

Rappel du programme :

Les Angiospermes présentent des caractéristiques adaptatives en relation avec leur vie fixée en milieu terrestre.

Certaines de ces adaptations témoignent de convergences évolutives entre taxons phylogénétiquement éloignés ou de régression évolutive.

D'autres variations morphologiques, anatomiques et physiologiques au sein d'une même espèce sont sous la dépendance de facteurs du milieu au cours de leur développement. On parle d'accommodation.

Des facteurs abiotiques tels que les variations météorologiques au cours d'une année et entre les années influencent le développement végétatif (exemple de la production saisonnière du bois) ...

Gestes exigibles au concours :

- Réaliser une observation en microscopie optique : objectifs et grossissement, intensité lumineuse, diaphragme, mise au point, utilisation de l'huile à immersion.

- Déterminer un ordre de grandeur ou la taille d'un objet à partir d'une échelle ou d'un grossissement.

- Identifier de manière argumentée un organe, un tissu ou un type cellulaire : épiderme, rhizoderme, xylème I et II (bois), phloème I et II (liber), parenchymes, collenchyme, sclérenchyme, méristèmes, suber, phelloderme.

- Réaliser un dessin d'observation avec les conventions usuelles : fidélité, sélection des structures pertinentes, légendes, titre, échelle, orientations.

- Réaliser un schéma avec figurés conventionnels (les figurés restant à la disposition des étudiants).

Rq : On se limite à constater la diversité des cellules observables sur une coupe anatomique.

Objectifs :

- Mettre en relation les modifications morpho-anatomiques observées sur des végétaux vivant en milieu sec (sclérophytes et malacophytes) ou aquatique avec les contraintes spécifiques liées aux conditions de milieu.

- Identifier le bois de printemps et le bois d'été formant les cernes du bois à l'échelle macroscopique et/ou microscopique

Activités : voir déroulement du TP.

I. les modifications morpho-anatomiques des végétaux : adaptations aux conditions hydriques du milieu

Les Angiospermes sont fondamentalement des organismes terrestres ; ils sont adaptés à divers habitats différents par la quantité d'eau mise à disposition de la plante. La plupart des plantes des régions tempérées sont adaptées à un environnement caractérisé par une humidité qu'on peut qualifier de « moyenne ». (On peut les appeler mésophytes.)

Dans les milieux physiologiquement secs, les plantes sont caractérisées par des adaptations portant sur les économies d'eau : ce sont les **xérophytes**.

Les Angiospermes vivant entièrement ou partiellement submergées dans l'eau se nomment **hydrophytes**. Ce sont les plantes des étangs, des cours d'eau ou des marécages.

Remarque : deux taxons d'Angiospermes (les Zostères et les Posidonies) ont colonisé le milieu marin (le plateau continental) où elles forment de vastes herbiers.

- Observations des plantes proposées
- Réalisation de coupes de limbe foliaire dans le matériel proposé
- **Figures 4 à 11** : légender les figures non légendées

- Observations au microscope :

B 44 CT Oyat

B 47 CT Feuille de maïs

B 41 Feuille Laurier Rose

B 45 CT Feuille de houx

B 43 Feuille Aloes

B 27 Tige Hippuris

A. modifications morpho-anatomiques observées sur des végétaux vivant en milieu sec

Les milieux secs sont déficitaires en eau absorbable, toute l'année ou une partie de l'année. Ils se rencontrent dans des conditions écologiques différentes : sous les climats chauds et secs (précipitations insuffisantes), sous les climats froids (neige non absorbable), en climats tempérés sur les sols poreux (ne retenant pas l'eau = dunes, éboulis, calcaires fissurés...), sur les roches nues (parois rocheuses, murs).

(On peut aussi envisager les milieux physiologiquement secs, à potentiel hydrique bas, comme les terrains ou étangs salés, les sources minérales, les tourbières acides.)

On peut distinguer deux types d'adaptations à ces milieux : les **sclérophytes** et les **malacophytes**.

1. Réduction de la perte en eau au niveau des tiges et des feuilles : les sclérophytes (scléros, dur)

Leur nom renvoie à la sclérification (c-à-d. la lignification) des tissus. (**Figures 1 à 6**)

On peut prendre comme exemple l'Oyat, Poacée qui se développe dans les terrains sablonneux (les dunes de bord de mer) qu'elle contribue à fixer par ses rhizomes traçants.

