

La 8^{ème} séance de BOV

1

V- Histologie des organes des végétaux supérieurs

Définitions :

Chez les végétaux supérieurs, les organes sont constitués de cellules qui ont la même organisation et la même fonction. Ce groupement de cellules est appelé tissu et il est composé de cellules différenciées. On distingue différents types de tissus:

- ❖ Les parenchymes,
- ❖ Les tissus protecteurs,
- ❖ Les tissus de soutien,
- ❖ Les tissus sécréteurs,
- ❖ Et les tissus conducteurs.

Les tissus végétaux adultes proviennent de tissus indifférenciés embryonnaires : les méristèmes. L'étude des tissus est l'histologie.

2

A/ Les tissus de croissance: les méristèmes

- ❖ Les plantes se développent grâce à **des méristèmes** qui sont de petits groupes de cellules que l'on appelle: cellules-souches.
- ❖ Les méristèmes se présentent sous différentes formes, en différents lieux de la plante, et ont des fonctions variées. Ils se trouvent dans les bourgeons, aux extrémités des racines et sur la longueur des tiges et des racines.

3

- ❖ Ils produisent de nouvelles cellules continuellement, **en dehors de leurs périodes de quiescence**: qui se traduisent par une interruption de leur activité.
- ❖ On distingue deux types de méristèmes:
 1. Les méristèmes primaires,
 2. Et les méristèmes secondaires.

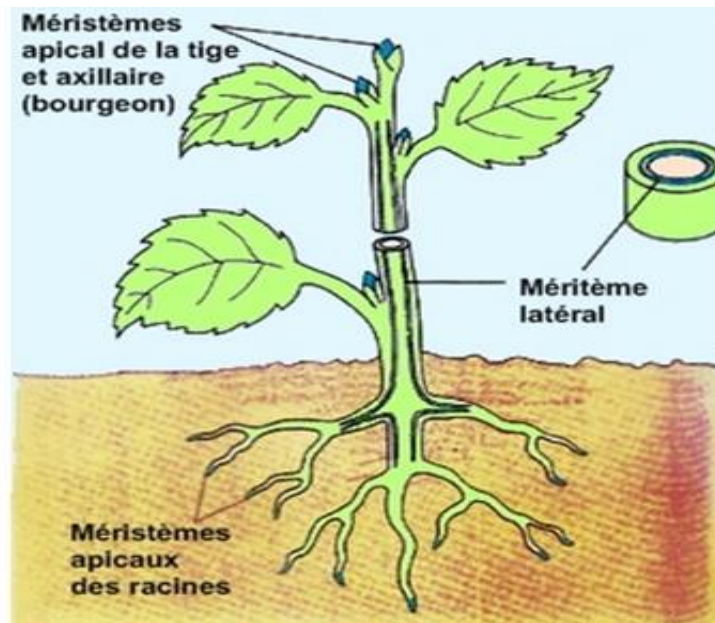
4

1/ Les méristèmes primaires

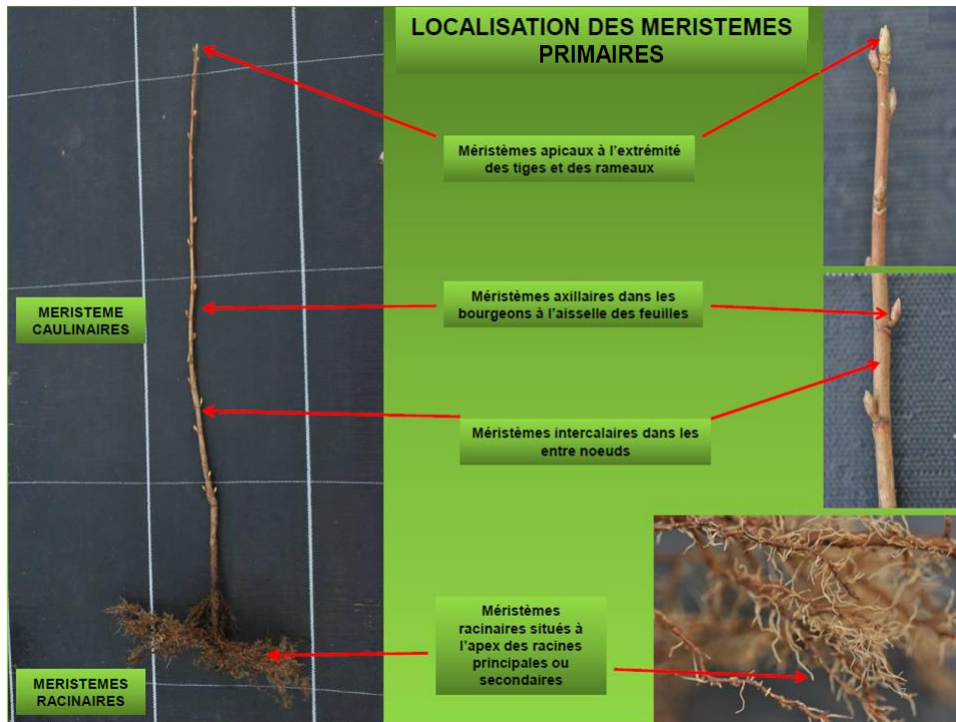
Ils sont **responsables de la croissance primaire**. Ils sont situés à l'extrémité des axes et produisent une croissance en longueur :

- Apex des racines,
- Bourgeons apicaux à l'extrémité des tiges et des rameaux (**méristèmes apicaux**),
- Bourgeons axillaires à l'aisselle des feuilles (**méristèmes axillaires**),
- Entre-nœuds (**méristèmes intercalaires ou latérales**).

5



6

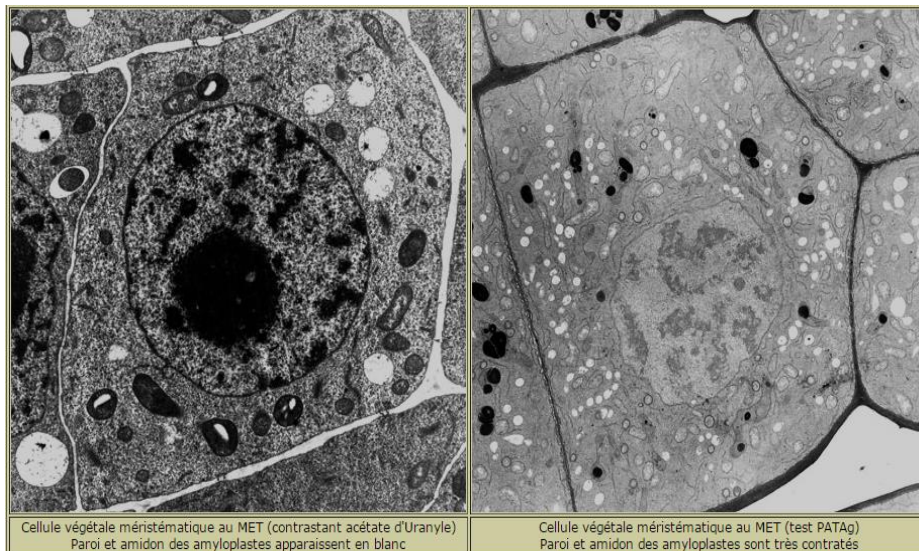


- ❖ Les cellules des méristèmes primaires se divisent activement et présentent des caractères cytologiques particuliers: petite taille, isodiamétriques, vacuoles réduites, des plastides rudimentaires, de nombreuses mitochondries, parois minces et noyaux central. Les cellules sont parfaitement jointives (**absence de méats**).
- ❖ Une cellule méristématique est caractérisée par son état **indifférencié**.

Tableau: Caractères des méristèmes primaires.

Localisation	Plus spécialement aux extrémités des tiges et des racines
Rôle	Assurent la croissance en longueur
Cellules	Petites, polyédriques, isodiamétriques.
Noyau	Sphériques, volumineux, au centre de la cellule, très riche en chromatine.
Cytoplasme	Dense, abondant
Vacuome	Nombreuses et très petites vacuoles au contenu très concentré
Paroi	Pecto-cellulosique mince

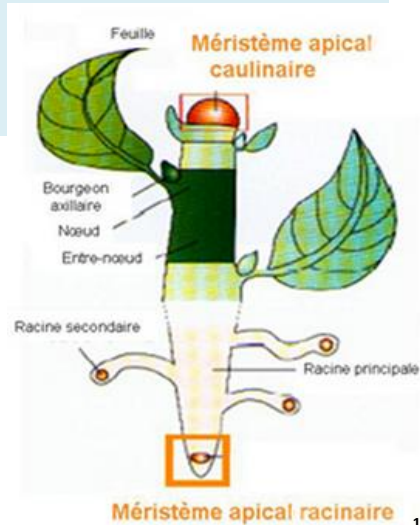
9



10

❖ Au cours de l'embryogenèse ces cellules se multiplient activement. Et elles sont constituées de deux populations:

- ✓ Le méristème caulinaire,
- ✓ Et le méristème racinaire.



11

1/ Le méristème caulinaire: il a un double rôle: histogène (création des tissus conducteurs) et organogène (création des bourgeons, feuilles, ...),

Remarque: En plus des méristèmes caulinaire, les cellules parenchymateuses réparties dans la plante peuvent se diviser et se différencier en divers types de cellules spécialisées, ce qui permet à la plante de régénérer les parties perdues. Ainsi, Des fragments détachés de certaines plantes ont la capacité de former des individus entiers; une tige coupée, par exemple, peut émettre des racines adventives qui régénèrent la plante entière (bouturage).

