

**TP SV
B1**
HISTOLOGIE VEGETALE 1

COURS : SV-B-2, SV-C-1, SV-A-2 TP : SV-C1, SV-C2, SV-B2



L'observation morphologique d'Angiospermes montre que ces organismes sont constitués d'organes différenciés. Une observation rapide au microscope optique permet de constater que ces organes sont eux-mêmes formés de cellules présentant des caractéristiques différentes, formant des tissus végétaux.

Le but de ce TP est d'étudier la diversité des tissus primaires des Angiospermes, et d'appliquer cette étude à la compréhension de l'organisation des organes souterrains.

Le TP SV-B2 complètera cette étude, avec l'observation histologique des organes aériens.

Les tissus secondaires seront étudiés en BCPST2.

Programme officiel :

- Réaliser ou exploiter des préparations microscopiques (colorées au carmino-vert ou bleu coton-lactique) pour :
 - Identifier les caractéristiques structurales des ectomycorhizes et endomycorhize
 - Repérer les différents tissus traversés par la solution hydrominérale dans une racine
 - Identifier les tissus conducteurs dans les coupes transversales et/ou longitudinales de racine
 - Identifier les structures de réserve d'un organe végétatif au choix à l'échelle de l'organe, de la cellule, des molécules
 - Mettre en évidence des réserves amylacées
- Identifier dans une coupe d'organe végétatif d'Angiosperme les principaux tissus et relier leur structure avec leur fonction

Compétences :

- Réaliser une préparation de microscopie optique, y compris à main levée, avec ou sans coloration
- Mettre en œuvre un protocole de coloration adapté à la problématique biologique
- Utiliser le colorant adapté pour mettre en évidence un tissu ou des molécules
- Réaliser une observation en microscopie optique : objectifs et grossissement, intensité lumineuse, diaphragme, mise au point
- Déterminer un ordre de grandeur ou la taille d'un objet à partir d'une échelle ou d'un grossissement
- Exploiter des clichés de microscopie : optique, électronique, à fluorescence
- Identifier de manière argumentée un organe, un tissu ou un type cellulaire :
 - Epiderme, rhizoderme, xylème I, phloème I, parenchymes, collenchyme, sclérenchyme, méristèmes
 - BCPST2 : xylème II (bois), phloème II (liber), suber, phelloderme
- Réaliser un schéma avec figurés conventionnels (les figurés restant à la disposition des étudiants)

Plan du TP :
1. Rappels initiaux : la morphologie des Angiospermes
2. Les tissus primaires des Angiospermes

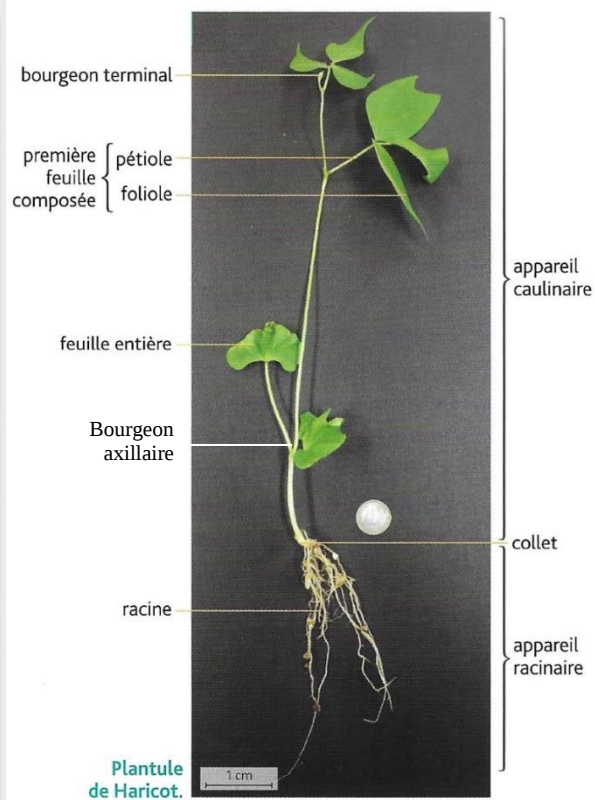
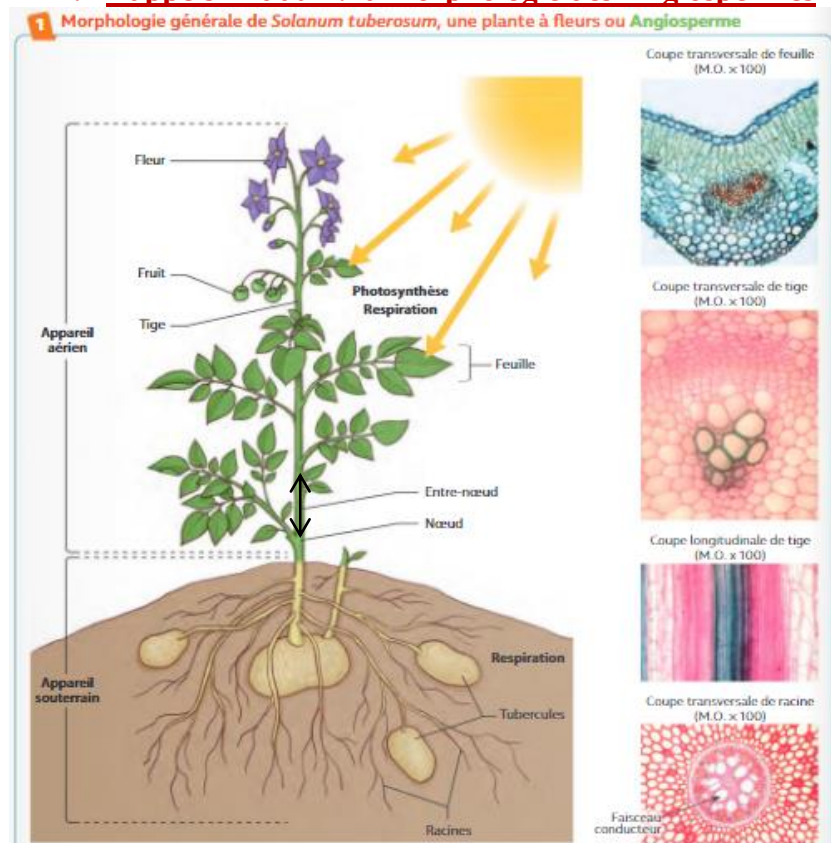