Différents dispositifs permettent de limiter les pertes d'eau de la plante vers le milieu extérieur :

- l'épiderme est cutinisé : la surface de la feuille et de la tige est recouverte de la **cuticule imperméable à l'eau**.

- la **surface des feuilles est fortement réduite**, les feuilles peuvent être filiformes, réduites à des aiguilles, transformées en épines, voire disparaître totalement (dans ce cas, c'est la tige qui est chlorophyllienne).

- **des poils épidermiques tapissent les feuilles** (face inférieure souvent où sont localisés les stomates) ce qui entretient une atmosphère moins sèche et empêche les mouvements d'air. Les poils augmentent l'épaisseur de la couche limite au sein de laquelle l'hygrométrie est proche de celle des tissus foliaires.

- les **stomates sont protégés** : sur la face foliaire la moins exposée, ou enfoncées dans des cryptes ; le nombre total de stomates par feuille est réduit (ex : crypte pilifère du Laurier rose).

- la surface des feuilles peut être repliée en cryptes pilifères ou stomatifères (ex : feuilles de Laurier rose, oyat) et les feuilles peuvent s'enrouler, réduisant encore la surface d'évaporation :

- quand l'eau est disponible, les cellules de la feuille sont turgescentes, les cellules bulliformes situées au fond des cryptes peuvent se gorger d'eau, elles se gonflent et provoquent l'ouverture de la feuille ;
- inversement quand l'eau n'est pas disponible (période sèche), les cellules bulliformes entrent en plasmolyse, deviennent flasques et la feuille se referme.

- des **tissus lignifiés se développent dans les tiges et feuilles** : soutien des organes, même lorsqu'ils sont peu turgescents (pertes d'eau) : l'épiderme est doublé de sclérenchyme, les faisceaux cribro-vasculaires sont entourés de sclérenchyme...

- le potentiel hydrique des tissus est bas par accumulation d'ions minéraux ou organiques ; la rétention d'eau est ainsi favorisée.

2. Mise en réserve de l'eau : les malacophytes (*malacos*, mou) ou plantes succulentes (plantes grasses ou crassuléscentes) (**Figures 7 à 9**)

Ce sont des végétaux aux tiges feuillées épaisses, charnues et gorgées de liquide (suc). On les appelle communément plantes grasses, succulentes ou crassuléscentes. Ces plantes emmagasinent de l'eau dans un tissu particulier, le **parenchyme aquifère**, qui constitue des réserves disponibles pour les périodes de sécheresse. Ce tissu formé de cellules très turgescentes sert aussi de soutien, en l'absence de tissus sclérifiés.

Elles préviennent les pertes d'eau :

- par la **réduction de la surface de leur appareil aérien** :

- le sédum présente des feuilles réduites et sphériques
- les cactées ont des feuilles converties en épines et la tige assure la photosynthèse. On peut parler de **régression évolutive**.
 - par la présence de **tissus charnus**, chlorophylliens, peu vascularisés et qui stockent de l'eau (accumulation de solutés minéraux ou organiques) dans le parenchyme aquifère (**plantes succulentes**).
 - par un **épiderme très fortement cutinisé et des stomates peu nombreux** ce qui limite les pertes d'eau par transpiration

Bilan : Des Angiospermes appartenant à des unités systématiques très variées ont colonisé des milieux où la réalisation de l'équilibre hydrique est difficile. Bien que d'origines phylogénétiques très diverses et bien que les milieux présentent des caractéristiques très différentes (hormis le déficit hydrique) les sclérophytes et les malacophytes (et les halophytes) présentent de grandes similitudes morphologiques, structurales ou physiologiques. On parle de « **convergence évolutive** ». (*Figure 10*)

B) modifications morpho-anatomiques observées sur des végétaux vivant en milieu aquatique

Une plante **hydrophyte** est une Angiosperme qui vit immergée dans l'eau une bonne partie de l'année voire toute l'année. (*Figure 11*).

Certaines plantes aquatiques sont complètement immergées (Elodées, Myriophylle...), d'autres en partie immergées et en partie flottantes (Nénuphar, Potamots...), d'autres n'ont que la base sous l'eau (Roseau, Massette...).

Une hétérophyllie importante peut être constatée chez les végétaux ayant une partie de leur appareil végétatif dans l'eau et l'autre dans l'air ; selon les conditions d'agitation de l'eau, des formes différentes de feuilles peuvent aussi être observées.