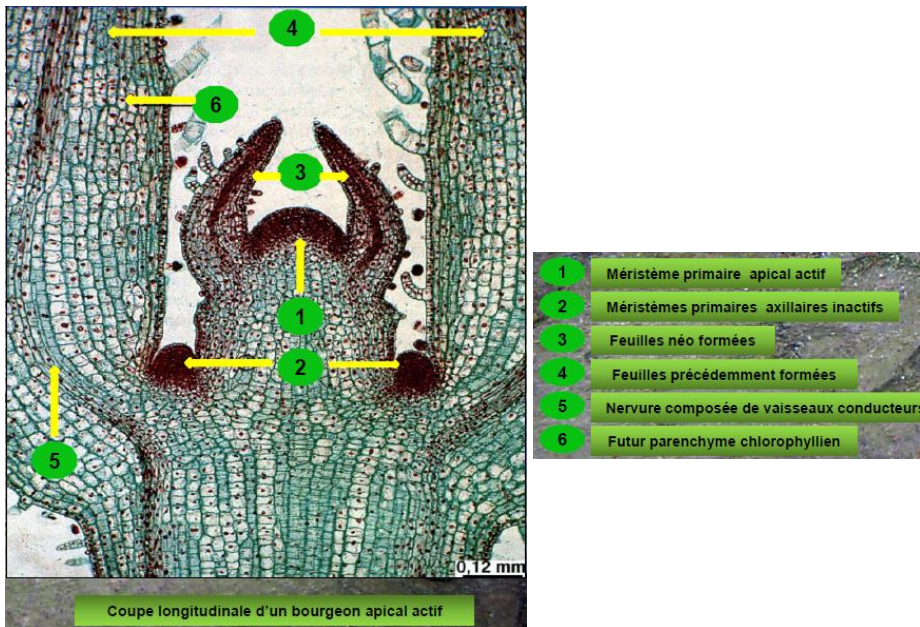
12



13

- ❖ Les méristèmes caulinaires produisent de nouvelles cellules continuellement. On va obtenir rapidement une structure complexe à l'extrémité de la tige. La formation des feuilles débute avec la mise en place au niveau des méristèmes caulinaires **d'ébauches foliaires**: des massifs de cellules programmés pour évoluer en feuilles.

14



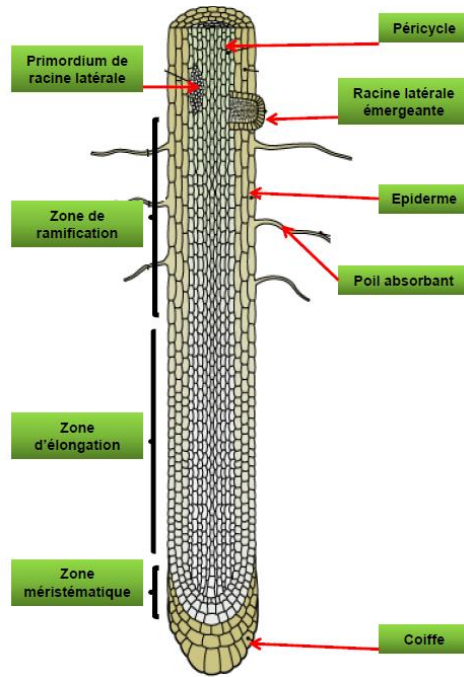
15

2/ Le méristème racinaire: Il édifie les organes souterrains de la plante constituant le système racinaire. On distingue deux type:

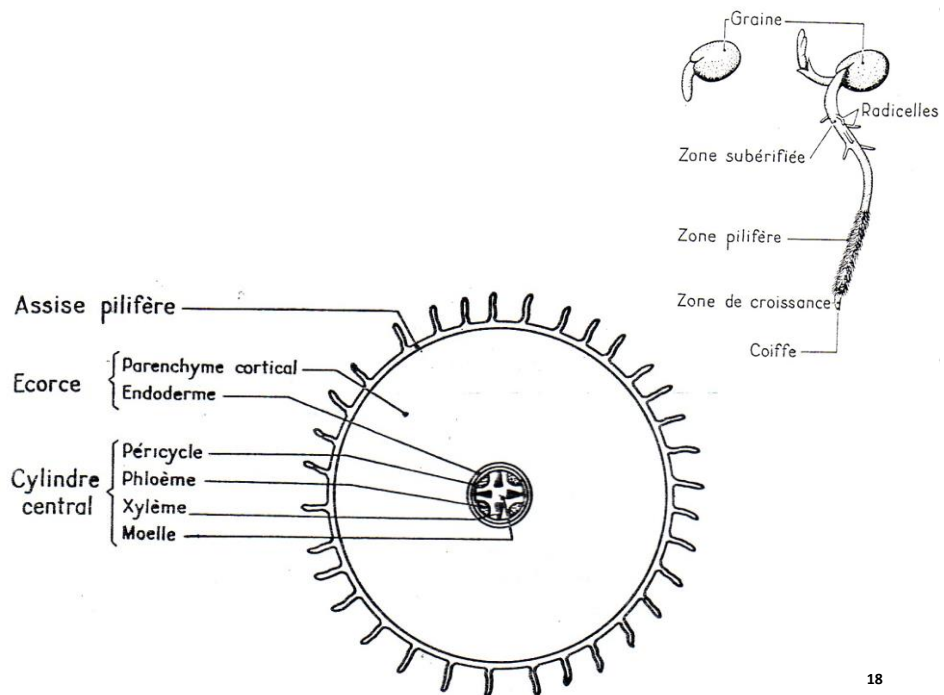
2.1/ Le méristème apical racinaire: Il élabore les tissus de la racine et la coiffe, il est uniquement histogène.

2.2/ Le méristème qui forme les racines latérales: Il se différencie à partir du péricycle. La structure et le fonctionnement des ramifications sont identiques à celui du méristème apical de la racine. Il est histogène et organogène.

16



17



18

Les applications pratiques: La culture de méristèmes:

- ❖ En 1950, Limasset et Cornuet ont montré qu'il n'y a pas de virus dans les méristèmes d'une plante infectée. On peut régénérer une plante saine à partir d'une plante malade en faisant une culture *in vitro* de son méristème.
- ❖ Ce procédé est très utilisé en horticulture pour produire des plantes d'un même génotype. C'est une technique de multiplication asexuée, ou végétative.

19



20

2/ Les méristèmes secondaires

- ❖ Ils n'existent que chez les Gymnospermes et les Angiospermes Dicotylédones. Ce sont des cellules indifférenciées qui peuvent provenir soit de méristèmes primaires, soit du rajeunissement de cellules déjà différenciées. Ces méristèmes se localisent **dans les parties âgées du végétal**. Ils assurent la croissance en épaisseur par ajout de nouveaux tissus.
- ❖ Les cellules sont rectangulaires, disposées en files très régulières allongées dans l'axe de l'organe. Leur paroi est mince, cellulosique. Les mitochondries sont nombreuses. Il y a des plastes et des vacuoles.

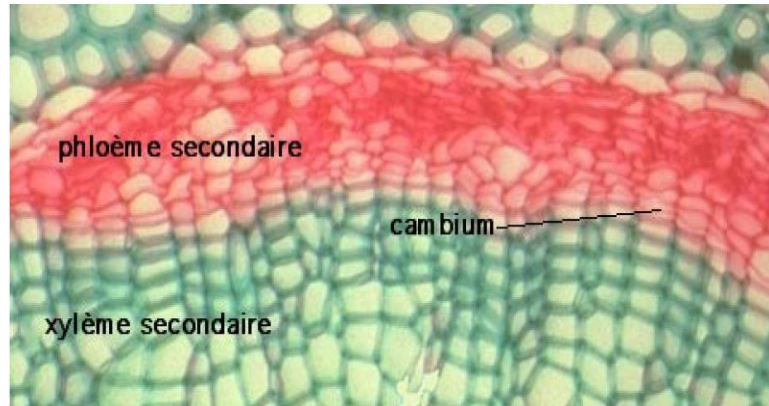
21

On distingue **deux** types de méristèmes secondaires:

1/ Le Cambium ou assise libéro-ligneuse (ALL):

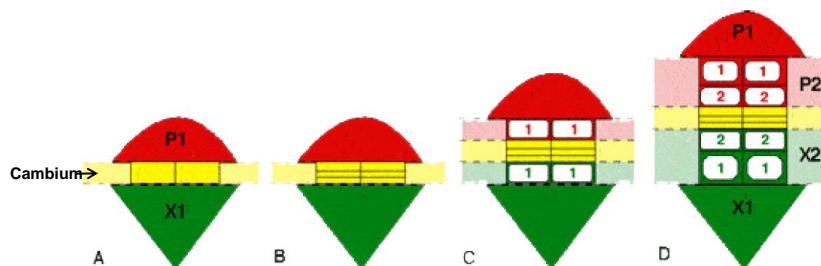
- ❖ C'est la zone génératrice interne qui produit des cellules permettant l'augmentation du diamètre de la tige ou du tronc. La production des cellules est saisonnière et surtout active en été.
- ❖ Le cambium produit **le bois**, ou **xylème secondaire** vers le centre de la tige et **le liber** ou **phloème secondaire** vers l'extérieur.

22



Mise en place simultanée de files de cellules de xylème II et phloème II

23



Fonctionnement du cambium libéro-ligneux. (exemple d'une tige)

Les cellules du cambium se divisent et produisent vers l'intérieur des cellules qui se différencient en cellules de xylème secondaire = bois (X2), et vers l'extérieur des cellules qui se différencient en cellules de phloème secondaire = liber (P2).

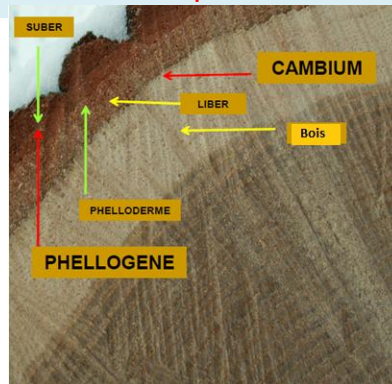
Le xylème primaire étant du côté du centre de la tige, sa position est fixe. Par suite de son activité, **le cambium est donc repoussé vers l'extérieur**.

Le fonctionnement du cambium **est asymétrique**, la production du bois (X2) est supérieure à la production de liber (P2).

