



## RONÉOS DFGSP2 2020 - 2021

### UE PL2.6 : BEMN 5-6

Date : 11/09/20

Enseignant : BADOE Alain

Plage horaire : 10h30-12h30

N°ISBN : 978-2-37366-078-4

Ronéistes

VUILLEMIN GOUNÉ Inès - [ines.vlmq@gmail.com](mailto:ines.vlmq@gmail.com)

SAINT-LOUBERT Manon - [manon.stloubert@outlook.fr](mailto:manon.stloubert@outlook.fr)

## Histologie, anatomie et gymnosperme

### Plan du cours :

#### CYTOLOGIE

#### HISTOLOGIE

##### I. Définitions

##### II. Double coloration carmin vert d'iode

##### III. Tissus primaires

- A. Parenchyme
- B. Tissus de protection
- C. Tissus sécréteurs
- D. Tissus de soutien
- E. Tissus conducteurs

##### IV. Tissus secondaires

- A. Origine
- B. Bois
- C. Liber
- D. Liège

#### ANATOMIE VÉGÉTALE

##### I. Écorce

- A. L'écorce primaire
- B. L'écorce secondaire

##### II. Stèle

- A. La stèle primaire
  - 1. Dans la tige I
  - 2. Dans la racine I
- B. La stèle secondaire

## **GYMNOSPERME**

### **I. Anatomie**

- A. Pachyte continu
- B. Appareil sécréteur interne

### **II. Appareil végétatif**

### **III. Appareil reproducteur**

- A. Cycle biologique
- B. Gamétophyte mâle réduit
- C. Gamétophyte femelle: endosperme
- D. Graine

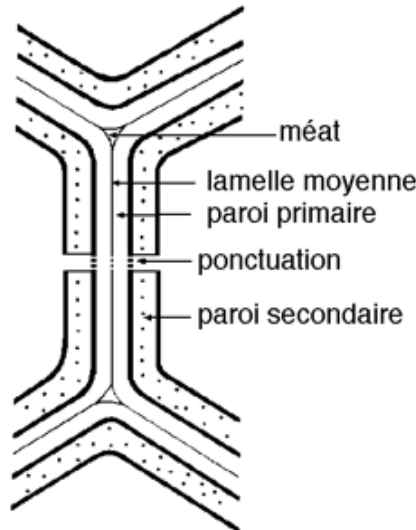
### **IV. Classification**

## **CUPRÉCASSÉS**

## Cytologie

La **cytologie** c'est l'étude des cellules.

La cellule végétale est caractérisée par les **plastides** (chromoplastes, amyloplast, chloroplastes...) et une **paroi squelettique pectocellulosique**.



Cette paroi commence d'abord par une **lamelle moyenne** commune à deux cellules contiguës et de part et d'autre de cette lamelle va se former une **paroi primaire**. Elle est formée par des dépôts pectocellulosiques. La paroi secondaire est elle de part et d'autre de la paroi primaire et elle s'accompagne de la perte de possibilité d'accroissement de la cellule.

Par endroit vous avez des **communications** qui correspondent à des ponctuations et dans celles-ci on a des petits pores appelés **plasmodesmes** et qui tapissent le **plasmalemme** et permettent des passages d'une cellule à l'autre.

Les cellules végétales ne sont pas des cellules séparées les unes des autres mais avec une continuité d'une cellule à l'autre.

La paroi secondaire va pouvoir subir des modifications et former un certain nombre de composés (intéressants pour la pharmacie) il peut y avoir une **lignification**, une **cutinisation**, une **subérification**, une **minéralisation**.... Ces composés vont permettre d'avoir plus ou moins une rigidité et vous allez avoir des transformations avec par exemple la **gélification** qui peut conduire à la formation de **pectines**, **gommes** et **mucilages**. Elle peut parfois permettre à des cellules de se séparer.

# Histologie

## I. Définitions

L'histologie est l'étude des tissus et ces tissus proviennent d'un **méristème**.

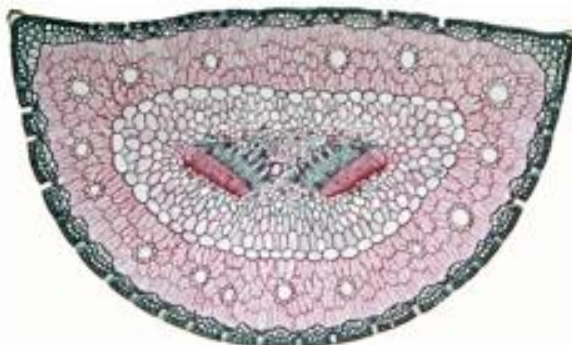
- Un méristème c'est un massif de cellules embryonnaires qui sont jeunes, indifférenciées et qui se multiplient rapidement, ils s'associent pour former des **tissus**.
- Un tissu est un ensemble de cellules ayant même origine, constitution et fonction et qui, de plus, ont perdu le pouvoir de se diviser.

Nous allons étudier les **parenchymes fondamentaux**, les **tissus protecteurs** (protègent les organes et empêchent la transpiration), les **tissus sécréteurs** (rôle de défense), les **tissus de soutien** (assurent la solidité et la rigidité des organes aériens, la protection des parenchymes internes) et enfin les **tissus conducteurs** (assurent le double courant de sève).

## II. Double coloration carmin vert d'iode

On peut utiliser un seul colorant ou les deux successivement ce qui est plus simple pour gérer les temps et avoir une meilleure coloration.

Pour se faire on peut prendre une lame de rasoir (neuve plutôt) pour faire les coupes ou alors on a un **microtome**, ensuite une fois qu'on a obtenu ces coupes on les met dans de l'**eau de javel** qui va supprimer tout contenu cellulaire, tout ce qui n'est pas une paroi pectocellulosique va disparaître (il ne restera que les inclusions minérales et les parois pectocellulosiques) après on fait une double coloration pour obtenir des couleurs différentes (la coloration est juste pratique pour mieux voir notamment pour les étudiants).

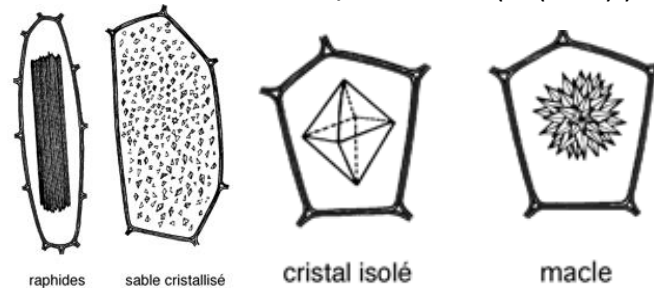


Le **carmin** permet de colorer en rose tout ce qui est **pectocellulosique**, c'est un colorant qui est relativement stable dans le temps (au bout de 100 ans c'est toujours rose).

Le **vert d'iode** lui va colorer en vert tout ce qui est **lignifié** (tout ce qui est à base de **lignine**) et en brun verdâtre tout ce qui est **subérifié** (tout ce qui est à base de **subérine**) et tout ce qui est **cutinisé** (tout ce qui est à base de **cutine**). Le vert d'iode, à moins de le traiter, tient assez mal le temps au bout de 3 à 5 ans il a tendance à pâlir et au bout de 10, 20, 30 ans on ne voit plus très bien le vert (il est surtout utile pour faire de jolies photos).

Tout ce qui est **inclusion minérale** ne sera pas coloré et ce sera un élément de reconnaissance des drogues.

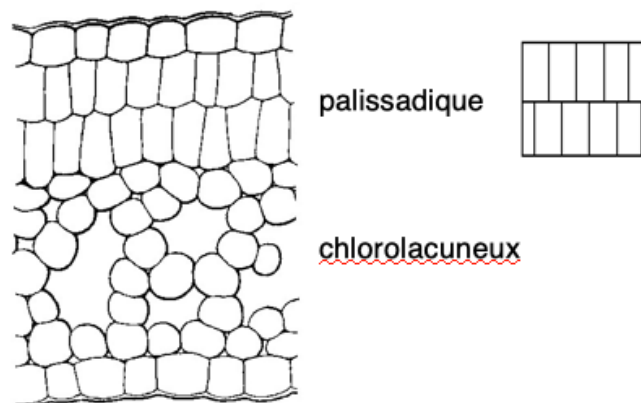
Vous pouvez avoir des **cristaux isolés**, des **macles** (cristaux en oursin ou **macles d'oxalate de calcium**), des **raphides** (dangereuses car s'implantent dans les muqueuses et provoquent des intoxications et inflammations), des **saletés** qui sont en réalité des **sables** mais dont la vacuole s'est cassée et qui se baladent dans toute la cellule et donnent l'impression d'avoir une tâche noire qui est en réalité de l'**oxalate de calcium**, un diacide ( $\text{Ca}(\text{COO})_2$ ).



### III. Tissus Primaires

Les tissus primaires proviennent de **méristèmes primaires** qui sont au niveau apical (soit au sommet des tiges soit à la pointe des racines et quelques autres à la base des feuilles) et ces tissus vont donner des cellules dans tous les sens par conséquent ils vont assurer la croissance des organes en longueur.

#### **A. Parenchyme**



Ils peuvent être colorés en rose ou en vert ils peuvent être donc **lignifiés** ou **pectocellulosiques**. Ils peuvent être **chlorophylliens** ce sont des **chlorenchymes**.

Il existe des parenchymes **palissadiques** et **chloro lacunaires** (qui sont aussi des chlorenchymes).

Le palissadique a une allure de palissade il est représenté par des cellules allongées (il y a rarement plus de 4-5 couches de cellules), et en dessous le chloro lacuneux présente des lacunes qui permettent des échanges gazeux.

