Document téléchargeable sur le site
https://www.svt-tanguy-jean.com/

EPLEFPA Dijon Quetigny Plombières-lès-Dijon
Site de Quetigny (21) • LEGTA Olivier de Serres
Classe préparatoire ATS (Adaptation Technicien Supérieur) Biologie
Préparation des Concours agronomiques et vétérinaires (voie C)

ENSEIGNEMENT DE BIOLOGIE • TRAVAUX PRATIQUES
Partie B. L'organisme dans son milieu : exemple de la nutrition

TP B7

Les tissus conducteurs des Angiospermes

Objectifs : extraits du programme

TP B7 : Les tissus vasculaires [sic] des Angiospermes dicotylédones (2h x [TP A4 et A5])	Observer des coupes transversales de tiges et de racines ainsi que des coupes longitudinales de xylème et de phloème. Étudier l'organisation primaire et secondaire de la vascularisation en relation avec les circulations verticale et radiale au sein de la plante.

Introduction

Chez les **Angiospermes**, on peut distinguer deux **fluides circulants** : la **sève brute** et la **sève élaborée**. Ceux-ci **circulent** dans des **tissus conducteurs**. On distingue le **xylème** (**primaire** ou **secondaire**) qui conduit la **sève brute** et le **phloème** (**primaire** et **secondaire**) qui conduit la **sève élaborée**.

Ce TP s'appuie sur :
- La **présentation des tissus conducteurs** réalisée dans le cadre du complément 4 sur l'histologie végétale (qu'il convient de maîtriser sur le bout des doigts !).
- Le chapitre 6 sur le développement végétal
- Le TP A3-A4-A5 sur l'organisation végétale
- Les chapitres 16-17-8-19 sur la circulation.

Comment l'étude pratique de l'organisation des tissus conducteurs végétaux nous permet-elle de comprendre la fonction de circulation chez les Angiospermes ?

Les **coupes transversales** de **racines** et **tiges** de **Moncotylédones** et d'**Eudicotylédones** (structures **primaires** et **secondaires**) ont été vues dans le TP A3-A4-A5 : pensez à bien revoir l'**organisation**, la **localisation** et les **caractéristiques** des **tissus conducteurs**.

*On va donc ici surtout s'intéresser aux **coupes longitudinales** même s'il n'y en a pas beaucoup dans l'établissement… Vous devrez **« photographier » mentalement** les documents.*

I. Préparation simple de tissus conducteurs à partir de Poireau

Comment l'étude microscopique d'un écrasé de feuille de Poireau met-elle en évidence les tissus conducteurs ?

Activité 1. Les tissus conducteurs du Poireau

Savoirs à construire	Organisation des tissus conducteurs en coupe longitudinale

	Capacité ou attitude visée	**Évaluation**
Savoir-faire sollicités	Maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel… ➢ Préparation microscopique simple ➢ Microscope	
	Analyser, observer et raisonner	

Travail à effectuer

Écrasez entre lame et lamelle, dans une **goutte d'eau**, un petit fragment de **nervure** de **Poireau** [une Monocotylédone] **débarrassé** de ses **épidermes** supérieur et inférieur. **Observez** au microscope optique et **essayez** de **distinguer** les différents types de tissus.

*NB Quand on a le temps, on peut réaliser une **coloration au carmino-vert**.*

*Faire préalablement **bouillir les tissus** peut aussi **faciliter le prélèvement**, notamment le **décollement des épidermes** mais cela peut aussi **altérer les tissus**.*

Voir http://svt.ac-creteil.fr/archives/microsc/tiscond/acrobat/poireau_72dpi.pdf (consultation décembre 2015)

Pistes de réflexion et d'exploitation

- ***Complétez** la figure 1.*

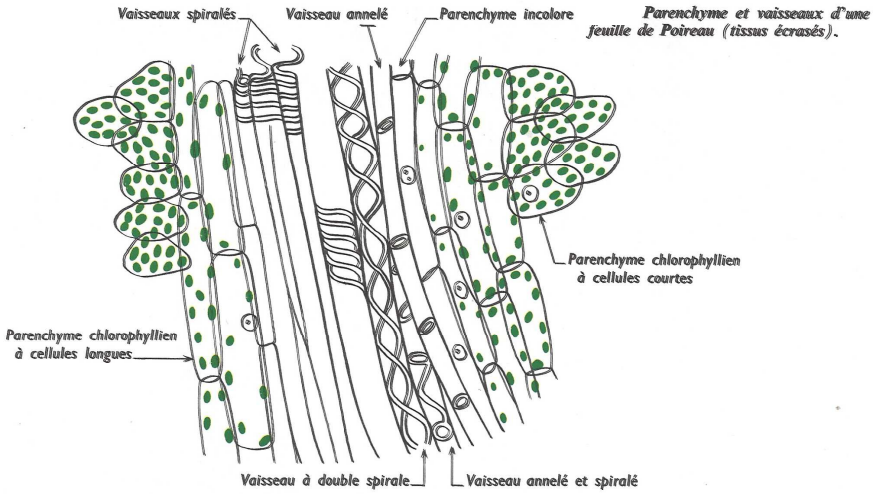


FIGURE 1. Parenchyme et cellules conductrices d'un écrasé de Poireau. D'après VINCENT (1964).

II. Étude du xylème, tissu conducteur de la sèvre brute

A. Quelques rappels théoriques synthétiques

- Il s'agit d'une reprise des aspects abordés dans le complément 4 présentés sous une autre forme. Les textes sont extraits de SEGARRA *et al.* (2015).

Le xylème : tissu conducteur de la sève brute

Le xylème primaire est constitué du **protoxylème** et du début du **métaxylème**. Le xylème secondaire ou **bois** constitue l'essentiel du métaxylème. Le xylème secondaire n'existe que dans les organes âgés de certaines angiospermes (chapitre 5 : TP 5.4).

Les éléments conducteurs

La différenciation des cellules du xylème consiste en une **mort cellulaire programmée**. Les parois transversales sont hydrolysées et il ne subsiste que les parois latérales lignifiées formant des structures pluricellulaires allongées responsables du transport de la sève brute.

