

ⵜⴰⴳⴷⴰⵢⵜ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⵔ
ⵜⴰⵎⴰⵏⴰⵢⵜ ⵏ ⵓⴽⵔⵉⵙ ⵏ ⵍⵎⵓⵏⵏ
ⵏ ⵓⴽⵔⵉⵙ ⵏ ⵍⵎⵓⵏⵏ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵏⴰⵢⵜ



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والرياضة

المركز الجهوي لمهن التربية والتكوين لجهة الدار البيضاء سطات

Régional des Métiers de l'Education et de la Formation de la Région Casablanca-Settat

Module : Biologie des Organismes

Élément de Module : Biologie Végétale

Plan du Cours



Informations personnelles



Nom et prénom :

SAAYOUN Salaheddine



Adresse e-mail :

salaheddinesaayoun@gmail.com



Numéro de téléphone :

0677652616

Module: Biologie des Organismes

Élément de Module: Biologie Végétale

Plan du Cours

Chapitre 1:

Les niveaux d'organisation des végétaux

Chapitre 2: Les Cyanophytes

- Généralités**
- Caractères cytologiques**
- Classification**

Chapitre 3: Les Algues

- Organisation des thalles
- Etude de la cytologie des Algues
- La reproduction des Algues
- Les cycles de développement des Algues
- les grandes lignes de la classification des Algues

Chapitre 4: Les Champignons

- Nutrition et mode de vie
- Caractéristiques cytologiques
- Structure du thalle
- La reproduction chez les champignons
- Classification des Champignons

Chapitre 5: Lichens et Myxomycètes

- Caractères généraux**
- Reproduction**
- Classification**

Chapitre 6: Les Cormophytes

- Classification**
- Les organes de reproduction sexuée**
- Cycle de développement**
- Caractères cytologiques**
- Les méristèmes**
- Histologie végétale**
- La tige**
- La feuille**
- La racine**

Chapitre 7: Les Bryophytes

- **Caractères généraux**
- **Cycle de développement**
- **Classification**

Chapitre 8: Les Ptéridophytes

- **Caractères Généraux**
- **Cycle de développement**
- **Classification**

Chapitre 9: Les Gymnospermes

- **Caractères Généraux**
- **Appareil végétatif**
- **Appareil reproducteur**
- **Cycle de développement**
- **Classification**

Chapitre 10: Les Angiospermes

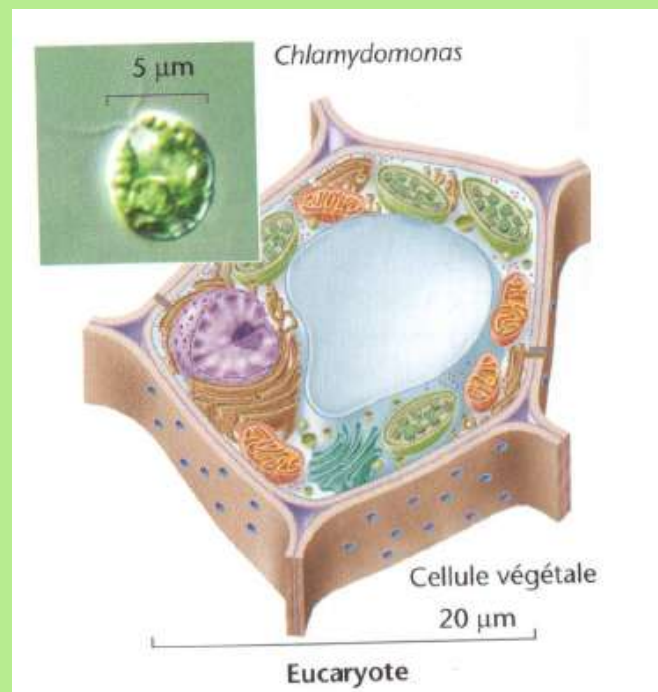
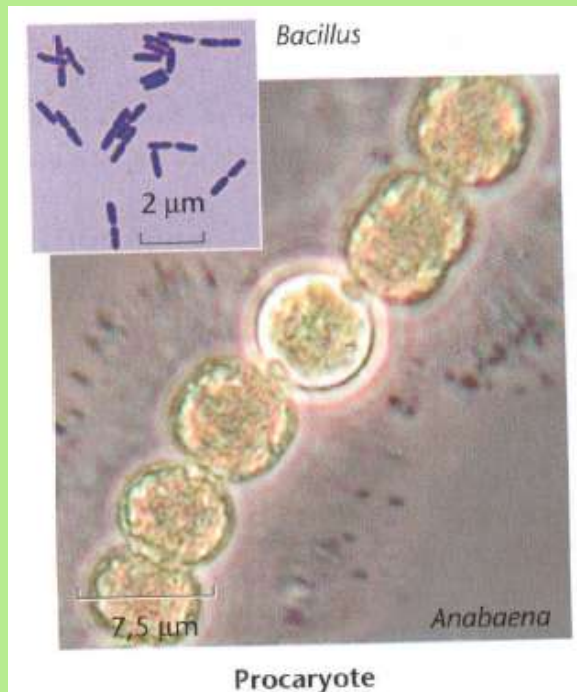
- Caractères généraux**
- Organisation générale de la fleur**
- Les fruits**
- La fécondation**
- Cycle de développement**
- Les grands groupes d 'Angiospermes**

Chapitre I: LES NIVEAUX D'ORGANISATION DES VÉGÉTAUX

Au premier niveau d'organisation des végétaux, on distingue les Procaryotes.

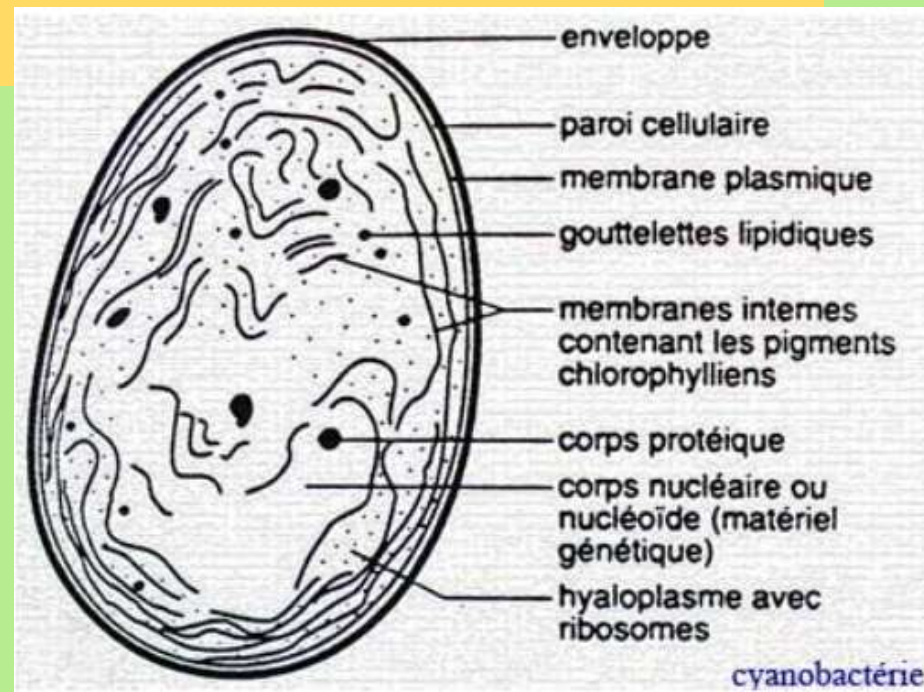
Le groupe des procaryotes inclut les bactéries, mais celles-ci n'appartiennent pas au règne végétal.

Les Procaryotes végétaux sont représentés par les Cyanobactéries (= cyanophytes).



Les procaryotes, sont caractérisés par:

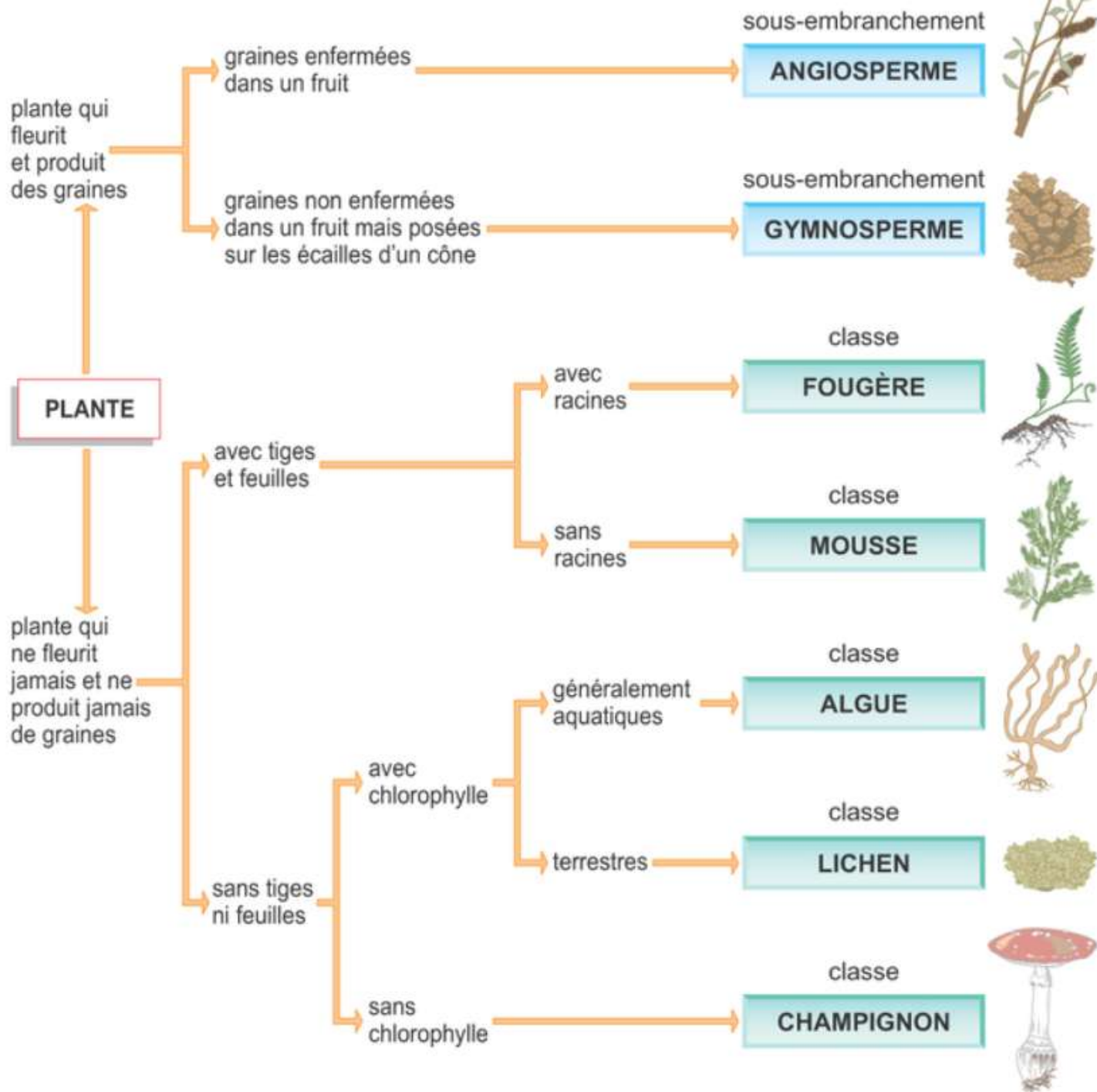
- Toujours unicellulaires et monocompartimentals.
- Structure simple.
- Substance chromatique centrale.
- Pas de reproduction sexuée.
- Chaîne respiratoire à la surface de la membrane plasmique.
- Absence de cytosquelette.
- Absence d'organites et de système membranaire endocellulaire.



A un niveau d'organisation supérieur et selon l'organisation structural du végétal, on distingue deux grands groupes:

► S'il n'y a pas de différenciation de tissus et d'organes, on a des thallophytes dont l'appareil végétatif est un thalle. Ils constituent le deuxième niveau d'organisation.





Les Thallophytes, deuxième niveau d'organisation des végétaux

- Cellules eucaryotes unicellulaires ou groupées
- Présence d'un thalle
- Reproduction par spores ou par gamètes produites respectivement dans des sporocystes et gamétocyste dont la paroi est une simple membrane.



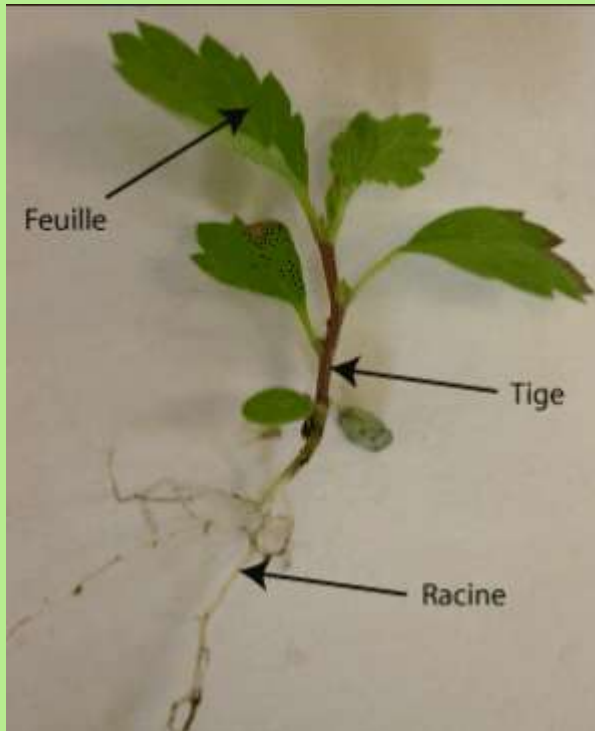
-Une partie des Thallophytes est chlorophyllienne autotrophe, ce groupe correspond aux algues. Une autre partie est dépourvue de chlorophylle et adaptée à la nutrition hétérotrophe, dans ce cas il s'agit des Champignons et des Myxomycètes. D'autres sont adaptés à la vie en symbiose avec des algues ou avec des Cyanophytes, Il s'agit des Lichens.

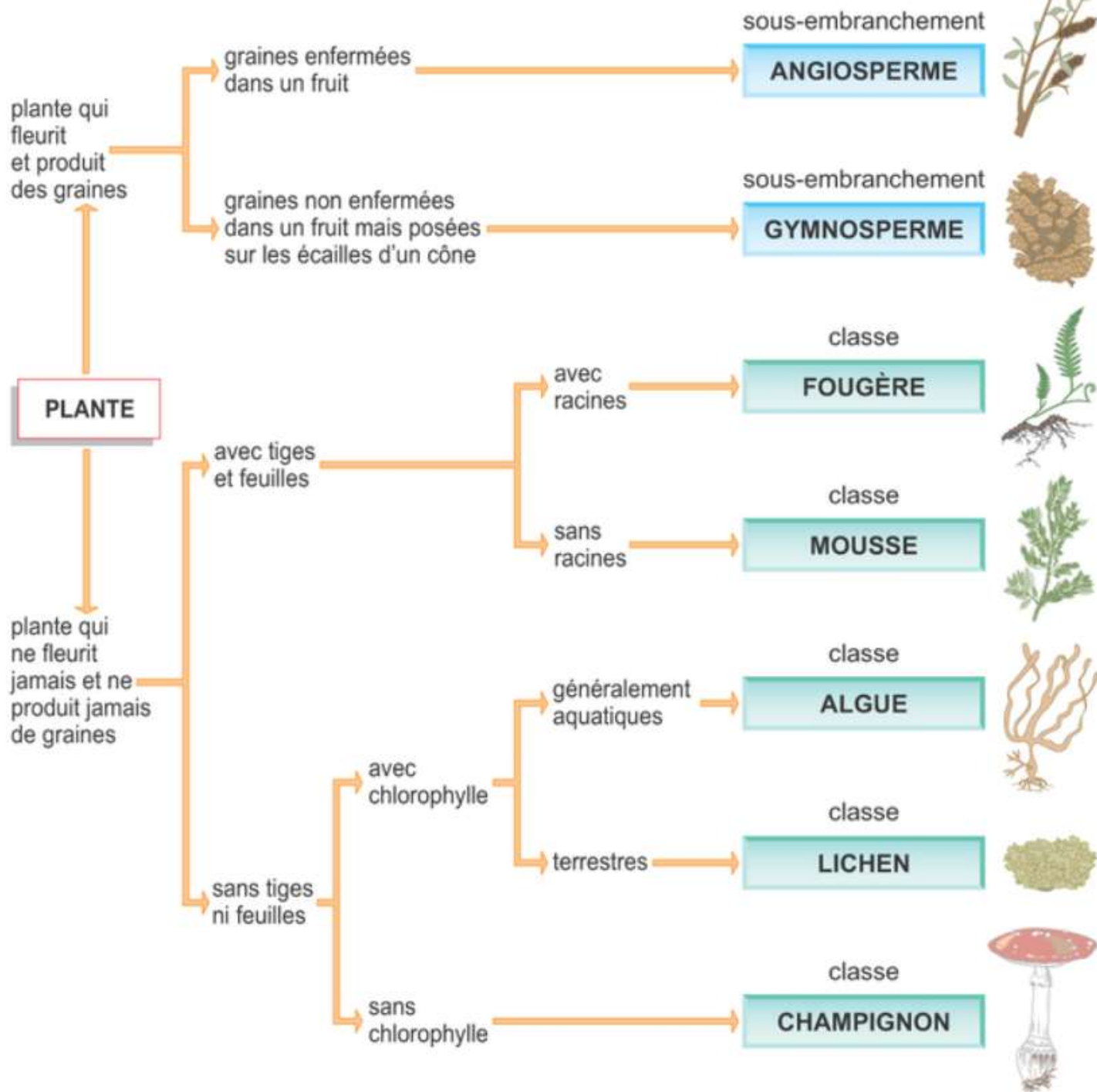


► Si l'appareil végétatif est un cormus (système d'axes feuillés avec des tissus et des organes vrais), on a des cormophytes. Ils constituent le troisième niveau d'organisation.

Parmi les cormophytes, seuls les trachéophytes sont vascularisés (Tissu conducteurs).

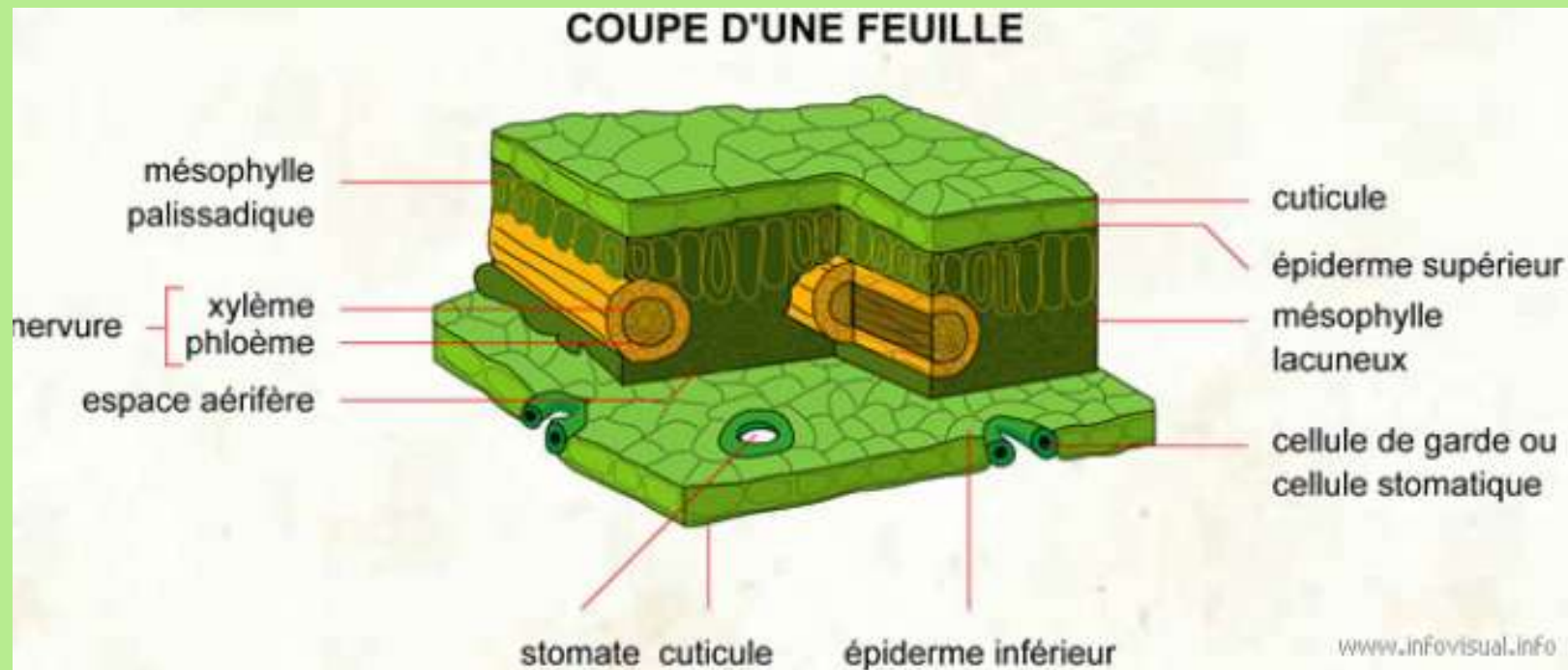
Les cryptogames ont leurs organes reproducteurs cachés, ils sont par contre visibles chez les phanérogames.





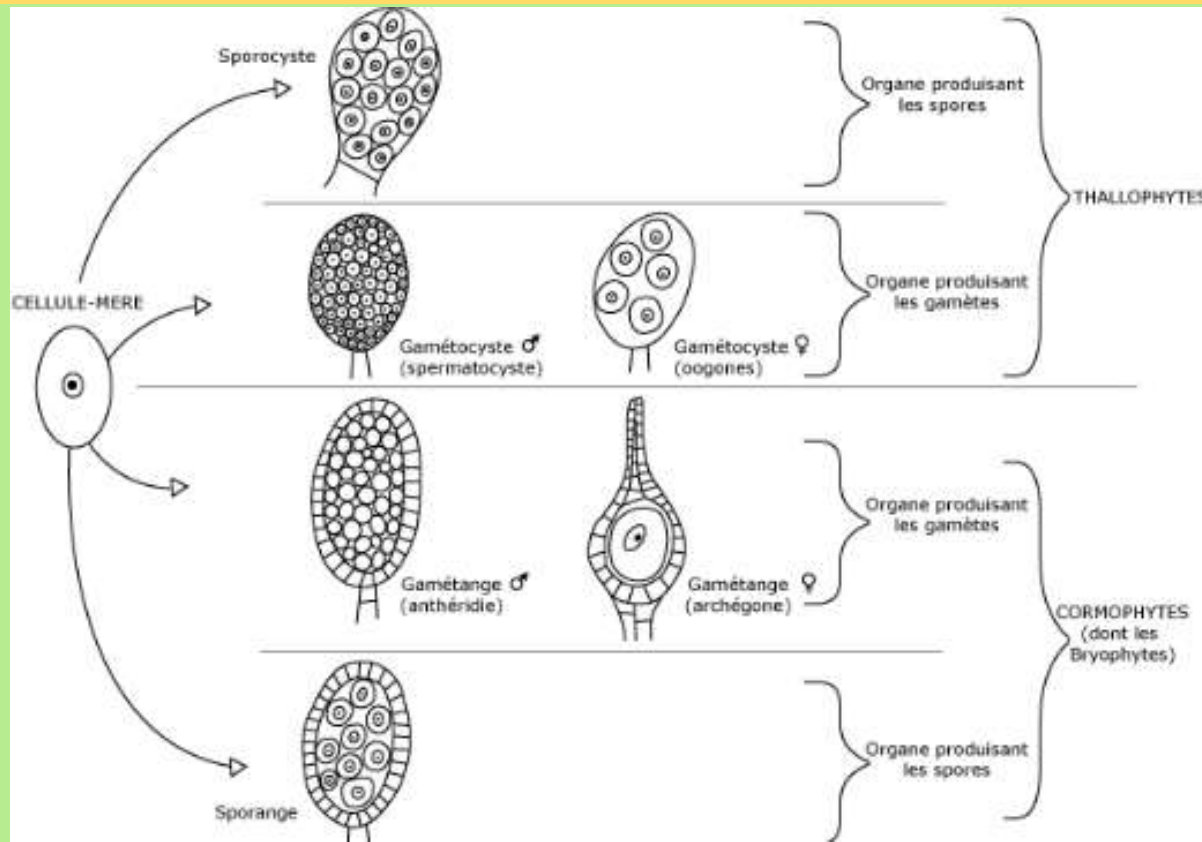
Les Cormophytes, troisième niveau d'organisation des végétaux

- Cellules eucaryotes toujours pluricellulaires
- Cellules réunies en tissus structurés appelés parenchymes qui forment des organes différenciés plus complexes qu'un thalle, on parle dans ce cas de Cormus, d'où le nom de Cormophytes.



- Le gamète femelle se développe à l'intérieur d'un gamétange particulier: l'archégone, d'où le nom d'archégoniates. Le gamète mâle seul mobile vient à la rencontre du gamète femelle par sa propre mobilité ou par un tube vecteur.

- Trois embranchements: Bryophytes, Ptéridophytes et Spermatophytes.



- Présence de tiges et de feuilles mais pas de racines ni de tissus conducteur $\Rightarrow$ Les Bryophytes.
- Présence de tiges, de feuilles, de racines et d'un appareil conducteur mais pas de fleurs ni de graines $\Rightarrow$ Les Ptéridophytes.

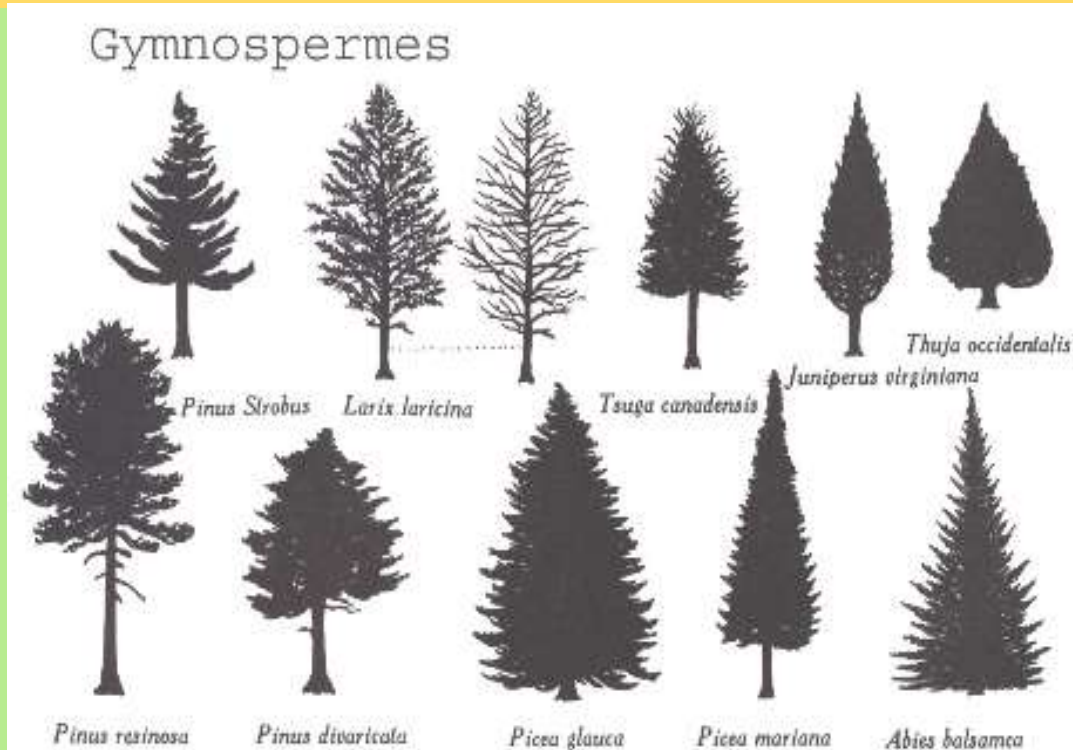


-Présence de tiges, de feuilles, de racines, d'un appareil conducteur, d'organes spécialisés dans lesquels se forment les gamètes ⇒ Les Spermaphytes.

Ils constituent l'embranchement le plus important dans la nature actuelle. Il est subdivisé en 2 sous-embranchement:

► Gymnospermes

► Angiospermes



-1- Les Gymnospermes:

Chez la grande majorité des Gymnospermes, les ovules et les graines sont nus et ne sont entourés d'aucune enveloppe. Les éléments conducteurs sont appelés trachéides.



-2- Les Angiospermes:

Ce sont les plus nombreux. Les ovules sont inclus dans un organe appelé ovaire. Le gamète mâle doit traverser une paroi pour pouvoir féconder l'ovule et les graines sont incluses à maturité dans un fruit. A la différence des Gymnospermes, les éléments conducteurs sont appelés vaisseaux.



LES NIVEAUX D'ORGANISATION.

Procaryotes

(Bactéries)

Cyanobactéries

= Algues bleues

Thallophytes

Phéophytes

Rhodophytes

Chlorophytes

= Algues brunes

= Algues rouges

= Algues vertes

Myxomycètes

Mycophytes

(ou Champignons)

Lichens

Cryptogames

Cormophytes

Bryophytes

Ptéridophytes

= Cryptogames
vasculaires

Spermatophytes

Gymnospermes

Angiospermes

= Phanérogames

Nomenclature:

Les végétaux sont classés dans 7 unités systématiques, on parle également de taxons:

► Règne		Végétal
► Embranchement	-ytes	Antrophyte
► Classe	-opsida	Magnoliopsida
► Ordre	-ales	Rosales
► Famille	-aceae	Rosaceae
► Genre	Nom latin	Rosa
► Espèce	Nom latin	canina

Le concept du monde vivant à 3 règnes:

- ▶ Règnes bactériens
- ▶ Règne végétal
- ▶ Règne animal

Procaryotes	Règne bactérien	
	Règne végétal	Thallophytes
Cormophytes		
		Protozoaires
Règne animal		Métazoaires
Eucaryotes		

Le concept du monde vivant à 5 règnes:

- ▶ **Monera** (Bactéries + Cyanobactéries)
- ▶ **Protista** (Eucaryotes unicellulaires)
- ▶ **Fungi** (Champignons)
- ▶ **Plantae** (Plantes)
- ▶ **Animalia** (Animaux)

	Taxons	Whittaker (1969)
Procaryotes	Bactéries Algues procaryotes (cyanobactéries)	Monera
Eucaryotes	Protozoaires Majorité des algues unicellulaires Hyphochytriomycètes Plasmodiophoromycètes	Protista
	Myxomycètes Acrasidés Labyrinthulomycètes Oomycètes	Fungi
	Eumycota	
	Algues vertes (y compris certaines unicellulaires) Algues rouges (y compris certaines unicellulaires) Algues brunes	Plantae
	Embryophytes	
	Métazoaires	Animalia

Chapitre II: Les Cyanobactéries



-I- Généralités:

-Unicellulaires ou filamenteuses

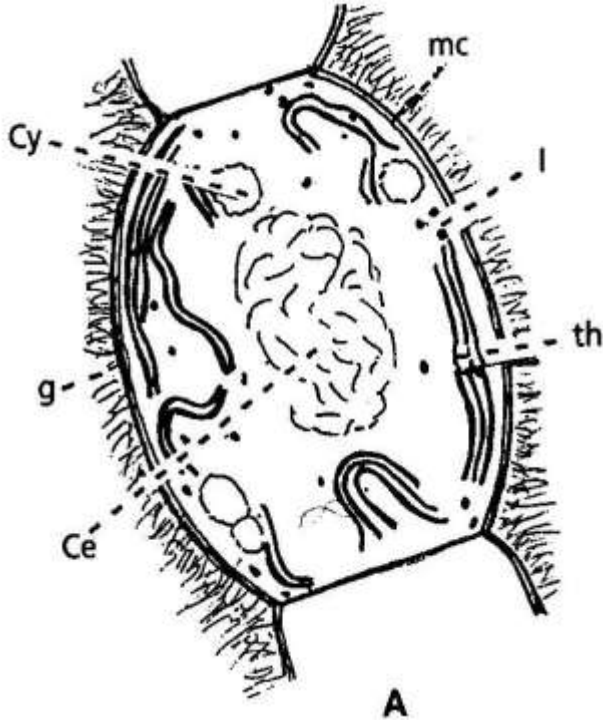
- Vivent dans l'eau ou dans les milieux humides. Certaines espèces vivent fixées aux fonds vaseux des eaux douces et sur les roches humides, d'autres sont planctoniques, ces dernières pullulent surtout pendant la saison chaude et peuvent former une couche continue à la surface des lacs. Une autre catégorie de cyanobactéries possède une extrême tolérance aux alternances de sécheresse et d'humidité, mais ne végètent qu'en atmosphère humide.



-II- Caractères cytologiques:

► Une enveloppe mucilagineuse, ou gaine, qui réunit des groupes de cellules ou de filaments, et donnant à toute la colonie une consistance gélatineuse, d'où le nom de Myxophycées (Algues gélatineuses).

Cette enveloppe n'est pas présente chez toutes les espèces des Cyanophytes.

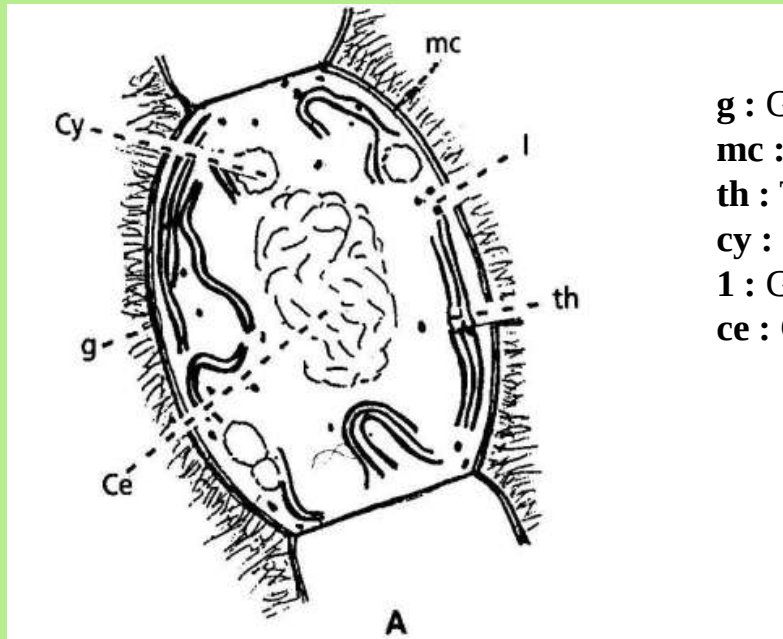


- g : Gaine mucilagineuse
- mc : Membrane cellulosique
- th : Thylacoïdes dans le chromatoplasme périphérique
- cy : Granules de cyanophycine
- l : Gouttelettes lipidiques
- ce : Centroplasme contenant des filaments de chromatine

► Une membrane externe de structure et de composition proche de celle des bactéries

► Un appareil photosynthétique appelé chromatoplasme formé de thylacoïdes non inclus dans un chloroplaste.