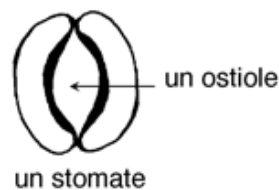
*Tout ceci est visible quand il n'y a pas eu l'action de l'eau de javel*

## **B. Tissus de protection**

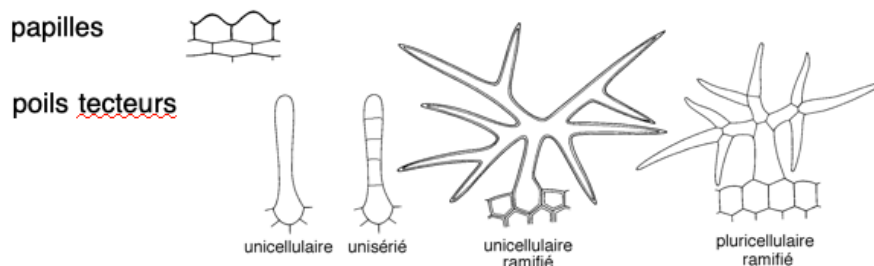
Ce sont des tissus qui recouvrent presque la totalité de la **surface** des végétaux.

L'**épiderme** est un tissu protecteur primaire qui recouvre les parties aériennes des plantes (les feuilles, les tiges, les fleurs) mais **absent des racines**. L'épiderme est constitué habituellement d'une seule assise de cellules par conséquent il est représenté de manière conventionnelle sur les dessins par deux traits. Ce tissu normalement ne se reforme pas et il possède des éléments propres: la cuticule, les stomates, et les poils.

- La **cuticule** (riche en cutine qui est une substance lipidique) est d'épaisseur variable : elle peut être épaisse pour lutter contre le froid, la chaleur, la sécheresse et au contraire sur les plantes submergées elle peut être mince et perméable.
- Les **stomates**, il y en a plusieurs types, les aérifères et les aquifères (nous ne verrons que les aérifères). Ils sont constitués d'une paire de cellules épidermiques qui sont généralement réniformes qui ont une paroi interne qui est épaisse et qui vont permettre des **échanges gazeux** (respiration, formation d'oxygène et transpiration).



- Les **poils** sont des cellules épidermiques qui peuvent présenter extérieurement des saillies qui si elles ne sont pas développées seront appelées **papilles**, elles vont donner le velouté aux pièces florales (pétales de fleurs tout doux) et puis si ces saillies sont plus prononcées on parlera de poils et notamment de **poils tecteurs** qui ont un rôle de protection et qui permettent aussi de réduire l'évaporation. Ces poils sont également des éléments de reconnaissance en pharmacognosie, vous avez des poils qui peuvent être **unicellulaires** (formes variables) et ils peuvent être aussi **pluricellulaires** (avec une rangée de cellules = unisériel puis avec 2 = bi-sériel tri-sériel etc) c'est un élément de reconnaissance.



Le **suber primaire** est constitué de cellules plates, la paroi sera donc recouverte de **subérine** (substance lipidique) et il y aura donc subérification. Elle va rendre la cellule imperméable et cette cellule va finir par **mourir**. Le tissu au final va finir rempli d'air il aura un rôle **isolant et protecteur**. Ce tissu va recouvrir la **racine**. Chez les racines de dicotylédones et de gymnospermes vous avez une assise de cellules et on parle alors d'**exoderme**. Chez les monocotylédones on peut aussi avoir un **exoderme** mais très fréquemment vous avez un **subéroïde** représenté par un zigzag (plusieurs assises de cellules).

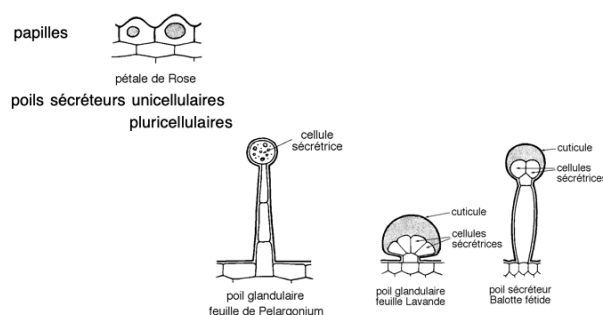


### C. Tissus sécréteurs

Il faut distinguer les **tissus d'origine externe et d'origine interne**, si vous touchez la plante sans la froisser et que vous avez tout de suite une odeur ou quelque chose qui colle c'est un tissu sécréteur externe. Si au contraire vous devez la froisser pour sentir quelque chose ou pour avoir un liquide visqueux c'est que c'est un tissu sécréteur interne.

Pour les appareils sécréteurs externes, comme pour les poils tecteurs, vous avez soit des papilles (saillies peu développées) que l'on retrouve sur les pétales de fleurs de rose, de lilas, de jasmin, de violettes, de muguet et puis vous avez des poils sécréteurs qui peuvent être bien développés. Ces poils sont soit unicellulaires soit pluricellulaires comme précédemment.

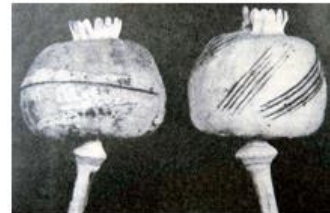
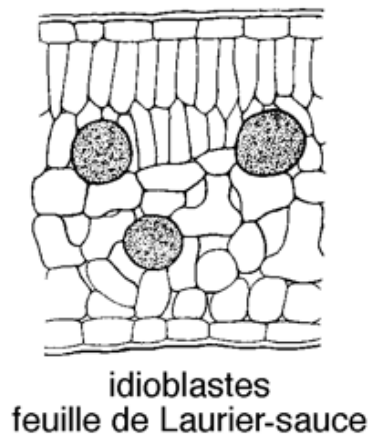
Il y a des poils sécréteurs où la **sécrétion se fait à l'intérieur** des cellules sécrétrices et puis il y a des poils sécréteurs qui sont pluricellulaires où la **sécrétion se fait à l'extérieur** de la cellule sécrétrice, entre la cuticule et les cellules sécrétrices (caractéristique des lamiacées). Par exemple la lavande si vous laissez le bouquet sans froisser le linge il n'y aura pas d'odeur mais dès que vous bougez un peu le linge avec le bouquet certaines cuticules vont se casser et libérer l'odeur.



Pour les appareils sécréteurs internes soit la sécrétion se fait à l'intérieur des cellules soit elle se fait à l'extérieur.

Si elle se fait à l'intérieur il peut y avoir le cas des **idioblastes** (cellules sécrétrices isolées) qui sont généralement des cellules beaucoup plus grandes que les cellules environnantes et il faut des colorations spéciales pour les mettre en évidence. Il peut également y avoir des cellules qui sont des **laticifères**, dans celles-ci il y a du latex qui est déversé dans les vacuoles. Ce **latex** est de composition diverse parfois extrêmement complexe, il peut même y avoir des animaux à l'intérieur. Il est très intéressant pour la pharmacie et on peut l'obtenir par

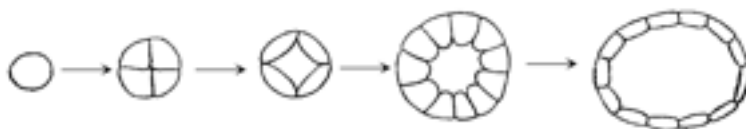
scarification des capsules (pavot somnifères en France) ou alors l'obtention de caoutchouc naturel avec la culture de l'hévéa.



scarification

La sécrétion peut se faire à l'extérieur des cellules à ce moment là on peut avoir plusieurs cas de figure selon la forme générale des tissus sécréteurs, si on a des tissus en forme de poches/cavités on parlera de **poches sécrétrices** (cucurbitacées, mandarine, orange ou vrai pamplemousse). Et puis vous avez des **canaux sécréteurs allongés** quand vous faites une coupe transversale à un moment donné vous verrez les cellules de manière tangentielle alors que les canaux sécréteurs quelque soit la coupe on verra un trou. Ça fonctionne sous un mode qui est dit **schizogène** c'est à dire qu'à partir d'une cellule vous aurez 4 files de cellules puis ensuite il y aura formation vers l'intérieur de l'espace formé vous aurez une sécrétion et puis multiplication et aplatissement des cellules et on obtient un canal sécréteur.

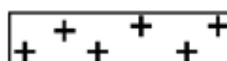
Ces canaux sécréteurs sont caractéristiques d'un certain nombre de familles qui auront des propriétés médicinales liées aux canaux sécréteurs, par exemple les Pinacées, les Apiacées et les Astéracées (plantes très évoluées avec bcp de produits différents).



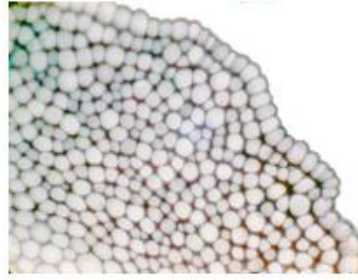
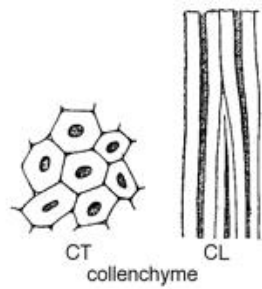
#### D. Tissus de soutien

On verra d'abord le **collenchyme**, ensuite les **fibres cellulodiques** et puis les **sclérenchymes**

- Le collenchyme est représenté de manière conventionnelle par des croix, c'est un tissu qui est formé de cellules vivantes donc toujours coloré en rose avec le carmin mais dont les parois sont épaissies par des renforcements pectocellulosiques. On peut les trouver sous forme de faisceaux.







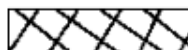
- Les fibres cellulosiques, dont celle du **lin** qui est la plus connue qui va nous donner un tissu d'excellente qualité. Ce sont des cellules vivantes qui peuvent atteindre 15-20 cm de longueur chez certaines espèces. Chez le lin vous avez des cellules qui atteignent environ 3 à 8 cm de longueur et qui sont très utilisées dans l'industrie textile (ces fibres sont colorées en rose mais pas du tout en vert parce que c'est cellulósique).