Dans le protoxylème, les éléments conducteurs sont des **trachéides** : files longitudinales de cellules cloisonnées (diamètre 30 à 40 µm). Elles seront étirées et écrasées par les cellules vivantes voisines lors de la croissance en longueur et en épaisseur de l'organe. Dans le métaxylème, ce sont des **éléments de vaisseaux** : éléments sans paroi transversale (diamètre jusqu'à 300 µm) placées bout à bout. Dans le xylème primaire, on distingue des vaisseaux annelés, spiralés, rayés ou ponctués en fonction de la localisation des épaississements de lignine. Le xylème secondaire ne contient que des vaisseaux ponctués.

Les éléments non conducteurs

Ils sont caractéristiques du xylème secondaire.

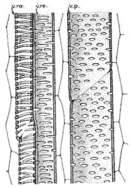
Celui-ci contient des **fibres** : cellules allongées à parois très épaisses et lignifiées. Ces fibres représentent 50 à 80 % du xylème secondaire et ont un rôle de soutien. Il contient également du **parenchyme ligneux** constitué de cellules à parois plus ou moins lignifiées. Il intervient dans le transport radial de la sève brute et le stockage d'amidon pendant l'hiver.

Organisation tridimensionnelle du bois

Le bois est un tissu hétérogène contenant plusieurs types cellulaires différents.

- Ma collègue Hélène CORDIER (LEGTA Théodore Monod, Rennes Le Rheu) propose une excellente **synthèse sous forme de tableau** (tableau I).

TABLEAU I. Les cellules xylémiennes et leurs caractéristiques. Document H. CORDIER (LEGTA Théodore Monod, Rennes Le Rheu). Source des illustrations à préciser.

Nom	Tissu	Description		Fonction
Trachéides : (« vaisseaux imparfaits » = « fermés »)	I	**Cellules mortes allongées et biseautées, pas de communication directe** entre cellules : elles sont **jointives**. Paroi **mince, cellulosique** (rose) avec des **épaississements lignifiés** (verts).	**Trachéides** : uniquement dans protoxylème : **trachéides avec épaississement de lignine annelé et spiralé**	**Conduction** de la sève brute et **soutien** (lignine)
Vaisseaux ligneux (parfaits = tube) **chez les Angiospermes**	I et II = bois	**Cellules mortes allongées** disposées **bout à bout** : les **cloisons intercellulaires transversales disparaissent**. Paroi **épaisse**, **lignifiée** (vert) et donc **rigide** avec des **épaississements lignifiés**.	**Vaisseaux « vrais »** : uniquement dans métaxylème : **Vaisseau** < « fusion » **d'une file de cellules** ornementée **d'épaississements de lignine** : épaississements **rayés**, **réticulés** et **ponctués**. **Terme surtout utilisé dans la description du xylème I** pour le xylème II, on parle simplement de vaisseau du bois. **Uniquement chez les Angiospermes** : on parle de **bois hétéroxylé** (car vaisseaux + fibres + parenchyme), contrairement aux Pinophytes et Filicophytes : **bois homoxylé** car que des trachéides. 	
Eléments accessoires du xylème	**Fibres ligneuses**	**Cellules en dégénérescence ou mortes, étroites, aux extrémités effilées**. Paroi **épaisse** (lumière très réduite) et **lignifiée**. Elles constituent **50 à 80 % du bois** des Angiospermes ce qui montre leur rôle important. Les parois peuvent présenter de très fines et peu nombreuses ponctuations.		**Soutien**
	Parenchyme ligneux	Cellules **restant vivantes** se regroupant dans le sens **vertical** ou **horizontal** et forment les **rayons ligneux**. Le parenchyme ligneux **accumule** des grains d'amidon dans des amyloplastes et des lipides. Leurs parois qui peuvent ou non se lignifier possèdent des ponctuations favorisant les **échanges** de substances (mise en réserve).		**Réserves**

B. Diversité des éléments conducteurs du xylème primaire

Comment l'étude microscopique d'une zone de xylème primaire en coupe longitudinale montre-t-elle l'organisation des éléments de vaisseaux ?

Activité 2. Les éléments conducteurs du xylème primaire

Savoirs à construire	Organisation et reconnaissance des éléments de xylème primaire

Savoir-faire sollicités	**Capacité ou attitude visée**	**Évaluation**
	Maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel… ➢ Microscope	
	Analyser, observer et raisonner	

Travail à effectuer

1. Si possible : observation de **coupes longitudinales** de **tiges** et de **racines** d'**Eudicotylédones**.
2. Si non possible : travail sur **documents** seulement.

Pistes de réflexion et d'exploitation

- ***Complétez*** *la figure 2.*

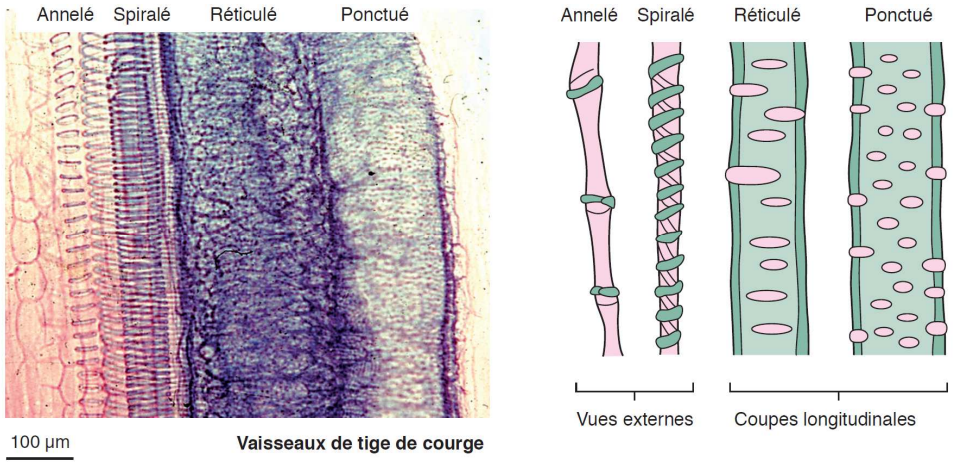


FIGURE 2. Typologie des éléments de vaisseaux. D'après SEGARRA *et al.* (2015).