La lamelle principale du thylacoïde contient de la chlorophylle a et plusieurs caroténoïdes et d'autres pigments, les phycobilines. Il y'a 2 types de phycobilines: la phycocyanine, pigment bleu, et la phycoérythrine qui est rouge.



g : Gaine mucilagineuse

mc : Membrane cellulosique

th : Thylacoïdes dans le chromatoplasme périphérique

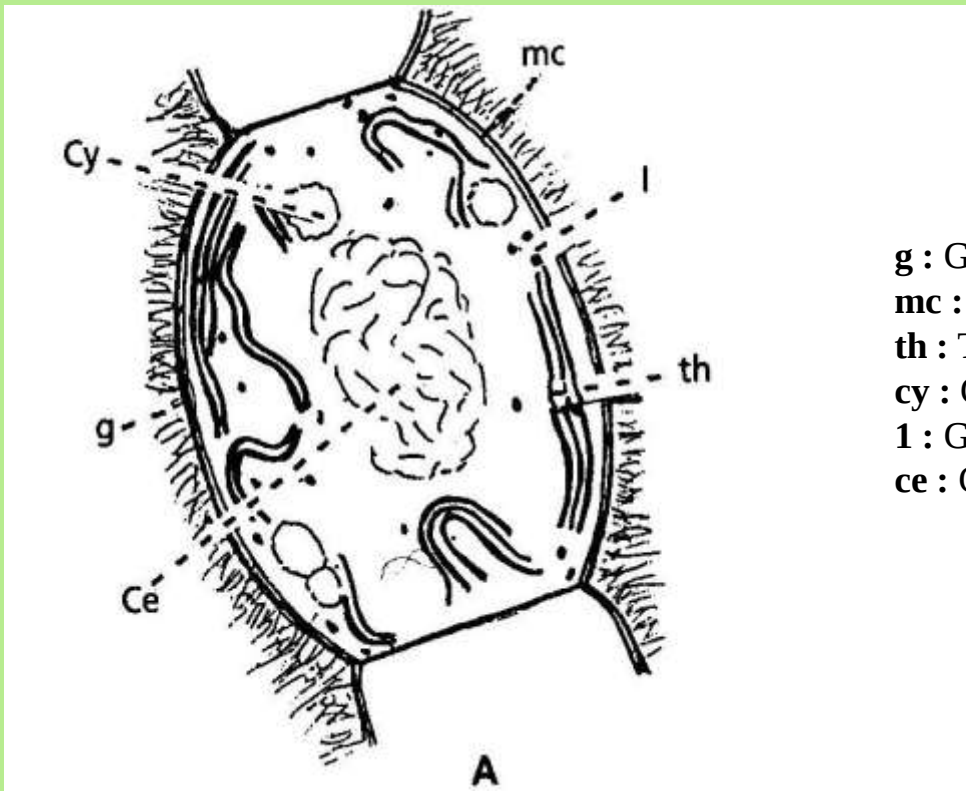
cy : Granules de cyanophycine

l : Gouttelettes lipidiques

ce : Centroplasme contenant des filaments de chromatine

► Une partie centrale contenant des filaments d'ADN que l'on appelle le centroplasme.

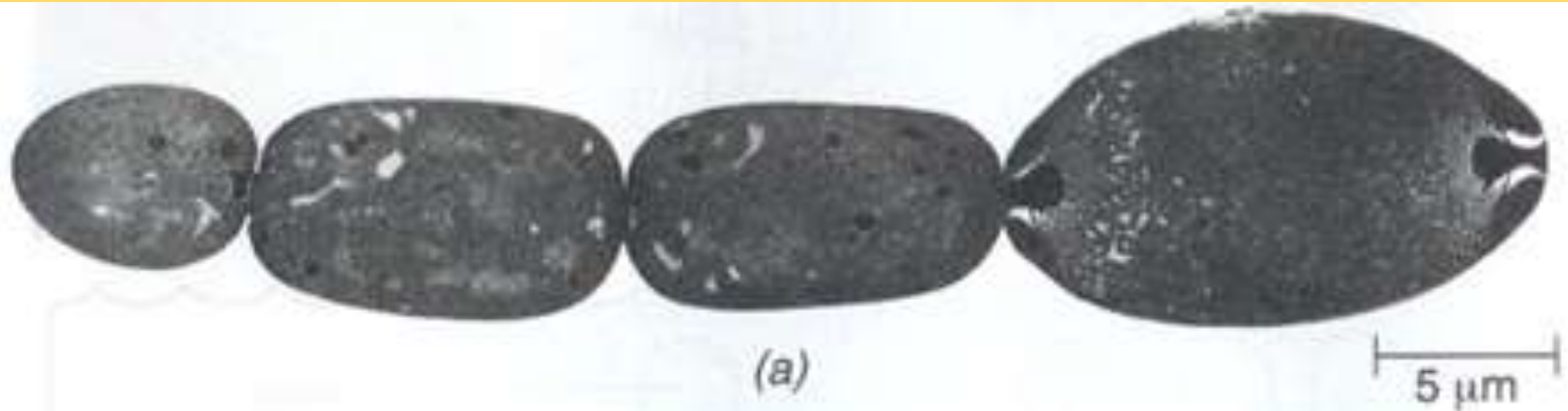
► La cellule contient également différentes inclusions, telles que des ribosomes, des granules de réserve appelées cyanophycines. Les espèces flottantes contiennent en plus des vésicules gazeuses, des vésicules contenant de l'azote.



- g : Gaine mucilagineuse
- mc : Membrane cellulosique
- th : Thylacoïdes dans le chromatoplasme périphérique
- cy : Granules de cyanophycine
- l : Gouttelettes lipidiques
- ce : Centroplasme contenant des filaments de chromatine

► La division se fait par apparition d'une membrane annulaire qui se développe vers le centre en se refermant à la manière d'un diaphragme qui provoque une constriction, puis une coupure du réseau chromatique.

► Certaines Cyanobactéries filamenteuses sont capables d'assimiler l'azote gazeux grâce aux hétérocystes qu'elles possèdent.



Filaments d'*Anabaena*.

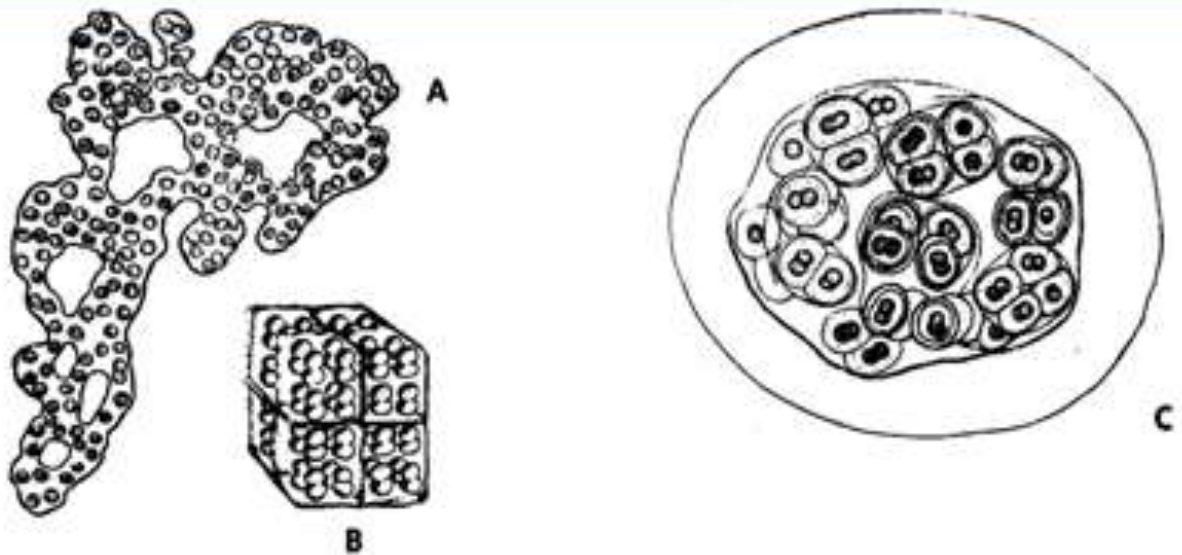
(a) Chaîne de cellules réunies par des parois incomplètement séparées. La première cellule à droite de la chaîne est un hétérocyste (fixation de l'azote)

Systématique:

L'embranchement des Cyanobactéries est divisé en 3 ordres:

Ordres des Chroococcales

Les cellules sont groupées en colonies plates ou globuleuses, fixées ou flottantes.



A: Colonie plate de *Microcystis*

B: Colonie globuleuse de *Eucapsis*

C: Colonie sphérique de *Gleocapsa*

Ordre des Chamaesiphonales

Les cellules sont groupées en petits amas fixés sur des rochers, des coquilles, ou en épiphytes sur le thalle d'algues.

Schéma d'une colonie de
Dermatocarpon fixée en
épiphyte sur une algue



Ordre des Hormogonales

Les cellules sont réunies en longs filaments, diversement agencés pour former des colonies. La multiplication se fait par découpage des filaments en segments appelés hormogonies.

Hormogonales homocystées

Les cellules sont toutes semblables, et les filaments non ramifiés.

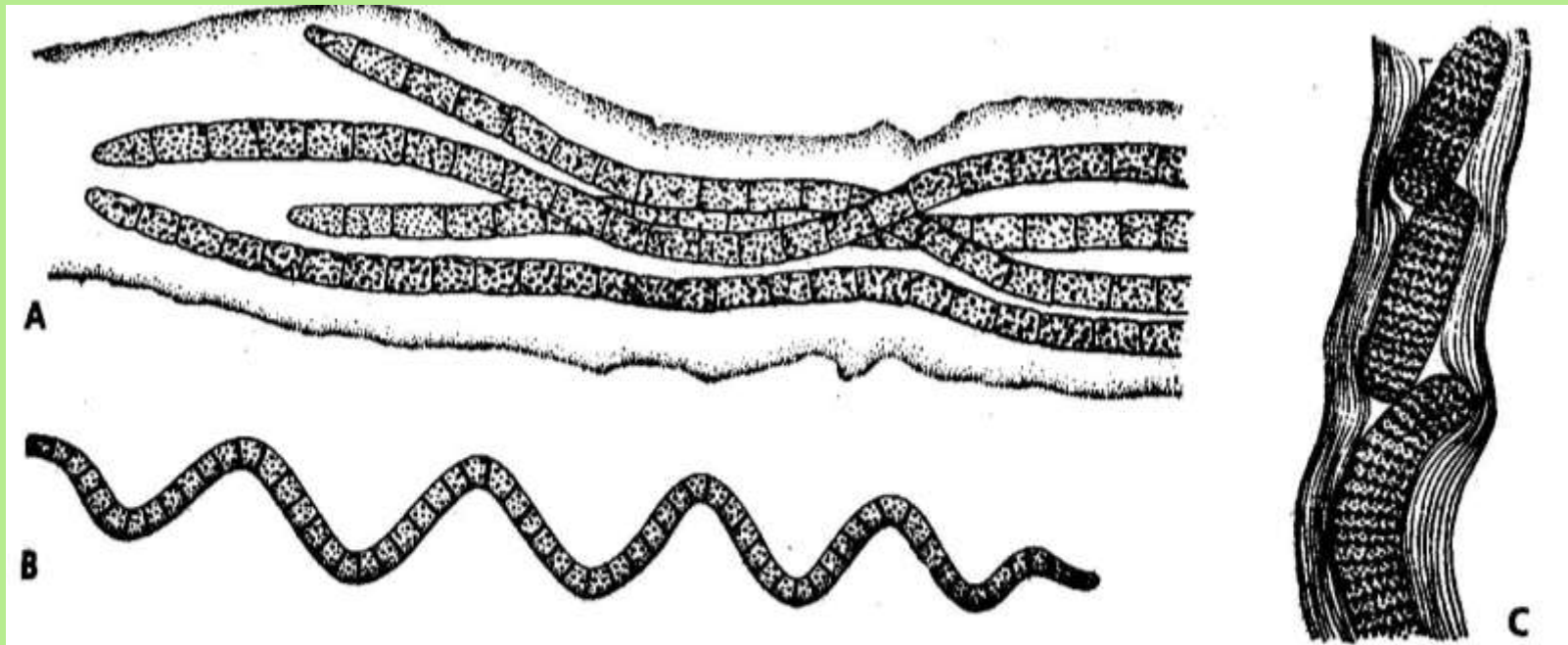


Figure 2.3 Hormogonales homocystées.

A : *Microcoleus*, extrémité d'un faisceau de filaments dans une gaine commune.
B : *Spirulina*. C : *Lyngbia*, formation des hormogonies à l'extrémité d'un filament.

Hormogonales hétérocystées

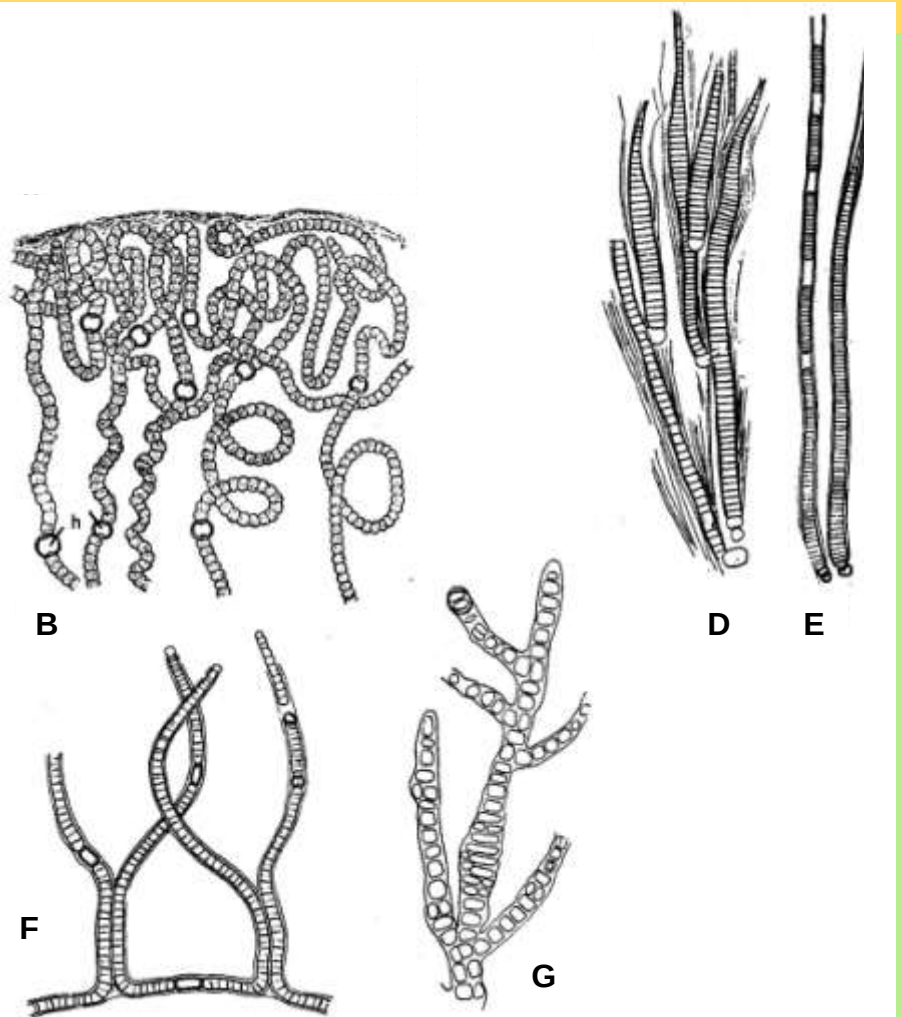
C'est les plus nombreuses des Cyanobactéries. Les filaments comportent de place en place des hétérocystes, cellules grossies et membrane épaisse, dont le contenu est coloré par du carotène.

(B) Détail d'un fragment d'une colonie de Nostoc montrant les filaments cellulaires à hétérocystes.

(D) et (E) Rivularia, chaque filament part d'un hétérocyste, en (E) on note la formation d'hormogonies

(F) Scytonema, filaments a fausses ramifications

(G) Stigonema, filaments plurisériés



Chapitre III: LES ALGUES

La branche de la biologie végétale qui étudie les algues s'appelle la Phycologie ou algologie.

Les Algues sont abondantes sur la biosphère, elles sont principalement réparties dans les milieux aqueux.

Elles peuvent être mobiles et de petites tailles, en suspension dans l'eau, dans ce cas on les appelle le phytoplancton. D'autres peuvent vivre sur ou dans le substrat des fonds marins ou d'eau douce ou nageant au voisinage immédiat du fond dans ce cas on parle d'algues benthique.

Organisation des thalles:

L'appareil végétatif des algues est appelé thalle.

Le thalle peut être constitué d'une seule cellule, on parle alors de thalle unicellulaire, ou il peut avoir une structure plus complexe: pluricellulaire.

Il existe 3 types de thalles:

- Archéthalle
- Nématothalle
- Cladomothalle (thalle à cladome)





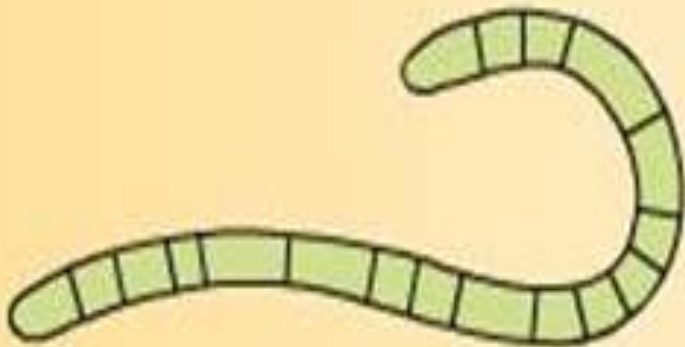
Closterium

Chlamydomonas

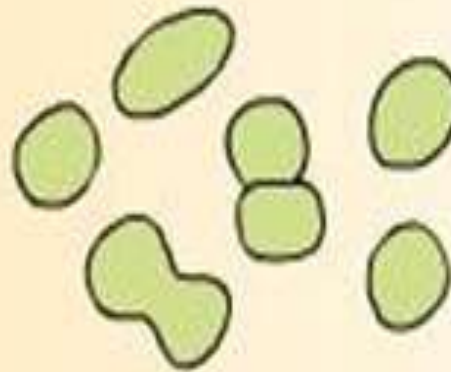


LES ARCHETALLES

Ils sont les plus simples et sont constitués soit de cellules isolées, dans ce cas on parle d'archéthalle unicellulaire, ou de cellules groupées et semblables entre elles dans ce cas on parle d'archéthalle pluricellulaire.



Linéaire



Dissocié

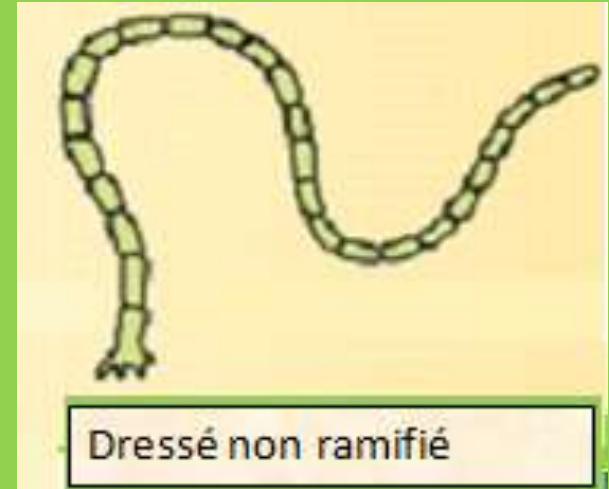
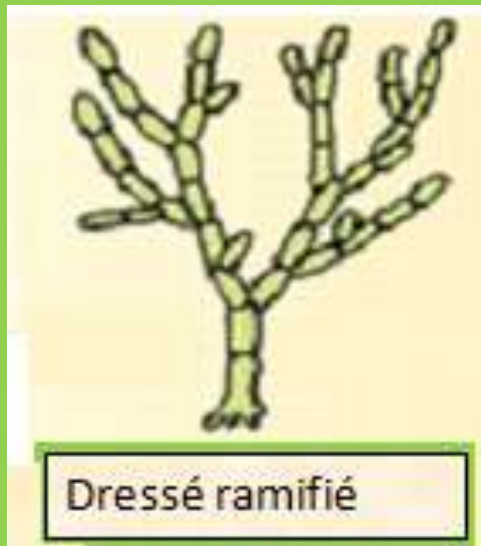


Massif

Les Nématothalles ou Prothalles

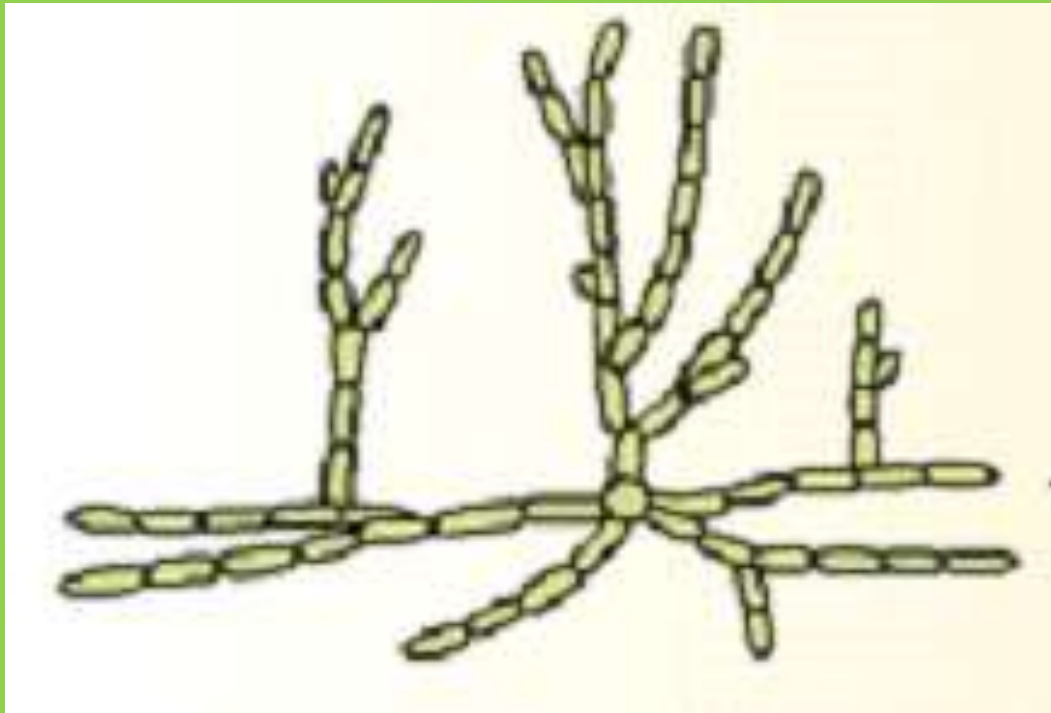
Ils sont constitués d'un ensemble de filaments qui sont soit ramifiés, ou non ramifiés.

Un nématothalle provient d'un archéthalle unicellulaire ou pluricellulaire. Il produit au début de son développement des filaments nématothalliens rampants sur lesquels se développent des filaments dressés porteurs des organes reproducteurs.



Le thalle est dit hétérotriche complet lorsqu'il comporte des filaments rampants (prostrés) et des filaments dressés.

Quand un nématothalles engendre un thalle à cladome on parle de protonéma.

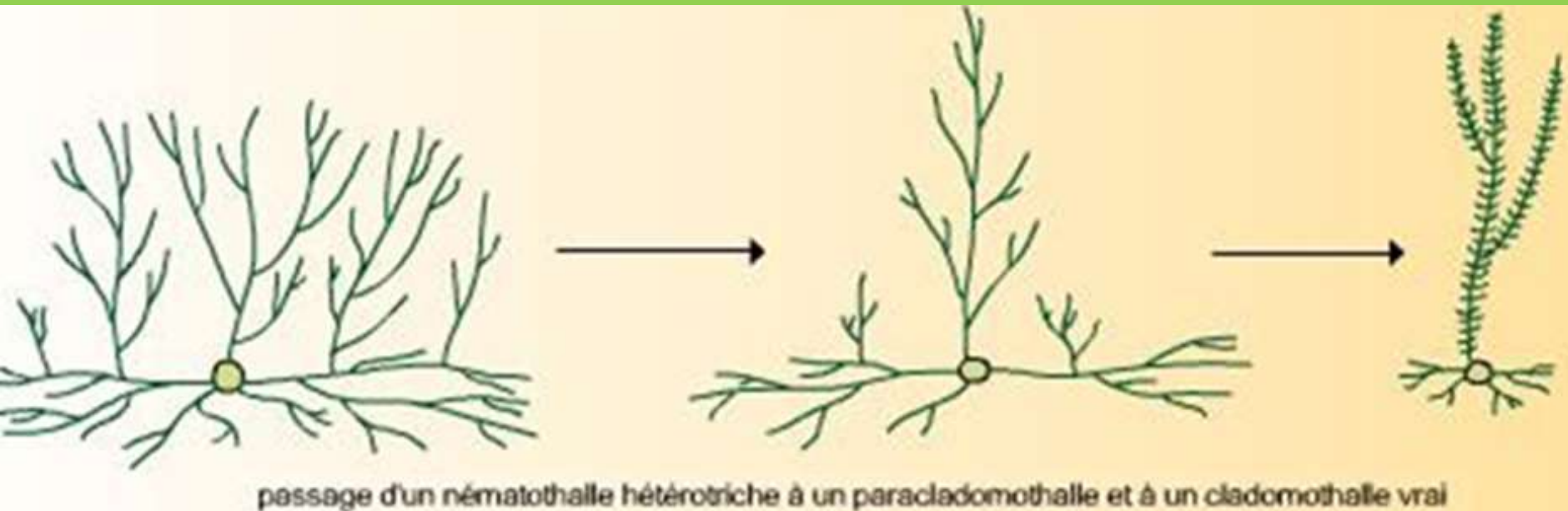


Hétérotriche ou complet

Les thalles à cladome

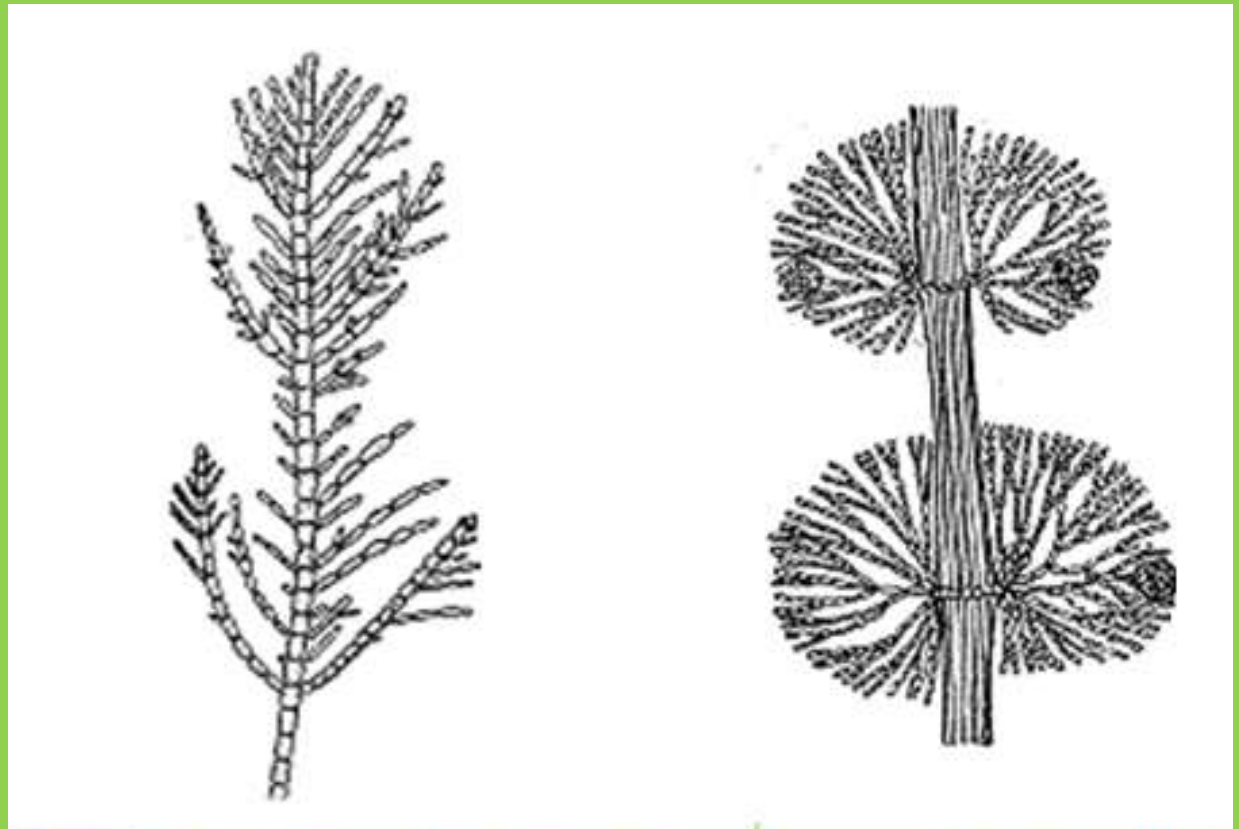
Les thalles à cladomes naissent soit sur un nématothalle pluricellulaire, soit directement sur une spore ou un zygote jouant le rôle d'un nématothalle unicellulaire.

Ils sont constitués de cladomes qui comportent, lorsqu'ils sont typiques, un axe cladomien à croissance illimitée, et des pleuridies à croissance limitée.



Une pleuridie est un bouquet de filaments courts et fins très ramifiés et très chlorophylliens, disposés en verticilles successifs tout au long du cladome.

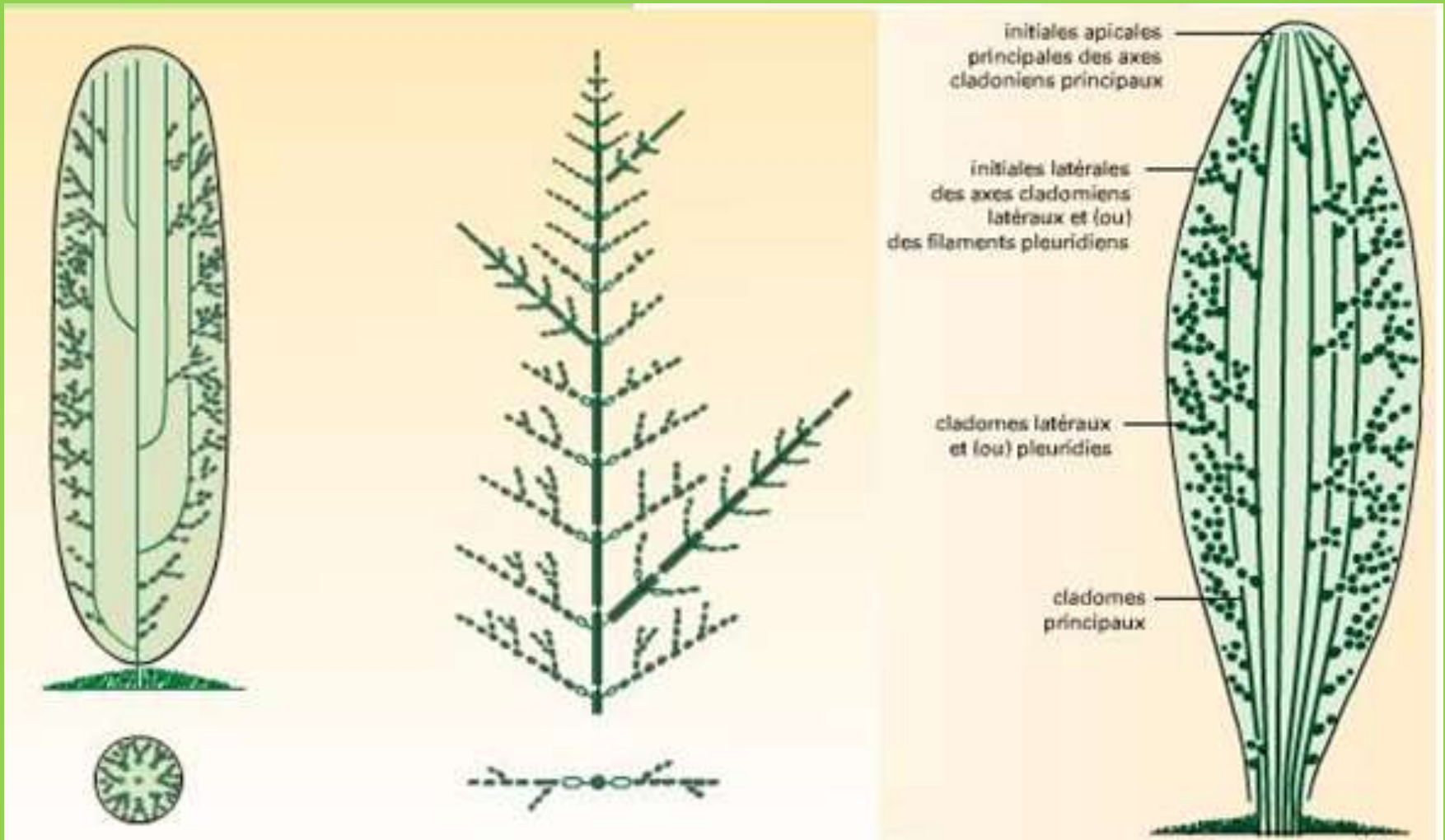
Le cladome principal peut porter des cladomes latéraux secondaires, eux-mêmes porteurs de cladomes tertiaires.



Exemple d'un thalle cladomien

Exemple de pleuredies

Les thalles à cladomes sont dits uniaxiaux s'ils possèdent un seul cladome principal. Ils sont multiaxiaux s'ils en comptent plusieurs nés simultanément sur les cellules d'un nématothalle pluricellulaire, et groupés en un faisceau.

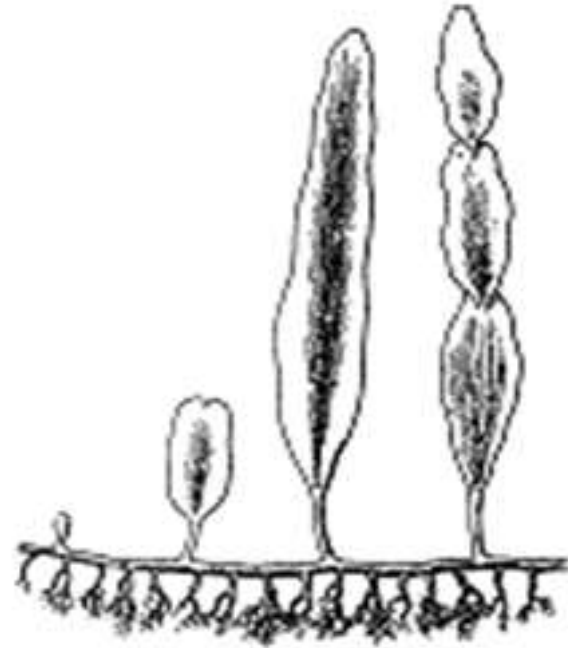


Les organes de fixation du thalle sur le substratum

Les algues pluricellulaires sont toujours fixées aux substratum par de simples prolongement de certaines de leurs cellules que l'on appelle des rhyzoïdes et qui peuvent se présenter sous la forme de disques, de crampons, ou bien sous une forme filamenteuse.