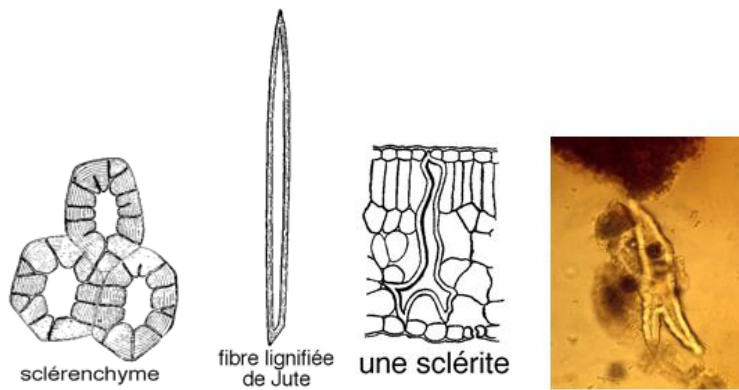


le Lin

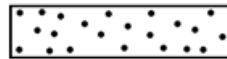


- Les sclérenchymes sont représentés par des croisillons de manière conventionnelle, ce sont des cellules qui présentent un durcissement de la paroi squelettique, soit par des dépôts successifs de **lignine** (le plus fréquent) soit par des **sels minéraux**. On va avoir plusieurs types de tissus. On peut avoir des fibres avec des cellules très allongées qui peuvent être réunies en faisceaux et les dépôts de lignine successifs ont rendus la cellule complètement morte à la fin. C'est un tissu indéformable qui est très dur et qui sera un élément intéressant pour la reconnaissance des drogues sous forme de poudre. Si c'est allongé ce sont des **fibres sclérifiées** (par exemple fibre lignifiée de jute fait 4-25cm de long et 2cm et 0,2um de largeur). La qualité des fibres dépend de la quantité de lignine, plus c'est lignifié plus les fibres seront rêches plus c'est cellulósique plus vous aurez des tissus de qualité mais ça dépend aussi de la longueur, plus c'est long plus on pourra avoir des fibres solides. On préfère que ça soit long et pas trop lignifié. Les cellules scléreuses sont des cellules **sclérifiées** et **isodiamétriques** plus ou moins, légèrement allongées. Elles sont soit **isolées**, on en mange sous forme de poire soit regroupées en tissu dans les noyaux par exemple. Et enfin nous avons un cas particulier qui sont les **sclérites** (féminin), elles permettent de mettre en évidence immédiatement les drogues par leur forme difforme. Ce sont des cellules qui sont très grandes elles peuvent faire quasiment toute la largeur ce qui les rend très remarquable. Malheureusement il n'y en a pas chez un grand nombre de familles

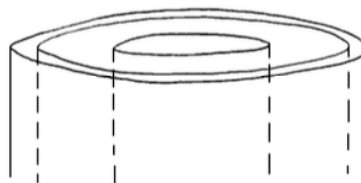
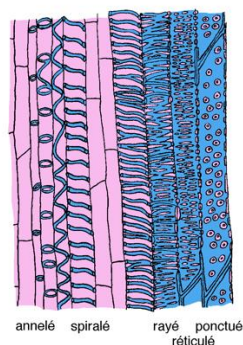




### E. Tissus conducteurs



- On va commencer par le **phloème primaire** que l'on va représenter de manière conventionnelle par des petits points. Pour rappel il y a un **double courant de sève** et le phloème va permettre la circulation de la sève élaborée. Cette sève est très riche en **saccharose** qui est un sucre extrêmement énergétique. Une partie de cette énergie va être utilisée pour faire le passage de la sève. Dans le phloème on va avoir des **tubes criblés** qui sont des éléments conducteurs, constitués de cellules vivantes, allongées, disposées bout à bout mais dont les parois sont perforées de ponctuations qui sont appelés des cribles. La circulation se fait par osmose.
- Le **xylème** peut être primaire et il assure la circulation ascendante de la sève brute, c'est une solution minérale absorbée par les racines vers les feuilles, les fleurs et toutes les autres parties. On le représente de manière conventionnelle par un triangle et pour le distinguer du xylème secondaire on mettra du noir dans les triangles. La **sève brute** est constituée d'eau et de sels minéraux et vous avez différents types de vaisseaux. Vous avez des vaisseaux qui sont dit **imparfaits**, ils sont fermés et présentent des cloisons transversales entre les cellules qui persistent et la sève va les traverser par osmose. Il y a différents types de vaisseaux imparfaits ce sont les **trachéides** qui sont normalement extensibles et vous aurez des anneaux, des spires, des anneaux plus des spires, des anneaux spiralés etc. Puis il y a des **vaisseaux parfaits**, dit ouverts parce que la paroi transversale s'est résorbée et vous avez une circulation libre de la sève. La lignification va se poursuivre on aura des parois inextensibles. Dans ces vaisseaux parfaits comme il y a une jonction entre toutes les cellules elles deviennent mortes.



## IV. Tissus secondaires

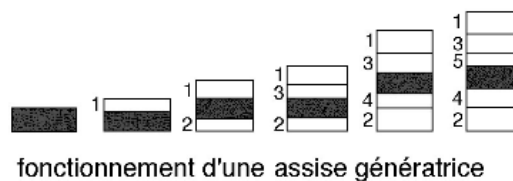
### A. Origine

Les tissus secondaires proviennent de **méristèmes secondaires** (II), comme leur nom l'indique, ces tissus secondaires se forment secondairement au sein de tissu primaire, ils sont déjà différenciés et se forment sur toute la longueur de l'axe de la plante sous forme de 2 manchons concentriques que l'on appelle des **assises génératrices**.

Imaginez ça sur une tige de racine on a **2 méristèmes II**, **2 assises génératrices**, **2 manchons** (un vers l'intérieur et un vers l'extérieur).

Les divisions cellulaires vont se faire dans une seule direction et vont donner naissance à des **files radiales régulières**. Donc pour savoir si on a affaire à des tissus secondaires, il suffit de regarder les cellules, si les cellules sont en files c'est que l'on a du tissu secondaires (un tissu secondaire parmi les tissus primaires, la coupe est secondaire).

Comment ça se passe ?

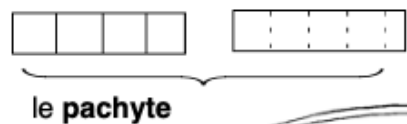


Imaginons que mon méristème ce soit cette cellule ici, on peut avoir plusieurs couches génératrices que ce soit la partie noire, il peut se former d'un côté ou de l'autre (souvent plus d'un côté que de l'autre) des cellules. Elles se forment pour former au final une ligne, **une rangée de cellules**. Vous sentez tout de suite que la cellule qui était au départ, du fait qu'elle se divise et bien ça va se déplacer par rapport au centre de la tige de la racine. On sent tout de suite que ces méristèmes secondaires vont permettre un **accroissement en épaisseur**.

Ces méristèmes secondaires se rencontrent chez les **Conifères** et chez les **plantes Dicotylédones**. Généralement ils sont **absents** ou très **peu représentés** chez **Monocotylédones** (c'est un élément de distinction).

*RETENIR, POUR LA 2ÈME SÉANCE DE TP OÙ L'ON VA ABORDER L'ANATOMIE DE MANIÈRE PRÉCISE, LES TERMES ET DE LES APPRENDRE JUSQU'À LA FIN DE VOS ÉTUDES NOTAMMENT POUR CEUX QUI S'ORIENTENT VERS L'INDUSTRIE PHARMACEUTIQUE OÙ CES TERMES SONT ABSOLUMENT NÉCESSAIRES POUR LA RECONNAISSANCE DE DROGUE EN LABORATOIRE DE CONTRÔLE.*

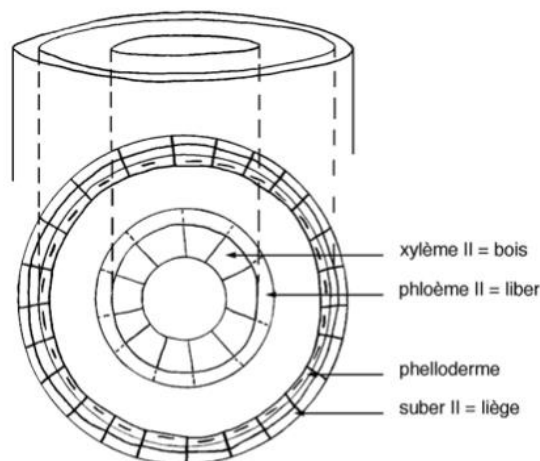
La première assise qui se forme c'est la plus interne que l'on appelle **le cambium**, ce cambium s'appelle également **assise libéro ligneuse** et elle va former vers l'intérieur du **xylème secondaire ou bois** que l'on va représenter de manière conventionnelle par de traits. Elle forme abondamment du bois. Puis elle va former de manière beaucoup moins importante vers l'extérieur du **phloème secondaire** que l'on appelle encore le **liber**. Ce liber on le représentera par des petits points ou des petits tirets. L'ensemble liber plus bois constitue ce que l'on appelle un **pachyte** (= épais).



L'assise la plus externe, c'est-à-dire le **phellogène** se forme secondairement généralement en deuxième on l'appelle encore **assise subéro phellodermique**. Elle va donner intérieurement du **phelloderme** en très petite quantité, parfois une seule couche. C'est un tissu qui est vivant, on le colore en rose, et on va le représenter de manière conventionnelle par de petits tirets à l'intérieur de rectangles. Et puis vers l'extérieur on retrouve de manière abondante du **suber secondaire** que l'on appelle également **liège**, c'est le liège des bouchons qui rapidement mort et que l'on va représenter par des rectangles. L'ensemble phelloderme + suber secondaire ou liège constitue le **périderme**.



Tous ces termes doivent être connus avant de commencer la deuxième séance de TP (vérification).