C. Organisation du bois ou xylème secondaire

- Petit rappel théorique : voir le tableau I, voir aussi le complément 2 ou encore la figure 3 à compléter.
- On admet qu'il n'y dans le bois que des **vaisseaux ponctués** (plus gros dans le **bois initial** que dans le **bois final**), des **fibres ligneuses** (dominantes en nombre) et du **parenchyme ligneux horizontal** et **vertical** (qui forme des **rayons ligneux**).

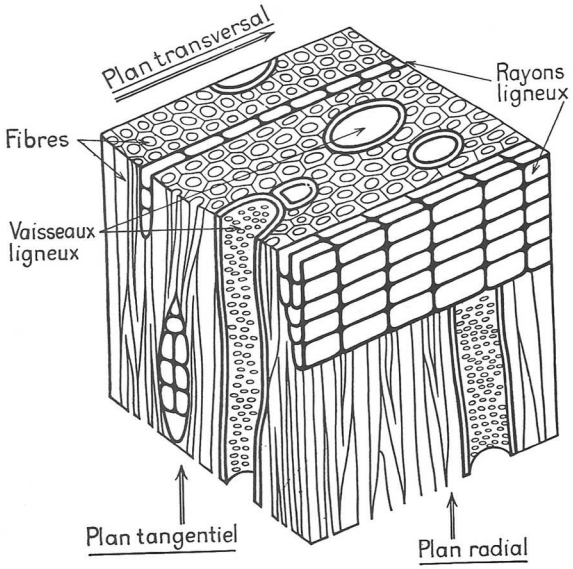


FIGURE 3. Bloc diagramme montrant l'organisation du bois d'Érable.
D'après CAMEFORT (1977).

Comment l'étude microscopique de bois en coupes variées nous renseigne-t-elle sur son organisation ?

Activité 3. Étude pratique du xylème secondaire

Savoirs à construire	Organisation et constitution du bois (xylème II)

Savoir-faire sollicités	**Capacité ou attitude visée**	**Évaluation**
	Maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel… ➢ Microscope	
	Analyser, observer et raisonner	

Travail à effectuer

1. Si possible : observation de **coupes longitudinales** (**transversales**, **tangentielles** et **radiales**) dans du **bois**.
2. Si non possible : travail sur **documents** seulement.

Pistes de réflexion et d'exploitation

- ***Complétez** la figure 4.*

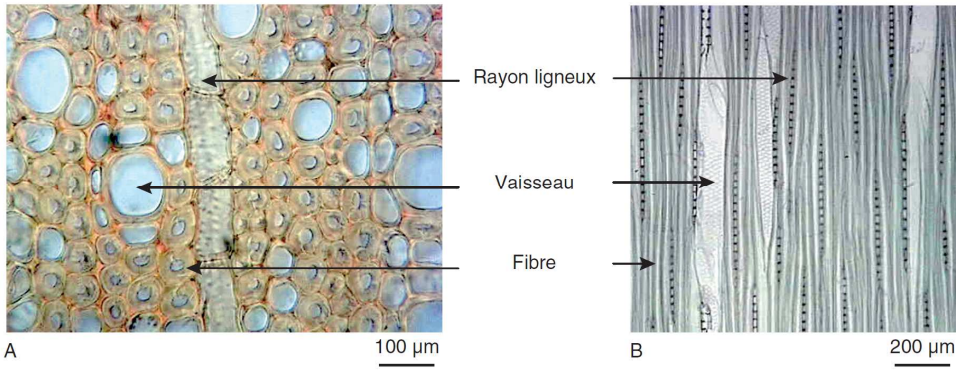


FIGURE 4. Bois de peuplier en coupe transversale (A) et longitudinale tangentielle (B).
D'après SEGARRA *et al.* (2015).

Sur la coupe transversale (A), les vaisseaux et fibres apparaissent coupés transversalement et les rayons de parenchyme secondaire coupés longitudinalement. Sur la coupe tangentielle (longitudinale ne passant pas par le centre de l'organe, B), ce sont cette fois les vaisseaux et fibres qui sont coupés longitudinalement. On observe les liaisons directes entre plusieurs éléments de vaisseaux ainsi que les ponctuations. Les fins rayons ligneux sont coupés transversalement.

III. Étude du phloème, tissu conducteur de la sève élaborée

A. Quelques rappels théoriques synthétiques

- Il s'agit d'une reprise des aspects abordés dans le complément 4 présentés sous une autre forme. Les textes et la figure (à compléter) sont extraits de SEGARRA *et al.* (2015).

Le phloème : tissu conducteur de la sève élaborée

Le phloème primaire est constitué du **protophloème** et du début du **métaphloème**. Le phloème secondaire ou liber constitue l'essentiel du métaphloème. Le phloème secondaire n'existe que dans les organes âgés de certaines angiospermes .

Les éléments conducteurs

Il s'agit de cellules vivantes à parois pectocellulosiques. Les parois transversales sont épaissies mais **perforées** (crible), permettant la circulation de la sève de cellule en cellule. Ces **cellules criblées** placées bout à bout forment un tube criblé.
La seule différence entre le proto- et le métaphloème est le diamètre des tubes criblés (plus important dans le deuxième). Les tubes criblés sont responsables de la conduction de la sève élaborée.

Les éléments non conducteurs

À chaque cellule criblée est associée latéralement une **cellule compagne**. Cette cellule peut se différencier en nouvelle cellule criblée.
Le phloème secondaire contient en général **peu de fibres** lignifiées. On y trouve un parenchyme libérien à rôle de réserve et de drainage radial des substances stockées.

L'organisation tridimensionnelle du liber

Le liber est un tissu hétérogène contenant plusieurs types cellulaires différents (figure TP).