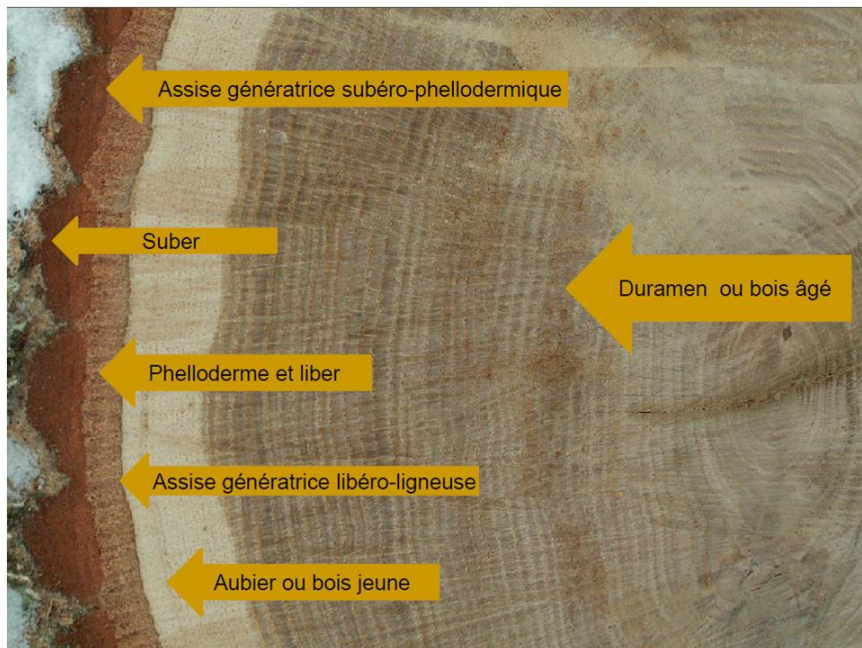
24

2/ Le Phellogène ou assise subéro-phellodermique (ASP):

C'est la zone génératrice externe qui produit des cellules vers l'extérieur pour former le **suber** ou **liège**, et vers l'intérieur un tissu vivant: le **phelloderme**. Le phellogène, le suber et le phelloderme forment l'**écorce** ou **périderme**.



25



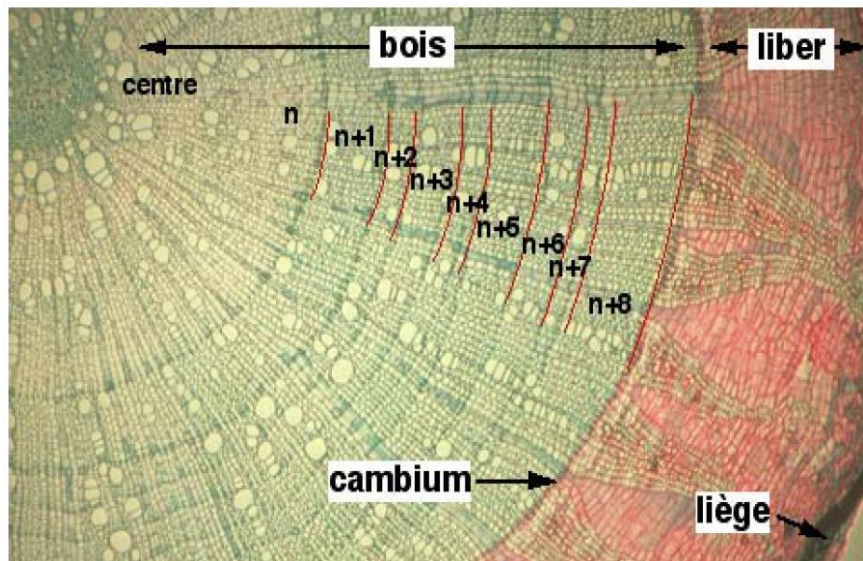
26

Remarque 1:



27

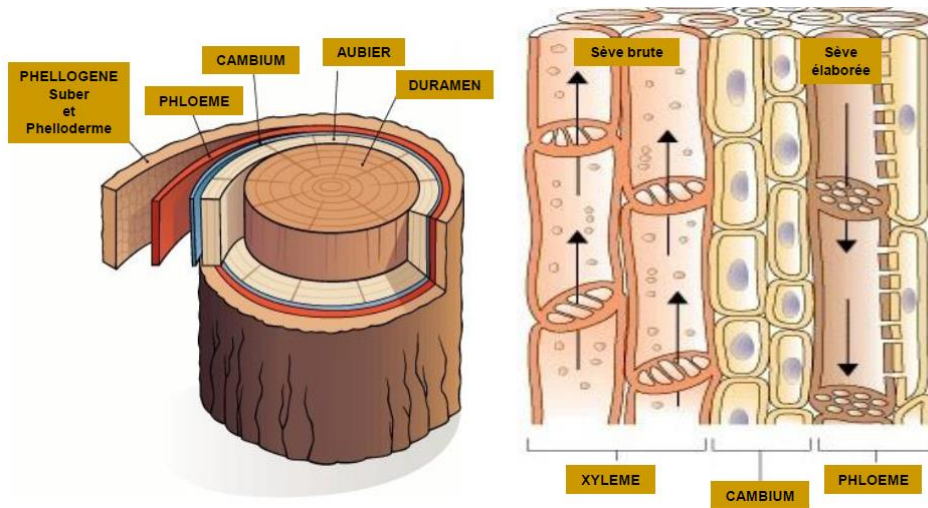
Remarque 2:



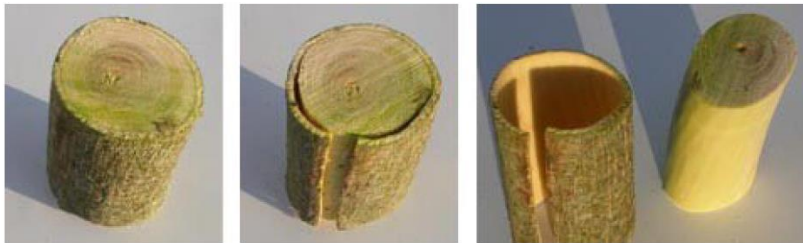
Coupe anatomique transversale d'un tronc de tilleul de 8 ans.

28

Localisation schématique:



29



Tronc de genêt fraîchement coupé.

- ❖ Il est très facile de séparer l'écorce (liber + liège) du bois.
- ❖ La séparation s'effectue au niveau du cambium qui est le tissu le moins différencié donc le plus fragile.

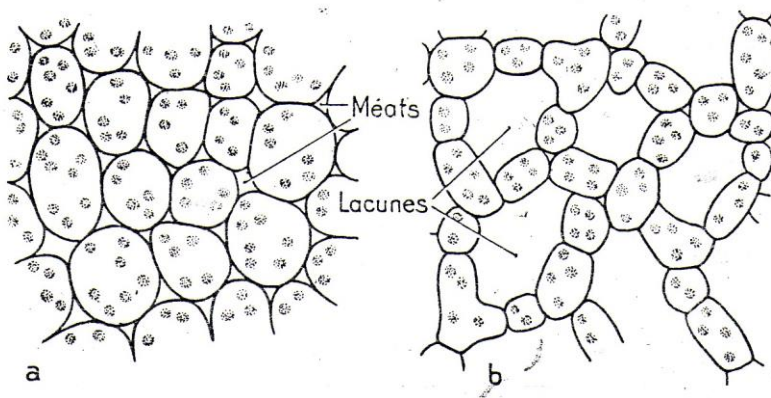
30

B/ Les parenchymes ou tissus fondamentaux:

- ❖ Ils représentent un état peu avancé dans l'évolution des tissus. Les cellules parenchymateuses gardent de nombreuses potentialités et **peuvent se dédifférencier**.
- ❖ Ils sont le siège des fonctions élaboratrices de la plante (photosynthèse et stockage des réserves).
- ❖ Les cellules parenchymateuses sont en général isodiamétriques ou allongées, plus ou moins arrondies dans les angles. Leur Paroi cellulaire est assez mince et elles ont une vacuole bien développée.

31

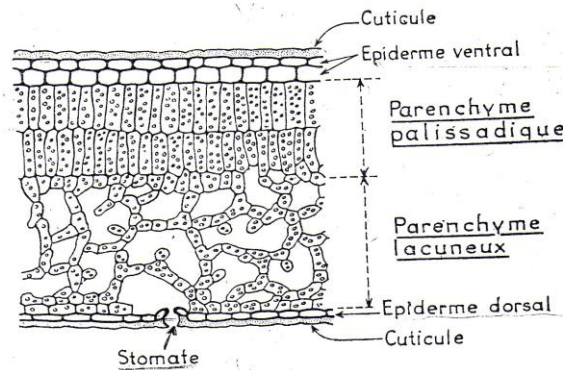
- ❖ Les espaces qu'elles délimitent entre elles sont appelés **méats** ou **lacunes** selon leur taille.



32

On distingue différents types de parenchymes:

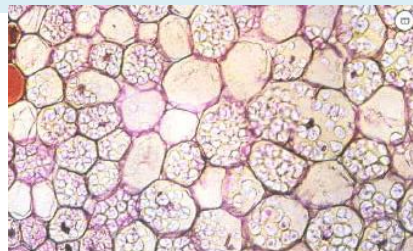
1. **Parenchymes assimilateurs chlorophylliens:** Caractérisés par la présence de chloroplastes. Ils sont localisés dans les régions externes des organes aériens. A leur niveau se déroule la photosynthèse.



33

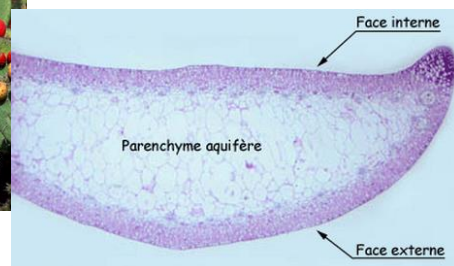
2. **Parenchymes de réserve:** ils sont situés en profondeur dans les organes souterrains comme les racines, les tubercules ainsi que dans les graines. Les cellules de ces tissus sont **dépourvues de chlorophylle** mais elles élaborent et accumulent des substances de réserve :

- ❖ Amidon au niveau des plastes,
- ❖ Protéines (aleurone) et glucides dans les vacuoles,
- ❖ Graisses (lipides) dans le cytoplasme.