Sortie de l'eau, une hydrophyte est molle, pend et survit très peu de temps. C'est la pression hydrostatique exercée par l'eau qui assure le port et le maintien du végétal dans l'eau, associée à la turgescence des cellules. Les feuilles immergées sont plus fines, souvent très découpées. Quand la feuille est flottante, elle a un épiderme aérien non mouillable (cuticule épaisse).

1. Développement de l'aérenchyme : parenchyme lacuneux aérifère

Dans les tiges et les feuilles immergées, un parenchyme aérifère ou **aérenchyme** est développé ce qui permet aux végétaux d'être soutenus dans l'eau (maintien de leur port + flottaison) et d'assurer leur métabolisme respiratoire (création d'une atmosphère gazeuse interne qui permet de lutter contre l'anoxie). Il est caractérisé par de grands méats, de grandes lacunes aérifères. Les échanges gazeux sont rapides car les échanges se font directement entre cette atmosphère interne et le parenchyme chlorophyllien.

2. Evolution régressive liée au retour en milieu aquatique

Les plantes immergées n'ont que de **rarets tissus lignifiés** (dans les eaux agitées, on peut observer des fibres sclérenchymateuses qui assurent un soutien des tissus).

Le cylindre central est très réduit avec un xylème quasi inexistant (circulation réduite ou nulle de la sève brute), par contre des massifs de phloème sont toujours présents (distribution de la sève élaborée).

Les épidermes des feuilles immergées sont dépourvus de cuticule et de stomates fonctionnels ; de l'eau est absorbée par toute la surface immergée ce qui est important pour le végétal car **l'appareil racinaire est réduit** et le **xylème est régressé** voire absent. Les épidermes foliaires sont chlorophylliens ce qui n'est pas le cas des plantes terrestres.



Morphologie du Laurier rose (plante méditerranéenne)

Figure 1

vegetox.envt.fr



Morphologie de l'Oyat (plante de dunes)

www4.ac-nancy-metz.fr

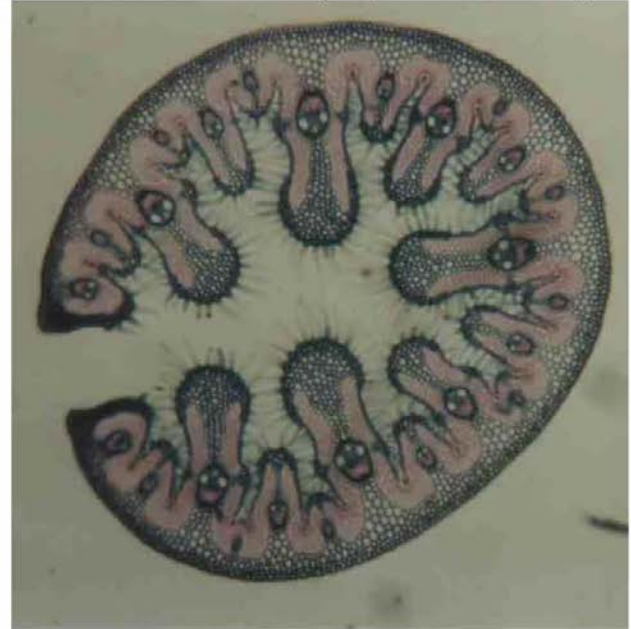
Anatomie de la feuille de Laurier rose (*Nerium oleander*)



CT de feuille de Laurier rose MO x40

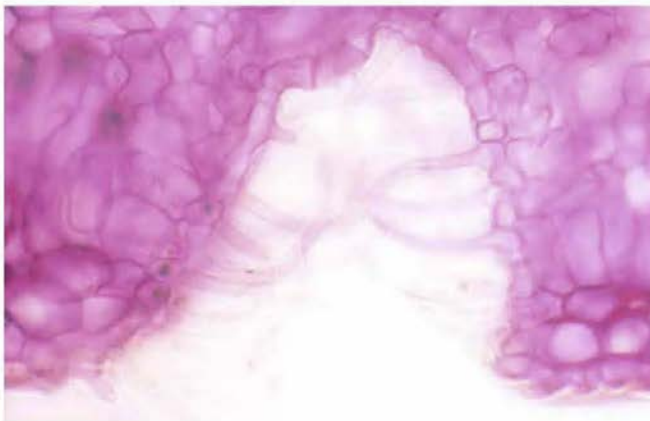
Figure 2

Anatomie de la feuille d'Oyat (*Psamma arenaria*)