Parenchymes / tissus conducteurs / tissus protecteurs / tissus de soutien / tissus sécréteurs / méristèmes

3. Méthodologie 1 : Préparation d'échantillons
4. Méthodologie 2 : Observation et représentation en histologie végétale
4.1. Méthodologie générale d'observation d'une coupe végétale
4.2. Représentations et diagnose
4.3. Principaux figurés conventionnels
5. Les racines des Angiospermes
5.1. Morphologie des racines
5.2. Anatomie de la racine : vue longitudinale de l'apex
5.3. Structure primaire d'une racine de monocotylédone
5.4. Structure primaire d'une racine de dicotylédone
5.5. Bilan : caractères de racine, caractères de mono- ou dicotylédone
6. Les mycorhizes : association symbiotique d'un champignon avec un Embryophyte
6.1. Ectomycorhize et endomycorhize
6.2. Observations
Travail préparatoire :

📖 Lecture très attentive des rappels sur la morphologie des Angiospermes, et surtout des descriptifs des différents tissus. Apprentissage des noms et principales caractéristiques des tissus primaires des Angiospermes. Connaître le cours « Fabacées ».

🖨 Faire le QCM en ligne (<https://www.quiziniere.com/diffusions/62AQQQ>) et reprendre les tissus en fonction des réponses fausses.

1. Rappels initiaux : la morphologie des Angiospermes



2. Les tissus primaires des Angiospermes

Un tissu végétal correspond à un ensemble de cellules ayant les mêmes structures et fonctions. On distingue plusieurs types principaux de tissus :

- Les **parenchymes** : tissus avec peu de différenciation pariétale ; fonctions diverses.
- Les tissus **conducteurs** : conduction des sèves et soutien ; mises en réserve.
- Les tissus **protecteurs**.
- Les tissus de **soutien**.
- Les tissus **sécréteurs** : spécialisés dans la synthèse de certaines molécules (essences, résines, latex...).
- Les **méristèmes**.

Les tissus sont mis en place à partir de cellules indifférenciées, regroupés dans les méristèmes. On distingue deux types de méristèmes (et donc deux types de tissus) :

- Les méristèmes primaires assurent la croissance en longueur ; ils sont localisés aux extrémités des tiges et des racines.
- Les méristèmes secondaires, ou cambium, assurent la croissance en épaisseur. Ils se mettent en place dans un deuxième temps, après les méristèmes primaires.

Les méristèmes sont des lieux de divisions cellulaires (= mérése). Le développement des tissus comporte ensuite une phase de croissance (= auxèse) et de différenciation.

Rappels sur la paroi des cellules végétales

- La lamelle moyenne, zone de liaison entre les parois squelettiques de deux cellules adjacentes ; peu de cellulose.
- La paroi primaire ; cette paroi est déformable.
- La paroi secondaire, présente au niveau des cellules différenciées. Elle est rigide, et peut présenter une différenciation par ajout de composants de nature lipidique : lignine (paroi lignifiée) ou subérine (paroi subérifiée).

*Tissus notés « pour information » : reconnaissance non exigible dans le programme de BCPST.
Pour chaque tissu, le figuré conventionnel (voir poly 2) est indiqué à gauche du nom.*

Parenchymes

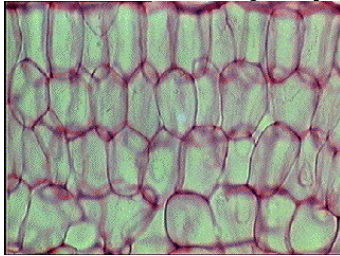
Les parenchymes sont les **tissus fondamentaux** des végétaux supérieurs. Ils sont le siège de toutes les fonctions élaboratrices de la plante. Ils sont formés en général de cellules semblables, plutôt grosses, à parois fines ou d'une épaisseur limitée. Malgré cet aspect peu différencié, il ne s'agit nullement de tissus de « remplissage », car ils présentent des rôles précis et variés.

Parenchymes**Parenchyme chlorophyllien**

Présence de nombreux chloroplastes ; siège de la photosynthèse. Pour assurer cette fonction, ils sont nécessairement exposés à la lumière. On les trouve essentiellement dans les feuilles, mais aussi (avec des différenciations en général moindre) au niveau des tiges chlorophylliennes. On distingue :

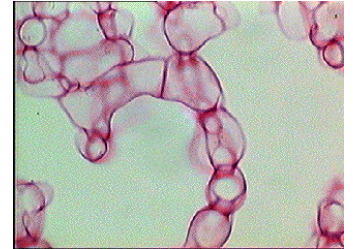
Le parenchyme palissadique :

Chez les **dicotylédones**. Couche peu épaisse de la partie supérieure des feuilles. Cellules hautes et étroites, allongées perpendiculairement à la face qui reçoit la lumière ; absence de méats.