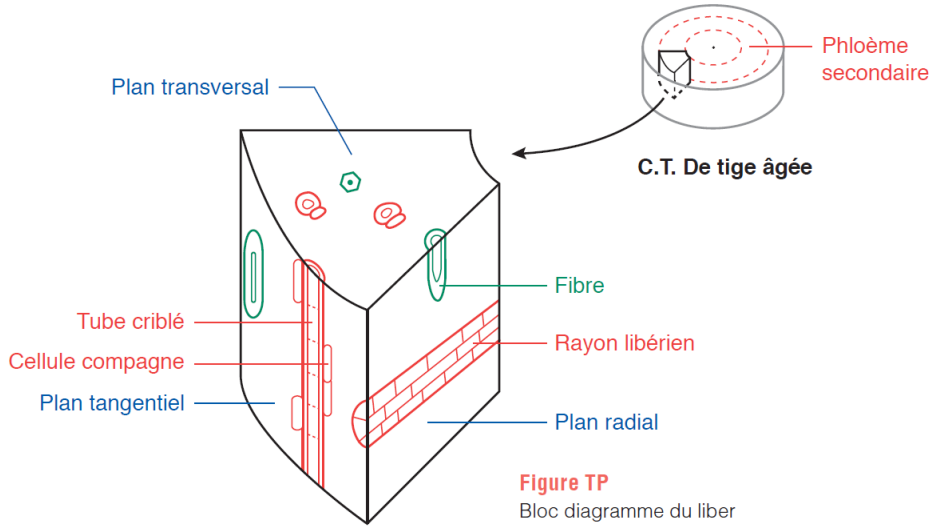
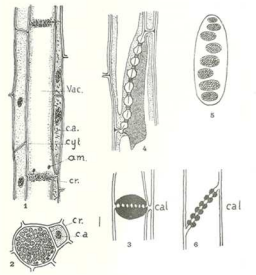


Figure TP
Bloc diagramme du liber

- Ma collègue Hélène CORDIER (LEGTA Théodore Monod, Rennes Le Rheu) propose une excellente **synthèse sous forme de tableau** (tableau II).

TABLEAU II. Les cellules phloémiennes et leurs caractéristiques. Document H. CORDIER (LEGTA Théodore Monod, Rennes Le Rheu). Source des illustrations à préciser.

Nom		Description	Fonction
Tubes criblés		Cellules **vivantes** (mais sans noyau), **allongées**, **en files longitudinales**, parois **bisautées**. Leurs parois sont complètement traversées par de nombreux **pores** interrompant la paroi : les **cribles**, d'où le nom de **cellules criblées**, ces cribles peuvent être regroupés en **plages criblées**. Les cellules criblées ont donc leurs cytoplasmes qui sont **en continuité**. **Paroi assez épaisse**, **cellulosique** (rose). 	**Conduction de la sève élaborée** (interrompue par bouchons de **callose** (cals) sur cribles en hiver)
Eléments accessoires du phloème	**Cellules compagnes**	Cellules **vivantes**, **nucléées**, à cytoplasme dense, allongées le long des tubes criblés. **Paroi mince, cellulosique** (rose)	**Lien métabolique** avec les cellules des tubes criblées
	Parenchyme libérien	Cellules **vivantes** contenant des **amyloplastes**. Regroupement vertical ou horizontal formant des **rayons libériens** dans le liber.	**Réserve**
	Fibres libériennes	Cellules en **dégénérescence**. **Peu abondantes** (contrairement au bois). **Paroi épaisse, lignifiée +/-, lumière étroite**.	**Soutien**

B. Étude des tubes criblés

Comment l'étude microscopique de tubes criblés nous renseigne-t-elle sur leur organisation ?

Activité 4. Étude pratique des tubes criblés

Savoirs à construire	Organisation des tubes criblés

	Capacité ou attitude visée	**Évaluation**
Savoir-faire sollicités	Maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel… ➢ Microscope	
	Analyser, observer et raisonner	