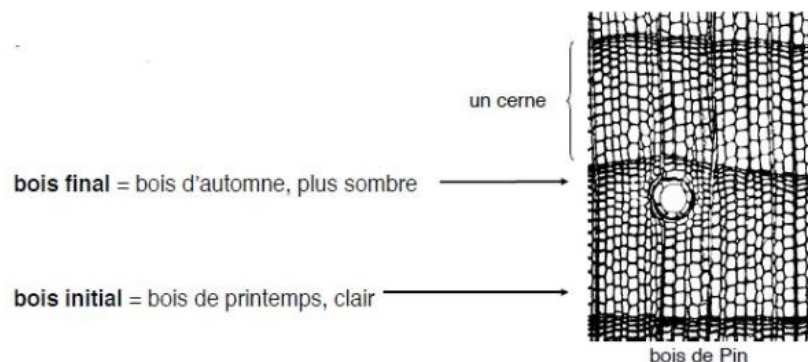
Voici ici représenté les tissus des deux méristèmes. En coupe transversale, vous avez d'abord le cambium (assise libéro ligneuse) qui se forme et qui forme vers l'intérieur de manière abondante du bois et vers l'extérieur de manière beaucoup moins importante du liber (phloème secondaire). Vous noterez que les rayons diminuent et sont représentés par des traits (on ne les marque pas) et se poursuivent par les rayons libéraux.

Puis on a la deuxième assise génératrice qui est l'assise subéro phellodermique ou phellogène qui forme vers l'intérieur très très peu de phelloderme (tissus vivant) et beaucoup de suber II (liège) vers l'extérieur.

## **B. Bois**

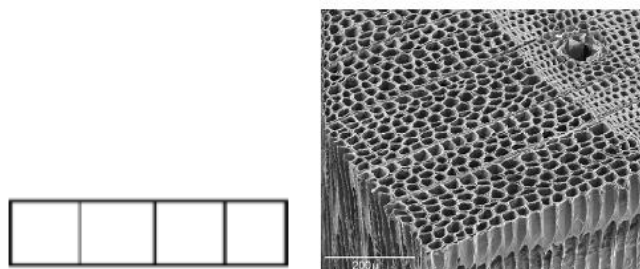
Le bois est un **tissu conducteur** et de **soutien** et si on regarde en section transversale d'un tronc, on voit qu'il y a des **anneaux concentriques** que l'on appelle des **cernes** (UN cerne). Tout ceci est dû au fonctionnement intermittent du cambium. Donc dans nos régions on a 4 saisons (hiver, printemps, été, automne). En hiver le fonctionnement des cernes s'arrête on aura une partie qui sera plutôt de printemps et une partie qui sera d'automne. Dans les régions tropicales, on peut avoir une saison sèche et une saison humide.

Dans le bois on va distinguer un **bois initial** (un **bois de printemps**) et un **bois d'automne** qui est beaucoup plus sombre. Le bois de printemps est plus clair car il y a tout simplement plus de sève donc forcément les cellules sont plus grandes, les vaisseaux sont plus grands alors que quand vous êtes en automne, il y a moins de sève, les vaisseaux sont beaucoup plus petits et ça apparaît plus sombre et puis vous avez un arrêt complet.



On va distinguer maintenant deux types de bois :

- Le **bois homoxylé** : c'est un bois relativement simple que l'on va rencontrer chez la plupart des gymnospermes et qui est constitué uniquement de **trachéides** et de **parenchyme II**. Voilà en microscopie électronique à balayage une allure du bois homoxylé, vous voyez que vous avez des cellules qui sont **polyédriques** caractéristiques des gymnospermes, des canaux excréteurs vous avez une différence entre le bois d'automne et le bois de printemps qui est relativement faible. On va représenter de manière conventionnelle ce bois homoxylé par des traits. On le rencontre habituellement chez la plupart des **gymnospermes**. Il existe des exceptions chez les gymnospermes les plus évolués et on en rencontre chez pas mal de **plantes dicotylédones** archaïques par exemple chez les **Magnoliidées**.



- Le **bois hétéroxylé**: ce bois est beaucoup plus complexe, on a non seulement des **trachéides et du parenchyme II** mais en plus des **trachées** (des faisceaux parfaits) et des **fibres**. Il y a une différence de taille entre le bois d'automne et le bois de printemps, on voit très nettement au bois de printemps des très grosses trachées et au bois d'automne les vaisseaux sont plus petits.

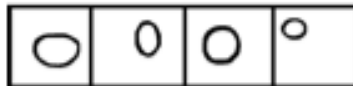
C'est assez facile dans la plupart des cas de reconnaître un bois hétéroxylé d'un bois homoxylé. En regardant la coupe à première vue, après on peut vérifier si il y a des cellules qui sont polyédriques (c'est un exercice que vous ferez en deuxième séance de TP).



Le bois hétéroxylé on va le représenter avec des traits et on va dessiner les plus grosses trachées.

Notez que pour tous les tissus qui sont secondaires au niveau de leurs représentations conventionnelle, je met toujours des traits pour montrer que ce sont des files de cellules.

Ces bois hétéroxylés on peut les retrouver chez les gymnospermes les plus évolués notamment chez les **Gnétales**, et chez la plupart des plantes.

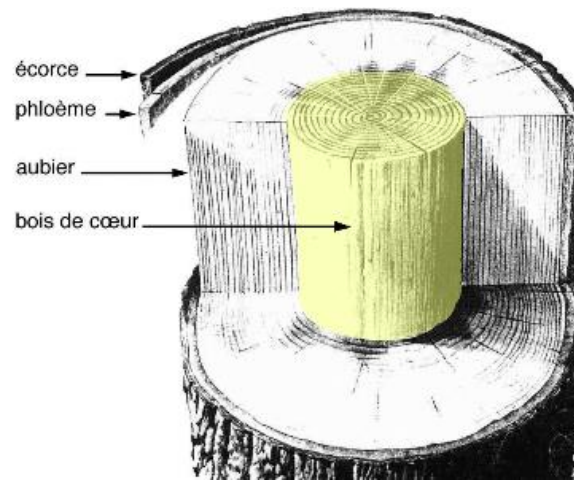


Autres termes se rapportant au bois ça va être les termes d'**aubier** et de **bois de coeur**. Chez certaines espèces les cernes les plus internes ne conduisent plus la sève et se transforment en bois de coeur. Le bois de coeur est un **tissu de soutien** qui est dur et de bonne valeur industrielle. Chez d'autres espèces, à ce moment là, l'aubier correspondra aux derniers cernes qui conduisent la sève.

Alors il y a même des cernes qui conduisent la sève ça peut être un cerne chez certaines espèces ou plusieurs chez d'autres espèces ou au contraire un très grand nombre de cernes chez les gymnospermes c'est souvent plusieurs cernes.

Ce bois est généralement plus tendre, plus clair, plus poreux et là je vous ai dessiné en jaune l'aubier (derniers cernes qui conduisent la sève), le bois de coeur, lui, il est plus au centre il est constitué de cellules qui sont complètement mortes et généralement elles sont imprégnées par exemple de **résine** chez les gymnospermes, de **sel d'acide organique** ou encore de **tanins** chez les chênes.





### C. Liber

La formation de cernes secondaires est beaucoup moins importantes que celle de xylème, comme on l'a vu tout à l'heure, mais vous avez quand même des **cernes annuelles**. Donc vous avez une couche annuelle qui se réduit à un feuillet de quelques dizaines de millimètres d'épaisseur. Tout ceci évoque les feuilles d'un livre d'où le nom de liber (liber veut dire livre en latin).

### D. Liège

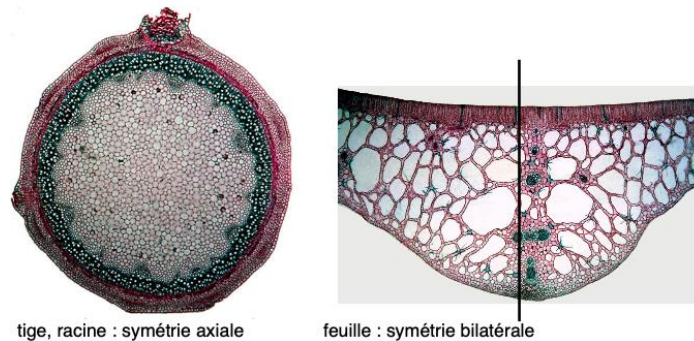


Le liège est un **tissus de protection** et le liège du commerce est tiré d'un arbre qui s'appelle le chêne-liège (*Quercus suber*) alors pour le chêne-liège on n'utilise pas le premier liège qui est formé donc à partir du premier chêne-liège on utilise le liège d'arbres qui sont plus âgés et qui sont de bonnes qualités.

## ANATOMIE VÉGÉTALE

C'est une partie beaucoup plus intéressante et qui va permettre des reconnaissances de plantes.

**L'anatomie c'est l'étude de la structure et le forme interne des organes** par exemple **la tige et les racines ont une symétrie axiale** alors que **les feuilles ont généralement une symétrie bilatérale**.



Voici des coupes anatomiques, vous en observerez en deuxième séance de TP et généralement quand arrive un échantillon on fait une coupe et on regarde si les caractéristiques correspondent à la plante.

On va distinguer en anatomie d'une part la partie qui est extérieure et d'autre part la partie qui est inférieure où à eu lieu les échanges de sève, là où se trouve les cordons conducteurs de sève. On parlera pour l'externe **d'écorce** et pour l'intérieur de **cylindre central** ou **stèle**.

### I. L'écorce

#### A. L'écorce primaire

On est ici dans le tissu primaire, pour commencer, et l'écorce primaire est protégée par un **épiderme** chez les tiges, avec une **cuticule** éventuelle chez la tige aérienne qui peut être plus ou moins épaisse.

Chez les jeunes racines on aura un **rhizoderme** et un **suber I**. Sur les racines un peu plus adulte, le rhizoderme a disparu au profit du suber I.