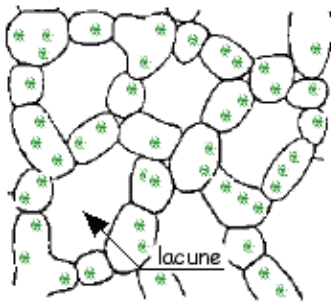
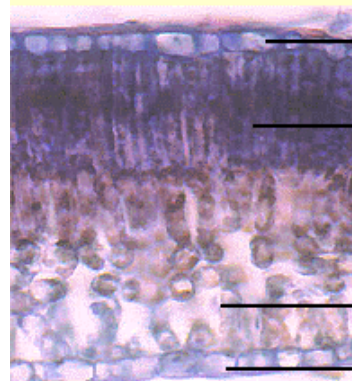


← Parenchyme palissadique

Parenchyme lacuneux →

Le parenchyme lacuneux :

Chez les **dicotylédones**. Il prolonge le parenchyme palissadique du côté inférieur des feuilles. Cellules de grande taille, de formes variées ; présence de méats, mais aussi de grandes lacunes, qui permettent la circulation des gaz.

*Parenchyme chlorophyllien lacuneux*

épiderme supérieur

par. palissadique

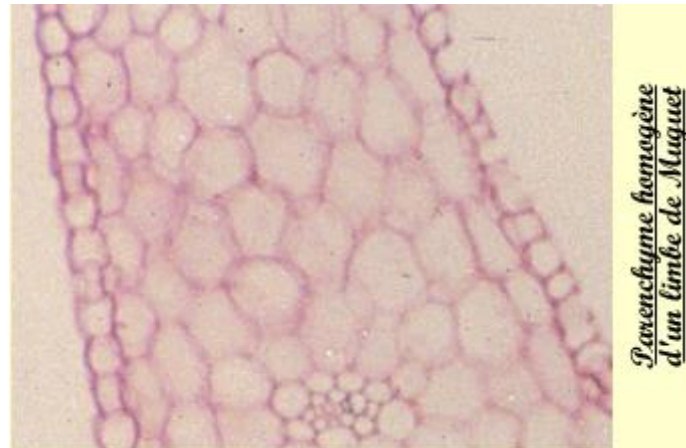
Limbe de Laurus

par. lacuneux

épiderme inférieur

Le mésophylle :

Chez les **monocotylédones**, on ne distingue pas de parenchymes palissadique et lacuneux, mais un ensemble de cellules chlorophylliennes.

*Parenchyme homogène d'un limbe de Muguet***Parenchymes****Parenchyme de réserve**

Cellules hypertrophiées, isodiamétriques, à parois fines ; cytoplasme chargé d'inclusions renfermant les substances de réserve (dans des plastes comme pour l'amidon, dans la vacuole comme pour l'inuline, ou dans de petites vacuoles spécialisées pour les inclusions lipidiques ou les grains d'aleurone).

On trouve ces parenchymes en particulier au niveau des organes spécialisés dans la mise en réserve : tubercules (= tiges et racines), rhizomes (= tiges), bulbes (= feuilles), fruits, graines...

Parenchymes**Parenchyme aquifère - pour information**

Cellules hypertrophiées à paroi très fine et avec une très grande vacuole.

Dans les plantes grasses (= plantes succulentes), ces parenchymes emmagasinent des réserves d'eau permettant le passage de périodes sèches.

Parenchymes**Parenchyme aérifère - pour information**

Présence de cellules alignées, formant d'étroites travées qui maintiennent la forme de l'organe ; l'essentiel de l'espace est occupé par de vastes lacunes aérifères, où s'accumulent les gaz.

On trouve ces parenchymes dans les plantes aquatiques submergées ; le dioxygène peut migrer par les lacunes vers les organes spécialisés au fond de l'eau et permettre ainsi leur respiration.

Tissus protecteurs

Ces tissus recouvrent les organes en contact avec le milieu extérieur. Ils interviennent dans les relations avec l'environnement : limitation des pertes hydriques, mais aussi réalisation d'échanges.

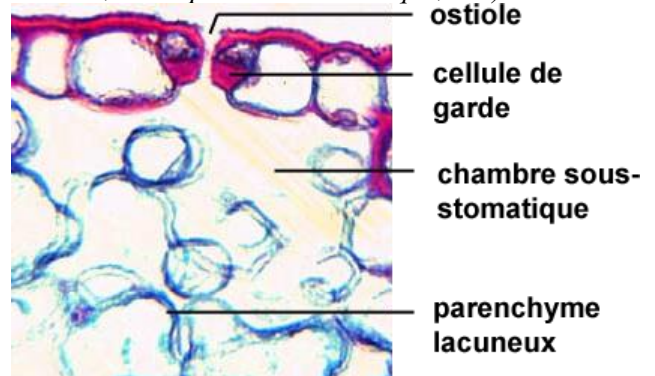
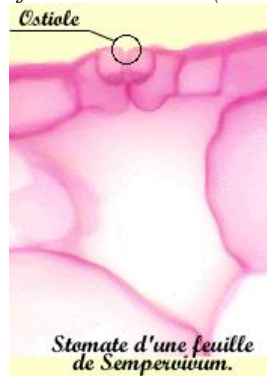
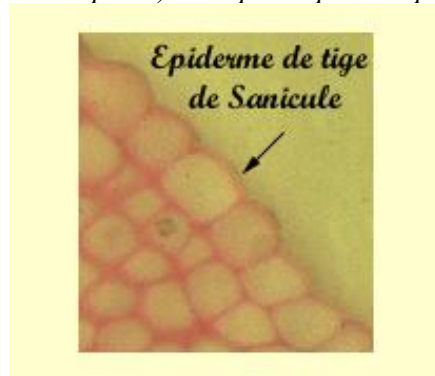
Tissus protecteurs

Epiderme - pour information (stomates à savoir reconnaître)

Les épidermes recouvrent les parties aériennes des végétaux (jeunes tiges, feuilles, pièces florales, fruits). Ils sont en général constitués d'une seule assise (= couche) de cellules vivantes. Ces cellules sont serrées, dans méats entre elles.

La paroi des cellules peut être épaissie par une couche de cutine ou de cire plus ou moins épaisse, hydrophobe et imperméable : il s'agit de la cuticule.