CT de feuille d'Oyat MO x40

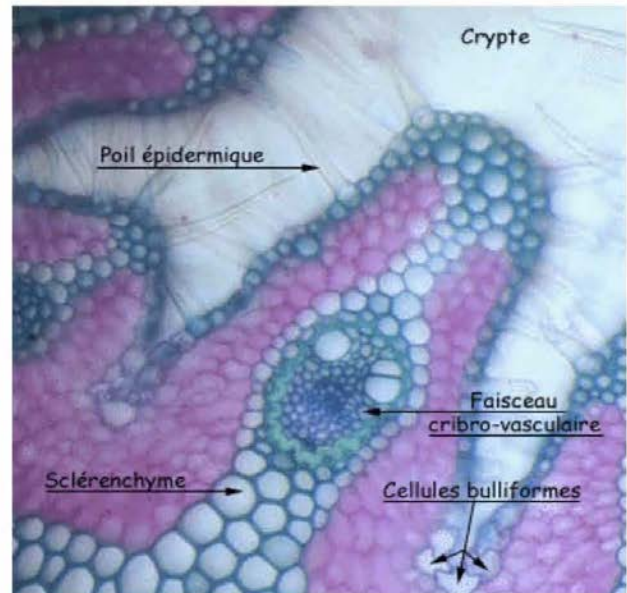
Exceptionnellement, les stomates sont sur la face supérieure



Détail de crypte pilifère MO x400

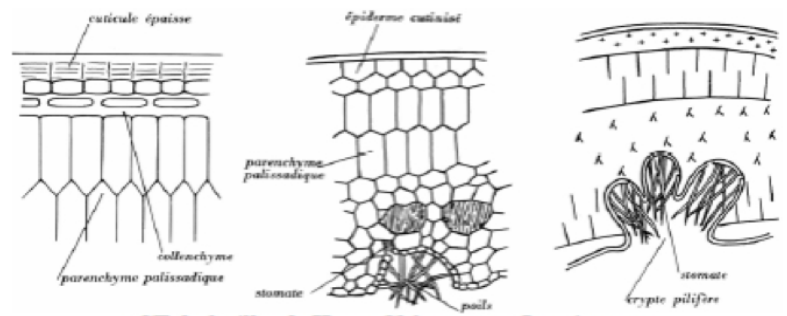
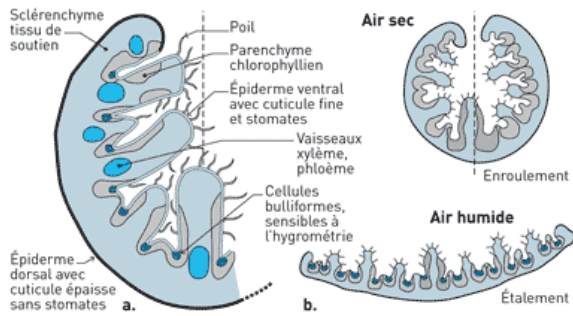
<http://www.snv.jussieu.fr/>