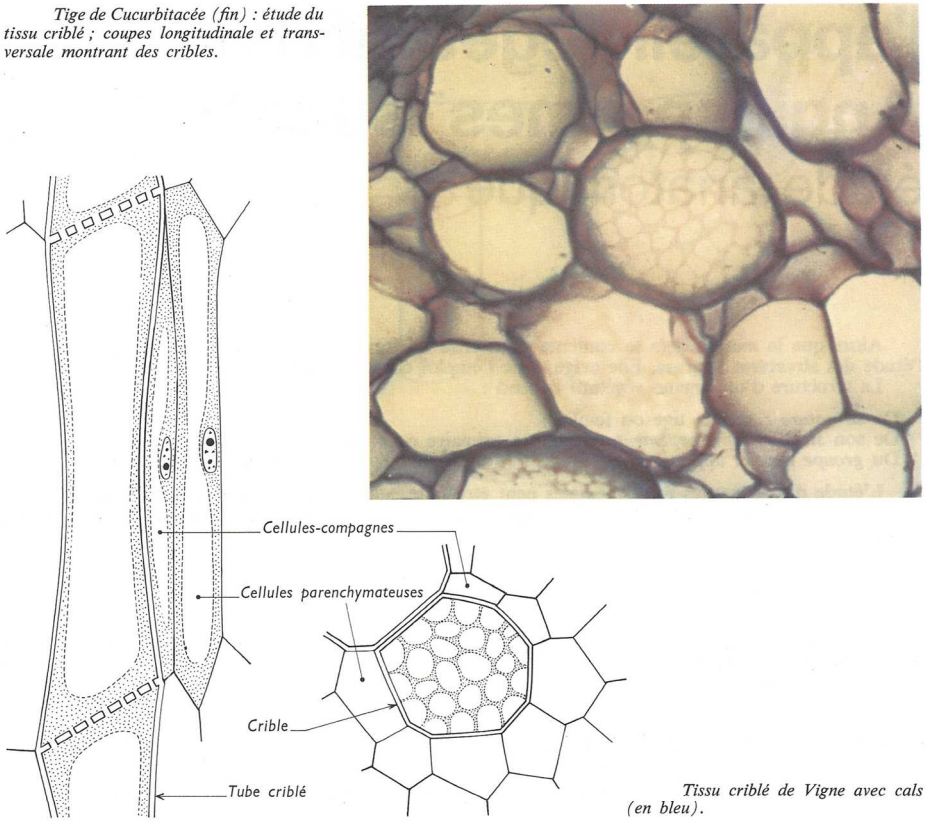
Travail à effectuer

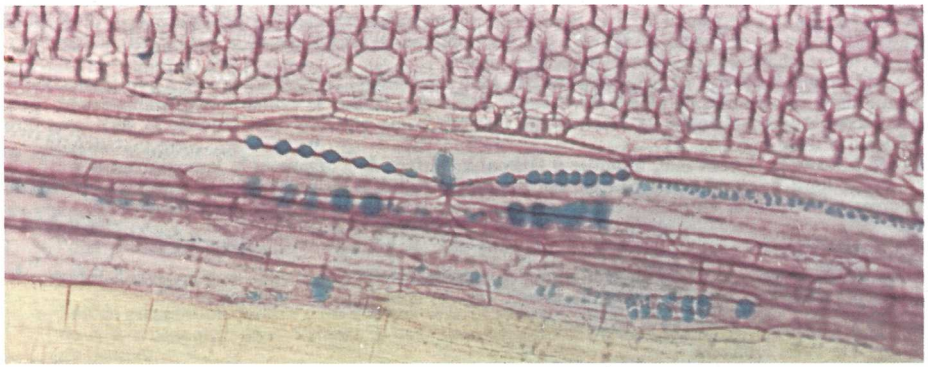
1. Si possible : observation de **coupes longitudinales et transversales** de **tiges** et de **racines** d'**Eudicotylédones**.
2. Si non possible : travail sur **documents** seulement.

Pistes de réflexion et d'exploitation

- ***Complétez*** *les figures 5-6.*

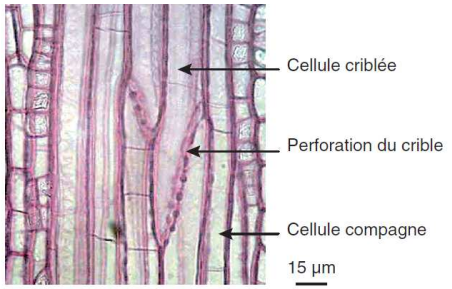
Tige de Cucurbitacée (fin) : étude du tissu criblé ; coupes longitudinale et transversale montrant des cribles.



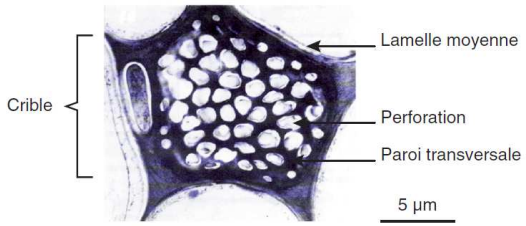


Tissu criblé de Vigne avec cals (en bleu).

FIGURE 5. Phloème en coupe transversale et longitudinale.
D'après VINCENT (1964).



A



B

Observation de cellules criblées

A. Tubes criblés sur coupe longitudinale de tige (coloration carmino-vert). Les cribles placent en continuité les cytoplasmes des deux cellules.
B. Cribles au MET. Les parois latérales du tube criblé sont très légèrement épaissies. La paroi transversale, ici observée de face et percée de nombreux pores, place en continuité les cytoplasmes des deux cellules.

FIGURE 6. Tubes criblés. D'après SEGARRA *et al.* (2015).

IV. La présence de faisceaux cribrovasculaires (FCV) dans les tiges primaires

- Attention, cela ne concerne **pas les racines primaires** où **phloème** et **xylème** sont **alternes**.
- De même, il n'est pas non plus ici question des **organes à structure secondaire**.

Revoir le **TP A3-A4-A5 sur l'organisation végétale** et le **complément 4 sur les tissus végétaux**

- *La vascularisation des feuilles sera vue avec le TP B3 qui leur est consacré.*

Texte et figures extraites de SEGARRA et al. (2015)

La notion de faisceau cribrovasculaire pour les tissus conducteurs primaires

Les organes de l'appareil caulinaire (tiges et feuilles) possèdent une disposition particulière des tissus conducteurs primaires. Ils sont regroupés en plusieurs **faisceaux cribrovasculaires** (FCV). Chaque FCV est constitué de la superposition de :

- un massif de xylème primaire à **différenciation centrifuge dans la tige et ventrodorsale dans la feuille** ;
- un massif de phloème primaire à **différenciation centripète dans la tige et dorsoventrale dans la feuille**.

Le sens de différenciation est défini par l'ordre chronologique de différenciation des cellules des massifs, le point de départ étant toujours le pôle ligneux ou phloémien (figure TP).
Le xylème primaire est parfois **englobant**, c'est-à-dire qu'il fait quasiment le tour du phloème primaire.
Entre les deux tissus conducteurs est coincée une fine lame de cellules rectangulaires à fines parois cellulosiques. C'est le **cambium** qui est à l'origine des tissus conducteurs secondaires chez certaines angiospermes âgées.

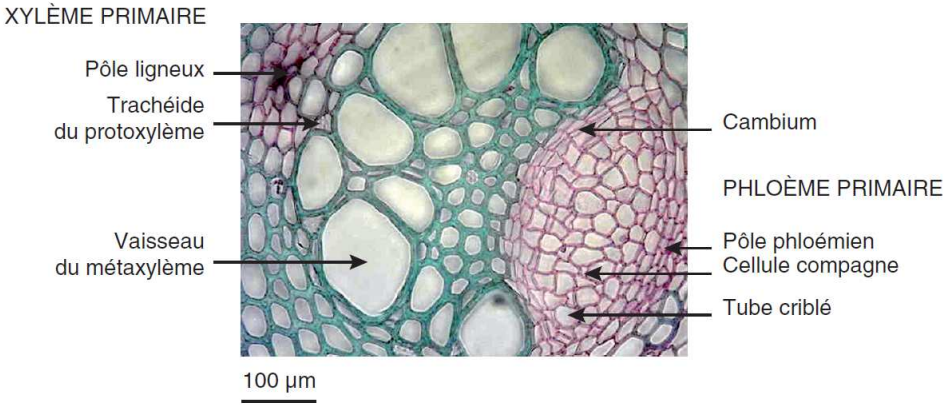


Figure TP
Structure d'un faisceau cribrovasculaire

Le faisceau est observé sur une coupe transversale de tige de clématite colorée au carmino-vert.