Les épidermes sont souvent interrompus de stomates (structures permettant la réalisation des échanges gazeux avec l'atmosphère) et de poils épidermiques de formes diverses (à rôles sécréteur, ou de protection thermique, etc.).



ostiole

cellule de garde

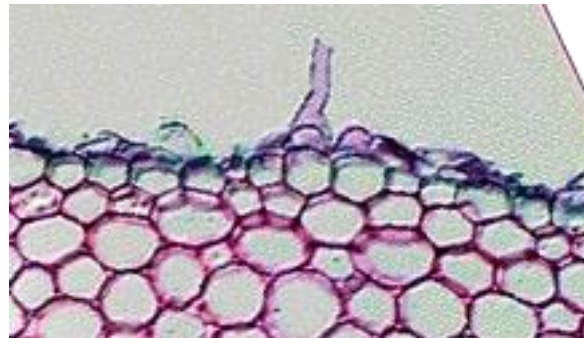
chambre sous-stomatique

parenchyme lacuneux

Tissus protecteurs

Assise pilifère (rhizoderme)

Uniquement au niveau de la racine, dans la zone pilifère. Il s'agit d'une assise cellulaire constituée de cellules vivantes, dont certaines se prolongent en un long poil absorbant unicellulaire. Leur paroi est très fine et perméable ; absence de stomates.



Tissus protecteurs

Assise subéreuse - pour information

Tissu périphérique formé de cellules avec une paroi épaisse imprégnée d'un composé lipidique, la subérine. Cette subérification entraîne la mort des cellules, et la formation d'un tissu imperméable.

On trouve en particulier une assise subéreuse au niveau des zones différenciées des racines.

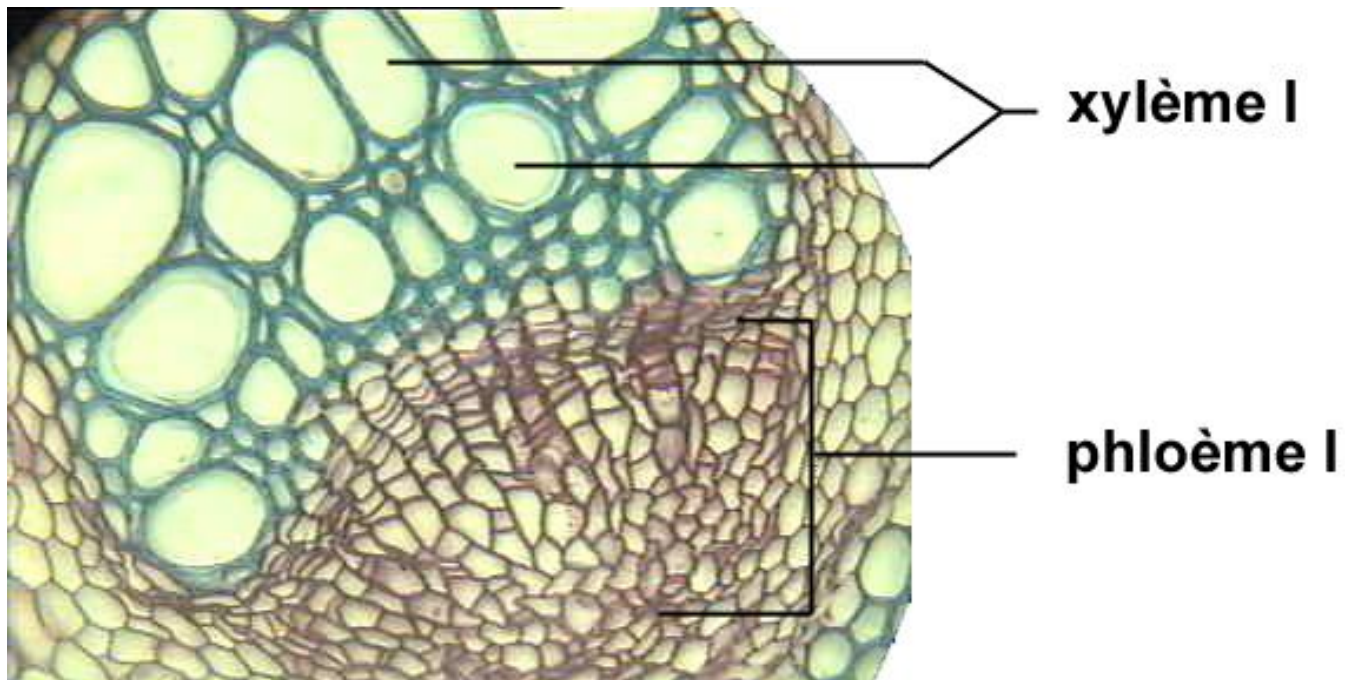
Remarque : le liège, ou suber, peut aussi être un tissu secondaire, présent en quantités parfois importante en périphérie des tiges et racines de dicotylédones. Il s'agit alors d'une assise qui peut être épaisse : des lenticelles (zones où cette assise est désorganisée) permettent, dans ce cas, les échanges gazeux.

Tissus conducteurs primaires

Les végétaux Angiospermes sont parcourus par un double flux complémentaire de sèves :

- La **sève brute** : elle résulte de l'absorption de l'eau et des ions au niveau de la zone pilifère et constitue un flux ascendant dans le végétal ; elle est conduite par le **xylème**.
- La **sève élaborée** : elle transporte les substances élaborées par les feuilles (transport sous forme de saccharose dissous) et circule des organes producteurs (feuilles) vers les organes consommateurs (fruits, racines, jeunes feuilles, etc.) ; elle est conduite par le **phloème**.

Xylème et phloème sont des tissus complexes, formés de nombreux types cellulaires différents. Le xylème et le phloème peuvent aussi être produits par les méristèmes secondaires : il s'agit alors de xylème secondaire (II) et de phloème II (cf. BCPST2).