Figure 3



Détail

<http://www.snv.jussieu.fr/>



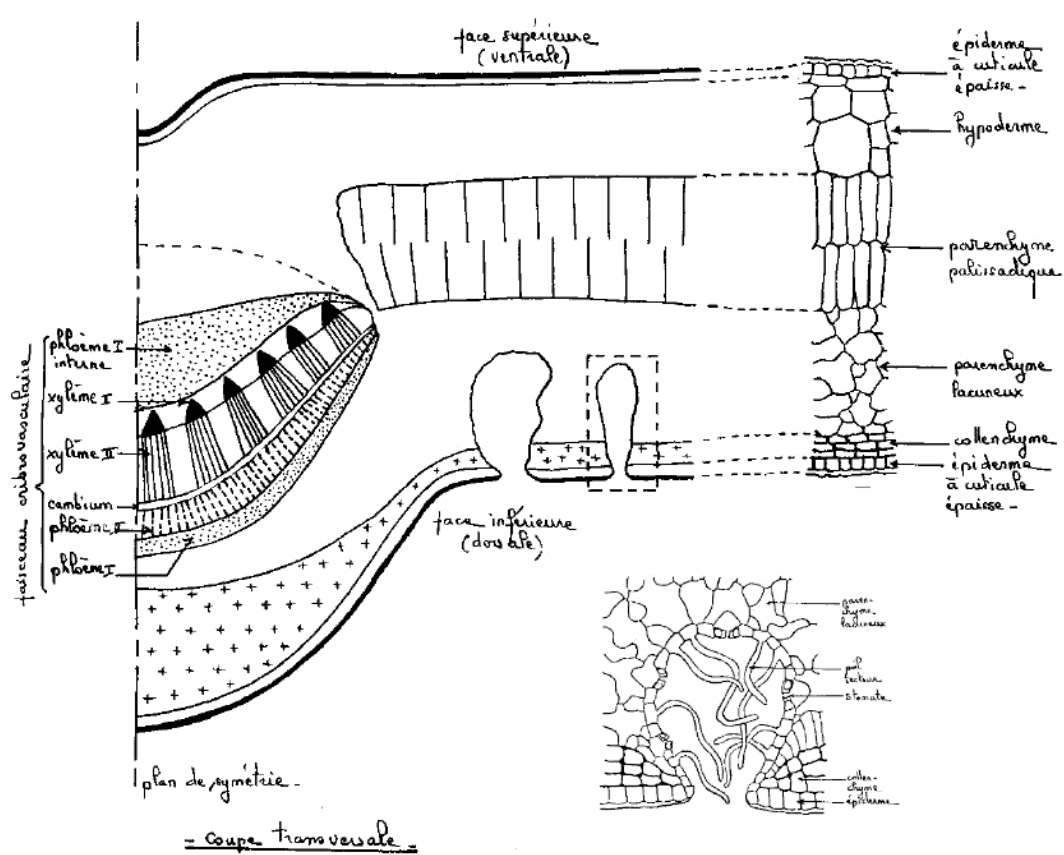
CT de feuilles de Houx, Chêne vert et Laurier rose

Les mouvements des feuilles sont dus à des variations d'hydratation des cellules du tissu bulliforme. En cas d'humidité, ces cellules se gorgent d'eau et leur volume augmente, entraînant l'ouverture de la feuille. En cas d'air sec, elles se déshydratent et perdent du volume, ce qui entraîne la fermeture de la feuille sur elle-même.

Figure 4 Oyat

Figure 5 CT limbes de sclérophytes

Figure 6 CT limbe laurier rose



Anatomie de la feuille de Laurier-rose (Nerium oleander - Apocynacées)



Figure 7a

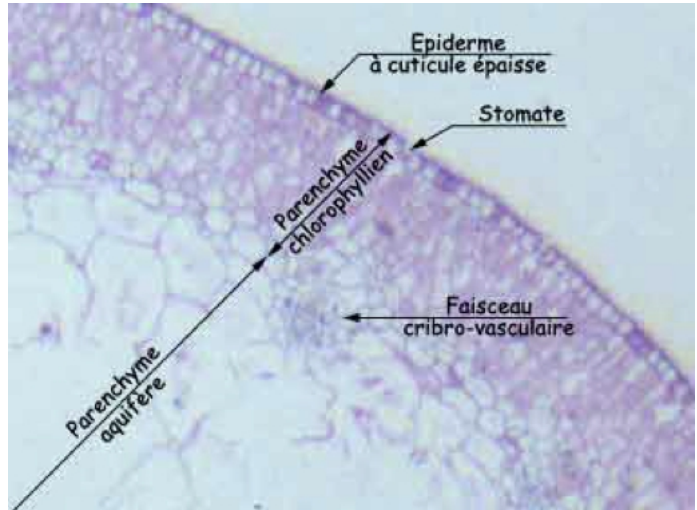
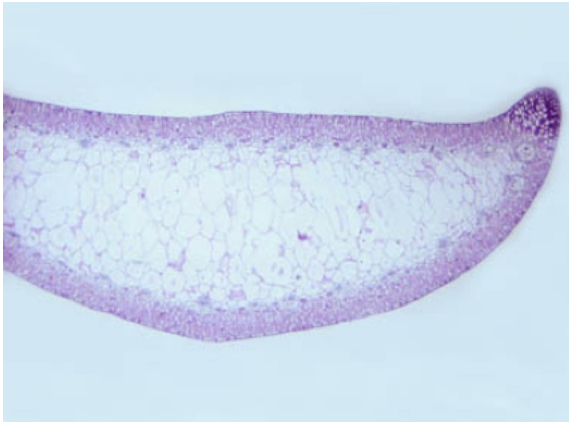
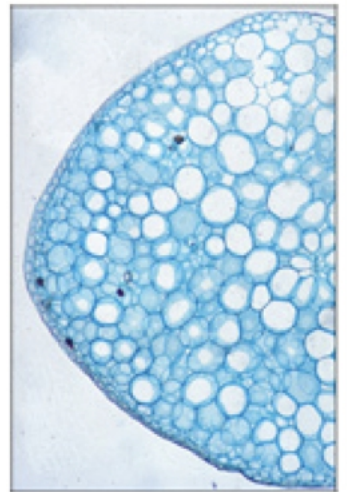
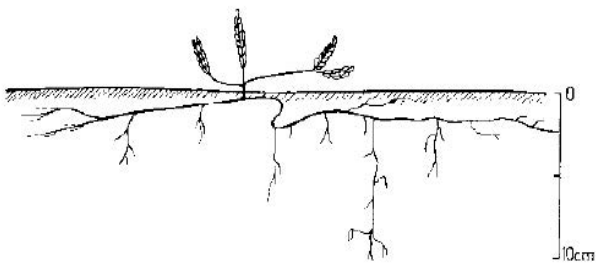