Gigartina qui se fixe solidement au rocher grâce à un crampon.

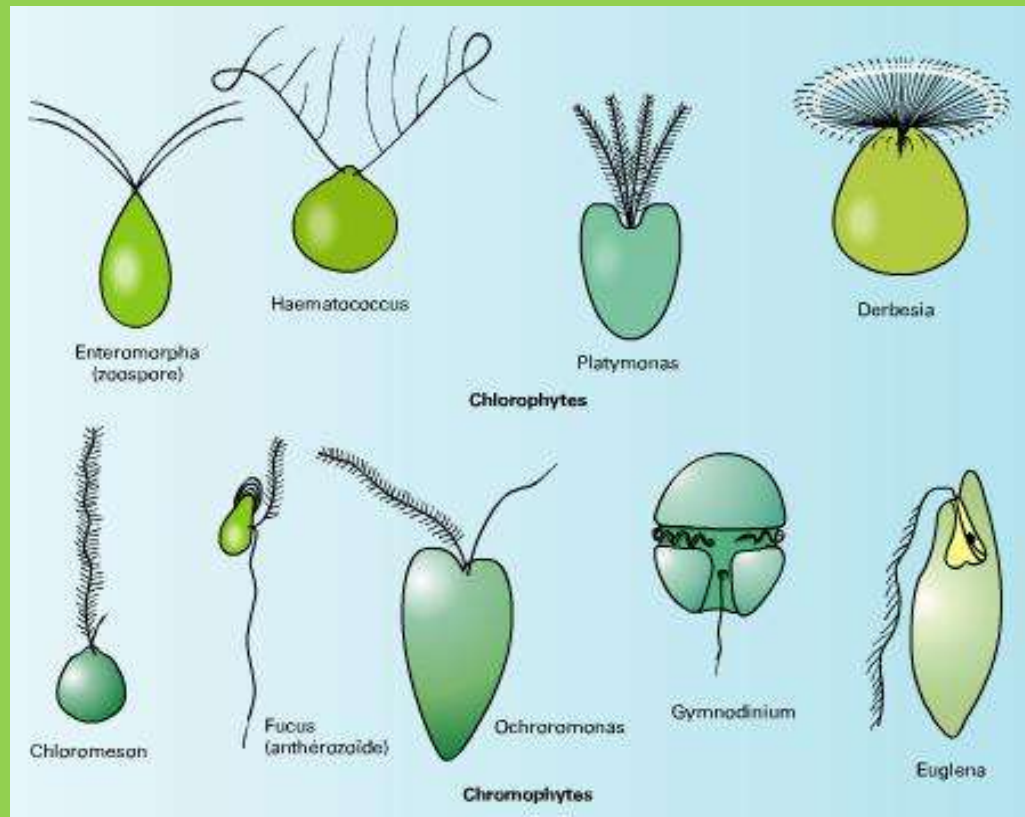


Rhizoïdes très ramifiés de Caulerpa

Appareil cinétique

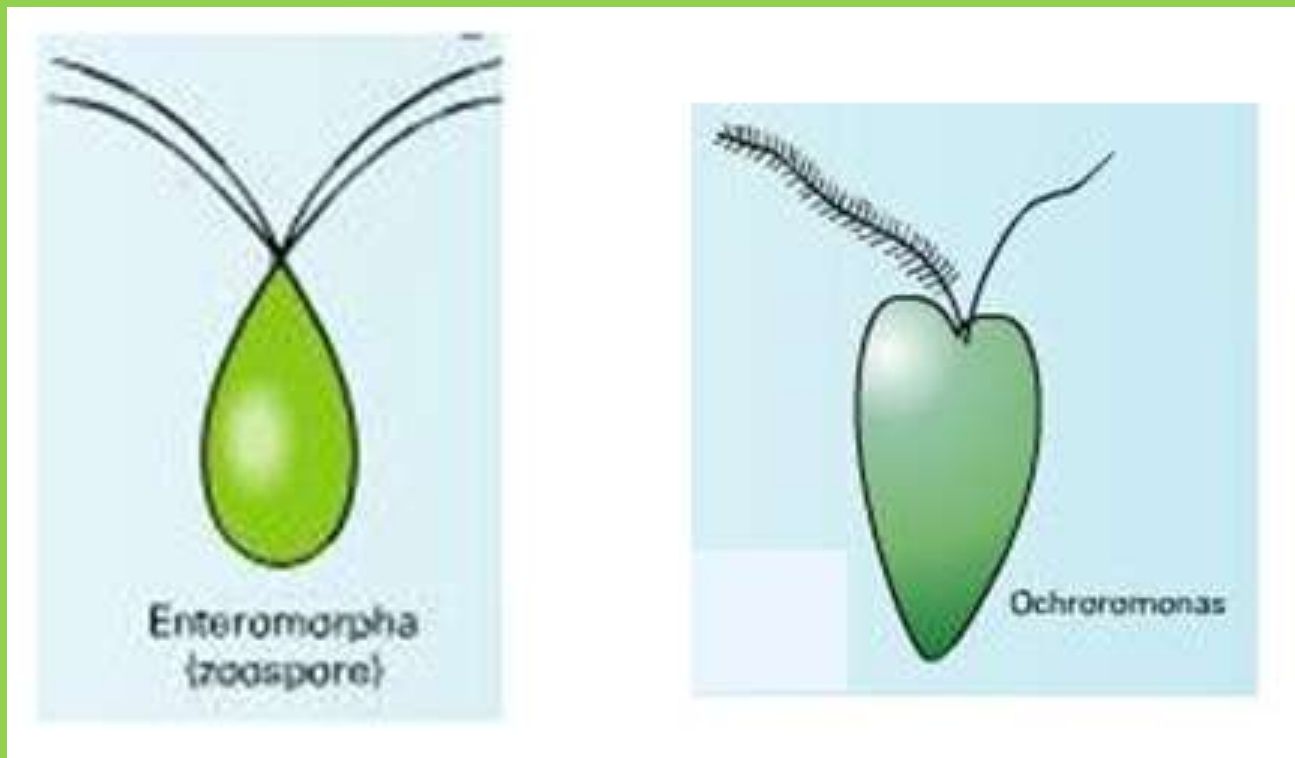
- Morphologie des flagelles

Chez les Algues unicellulaires mobiles et chez celles où les cellules reproductrices (zoospores ou zoogamètes) sont mobiles, la motilité est due à un appareil cinétique comportant des flagelles.



Les flagelles peuvent être lisses ou en fouet.

Quand ils sont couverts de minuscules fibrilles ils sont dits alors pectiné ou pennés. Les fibrilles sont appelées mastigonèmes.



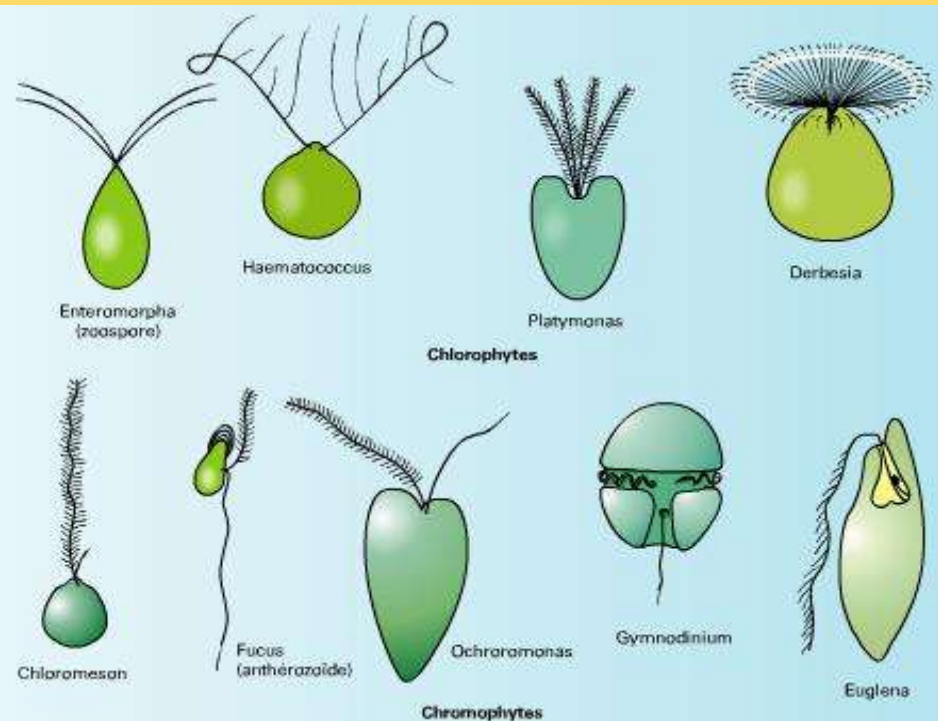
Une cellule est dite isocontée quand les flagelles sont identiques, hétérocontée quand les flagelles sont de tailles différentes, stéphanoconté quand elle présente des flagelles disposés en un ou plusieurs cercles de flagelles.



- Insertion des flagelles sur la cellule

Suivant le déplacement des cellules on peut distinguer:

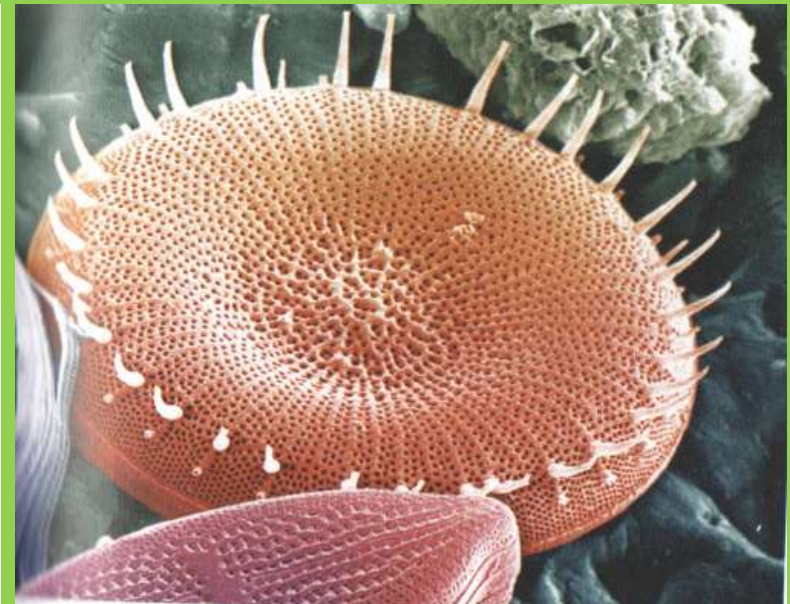
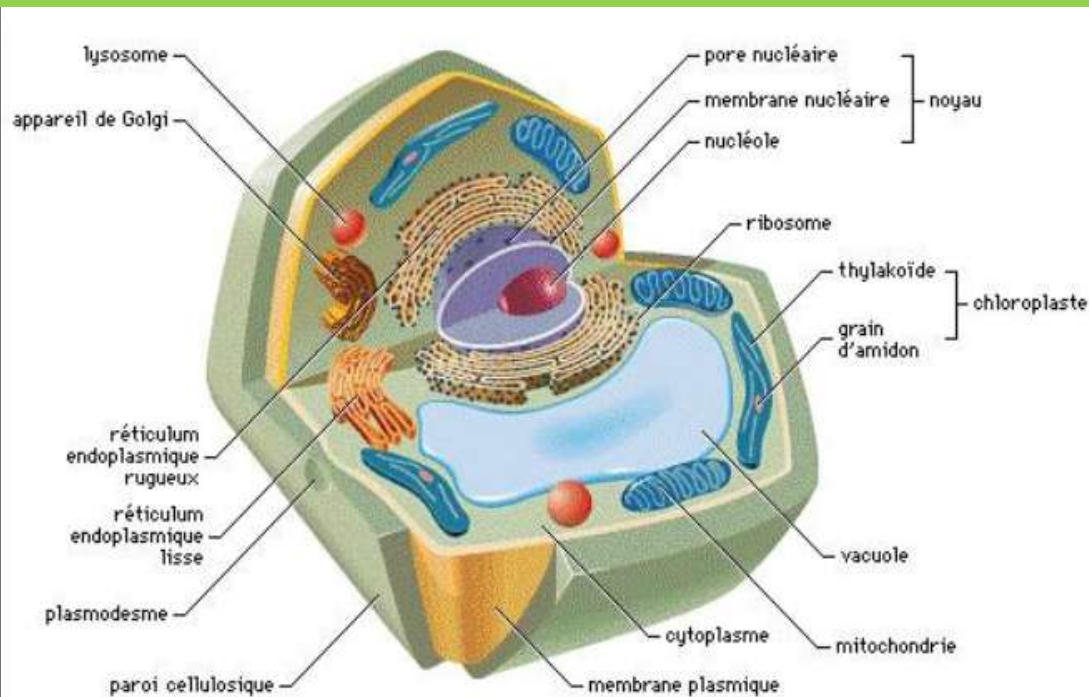
- ➔ Les arcocantées, les flagelles sont insérés à l'extrémité apicale de la cellule.
- ➔ Les basicontées, quand les flagelles sont insérés à la base de la cellule
- ➔ Les amphicontées, quand les flagelles sont latéraux.



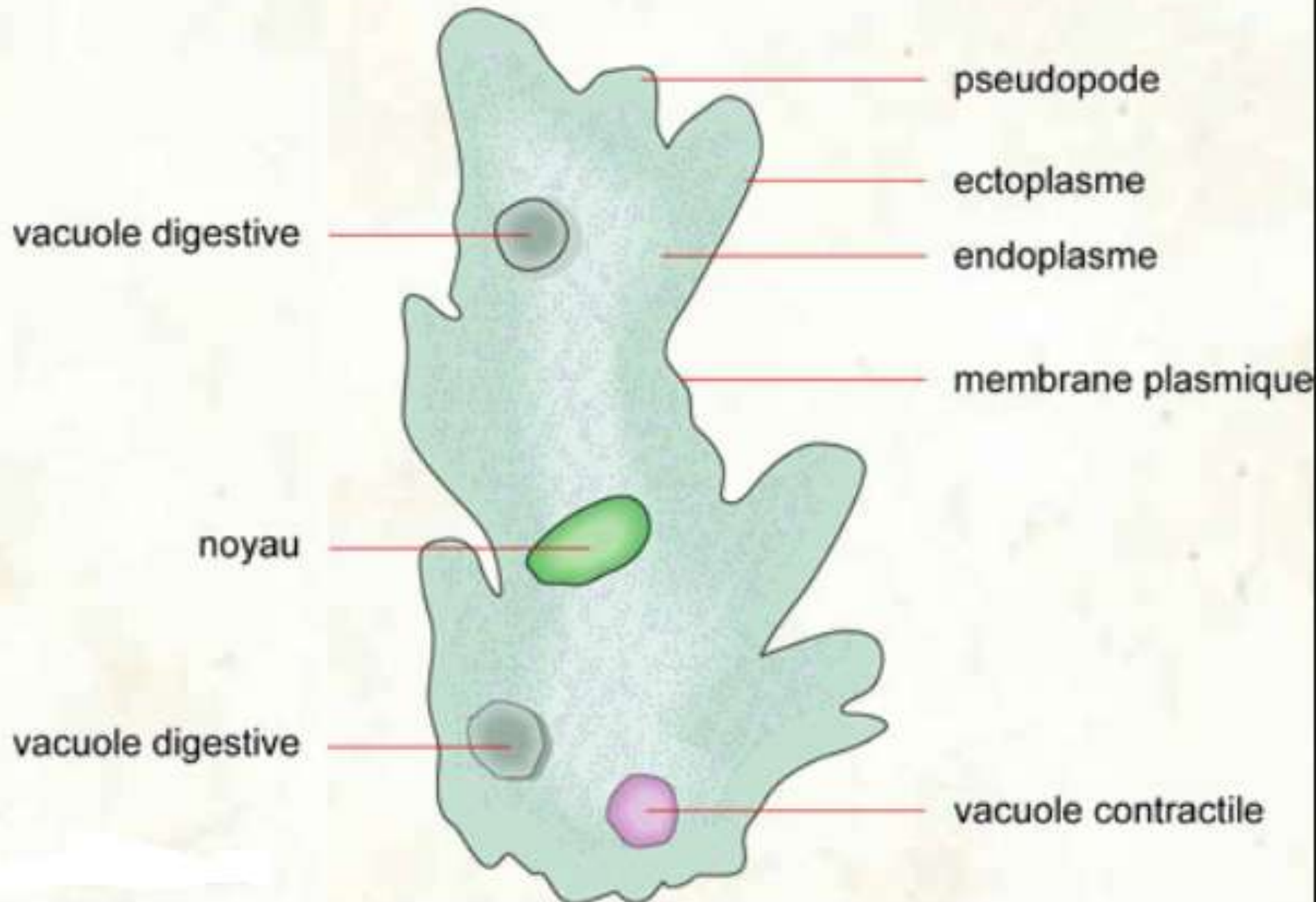
Etude de la cytologie des Algues

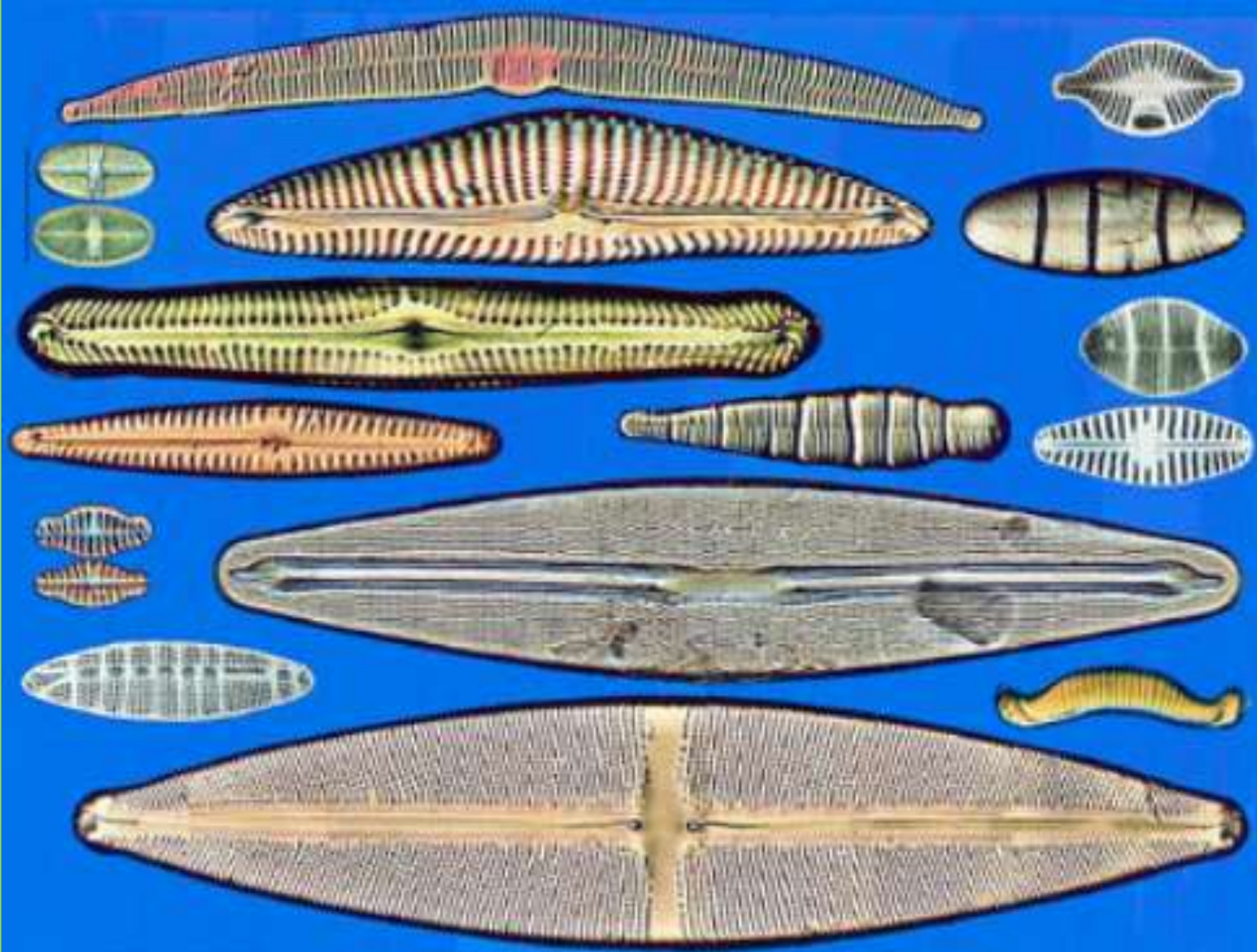
La paroi cellulaire:

Elle est absente chez quelques algues unicellulaires de type amiboïde, ou quelques gamètes qui ne présentent que la membrane plasmique comme couche protectrice. D'autres algues peuvent présenter une sorte de coquille siliceuse telles que les diatomées.



STRUCTURE DE L'AMIBE



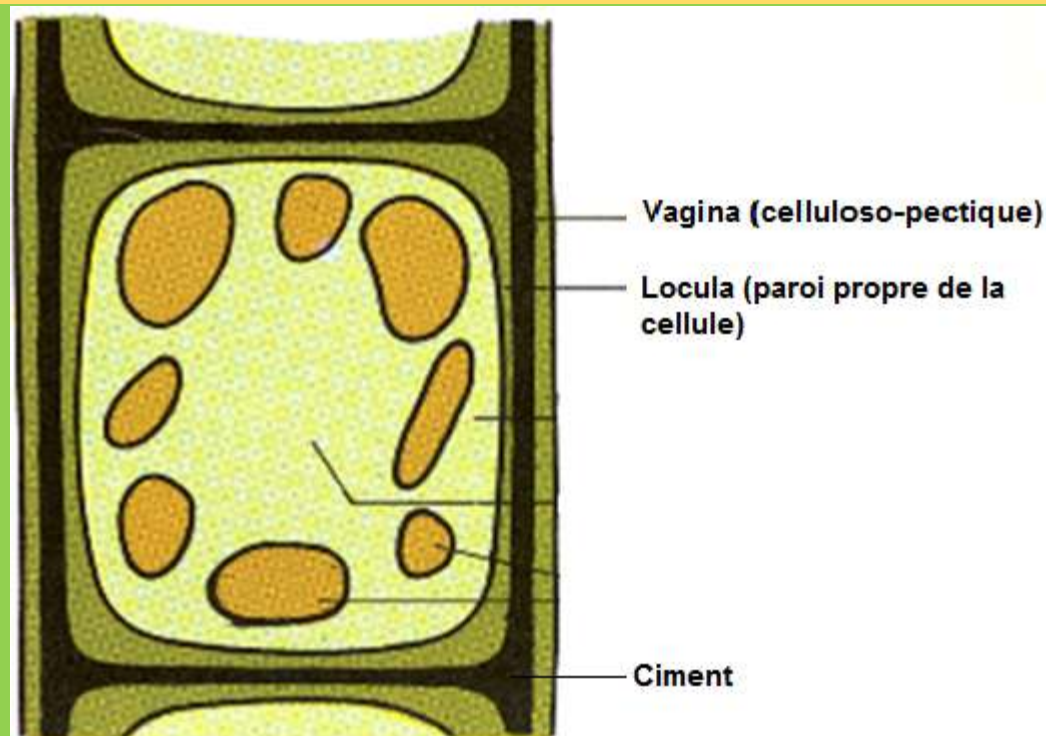


Chez les algues pluricellulaires, la paroi est formée de plusieurs couches.

La locula: Chaque cellule a sa propre paroi.

Le ciment: Les cellules sont unies entre elles par un ciment.

La vagina: L'ensemble des cellules est recouvert par une couche superficielle mince protectrice, et permeable.

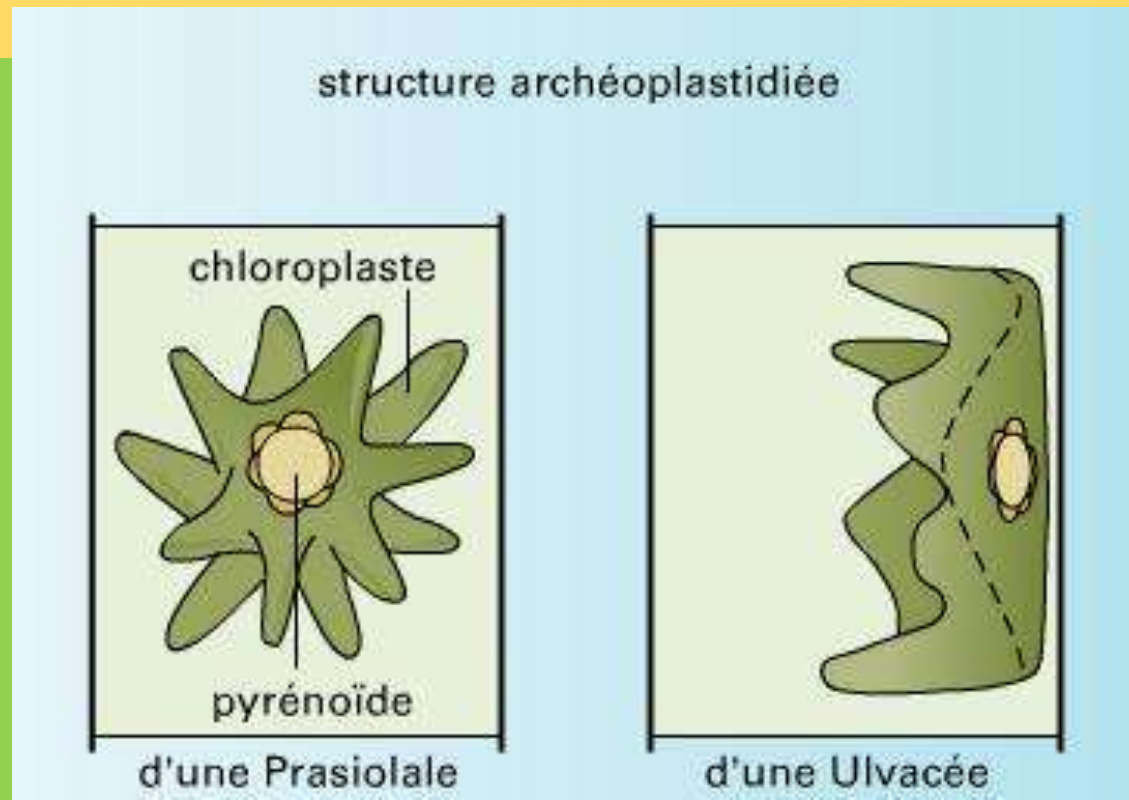


L'appareil plastidial

Selon l'évolution on distingue 3 types d'appareils plastidiaux:

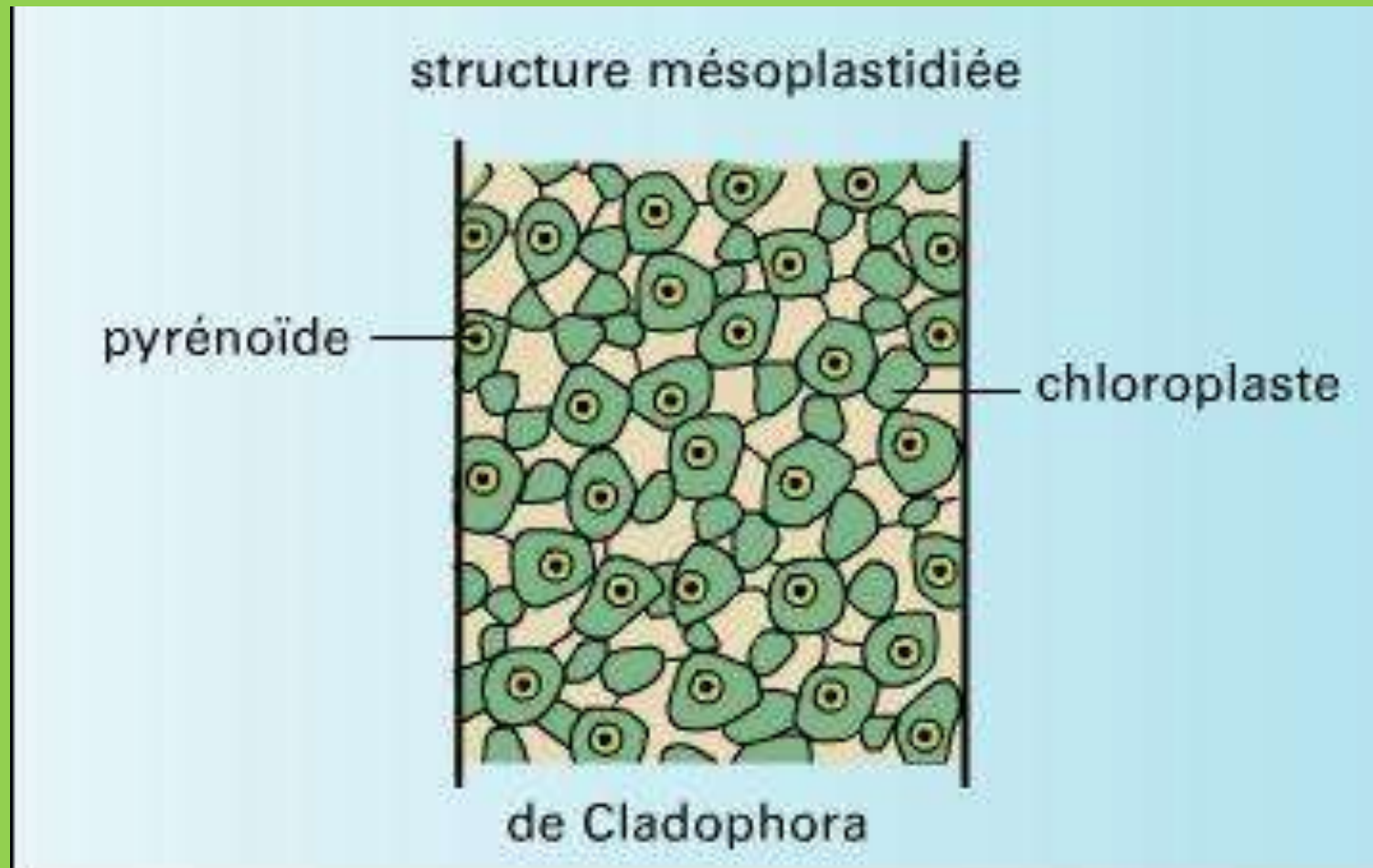
Type archéoplastidié

Un plaste unique et de grande taille et de position centrale ou pariétale.



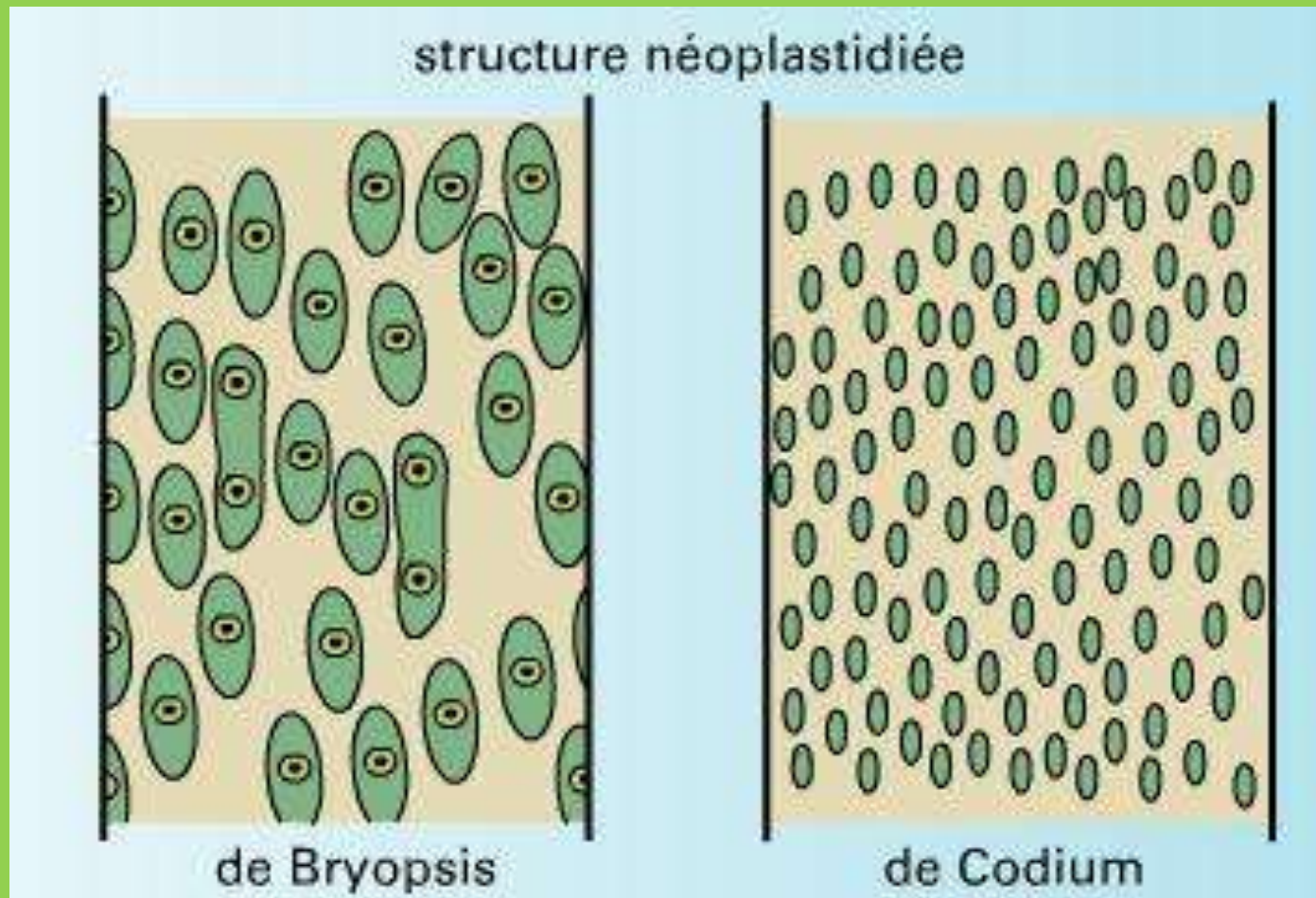
Type Mésoplastidié

Plusieurs chloroplastes mais qui sont groupés et reliés par des tractus cytoplasmiques.



