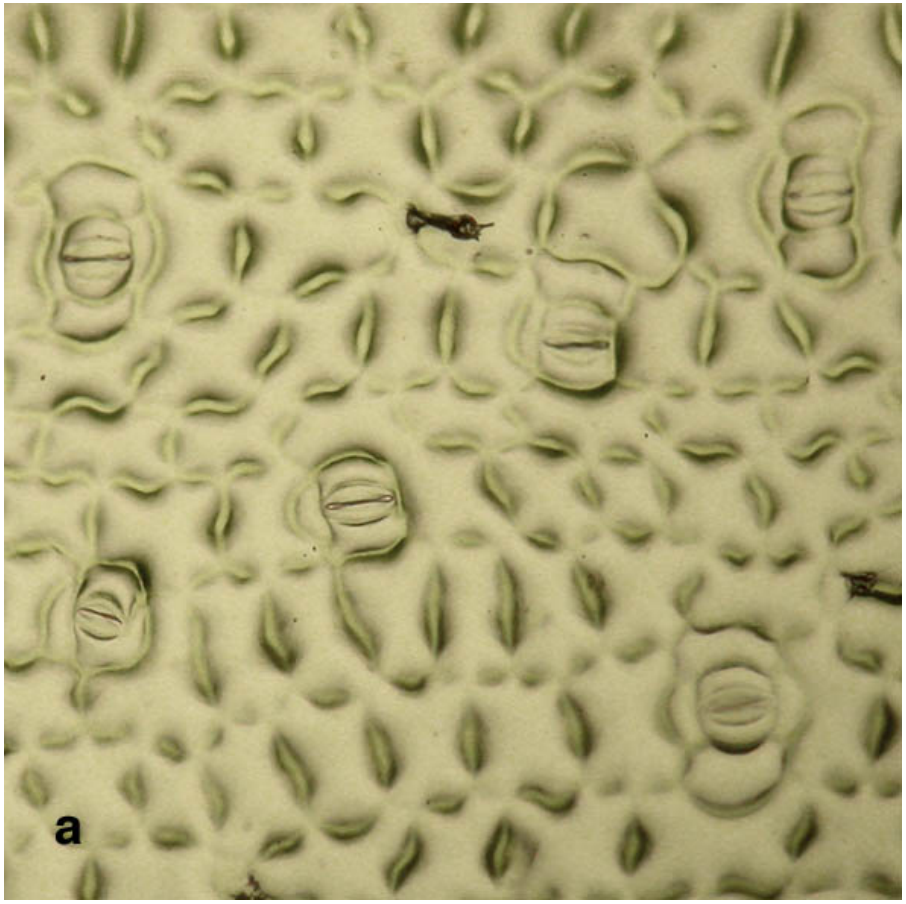
III. Anatomie primaire de la tige feuillée : un organe spécialisé dans l'autotrophie et le port dressé en milieu aérien

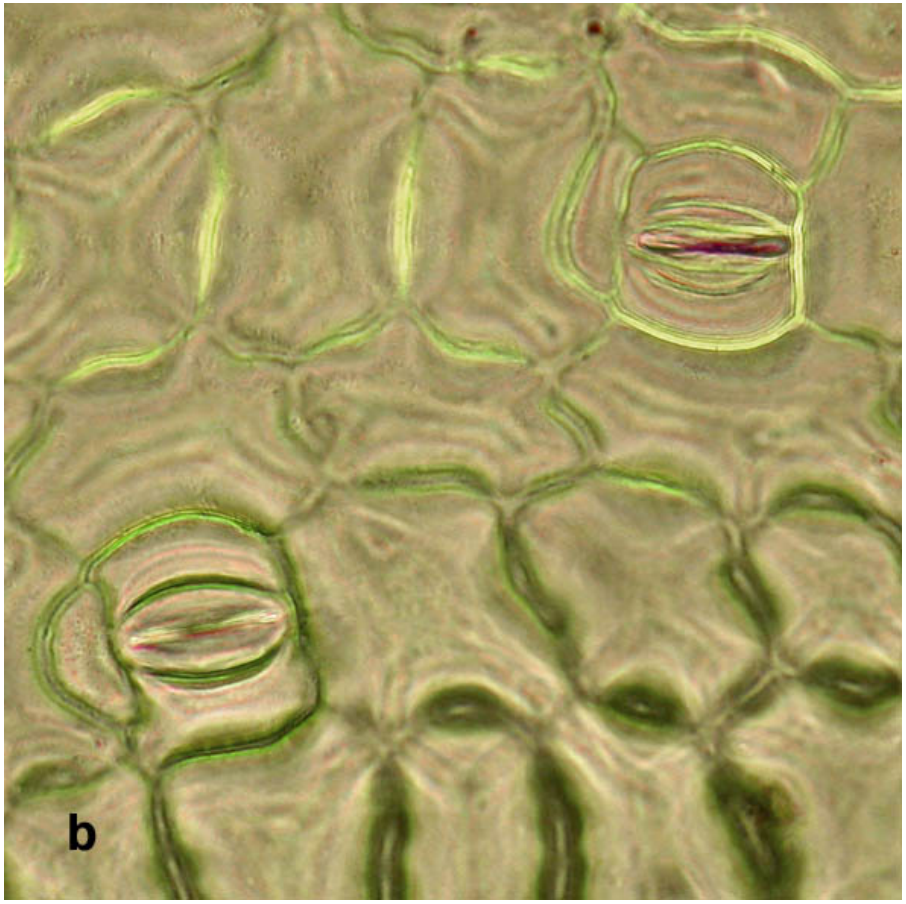


Organisation d'un stomate

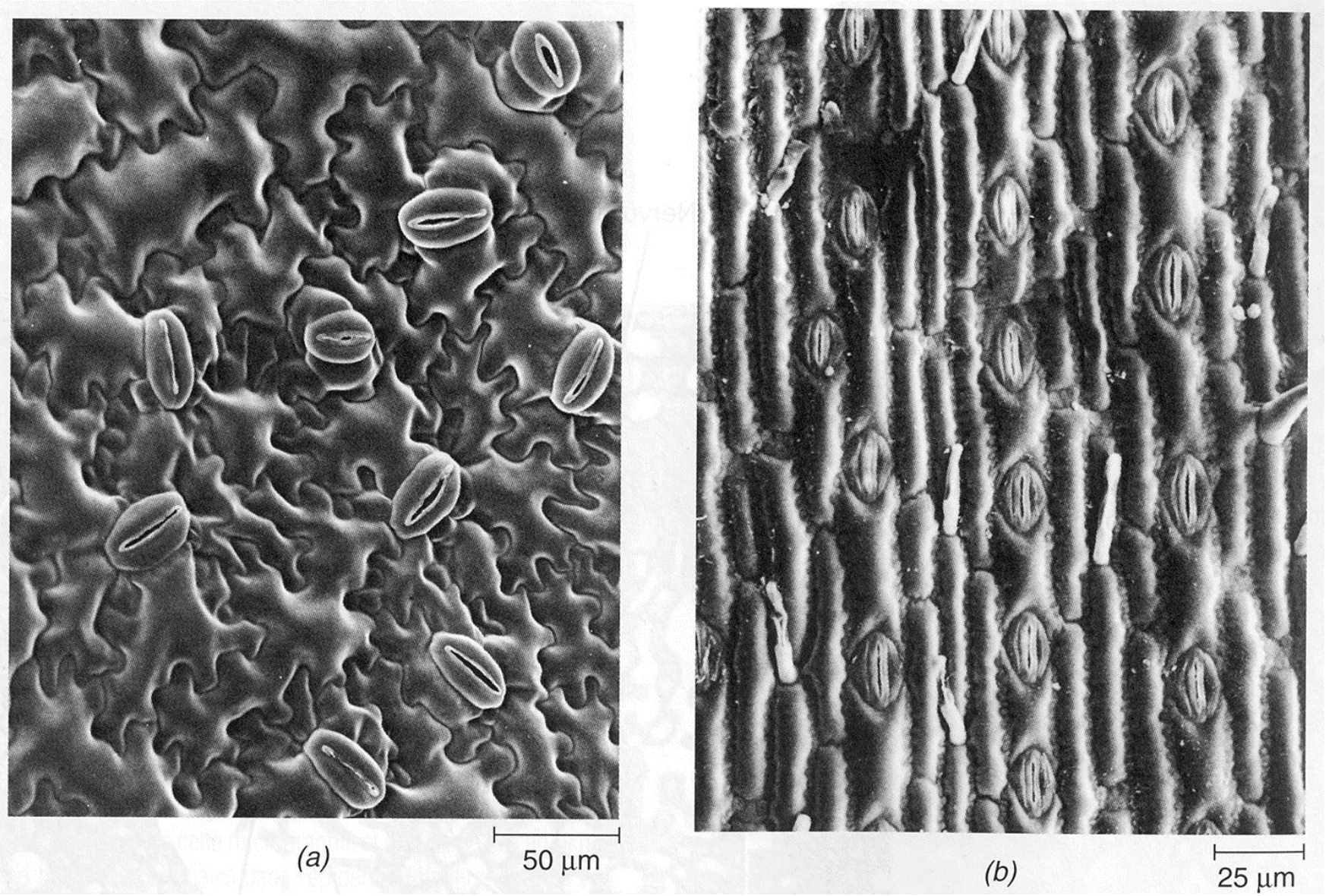


Empreintes stomatiques

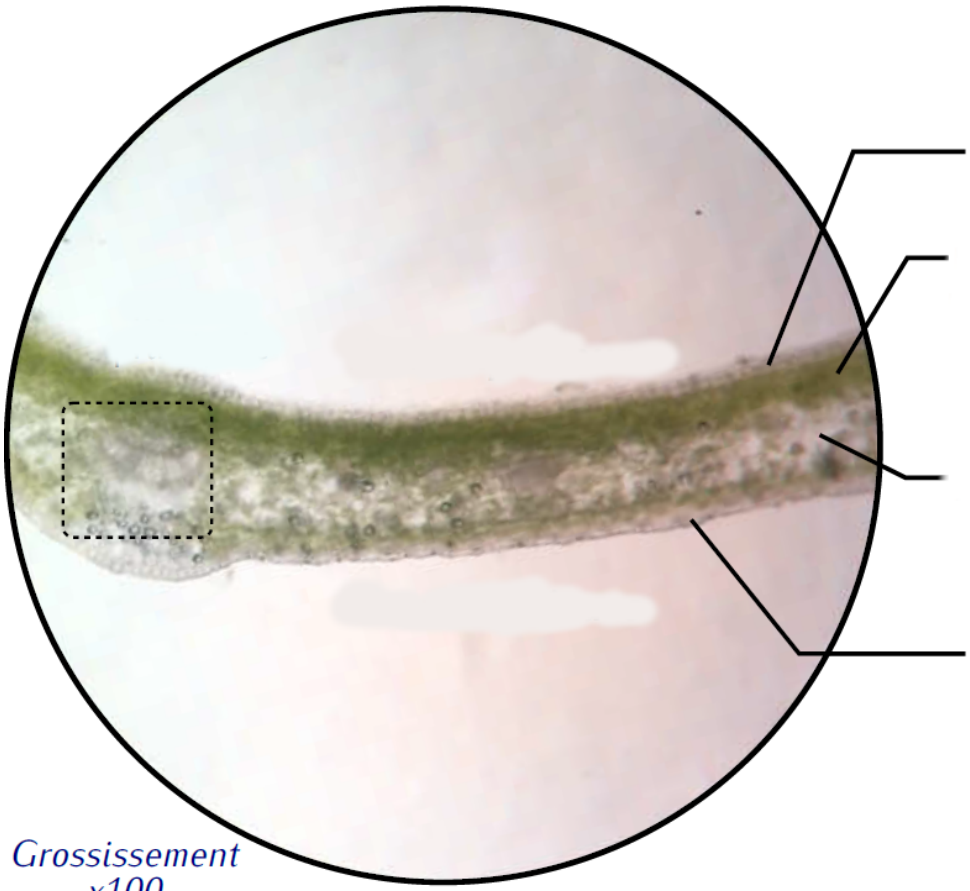




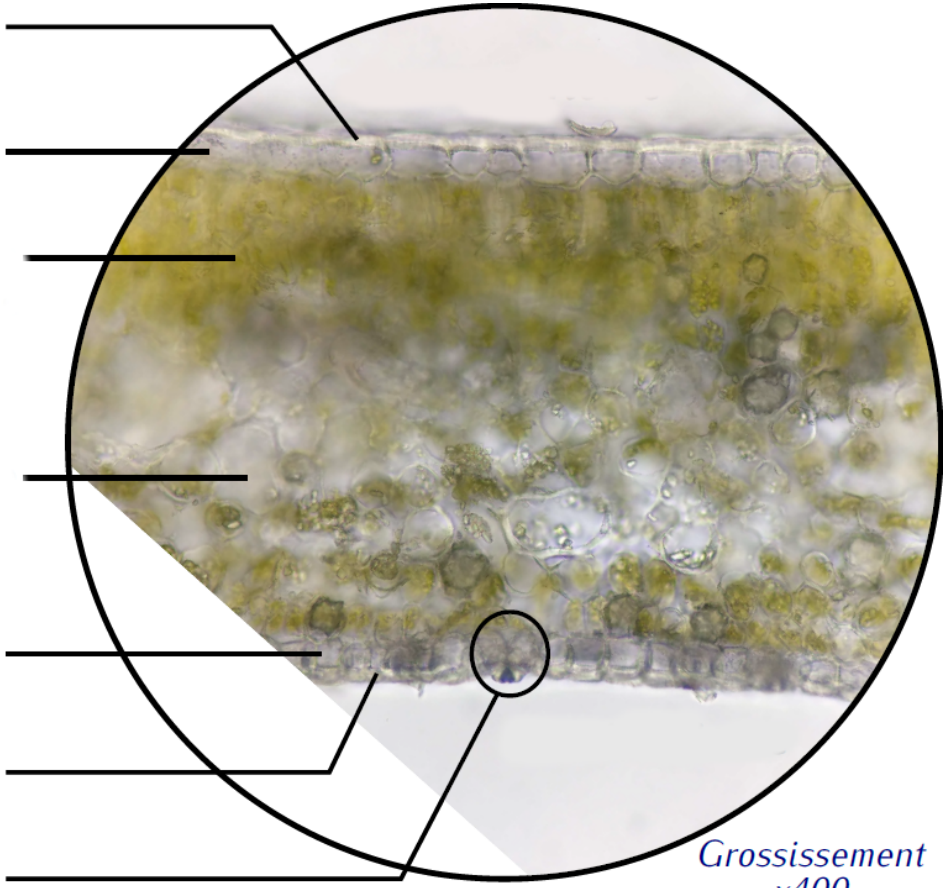
Empreintes stomatiques MEB



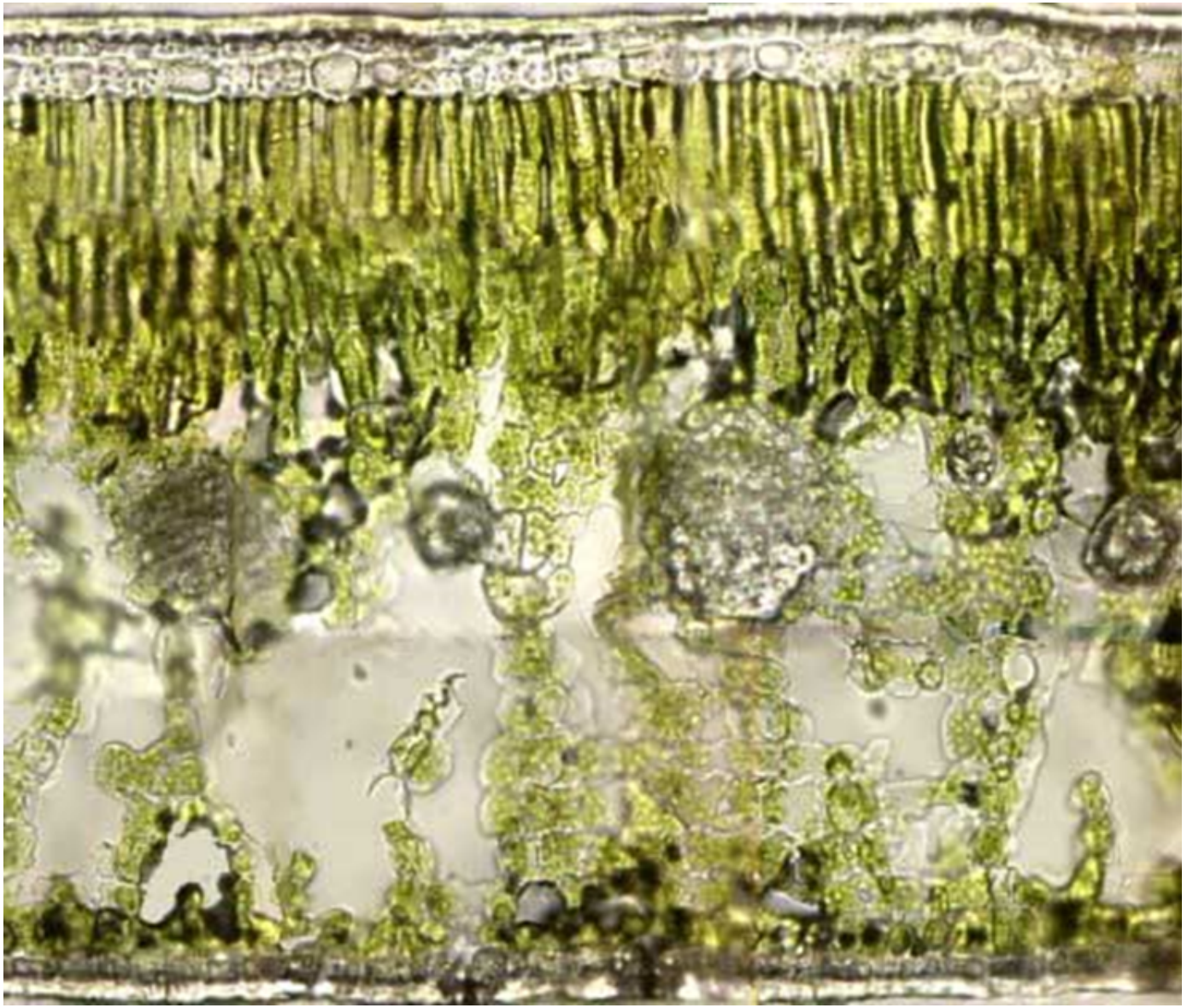
Rappel : CT de limbe foliaire réalisé en TP SV-C