Figure 7b : Feuille d'Aloes : morphologie, coupes et coupe transversale observée au MO

<http://www.snv.jussieu.fr/>



Appareil racinaire de l'Orpin âcre (*Sedum acre* - Crassulacée)
« Morphologie des végétaux vasculaires ; cytologie, anatomie, adaptations » - H. Caneffort - Doin - 2^{ème} édition - 1977 - p. 411

Figure 8 : *Sedum* : app.l racinaire, morphologie, coupe transversale observée au MO

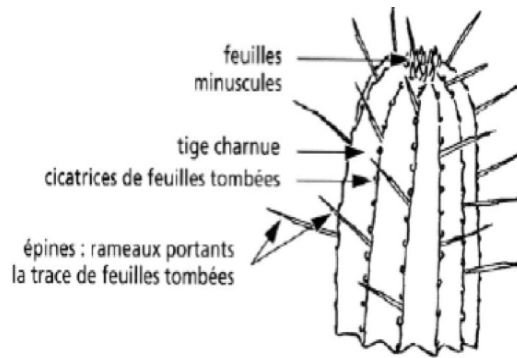


Figure 9 Tige charnue de Cactus



Figure 10 *Euphorbia milii*

Anatomie de la tige d'*Hippuris* (Pesse d'eau)

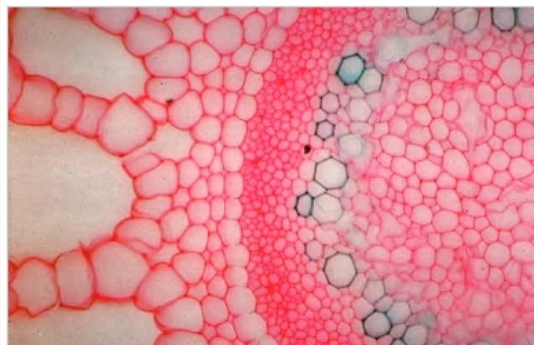
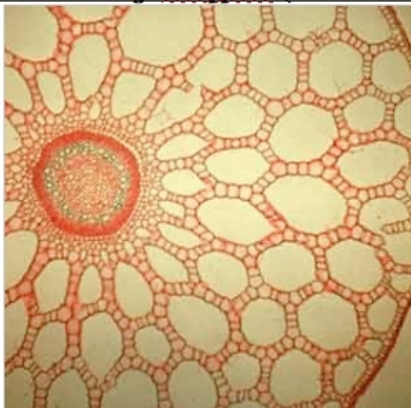


Figure 11

Coupe transversale de tige de Pesse d'eau colorée au Carmino-vert (*40)

Détail du cylindre central

II) Influence des variations saisonnières : exemple de la production de bois par un arbre

Le bois est uniquement présent chez les Angiospermes dicotylédones.