V. Complément : rappels sur les tissus secondaires (notamment les tissus conducteurs secondaires)

Textes et figures extraites de SEGARRA et al. (2015).
À compléter par l'étudiant

Il n'y a pas de structure secondaire chez toutes les angiospermes, tout ce qui suit concerne donc uniquement certaines espèces, dont l'appareil végétatif subsiste souvent plusieurs années.

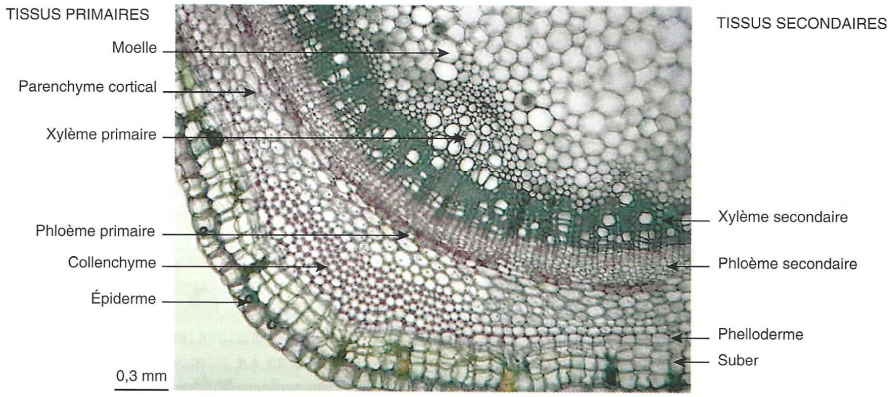


Figure TP 5.4a
Coupe transversale de tige de sureau âgée d'un an

Seule une portion de la coupe colorée au carmino-vert est présentée.

Tissus conducteurs secondaires

Dans la tige âgée, le **cambium intrafasciculaire** (à l'intérieur des FCV et déjà présent dans la structure primaire) et le cambium **interfasciculaire** (entre les FCV) forment un **méristème secondaire** en forme de manchon continu. Il est à l'origine de **nouveaux tissus** qui se développent radialement : le xylème secondaire (ou bois) et le phloème secondaire (ou liber).
Le bois a un rôle de **conduction de la sève brute** mais aussi de **soutien** (grâce aux fibres qu'il contient).
Le liber est spécialisé dans la **conduction de la sève élaborée**. Il participe parfois aussi au soutien, car il peut contenir des îlots fibreux.
Le bois, interne, est beaucoup plus développé que le liber, plus externe. Les deux participent à la **croissance en épaisseur** de la tige, indispensable en milieu aérien lorsque les organes qu'elle porte (rameaux, feuilles et bourgeons) deviennent nombreux et donc lourds.
Ces tissus conducteurs assument rapidement le rôle initialement dévolu aux tissus conducteurs et aux tissus de soutien de la structure primaire.
Les tissus conducteurs secondaires de la racine sont les mêmes que dans la tige, même si leur origine diffère : le fonctionnement du cambium, qui apparaît beaucoup plus profondément, provoque la **chute de toute la région corticale**. Une racine âgée a donc une structure très différente d'une racine jeune, mais peu différente d'une tige âgée.

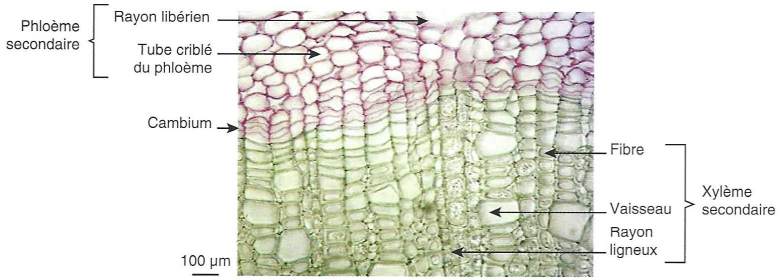


Figure TP5.4b
Tissus conducteurs secondaires d'une tige de sureau

La coupe colorée au carmino-vert est orientée avec la surface de la tige vers le haut.

Tissus protecteurs

Un deuxième méristème secondaire, le **phellogène**, se met en place de façon très superficielle. Il donne :
- vers l'intérieur, un tissu formé en général d'une seule couche de cellules : c'est un parenchyme secondaire sans rôle particulier, appelé **phelloderme**.
- vers l'extérieur, un tissu dont les parois apparaissent normalement brunes (mais parfois jaunes ou verdâtres) donc subérifié : c'est du **suber** ou **liège**.

Dans le cas d'une tige, cette couche protectrice isole l'épiderme et provoque sa chute. Le suber forme l'« écorce » des arbres : d'épaisseur variable, cette couche morte régulièrement renouvelée protège les tissus sous-jacents. Le même tissu est rencontré à la surface des racines âgées.

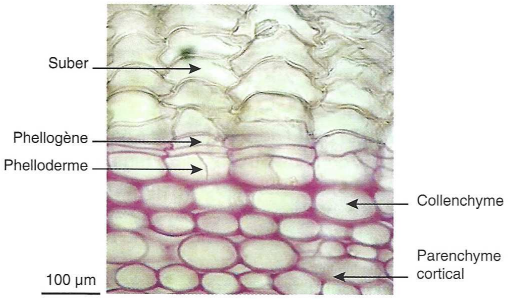


Figure TP5.4c
Tissus protecteurs secondaires d'une tige de sureau

La coupe colorée au carmino-vert est orientée avec la surface de la tige vers le haut.