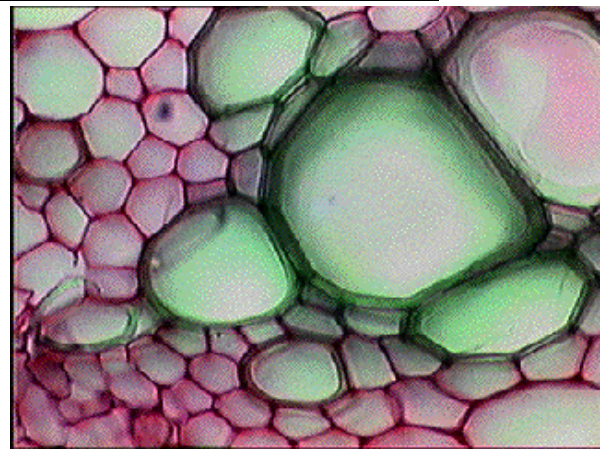
Tissus conducteurs

Xylème I

C'est le tissu conducteur de la sève brute.

Les cellules conductrices possèdent une **paroi épaisse et lignifiée** : ce sont des **cellules mortes**. Elles sont accompagnées de fibres, parenchyme et cellules de transferts (difficilement observables).

Le xylème I se développe à partir d'un pôle formé de trachéides et de vaisseaux de petit diamètre (le **protoxylème**) et aboutit à la formation de vaisseaux de gros diamètre (le **métaxylème**).



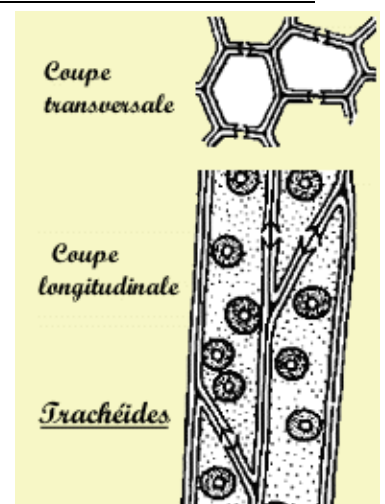
Éléments conducteurs principaux :

➤ **Trachéides :**

Cellules allongées, mises bout à bout, avec des extrémités en biseau. Les trachéides communiquent entre elles par des **punctuations** : il s'agit de zones où seules la paroi primaire et la lamelle moyenne subsistent, sans paroi secondaire. On distingue des punctuations simples (cavité de largeur uniforme) et des punctuations bordées (la paroi secondaire surplombe la cavité de la punctuation).

La paroi secondaire présente des épaississements lignifiés de type annelé ou spiralé. Il s'agit de **cellules mortes**.

Les trachéides ne constituent qu'une faible partie du xylème des Angiospermes (mais la quasi-totalité du xylème des Ptéridophytes et des Gymnospermes). Ce sont les premiers éléments conducteurs à se différencier au sein du xylème.



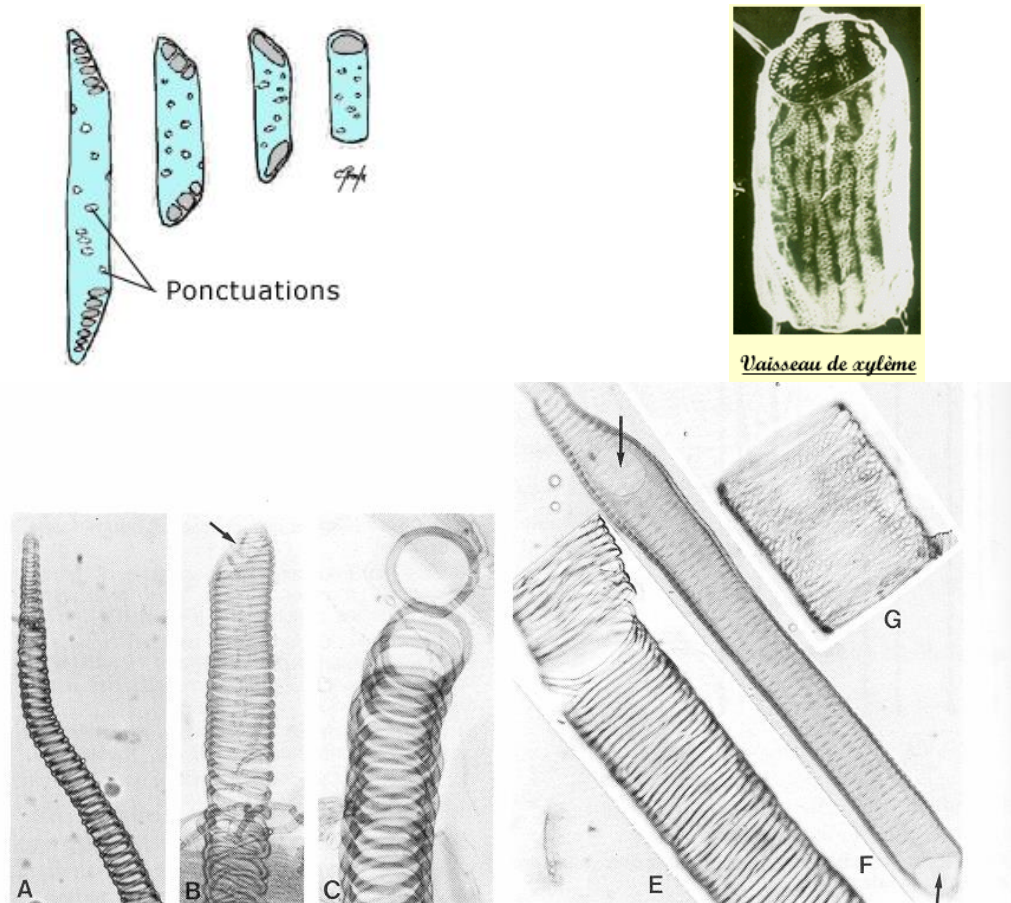
➤ **Vaisseaux :**

Éléments conducteurs caractéristiques des Angiospermes. Les vaisseaux sont formés par l'empilement de nombreuses cellules, placées bout à bout, formant un **tube creux et rigide** plus large que les trachéides. Les parois terminales ont disparu et forment une **perforation** dans les vaisseaux parfaits. Dans les vaisseaux imparfaits, les parois secondaires terminales sont percées de **pores multiples**.