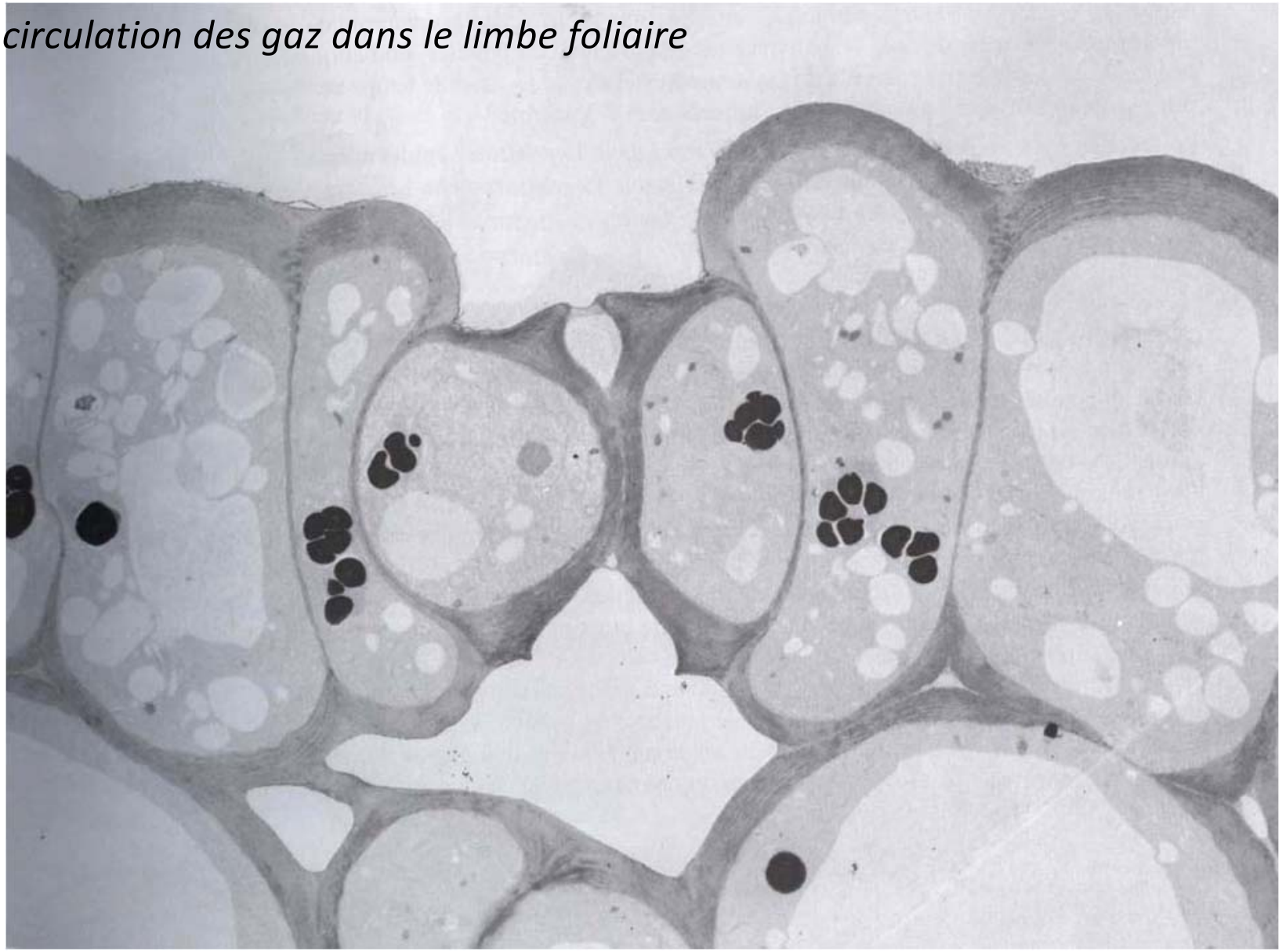
Grossissement x100



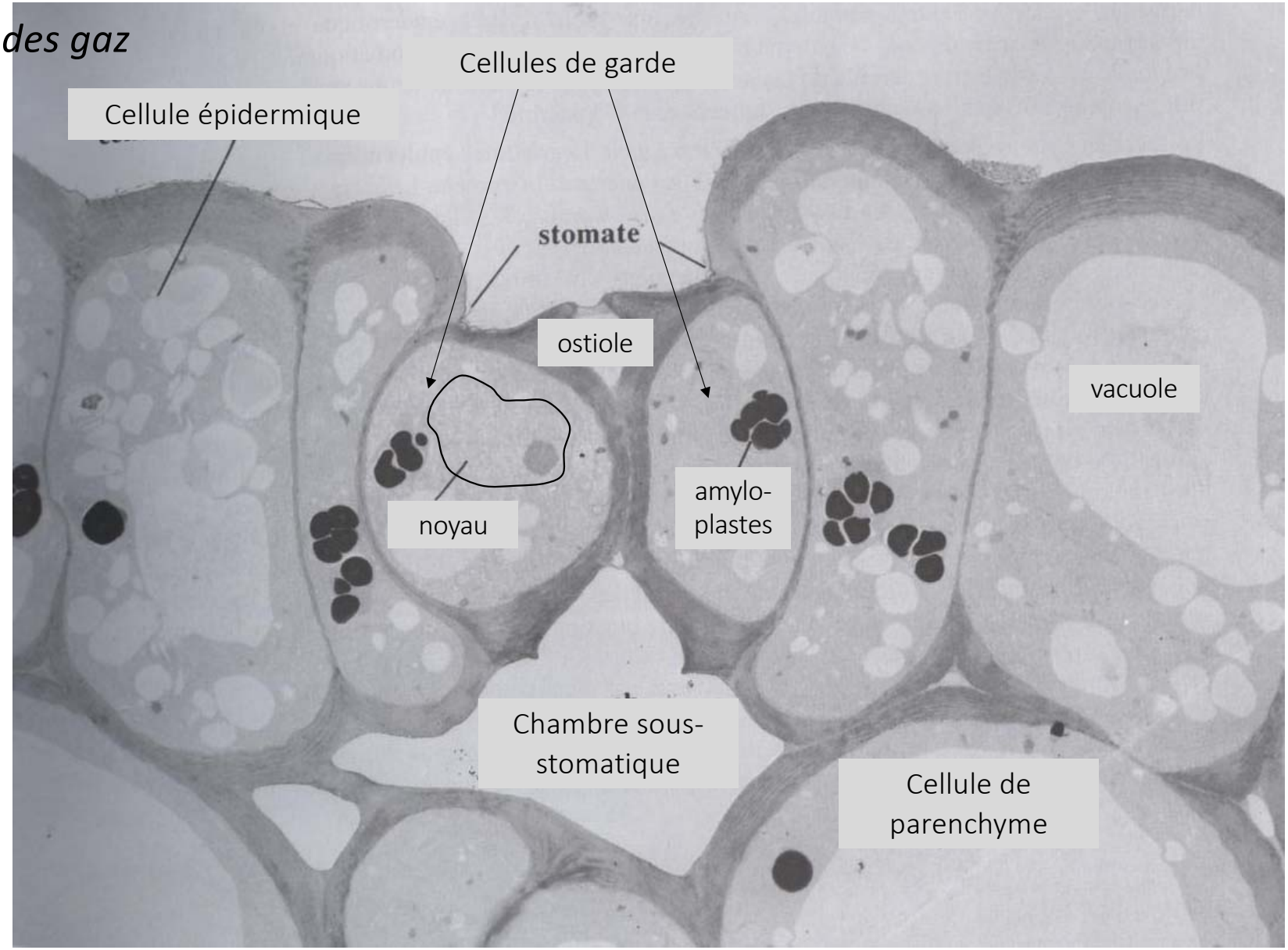
Grossissement x400



Espaces de circulation des gaz dans le limbe foliaire

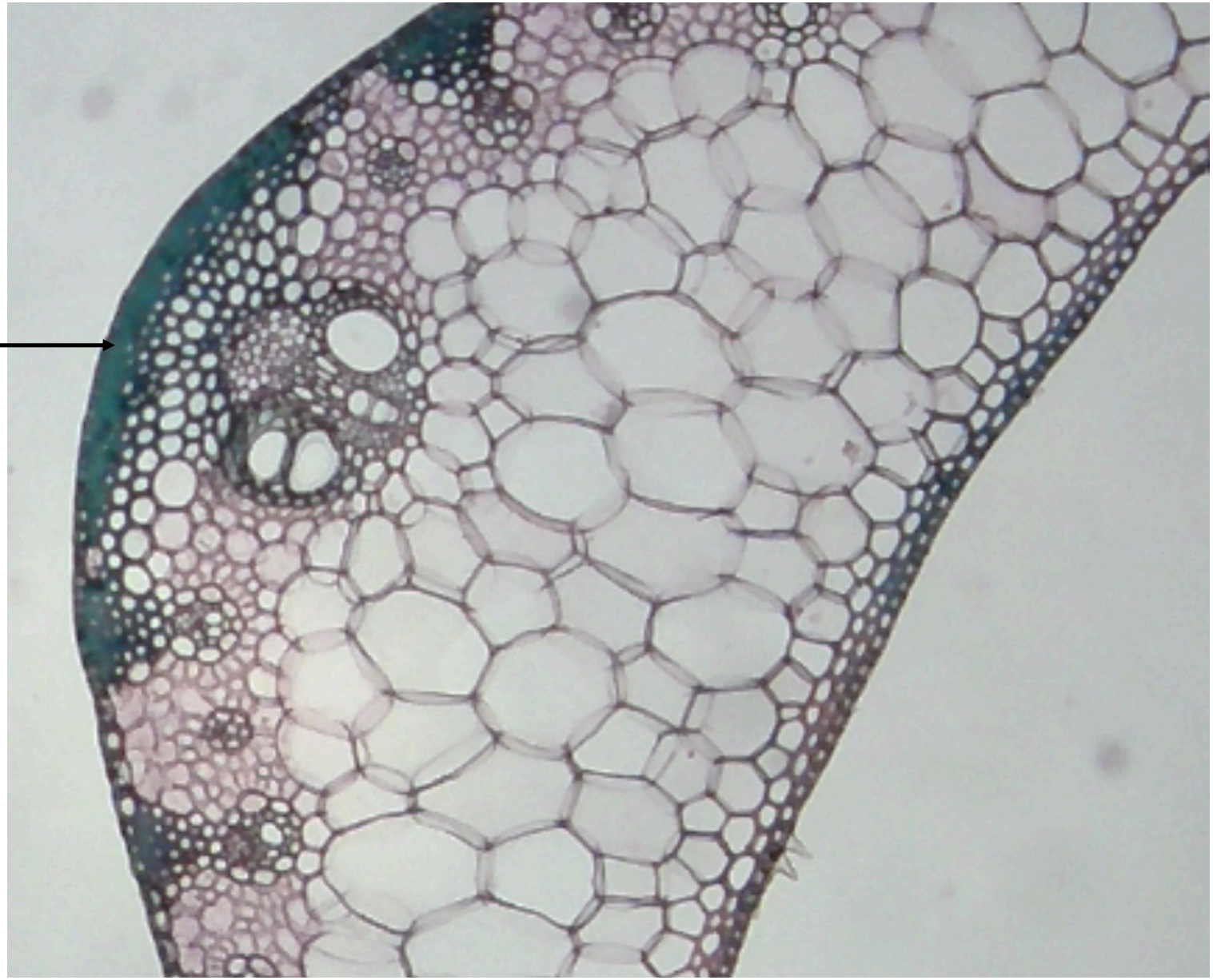


Espaces de circulation des gaz dans le limbe foliaire

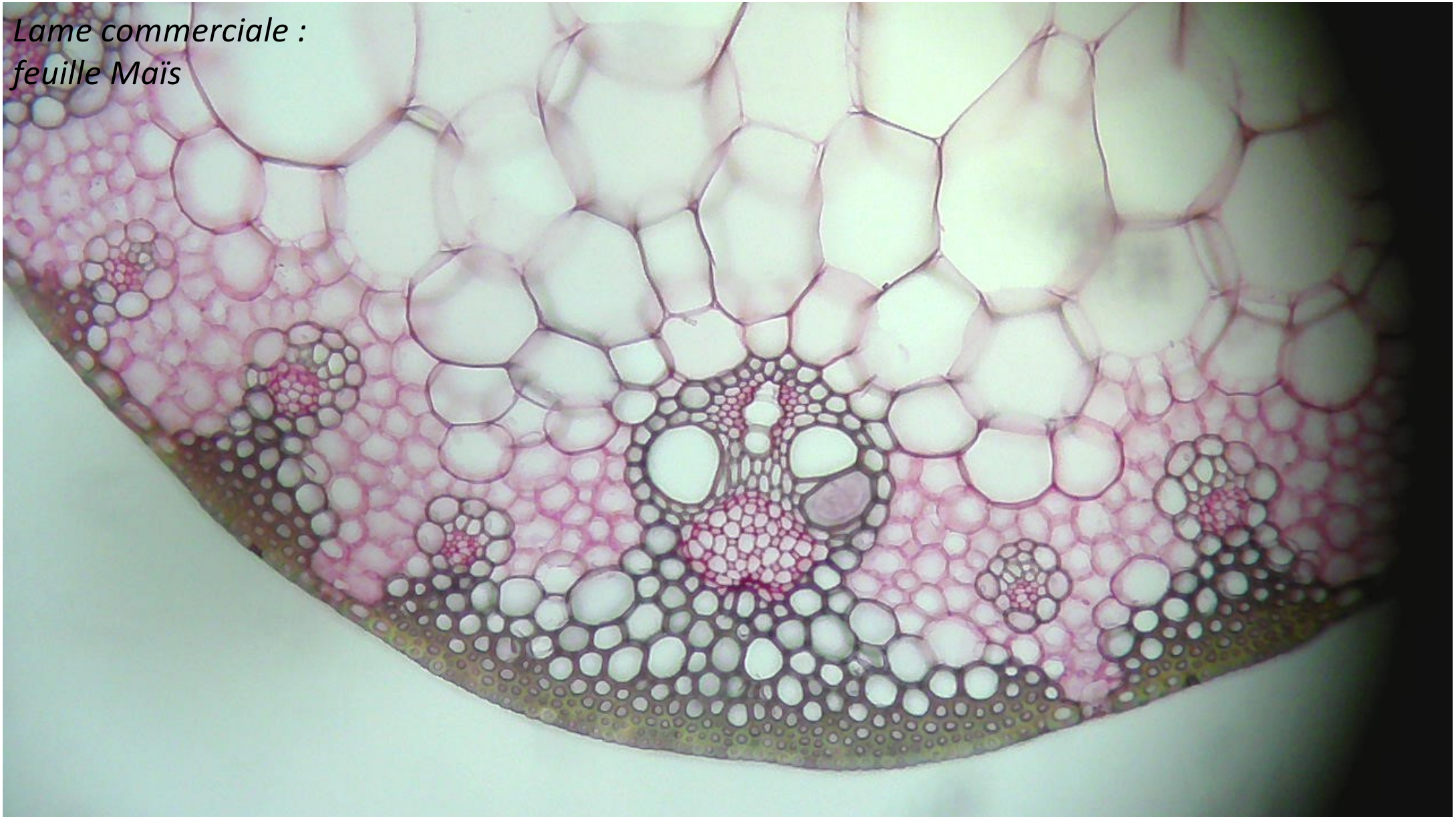


Lame commerciale :
feuille Maïs

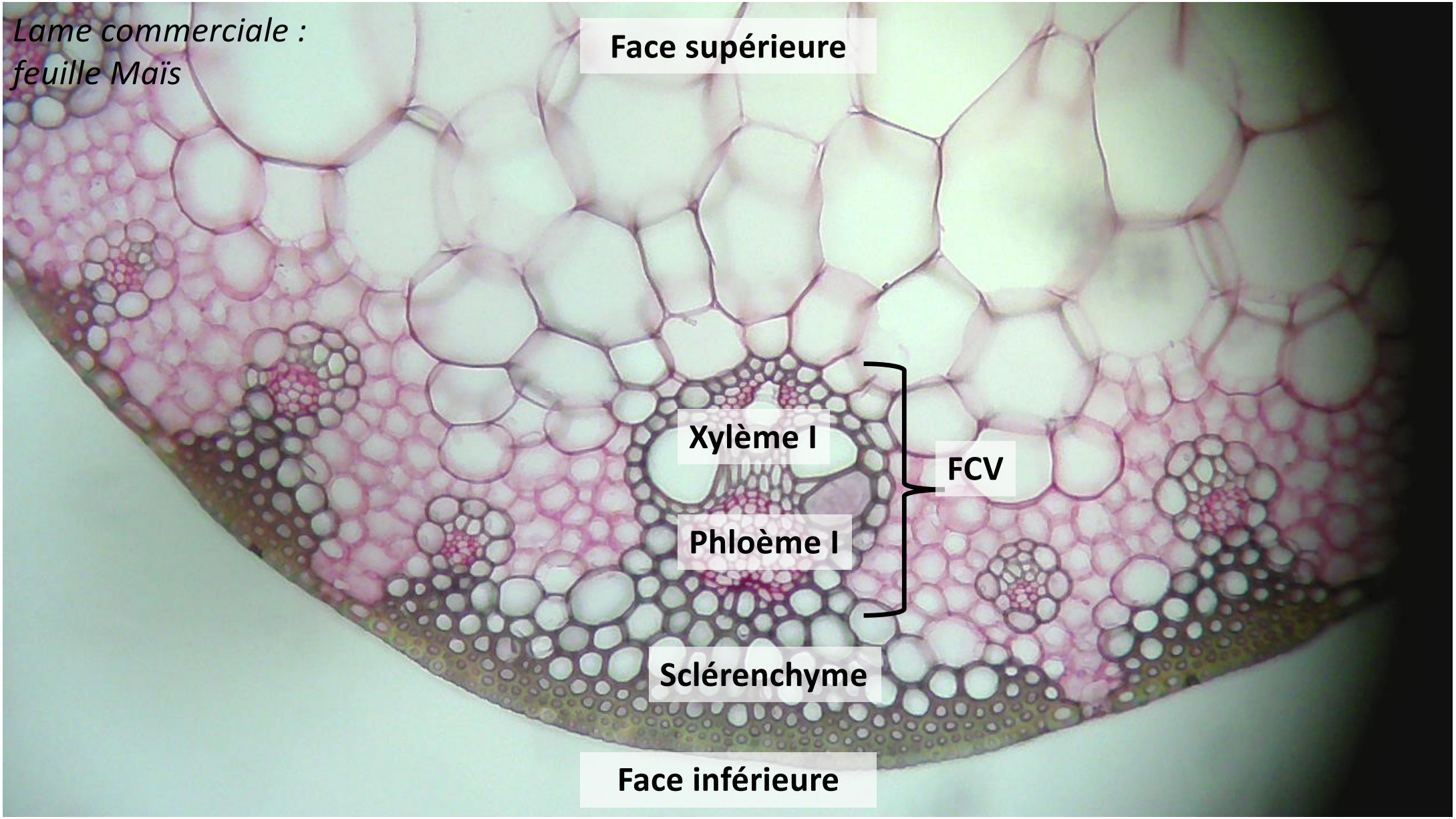
Sclérenchyme →



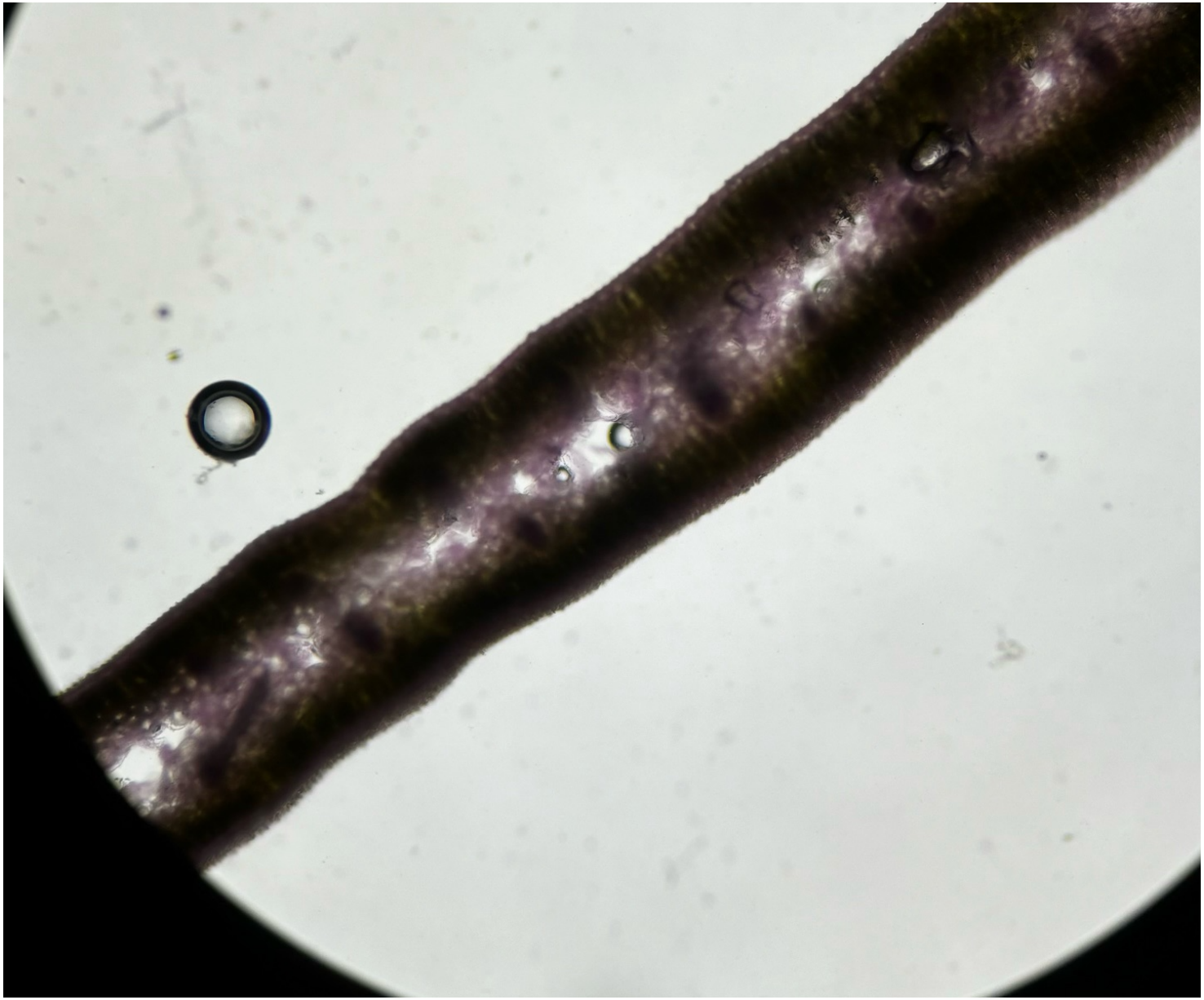