Cernes et saisonnalité

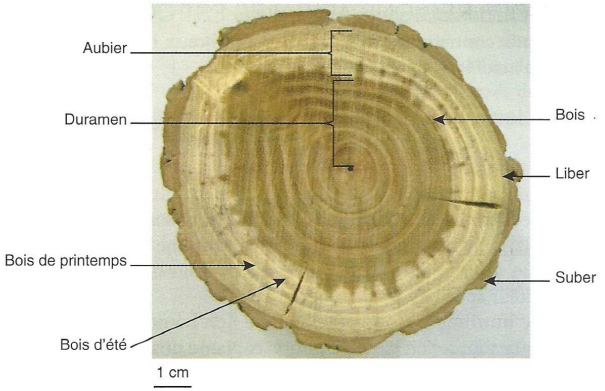


Figure TP5.4d
Coupe transversale de branche de hêtre

Dans une tige ligneuse âgée, le bois est disposé en couches concentriques appelées **cernes**. Chacun de ces cernes correspond à l'épaisseur du bois produit par le cambium pendant une année. On peut donc connaître l'âge d'une tige ligneuse en comptant les cernes. Le bord interne d'un cerne, apparaissant clair à l'œil nu, est du **bois de printemps** contenant de nombreux et larges vaisseaux et peu de fibres. Le bord externe, plus foncé à l'œil nu, est du **bois d'été** et d'automne contenant des vaisseaux moins nombreux et étroits et beaucoup de fibres. L'hiver est marqué par un arrêt de développement.

L'**aubier** est la portion « vivante » du bois, dans laquelle circule la sève brute. Le **duramen** correspond au bois mort.

Les cernes sont en général beaucoup moins nets dans le liber. En effet, les cernes les plus anciens sont écrasés et périodiquement éliminés avec une partie du liège. Globalement, tous les tissus plus externes que le cambium sont susceptibles de tomber, du fait de l'augmentation importante du diamètre du bois.

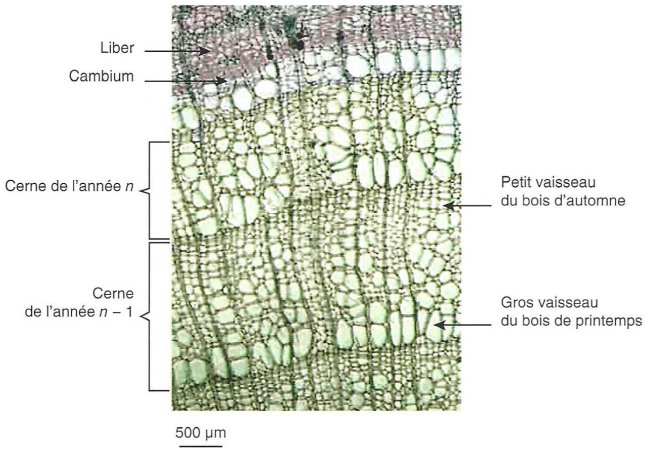


Figure TP5.4e
Coupe transversale de bois de peuplier

Références

ALBERTS, B., A. JOHNSON, J. LEWIS, M. RAFF, K. ROBERTS & P. WALTER (2004). *Biologie moléculaire de la cellule. Quatrième édition.* Traduction de la quatrième édition américaine (2002) par F. LE SUEUR-ALMOSNI. Flammarion, Paris. Première édition américaine 1983 (1986 1e édition française).

BERTHET, J. (2006). *Dictionnaire de Biologie.* De Boeck Université, Bruxelles (Belgique).

BOUTIN, V., J.-F. FOGELGESANG, J.-F. BEAUX & F. RIBOLA (2010). *Atlas de Biologie végétale BCPST 1re et 2e années.* Dunod, Paris.

BOUTIN, V., L. GERAY, Y. KRAUSS & C. VILBERT (2015). *Atlas de biologie BCPST 1re et 2e années.* Dunod, Paris.

BREUIL, M. (2007). *Biologie 1re année BCPST-véto*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

BREUIL, M. (2009). *Biologie 2e année BCPST-véto.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

CAMEFORT, H. (1977). *Morphologie des végétaux vasculaires. Cytologie. Anatomie. Adaptations.* Doin, Paris, 2e édition (1e édition 1962).

CAMEFORT, H. & H. BOUÉ (1980). *Reproduction et biologie des végétaux supérieurs. Brophytes. Ptéridophytes. Spermaphytes.* Doin, Paris.

CAMPBELL, N. A. & J. B. REECE (2004). *Biologie*. De Boeck Université, Bruxelles, 2e édition (1e édition 1995).

[CAMPBELL, N. A.], J. B. REECE, L. A. URY, M. L. CAIN, S. A. WASSERAMN, P. V. MINORSKY, R. B. JACKSON (2012). *Campbell Biologie.* Adaptation française J. FAUCHER & R. LACHAÎNE. Pearson, Paris (4e edition).

CHASSANY, V., M. POTAGE & M. RICOU (2012). *Mini manuel de Biologie végétale.* Dunod, Paris.

CLESSE, B. (2006). *Glossaire botanique illustré*. Entente nationale pour la Protection de la Nature, Bruxelles (B).

DENŒUD, J., T. FERROIR, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2011). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DENŒUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2013). *Biologie-Géologie BCPST-véto 1e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DENŒUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2014). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DUCREUX, G. (2002). *Introduction à la botanique.* Belin, Paris.

GALIANA, D., C. LE ROUX & I. MONCHÂTRE (coord. T.-M. BOTREAU) (2015). *Biologie-Écologie Module M72. Bac technologique STAV. La gestion du vivant et des ressources.* Éducagri, Dijon.

GUIGNARD, J.-L. & F. DUPONT (2004). *Botanique. Systématique moléculaire.* Masson, Issy-les-Moulineaux (92), 13e édition (1e édition 1974).