Il s'agit de **cellules mortes** (ni cytoplasme ni noyau). Les parois sont **épaisses et lignifiées**. La lignification peut se réaliser selon des ornements variés (pas forcément présents chez tous les Angiospermes) :

- Vaisseaux annelés : épaississements annelés
- Vaisseaux spirales : épaississements en spirales
- Vaisseaux rayés : les épaississements forment des bandes transversales plus ou moins irrégulières
- Vaisseaux réticulés : les rayures forment un réseau
- Vaisseaux ponctués : le revêtement de lignine n'est interrompu qu'au niveau des ponctuations

La sève brute circule essentiellement dans les vaisseaux du xylème (et par les parois latérales, notamment par les ponctuations).



Éléments conducteurs du xylème primaire d'Angiospermes.

Les cellules constituant le xylème ont été isolées par macération.

A) Trachéide spiralée de Sycomore (*Acer pseudoplatanus*, Aceraceae). On distingue nettement l'extrémité effilée caractéristique d'une trachéide (Gr. $\times 300$).

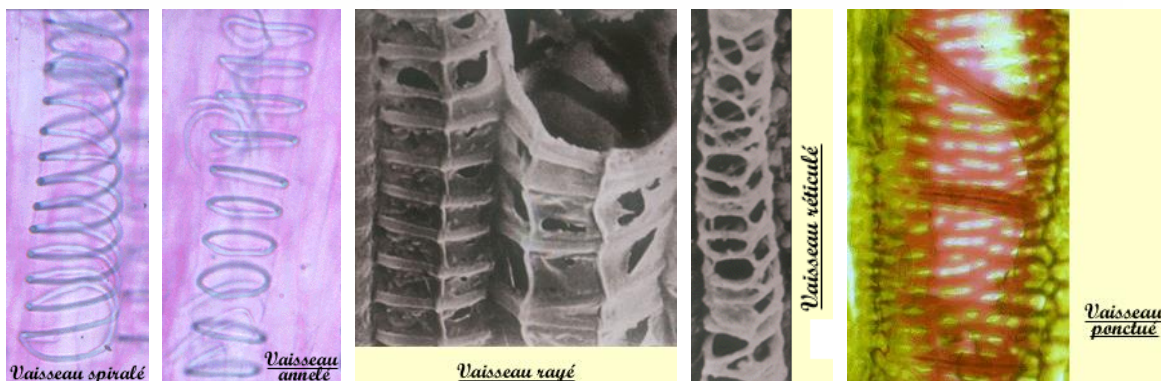
B) Vaisseau spiralé de Sycomore. La flèche indique la paroi terminale perforée traversée de barreaux lignifiés (perforation scalariforme) (Gr. $\times 300$).

C) Élément annelé de Courge (*Cucurbita pepo*, Cucurbitaceae) (Gr. $\times 300$).

E) Vaisseau rayé de Courge. Au niveau de la cassure, on voit que les épaississements lignifiés sont reliés entre eux et ne peuvent se dissocier sans se briser, à la différence des éléments annelés ou spirales (Gr. $\times 150$).

F) Vaisseau rayé de Sycomore. Les perforations à chaque extrémité sont indiquées par une flèche (Gr. $\times 300$).

G) Vaisseau réticulé de Courge. Ces éléments très larges et très courts sont caractéristiques du métaxylème de ces plantes (voir fig. VI-26) (Gr. $\times 150$).



Fibres de soutien :

Cellules allongées, étroites, terminées en biseau et avec une paroi très épaisse et lignifiée. Rares dans le xylème I des Angiospermes. Cellules mortes ou parfois vivantes et accumulant des réserves.

Parenchyme ligneux :

Cellules vivantes, plus ou moins lignifiées et avec des ponctuations, qui accumulent des réserves variées. Ces cellules sont allongées horizontalement ou perpendiculairement à l'axe de l'organe et forment les rayons ligneux.

Cellules de transfert :

Cellules vivantes à noyau volumineux, petite vacuole et membrane digitée. Elles jouent un rôle dans le transfert de substances entre les éléments conducteurs et le parenchyme, et donc un rôle important de contrôle de la composition de la sève brute.

Tissus conducteurs

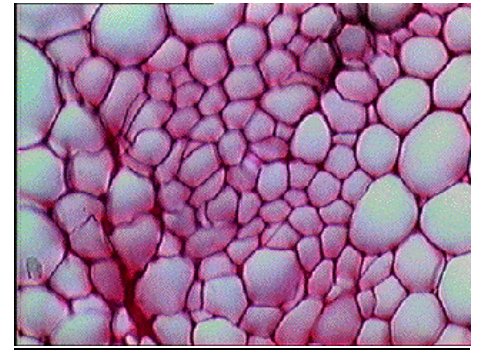
Phloème I



C'est le tissu conducteur de la sève élaborée.

Les cellules conductrices possèdent une **paroi épaisse et pectocellulosique** : ce sont des **cellules vivantes**. Elles sont accompagnées de fibres, parenchyme et cellules compagnes (difficilement observables).

De manière moins marquée que pour le xylème I, on peut distinguer au sein du phloème I un **protophloème**, avec des tubes de petits diamètres, et un **métaphloème**, avec des tubes de plus gros diamètre.



Tubes criblés = éléments conducteurs de la sève élaborée :

Il s'agit de cellules vivantes, **anucléées** et mises bout à bout. Les parois terminales (transversales ou obliques) sont percées de **pores**, regroupés en plages (d'où un aspect de crible).