En dessous de cet épiderme ou de ce rhizoderme ou de ce suber on va retrouver un **parenchyme cortical**, donc c'est le parenchyme de l'écorce tout simplement. Puis vers l'intérieur on aura un **endoderme**. L'endoderme se retrouve notamment chez les racines ou les tiges souterraines. Il est généralement constitué d'une seule assise de cellules qui présentent généralement des épaissements sauf au niveau des **cellules de passage** que l'on appelle des **cellules de transfusion**.



## B. L'écorce secondaire

On la rencontre chez les gymnospermes et chez les plantes dicotylédones. Chez les **herbacées il n'a pas de périderme**. Chez les plantes herbacées adultes et les plantes ligneuses le phellogène apparaît généralement sous l'épiderme.

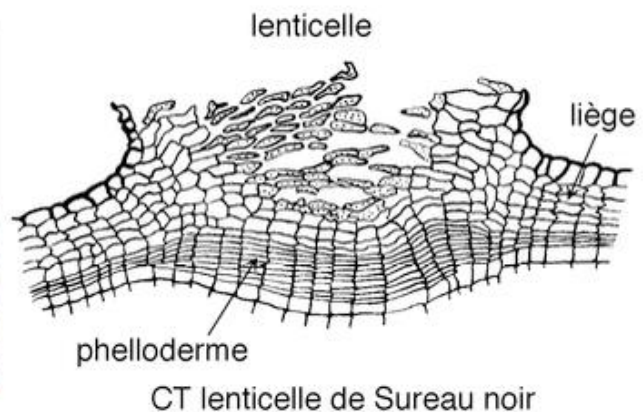
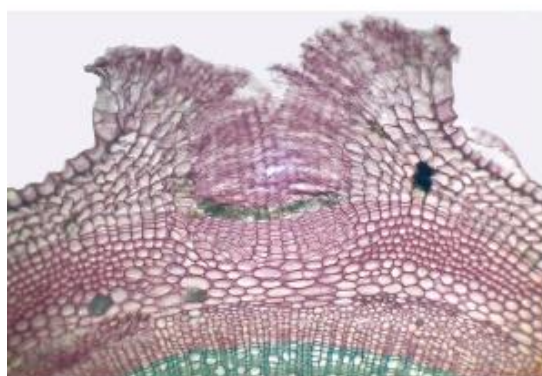
Isolés de la sève, les tissus extérieurs au suber vont donc mourir. Ces parties constituent ce que l'on appelle le **rhytidome** (ce sont les parties qui sont extérieures au phellogène et qui finissent par mourir). Le rhytidome c'est appelé improprement l'écorce des arbres soit la partie morte du périderme, le rhytidome peut être de différents types, il peut être écailleux, il peut être sous forme persistant, il peut être annulaire. Par exemple il est persistant chez les chênes, il est sous forme d'écailles chez le platane et de couleurs différentes.



Généralement ces écorces sont un élément de reconnaissance et c'est très utilisé chez les arbres notamment en milieu tropical. En milieu tropical vous arrivez difficilement à la canopée c'est très haut donc vous avez beaucoup d'éléments avec les feuilles qui tombent sur le sol mais aussi sur les caractéristiques des troncs.

*Nous verrons les subtilités du terme écorce car il y a plusieurs sens à écorce en TP.*

Au niveau des échanges gazeux on peut avoir des **lenticelles** on peut avoir des échanges gazeux avec l'extérieur. Elles vont avoir le rôle des stomates de la structure primaire pour les parties aériennes.



Il existe plusieurs types de lenticelles, vous avez le **phellogène** qui devient plus épais, vous avez le **phelloderme** avec une seule assise de cellules et puis le **suber** qui est constitué de cellules mortes et qui normalement empêche le passage. Enfin il y a des cellules qui sont

distinctes et qui permettent l'arrivée d'air, il y a des échanges gazeux. Vous avez des lenticelles au niveau des racines et sur les plantes aquatiques.

## II. Stèle

### A. La stèle primaire

Après avoir vu la partie extérieure donc l'écorce I et II voyons maintenant le **cylindre central ou stèle** c'est-à-dire **l'ensemble des cordons conducteurs de sève** d'un organe cylindrique.

Vous avez à l'intérieur de la stèle I des **faisceaux de xylème et de phloème I**, la stèle peut être délimitée extérieurement par un **péricycle** et puis dans la tige primaire vous avez des **tissus de conduction** qui sont constitués d'une association de xylème et de phloème. On parle de **faisceaux cribro vasculaires**. On dit qu'on a affaire à un **phloème centripète et un xylème centrifuge**. Alors quand vous regardez la forme des tissus on a comme un triangle, ce serait le centre de la coupe (le centre de la tige) et on sent que les deux côtés du triangle vont vers l'extérieur c'est pour ça que c'est centrifuge, ça correspond aussi à la différenciation des cellules; vous avez d'abord un **protoxylème** et un **métaxylème** vers le haut. Le protoxylème est constitué de petites cellules et le métaxylème peut contenir par exemple des trachées.

#### 1. Dans tige I

On a trois structures possibles de faisceaux cribro vasculaires dans la tige I:

- soit des **faisceaux cribro vasculaire en V** on parle parfois de **faisceaux cribro vasculaires à lunette** si vous avez des grosses trachées au bout comme une paire de lunette on parle de faisceaux en V ou à lunette. Ce type de faisceaux est caractéristique des **Monocotylédones**.

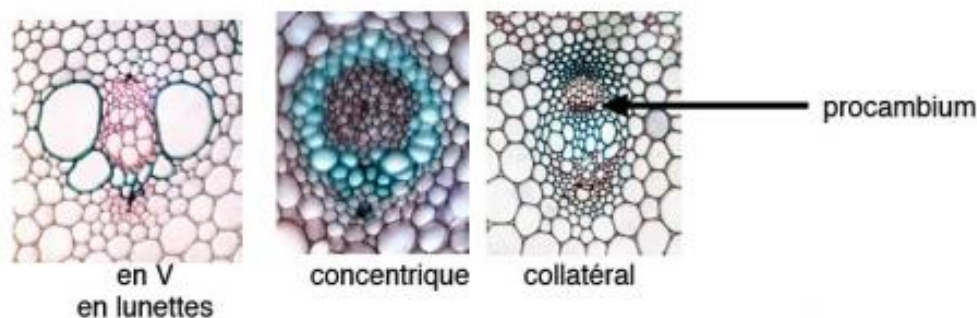
- Vous avez ensuite les **faisceaux de type concentriques** qui sont un peu plus rares, donc vous avez le départ du **protoxylème**, on le sent parce qu'en dessous vous avez des petites cellules roses qui correspondent à du **parenchyme vasculaire**, que l'on verra en TP. Ça permet d'orienter le départ du protoxylème, des petites cellules et des plus grosses cellules vers le haut et ça entoure complètement le phloème, c'est toujours centrifuge.

- Enfin les **faisceaux de type collatéral** que l'on rencontre plutôt chez les **plantes Dicotylédones** qui présentent du protoxylème, du xylème au niveau de la trachée et le métaxylème est en correspondance avec le phloème. Pour le phloème vous avez d'abord des petits vaisseaux des petits cotulés et des gros cotulés. C'est beaucoup plus arrondi donc on voit moins le triangle. Donc la différenciation se fait des petites cellules vers les grosses, plus ou moins en triangle. Vous avez le métaxylème et le métaphloème qui sont en coupe. De manière pratique voilà ce que cela donne, le xylème est coloré en vert le phloème lui il est coloré en rose.

Sur la première photo vous avez du **métaxylème** et des **grosses trachées** et vous avez du **protoxylème** et on voit le **parenchyme vasculaire**.

Dans la deuxième photo, il y a du parenchyme vasculaire avec du **protoxylème** qui entoure complètement le faisceau donc le **phloème centripète**, c'est une structure peu courante.

Et enfin vous avez le faisceau de type collatéral qui se rencontre chez les plantes Dicotylédones. Chez les plantes Dicotylédones vous avez très fréquemment un **procambium**, c'est un **cambium intrafasciculaire** non fonctionnel ce sont des petites cellules sous forme de ligne et le cambium n'est pas encore fonctionnel donc il n'y a pas encore formation de tissus II. Alors il arrive que chez certaines plantes on n'ait pas de procambium, c'est du tissu collatéral sans procambium.



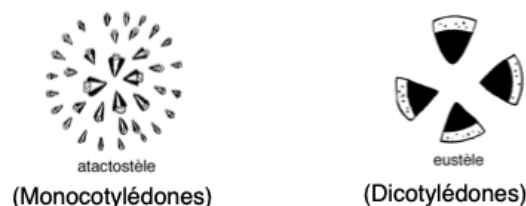
On distingue un grand nombre de stèles:

On va distinguer les stèles chez les plantes Monocotylédones et chez les plantes Dicotylédones.

- Chez les Monocotylédones, vous avez ce que l'on appelle une **atactostèle** c'est-à-dire vous avez des faisceaux cribro vasculaires sous plusieurs cercles et plus vous allez vers le centre plus les faisceaux cribro vasculaires sont grands. En fait les petits faisceaux cribro vasculaires vont plonger et s'agrandir dans le centre et vont repartir dans les feuilles.

- Chez les plantes Dicotylédones, vous avez au contraire ce que l'on appelle une **eustèle** c'est-à-dire une seule rangée de faisceaux cribro vasculaires (il peut y en avoir 4, 5, 6, 10, 20 c'est variable mais simplement sur une seule rangée), nous verrons qu'il y en a de différentes tailles.

Au centre vous avez la **moelle**, relativement envahie chez les Monocotylédones alors que chez les Dicotylédones elle est beaucoup plus neutre.



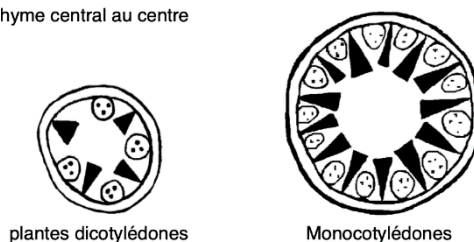
## 2. Dans la racine I

Que se passe t-il maintenant dans la racine?