Lame commerciale :
feuille Maïs



Lame commerciale :
feuille Maïs



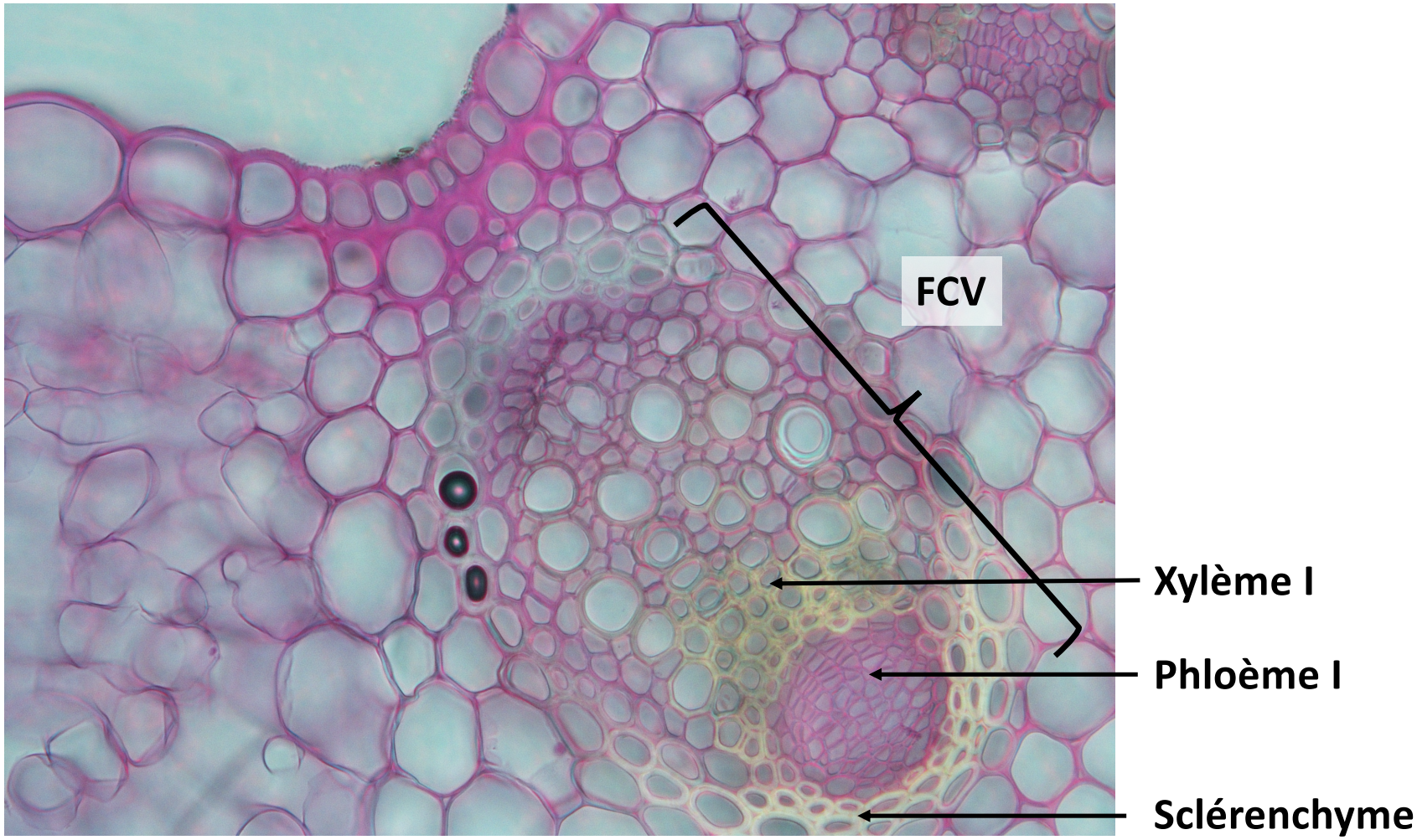
CT de limbe de poireau



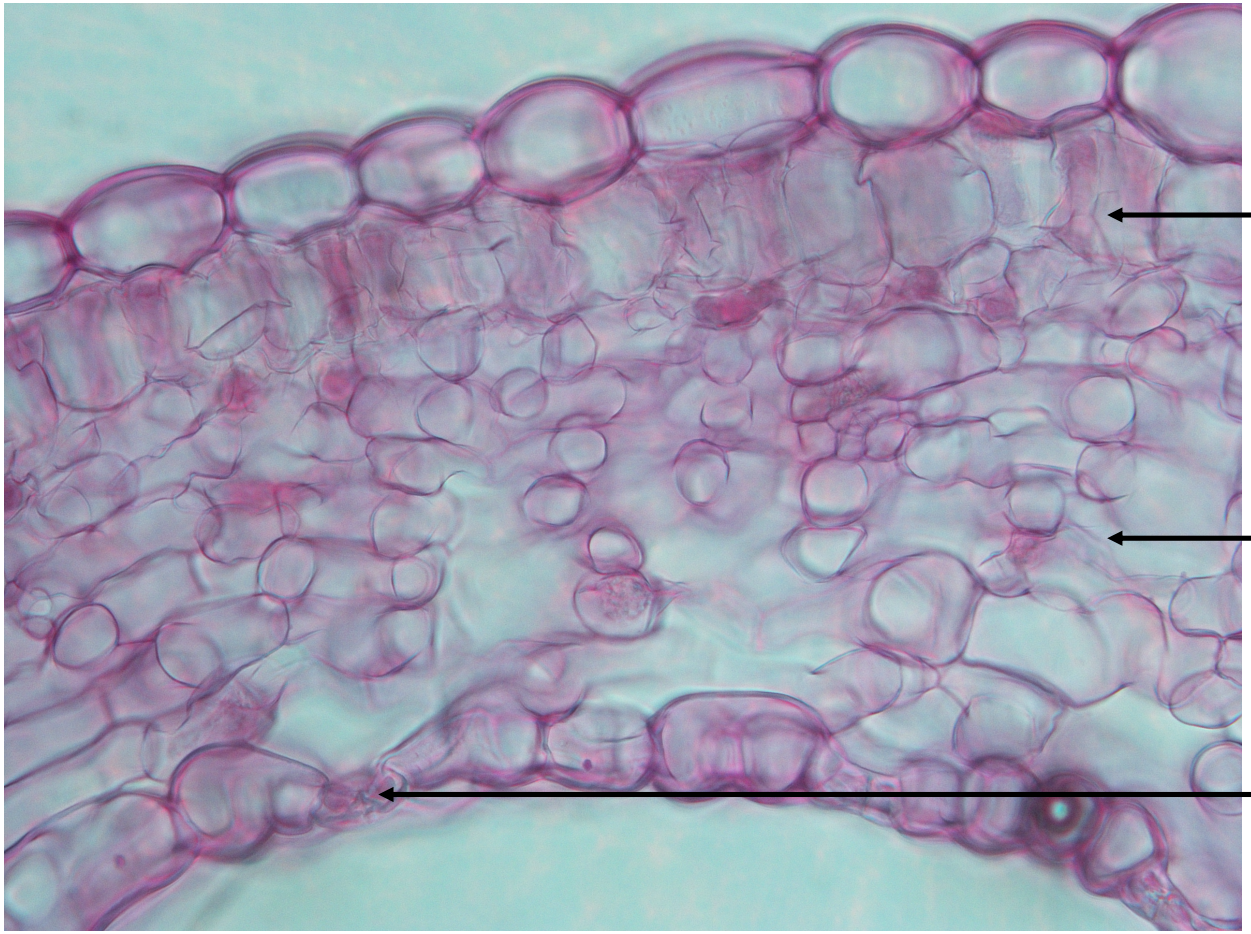
CT de feuille de renoncule

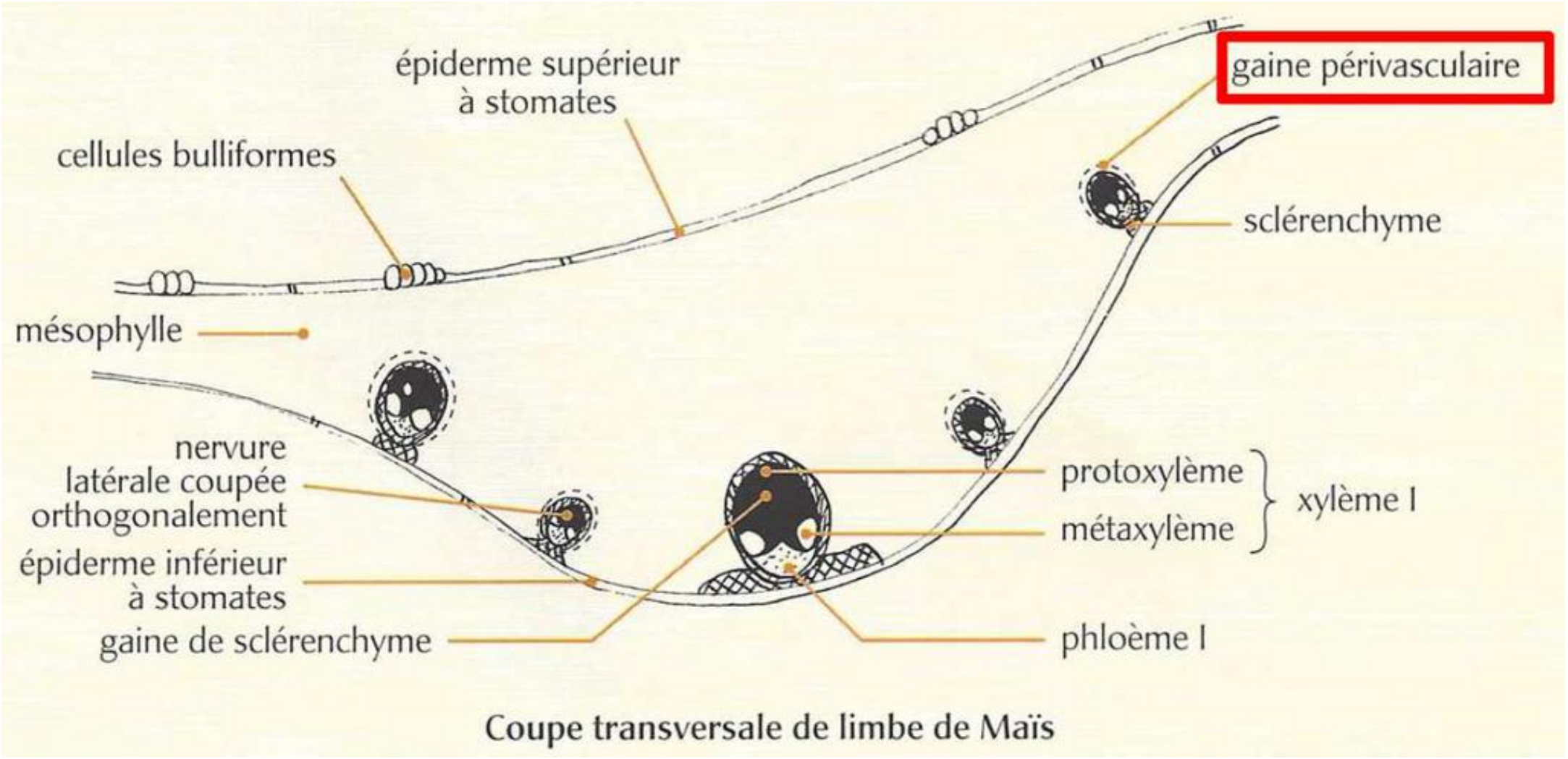


CT de feuille de renoncule

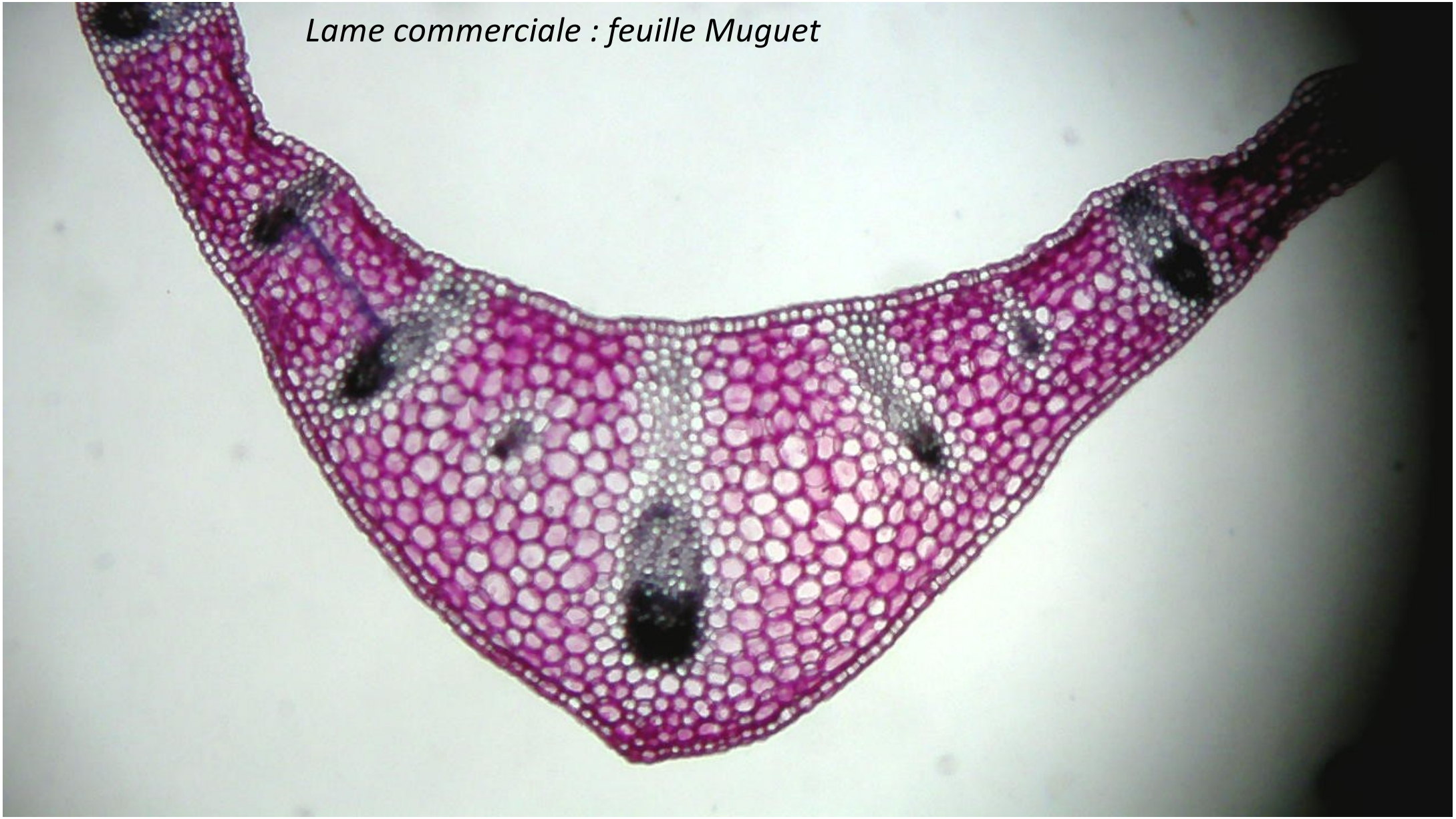


CT de feuille de renoncule

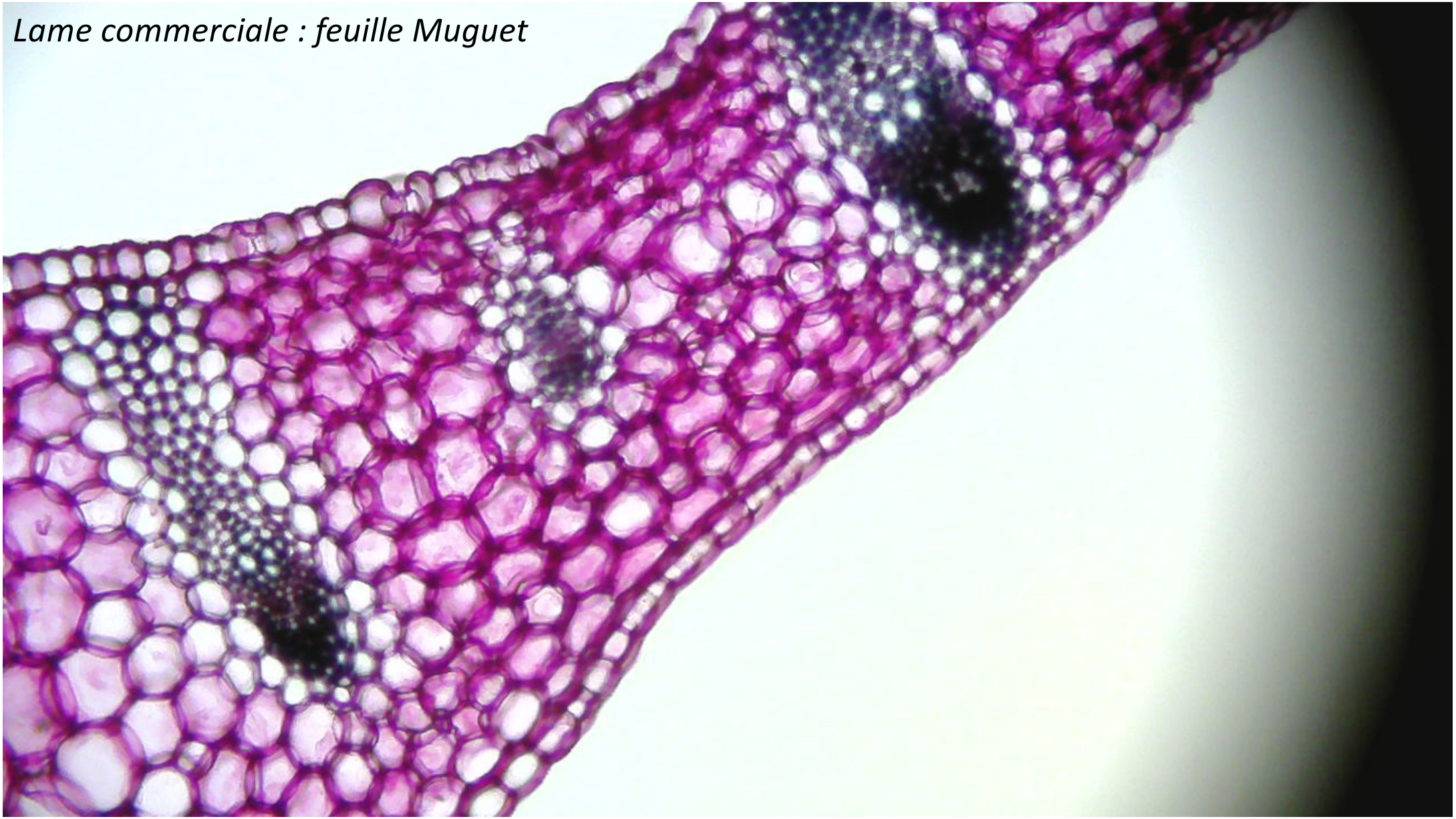




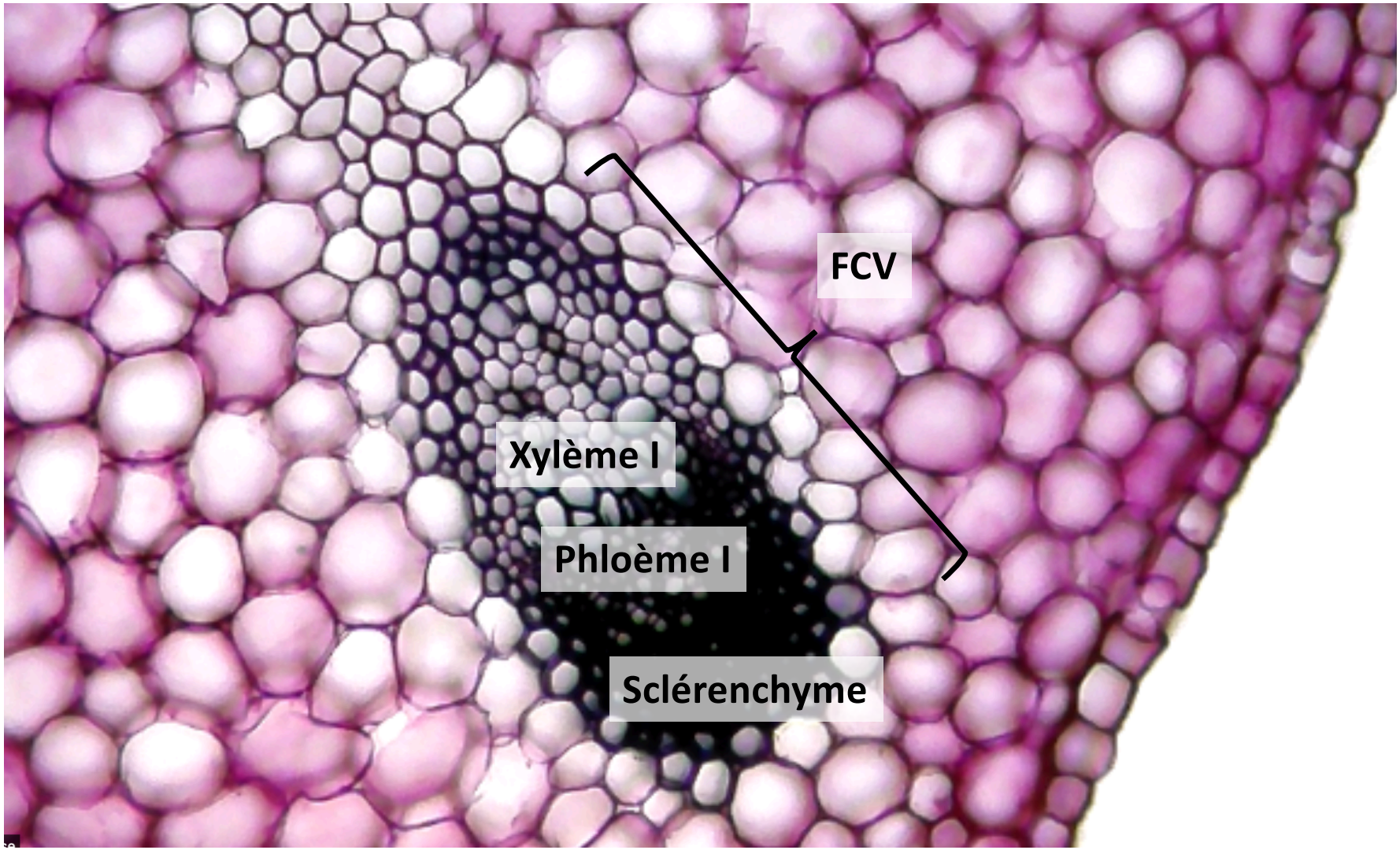
Coupe transversale de limbe de Maïs