Type Néoplastidié

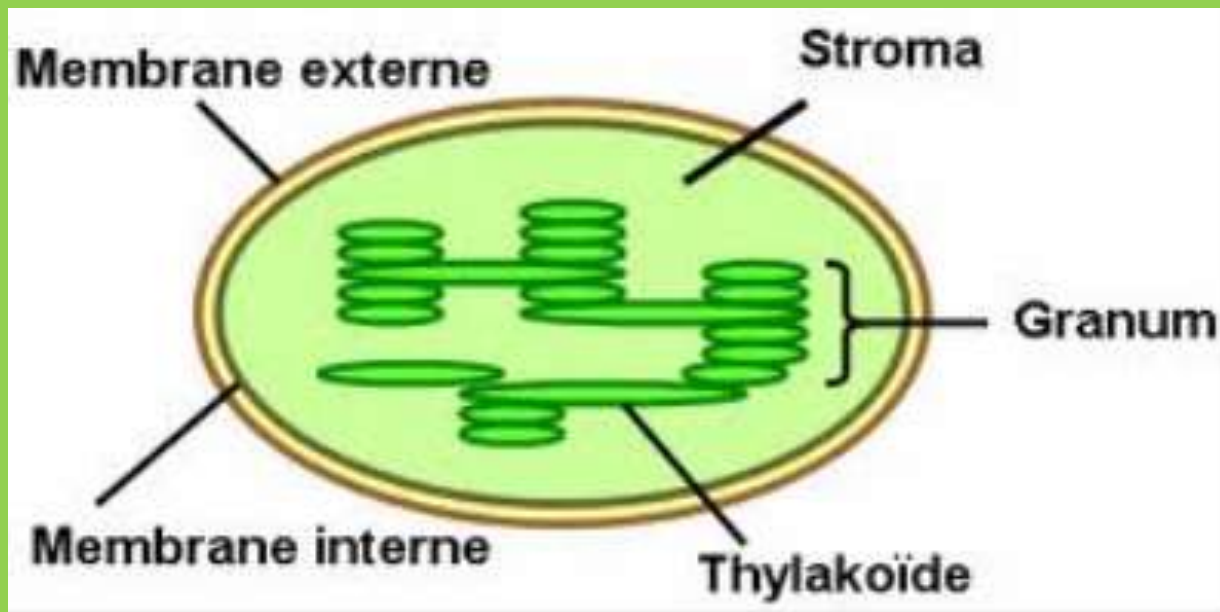
Plusieurs chloroplastes totalement libres dans la cellule.



L'enveloppe plastidiale

Chez les algues vertes et les algues rouges les plastes sont limités par une enveloppe constituée de 2 membranes comme c'est le cas chez les végétaux supérieurs.

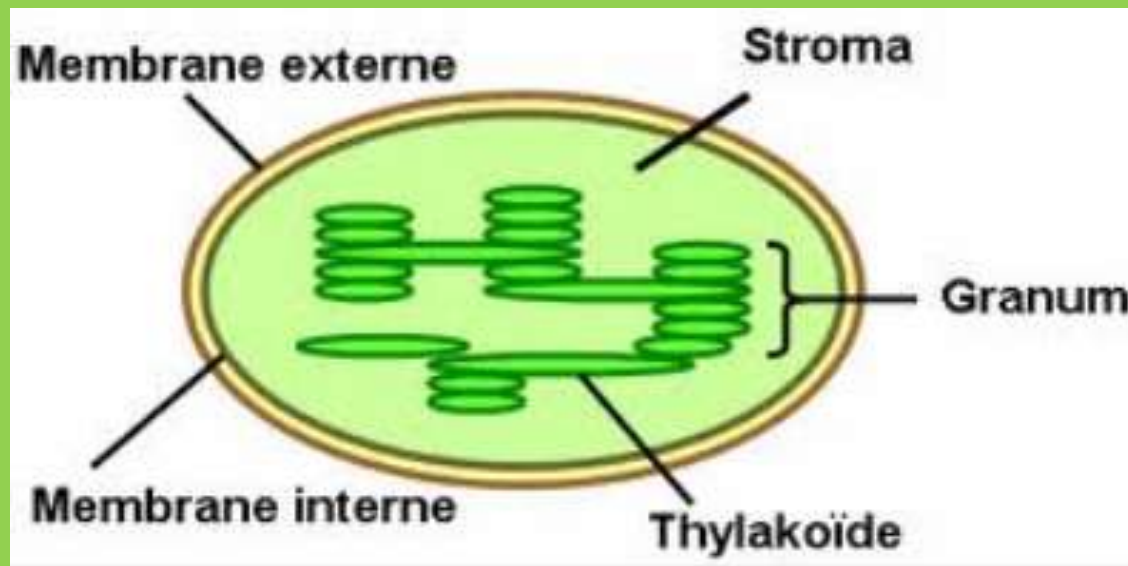
Chez les algues brunes, les plastes peuvent être entourés de 3 ou de 4 membranes et la dernière membrane est reliée au noyau.



Les thylakoïdes

Ils sont le support des systèmes photosynthétiques, ils sont de nature lipoprotéique et ont une disposition qui varie avec les différents groupes d'algues.

Chez les algues vertes la disposition des thylakoïdes est irrégulière, chez les algues rouges, ils sont isolés et répartis d'une façon uniforme dans le plaste, chez les algues brunes ils sont groupés par 3 ou par 4 et disposés dans le sens de la longueur.



Le complexe pigmentaire photosynthétisant

Les plastes chlorophylliens ont des couleurs variées selon le complexe pigmentaire qui a une composition différente, les chlorophylles pouvant être plus ou moins masquées par d'autres pigments.

Ce complexe pigmentaire donne une couleur caractéristique qui permet de rattacher une algue à un des grands groupes d'algues.

Selon la couleur du complexe pigmentaire on distingue 3 grands groupes d'algues:

Les algues rouges → Les Rhodophytes

Les algues brunes → Les Phéophytes

Les algues vertes → Les Chlorophytes



Trois groupes de pigments sont toujours impliqués: la chlorophylle, les caroténoïdes et les phycobillines.

Les chlorophylles:

Ils s'agit de pigments verdâtres. Il existe plusieurs chlorophylles: Chlorophylle *a*, c'est la plus abondante et présente chez tous les végétaux, la chlorophylle *b*, la chlorophylle *c* et la chlorophylle *d*.



Les caroténoïdes:

Ils s'agit de pigments de couleur jaune ou orange. Ils comprennent les carotènes et les xanthophylles.

Les phycobillines:

Ils présentent une couleur soit bleue= Phycocyanine, soit rouge = phycoérythrine.

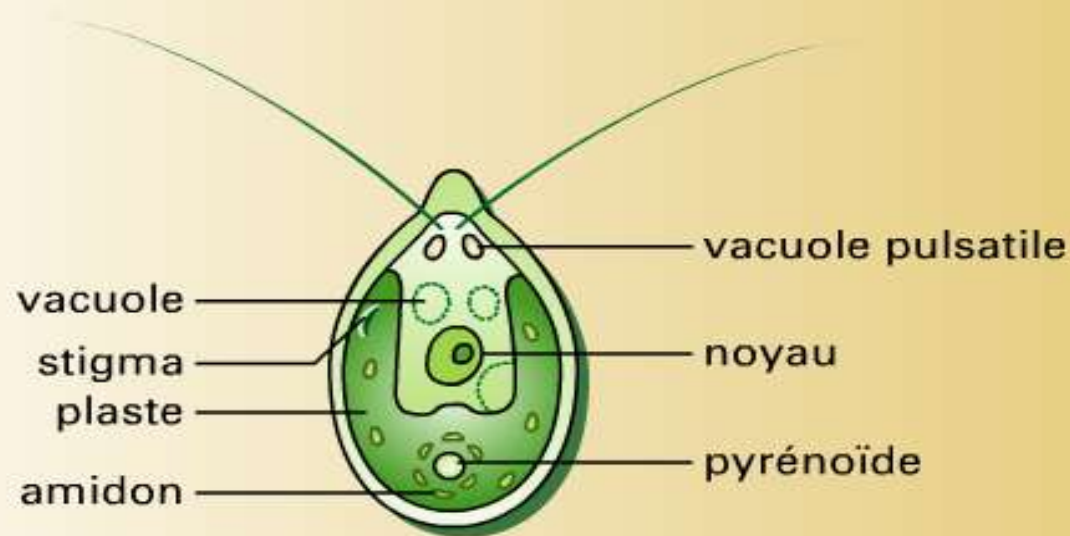


Repartition des pigments des plastes dans les différents groupes d'algues.

	Phéophytes	Rhodophytes	Chlorophytes	Végétaux supérieurs
Chlorophylles <i>a</i>	++	++	++	++
<i>b</i>			+	+
<i>c</i>	+			
<i>d</i>		+		
Carotènes α		+	+	+
β	++	++	++	++
Xanthophylles				
Zéaxanthine	+	+	++	++
Fucoxanthine	++			
Autres xanthines	+			
Phycobilines				
Phycoérythrine		++		
Phycocyanine		+		

Le pyrénioïde

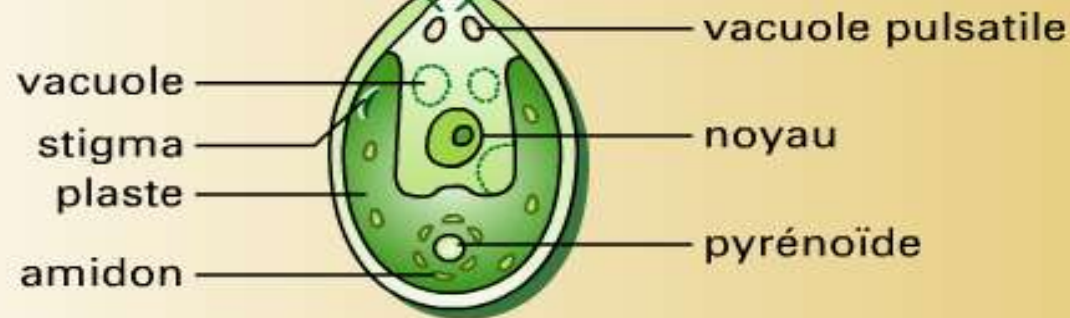
C'est un organite différencié du stroma autour duquel s'accumule l'amidon. Il est de nature protéique et mesure entre 1 à 5 micromètre. L'absence de pyrénioïde est considéré comme étant un caractère évolué.



Organisation d'une cellule de
Chlamydomonas

Le stigma

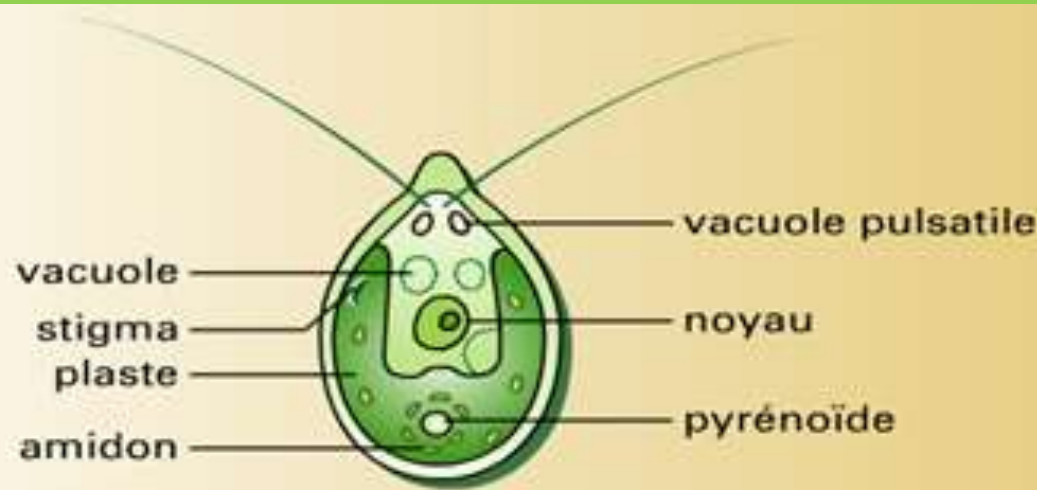
Un stigma est une structure composée de caroténoïdes. C'est une zone différenciée de certains plastes que l'on rencontre chez les algues unicellulaires mobiles et chez certains zoogamètes et zoospores. Ils interviennent dans la réponse phototactique des cellules mobiles.



Organisation d'une cellule de
Chlamydomonas

Le vacuome

Les vacuoles ordinaires contiennent des substances dissoutes comme le potassium et l'iodure, les glucides, les alcools et certains pigments non photosynthétiques. On y trouve également des substances à l'état colloïdales comme le glycogène. Chez certaines algues on peut trouver une vacuole pulsatile qui est généralement située près de la base des flagelles et qui se contracte et se vide périodiquement.



Organisation d'une cellule de Chlamydomonas

La reproduction des Algues

On observe chez les algues deux types de reproduction, la reproduction asexuée et la reproduction sexuée. Cette dernière est le cas le plus fréquent et s'accompagne de l'alternance des générations.

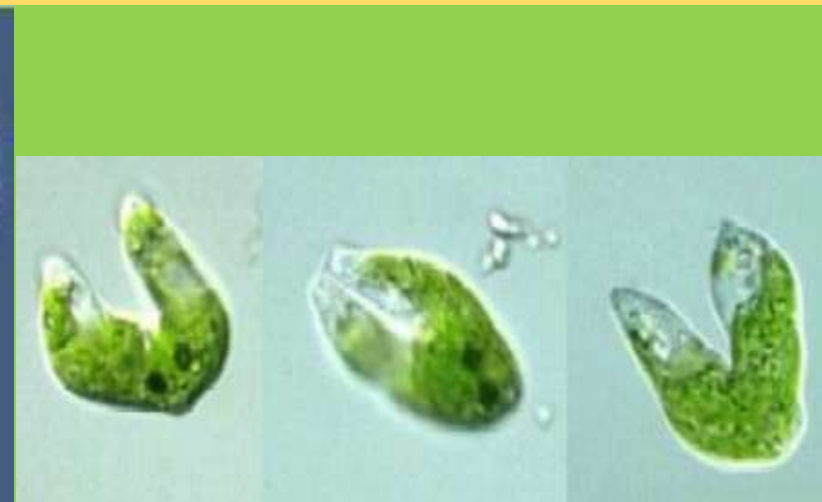
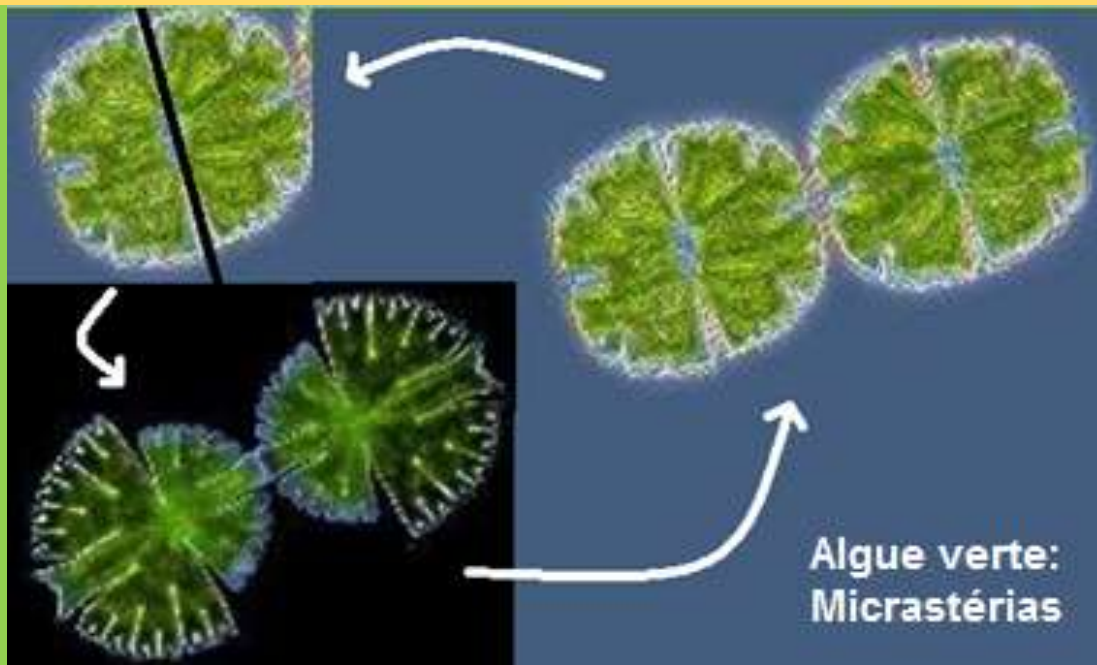
-I- Reproduction asexuée:

La multiplication asexuée met en jeu un seul génotype, celui de la plante mère qui est également celui de chacun des individus fils constituant un clone. Chacun d'entre eux étant une réplique conforme de celui dont il dérive.

On distingue trois cas:

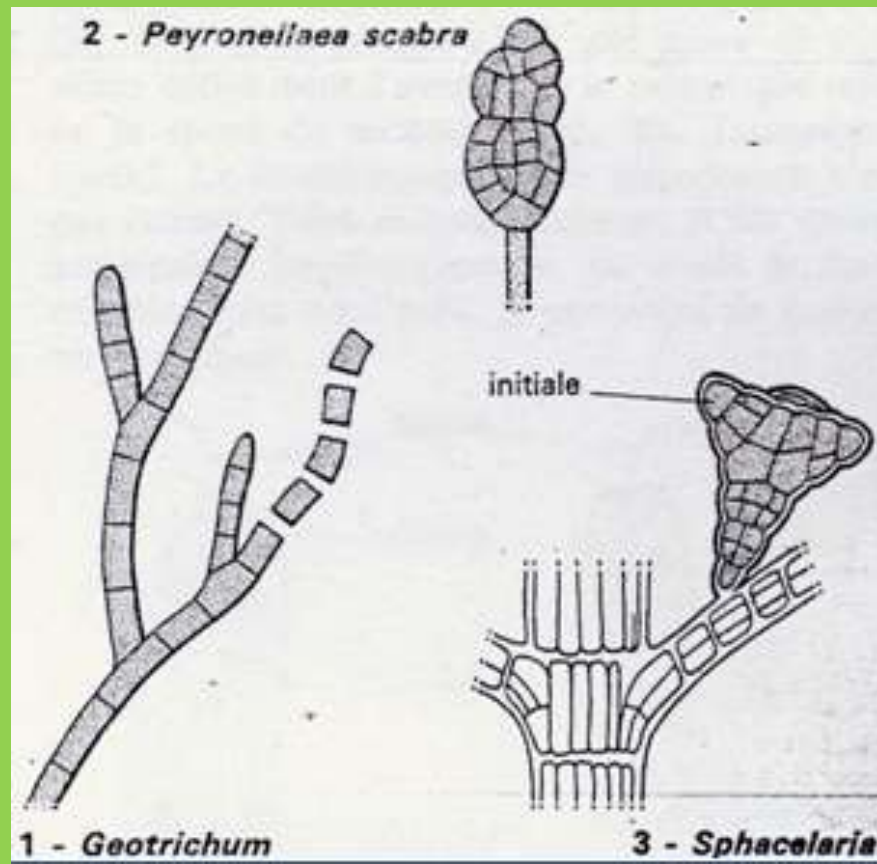
a) La bipartition:

Chez les individus unicellulaires, l'organisme se fend longitudinalement. Quand un individu entre en division, chez une Euglène par exemple, c'est toujours vers la zone du flagelle que débute la scissiparité. Puis la fente de séparation des deux futures cellules-filles s'étend progressivement vers l'arrière jusqu'à séparation totale des 2 individus-fils.

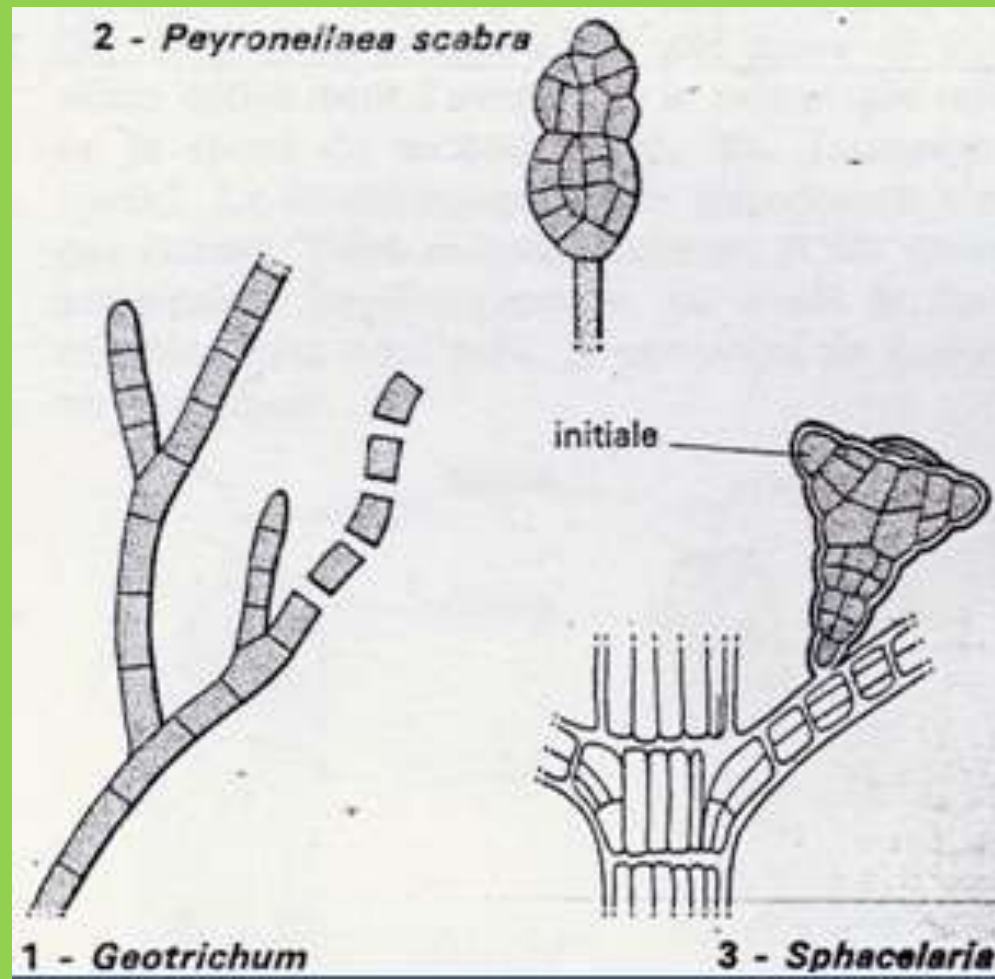


b) Multiplication végétative:

Chez les algues pluricellulaires, on observe une véritable fragmentation du thalle en éléments capables de régénérer aussitôt une plante entière. Cette fragmentation peut avoir lieu dans n'importe quelle zone du thalle, ou au niveau de certaines parties du thalle plus ou moins spécialisées.



Chez quelques algues brunes, la multiplication végétative se produit par l'intermédiaire d'un massif de cellules d'une morphologie bien définie que l'on appelle des propagules, qui est capable après séparation de la plante mère de donner naissance à un nouvel individu.

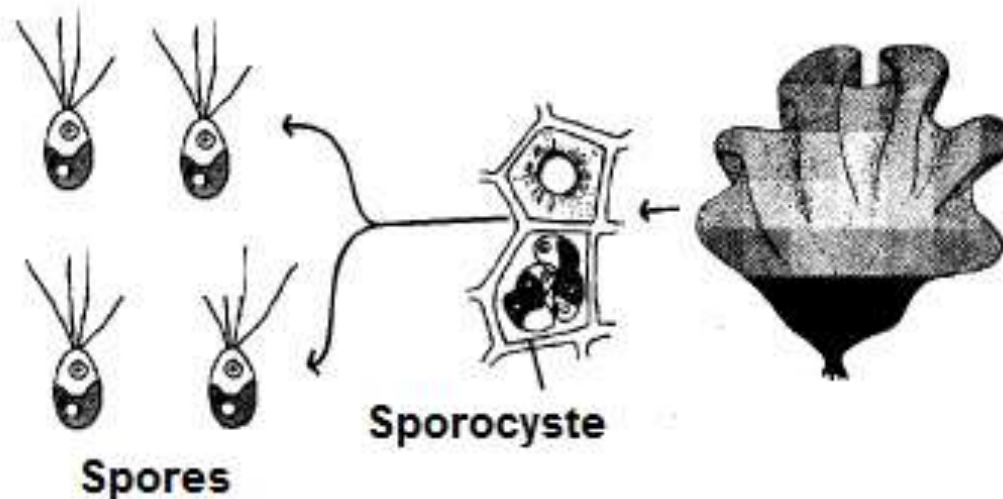


c) Multiplication par des cellules spécialisées = La sporulation

Elle se fait grâce à des cellules spécialisées, asexuées: les spores directes, formées à l'intérieur d'un sporocyste à la suite d'une ou de plusieurs mitoses survenues dans une cellule-mère.

La germination de ces spores donne des thalles identiques à ceux qui les ont produites.

Dans des conditions défavorables certaines algues unicellulaires peuvent se transformer en spores de résistance appelées des kystes.

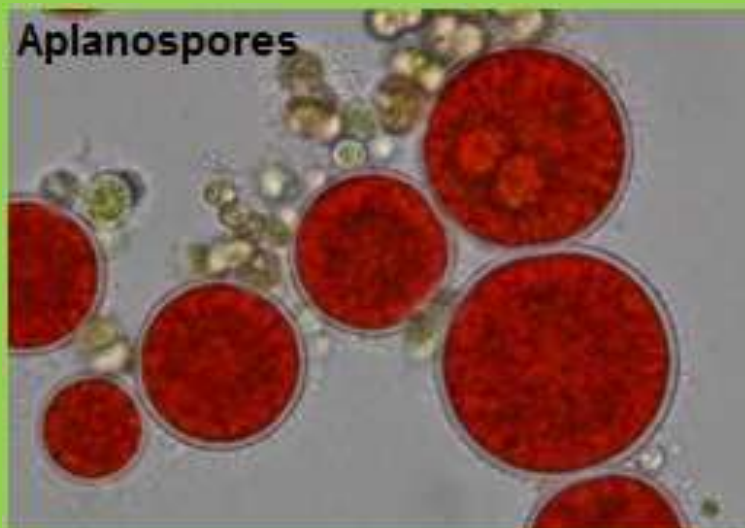


Les planospores:

C'est les plus primitives. C'est des cellules qui sont le plus souvent nues avec pour seule enveloppe une mince cuticule. Elles sont douées de mouvements propres ou de flagelles : zoospores.

Les aplanospores:

Ce sont des cellules qui présentent une paroi squelettique, et sont dépourvues de flagelles et incapables de mouvements.



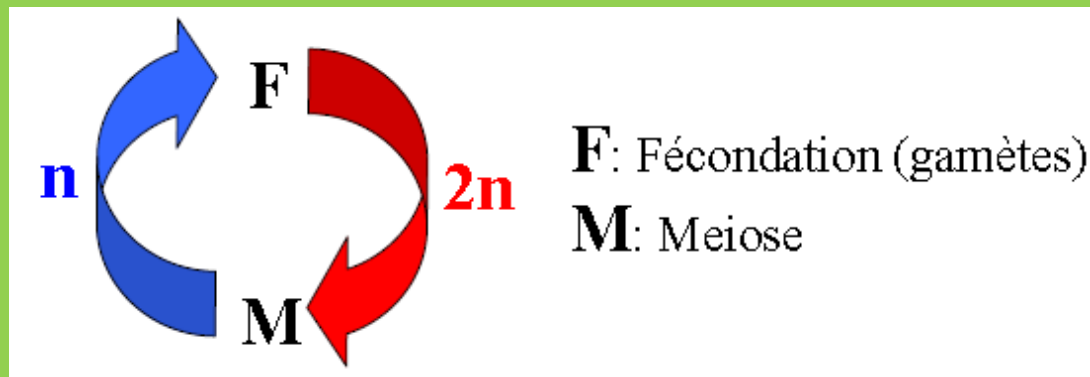
La reproduction asexuée donne des individus fils identiques à la plante mère, car elle ne met en jeu qu'un seul génome identique chez tous les individus fils. On assiste à la constitution d'un clone.



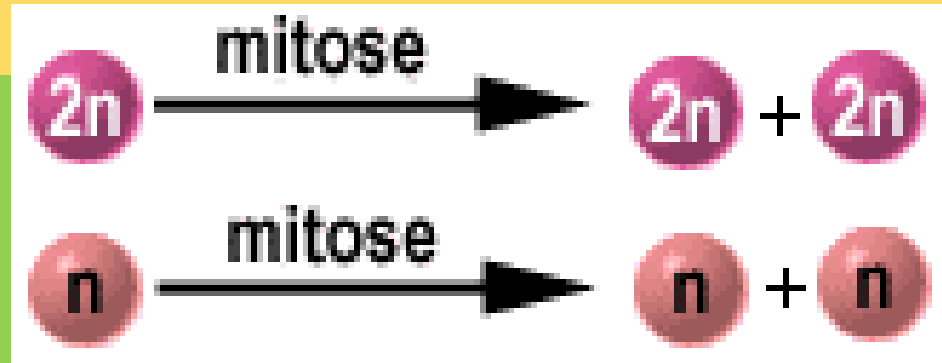
Chez les plantes ces 2 phénomènes, reproduction sexuée et reproduction asexuée, s'intercalent et on obtient 2 générations:

- ✓ une génération haploïde à n chromosome.
- ✓ une génération à $2n$ chromosomes.

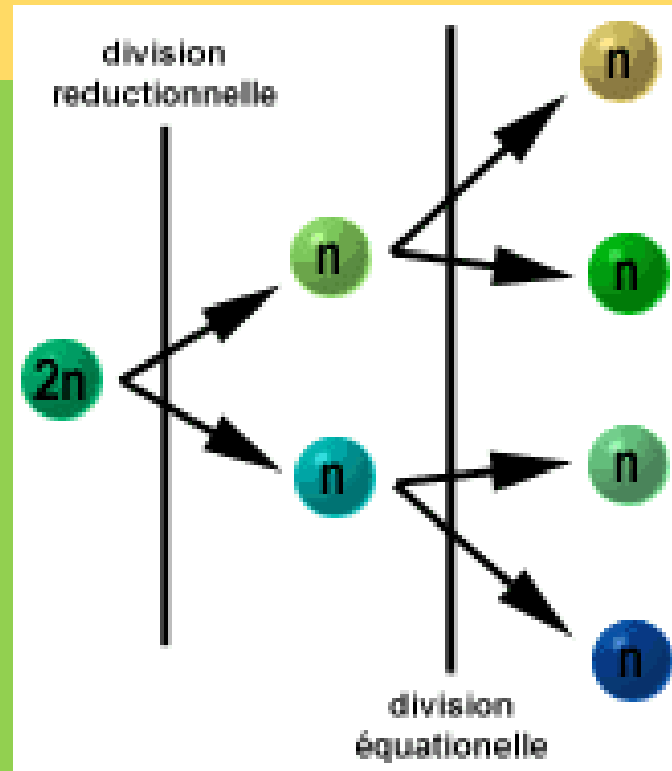
On assiste donc à une alternance de générations.



La reproduction asexuée donne des individus fils identiques à la plante mère.



La reproduction sexuée met en oeuvre 2 processus, la méiose et la fécondation.



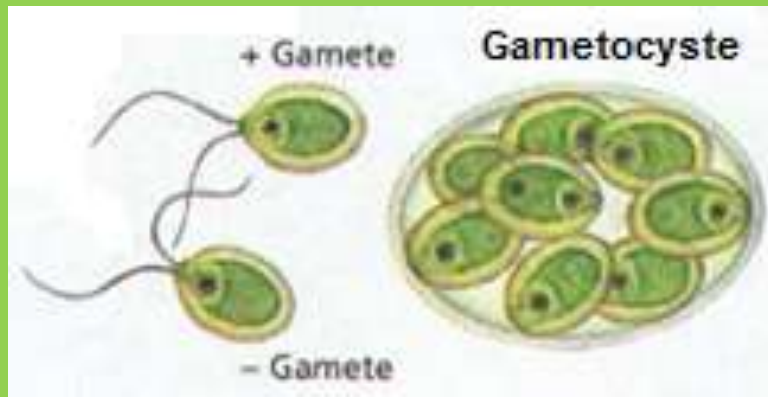
-II- Reproduction sexuée

C'est un phénomène qui nécessite des cellules particulières: les gamètes.

Les gamètes sont produits par des gamétocystes.

Le gamétocyste mâle est appelé spermatocyste. Si les gamètes mâles sont mobiles, ils sont appelés spermatozoïdes, s'ils sont immobiles ils sont appelés spermaties.

Le gamétocyste femelle est appelé oocyste (oogone) et les gamètes femelles sont appelées oosphères.



L'union de 2 gamètes lors de la fécondation est appelée gamie.

La gamie donne naissance à un œuf (zygote), dont le patrimoine héréditaire est la somme du patrimoine génétique de chacun des 2 parents.

On distingue différents types de gamies:

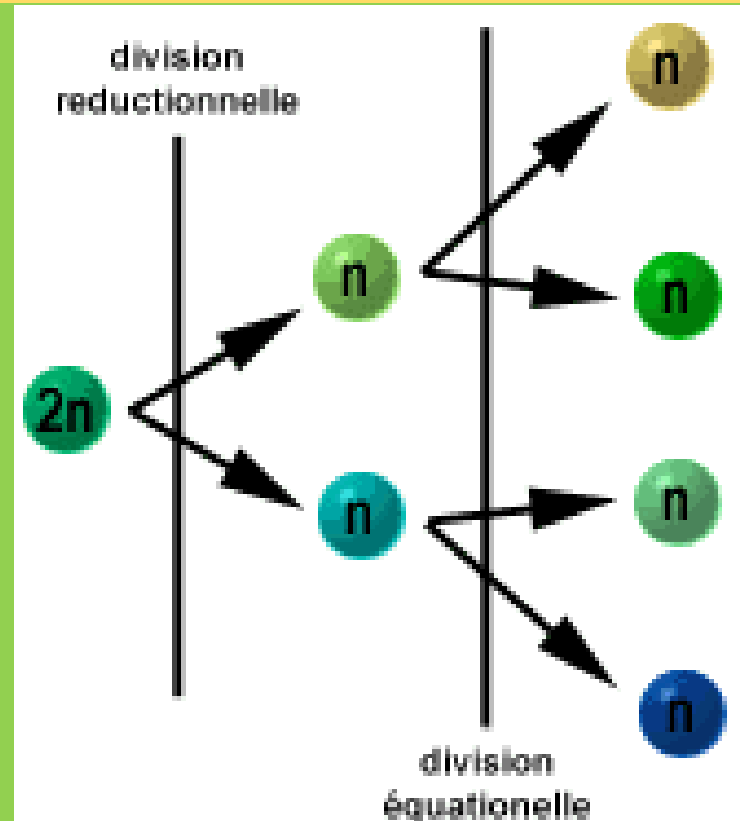
- ✓ Hologamie**
- ✓ Cystogamie**
- ✓ Mérogamie**

Caractéristiques des représentants du Règne végétal:

L'alternance des générations:

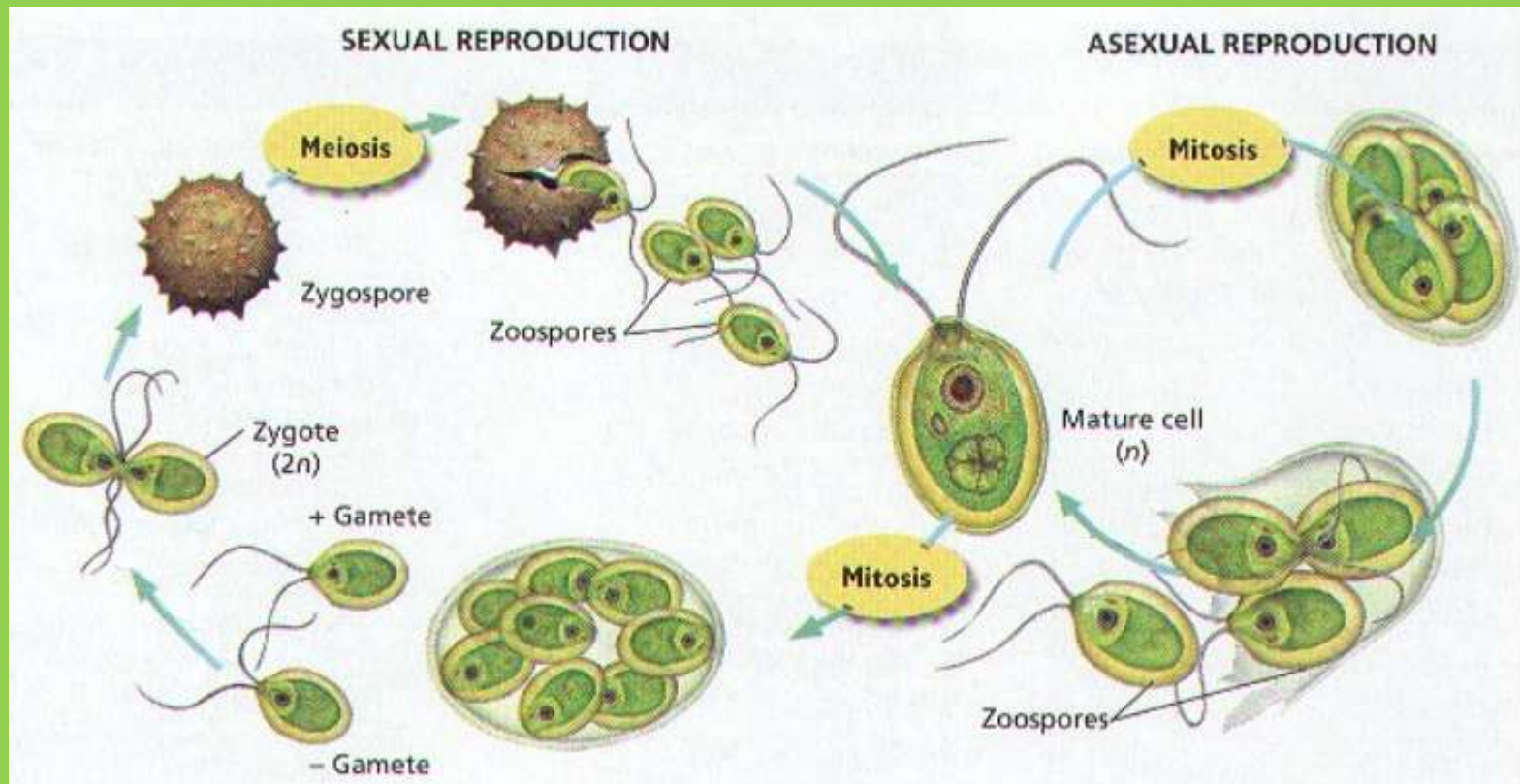
La reproduction sexuée met en œuvre 2 processus fondamentaux :

- ✓ La méiose.
- ✓ La fécondation.