Dans la racine I on a une alternance de **faisceaux de xylème et de phloème**. On a des faisceaux de xylème et de phloème qui sont **centripètes** et en alternance (les faisceaux de phloème sont toujours centripètes ça ne change pas mais cette fois-ci les faisceaux de xylème sont centripètes) donc la pointe est vers l'extérieur et la partie élargie vers l'intérieur, et ils sont en alternance donc on met un de chaque type.

Une différence marquante entre les Dicotylédones et les Monocotylédones: chez les plantes Dicotylédones vous avez un nombre relativement faible (généralement moins de 7 et souvent 4) tandis que chez les plantes Monocotylédones, vous en avez plus que 7, comme il y en a plus la stèle est généralement plus grande.

ichyme central au centre



plantes dicotylédones

Monocotylédones

Au centre, on ne parle pas de moelle mais de **parenchyme central**. En fait le fonctionnement de la cellule n'est pas exactement le même entre la tige et l'apex des racines, **on ne peut pas parler de moelle pour la partie racinaire**.

## B. La stèle secondaire

Pour la tige II nous avons 3 possibilités:

- Soit à gauche le **cambium est discontinu** et le **pachyte** (c'est-dire l'ensemble xylème II (bois) plus phloème secondaire (liber)) est **discontinu**. A ce moment là on a affaire à **une tige qui est jeune** et l'ensemble ne s'appelle plus du tout un faisceau cribro vasculaire puisque vous avez une voie qui donne un liber et un faisceau libéro ligneux.

- Deuxième possibilité au centre vous avez un **cambium qui est continu** mais vous avez des **faisceaux libéro ligneux et un pachyte qui est discontinu**. Ce cas correspond aux **tiges herbacées adultes**. Notez qu'au niveau interfasciculaire donc entre 2 faisceaux libéro ligneux, vous avez fonctionnement du cambium qui va donner du parenchyme secondaire généralement lignifié à l'intérieur et cellulosique vers l'extérieur (ce n'est pas toujours le cas). A noter qu'il n'y a **jamais de cernes dans le parenchyme II, il n'y en a uniquement dans le bois et le liber**.

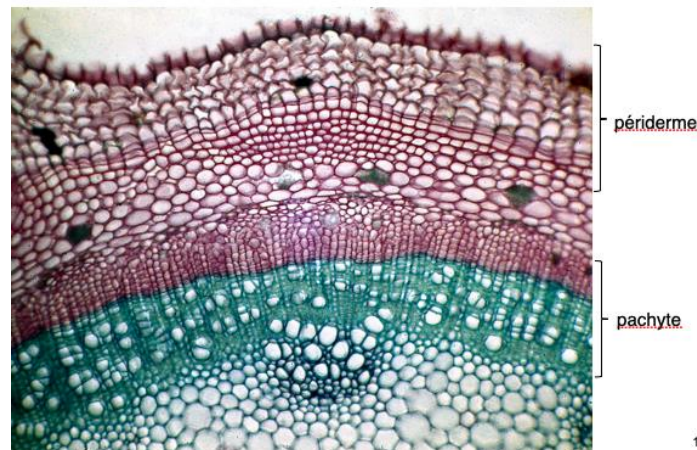
- Troisième possibilité vous avez un **pachyte qui est continu** et un **cambium qui est continu**. C'est le cas classique des **tiges arborescentes adultes** (tronc d'arbre coupé).

Dans les trois cas de figure vous avez la moelle qui est présente alors que chez les racines, le parenchyme central sera réduit, on ne verra rien du tout, c'est la distinction entre les racines et les tiges.

Notez aussi que vous avez du **xylème I centrifuge** bien net sur le pourtour de la moelle et que vous avez en face du **phloème I qui est complètement écrasé** dans les tiges adultes arborescentes.

Chez les **racines**, le **xylème** ne sera pas centrifuge mais **centripète**.

Dans les tiges adultes ou encore dans les racines secondaires avec un pachyte continu le phloème est complètement écrasé, on voit plus grand chose, on peut retrouver des fibres pour protéger le phloème.



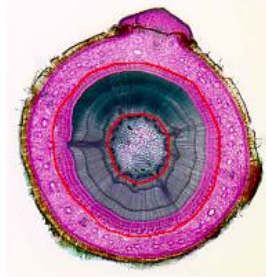
En haut c'est **l'assise génératrice la plus externe le phellogène** qui va former les tissus et en dessous c'est le fonctionnement du cambium donc nous avons bien le **périderme en haut et le pachyte en bas**. On peut voir un **suber II** très abondant, des files de cellules qui sont roses et aplaties qui correspondent à du phellogène. Elles vont devenir plus importantes en nombre, et puis en dessous on voit un phelloderme qui est très très peu important, on a une seule assise. Ensuite il y a le parenchyme vertical et puis de nouveau un pachyte. Des cellules qui sont aplaties correspondent en rose au cambium et on va avoir généralement 2, 3 assises, vers l'extérieur. En petite quantité du phloème II (liber) et vers l'intérieur du xylème II. Il y a un **vestige centrifuge de la moelle** et puis en face vous sentez qu'il y a des **fibres cycliques** qui sont aplaties et le reste de phloème I qui sont complètement écrasés.



# GYMNOSPERME

## I Anatomie

### A. Pachyte continu



Chez les gymnospermes vous avez des plantes qui sont très rapidement ligneuses, ce que l'on voit dans la nature et ce que vous aurez ce sera toujours de la structure II.

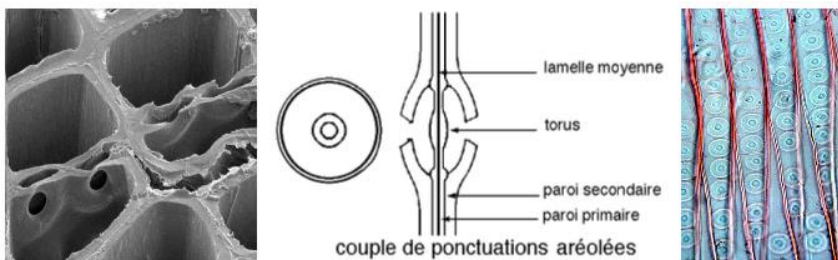
On a un **pachyte continu**, un **cambium continu**. Le pachyte est entouré d'une ligne rouge avec beaucoup de xylème vers l'intérieur et un petit peu moins de phloème II (liber) vers l'extérieur.

Le cambium va fournir un **bois homoxylé** c'est-à-dire un bois relativement simple et uniquement avec des **trachéides et du parenchyme II**. De plus les trachéides seront **aréolées** et de **section polyédrique**. La section polyédrique va se voir au fort grossissement au microscope (2ème séance) et les trachéides aréolées en coupe transversale (2ème séance).

A quoi correspondent ces trachéides? Vous avez des **ponctuations** de manière anciennes c'est plutôt 2 ponctuations l'une en face de l'autre. Vous avez une partie amincie au niveau des ponctuations, ici au niveau de la paroi II, et vous avez un boursoufflement de la paroi II.

Souvent vous avez un **torus** et peut être **cellulosique** à ce moment là il sera coloré en rose et de part et d'autre du torus vous avez des filaments qui vont permettre au torus de bouger. Donc tout autour du torus la paroi est réduite et des faisceaux de fibrilles qui forment un système de suspension et qui vont vous permettre de jouer comme un **clapet** et ça a un intérêt, chez les gymnospermes, pour empêcher l'arrivée d'air dans les vaisseaux et d'éviter qu'il y ait un arrêt de la circulation de sève.

De manière pratique si on le regarde de face (de l'autre côté) on verrait des boursoufflements correspondant au décollement de la paroi II à l'ouverture ici et puis vous verrez au centre le torus qui pourrait être rosé.



Ces ponctuations aréolées sont nombreuses, il y en a un peu partout sur toutes les faces.

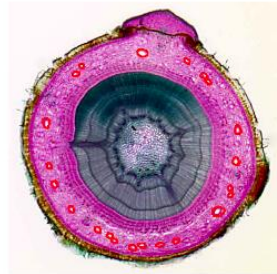
Ajoutons au niveau de l'anatomie des gymnospermes que vous avez un bois de coeur qui est imprimé de résine, d'où l'intérêt du bois pour la construction.

## **B. Appareil sécréteur interne**

Deuxièmement vous avez un **appareil sécréteur** qui est interne.

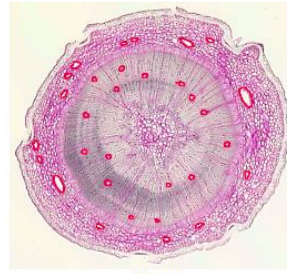
La disposition est différente selon les genres, ça va être un intérêt en anatomie de pouvoir distinguer les espèces, des genres, des uns par rapport aux autres.

Par exemple chez le genre *Abies* (que l'on a vu précédemment) vous avez des canaux sécréteurs uniquement dans le parenchyme cortical alors que chez les pins (genre *Pinus*) vous avez des canaux sécréteurs dans le parenchyme cortical et vous en avez aussi dans le bois. Et puis vous avez des espèces qui n'ont pas du tout de canaux sécréteurs comme les ifs (genre *Taxus*).



*Abies*

dans parenchyme cortical



*Pinus*

dans parenchyme cortical et bois

Pour aller plus loin, en faisant des coupes transversales, longitudinales et tangentielles il est possible, avec ces 3 coupes, de déterminer une espèce et ça c'est utilisé dans l'industrie du bois.

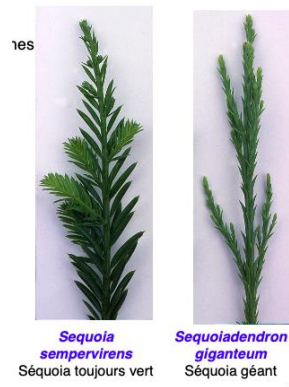
## **II. Appareil végétatif**

-

On a des espèces qui sont **ligneuses** (arbres, buissons, lianes (très rares) ). Les espèces peuvent vivre plusieurs milliers d'années par exemple le ***Pinus longaeva*** peut vivre **jusqu'à 5000 ans** (ça peut être intéressant pour retracer 5000 ans d'histoire de la pluviométrie à un endroit donné car on aura des cernes plus ou moins larges en fonction de l'intensité de l'humidité).