- **Crible simple** : une seule plage criblée.
- **Crible composé** : plusieurs plages de crible.

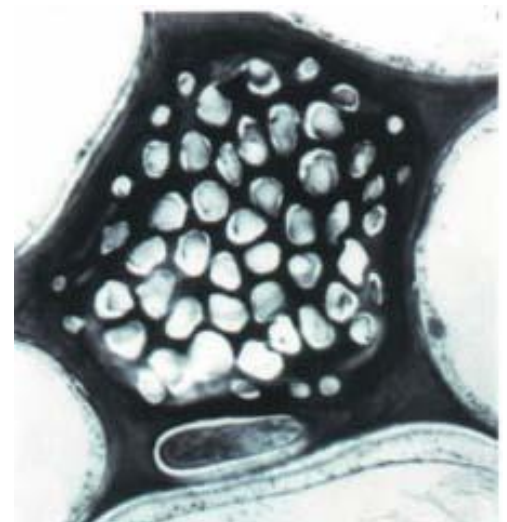
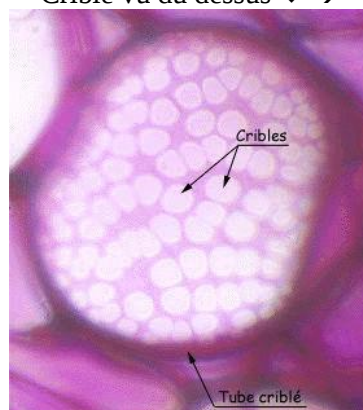
Ces pores permettent une continuité cytoplasmique de cellule à cellule. En hiver, des dépôts de callose obstruent les cribles, formant un cal, au moment où le tube criblé cesse de fonctionner.

Les cellules des tubes criblés n'ont pas de noyau, et peu d'organites (quelques mitochondries, un peu de réticulum lisse, quelques plastes sans thylakoïdes mais avec des inclusions protéiques et de l'amidon). En général, on note la présence d'un réseau de protéines phloémiennes contractiles (les protéines P). Les tubes criblés sont regroupés en faisceaux.



← Tubes criblés – vue en coupe longitudinale

Crible vu du dessus ↓ →



Cellules compagnes :

Cellules vivantes à noyau volumineux, avec de nombreuses mitochondries et un réticulum très développé. La paroi est mince, et traversée de nombreux plasmodesmes mettant en relation une cellule compagne avec un tube criblé. Les cellules compagnes jouent un rôle essentiel dans les échanges entre les tubes criblés et les cellules parenchymateuses.

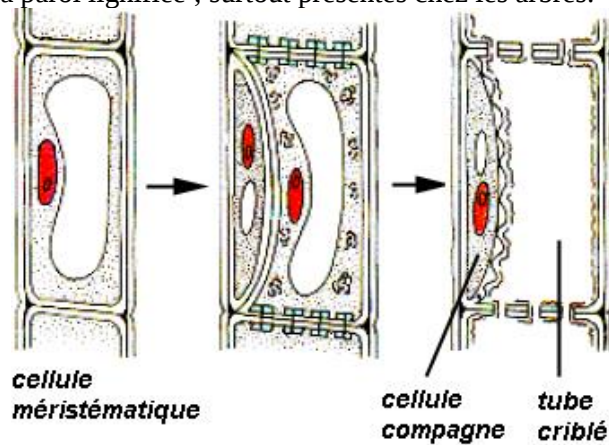
Une cellule criblée dérive de la même cellule-mère qui a donné le tube criblé, et elle peut se diviser pour redonner un nouveau tube criblé lorsque celui-ci meurt (*les tubes criblés ont une durée de vie courte*).

Parenchyme phloémien :

Cellules vivantes, souvent à rôle de réserve. Le parenchyme est toujours horizontal (= rayons libériens) dans le phloème I (du parenchyme vertical peut exister dans le phloème II).

Fibres :

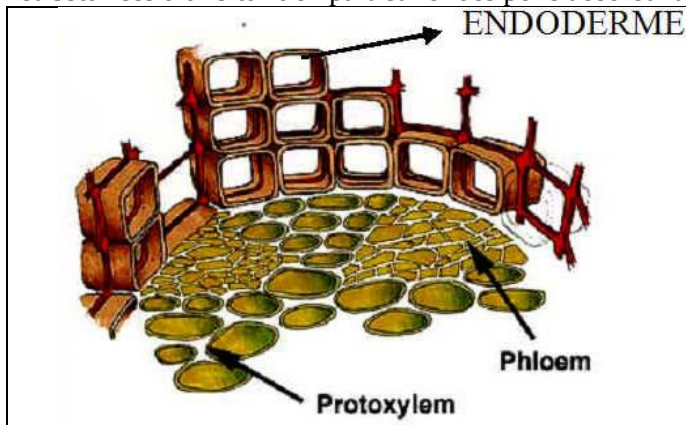
Rares cellules mortes allongées et à paroi lignifiée ; surtout présentes chez les arbres.



Cas particulier

Endoderme

L'endoderme est formé d'une assise unique de cellules vivantes, à la limite entre l'écorce et le cylindre central dans la racine (mais aussi dans les rhizomes et certaines tiges aériennes). C'est un tissu caractéristique des **organes souterrains**. Les cellules possèdent une paroi renforcée par un **cadre subérifié et/ou lignifié** : ceci impose un passage des molécules par le cytoplasme des cellules de l'endoderme, ce qui permet à ce tissu de jouer un rôle important de **contrôle des substances transitant** en particulier des poils absorbant vers le xylème (pour former la sève brute).