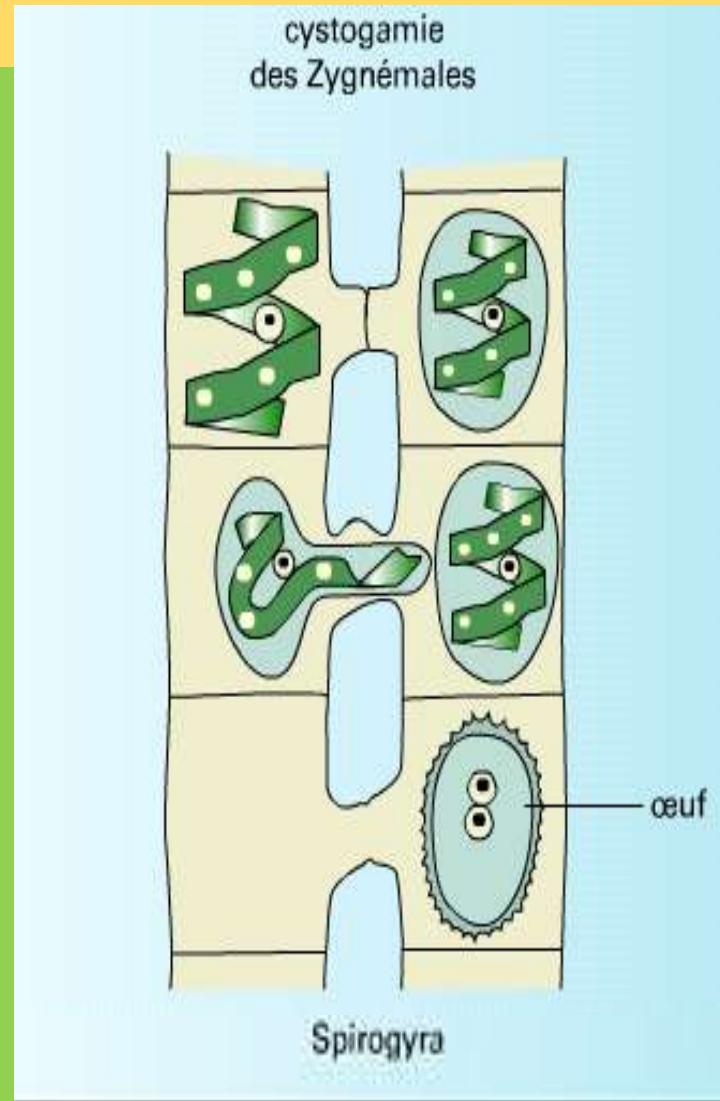
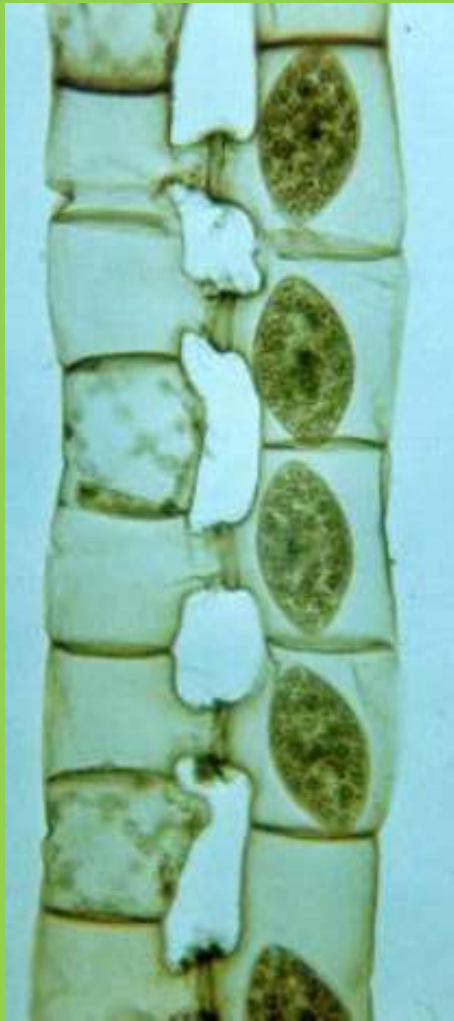
1- Hologamie

L'individu tout entier se transforme en gametes. Elle ne se rencontre que chez les thallophytes unicellulaires. (Exemple: Chlamydomonas)



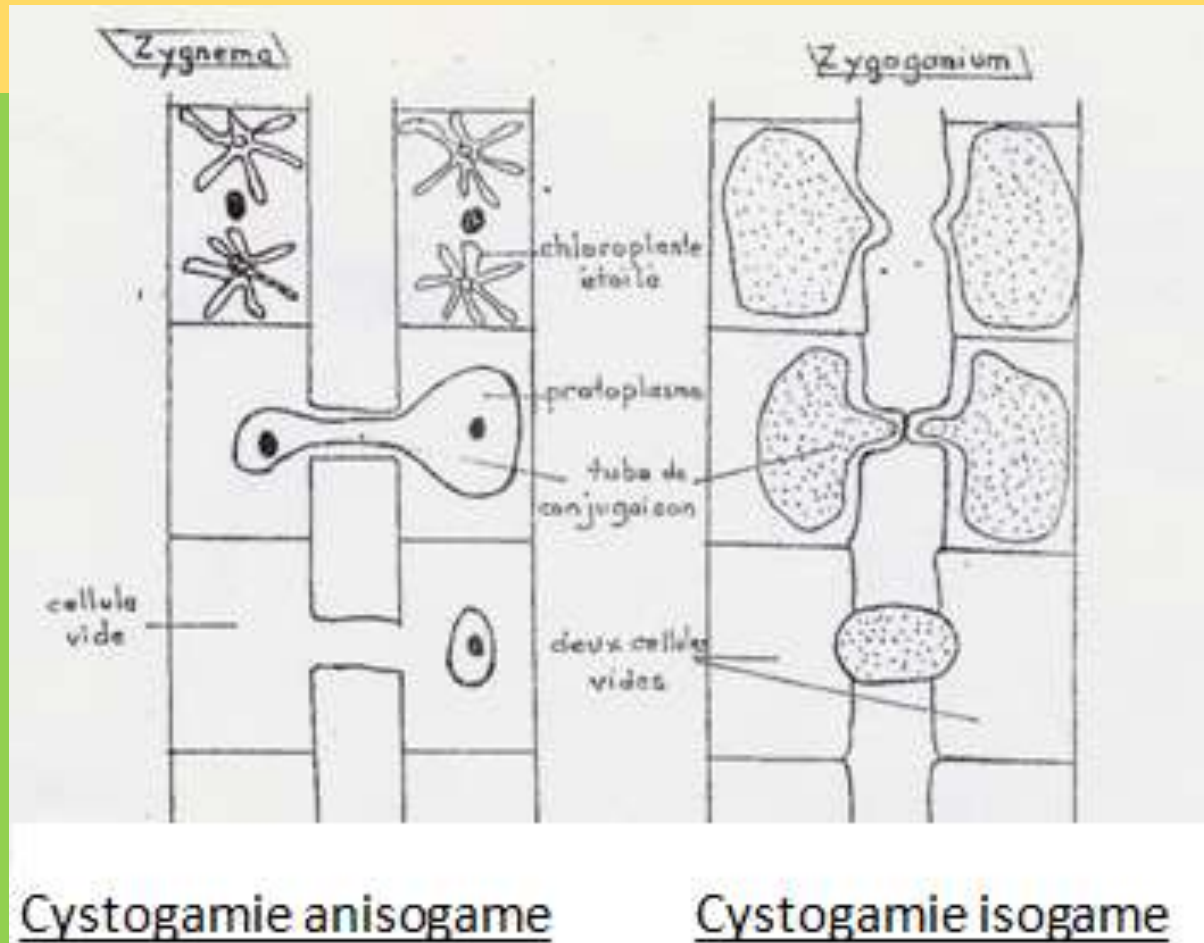
2- Cystogamie (conjugaison)

Il n'y a pas d'individualisation des gamètes, mais on assiste à l'union du contenu de 2 cellules jouant le rôle de gamétocyste.



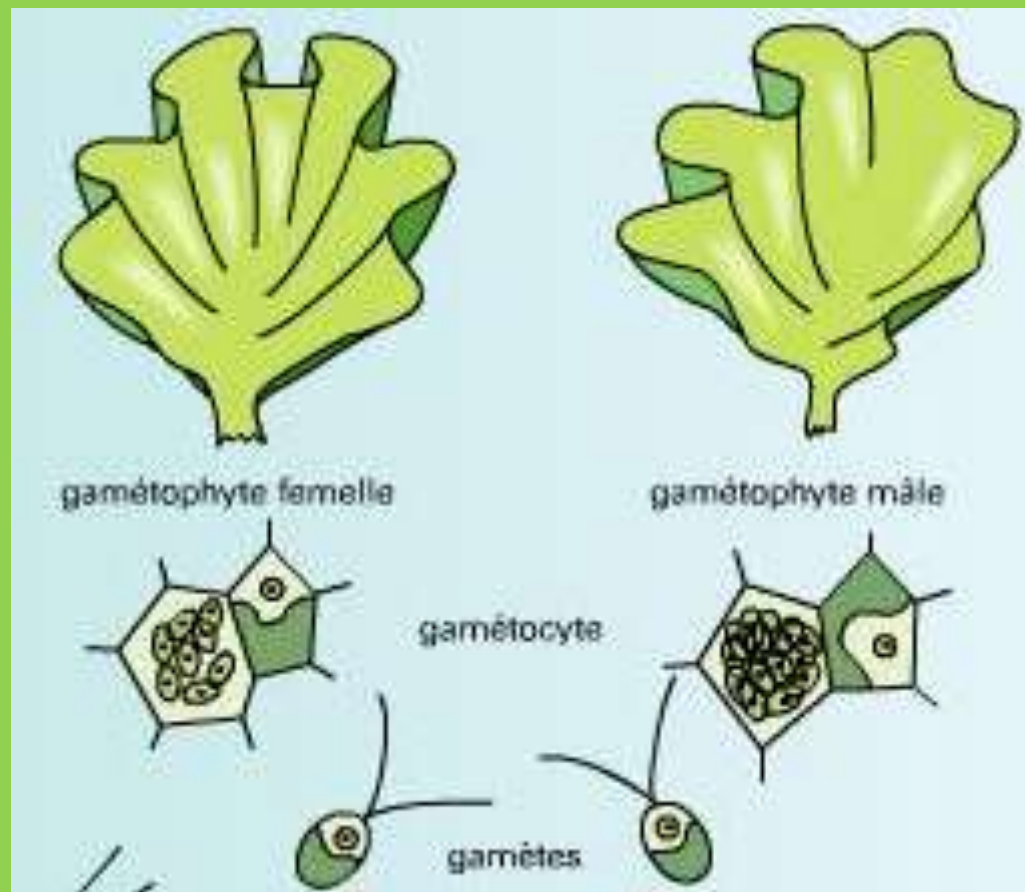
Si les 2 gamétocystes sont semblables et que leurs contenus respectifs effectuent des déplacements égaux pour s'unir dans le tube de conjugaison $\Leftrightarrow$ Cystogamie isogame.

Si les gamétocystes sont différents et une cellule déverse la totalité de son protoplasme dans l'autre cellule $\Leftrightarrow$ Cystogamie anisogame.



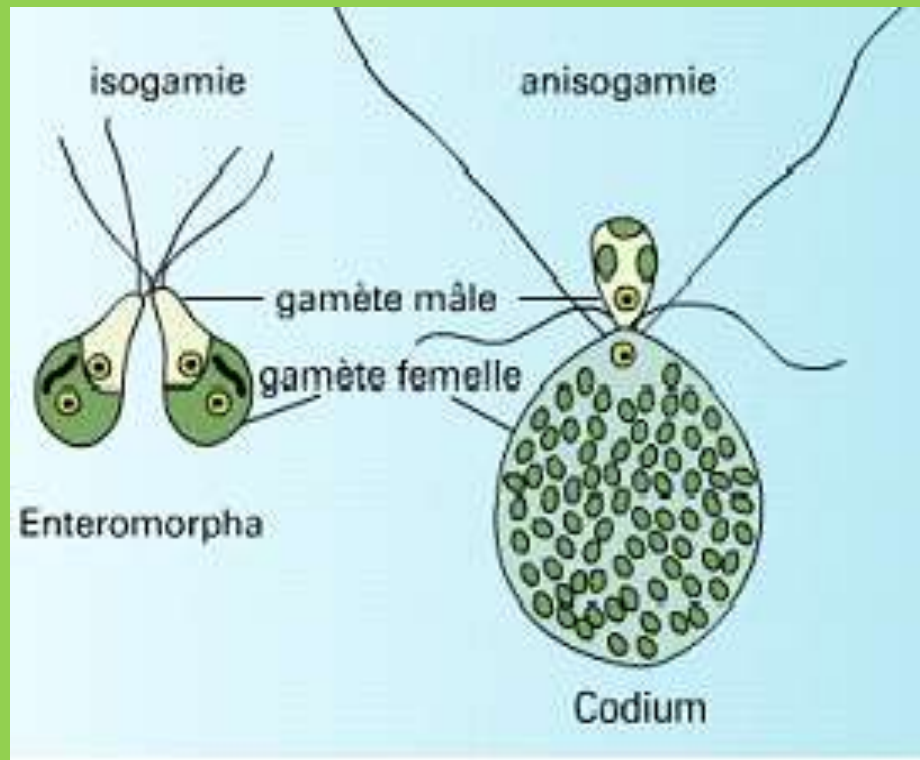
3- Mérogamie

Formation de vrais gamètes qui ne représentent qu'une partie de l'individu.



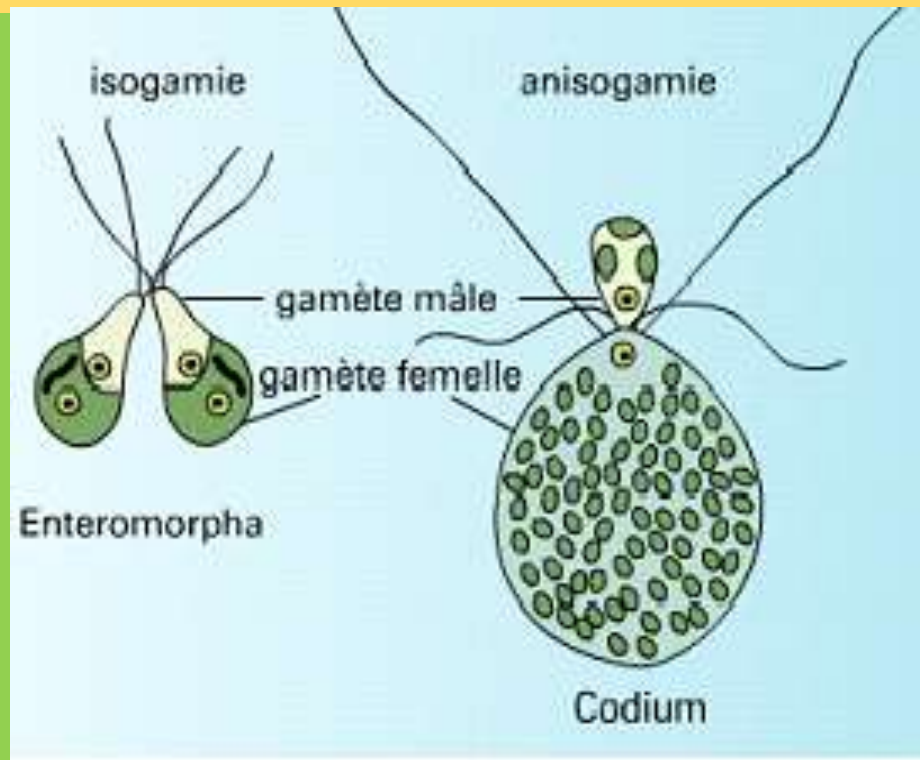
3.1- L'isogamie

Les gamètes sont toujours pourvues de flagelles on parle dans ce cas de zoogamètes. Ces gamètes sont tous semblables et ont le même comportement.



3.2- L'anisogamie

Les gamètes sont toujours mobiles mais il existe une différence entre le zoogamète mâle et le zoogamète femelle. Chez certaines algues les gamètes femelles sont moins mobiles que les gamètes mâles, chez d'autre les gamètes mâles sont un peu plus petit que les gamètes femelles.

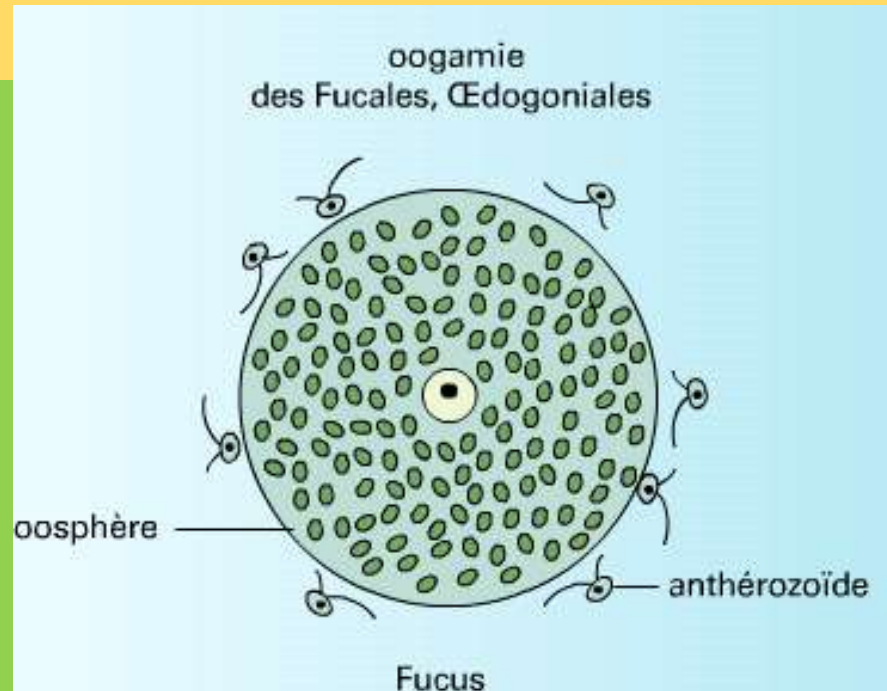


3.3- L'oogamie

On observe une accentuation marquée des différences existant entre les 2 types gamétiques.

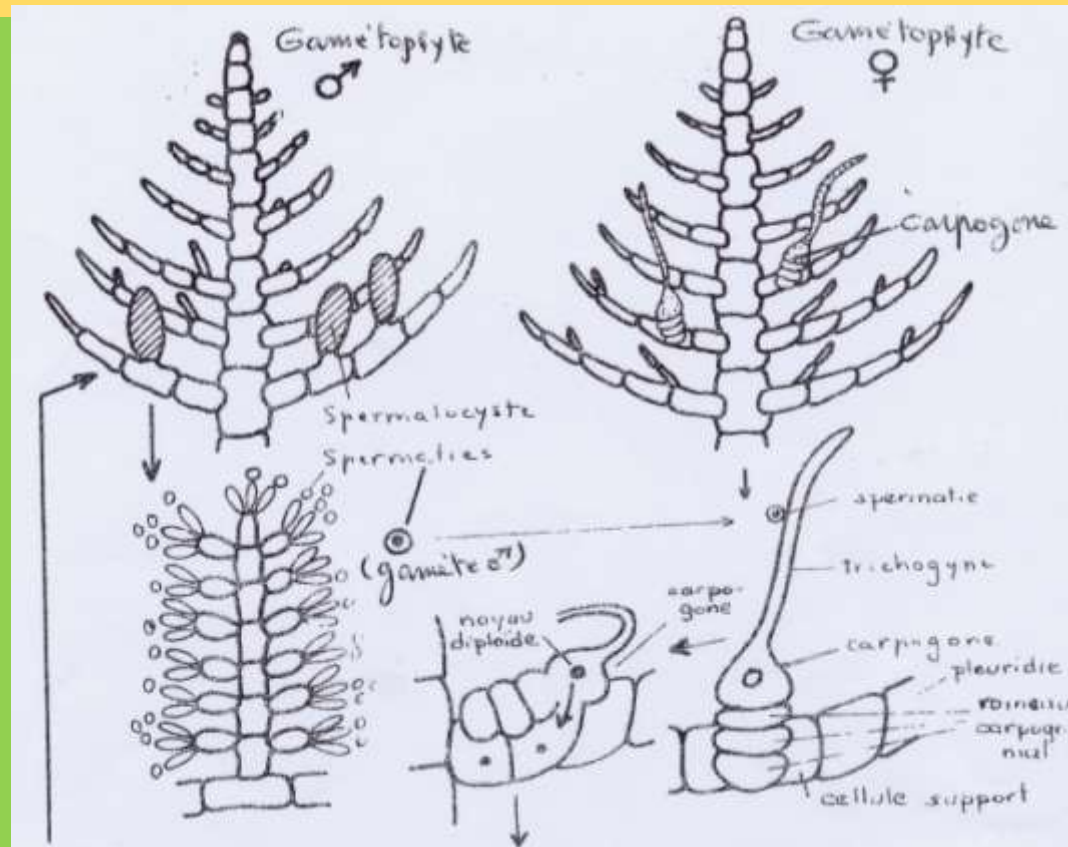
Les gamètes mâles sont plus nombreux par gamétocyste, pauvres en plastes et en réserves et sont très mobiles.

Les gamètes femelles sont de grande taille, peu nombreux, parfois même uniques, par gamétocyste, riches en plastes et en réserves, inertes dans le milieu ou il sont déversés, ou restent enfermés dans le gamétocyste.

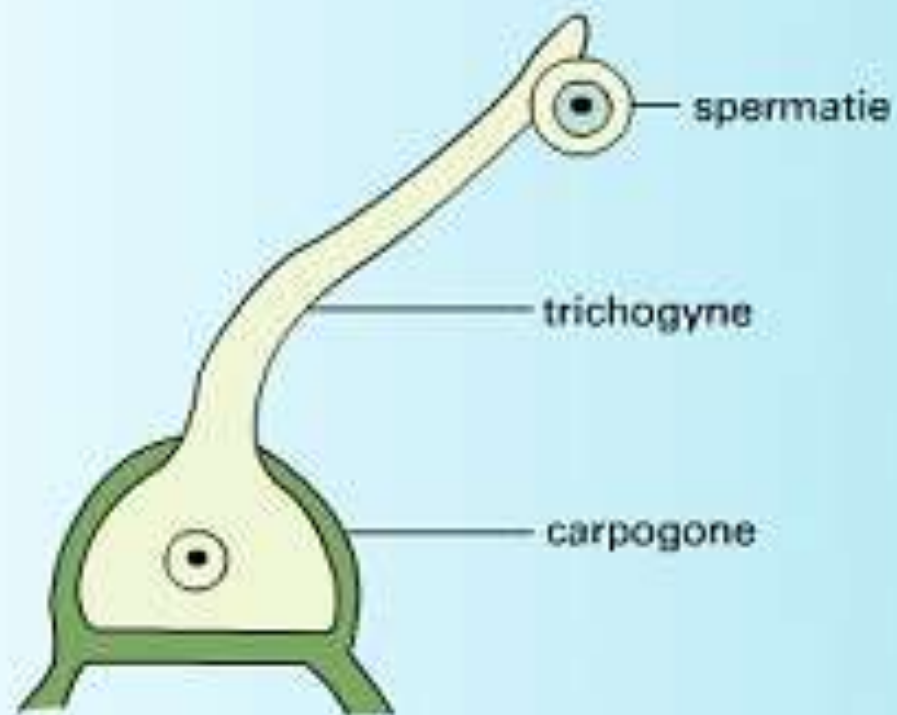


3.4- Trichogamie

Dans ce cas les gamètes mâles sont inertes et se fixent au hasard sur le gamétocyste femelle (=Carpogone) qui est surmonté d'un poil appelé le trichogyne. Les trichogynes sont mucilagineux, ce qui permet la fixation des gamètes mâles dessus.



trichogamie
des Rhodophycées



Antithamnion

VI- Les grandes lignes de la classification des Algues:

1. Selon les méthodes de reproduction:

→ Phanérogames: organes de reproduction visibles (fleurs)



→ Cryptogames: organes de reproduction non visibles.



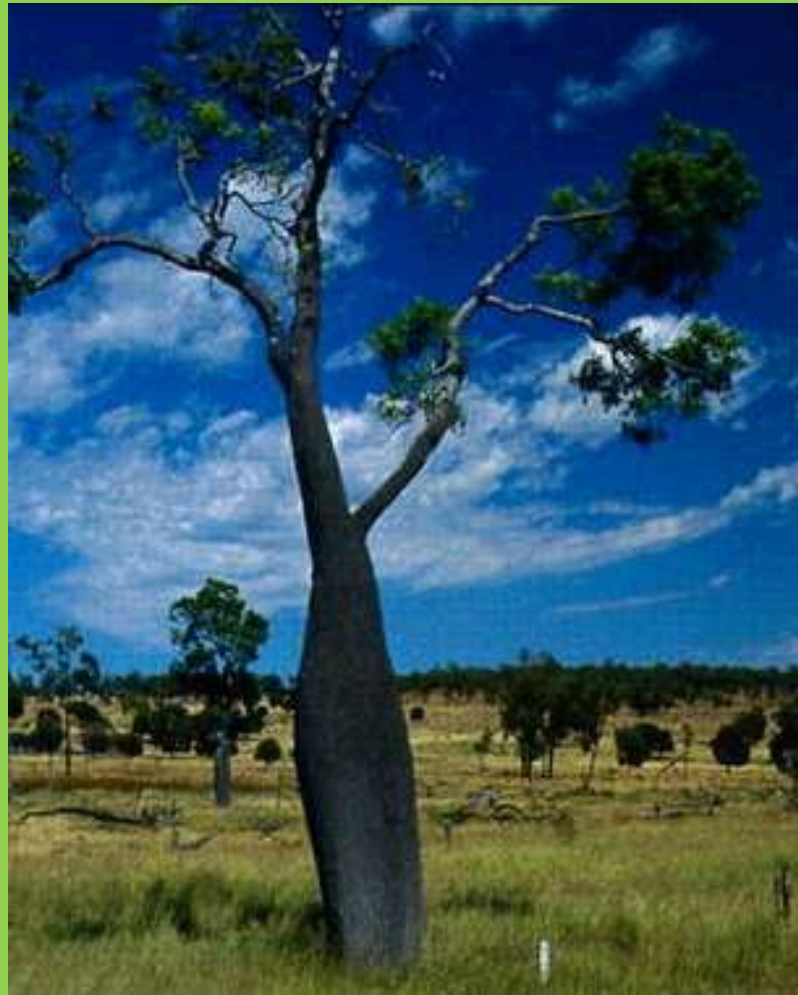
2.Existence ou non d'organes

→ Thallophytes: organisation cellulaire continue:

les algues possèdent des crampons et non des racines, pas de tiges ni de feuilles mais une lame ou un cylindre. D'ou le nom de végétaux inférieurs.



→ **Cormophytes:** organes distincts (tiges, feuilles, racines), qui sont les végétaux supérieurs.



3. Existence ou non de vaisseaux conduisant la sève



Végétaux vasculaires



Végétaux non vasculaires: les algues ne possèdent pas de vaisseaux pour conduire la sève

4- Selon l'habitat



Algues d'eau douce



Algues marines

5- Selon l'organisation du thalle



Thalle unicellulaire (microphyte)



Thalle pluricellulaire (macrophyte)

6. Classification des algues selon les pigments:

- Chlorophylle α



Algues Vertes: Chlorophytes

- Chlorophylle α + Phycoérythrines (rouges)



Algues Rouges: Rhodophytes

- Chlorophylle α + Xanthophylle (Fucoxanthine)



**Algues brunes: Chromophytes
(Phéophytes)**



-1- Embranchement:
Chlorophytes

-2- Classe: Ulvophycées

-3- Ordre: Ulvales

-4- Famille: Ulvacées

-5- Genre: *Ulva*

-6- Espèce: *lactuca*

Les Chlorophytes (Algues vertes):



→ Eaux douces ou marines.

→ Le thalle peut être unicellulaire ou pluricellulaire.

→ Appareil plastidial varié et montre une évolution très nette d'un type archéoplastidié vers le type néoplastidié.

→ Cellules reproductrices mobiles avec des flagelles, le plus souvent isocontées ou stephanocontées.

→ Mode de reproduction très variable: isogamie, planogamie ou même oogamie.



-1- Embranchement: Chromophytes	-4- Famille: Fucacées
-2- Classe: Fucophycées ou Phéophycées	-5- Genre: <i>Fucus</i>
-3- Ordre: Fucales	-6- Espèce: <i>vesiculosus</i>



Les Chromophytes (Algues brunes):

- Exclusivement marines.
- Le thalle est toujours pluricellulaire hétérotriche ou à cladome.
- Les cellules reproductrices sont biflagellées à deux flagelles inégaux, elles sont rarement immobiles.



-1- Embranchement: Rhodophytes	-4- Famille: Corallinacées
-2- Classe: Rhodophycées	-5- Genre: <i>Corallina</i>
-3- Ordre: Corallinales	-6- Espèce: <i>elongata</i>

Les Rhodophytes (Algues rouges):

- La grande majorité des Rhodophycées sont marines
- La morphologie très variée allant de l'archéthalle au thalle à cladome.
- Les cellules reproductrices ne présentent pas de flagelles, la reproduction, se faisant par des gamètes immobiles.

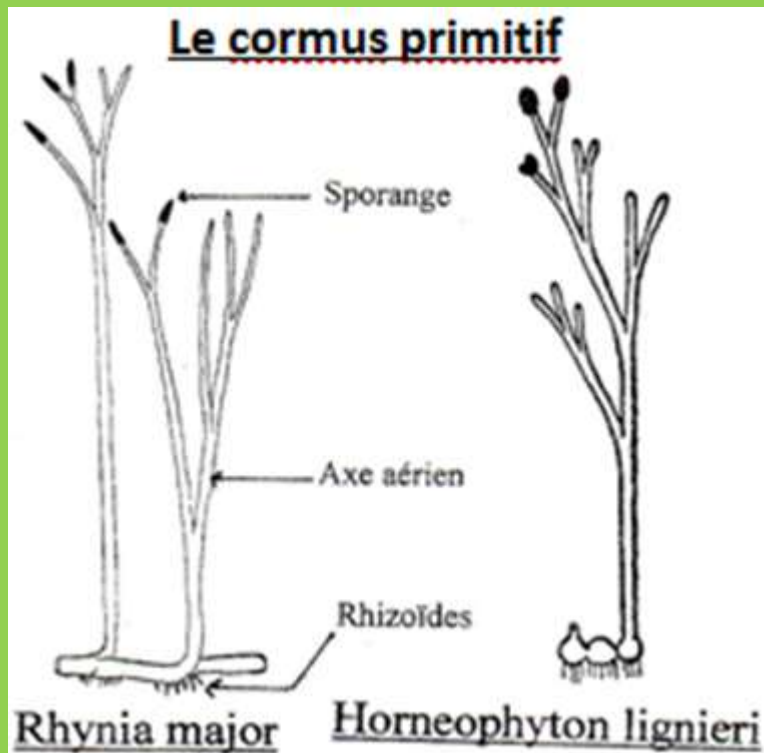


CHAPITRE 4: LES CORMOPHYTES

- **Végétaux chlorophylliens**
- **De formes et de tailles variables**
- **Adaptés essentiellement à la vie terrestre**

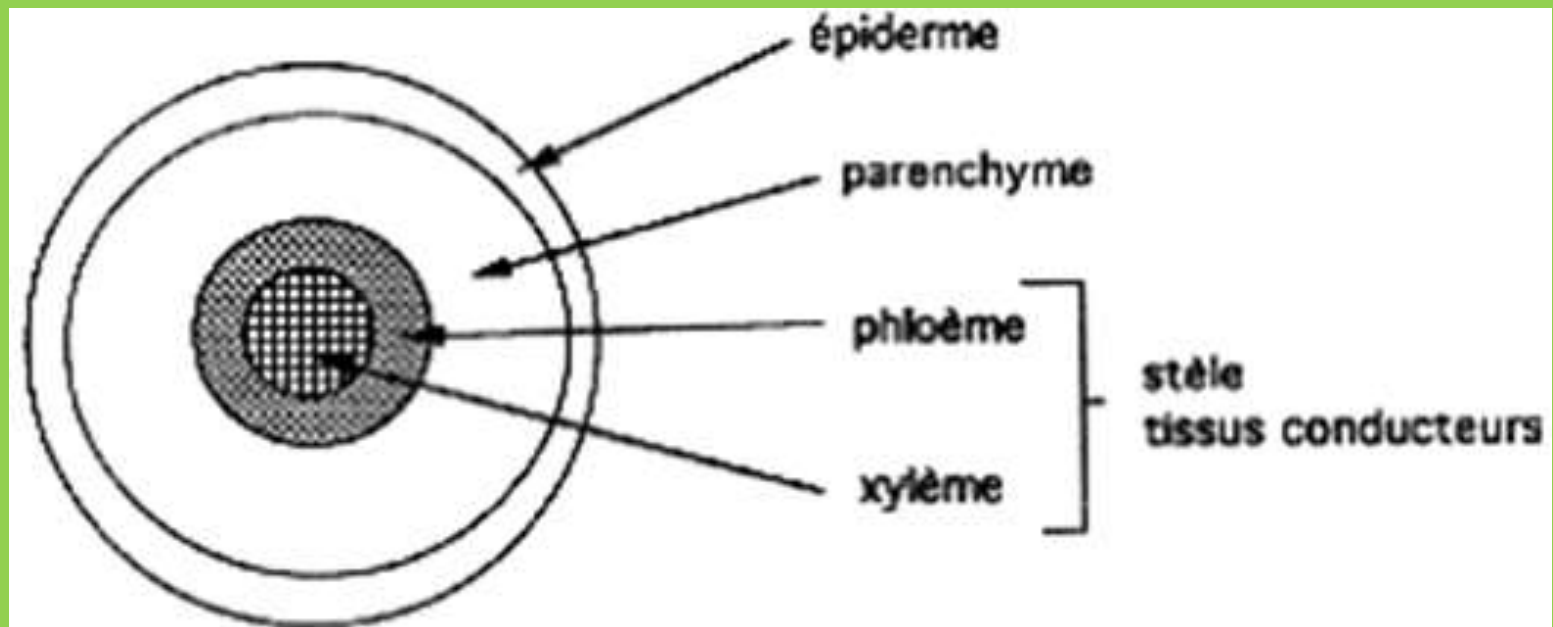
1. Le cormus est constitué de télomes.