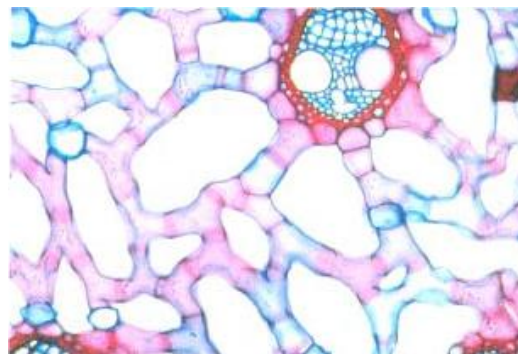
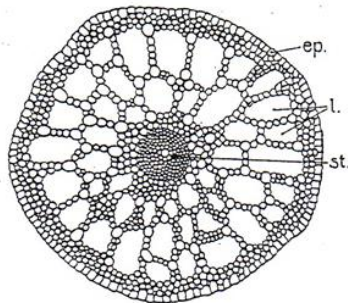
34

3. Parenchymes aquifères : Ils accumulent de l'eau. Les cellules sont de grandes dimensions avec une vacuole développé et mucilagineuse. Ils abondent dans les tiges et les feuilles des plantes succulentes (plantes grasses adaptées à la sécheresse). Ils constituent des réserves d'eau vitales pendant les saisons sèches.



35

4. Parenchyme aérifère : Très fréquents chez les plantes aquatiques. Constituent un tissu dont les assises cellulaires présentent entre elles des lacunes très grandes qui emmagasinent de l'air.



36

La 9^{ème} séance de BOV

37

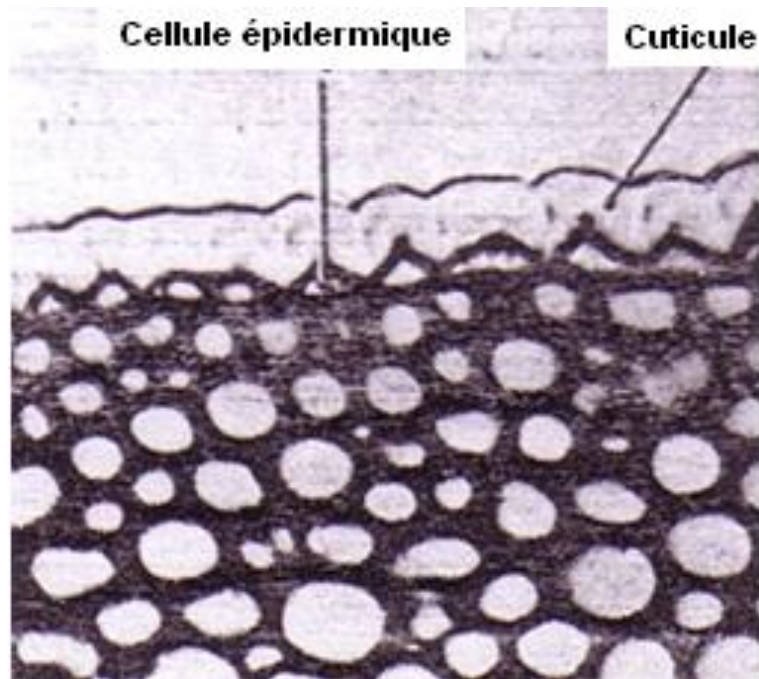
C/ Les tissus protecteurs (ou de revêtement):

Ils sont constitués par des éléments qui se différencient à la surface des divers organes et jouent un rôle de protection. On distingue plusieurs types :

1. L'épiderme :

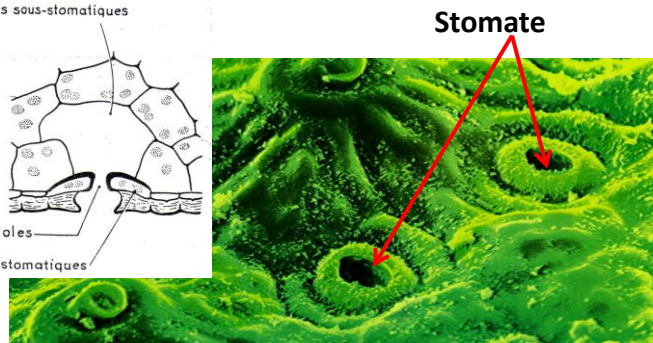
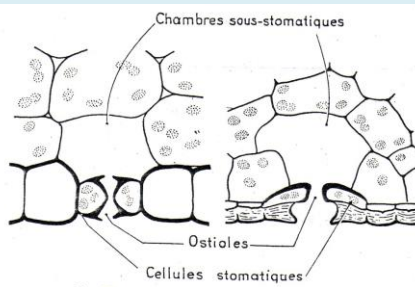
Il recouvre la surface des feuilles et des tiges jeunes. C'est une assise superficielle constituée généralement par une seule couche de cellules. Les cellules sont ajustées les unes aux autres et sont en général **sans chloroplastes**. Cet épiderme peut être renforcé par **une cuticule** et **des dépôts de cire**. Il peut porter des poils soit unicellulaires, soit pluricellulaires (poils tecteurs ou poils protecteurs).

38



39

Remarque: L'épiderme est interrompu par la présence de stomates qui permettant les échanges gazeux. Un stomate est constitué par deux cellules réniformes laissant entre elles une ouverture : l'ostiole. Sous les deux cellules stomatiques se trouve un espace : la chambre sous-stomatique. La membrane des cellules stomatiques est d'inégale épaisseur.



40

2. Le liège ou Suber

C'est un tissu secondaire né d'un méristème secondaire. On ne le rencontre que chez les Gymnosperme et les Angiospermes Dicotylédones. La paroi des cellules est imprégnée de subérine. Les échanges gazeux entre les tissus internes et l'extérieur sont assurés par des lenticelles.

41

3. Le rhizoderme (de rhize = racine) :

Il se trouve au niveau des racines. Ce terme désigne deux zones situées à des niveaux différents sur la racine :

- ❖ **La zone pilifère** formée de cellules vivantes peu différenciées souvent prolongées par des poils absorbants. Les parois sont minces, sans cuticule et très perméables.
- ❖ Après la chute des poils absorbants, la zone pilifère se transforme en **zone subéreuse** composée de cellules mortes différenciées à paroi subérifiée.

Récapitulation

Epiderme: au niveau des feuilles et des jeunes rameaux

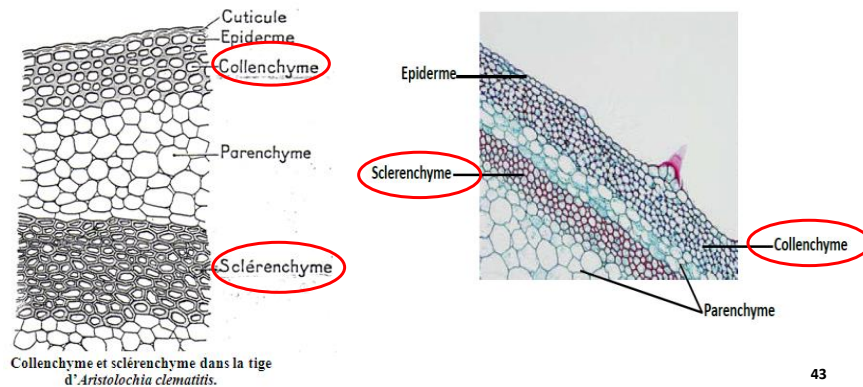
Rhizoderme: au niveau des racines

Suber: au niveau du tronc et des rameaux adultes des gymnospermes et des dicotylédones.

42

D/ Les tissus de soutien

Ce sont des tissus dont le rôle mécanique est d'assurer la solidité (la rigidité) des organes de la plante. Suivant la nature de la membrane secondaire toujours fortement épaissie, on distingue deux ensembles de tissus: **le collenchyme et le sclérenchyme**.



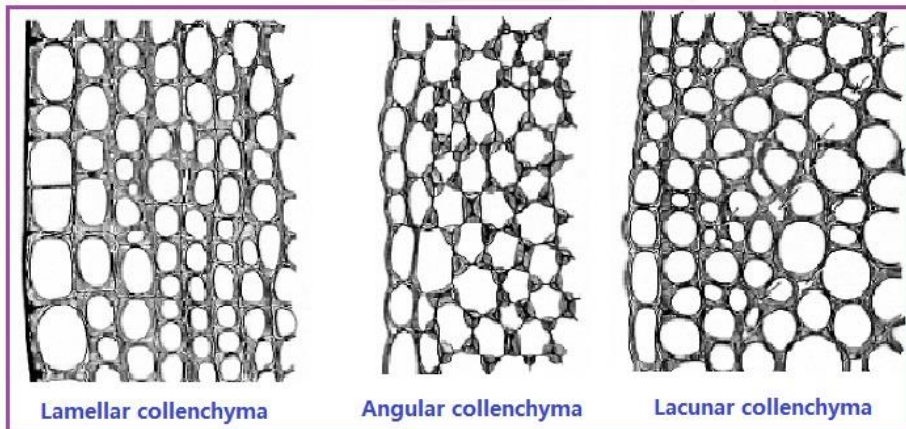
43

1. Le collenchyme

C'est le tissu de soutien des jeunes organes. Les cellules sont vivantes à paroi pecto-cellulosique épaisse. C'est un tissu résistant et extensible. Suivant la disposition des épaississements membranaires, on distingue plusieurs types: le collenchyme annulaire, le collenchyme tangentiel et le collenchyme angulaire:

- ❖ **le collenchyme angulaire**: le moins résistant, il ne possède pas de méats;
- ❖ **le collenchyme tangentiel ou lamellaire** : on le trouve dans l'écorce de la tige des arbres, il est plus solide que le collenchyme angulaire ;
- ❖ **le collenchyme annulaire ou rond**, à paroi épaisse donc le plus résistant, se trouve dans certaines tiges et pétioles.