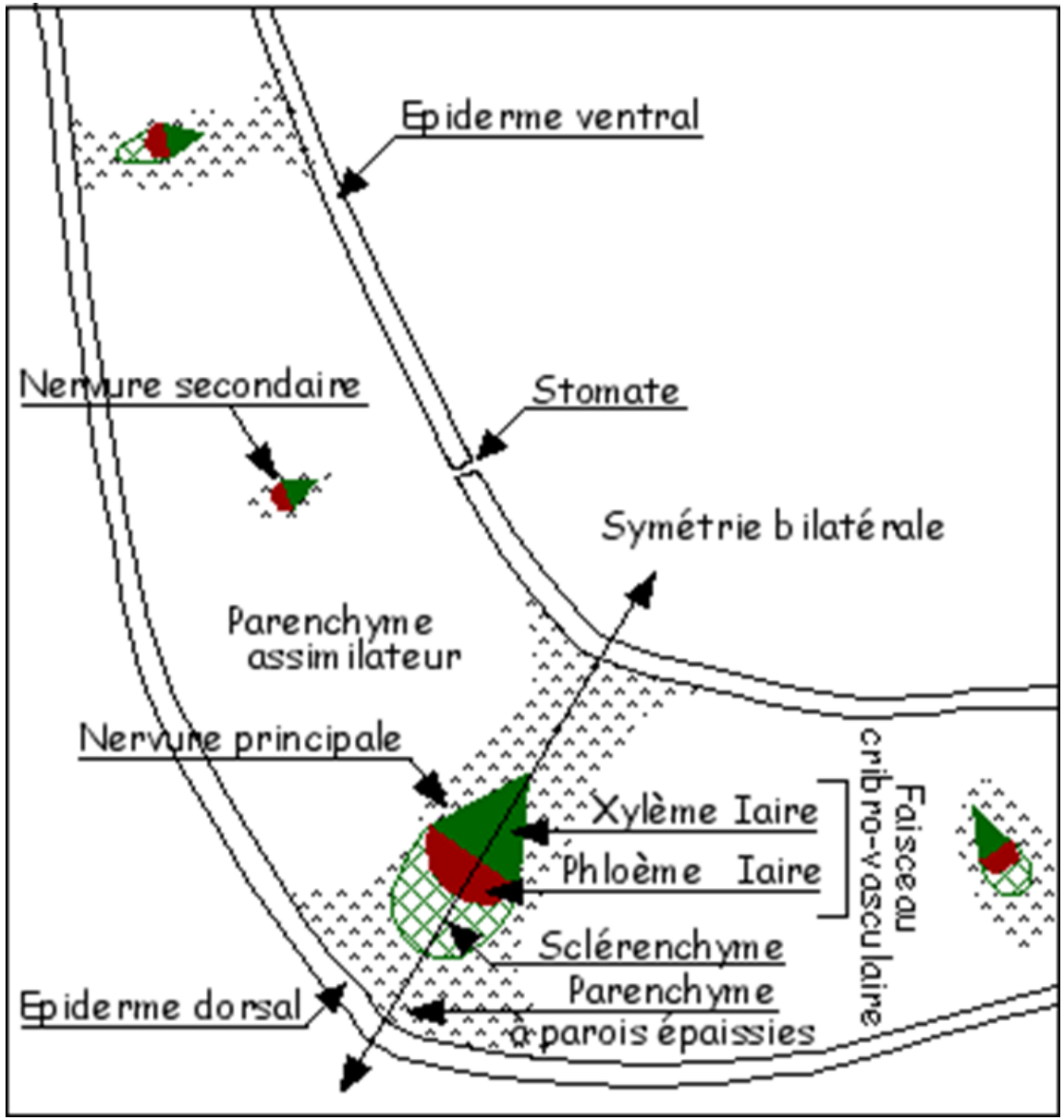

Lame commerciale : feuille Muguet

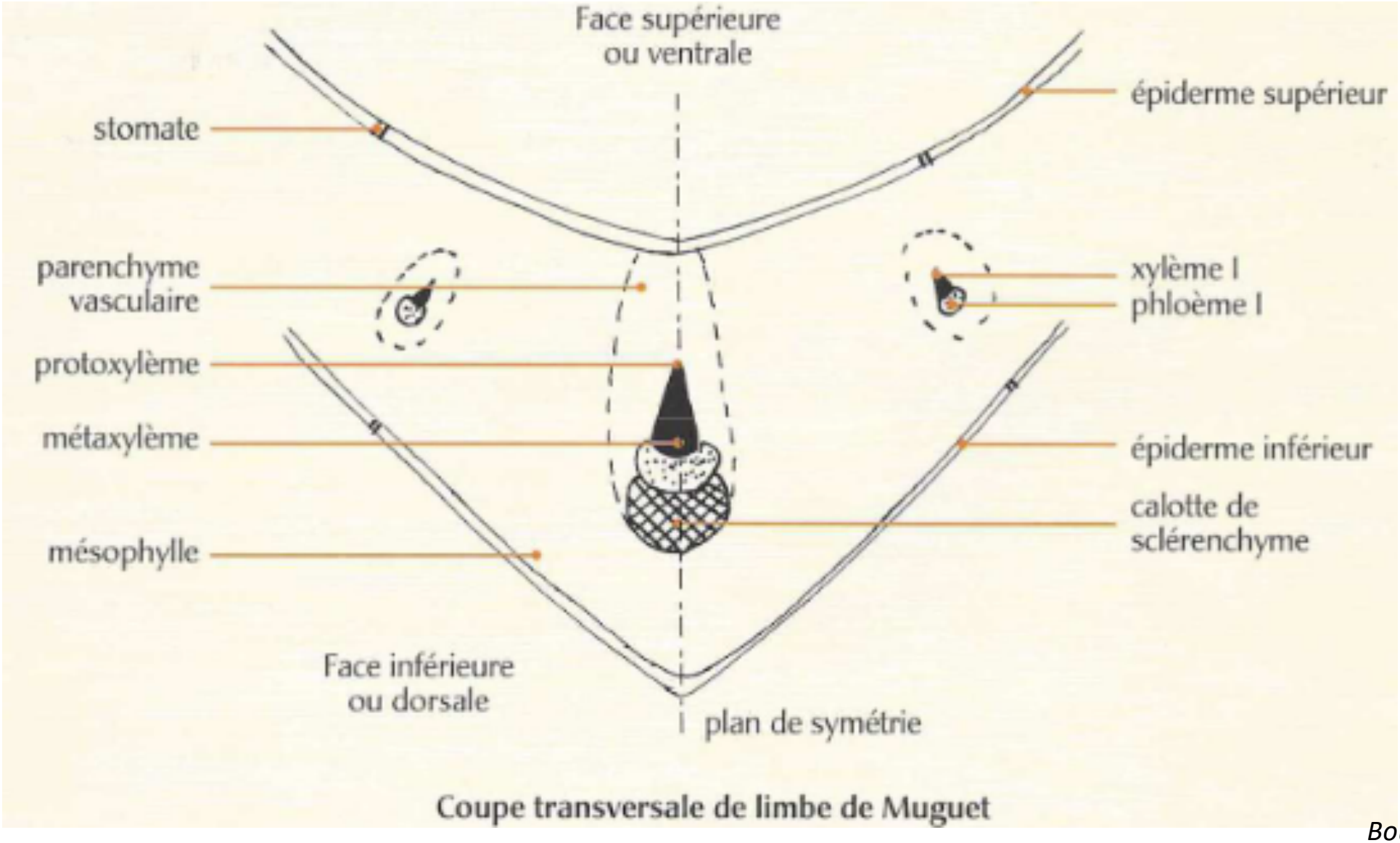
Lame commerciale : feuille Muguet



Lame commerciale :
feuille Muguet



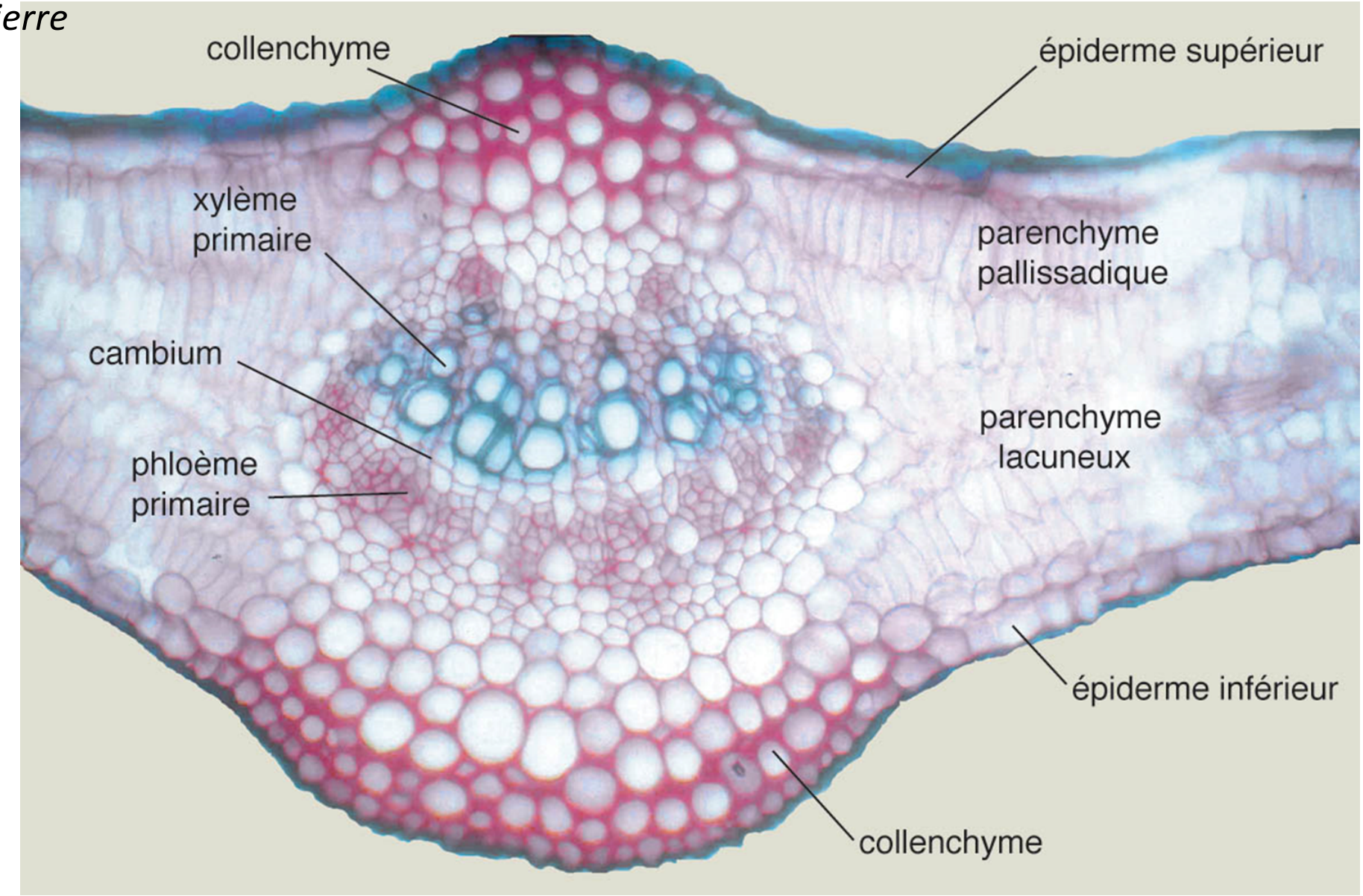

Epiderme ventral
Nervure secondaire
Stomate
Symétrie bilatérale
Parenchyme assimilateur
Nervure principale
Xylème Iaire
Phloème Iaire
Faisceau cribro-vasculaire
Sclérenchyme
Parenchyme à parois épaissies
Epiderme dorsal