Un télome = axe limité extérieurement par un épiderme et constitué par un tissu fondamental: le parenchyme. Il a une croissance indéfinie assurée par la division d'une zone apicale constituée d'une ou de plusieurs cellules: méristème apical. Dans le parenchyme se différencient les tissus conducteurs spécialisés dans le transport des sèves.



- Le xylème conduit la sève brute (eau et minéraux) ascendante.
- Le phloème conduit la sève élaborée descendante.

- L'ensemble, constitué du xylème et du phloème, forme ce que l'on appelle une stèle.



2. Les organes de reproduction chez les Cormophytes

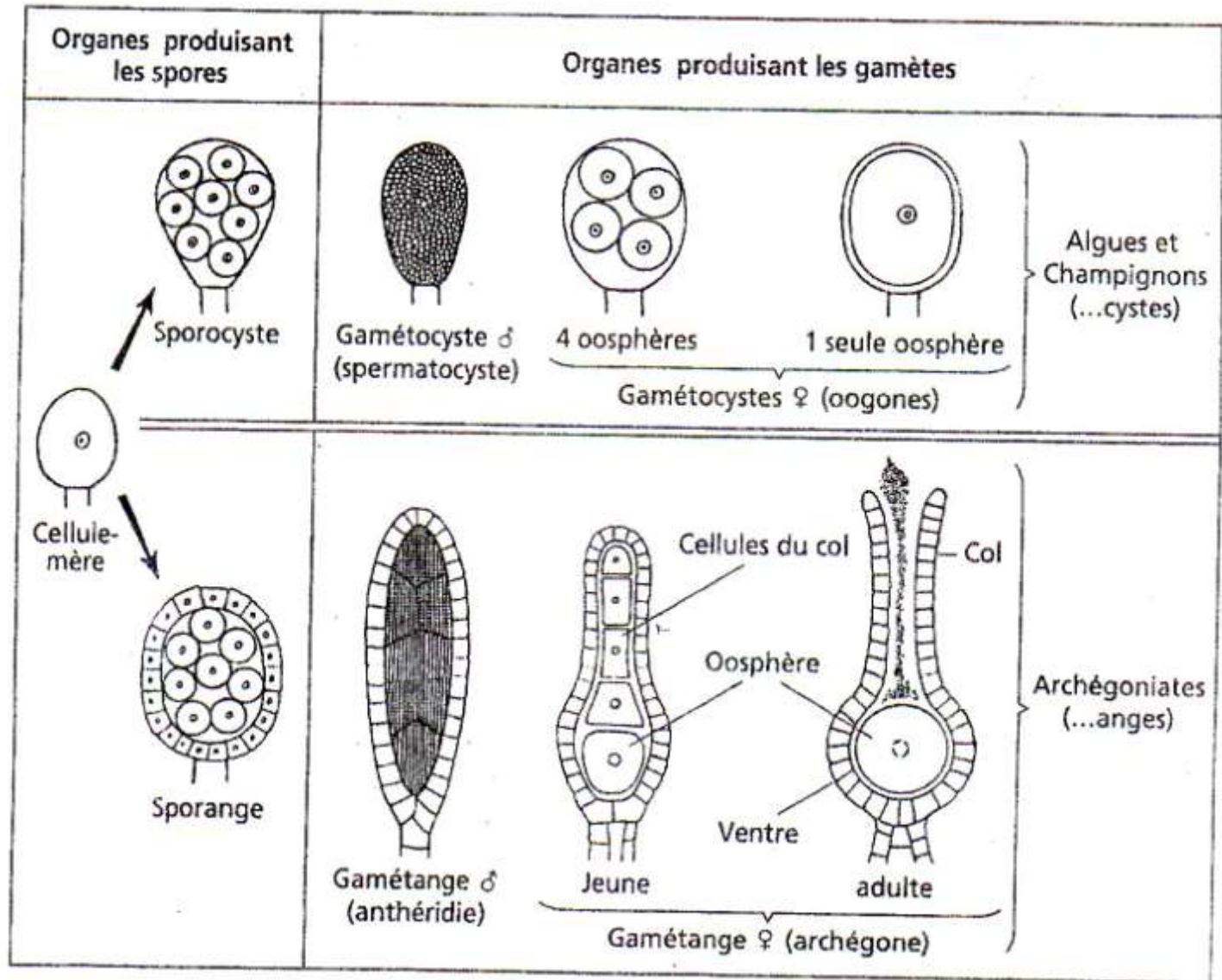
2.1. Le Sporange:

La cellule mère subit des divisions mitotiques, qui conduisent à la formation d'une paroi, constituée par une ou plusieurs assises cellulaires, entourant une ou plusieurs cellules qui subissent une méiose, et produisent des méiospores.



Différentes phases d'ouverture du sporange du Polypode.

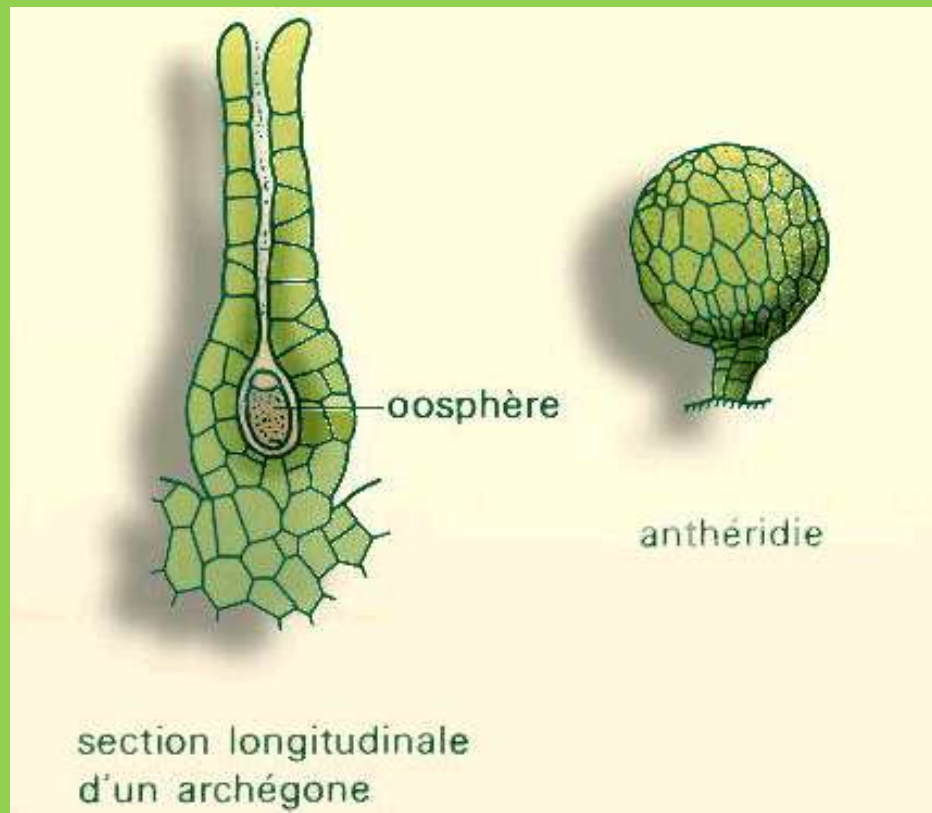
Distinction entre sporocyste et gamétocyste des Thallophytes, sporange et gamétanges des Cormophytes.



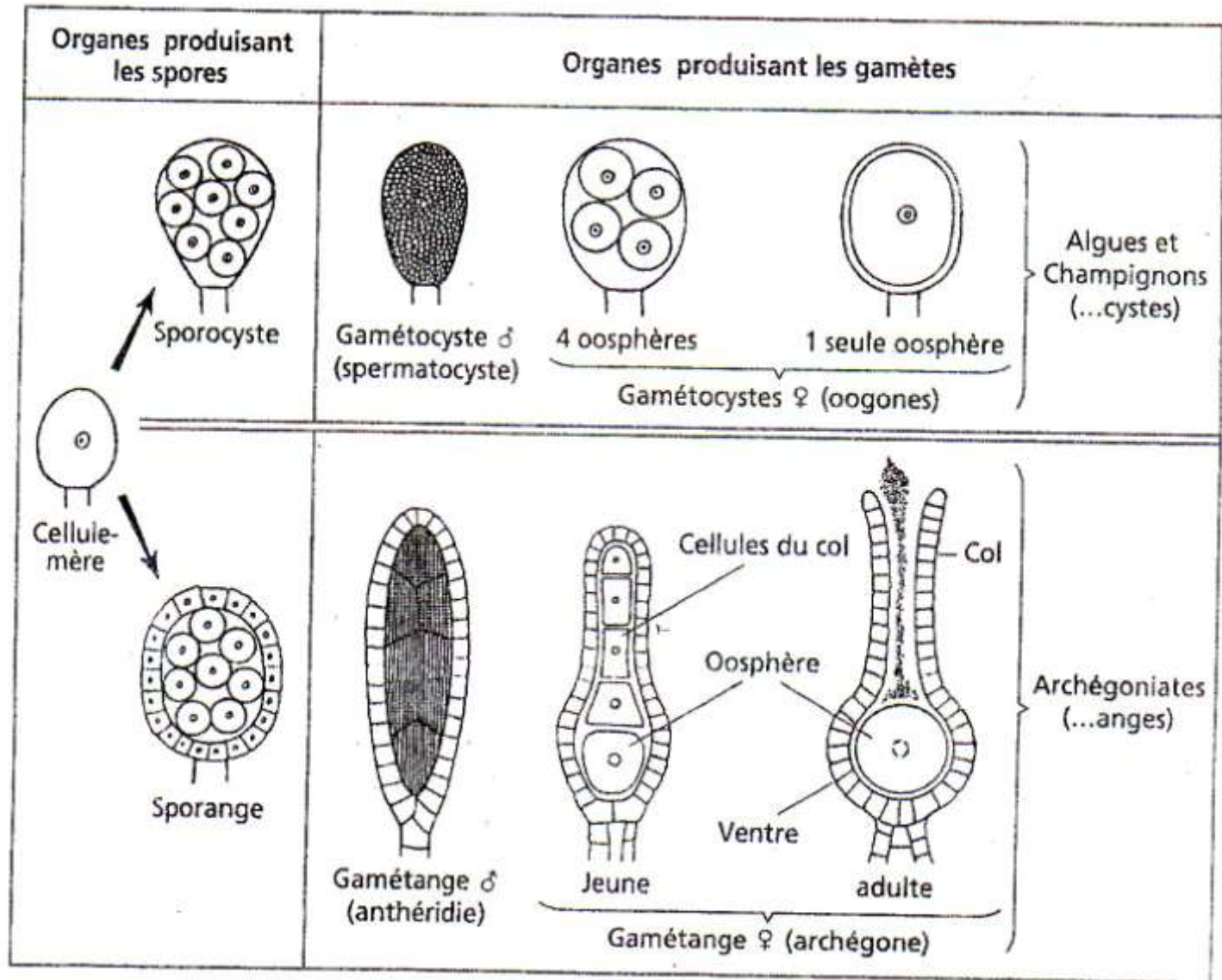
2.2. Le Gamétange:

Les organes de reproduction sexuée sont dits gamétanges. Ils sont également limités d'une paroi constituée d'au moins une assise cellulaire.

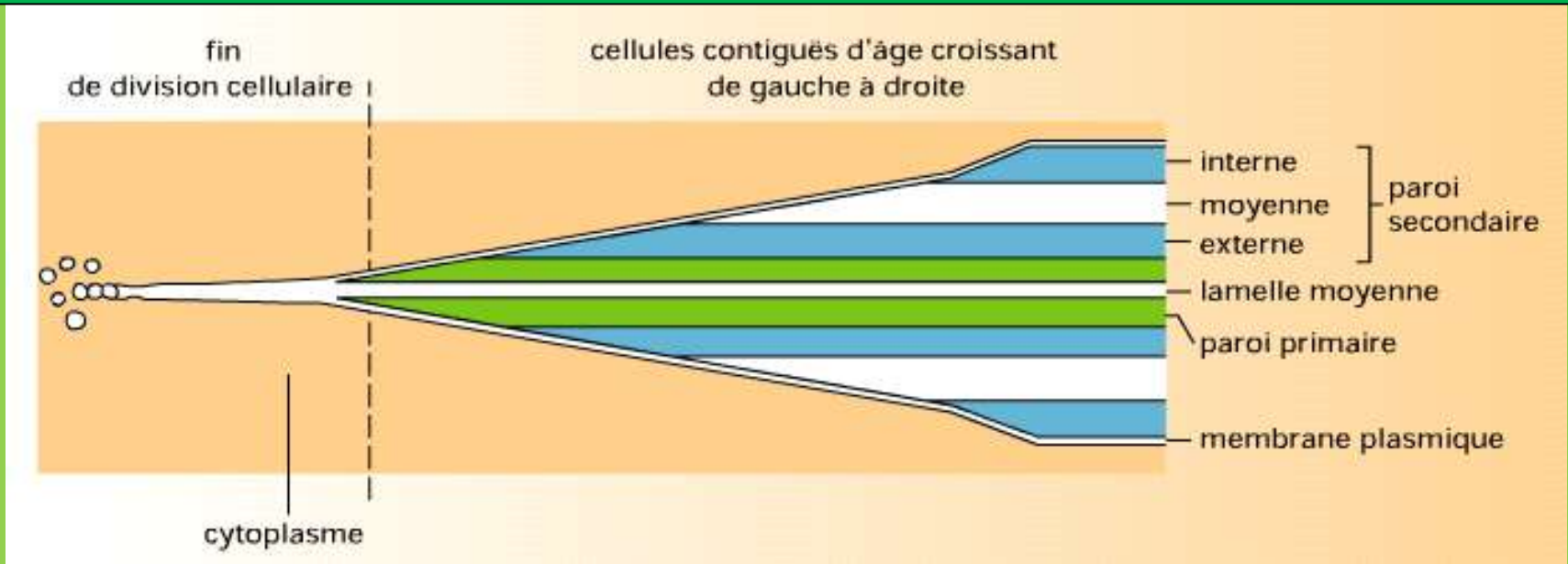
- Organe de reproduction mâle: Anthéridie
- Organe de reproduction femelle: Archégone



Distinction entre sporocyste et gamétocyste des Thallophytes, sporange et gamétanges des Cormophytes.



3. La paroi cellulaire

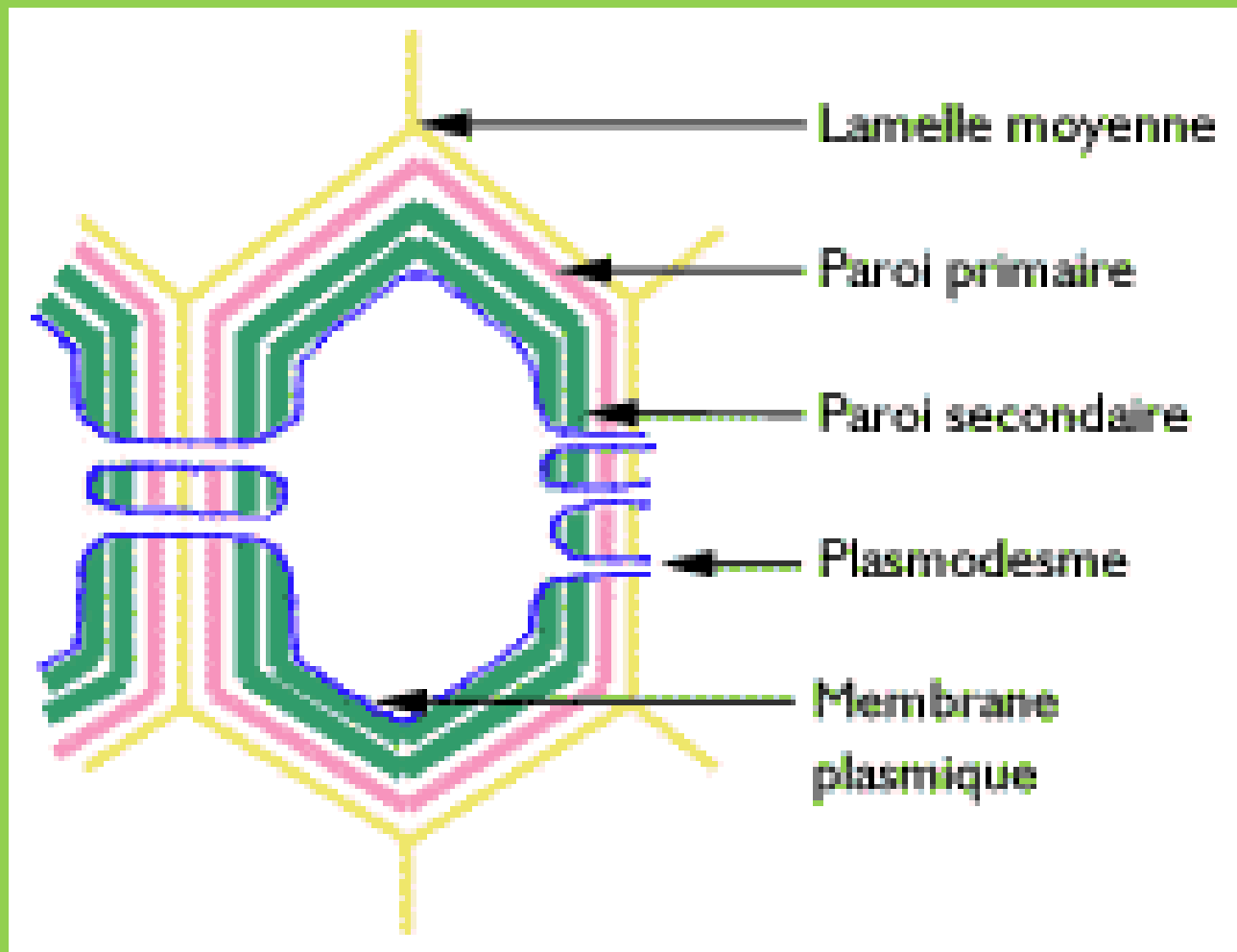


Elle est constituée:

Une paroi primaire capable de croître en longueur et en épaisseur et participe ainsi à la croissance des organes des végétaux.

Une paroi secondaire rigide et qui peut atteindre une épaisseur considérable chez certains tissus. Elle peut croître en épaisseur mais est incapable de croître en longueur.

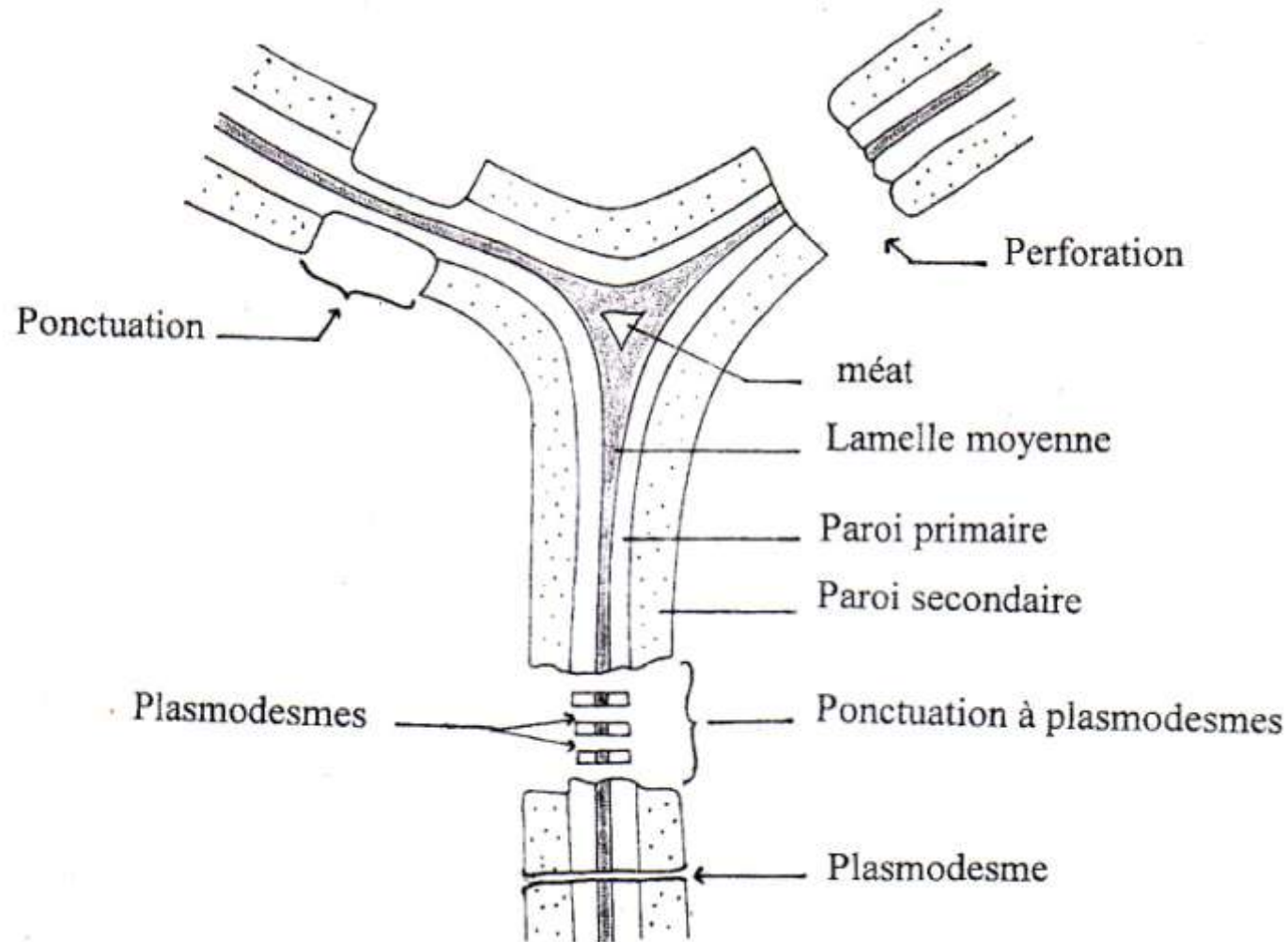
L'union entre 2 cellules voisines produit la lamelle moyenne. C'est une sorte de ciment qui permet la cohésion entre les cellules d'un tissu.



Les communications intercellulaires

Les échanges entre les cellules sont favorisés par les ponctuations, les plasmodesmes et les perforations:

Les perforations : l'interruption de la paroi affecte tout le complexe membranaire.



LES CORMOPHYTES

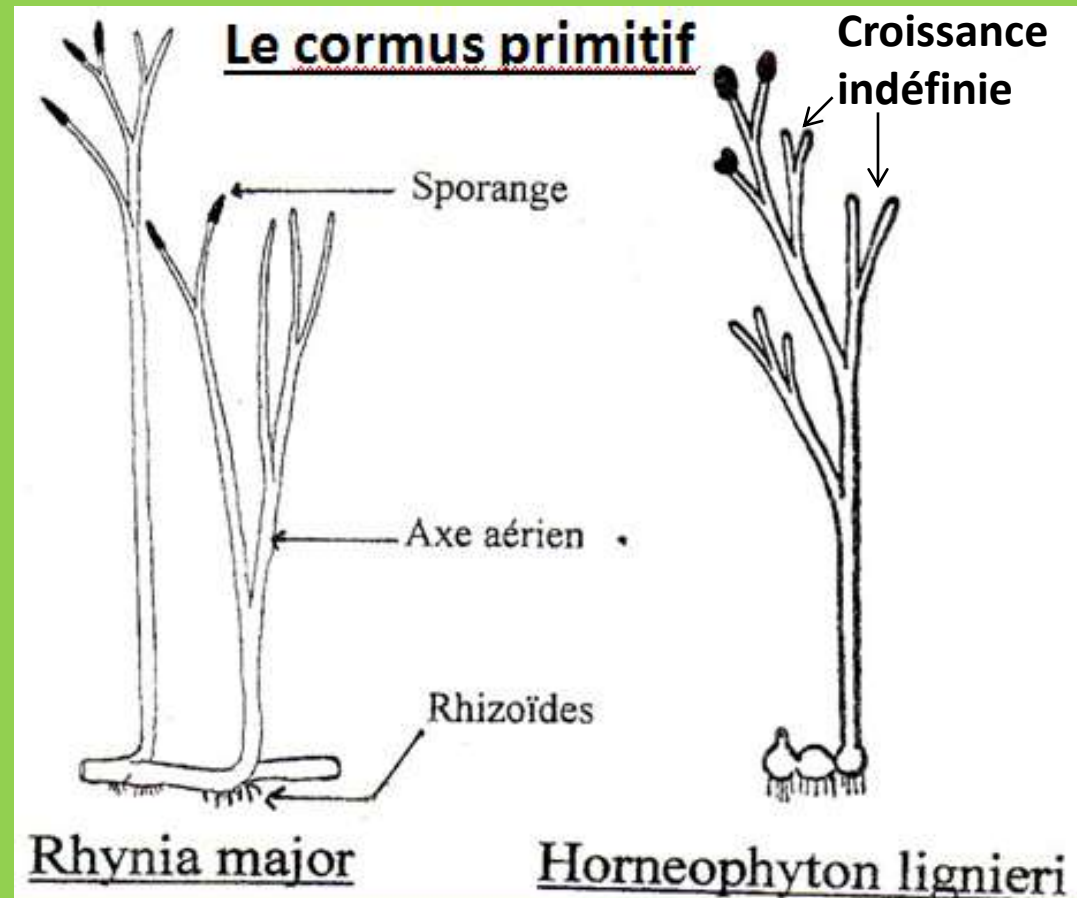
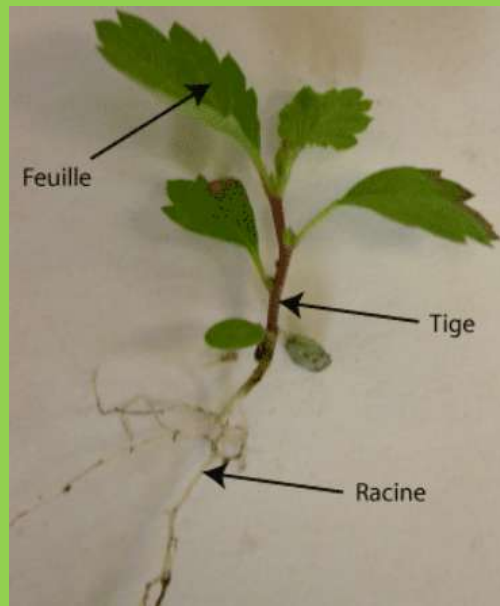
- **Végétaux chlorophylliens**
- **De formes et de tailles variables**
- **Adaptés essentiellement à la vie terrestre**

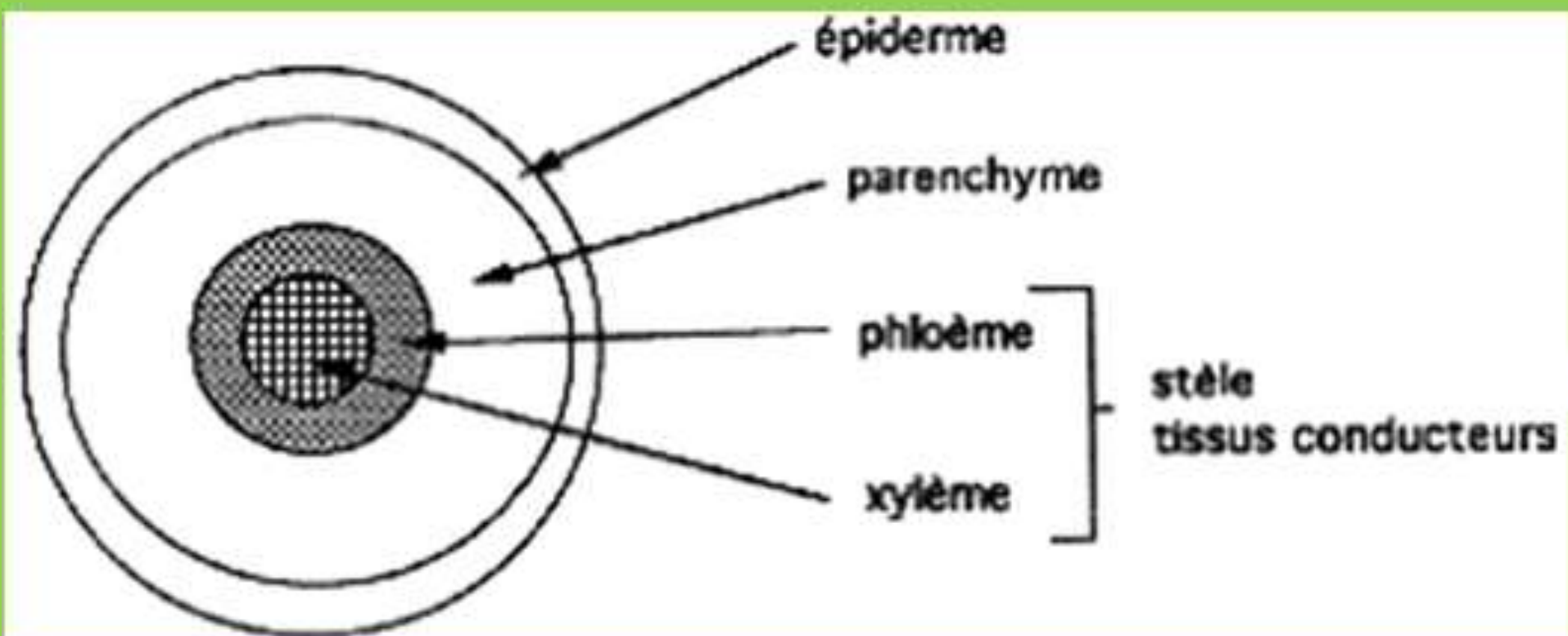
Le cormus est constitué de télomes.

Le télome = constitué par un épiderme à l'extérieur et un parenchyme à l'intérieur.

Dans le parenchyme se différencient les tissus conducteurs.

- Le xylème.
- Le phloème.





Les organes de reproduction sexuée chez les Cormophytes

Sporange:

- ✓ Paroi constituée par une ou plusieurs assises cellulaires;
- ✓ Méiospores.

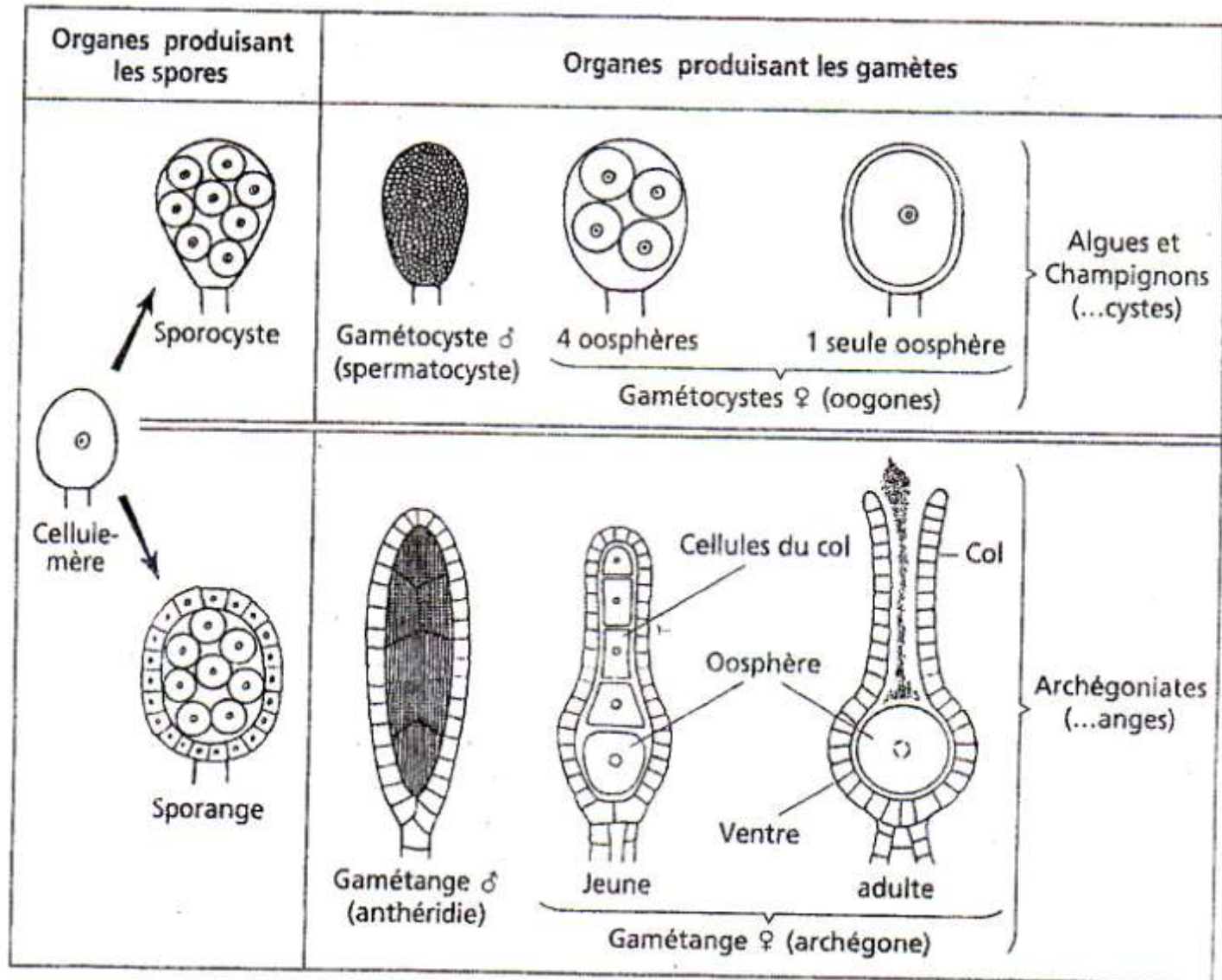


Différentes phases d'ouverture du sporange du
Polypode (*Polypodium*).