44



45

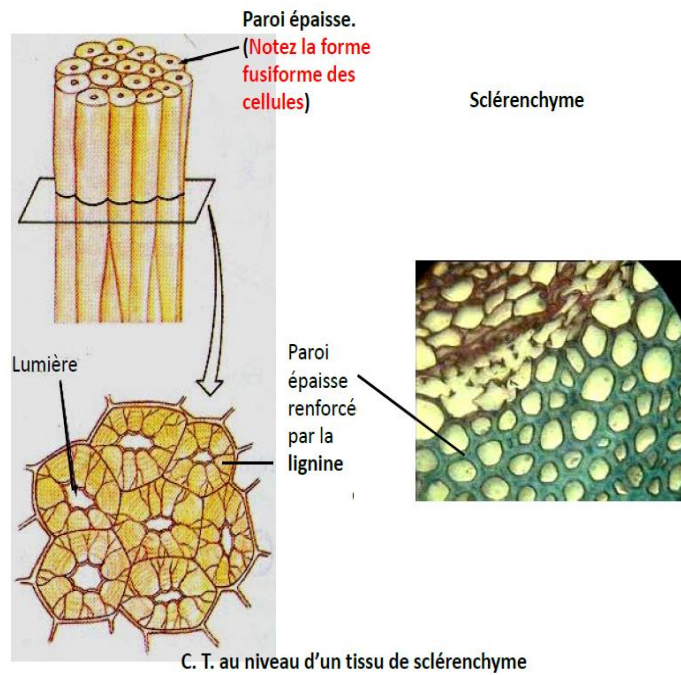
2. Le sclérenchyme

Le sclérenchyme est formé de cellules mortes, qui ont des parois secondaires épaisses lignifiées. Il confère une rigidité aux différents organes de la plante. Le sclérenchyme est abondant chez les végétaux adaptés à la sécheresse: les Xérophytes.

On distingue 2 types de cellules :

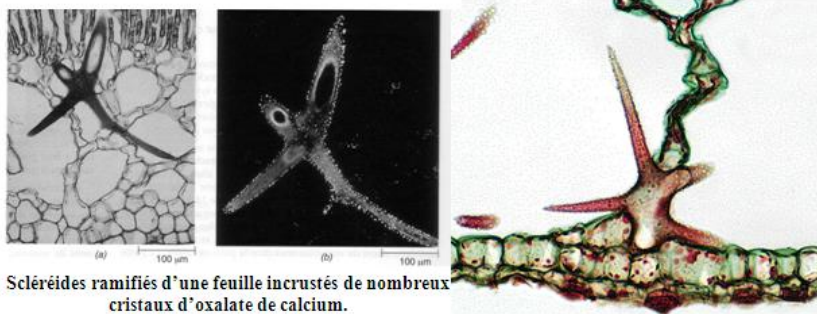
- Les fibres: cellules allongées et fusiformes. Elles sont fréquentes au niveau des faisceaux conducteurs,

46



47

- **Les scléréides**: cellules courtes de forme souvent étoilée. (Exemple: au niveau de la pulpe de la poire).



48

E/ Les tissus de sécrétion

Il convient de distinguer deux types d'éléments sécréteurs :

1°/ la substance sécrétée demeure à l'intérieur de l'élément qui l'a élaboré. C'est le cas :

- ❖ Des cellules sécrétrices isolées: Elles peuvent être disséminées au sein du parenchyme, c'est le cas des cellules à tanins qui se trouvent dans le parenchyme médullaire ou cortical des tiges.
- ❖ Des épidermes et poils sécréteurs: Certaines cellules de l'épiderme sont productrices d'essences ou de résines: pétales par exemple.

49

- ❖ Les laticifères : Le produit de la sécrétion est le latex : liquide blanc généralement riche en caoutchouc. Ce sont des éléments vivants à grande vacuole, isolés ou en file, en réseau ou formés d'un seul article très allongé avec ou sans cloisonnements transversaux.

(Laticifères non articulés = laticifères vrais)

(Laticifères articulés = laticifères faux)

2°/ les substances élaborés par les cellules s'accumulent dans des méats. C'est le cas des poches et canaux sécréteurs.

50

F/ Les tissus conducteurs

Les végétaux supérieurs ont un appareil conducteur qui assure la circulation des liquides nutritifs appelés **sèves**:

❖ La sève brute : solution aqueuse très diluée riche en sels minéraux, prélevés dans le sol au niveau des racines. Elle circule de bas en haut (c'est la sève «ascendante») pour atteindre les parties aériennes de la plante. Cette sève circule par l'intermédiaire du **Xylème** (= tissu ligneux = tissu vasculaire).

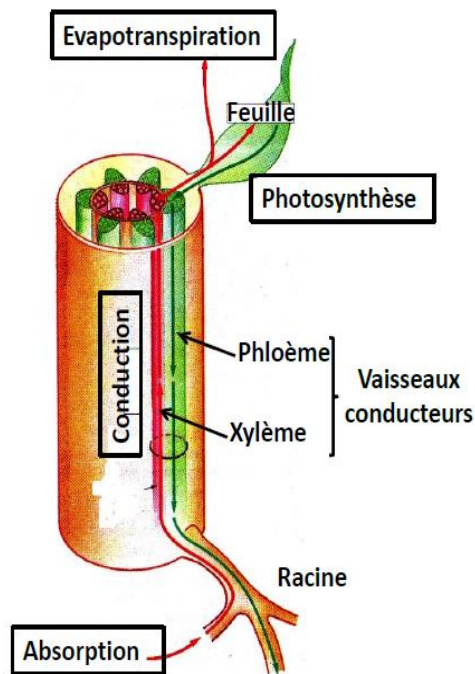
51

❖ La sève élaborée : solution de matières organiques élaborées au niveau des tissus assimilateurs. Elle circule de haut en bas (c'est la sève «descendante»). Elle est transportée par **le Phloème** (= tissu criblé).

Remarque:

Le xylème et le phloème constituent l'appareil conducteur et sont originaires du même tissu embryonnaire: le procambium.

52



53

1) Le xylème:

Suivant son origine, il convient de distinguer:

- ❖ Un **xylème primaire**: provenant de la différenciation du **procambium** issu d'un méristème primaire,
- ❖ Un **xylème secondaire**: qui vient s'ajouter au xylème primaire et qui est issu du fonctionnement du **cambium**, c'est-à-dire un méristème secondaire.

Le xylème comprend des éléments conducteurs proprement dits et des éléments accessoires.

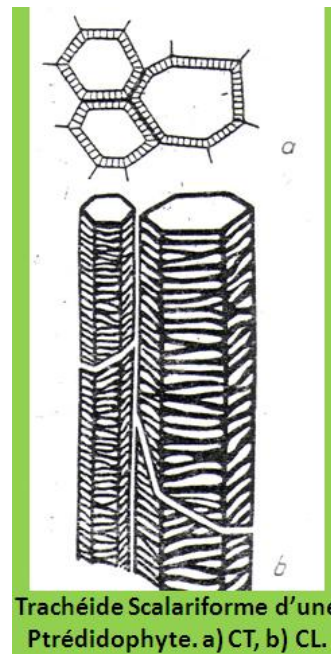
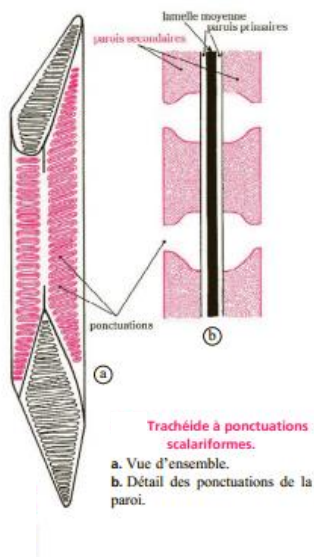
54

a) Les éléments conducteurs : trachéides et vaisseaux

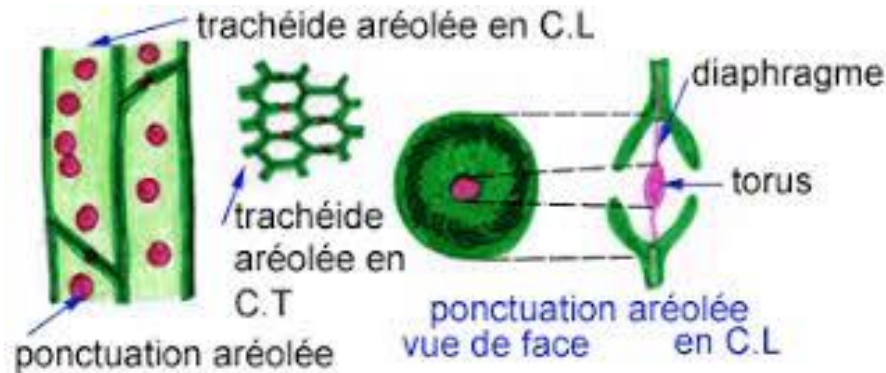
a. 1/ Les trachéides ou vaisseaux imparfait :

- ❖ Ce sont des éléments primitifs formés de cellules mortes, allongées, disposées en files longitudinales et séparées par des cloisons transversales.
- ❖ Leurs extrémités sont effilées. La paroi secondaire est peu épaisse mais rigide car fortement lignifiée.
- ❖ Il y a deux sortes de trachéides :
 - ✓ **Les trachéides scalariformes**: les épaissements de lignine sont en échelle (rencontrés chez les ptéridophytes),
 - ✓ **Les trachéides aréolées**: l'épaississement de lignine est continu sauf au niveau des aréoles (chez les gymnospermes).

55



56



Ponctuation aréolée chez le pin

57

Remarque: Il existe également des **trachéides annelées** et d'autres **spiralées** qui se différencient tout au début chez le jeune végétal.