1. Comme le xylème primaire, le xylème secondaire est un **tissu hétérogène** : il est formé de plusieurs types de cellules :

- des vaisseaux vrais (éléments conducteurs aux parois transversales perforées) ou trachéides (éléments conducteurs avec persistance de parois transversales), ponctués, verticaux, à rôle de conduction de la sève brute
- du parenchyme ligneux formé de files de cellules horizontales (rayon ligneux), cellules vivantes responsables de transferts d'eau et ions entre X_{II} et P_{II} .
- de parenchyme ligneux formé de cellules en files verticales, cellules vivantes impliquées dans la mise en réserve (passage de l'hiver chez les arbres, réserves de la carotte...)
- des fibres aux parois épaisses et lignifiées

Le xylème II est constitué d'éléments, à parois très lignifiées, verticaux et horizontaux entrecroisés ce qui en fait à la fois un tissu conducteur de sève et un tissu de soutien.

Remarque : à mettre en relation avec les deux types de cellules du cambium : les cellules initiales fusiformes (longues) produisant des cellules conductrices et les cellules initiales radiales (courtes) produisant les rayons horizontaux.

Observations des coupes de bois proposées

Observations au microscope :

- B 35 CT Tige tilleul 3 ans
- B 37 jeune tige de chêne

Figures 12 à 15

Réaliser des schémas interprétatifs avec les figurés conventionnels.

Observations des racines à structure secondaire (cf BCPST1)

2. Organisation du xylème II = bois et saisonnalité

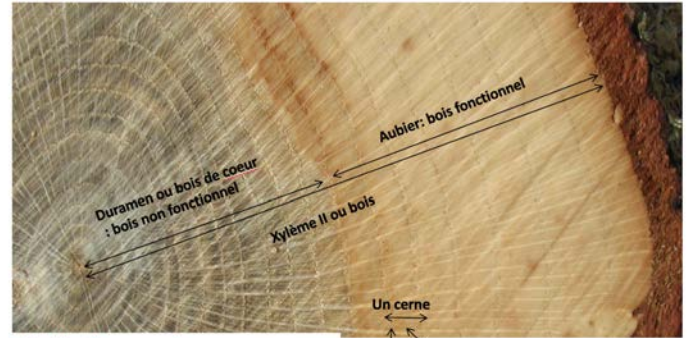
La coupe transversale d'un tronc ou d'une branche montre un **fonctionnement rythmique** du cambium en relation avec les saisons. **Figures 12 à 15.**

L'observation macroscopique d'une coupe transversale de branche ou de tronc d'arbre montre une série de couronnes concentriques, les cernes, dans le bois. Ces couronnes correspondent à un cycle annuel : dans les régions tempérées, l'activité du cambium est stoppée pendant la mauvaise saison (c'est-à-dire la saison froide, où le risque de gel existe et pendant laquelle la vie végétale est ralentie). L'activité du cambium reprend donc au printemps (pour l'hémisphère nord), en formant un bois initial (= bois de printemps) avec des vaisseaux de large diamètre (flux de sève brute important). Le bois final (bois d'été et d'automne) est par contre essentiellement constitué de vaisseaux de petit diamètre et de nombreuses fibres. On peut donc noter que le cambium est une assise génératrice permanente, mais à activité discontinue.

C'est cette activité discontinue qui conduit à la formation des cernes annuels, visibles à l'œil nu. Le nombre de cernes renseigne donc sur l'âge de l'organe (un cerne = un an). L'épaisseur des cernes est variable selon plusieurs paramètres :

- l'espèce (1 à 2 mm pour le chêne, 1 cm pour le peuplier).
- l'âge de l'individu (épaisseur maximale à maturité).
- la pluviosité ou la sécheresse (année humide → plus de bois formé) ; les conditions climatiques de manière générale.
- l'orientation (cernes plus épais vers l'est, plus fins vers le nord) ; les conditions locales de manière générale (pente du sol, autres arbres à proximité, etc.).
- la pollution (pluies acide...)

Ces variations montrent une capacité d'adaptation du fonctionnement du cambium aux conditions du milieu ; le cambium est donc à la fois sous la dépendance de facteurs internes et de facteurs externes.