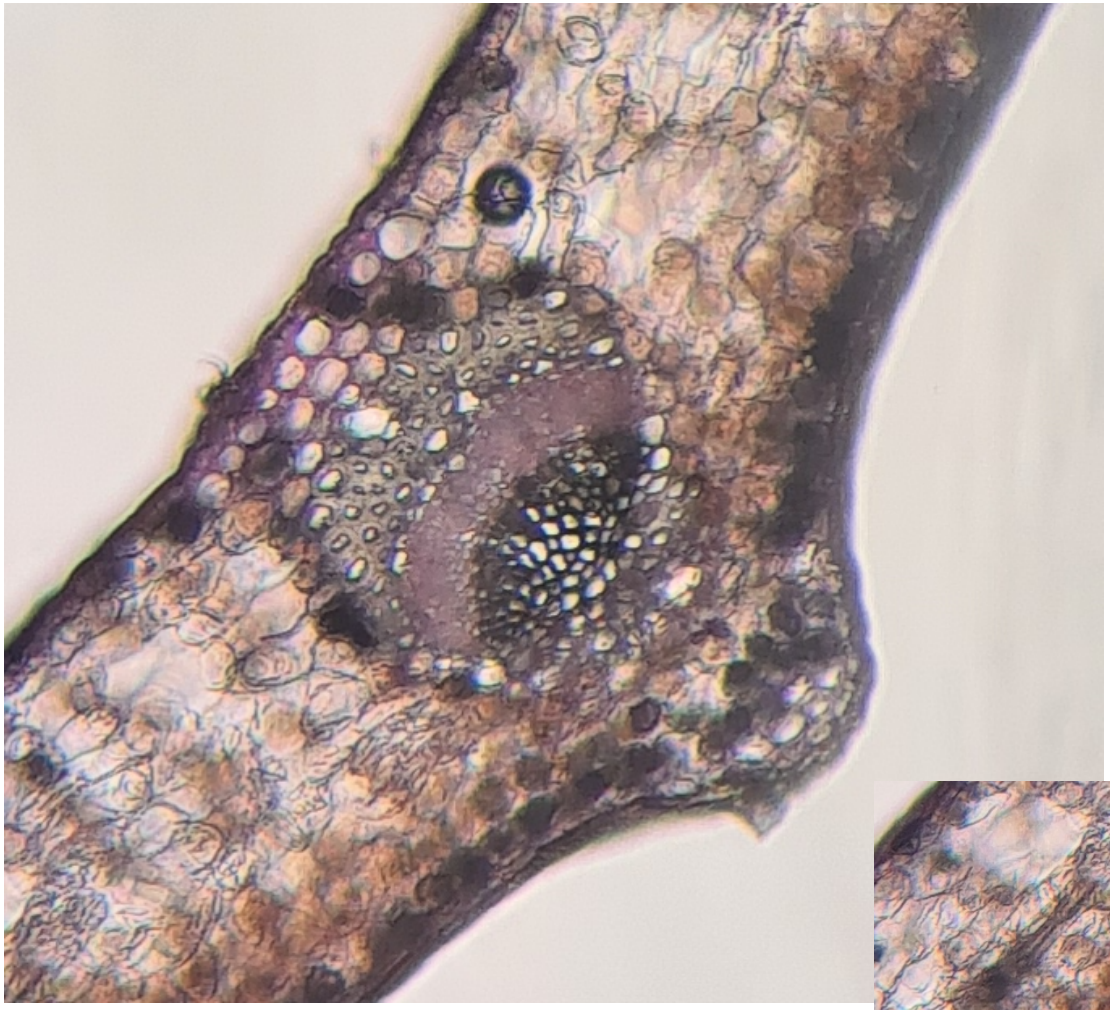
Coupe transversale de limbe de Muguet

Boutin

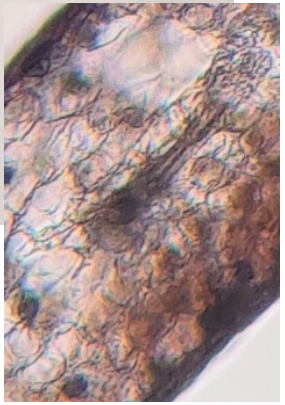
CT feuille de Lierre



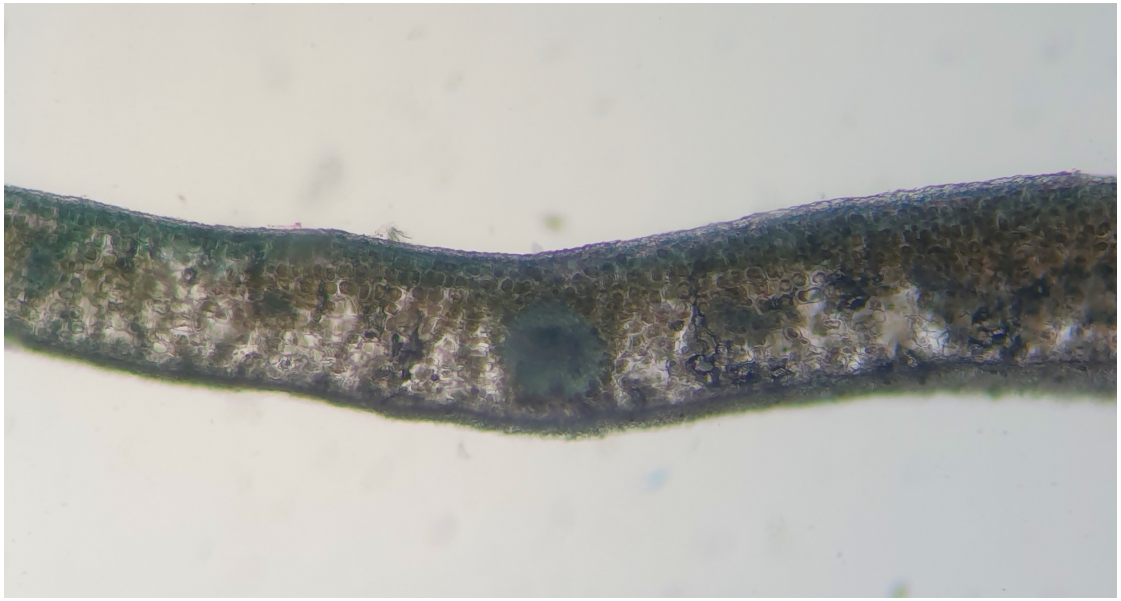
CT feuille de Lierre

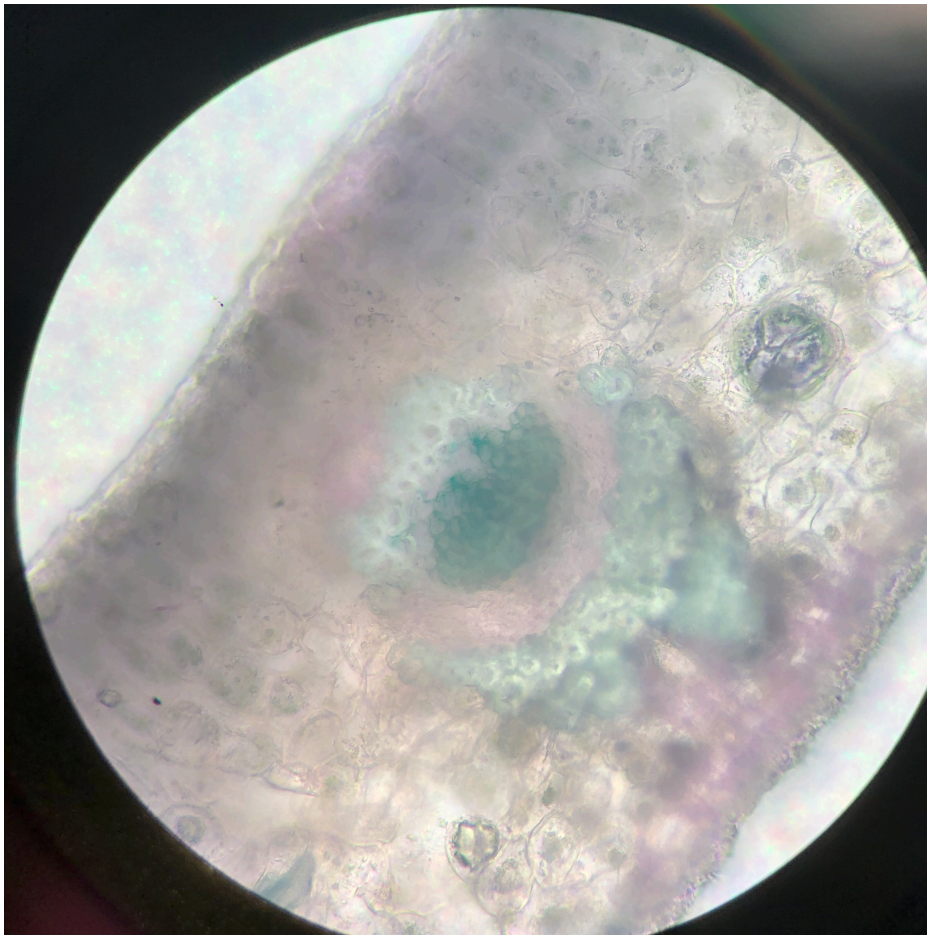


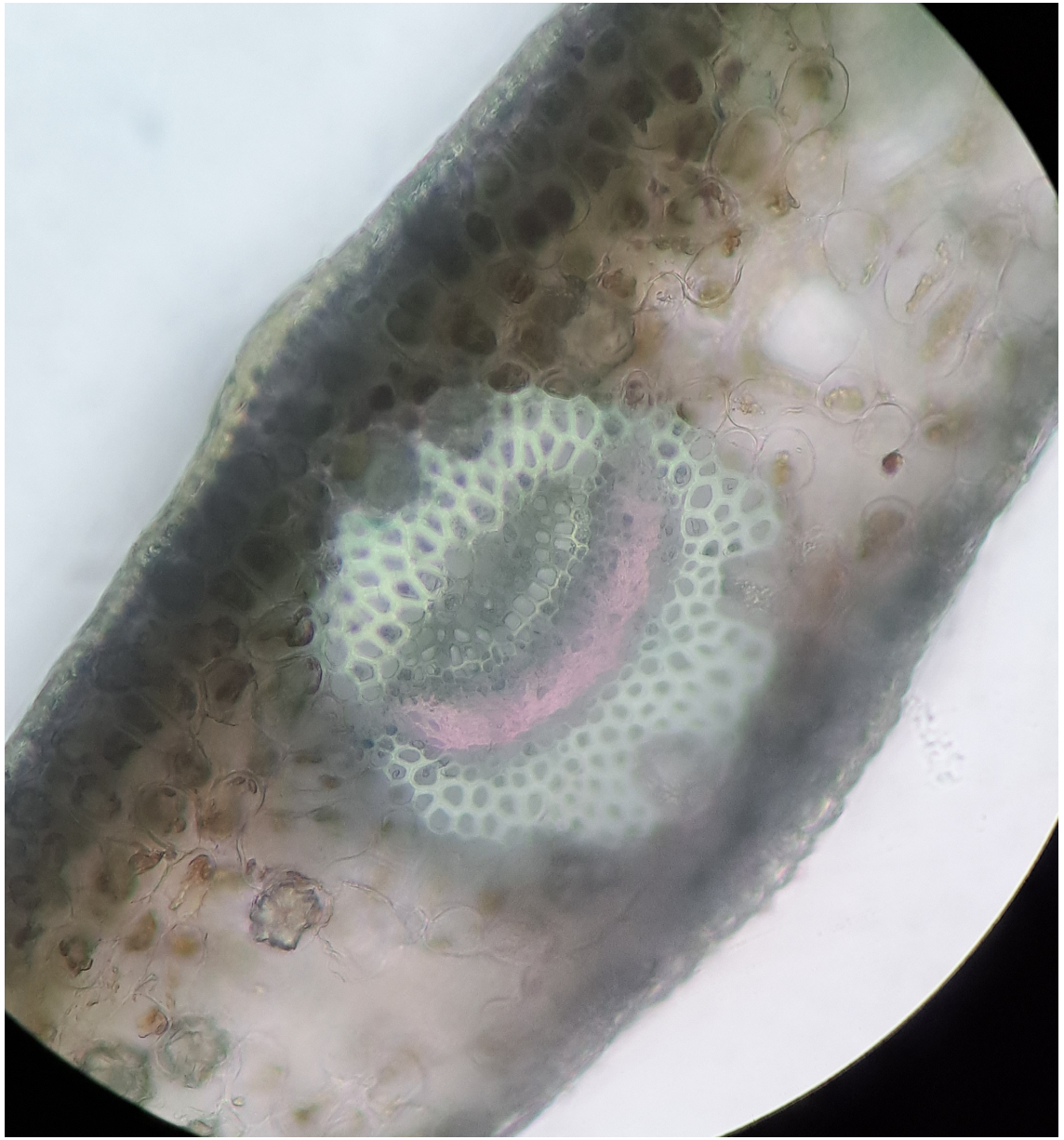
Nervure centrale nette



Nervure secondaire floue

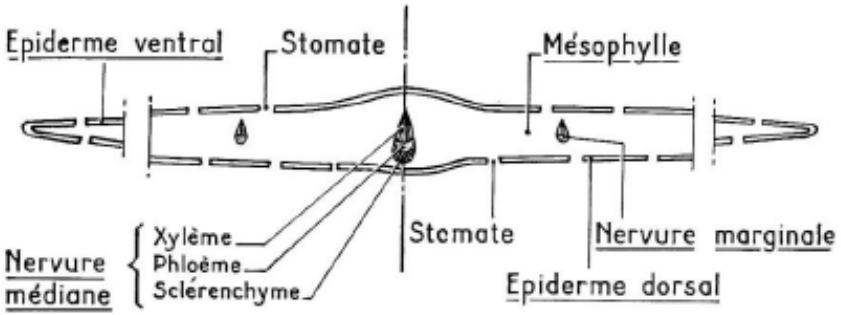
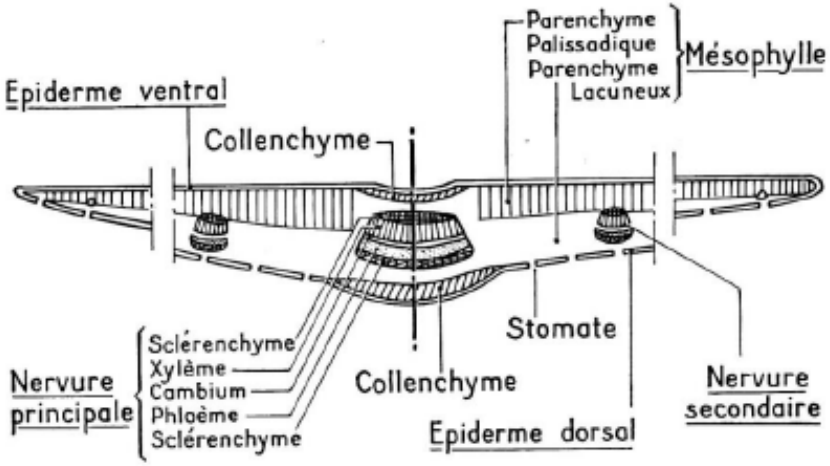


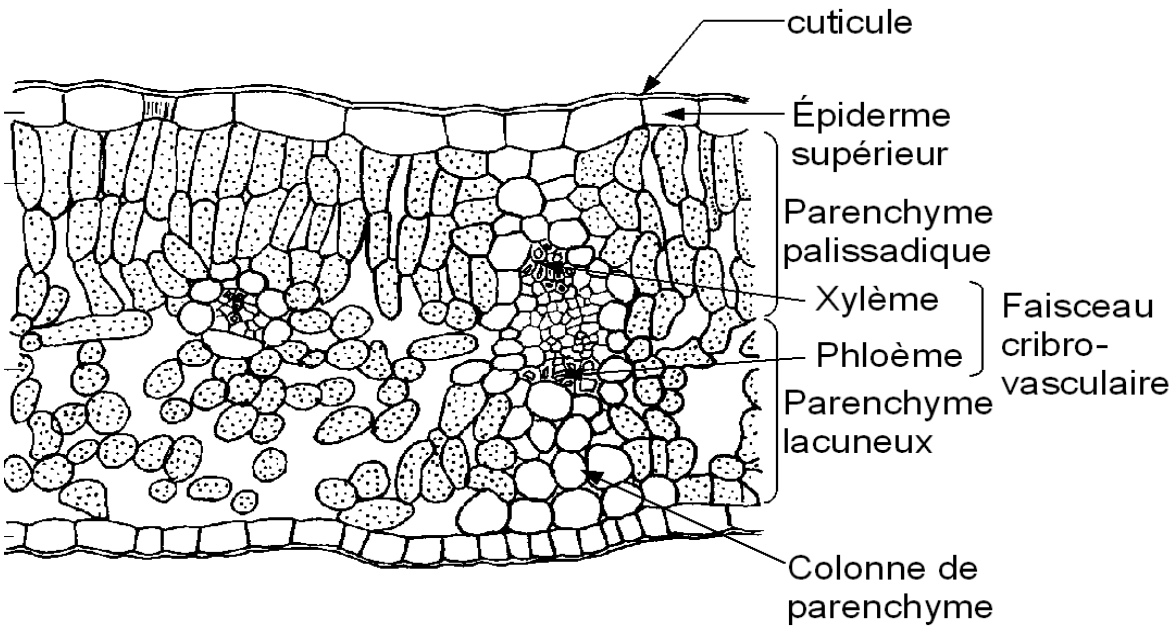




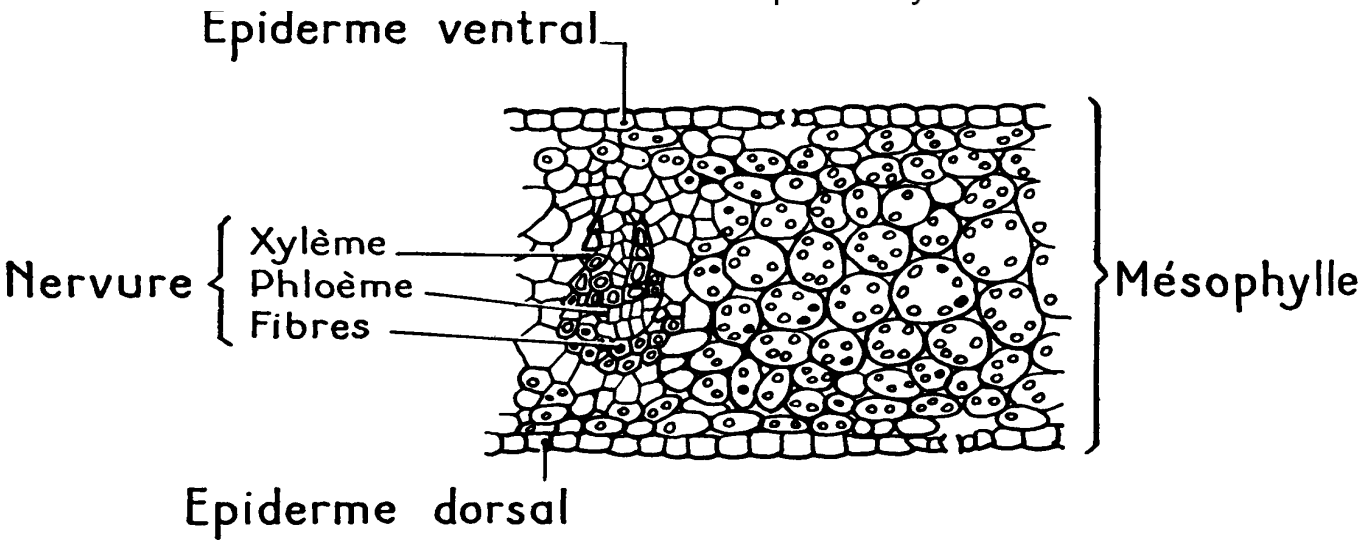
CT feuille de Marjolaine



	Organisation d'une feuille de monocotylédone	Organisation d'une feuille de dicotylédone
Epiderme supérieur	**Stomatifère**. Stomates disposés parallèlement.	Rarement stomatifère (sauf chez les herbacées).
Mésophylle	Parenchyme de type lacuneux uniquement : **mésophylle homogène.**	Parenchyme palissadique et lacuneux : **mésophylle hétérogène**
Nervures	Nervures secondaires nettes dans le plan de la coupe transversale (nervation parallèle). Xylème primaire en V.	Nervure centrale bien distincte, nervures secondaires floues car coupées obliquement (nervation non parallèle). Xylème primaire en triangle.
Epiderme inférieur	**Stomatifère**. Stomates disposés parallèlement.	**Stomatifère**
Schémas conventionnels		