- ❖ En fin de différenciation, tout le protoplasme de ces cellules est autolyse. Et chaque trachéide communique avec les cellules voisines par **des ponctuations**.
- ❖ Les ponctuations se rencontrent dans la paroi secondaire qui est interrompue à leur niveau. Il n'existe à leur endroit que la paroi primaire qui est traversée par des plasmodesmes. On distingue :
 - Les ponctuations simples,
 - Et les ponctuations aréolées.

58

a. 2/ les vaisseaux ligneux = vaisseaux parfaits

- ❖ Ce sont des éléments **conducteurs morts** caractérisant les végétaux les plus évolués: **les angiospermes**.
- ❖ Ce sont des tubes continus formés par la superposition de cellules mortes dont les cloisons transversales ont disparu et dont les parois longitudinales portent des épaississements de lignine.
- ❖ Contrairement à une trachéide qui ne provient que d'une seule cellule, un vaisseau est formé par le groupement de plusieurs cellules différenciées disposées bout à bout.

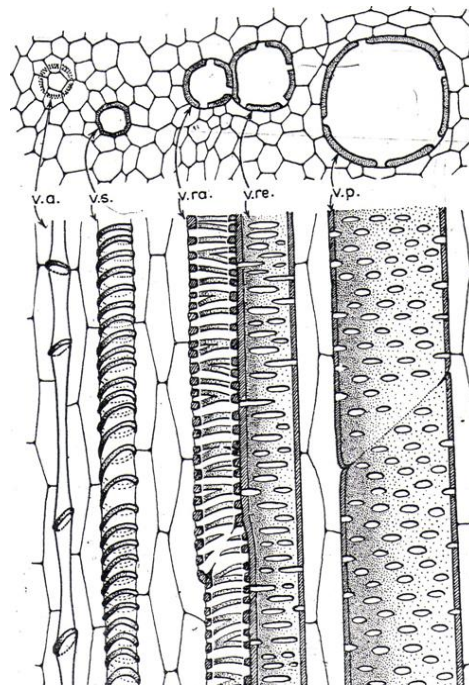
59

D'après les épaississements de lignine on distingue plusieurs types de vaisseaux :

- ✓ **les vaisseaux annelés**: le dépôt de la lignine est sous forme d'anneaux,
- ✓ **les vaisseaux spiralés**: le dépôt de la lignine est sous forme de spires,
- ✓ **les vaisseaux rayés**: le dépôt de la lignine est sous forme de bandes transversales et si les bandes sont nombreuses: le vaisseau est dit **réticulé**,
- ✓ **les vaisseaux ponctués**: le dépôt de la lignine est sous forme d'une couche continue présentant de temps en temps des ponctuations.

60

- v. a.:** vaisseaux annelés
- v. s.:** vaisseaux spiralés
- v. ra.:** vaisseaux rayés
- v. re.:** vaisseaux réticulés
- v. p.:** vaisseaux ponctués



61

Caractéristiques	Trachéides	Vaisseaux ligneux
Degré d'évolution	Primitives (peu spécialisées)	Plus spécialisés et très efficaces dans la conduction
Localisation	Gymnospermes et Ptéridophytes	Angiospermes
Structure	Formés par une seule cellule	Formés par la superposition de plusieurs cellules
Forme des cellules	Allongées aux extrémités effilées en biseau	Diamètre important (plus large que les trachéides)
Parois transversales	Présentes, la sève passe d'une cellule à l'autre par les ponctuations	Absentes, ce qui les rend très efficaces dans le transport de la sève
Rôles	Transport et soutien	Transport surtout

62

b) Les éléments accessoires: Ils accompagnent le Xylème:

b. 1) Les fibres Xylémiennes:

Ce sont des cellules allongées aux extrémités effilées. Elles ont un rôle de soutien. Leur paroi est très épaisse et leur lumière est réduite. Elles présentent des ponctuations. Ce sont des **éléments morts**.

b. 2) Le parenchyme ligneux:

Ce sont des **cellules vivantes** dont la paroi peut rester cellulosique ou bien se lignifier. C'est un tissu de réserve (huile, amidon). Selon la position du parenchyme, on distingue :

- ❖ Le parenchyme ligneux verticale
- ❖ Le parenchyme ligneux horizontal

63

C) Xylème primaire et xylème secondaire

c. 1) Le xylème primaire

Les éléments du xylème primaire dérivent des cellules nées du fonctionnement des méristèmes primaires des extrémités des tiges et des racines.

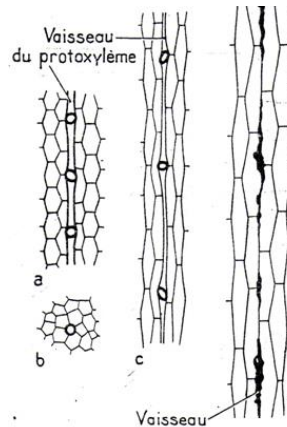
Ces éléments sont disposés dans les organes en faisceaux vasculaires = faisceaux ligneux.

Suivant l'ordre d'apparition et donc de différenciation des éléments on distingue:

- ✓ **Un protoxylème,**
- ✓ **Et un métaxylème.**

64

Le protoxylème : Il est constitué par les premiers éléments ligneux différenciés avant que ne soit achevée la croissance de l'organe. Il est formé de trachéides annelées et spiralées. Il existe chez toutes les plantes vasculaires.



65

Le métaxylème: Il est formé par des éléments conducteurs différenciés lorsque la croissance de l'organe est achevée. Il apparaît au contact du protoxylème. Il correspond à des trachéides chez les ptéridophytes et les gymnospermes et à **des vaisseaux ligneux** chez **les angiospermes**.

— Caractères du protoxylème et du métaxylème des Spermaphytes

PROTOXYLÈME	MÉTAXYLÈME
Apparaissent dans les organes en pleine croissance	Apparaissent dans les organes ayant terminé leur croissance
Le premier formé	Formation plus récente
Histologiquement assez simple : Quelques éléments conducteurs (trachéides et vaisseaux) de faible diamètre (annelés et spiralés) et beaucoup de parenchyme.	Histologiquement plus complexe : Éléments de plus grand diamètre, rayés, réticulés, ponctués (trachéides et vaisseaux d'Angiospermes - fig. 4.25), aréolés (trachéides de Gymnospermes - fig. 4.21), scalariformes (trachéides de Ptéridophytes) ⁽¹⁾ , avec parenchyme et parfois fibres.
Tissu de courte durée, étiré, écrasé, finissant par se résorber.	Tissu persistant beaucoup plus longtemps. Jamais étiré.

66

Remarque: Les premiers éléments ligneux formés dans un organe présentent des cloisons transversales et forment les vaisseaux imparfaits. Ensuite ces cloisons disparaissent et à la place se forme une ouverture ou perforation faisant directement communiquer 2 cellules voisines.

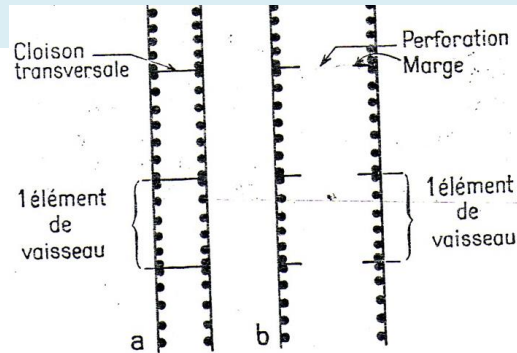


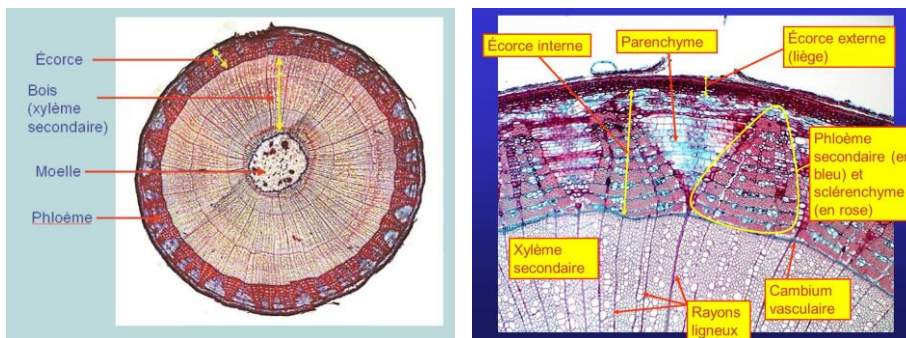
FIG. 67. — Formation des ouvertures, ou perforations, et des marges dans un vaisseau ligneux.

a : vaisseau jeune encore pourvu de cloisons transversales;
b : vaisseau différencié présentant des perforations.

67

c. 2) Le xylème secondaire:

Chez les gymnospermes et la plupart des angiospermes dicotylédones, il existe un **xylème secondaire** né du fonctionnement du **cambium**. Ce tissu prend un développement considérable dans les tiges et les racines où il constitue le bois.