Polypode: *Polypodium*



Distinction entre sporocyste et gamétocyste des Thallophytes, sporange et gamétanges des Cormophytes.

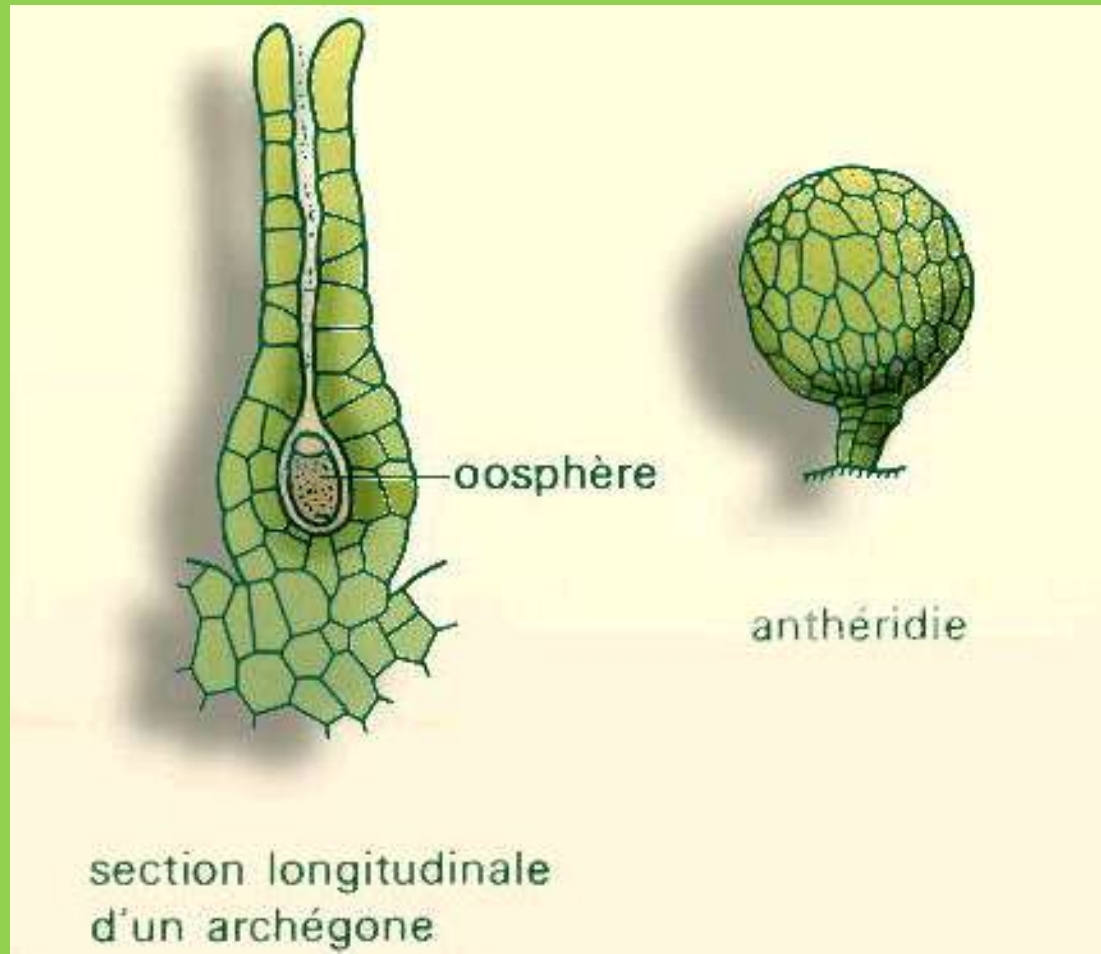


Gamétange:

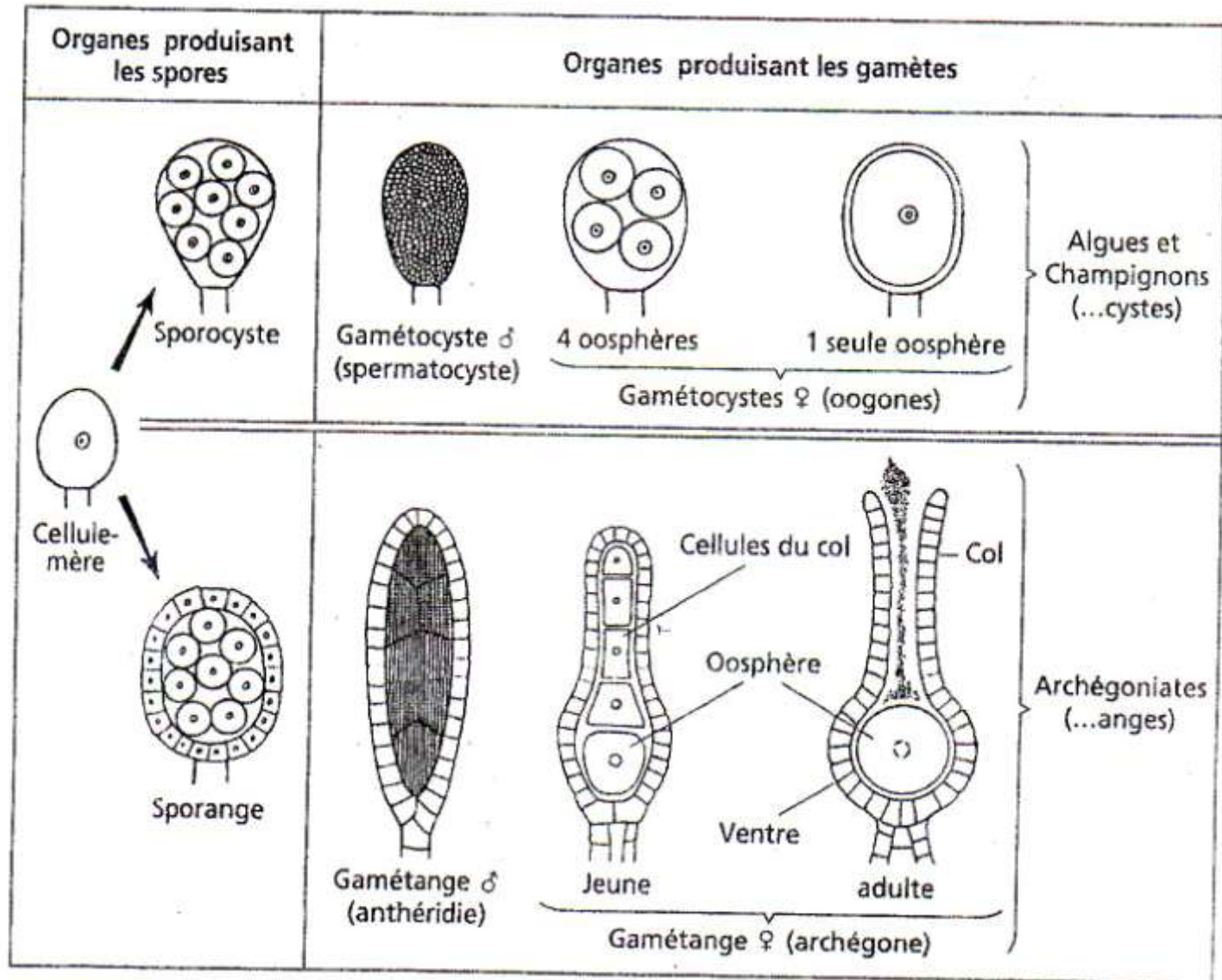
Les organes de reproduction sexuée sont dits gamétanges..

➡ Organe de reproduction mâle: Anthéridie

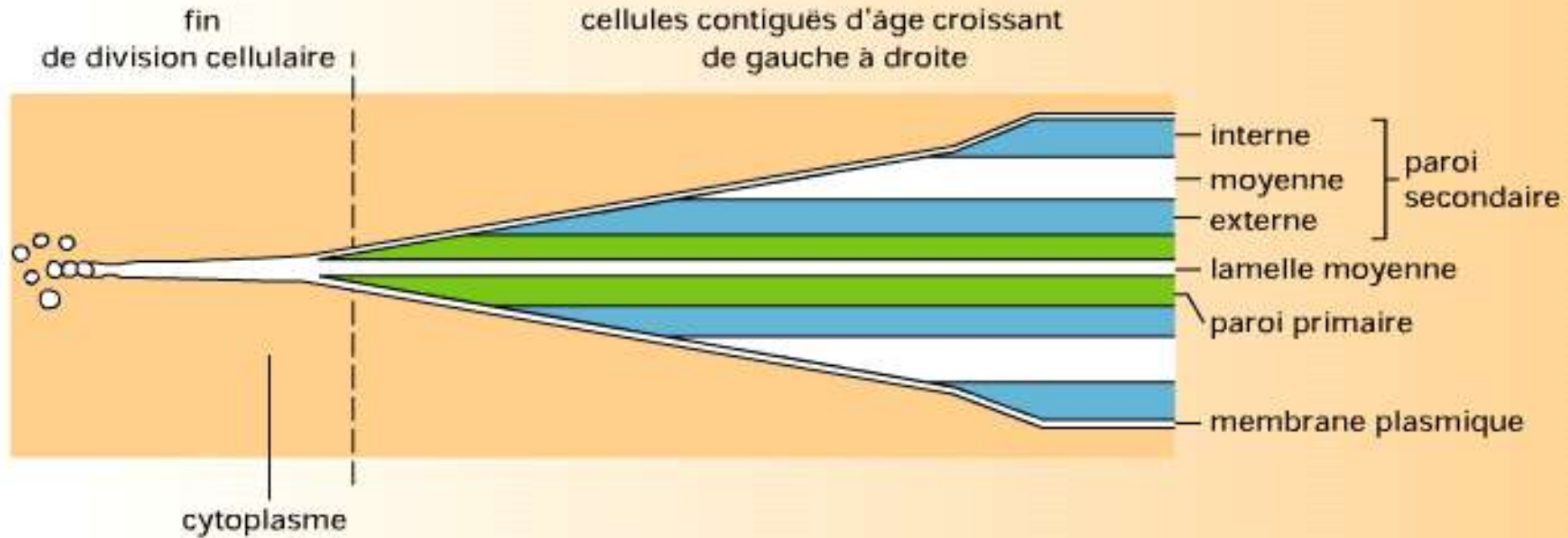
➡ Organe de reproduction femelle: Archégone



Distinction entre sporocyste et gamétocyste des Thallophytes, sporange et gamétanges des Cormophytes.

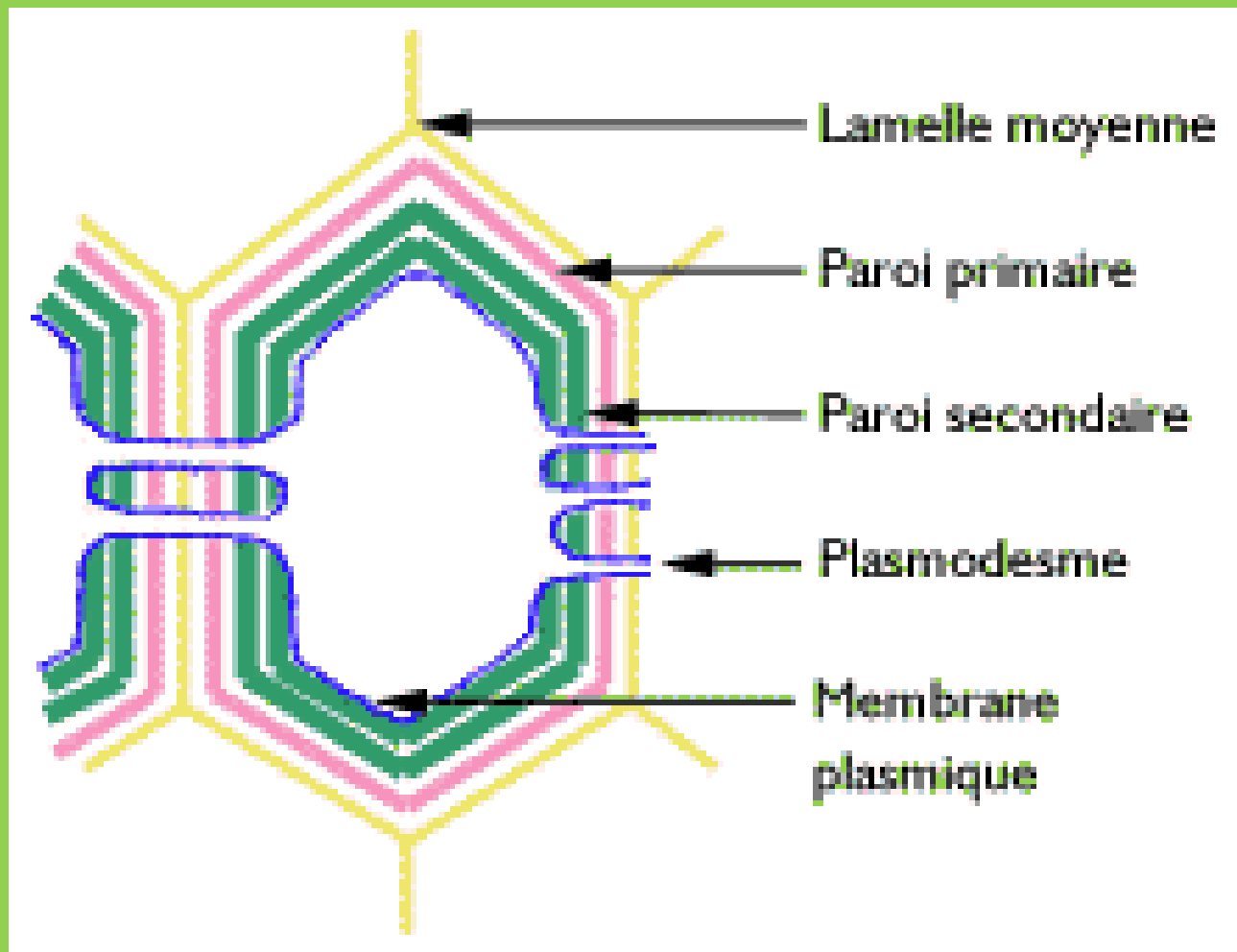


La paroi cellulaire



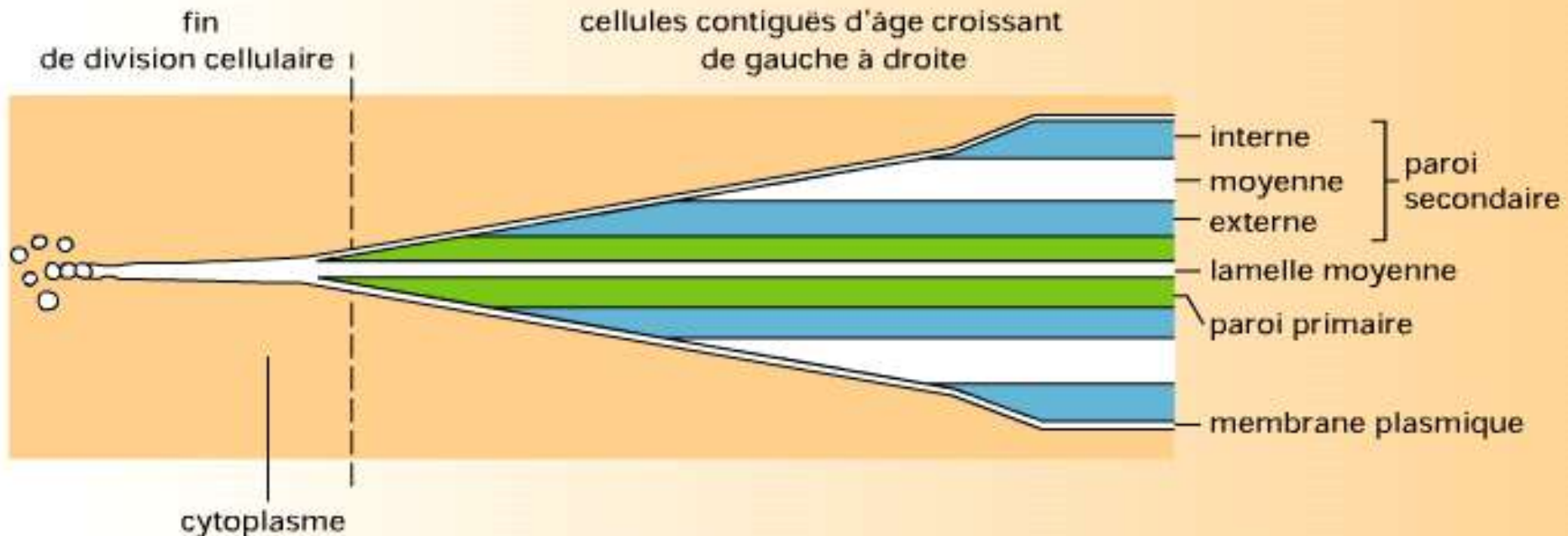
Elle est constituée:

- Une paroi primaire;
- Une paroi secondaire rigide;
- Une lamelle moyenne.



Les modifications chimiques de la paroi :

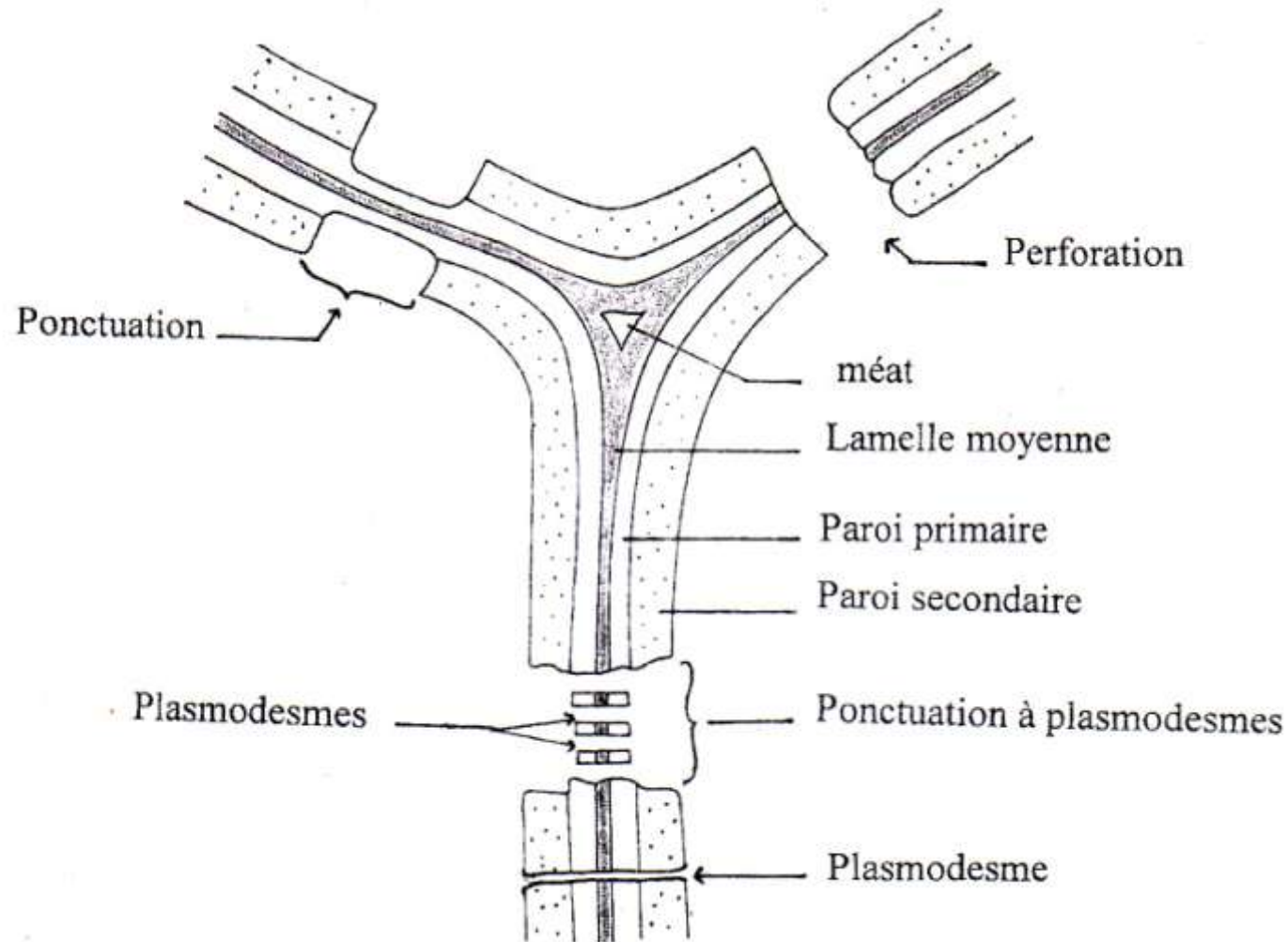
- La lignification: pour renforcer la rigidité
- La cutinisation: pour imperméabiliser
- La subérification: pour imperméabiliser
- La gélification: pour solubiliser la lamelle moyenne.

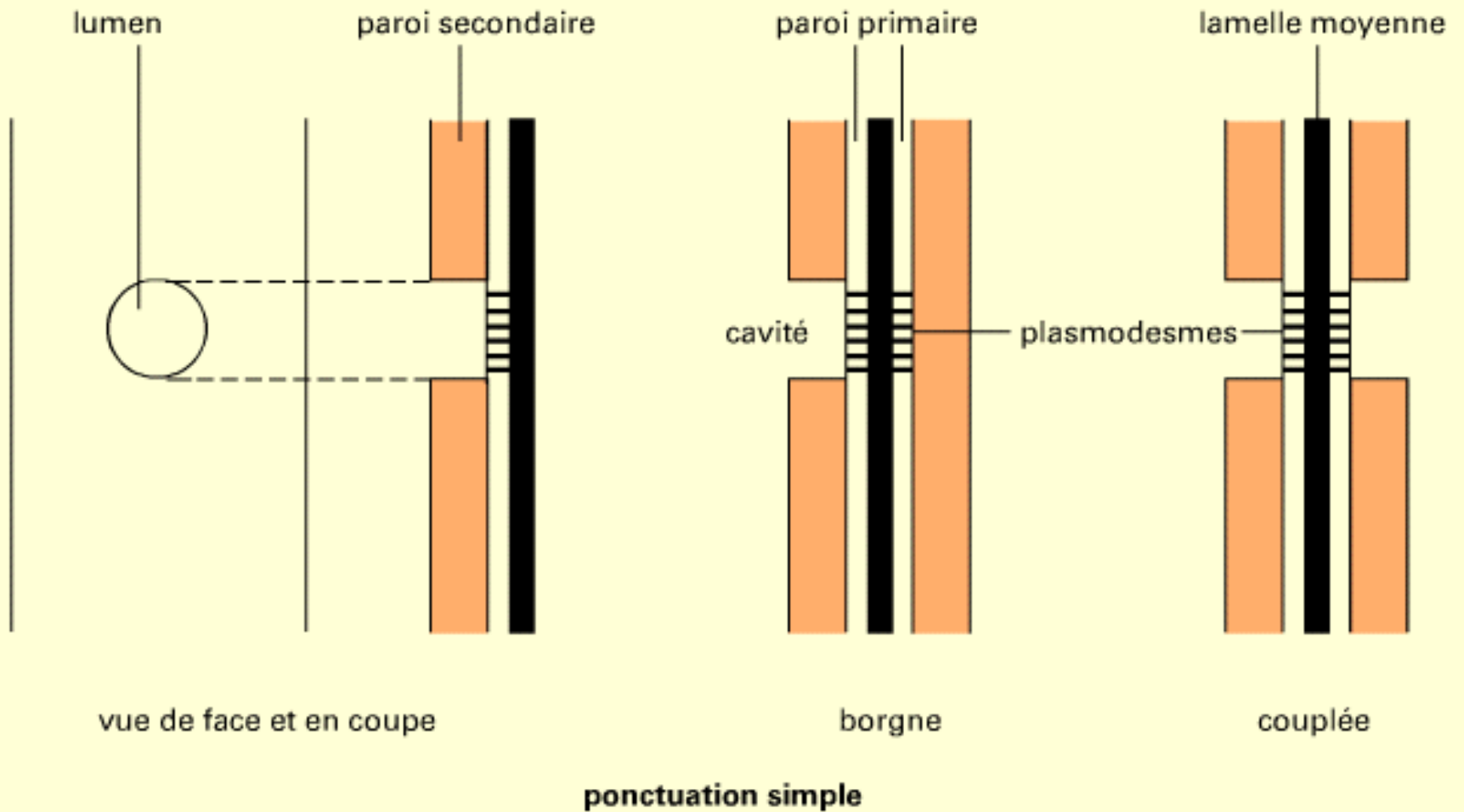


Les communications intercellulaires

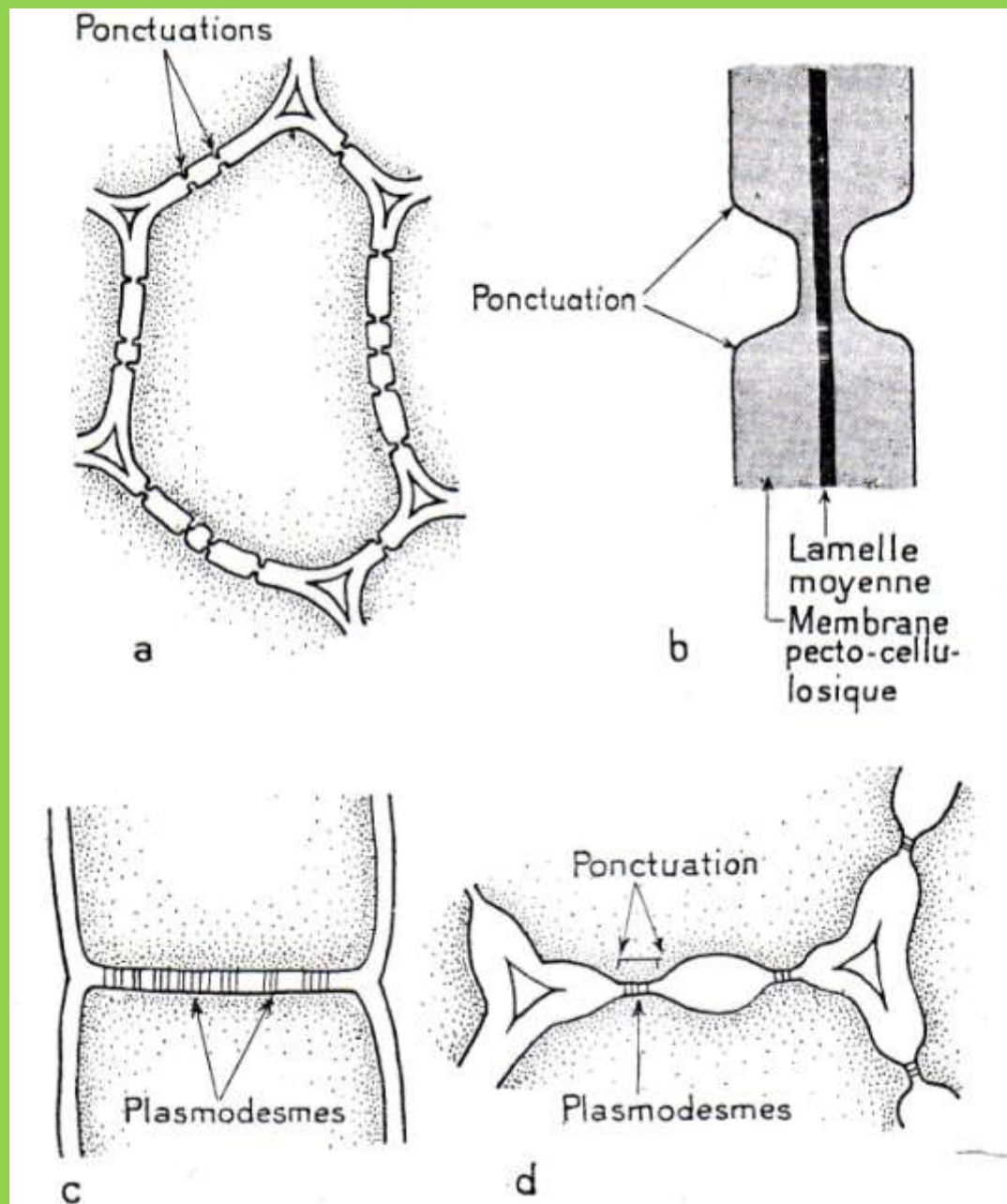
Les échanges entre les cellules sont favorisés par les ponctuations, les plasmodesmes et les perforations:

1- Perforations :





2- Ponctuation: Amincissement de la paroi squelettique.



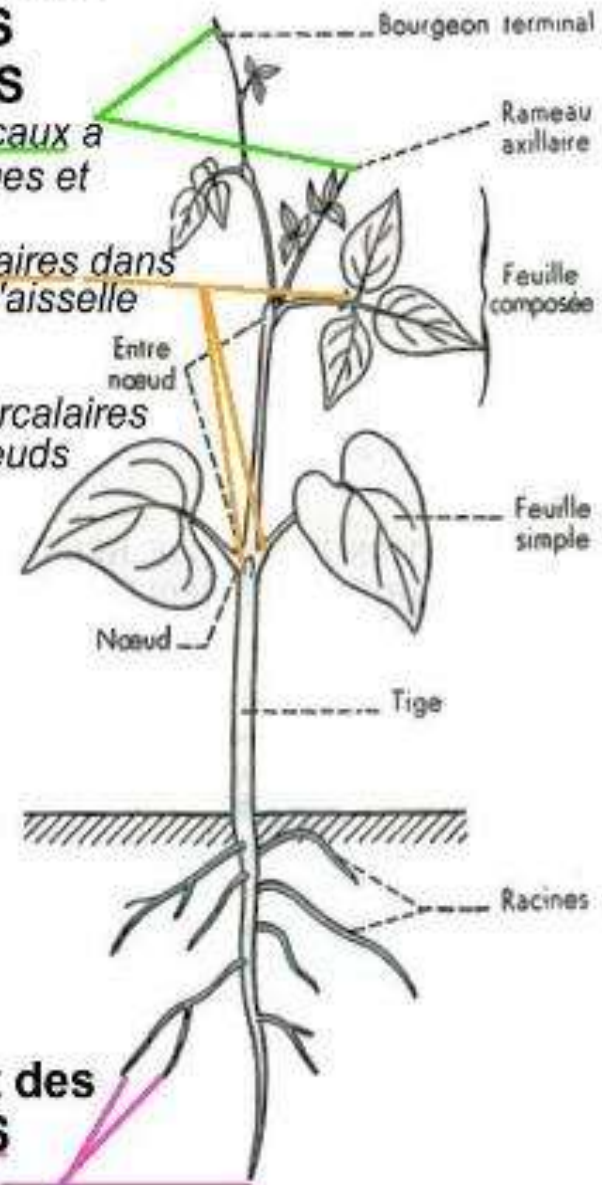
3- plasmodesmes: très fins canaux qui traversent totalement les parois cellulaires et la lamelle moyenne.

Les méristèmes

Les méristèmes primaires apparaissent en premier au cours de l'embryogenèse. Ils sont localisés aux extrémités des tiges et des racines, ils assurent la croissance en longueur de la plante et donnent naissance aux tissus primaires et aux méristèmes secondaires.

Emplacement des MERISTEMES CAULINAIRES

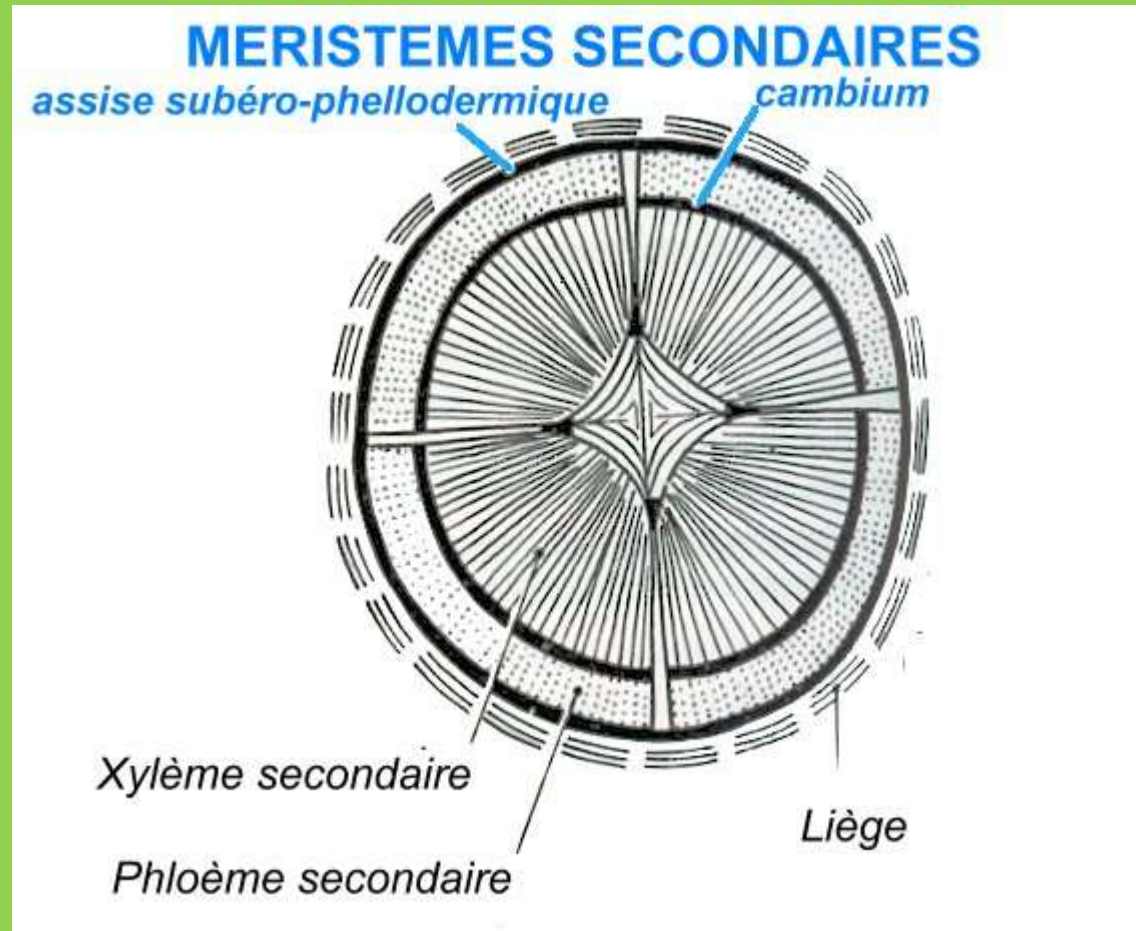
- méristèmes apicaux à l'extrémité des tiges et des rameaux
- méristèmes axillaires dans les bourgeons à l'aisselle des feuilles
- méristèmes intercalaires dans les entrenœuds



Emplacement des MERISTEMES RACINAIRES

situés à l'apex des racines, qu'il s'agisse de la racine principale ou bien des racines secondaires

Les méristèmes secondaires assurent le développement en largeur en augmentant le diamètre des divers axes (tiges, racines). Ils sont à l'origine des tissus secondaires. Aux niveau des méristèmes secondaires, les cellules se divisent essentiellement selon une direction radiale.