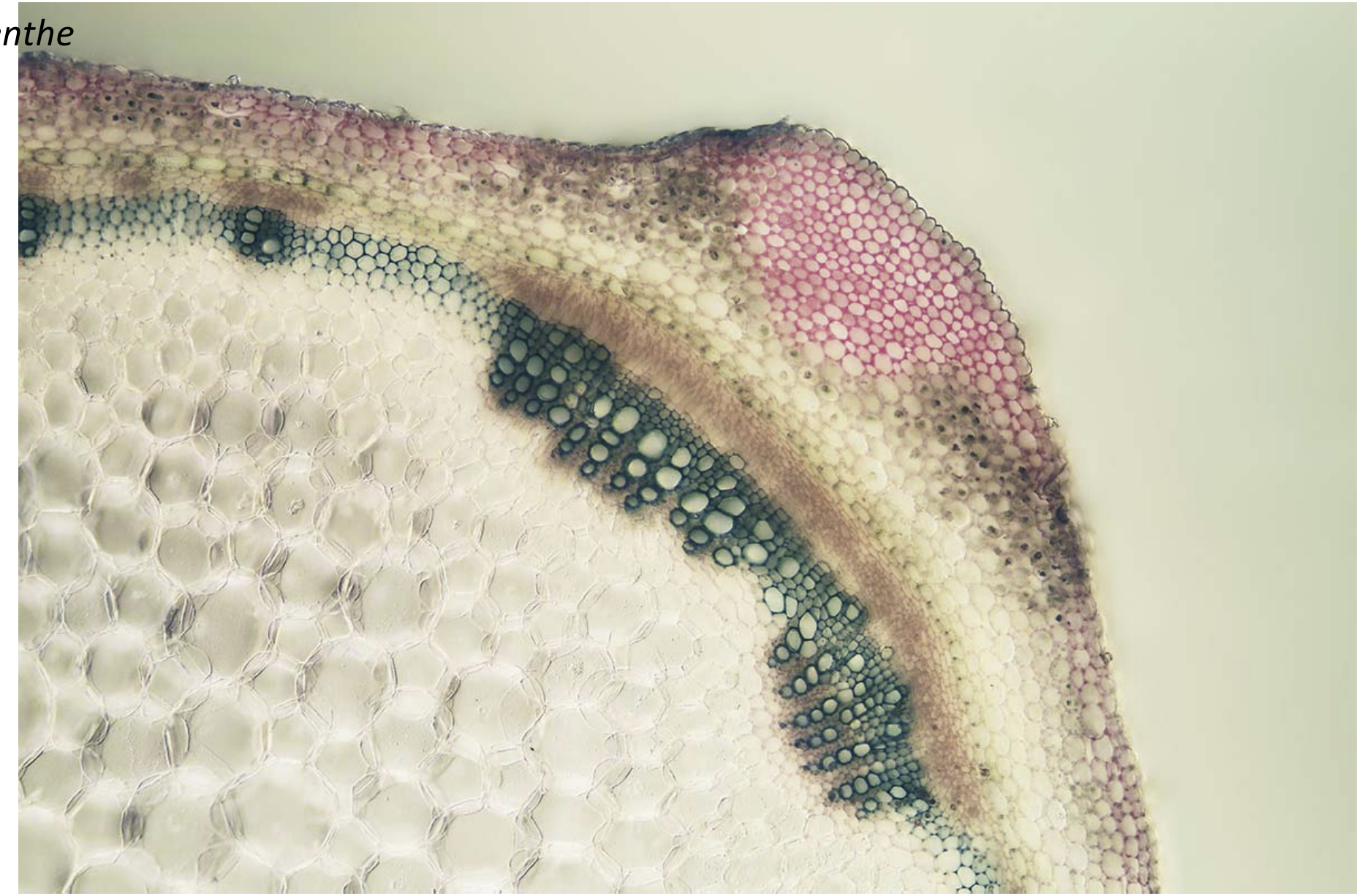


CT feuille de dicotylédone



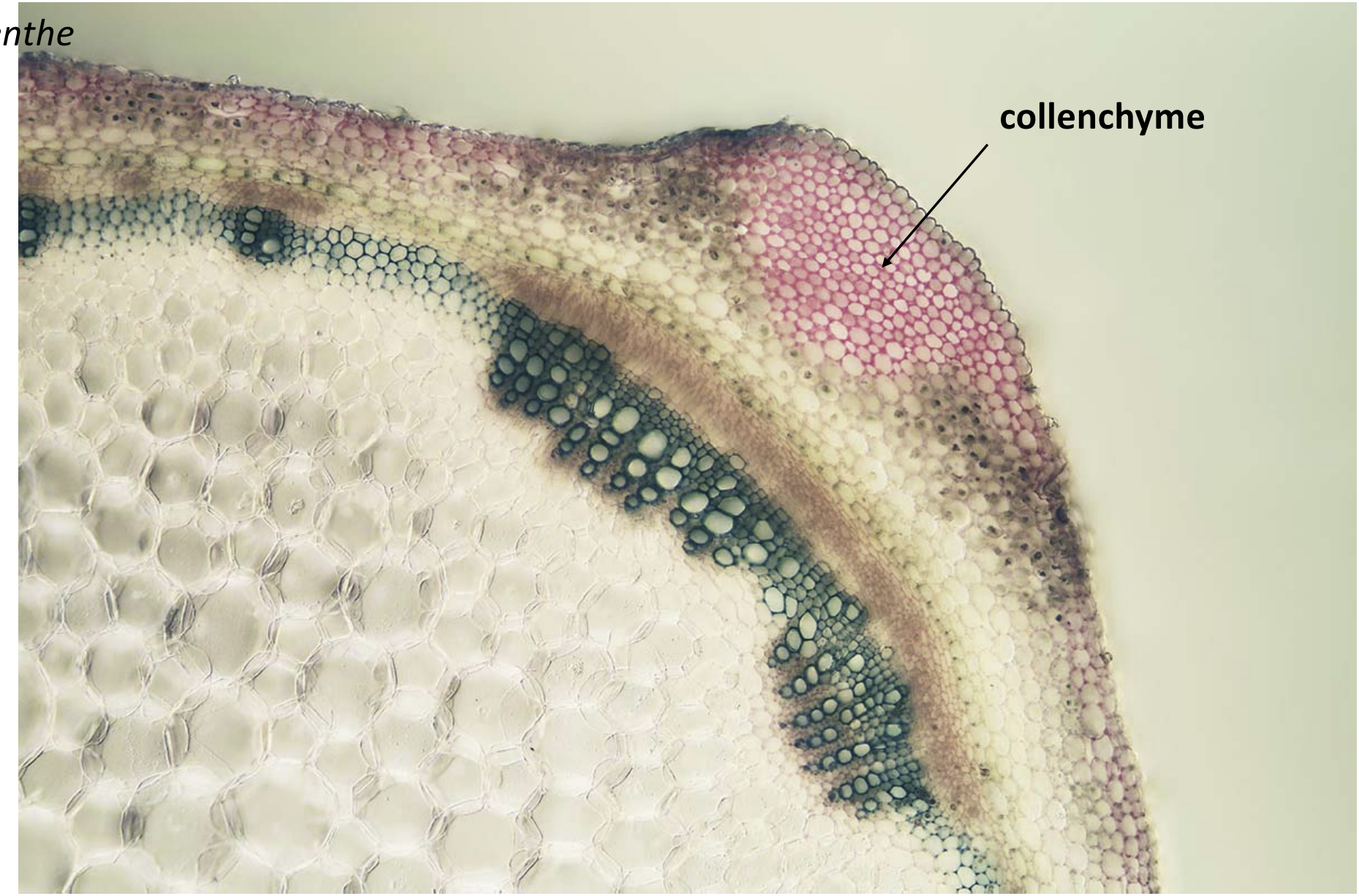
CT feuille de monocotylédone

CT tige de Menthe



mikroscopia

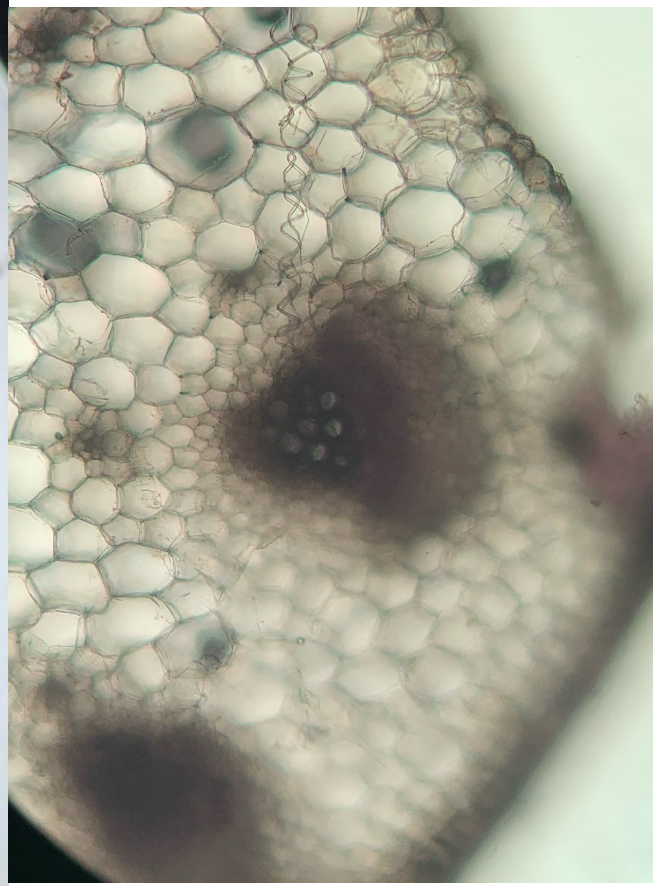
CT tige de Menthe



mikroscopia

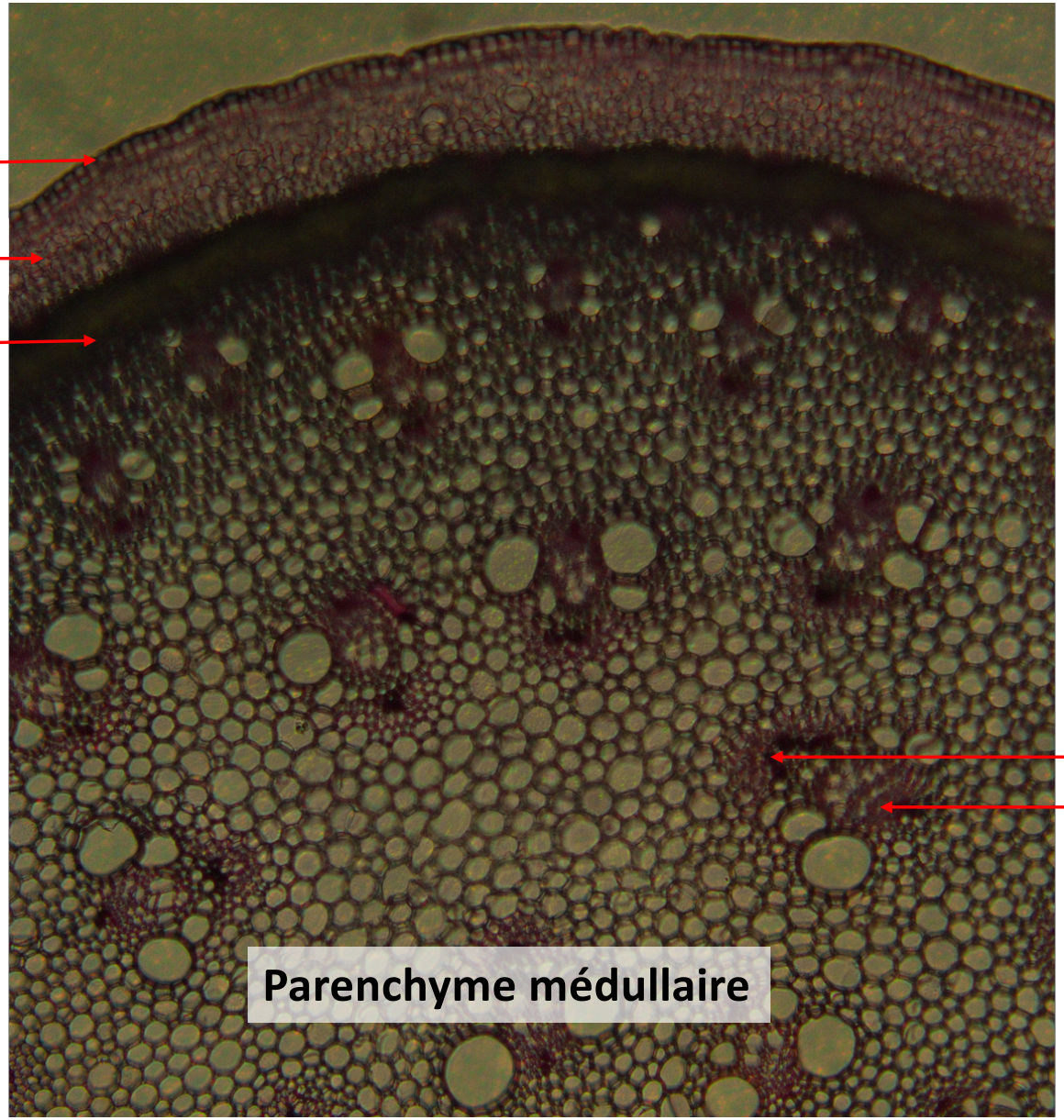
CT tige de Coriandre





Lame commerciale :
tige Asperge

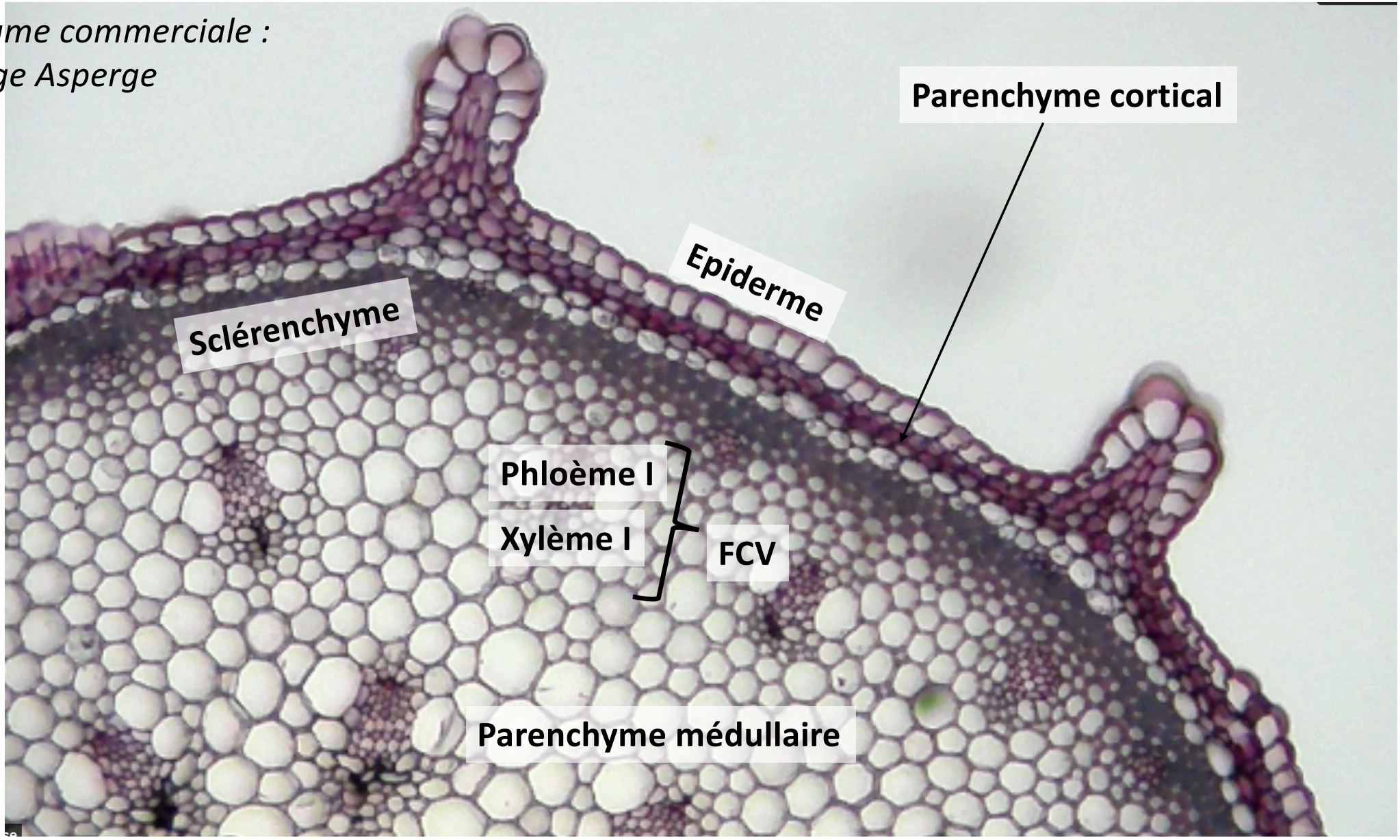



Epiderme
Parenchyme cortical
Sclérenchyme
Xylème I
Phloème I
FCV
Parenchyme médullaire

Lame commerciale :
tige Asperge



Lame commerciale :
tige Asperge



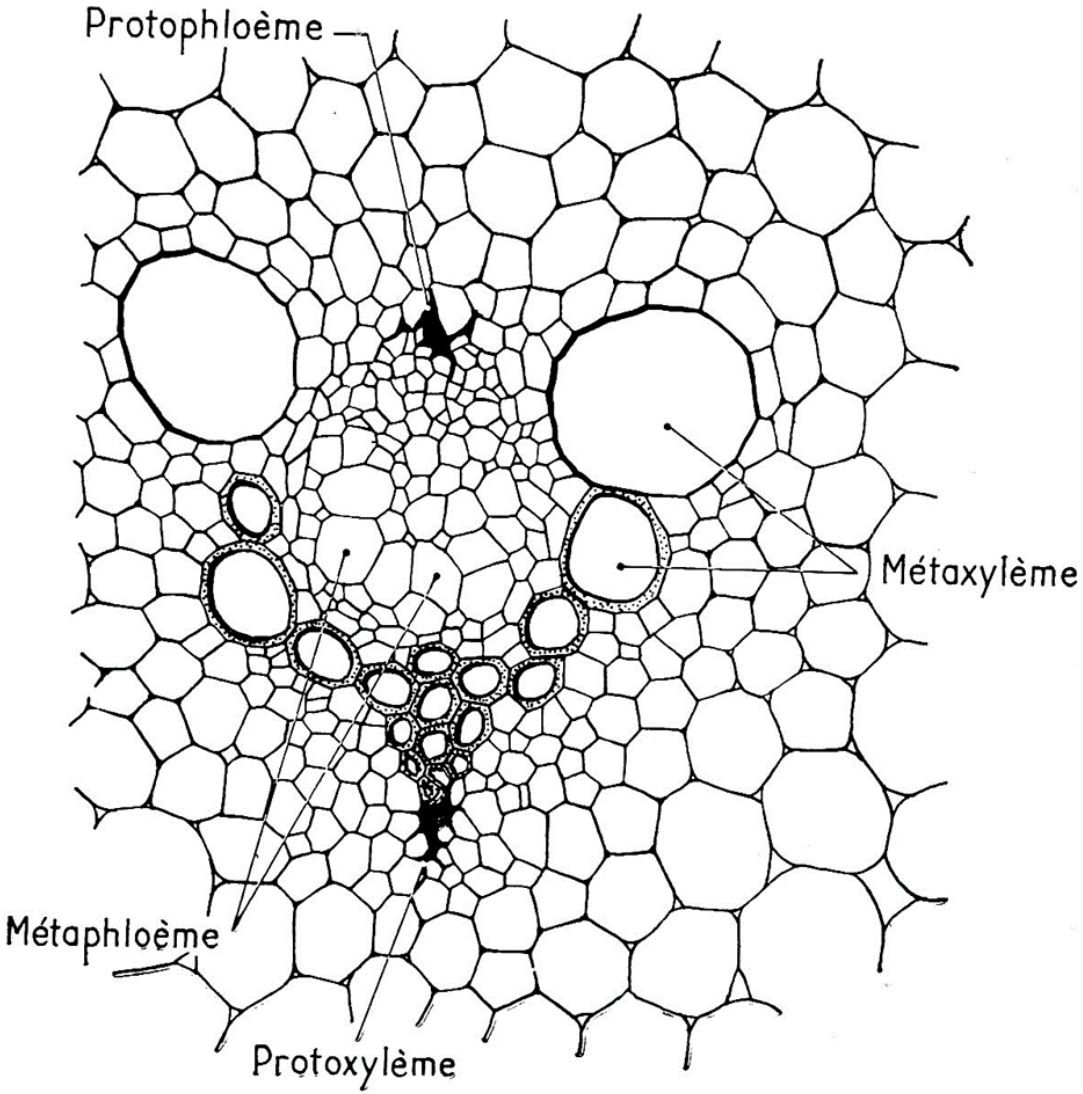


FIG. 129. — Faisceau cribro-vasculaire d'une tige d'Asperge (G : × 150).