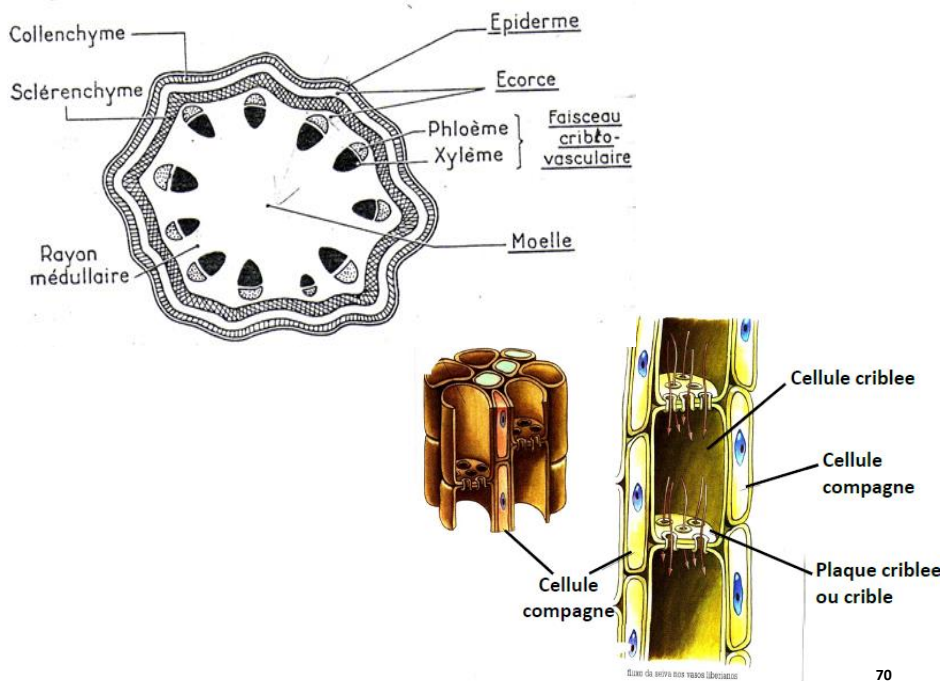


68

2) Le phloème:

- ❖ Comme le xylème, il est constitué d'éléments **conducteurs** et d'éléments **accessoires**. Il faut également différencier un phloème primaire issu du pro-cambium et un phloème secondaire issu du cambium.
- ❖ Il assure la conduction de la sève élaborée. Ses éléments sont disposés dans les organes végétaux en **faisceaux criblés**.
- ❖ Au début de la différenciation du phloème c'est le protophloème qui se forme, lorsque la croissance de la partie de l'organe est achevée on parle alors de métaphloème.

69



70

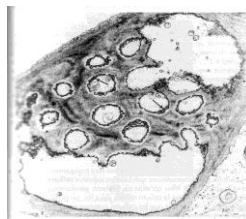
a. Les éléments conducteurs: tubes criblés:

- ❖ Chaque tube criblé est formé par une file longitudinale de cellules criblées.
- ❖ La cellule criblée est une **cellule vivante**, **allongée** dont **le noyau subit une dégénérescence puis disparaît**. La membrane reste cellulosique.
- ❖ Les parois transversales sont percées de ponctuations souvent groupées dans des plages ayant l'apparence de cribles: **les plages criblées**.
- ❖ Au niveau d'un crible séparant deux cellules criblées, les cytoplasmes fusionnent et il y a continuité cytoplasmique entre deux cellules. C'est ainsi que peut s'effectuer le transport de la sève élaborée.

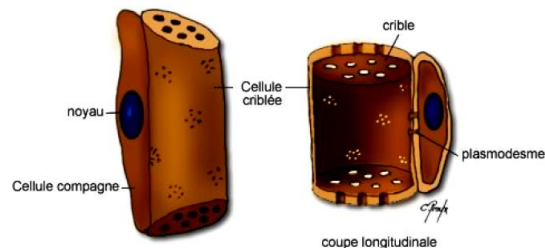
71

Remarque 1: On distingue les plages criblées et les plaques criblées

- ▶ **Les plages criblées** sont constituées de pores étroits, on les trouve au niveau des cellules criblées caractéristiques des Gymnospermes et des ptéridophytes.
- ▶ **Les plaques criblées** sont constituées de pores de grande taille on les trouve chez les angiospermes au niveau des éléments de tubes criblés.

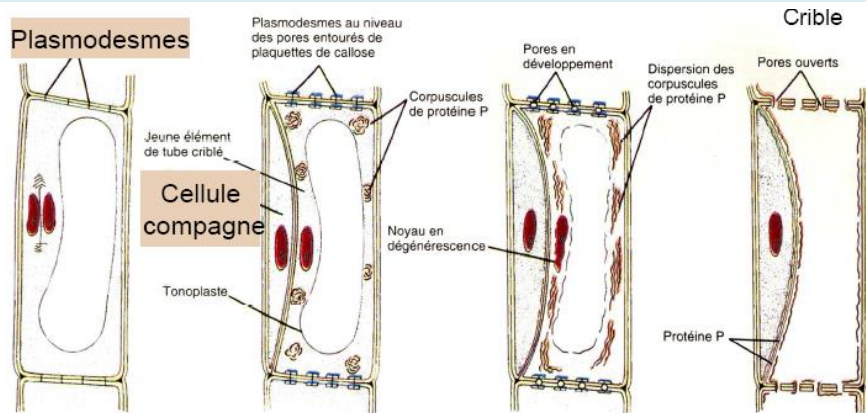


Une plaque criblée vue de face



72

Remarque 2: Les éléments criblés conservent un protoplaste vivant mais ils diffèrent des autres cellules vivantes de la plante. On observe la disparition du noyau, de la vacuole, des ribosomes et de l'appareil de golgi. Seuls la membrane plasmique, le réticulum endoplasmique et quelques plastes et mitochondries persistent.



73

Remarque 3: Durée de vie des tubes criblés :

- ❖ La circulation de la sève élaborée n'est pas continue, elle est interrompue à la fin du cycle végétatif. En effet, les cellules ne fonctionnent qu'un seul cycle.
- ❖ A la fin du cycle, les cribles se recouvrent de callose, ce qui provoque l'arrêt de la sève.
- ❖ L'obturation par le «cal» peut être définitive, ce qui provoque la mort des cellules criblées.
- ❖ Chez certaines espèces, le cal se dissout au printemps suivant, ce qui libère les cribles et permet aux tubes de vivre plusieurs cycles.

74

b) Les éléments accessoires :

b. 1) Les cellules compagnes ou cellules annexes :

Elles se forment par cloisonnement longitudinal de la cellule initiale du tube criblé. Elles n'existent que chez les angiospermes. Elles sont petites et possèdent un cytoplasme dense, un noyau normale et des vacuoles. Leur rôle est de remplacer la cellule criblée en cas de besoin. Les cellules criblées des Ptéridophytes et Gymnospermes sont associées à des **cellules albumineuses** qui jouent le même rôle que les cellules compagnes.

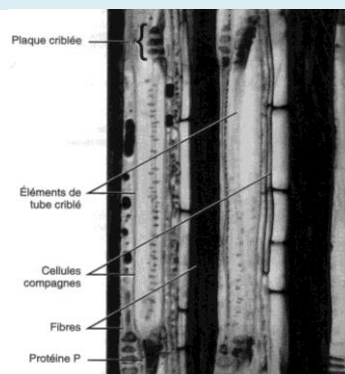
75

b. 2) Le parenchyme phloémien:

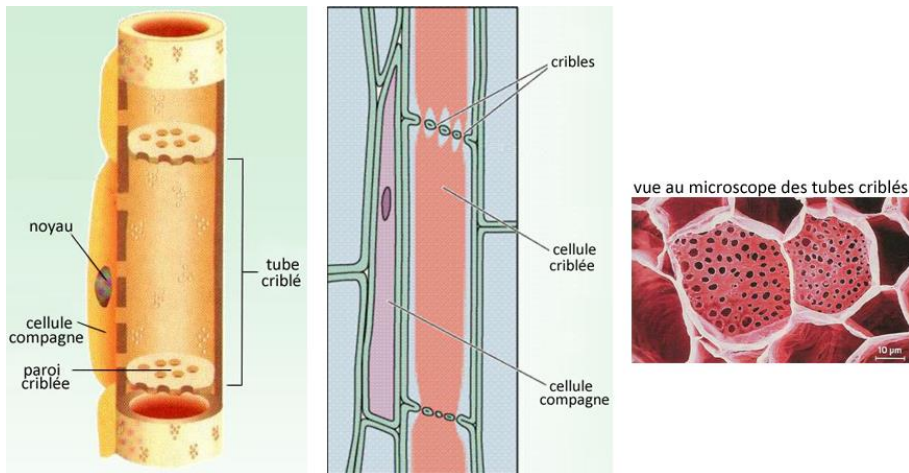
Il est composé de cellules généralement riches en amidon. Il a un rôle de réserve .

b. 3) Les fibres phloémiennes :

Elles peuvent être lignifiées ou cellulósiques. Elles ont une paroi épaisse. Ce sont des éléments morts et elles ont un rôle de soutien.

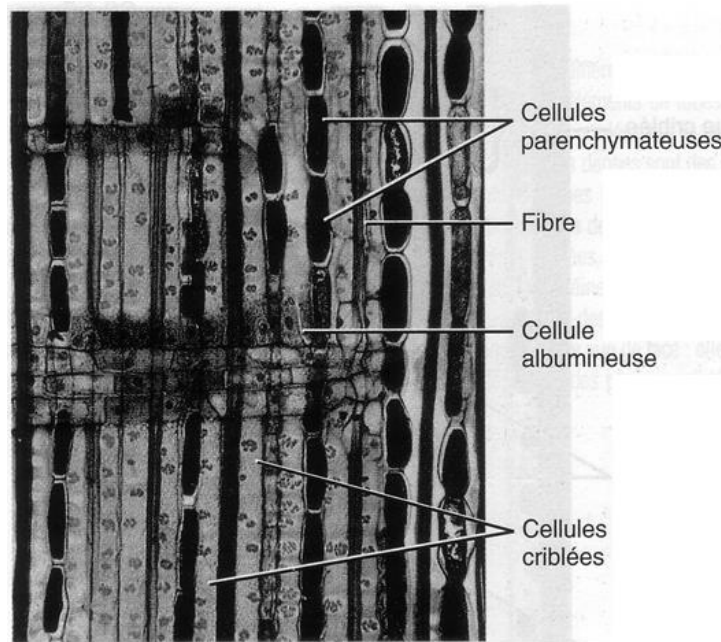


76



Phloème d'une angiospermes

77



Phloème d'une Gymnosperme

78

c) Phloème primaire et phloème secondaire :

c. 1) Phloème primaire :

Les éléments du phloème primaire sont disposés en amas appelés faisceaux criblés par ordre de différenciation, on distingue :

- ❖ **Le proto-phloème**: qui apparaît lorsque l'organe est jeune. Et par la suite ce proto-phloème est étiré et écrasé.
- ❖ **Le méta-phloème**: qui est constitué de tubes criblés différenciés apparaissant lorsque l'organe végétal est adulte. Ces cellules persistent plus longtemps.