Un cerne : bois déposé en une année
 Pas de dépôt de bois l'hiver car le cambium ne fonctionne pas l'hiver

Figure 12 CT de troncs

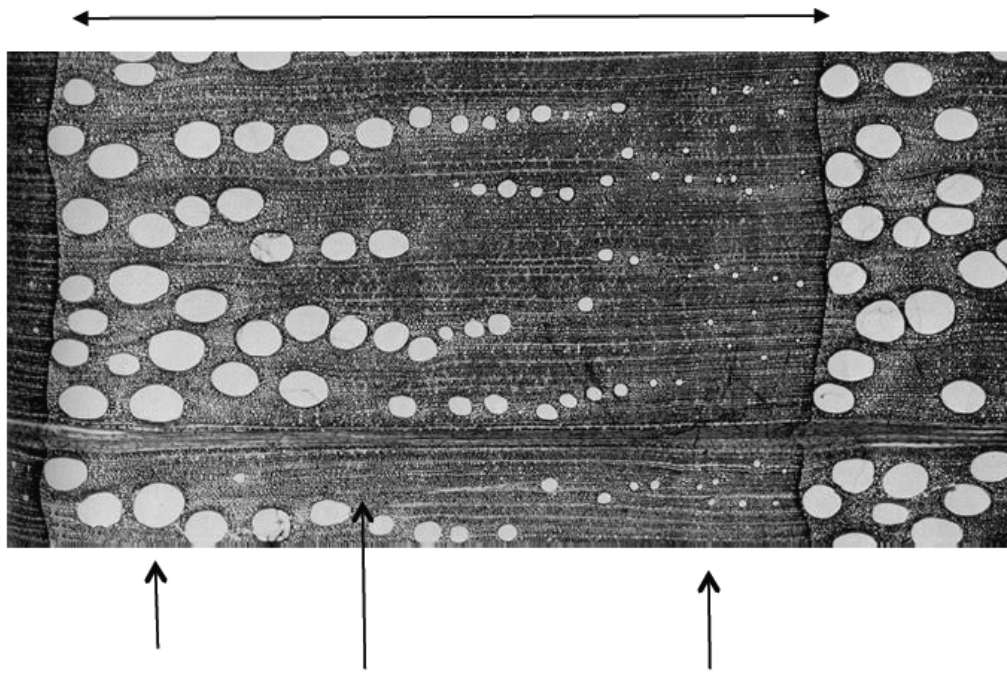


Figure 13 Bois de Chêne (plan transversal)

« Atlas de biologie végétale. 2. Organisation des plantes à fleurs » - J.C. et F. Roland - Masson - 4^{ème} édition - 1989

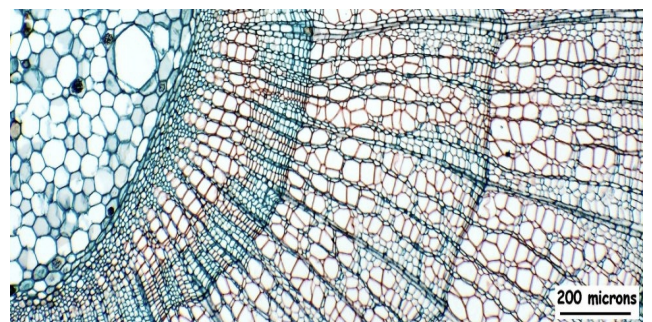
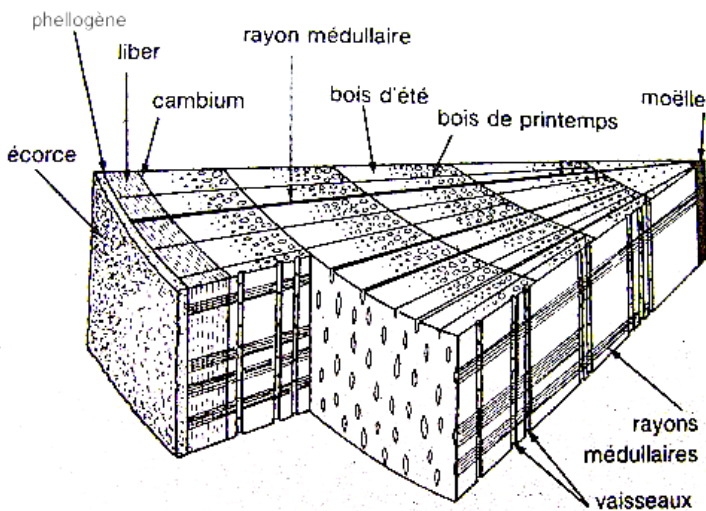


Figure 14 Coupe transversale de bois de Tilleul (MO)
 Figure 15 Schéma interprétatif