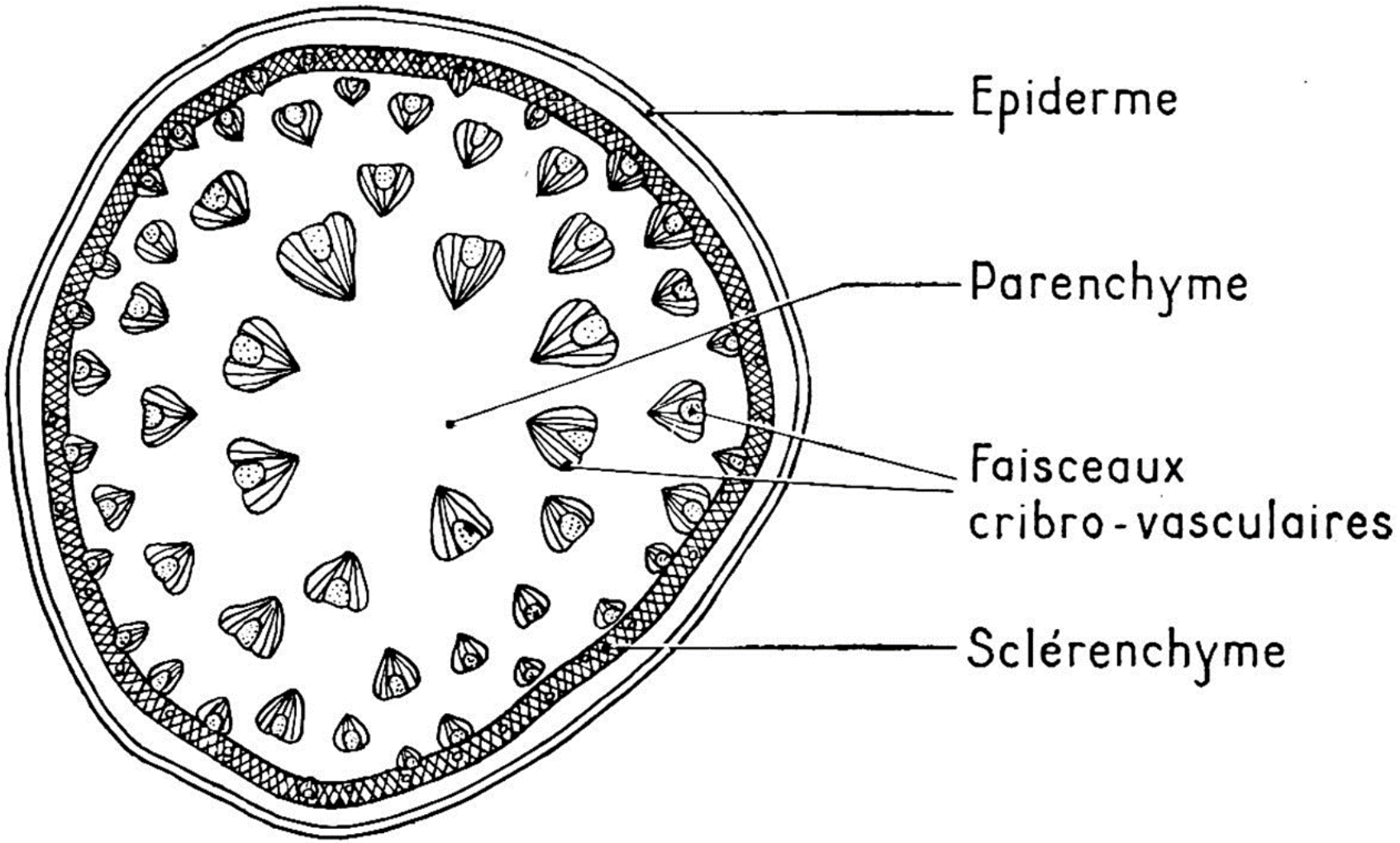
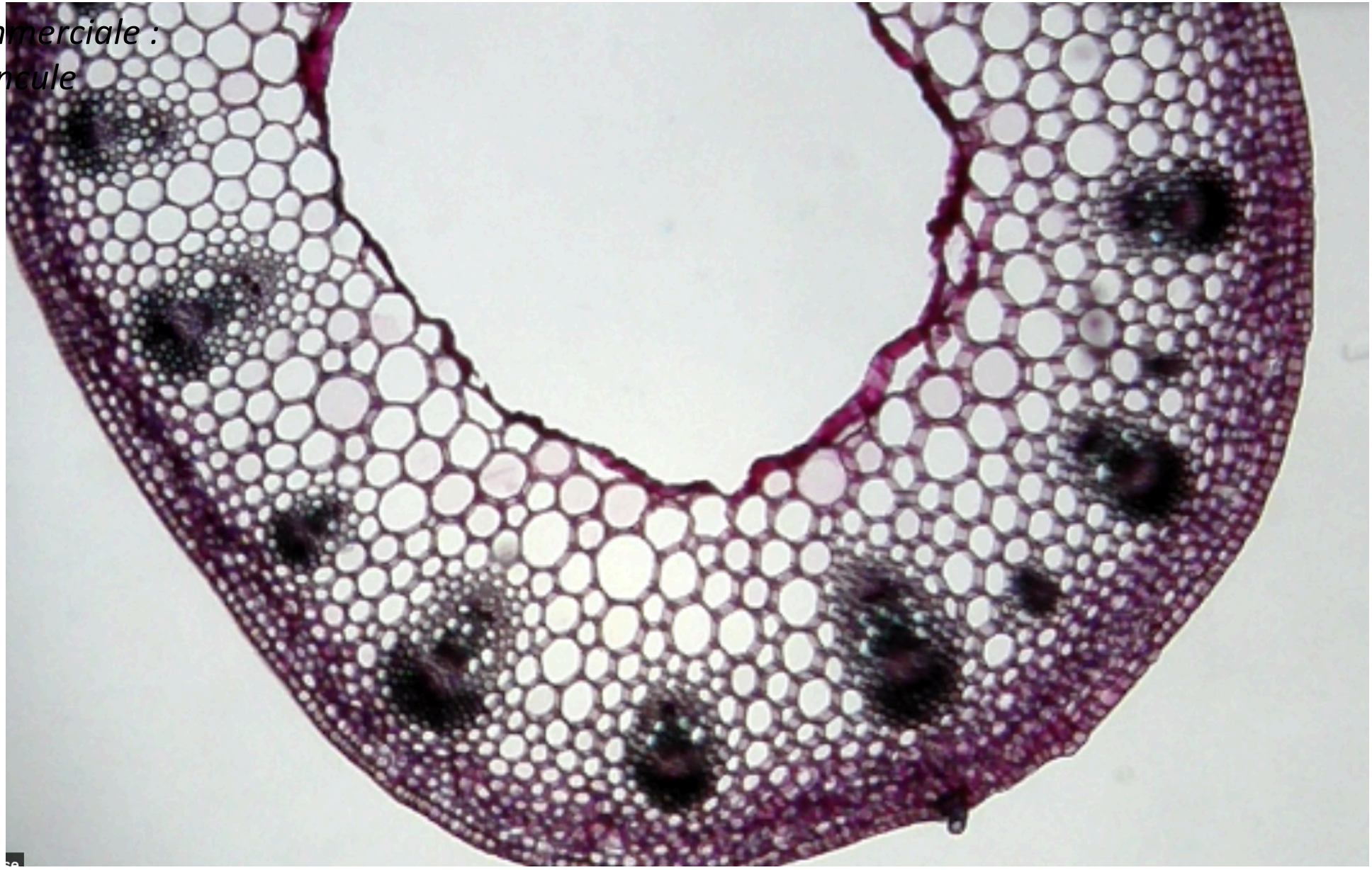


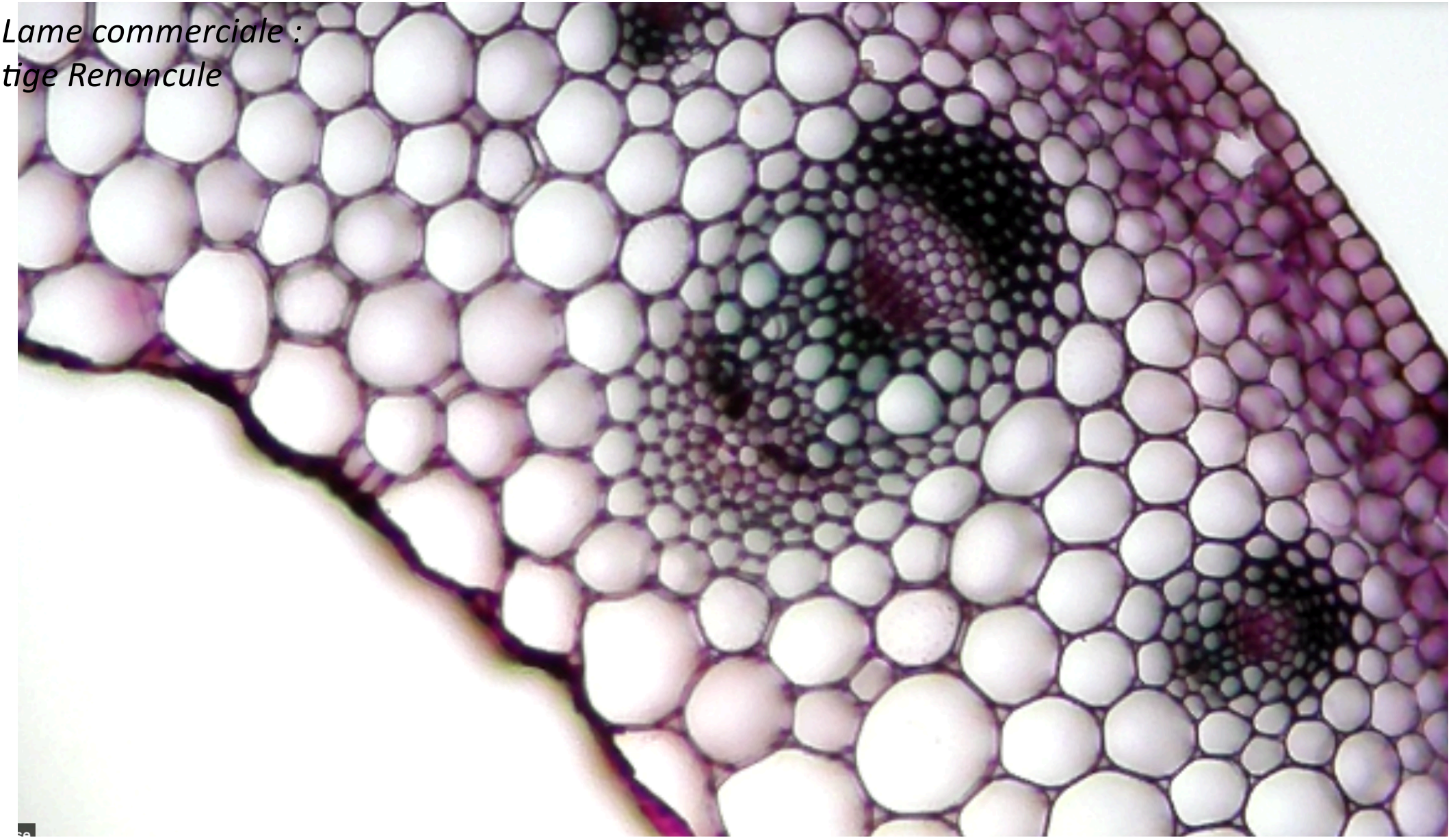
FIG. 128. — Structure de la tige d'Asperge (G × 12).

Camefort

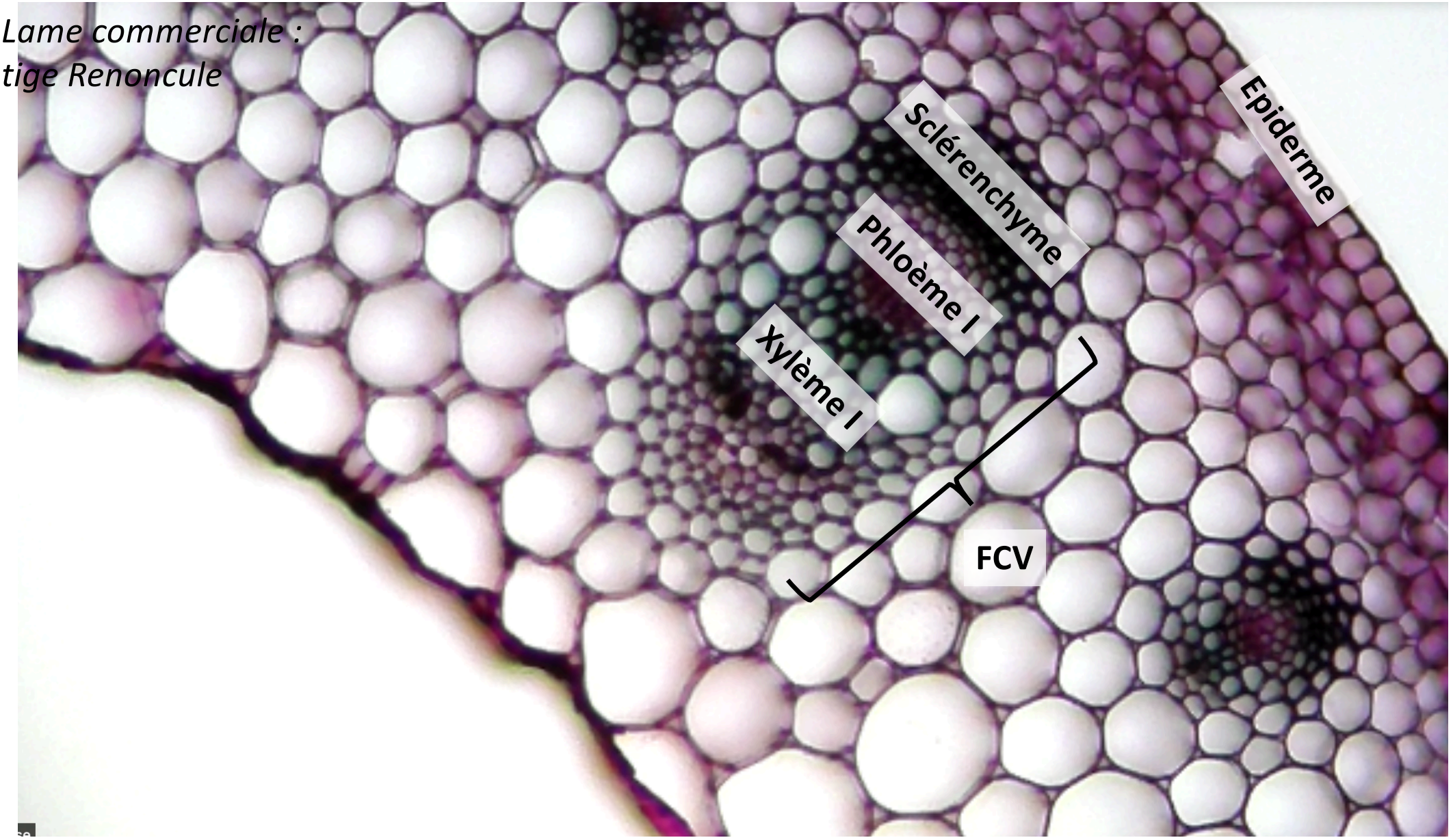
Lame commerciale :
tige Renoncule



Lame commerciale :
tige Renoncule

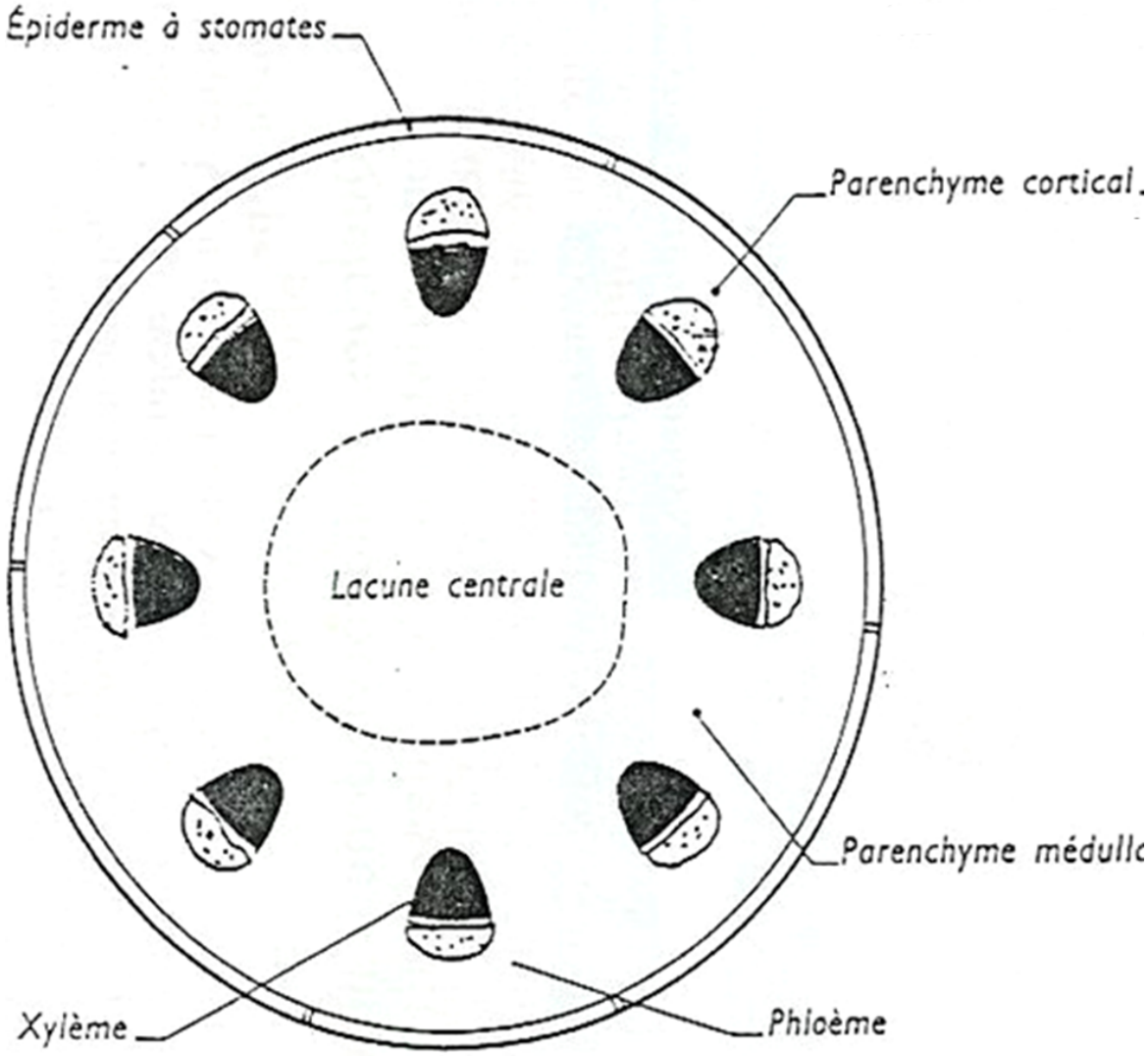


Lame commerciale :
tige Renoncule

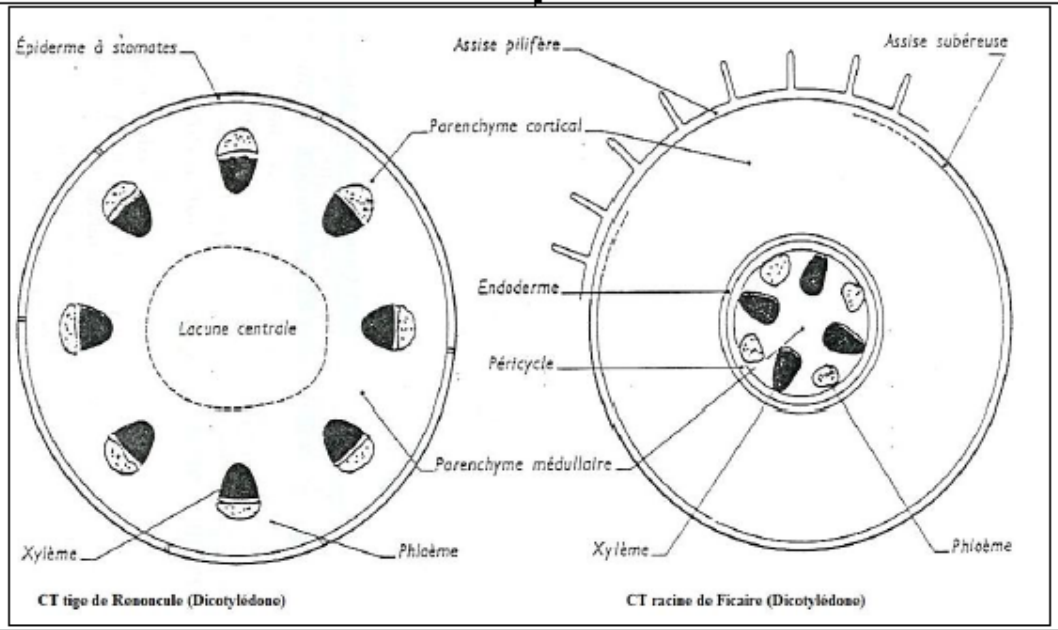


Coupe de tige de haricot germé





CT tige de Renoncule (Dicotylédone)

	Organisation d'une tige	Organisation d'une racine
Tissu de revêtement périphérique	Epiderme avec cuticule (et stomates).	Rhizoderme dans la zone pilifère, assise subéreuse ailleurs
Cortex	Cortex réduit. Constitué d'un parenchyme souvent lacuneux.	Cortex développé. Constitué d'un parenchyme et d'un endoderme à la limite avec le cylindre central
Cylindre central contenant les **tissus conducteurs** et un parenchyme médullaire	Zone très développée. Xylème et phloème primaires superposés en **faisceaux cribro-vasculaires** (FCV) disposés en cercle et séparés par des rayons de parenchyme. (Différenciation centrifuge du xylème I, différenciation centripète du phloème I parfois visible). Parenchyme médullaire très développé.	Zone restreinte. Xylème et phloème primaires disposés en **pôles alternes** et séparés par des rayons de parenchyme. (Différenciation centripète du xylème et du phloème primaires). Parenchyme médullaire peu développé.
Tissus de soutien	Collenchyme superficiel, sclérenchyme profond, parfois autour des FCV.	Pas de tissu de soutien (sol = milieu porteur).
Schémas conventionnels (figurés fournis au concours)	 CT tige de Renoncule (Dicotylédone) CT racine de Ficaire (Dicotylédone)	