GODINOT, C., H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2010). *Biologie-Géologie 1re année BCPST-véto*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

KLEIMAN, C. (2001). *La reproduction des Angiospermes.* Belin, Paris.

LABERCHE, J.-C. (2004). *Biologie végétale.* Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 1999).

LAFON, C. (2003). *La biologie autrement. 100 questions de synthèse.* Ellipses, Paris.

LIZEAUX, C., D. BAUDE (dir.), A. ANDRÉ, C. BRUNET, J.-Y. DUPONT, B. FORESTIER, E. FRANÇOIS, Y. JUSSERAND, G. LÉVÊQUE, P. PILLOT, S. RABOUIN & A. VAREILLE (2012). *Sciences de la Vie et de la Terre Terminale S. Enseignement spécifique.* Bordas, Paris.

MEYER, S., C. REEB & R. BOSDEVEIX (2008). *Botanique. Biologie et physiologie végétales.* Maloine, Paris, 2e édition (1e édition 2004).

MORÈRE, J.-L., R. PUJOL (coord.), J.-C. CALLEN, L. CHESNOY, J.-P. DUPONT, A.-M. GIBERT-TANGAPREGASSOM, G. RICOU, N. TOUZET (dir.) et colloborateurs (2003). *Dictionnaire raisonné de Biologie.* Frison-Roche, Paris.

PEYCRU, P. (dir.), J.-F. FOGELGESANG, D. GRANDPERRIN, B. AUGÈRE, J.-C. BAEHR, C. PERRIER, J.-M. DUPIN & C. VAN DER REST (2010*a*). *Biologie tout-en-un BCPST 1re année.* Dunod, Paris, 2e édition (2009), réimpression corrigée (2010) (1e édition 2006).

PEYCRU, P. (dir.), J.-C. BAEHR, F. CARIOU, D. GRANDPERRIN, C. PERRIER, J.-F. FOGELGESANG & J.-M. DUPIN (2010*b*). *Biologie tout-en-un BCPST 2e année.* Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 2007).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER J.-F. FOGELGESANG, & C. VAN DER REST (2013). *Biologie tout-en-un BCPST 1re année.* Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2006).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, J.-F. BEAUX, F. CARIOU, P. CARRÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER, J.-F. FOGELGESANG, S. MAURY, É. QUÉINNEC, E. SALGUEIRO & C. VAN DER REST (2014). *Biologie tout-en-un BCPST 2e année.* Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2007).

RAVEN, P. H., G. B. JOHNSON, J. B. LOSOS, S. S. SINGER (2007*a*). *Biologie*. De Boeck, Bruxelles.

RAVEN, P. H., R. F. EVERT & S. E. EICHHORN (2007*b*). *Biologie végétale*. De Boeck, Bruxelles. Traduction de la 7e édition américaine par J. Bouharmont, révision C. Evrard.

RICHARD, D. (dir.), P. CHEVALET, S. FOURNEL, N. GIRAUD, F. GROS, P. LAURENTI, F. PRADÈRE & T. SOUBAYA (2012). *Biologie. Tout le cours en fiches. Licence. CAPES. Prépas*. Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 2010).

ROBERT, D. & J.-C. ROLAND (1998*a*). *Biologie végétale. Caractéristiques et stratégie évolutive des plantes.* ***1****. Organisation cellulaire.* Doin, Paris, 2e édition (1e édition 1989).

ROBERT, D., C. DUMAS & C. BAJON (1998*b*). *Biologie végétale. Caractéristiques et stratégie évolutive des plantes.* ***3****. La reproduction.* Doin, Paris, 2e édition (1e édition 1994).

ROBERT, D. & A.-M. CATESSON (2000). *Biologie végétale. Caractéristiques et stratégie évolutive des plantes.* ***2****. Organisation végétative.* Doin, Paris, 2e édition (1e édition 1990).

SPERANZA, A. & G. L. CALZONI (2005). *Atlas de la structure des Plantes. Guide de l'anatomie microscopique des Plantes vasculaires en 285 photos.* Belin, Paris.

SEGARRA, J. (dir.), É. CHAUVET, C. COLSON-PROCH, M. HUILLE, M. LABROUSSE, F. LOUET, F. METZ & E. PIÈTRE (2014). *Biologie BCPST 1re année.* Ellipses, Paris.

SEGARRA, J., E. PIÈTRE (dir.), G. BAILLY, O. CHASSAING, D. FAVRE, T. JEAN, F. METZ & C. MEUNIER (2015). *Biologie BCPST 2e année.* Ellipses, Paris.

VINCENT, P. (1964). *Sciences naturelles. Classe de 2eM'*. Vuibert, Paris.

Plan du TP

Objectifs : extraits du programme 1
Introduction 1

I. Préparation simple de tissus conducteurs à partir de Poireau 1

II. Étude du xylème, tissu conducteur de la sève brute 2
A. Quelques rappels théoriques synthétiques 2
B. Diversité des éléments conducteurs du xylème primaire 2
C. Organisation du bois ou xylème secondaire 3

III. Étude du phloème, tissu conducteur de la sève élaborée 4
A. Quelques rappels théoriques synthétiques 4
B. Étude des tubes criblés 4

IV. La présence de faisceaux cribrovasculaires (FCV) dans les tiges primaires 6

V. Complément : rappels sur les tissus secondaires (notamment les tissus conducteurs secondaires) 6

Références 8
Plan du TP 8

© Tanguy JEAN. Les textes et les figures originales sont la propriété de l'auteur. Les figures extraites d'autres sources restent évidemment la propriété des auteurs ou éditeurs originaux.

Document produit en janvier 2016 • Dernière actualisation : février 2017. Contact : Tanguy.Jean4@gmail.com
Je remercie très vivement Hélène CORDIER pour ses tableaux.
Adresse de téléchargement : http://tanguyjean.businesscatalyst.com/

Ces données sont placées sous licence *Creative Commons Attribution – Pas d'Utilisation commerciale 4.0 CC BY NC* qui autorise la reproduction et la diffusion du document, à condition d'en citer explicitement la source et de ne pas en faire d'utilisation commerciale.