Endoderme de **dicotylédone**

Endoderme de **monocotylédone**

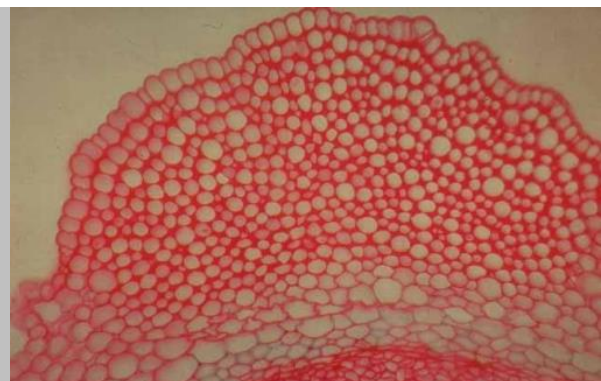
Tissus de soutien

Ces tissus assurent la **rigidité** des organes les contenant. Ils forment la charpente qui soutient le végétal lorsque la simple turgescence des cellules n'est pas suffisante. Les tissus de soutien sont formés de cellules toutes du même type. On peut noter que les tissus conducteurs, de par leurs épaisissements pariétaux jouent aussi un rôle dans la rigidité des organes.

Tissus de soutien

Collenchyme

Cellules **vivantes** (les colloctes) à paroi **pectocellulosique épaisse** et assez **souple** ; plastes peu différenciés. En fonction de la disposition des épaisissements pariétaux, on peut distinguer différents collenchymes (ronds, angulaires...). Le collenchyme est surtout présent dans la zone **sous-épidermique**, dans les organes **aériens**.



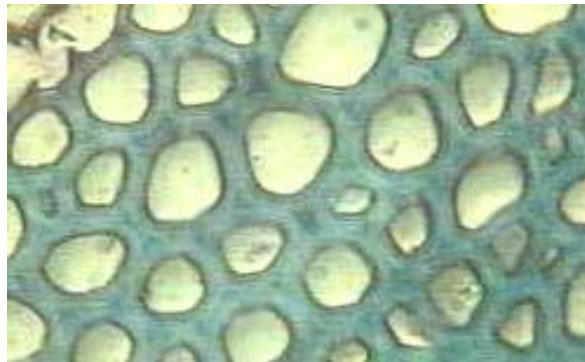
Tissus de soutien

Sclérenchyme

Cellules **mortes** possédant une **épaisse paroi lignifiée** (la lignification conduisant à une paroi imperméable les cellules scléreuses meurent rapidement au cours de leur différenciation). Le sclérenchyme est un tissu rigide et pauvre en eau, qui apparaît une fois la différenciation cellulaire d'un organe achevé.

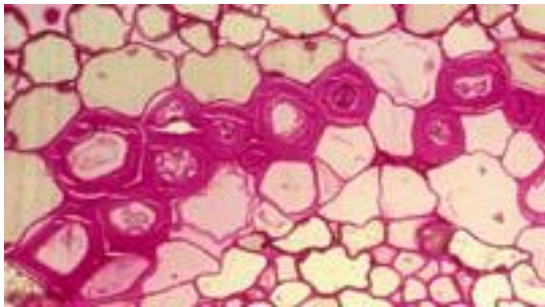
Sclérites : (majoritaires)

Cellules plus ou moins isodiamétriques, avec une paroi lignifiée qui atteignent des épaisseurs considérables.

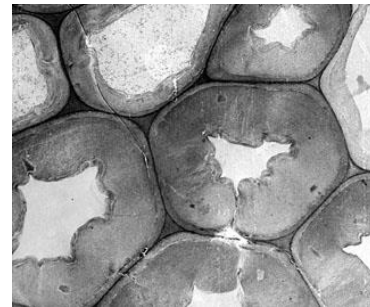


Fibres cellulósiques : (minoritaires)

Cellules vivantes et allongées (50 cm de long dans le lin et le chanvre, utilisés en industrie textile) avec une épaisse paroi secondaire pectocellulosique.



fibres de lin



(MET)

Tissus sécréteurs - pour information

Il s'agit de tissus spécialisés dans la synthèse de certaines substances (essence, résine, latex...). Ces sécrétions peuvent être directement rejetées hors des cellules dans des cavités prévues à cet effet, ou accumulées dans les cellules.

Tissus sécréteurs

Cellules isolées - pour information

Cellules vivantes accumulant les produits dans des vacuoles. Ex : cellules à tanin, à résine...

Tissus sécréteurs

Epidermes et poils sécréteurs - pour information

Cellules assemblées en une couche formant une surface glanduleuse épidermique ou tapissant une cavité interne. On trouve en particulier des épidermes sécréteurs dans les cas de diffusions d'essences, qui sont accumulées dans les vacuoles de ces cellules et (étant volatiles) passent à travers la cuticule, donnant les parfums (agréables ou pas) de certaines plantes.

Dans certains cas, seules certaines cellules épidermiques remplissent le rôle de sécrétion : les poils sécréteurs. L'essence est accumulée dans la (ou les) cellule terminale, et peut parfois être libérée par rupture de la cuticule (ex : thym, lavande).

Tissus sécréteurs

Poches et canaux sécréteurs - pour information

Il s'agit de cavités isodiamétriques (poches) ou allongées (canaux). Elles peuvent produire des huiles essentielles (« poches à essence » des agrumes, des eucalyptus...), ou une résine circulant dans l'organisme (pins).

Tissus sécréteurs

Laticifères - pour information

Il s'agit de canaux résultant de la différenciation d'une cellule ou d'une file de cellules sécrétrices à l'intérieur desquelles s'accumule un latex (= « liquide »). Les cellules restent vivantes, et le latex est contenu dans une vaste vacuole centrale.

Les « laticifères vrais » sont des tubes formés d'une file de cellules sans cloison, parcourus de bout en bout par une unique vacuole.

Les latex sont des hauts polymères de l'isoprène (cf. cours Lipides) ; exposés à l'air, ils acquièrent des propriétés mécaniques justifiant l'exploitation du caoutchouc (Hévéa). On ne trouve des latex que chez environ 300 espèces.

Suite du TP : voir poly 2 - séance