Les feuilles sont souvent **aciculaires** en forme d'aiguilles mais elles peuvent être aussi **squamiformes** en forme d'écailles.



Là vous avez 2 séquoias: **le séquoia toujours vert** (que vous verrez au jardin) avec des feuilles aciculaires en forme d'aiguilles et puis **le séquoia géant** qui pousse très bien, il n'est pas mort, c'est un arbre remarquable, il a des feuilles squamiformes (un bon jardin botanique doit avoir son séquoia géant).

Vous avez des feuilles qui sont généralement **persistantes** et vous avez quelques exceptions pour exemple le Cyprès chauve ou le Mélèzes (on verra ces 2 espèces au jardin).

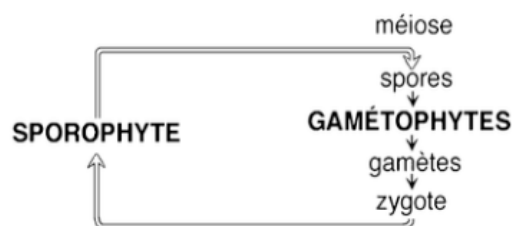
### III. Appareil reproducteur

#### A. Cycle biologique

Chez les gymnospermes vous avez 2 générations, **le cycle est dit digénétique**, vous avez des **gamétophytes mâles** et **gamétophytes femelles** et vous avez un **sporophyte**. La **phase gamétophyte est relativement courte**. On a soit  $n$  et  $2n$  chromosomes la phase est dite **haplodiplophasiques** puisque vous avez une diplophase et une haplophase, notez bien que la **diplophase** est très très abondante et très importante elle est donc **dominante**.

Les espèces sont généralement unisexuées avec des sexes qui sont soit séparés soit sur les 2 sexes sur le même pied, si ils sont sur le même pied on dira que ce sont des **plantes monoïques** et si ils sont sur deux pieds différents on dira **dioïques**.

Ce qu'il faut savoir c'est que les plantes monoïques il y en a beaucoup moins dans l'hémisphère nord c'est le cas général, alors que dans l'hémisphère sud on beaucoup de plantes dioïques. Vous avez quelques gymnospermes dans l'hémisphère nord.





Le sporophyte va former des **sporanges**, c'est-à-dire des éléments qui sont entourés d'une enveloppe protectrice c'est un signe d'évolution par rapport aux algues. On distingue des **microsporanges** (qui correspondent chez les gymnospermes à des **sacs polliniques**) et **macrosporange** (qui correspondent à ce que l'on appelle le **nucelle**).

Après la méiose les spores vont conduire à un **prothalle à n chromosomes**. Les gamétophytes vont former des **gamétanges**, entourés d'une enveloppe protectrice qui est un signe d'évolution par rapport à une plante extérieure, et elles vont le former de plus à l'intérieur du prothalle qui est un signe d'évolution. Les gamétanges mâles seront appelés **une anthéridies** et les gamétanges femelles seront appelés **un archégones**.

L'anthéridie va former **2 anthérozoïdes** qui sont dans les spermatozoïdes et se forme une archégone ou plusieurs avec une grosse oosphère. C'est encore un signe d'évolution.

Il se formera un embryon à 2 n chromosomes.

### **B. Gamétophyte mâle réduit**



Le **Gamétophyte mâle est très réduit**, vous avez des **étamines** qui présentent **2 sacs polliniques**, elles sont réunies en, ce que l'on appelle, des **micro strobiles** (certains utilisent le terme de cône mâle mais le prof n'aime pas ce terme parce que le mot cône est plus complexe que le micro strobile).

Le micro strobile a une structure relativement simple avec des éléments en spirales. Vous avez **2 sacs polliniques**, et **des grains de pollen**, on parlera de pollen dès que vous avez **dispersion**. Généralement, les grains de pollen renferment un **prothalle** (gamétophyte mâle) et la dispersion se fait soit par le vent (on parle d'**anémophilie**, plantes **anémophiles** avec dispersion par le vent), soit par les insectes (on parlera d'**entomophilie**, on aura des plantes **entomophiles** chez les Cycadophytes).

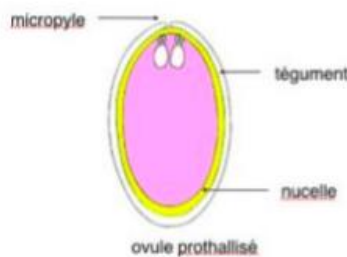
Les gamètes mâles sont **non tributaires de l'eau** contrairement à beaucoup d'autres végétaux plus archaïques, c'est un signe d'évolution. Les gamètes ne sont pas libérés dans le milieu extérieur, ils sont non tributaires de l'eau pour la fécondation.

### C. Gamétophyte femelle : endosperme



Les Gymnospermes présentent des **cônes** parfois des **macro strobiles** (avec une structure plus simple). Quand vous avez des cônes on parle de **conifères** (porteur de cône, du latin conus « cône » et du verbe fero « porter »), on dit UN conifère.

Le cône est un axe complexe qui porte en spirale des **bractées axillées** par des **écailles ovulifères**. Vous avez des macrosporanges qui sont présentes sur les écailles.



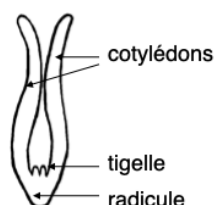
Comment ça se présente?

Le **macrosporange** de petite taille correspond à un tissu qui est le **nucelle** (le nucelle est à  $2n$  chromosomes) il est entouré presque entièrement par un ou deux **téguments** et vous avez une petite ouverture, un orifice étroit au sommet que l'on appelle le **micropyle**.

**L'ovule est formée du nucelle et du ou des tégument(s).**

Une cellule mère de spore va donner par méiose 4 macrospores mais généralement seul l'inférieure va se développer et les 3 autres vont dégénérer. L'inférieure va constituer dès la première division un **endosperme**. Nous verrons chez les dicotylédones que **vous avez un sac embryonnaire et non pas un endosperme**. Cet endosperme correspond donc au **prothalle femelle**. L'ovule est prothallisée dès la première division, on aura un prothalle qui va grandir et qui va occuper tout l'espace en laissant très peu de place pour le nucelle à  $2n$  chromosomes.

Dans ce prothalle vont s'individualiser des **archégones** (cet endosperme est formé **avant** la fécondation, pas très évolué car il y a beaucoup de perte d'énergie). Il n'y a pas de sac embryonnaire comme chez les plantes dicotylédones. Les archégones vont donner une **oosphère volumineuse** et se forme un archégone ou plusieurs avec une grosse oosphère (signe d'évolution).



### D. Graine

Après avoir été fécondé l'ovule va se transformer en **graine**, les téguments vont s'unifier, le **zygote va se transformer en embryon** au dépend des réserves du micro thalle et on aura ce type d'allure donc avec des cotylédons, une radicule,



cotylédons de Cèdre

et une tigelle.

L'embryon possède **2 cotylédons** au départ et il devient souvent **polycotylé** ultérieurement. Voilà par exemple une plantule de Cèdre et on voit qu'il y a environ 7 cotylédons mais au départ il y en avait 2, ils se sont multipliés. Chez les pins, on peut avoir jusqu'à 15 cotylédons.

La **diaspore** c'est l'unité de dissémination en général en biologie et ce sera souvent une graine puisque vous avez des **graines nues** chez les gymnospermes. Une diaspore c'est tout élément qui permet d'accomplir la dissémination d'une espèce végétale par reproduction ou multiplication asexuée. Il ne faut pas confondre le terme de diaspore avec spore (macrospore, microspore n'a rien à voir avec la diaspore). La graine et la diaspore chez les gymnospermes et les graines ailées favorisent la dispersion par le vent (il y a très souvent des graines ailées chez les gymnospermes).

Chez les gymnospermes, vous avez des **ovules qui sont nus**, la **graine est nue** elle n'est pas entourée, pas protégée par une paroi (Du grec gymnos = nu et sperma = graine). Donc il n'y a **pas d'ovaire, pas de fruit chez les gymnospermes**.



Voici ici les allures des graines, on voit une graine qui est ailée et une graine ailée des deux côtés. Quelques gymnospermes présentes des graines qui sont entourées d'une radille charnue et à ce moment là, la dissémination se fera par les ailes.

Les gamètes mâles ne sont pas ciliés et ils sont amenés aux archégonies par un **tube pollinique** qui sert de vecteur et les ovules et les graines sont nus donc non enfermés dans un ovaire clos contrairement aux angiospermes. Lorsque l'on parle, par exemple, de baies de genièvre, normalement une baie c'est un fruit, il n'y pas de fruit chez les gymnospermes en fait c'est un cône charnu.

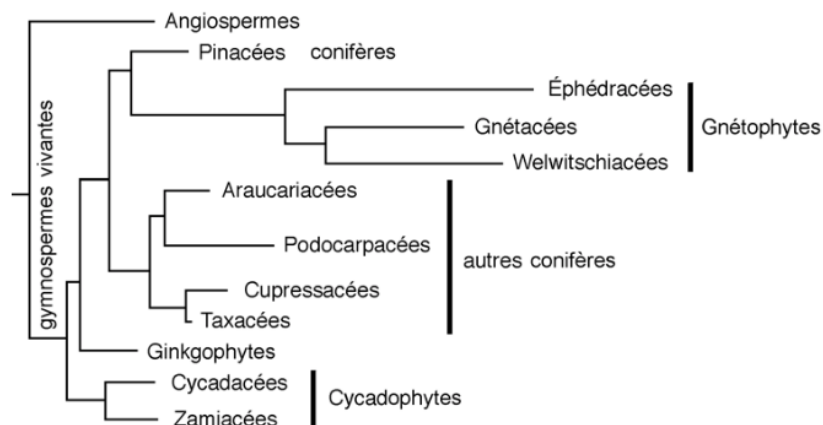
## IV. Classification

Au niveau de la classification, on constate que les **conifères sont divisés en 2 parties** (dans la plupart des classifications modernes), les **Pinacées** sont à part et tous les autres **Conifères** sont regroupés ensemble, et entre les deux on a les **Gnétophytes** (les plantes les plus évoluées chez les gymnospermes vivantes). On constate aussi que chez les gymnospermes vivantes c'est un groupe qui est **monophylétique**. Si on introduit, dans ce groupe, des éléments plus archaïques (fossiles) à ce moment là ça ne devient plus du tout monophylétique.