79

c. 2) Phloème secondaire ou liber:

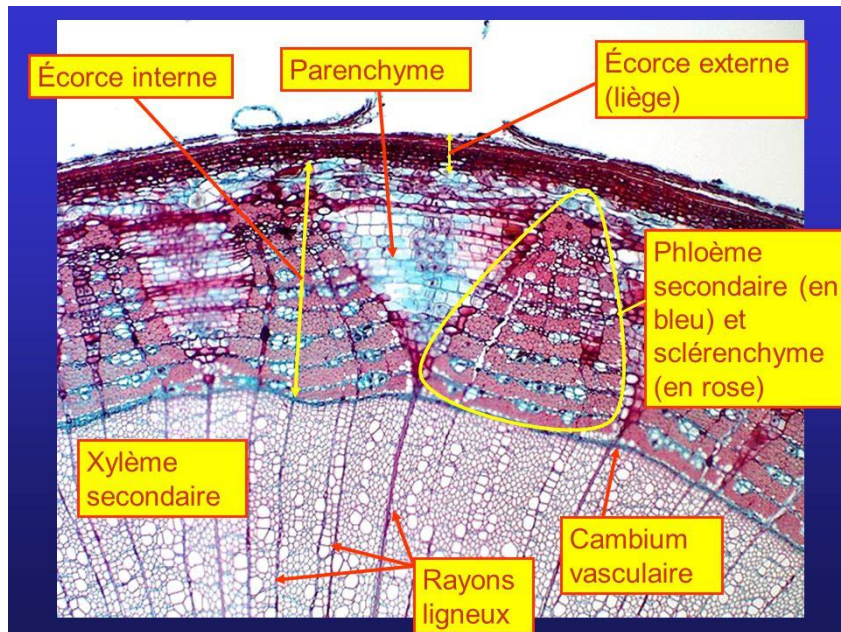
❖ **Le liber des Gymnospermes :**

Il est formé de tubes criblés sans cellules compagnes. Il est mêlé avec des cellules de parenchyme riche en amidon et en tanins. Les rayons libériens sont unisériés.

❖ **Le liber des Angiospermes :**

Il est plus complexe et plus diversifié que celui des gymnospermes. Les cellules criblées sont accompagnées de cellules compagnes. Les rayons libériens peuvent être unisériés ou plurisériés.

80



81

Récapitulatif

tissus de soutien	non lignifié : collenchyme
	<u>lignifié : sclérenchyme</u>
tissus conducteurs	non lignifié : phloème
	<u>lignifié : xylème</u>

82

G) Différenciation et dédifférenciation cellulaires:

1) La différenciation cellulaire:

- ❖ Les cellules issues des divisions méristématiques se transforment en cellules adultes. Cette transformation s'appelle **différenciation**.
- ❖ Les cellules acquièrent au cours de leur maturation, une forme, une structure et une physiologie propre à chaque tissu.

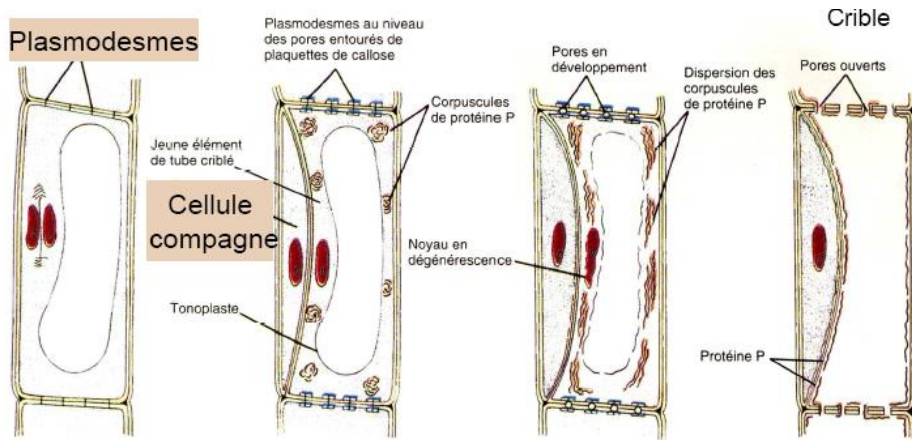
83

EXEMPLE 1: Différenciation des tubes criblés et des cellules compagnes:

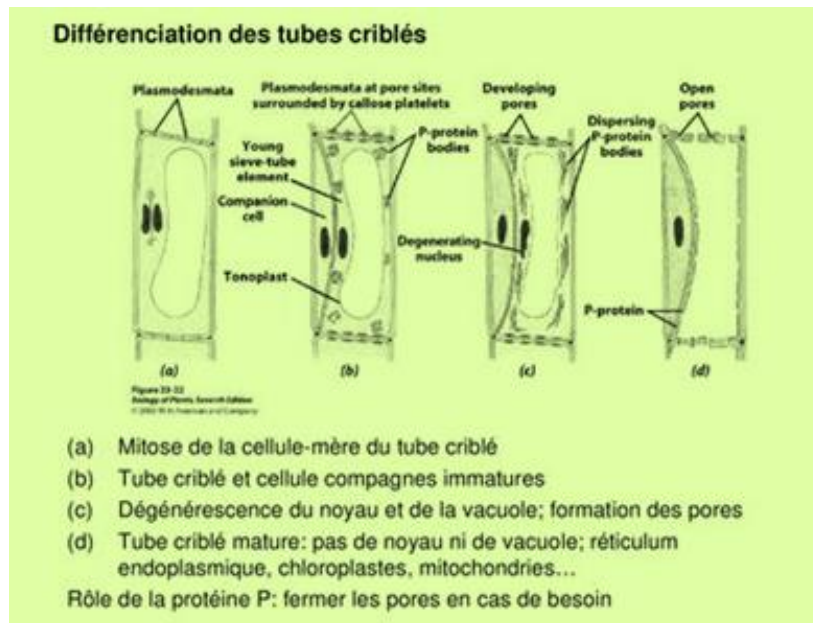
- ❖ Une cellule méristématique (du procambium) se divise et donne deux cellules de taille inégale.
- ❖ La cellule 1 sera **la cellule criblée**, la cellule 2 sera **la cellule compagne**.
- ❖ Elles sont réunies l'une à l'autre par de nombreux plasmodesmes.
- ❖ La cellule compagne se différencie avec un cytoplasme dense, des ribosomes abondants et un noyau volumineux.
- ❖ La future cellule criblée s'allonge, ses vacuoles fusionnent en une grande vacuole, le cytoplasme s'appauvrit, les parois longitudinales s'épaississent mais **restent cellulósiques**.
- ❖ Le noyau dégénère, la vacuole disparaît et les parois transversales se percent de pores et forment des cribles.

84

Différenciation des tubes criblés et des cellules compagnes



85

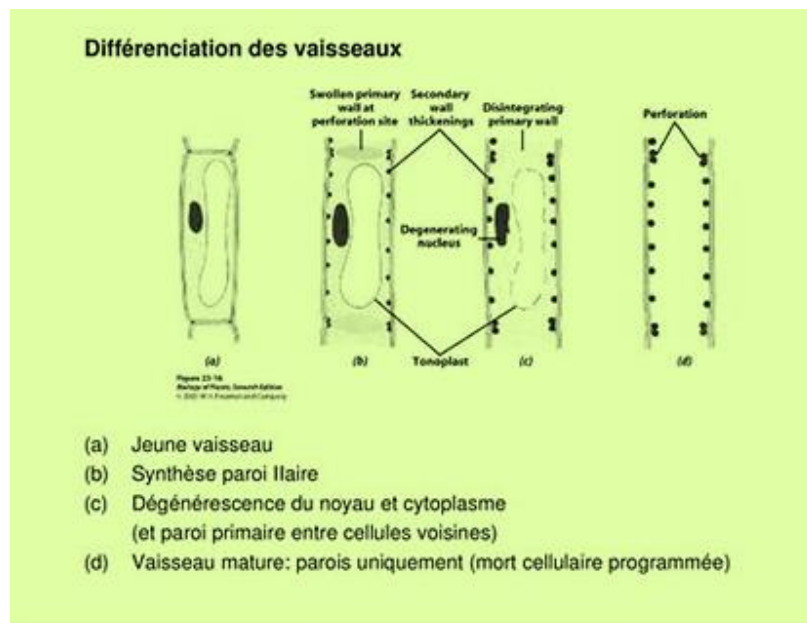


86

Exemple 2: Différenciation d'un vaisseau ligneux: **Trachéogénèse:**

- ❖ Une cellule du procambium s'allonge et se vacuolise rapidement.
- ❖ Elle élabore à l'intérieur de sa paroi des dépôts de lignine de diverses formes.
- ❖ Puis avant que le dépôt ligneux ne soit achevé, la dégénérescence de la cellule commence.
- ❖ Tous les organites cellulaires disparaissent.
- ❖ Les parois transversales se résorbent, ce que fait communiquer les vaisseaux qui sont des éléments morts.

87



88

2) La dédifférenciation cellulaire:

Certaines cellules différenciées sont capable dans certaines conditions de **retourner à l'état méristématique**. Elles perdent leur spécialité mais retrouvent leur aptitude à se diviser.

C'est ce que l'on observe dans les cultures in vitro ou lors du bouturage des plants par exemple.

Les cellules capables de se dédifférencier sont :

- ✓ Les cellules du parenchyme,
- ✓ Les cellules du collenchyme,
- ✓ Et les cellules épidermiques.

Mais les **tubes criblés** et **tous les éléments morts** de la plante sont **incapables de dédifférenciation**.

89

A la séance prochaine

90