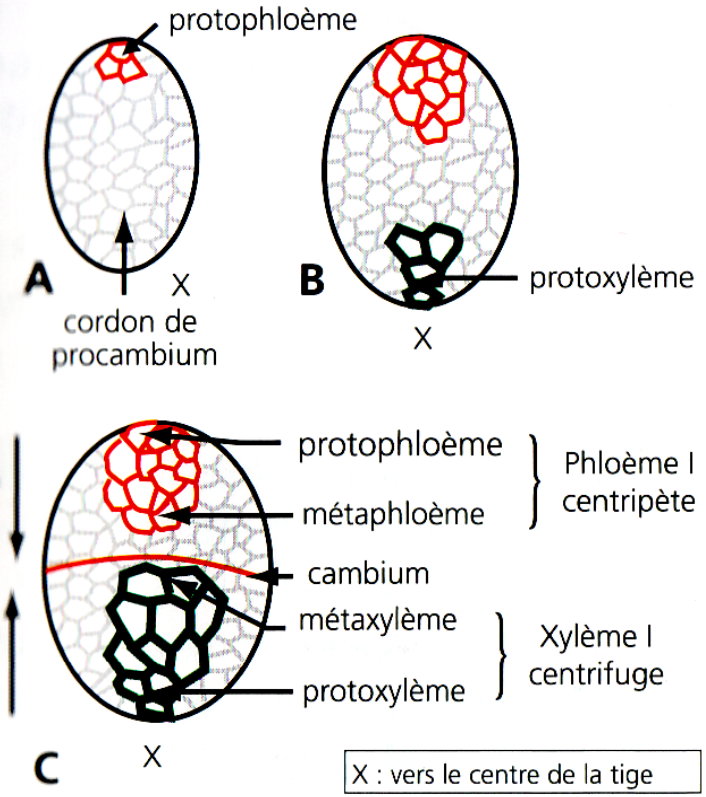
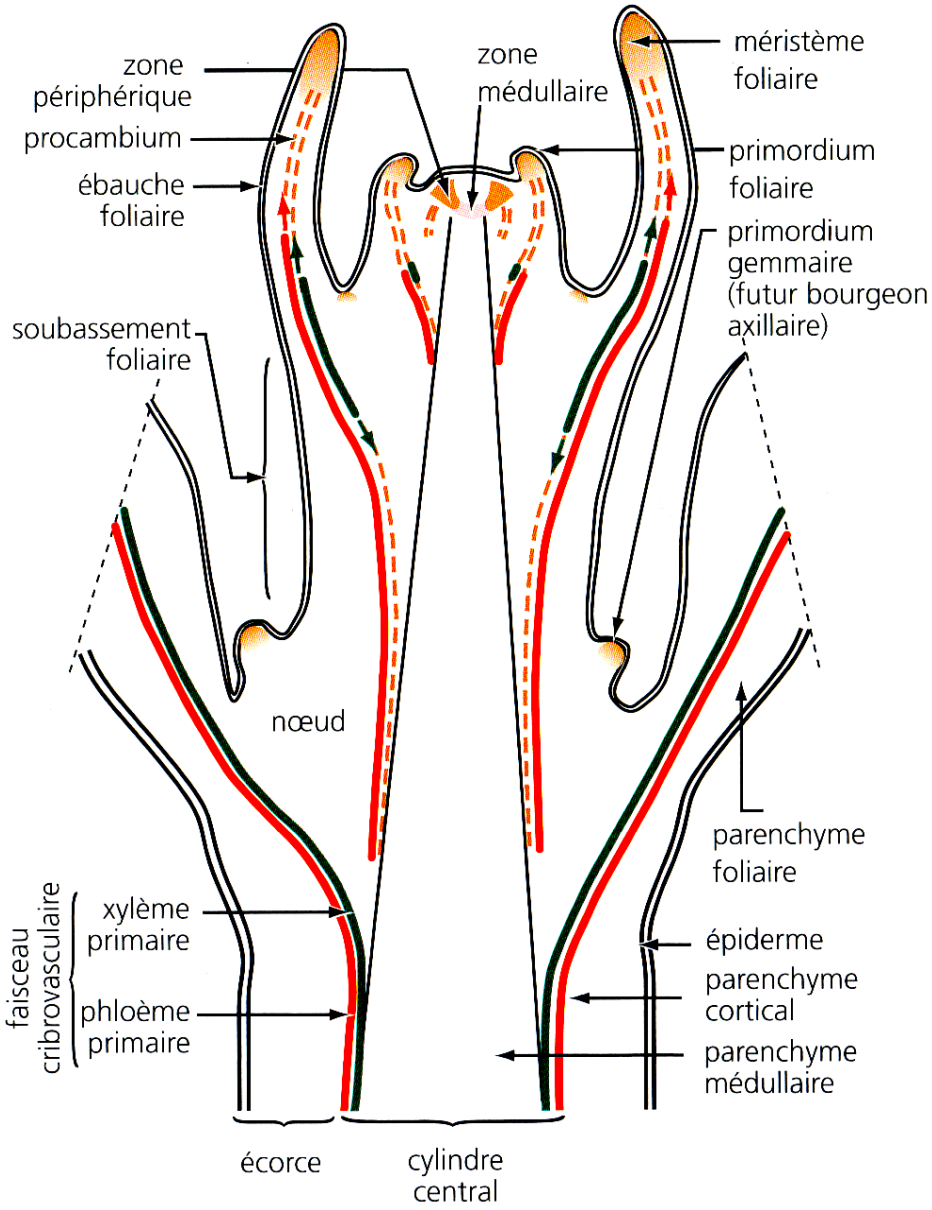
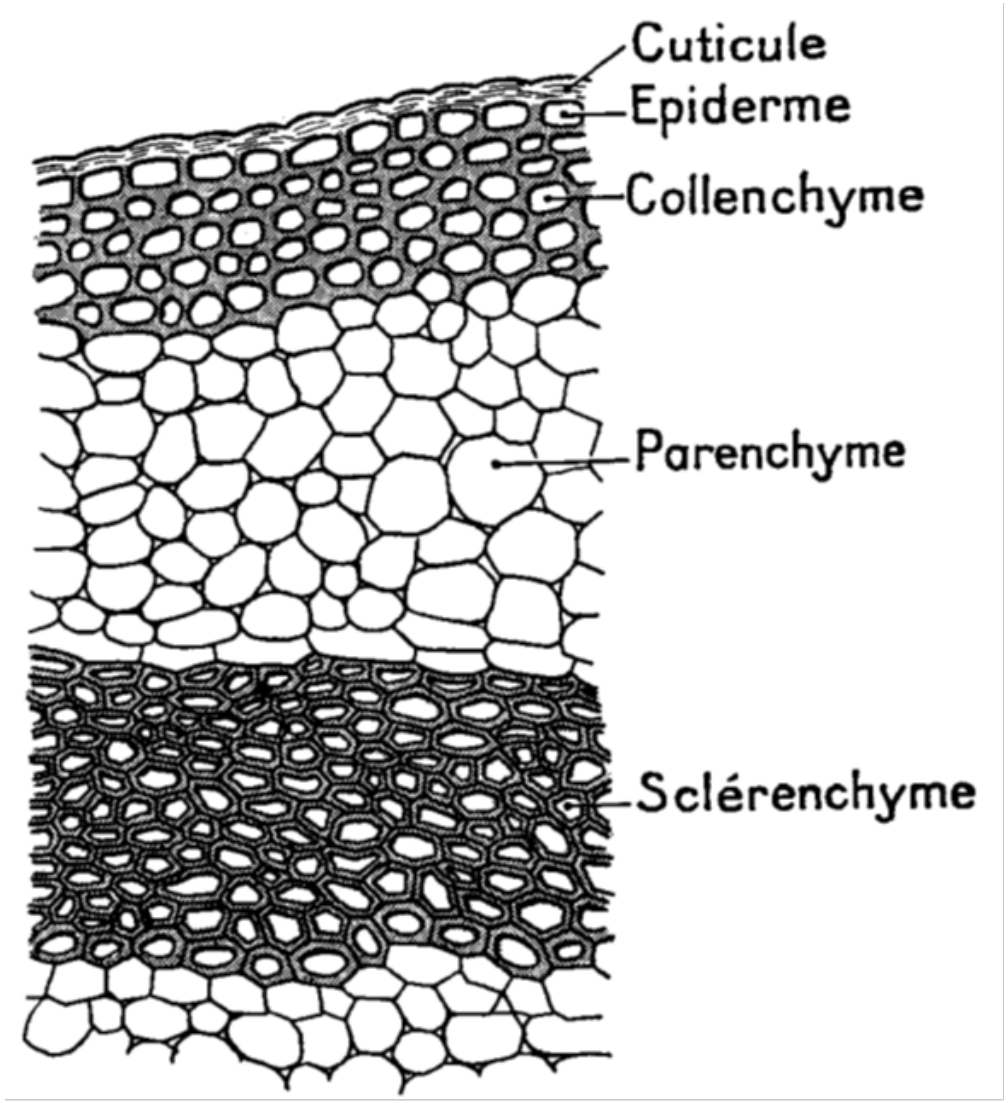
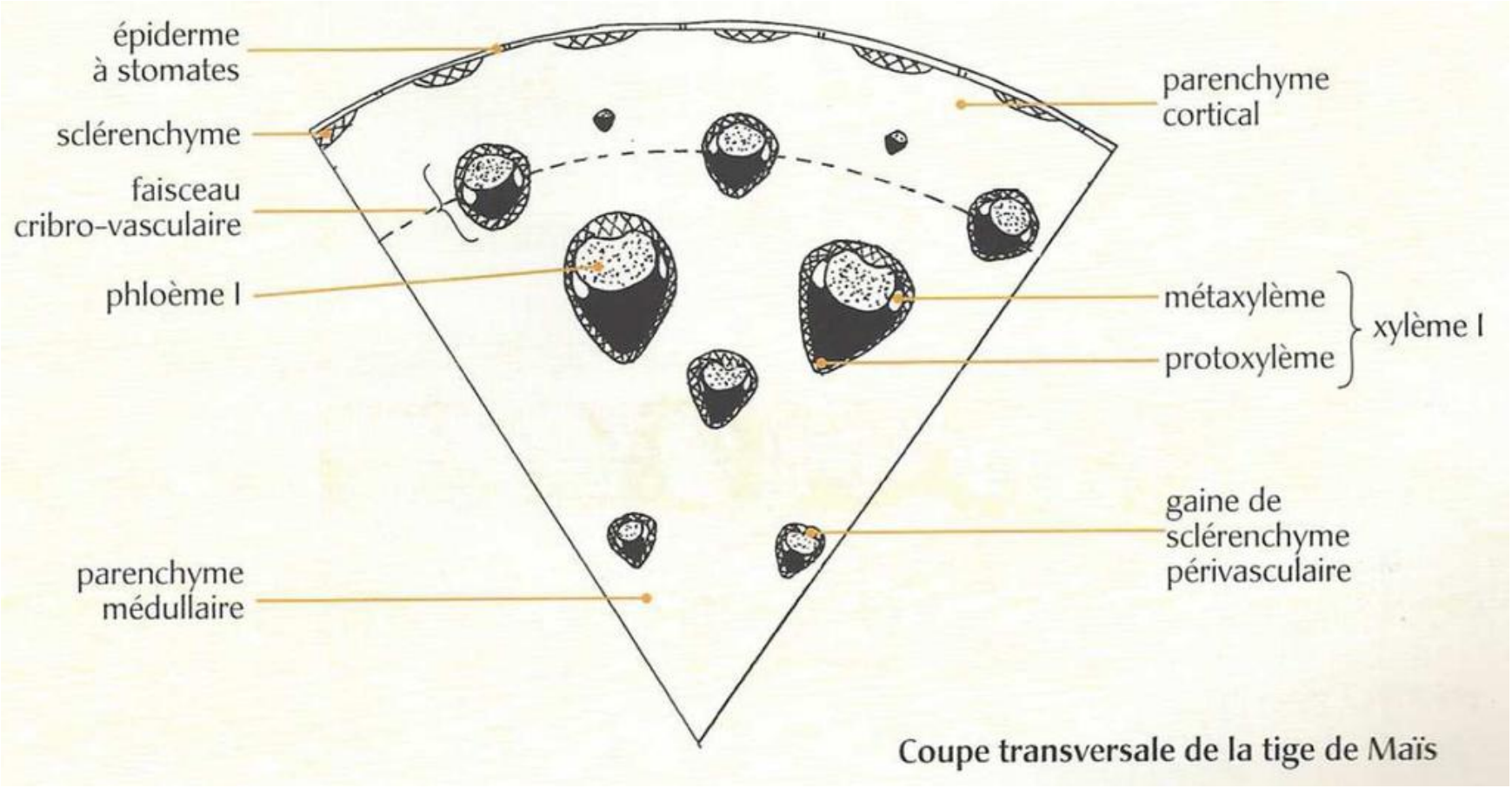


Figure 2-30 : mise en place de la vascularisation d'une tige de dicotylédone

Schéma de sections transversales d'un faisceau conducteur à la base du soubassement foliaire le plus récent (A), au niveau d'un nœud d'une ébauche foliaire (**B**) et d'une feuille mature (**C**). Le centre de la tige est vers le bas.

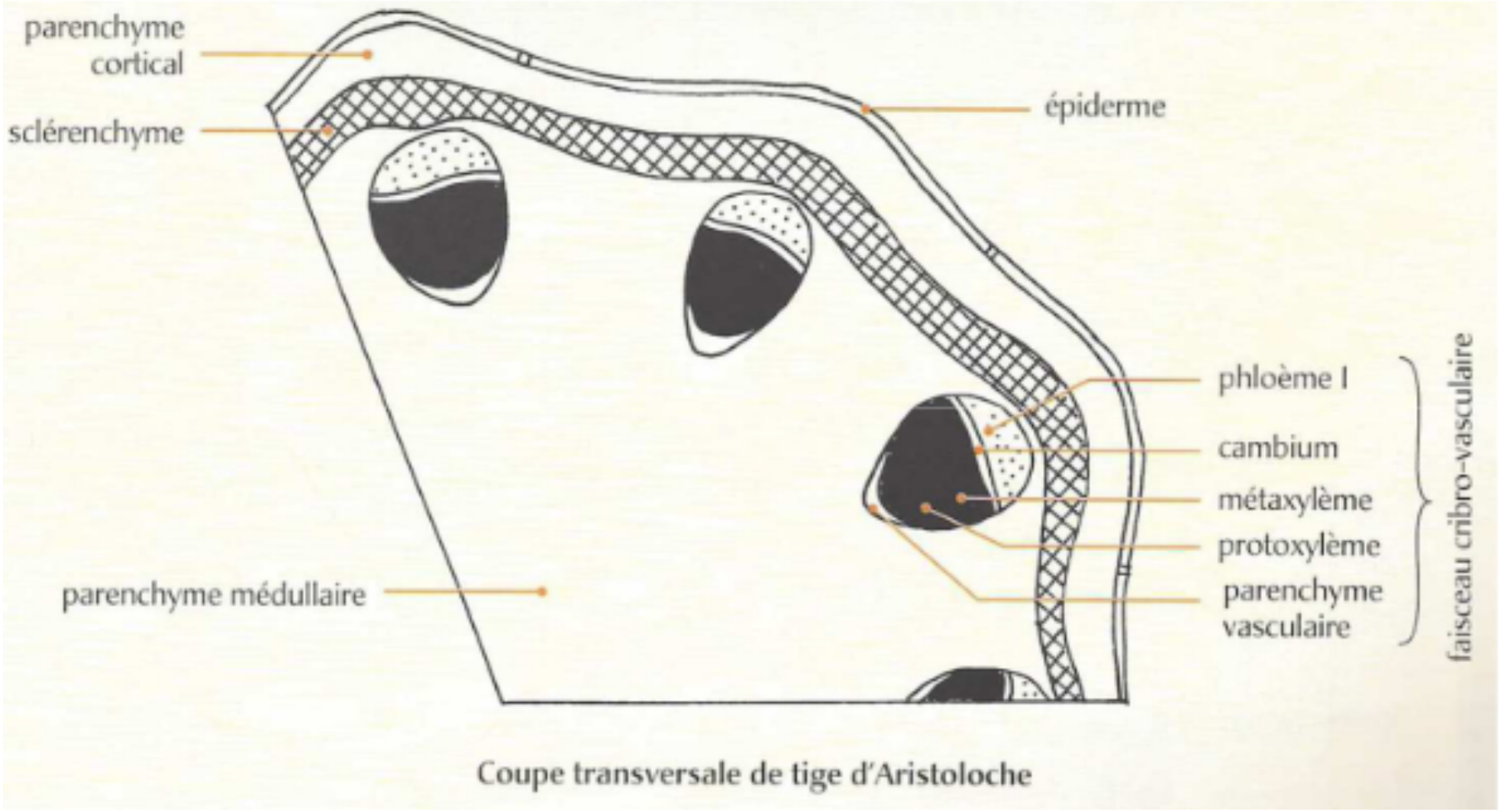



Cuticule
Epiderme
Collenchyme
Parenchyme
Sclérenchyme



Coupe transversale de la tige de Maïs

Boutin



Coupe transversale de tige d'Aristoloche

Boutin

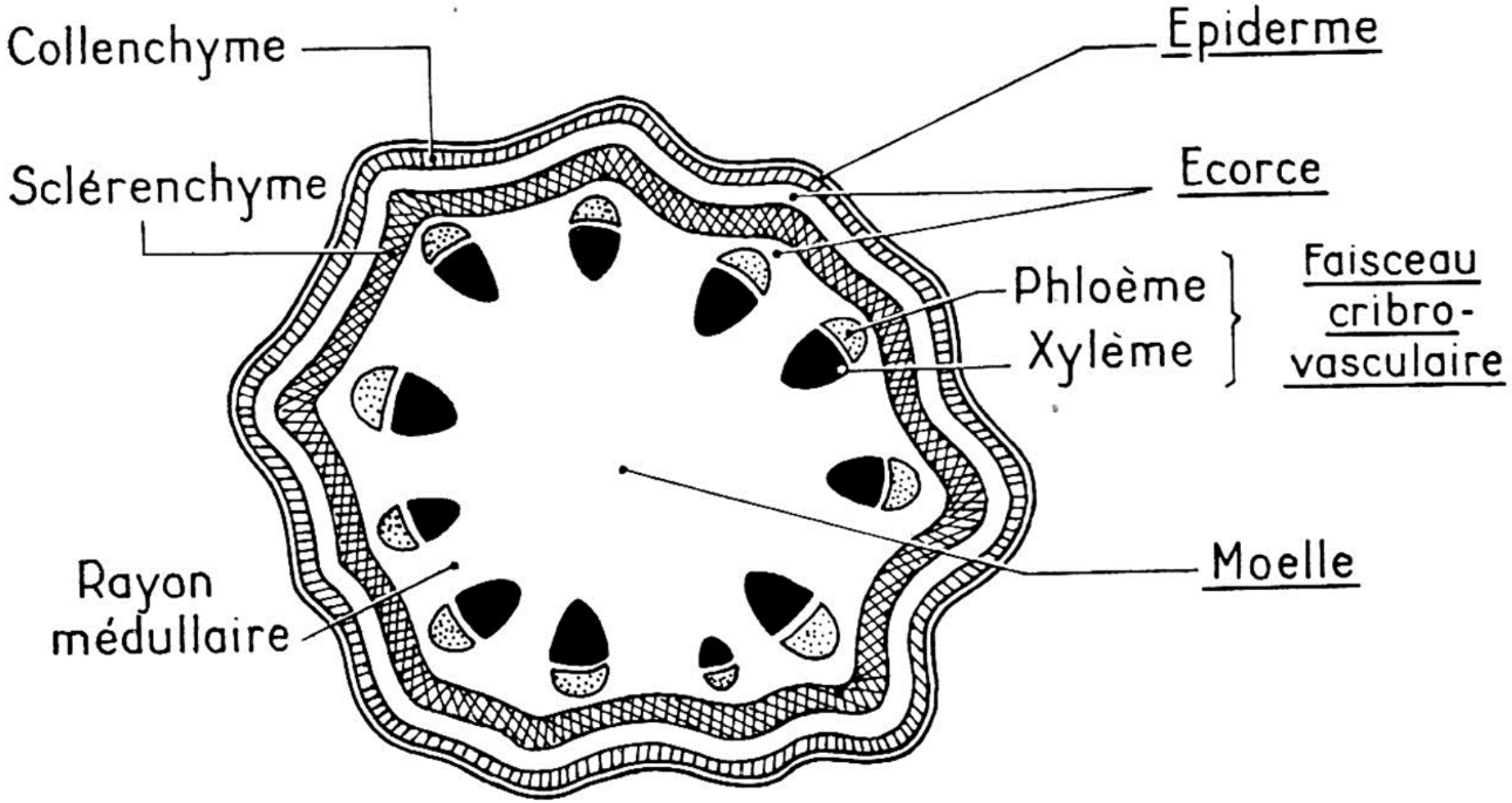


FIG. 122. — Structure primaire de la tige d'Aristoloche (*Aristolochia clematitis*) (G : × 12).