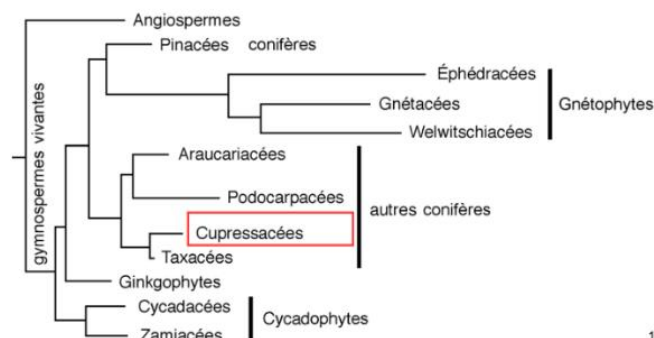
Ces gymnospermes il y en avait **20 000 espèces au Jurassique, à l'ère secondaire**. À l'heure actuelle, il ne reste plus que **700 espèces vivantes** et certaines seraient d'ailleurs en voie de disparition, donc sont relativement peu fréquentes.

Pourquoi il y a si peu d'espèce?

Normalement, pour les végétaux on s'attend à des familles qui dépassent les 20 000 espèces (ce qui est assez fréquent), 700 espèces ce n'est pas beaucoup. On peut l'expliquer de plusieurs manières, vous avez beaucoup d'années pour arriver à faire un **cycle de reproduction** (il faut beaucoup de temps pour qu'il y ait formation de pollen, de cône), ensuite vous avez le **site de reproduction qui s'étale sur plusieurs années** (il faut entre la maturation, les graines et la pollinisation, 2 ans et les graines ne germent qu'en 3ème année), ça peut expliquer le fait d'un nombre faible d'espèces alors après peut-être que l'on retrouvera d'autres espèces dans les couches paléontologiques. Il y a d'autres raisons génétiques sûrement.



On n'a pas beaucoup d'espèce mais ça a une grande importance économique puisque ça va couvrir une grande surface de territoire (régions montagneuses...)



## CUPRÉCASSÉS

### IV Classification

Il en existe **140 espèces, 30 genres vivants** (ce qui est énorme).

Ce sont des plantes qui sont généralement **monoïques** sauf chez certains Genévriers, genre Juniperus. Ce sont des plantes à **feuilles persistantes** avec des **rameaux qui sont parfois caduques** chez certaines espèces notamment chez le **Cyprès chauve** ou chez les **Métaséquoias** (l'ensemble des feuilles sur des rameaux).

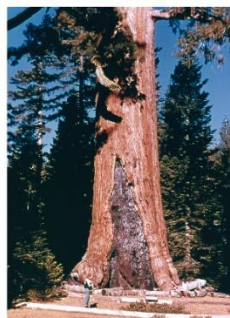


cône et graines de Séquoia géant

Vous n'avez **pas de ballonnets aérifères** contrairement aux Pinacées, les grains de pollen sont entourés par de 2 boursouflures et vous avez des cônes qui sont particuliers avec des **écailles qui sont en forme de clou** et qui sont plus souvent **soudées à la bractée** et vous aurez des graines qui ne sont pas au dessus des écailles mais qui seront tout autour et ces graines sont souvent munies de **2 à 3 ailes courtes**. En regardant les cônes, on voit tout de suite la différence entre un cône de Pinacée et cône de Cupressacée.

On va voir quelques espèces remarquables, on va commencer par le Séquoia:

- En premier on va voir le **Séquoia sempervirens**, le Séquoia toujours vert: Pour donner une idée de la taille du tronc, ça peut atteindre **120 m de haut**, il est considéré comme l'arbre **le plus élevé du monde, 7m de diamètre** et vous avez des **feuilles aciculaires**.



- Et puis vous avez le **Séquoia géant** ce n'est **pas le plus haut du monde**, il ne fait que **106 m de hauteur**, ce qui est déjà pas mal, mais il fait **11 m de diamètre** au maximum donc c'est le **plus volumineux**. Vous avez une photo montrant une personne et l'arbre. C'est tellement volumineux qu'à certains endroits aux États-Unis vous avez des tunnels au centre de l'arbre où les voitures passent en dedans. Les feuilles, cette fois-ci, sont **squamiformes** et non plus aciculaires.

Ensuite on a le **Cyprès chauve** (Taxodium Distichum) qui est de plus en plus cultivé dans nos régions au bord des lacs, des pièces d'eau et qui nous vient d'Amérique. Ce Cyprès chauve présente une caractéristique c'est de faire des **pneumatophore**, des **racines aériennes** (des racines qui remontent vers l'extérieur pour pouvoir respirer) parce que cette plante normalement, en Louisiane, **pousse dans l'eau** et elle a besoin pour respirer de remonter à la surface. C'est une plante **assez envahissante** et peut se propager d'un endroit à un autre.



Voici ici, cette plante avec ces fleurs mâles et les fleurs femelles quand le cône est mûr il s'ouvre et vous avez des graines qui sont tout autour et elles sont entourées de **résine** très importante (colle aux mains). Certaines Cupressacées peuvent être utilisées pour la fabrication de résine, on pourrait les exclure.

Ensuite le **Cyprès commun** (*Cupressus sempervirens*). Ce Cyprès est cultivé le long des autoroutes dans le sud de la France, vous en avez aussi dans les **cimetières**. C'est un arbre qui est toujours vert, qui est pointé vers le ciel avec des **feuilles squamiformes** qui sont **opposées-décussées** (feuilles toutes petites), vous voyez que les graines sont ailées, les **cônes sont globuleux** (1-2 cm de longueur), là ils sont ouverts et ils vont libérer les graines. Voici les écailles qui sont en forme de clous et les graines qui sont légèrement ailées. Ces espèces sont acclimatés tout autour du **bassin méditerranéen**, c'est une caractéristique des paysages méditerranéens, ils font beaucoup de vent.



cônes et graines

5

Ensuite le **Thuyas** c'est le genre *Thuja*. Les feuilles sont **squamiformes sur 4 rangées** et c'est utilisé pour faire des **haies**, normalement les haies on les taille et si vous ne taillez pas votre Thuyas (*Thuja plicata*, ou autre) ils vont monter en arbre et faire des troncs relativement grands.

Puis vous avez le **Thuya d'Orient** qui est une autre espèce, c'est un **autre genre** (*Platycladus orientalis*). Alors ce *Platycladus orientalis*, comme vous pouvez le constater c'est une plante monoïque (sur le même pied) avec des cônes mâles, des strobiles et des cônes les uns à côté des autres. Vous voyez que les strobiles sont très nombreux, ça veut dire que quand vous allez avoir la formation du pollen si vous vous mettez en dessous de l'arbre et que vous balancez un petit peu les feuilles vous allez avoir ce que l'on appelle une **pluie de soufre**, peut-être qu'au niveau des pièces d'eau qui sont le long des forêts Landaises, il y a beaucoup de pollen qui se forme et vous avez déjà vu le long des gouttières, des trottoirs, des pièces d'eau, un liseré jaune, c'est du pollen.



Le pollen est formé en abondance, vous le ramassez limite à la petite cuillère et là si une pluie de soufre vous tombe dessus, même si le pollen est très lisse donc peu allergisante, la quantité de pollen est telle que vous avez une allergie qui se forme, donc c'est la **quantité de pollen qui va intervenir**.

Comme le *Platycladus* est beaucoup plus important, plus riche en **strobiles** que les autres espèces de Thuyas, où il y a beaucoup moins de pollen, il est déconseillé de cultiver le Thuya d'Orient même si il pousse bien et qu'il est relativement résistant. Dans la vallée du Rhône, le Thuya d'Orient fait partie des plantes qui causes de problèmes d'allergie, et les allergies, en France, c'est en augmentation.



*Thuja plicata*



*Platycladus orientalis*

Le genre **Juniperus** est abondant en terme d'espèce (il y a pas mal d'espèces intéressantes): vous avez notamment le **Genévrier commun** (*J. communis*) où peut être que vous allez dans la nature pour aller récolter du genièvre pour ensuite faire des ragout, vous mettez ça soit pour faire du **gin** ou des plats avec du **gibiers**. Alors là si vous regardez de près, ça pique, ce sont des **feuilles aciculaires qui sont piquantes** et elles sont **réunies par 3** (squamiformes) et on a une partie blanchâtre qui vient supérieurement correspondant à des lignes de stomates. Alors les « baies » de genièvre (« baies » car vous n'avez pas de fruit chez les gymnospermes ce sont les cônes charnus que l'on appelle improprement des baies qui sont à l'origine du gin).



Toujours dans les Genévriers vous avez une plante toxique, la **Sabine** (*J. sabina*)



Ou encore d'autres espèces comme le **Cade** que vous allez pouvoir retrouver en zone **méditerranéenne** et qui servir à faire de **l'huile de Cade** et on peut l'utiliser éventuellement en anatomie.



Ou encore le **Genévrier de Virginie** (*J. virgina*) avec un bois qui a des caractéristiques **d'insecticide** donc on pourra utiliser des boules antimites de Genévrier de Virginie dans le commerce.