Coupe transversale de racine

Les tissus

Dans les organes des végétaux supérieurs (= végétaux vasculaires), les cellules ayant même organisation et mêmes fonctions, sont groupées en ensembles appelés tissus.

Les tissus primaires

On distingue différents tissus:

Les parenchymes

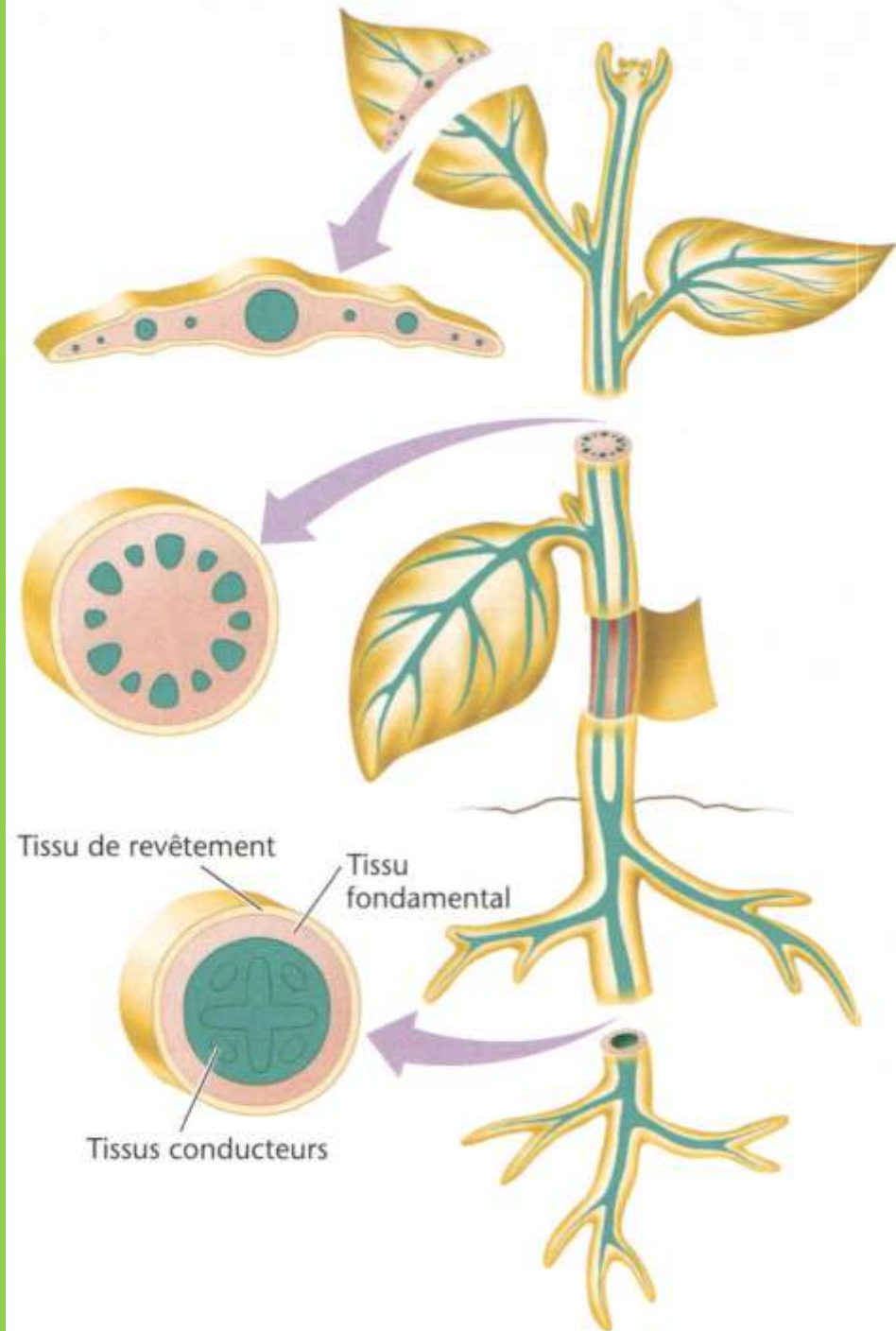
Les tissus protecteurs

Les tissus conducteurs

Les tissus de soutien

Les tissus sécréteurs

Tissus principaux

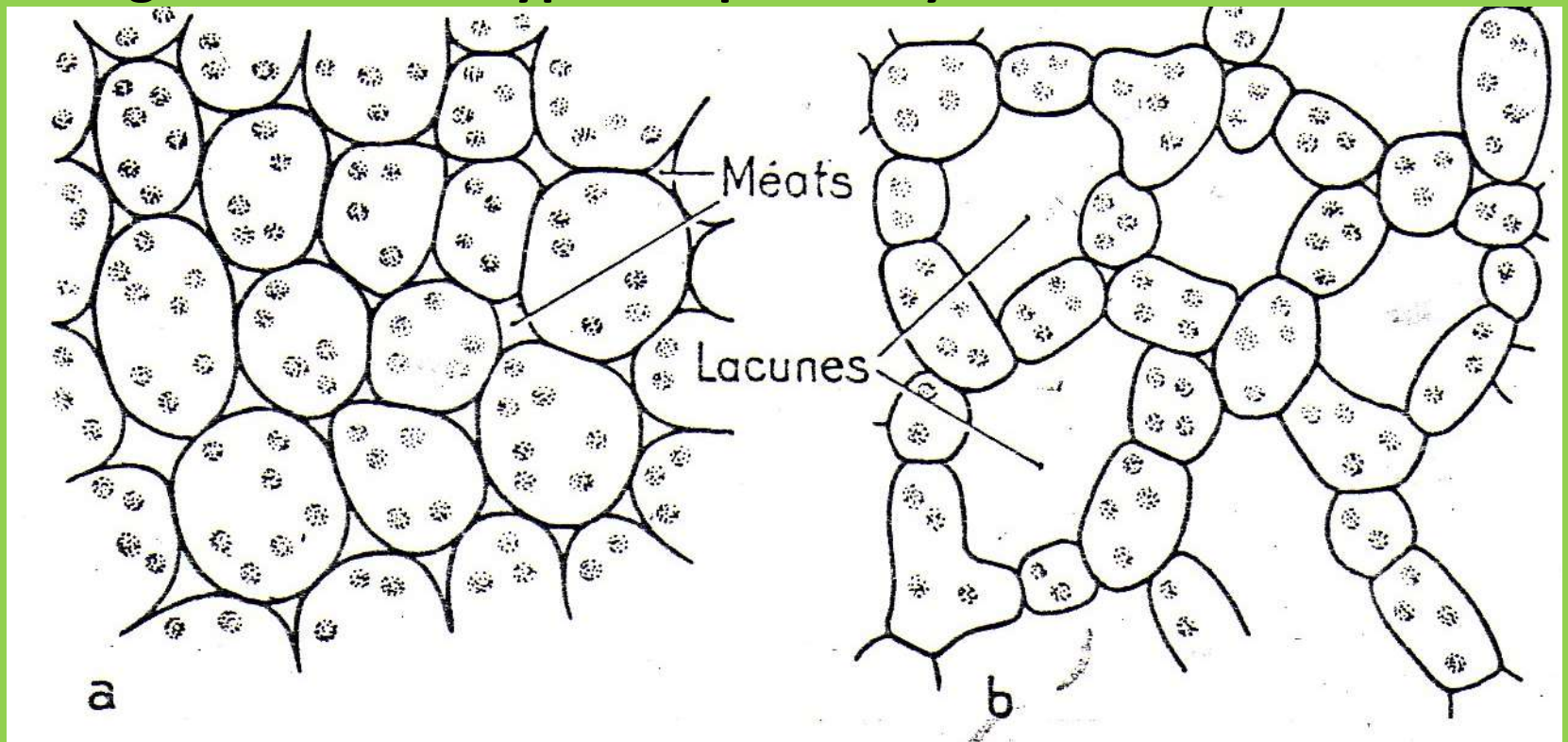


Les parenchymes:

Fonctions élaboratrices de la plante (photosynthèse et stockage des réserves).

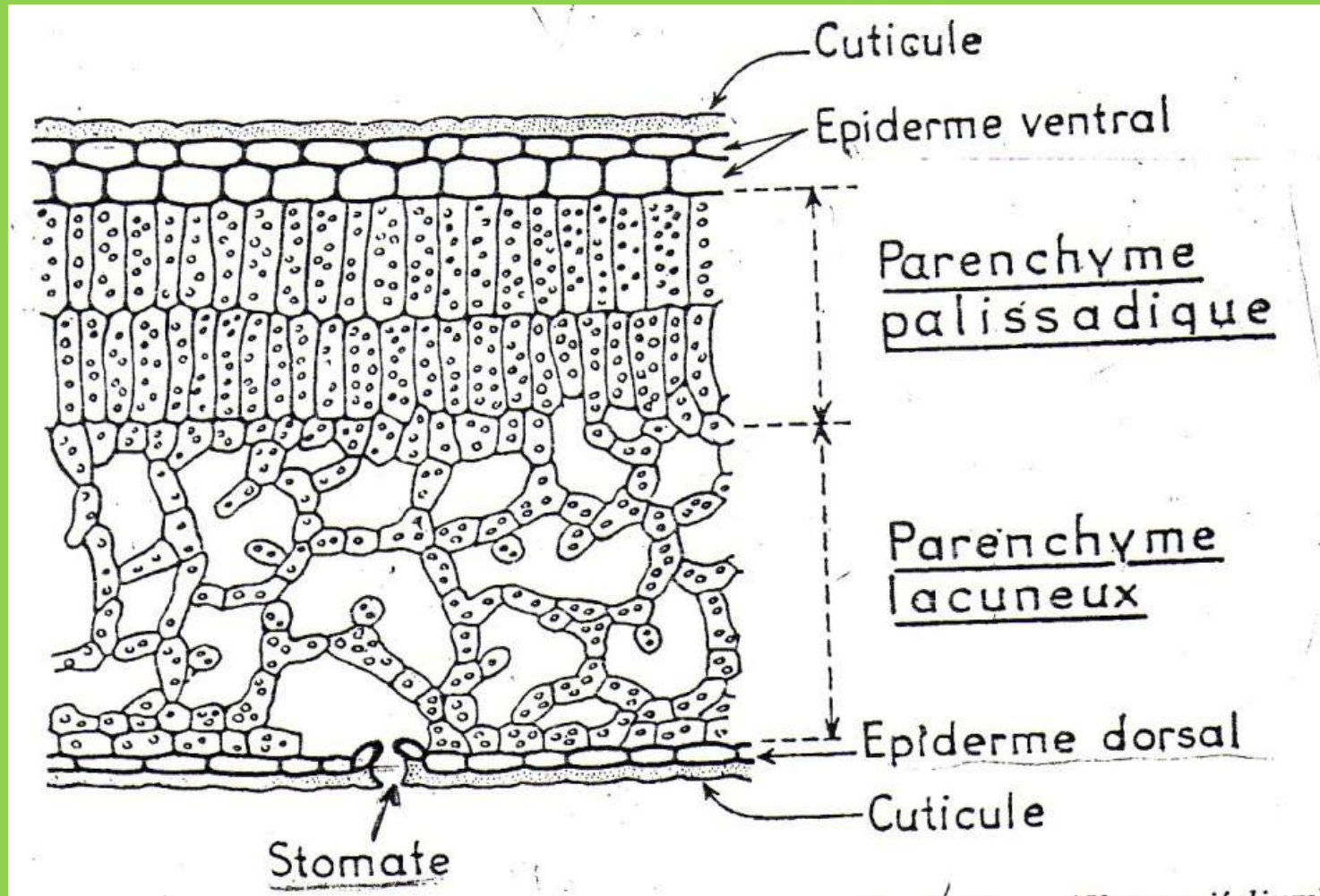
Les cellules isodiamétriques ou allongées, plus ou moins arrondies dans les angles. Paroi cellulaire est assez mince et vacuole bien développée.

On distingue différents types de parenchymes:



Parenchyme chlorophyllien:

Caractérisé par la présence de chloroplastes, ils sont abondants dans les organes aériens et jeunes tiges.





Feuille de Laurier vue de face

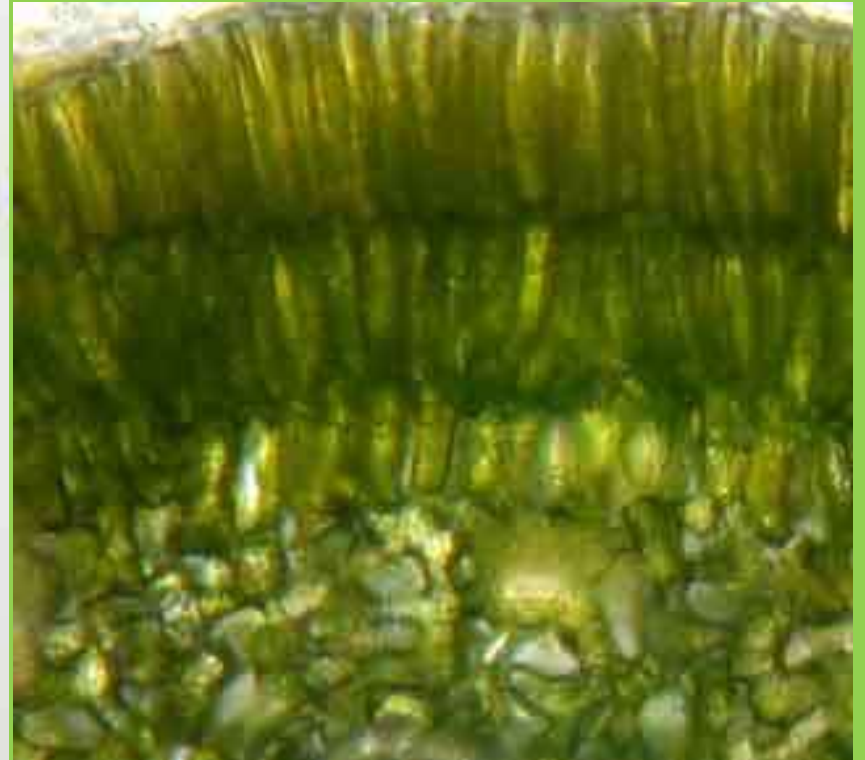
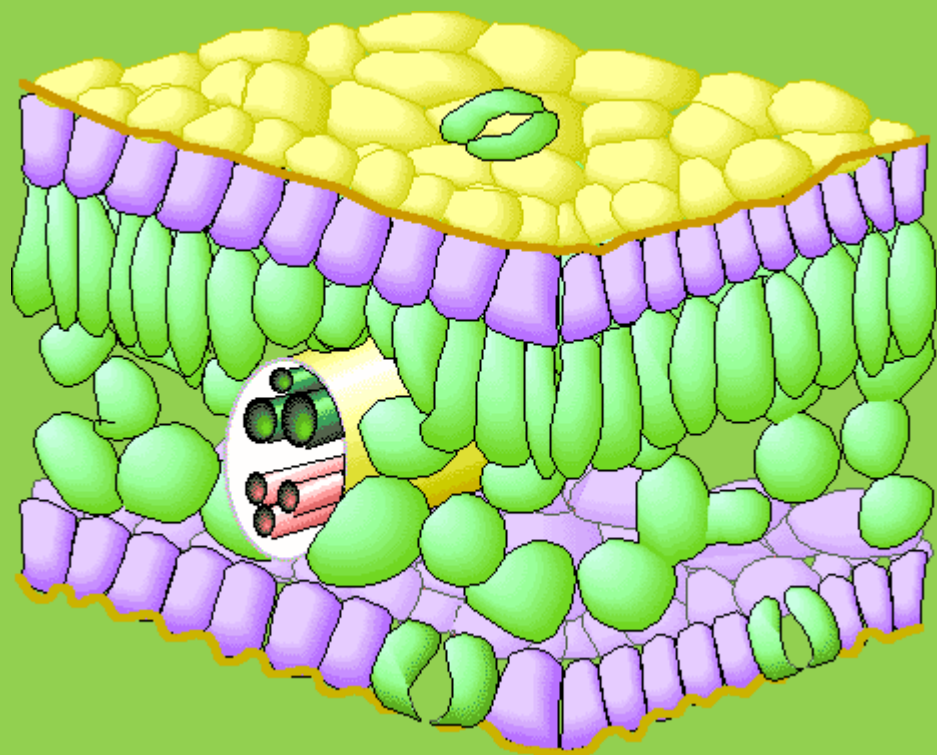
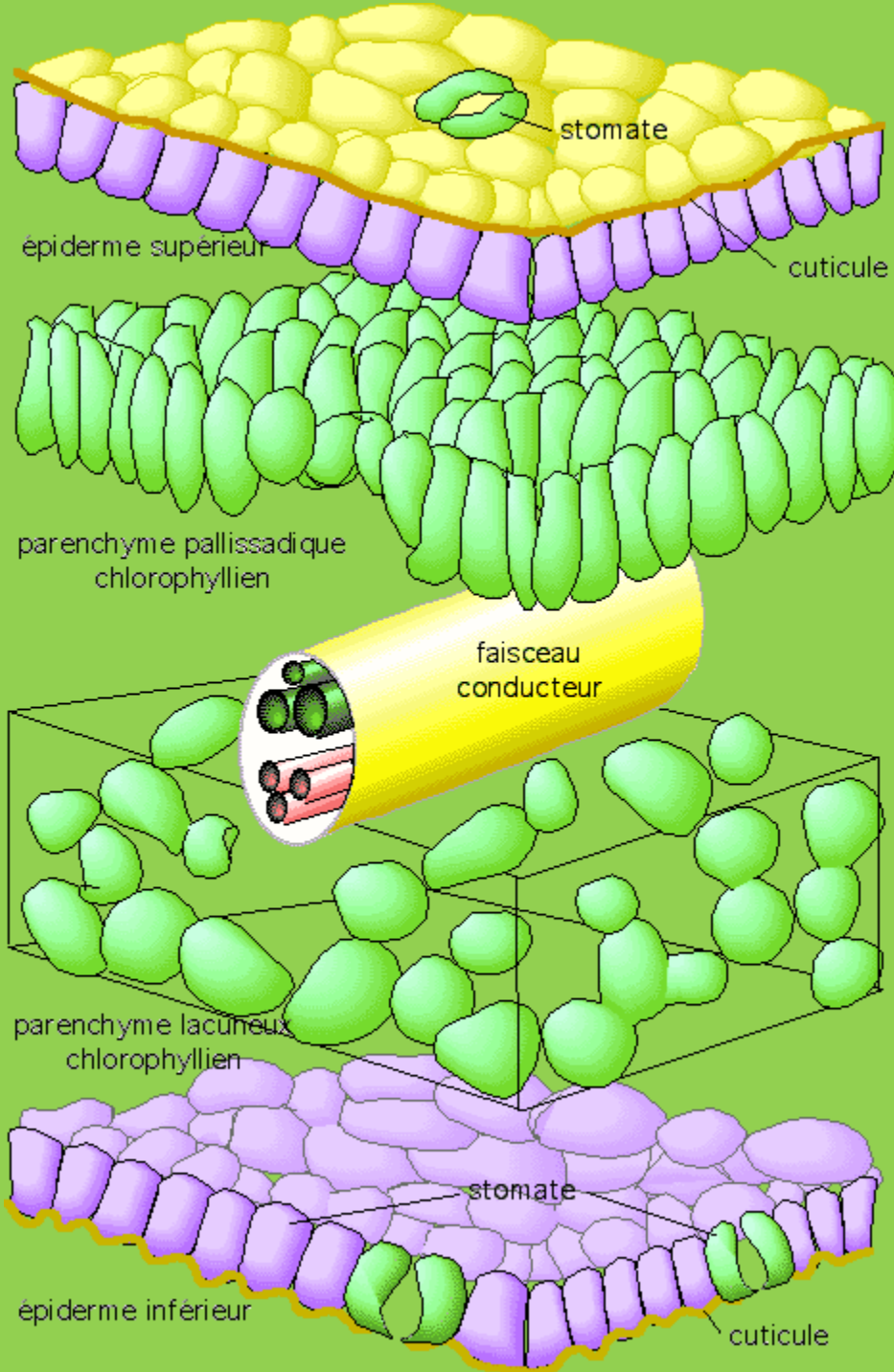
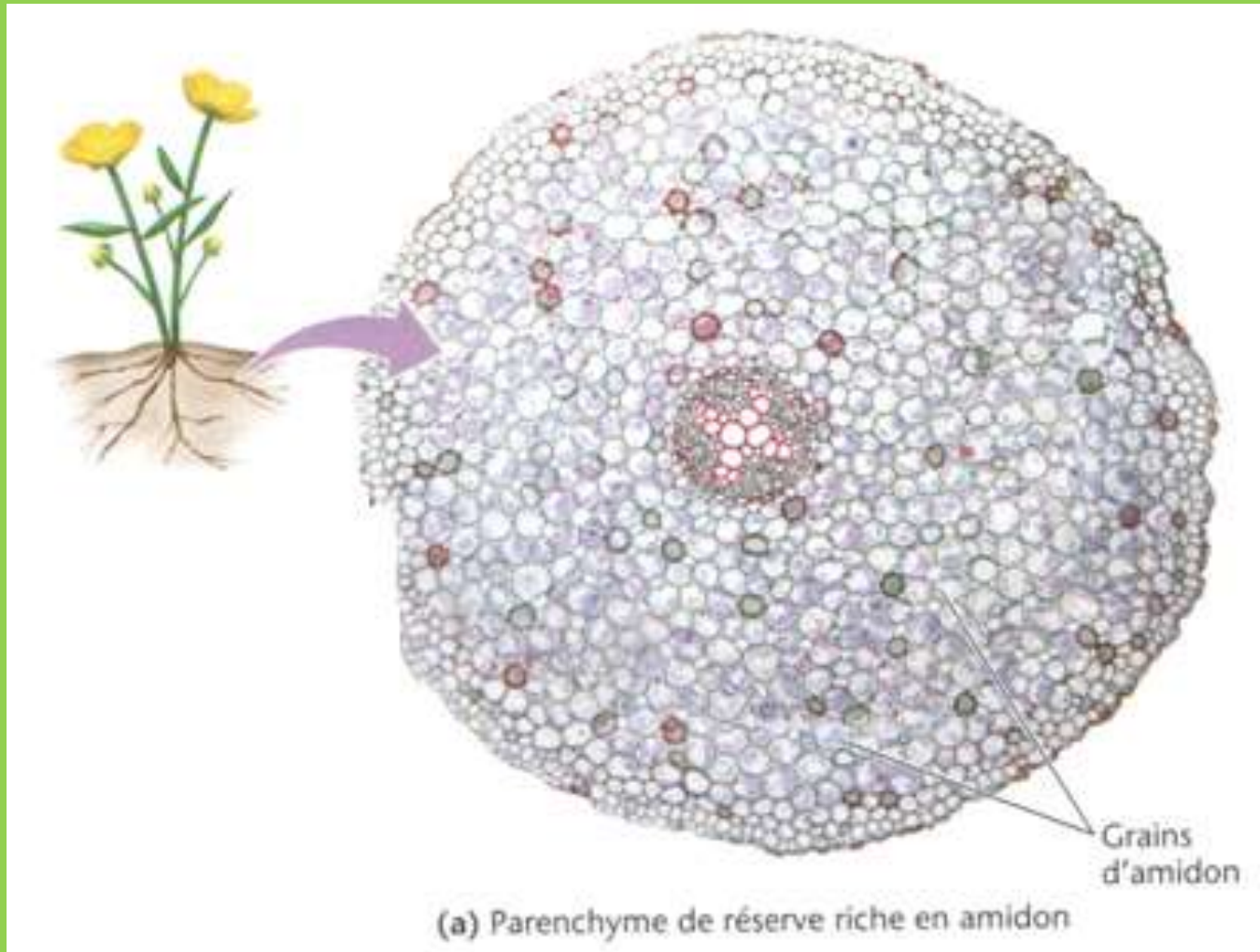


Photo de la CT de la feuille de Laurier vue
au Microscope Optique



Parenchyme de réserve:

Présents dans de nombreux organes tels que les racines, les tiges souterraines (ou rhizomes), les tubercules, les tiges aériennes, les fruits et les graines.



Parenchyme aquifère :

Cellules de très grandes tailles pourvues d'une vacuole très développée et très riche en eau. Ils sont abondants soit dans les tiges soit dans les feuilles des plantes grasses ou ils constituent une réserve d'eau.

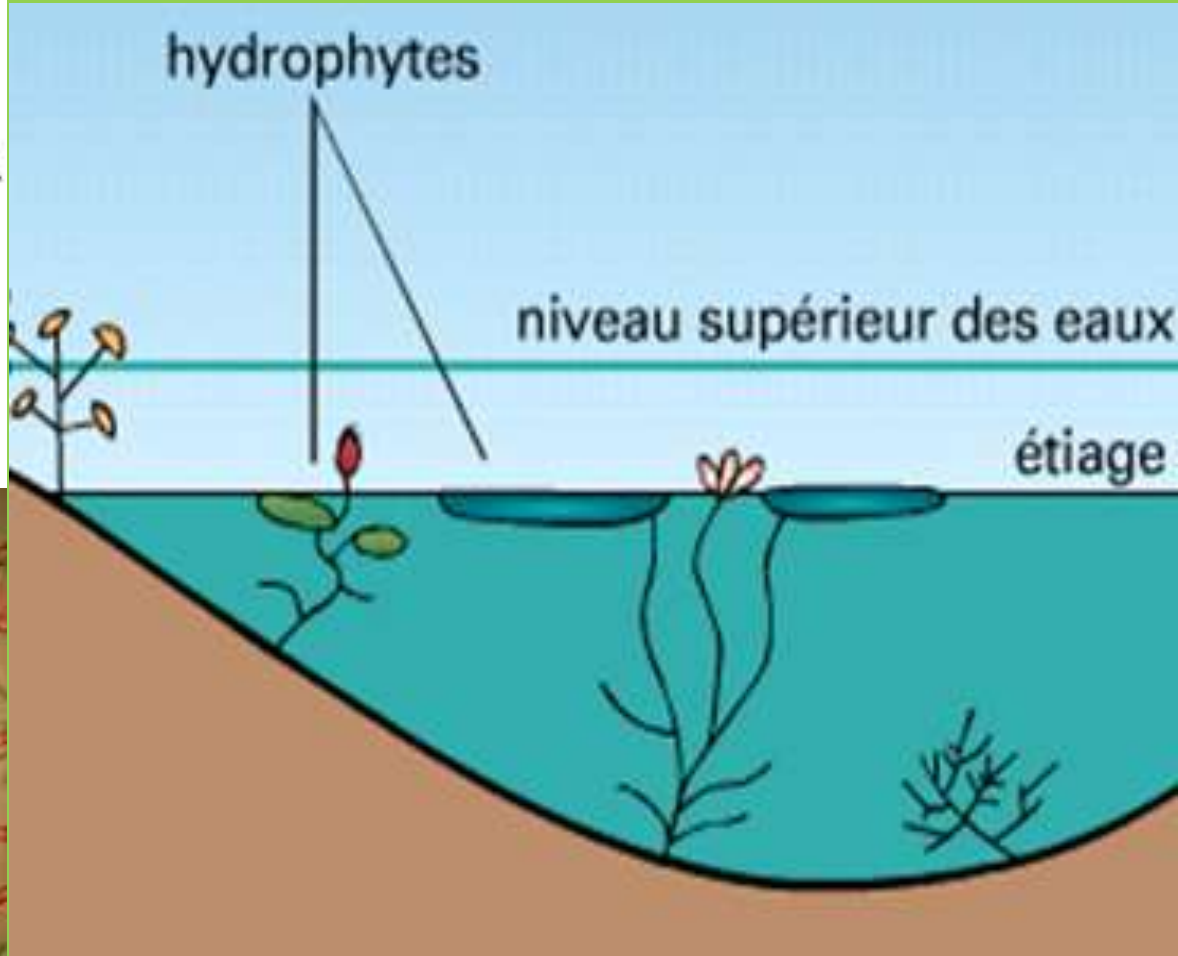
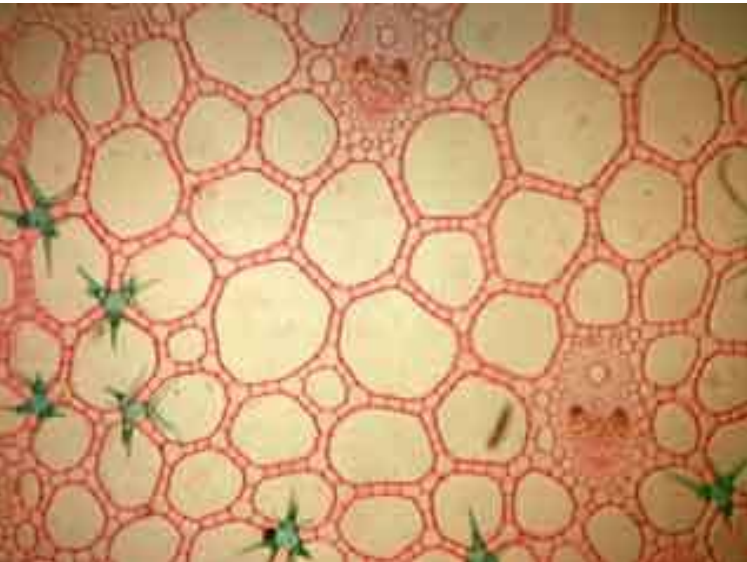
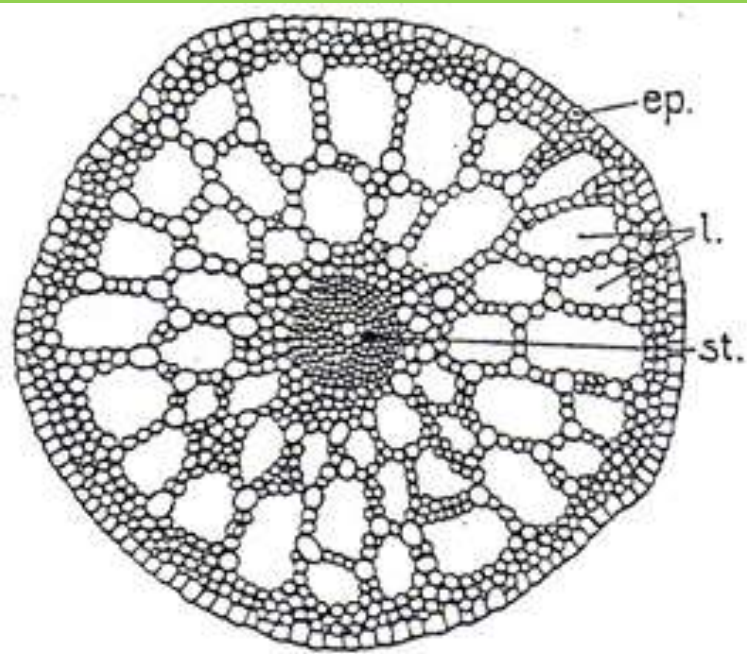


Opuntia ficus-indica



Parenchyme aérifère :

Fréquents chez les plantes aquatiques.





On distingue différents tissus:

Les parenchymes

Les tissus protecteurs

Les tissus conducteurs

Les tissus de soutien

Les tissus sécréteurs

Les tissus protecteurs

Séparent le tissu parenchymateux du milieu extérieur.

On distingue deux sortes de tissus protecteurs:

- Les épidermes

Les épidermes

L'épiderme:

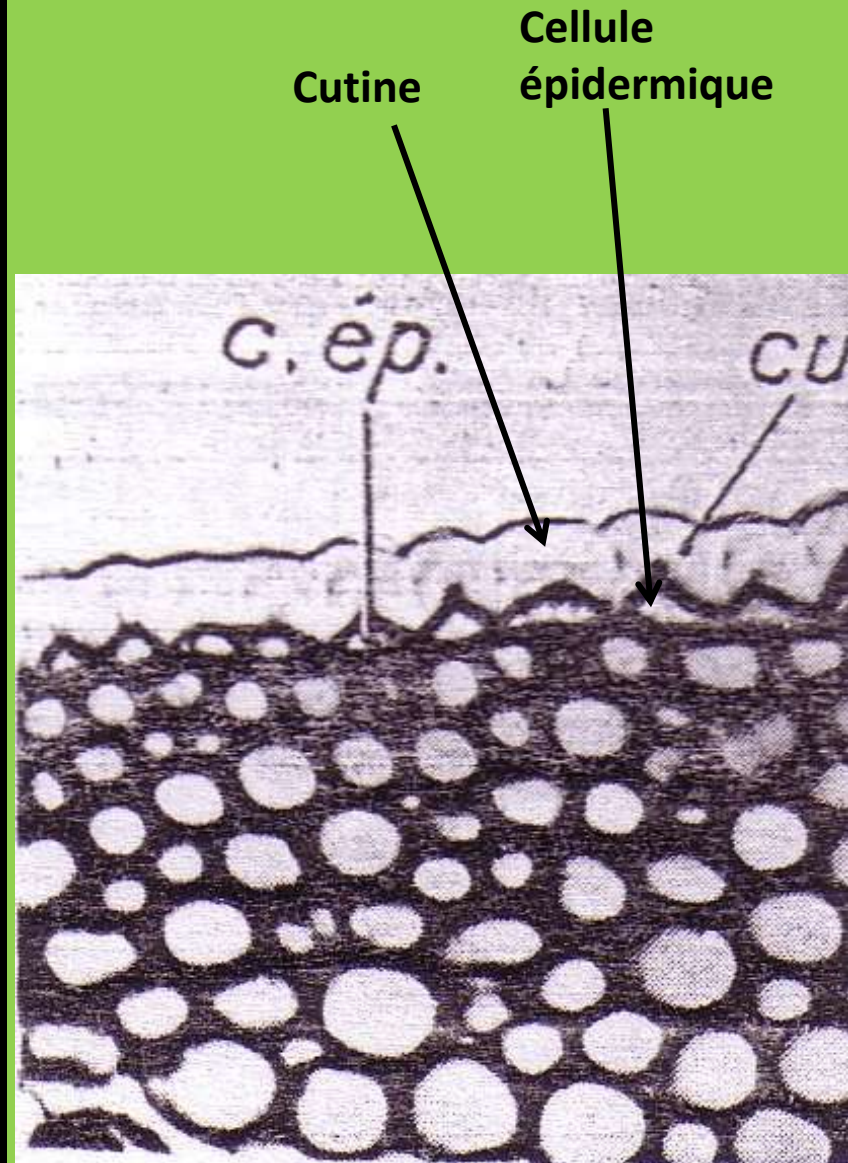
Au niveau de l'épiderme on distingue:

- Des cellules épidermiques**
- Des stomates**
- Des poils**

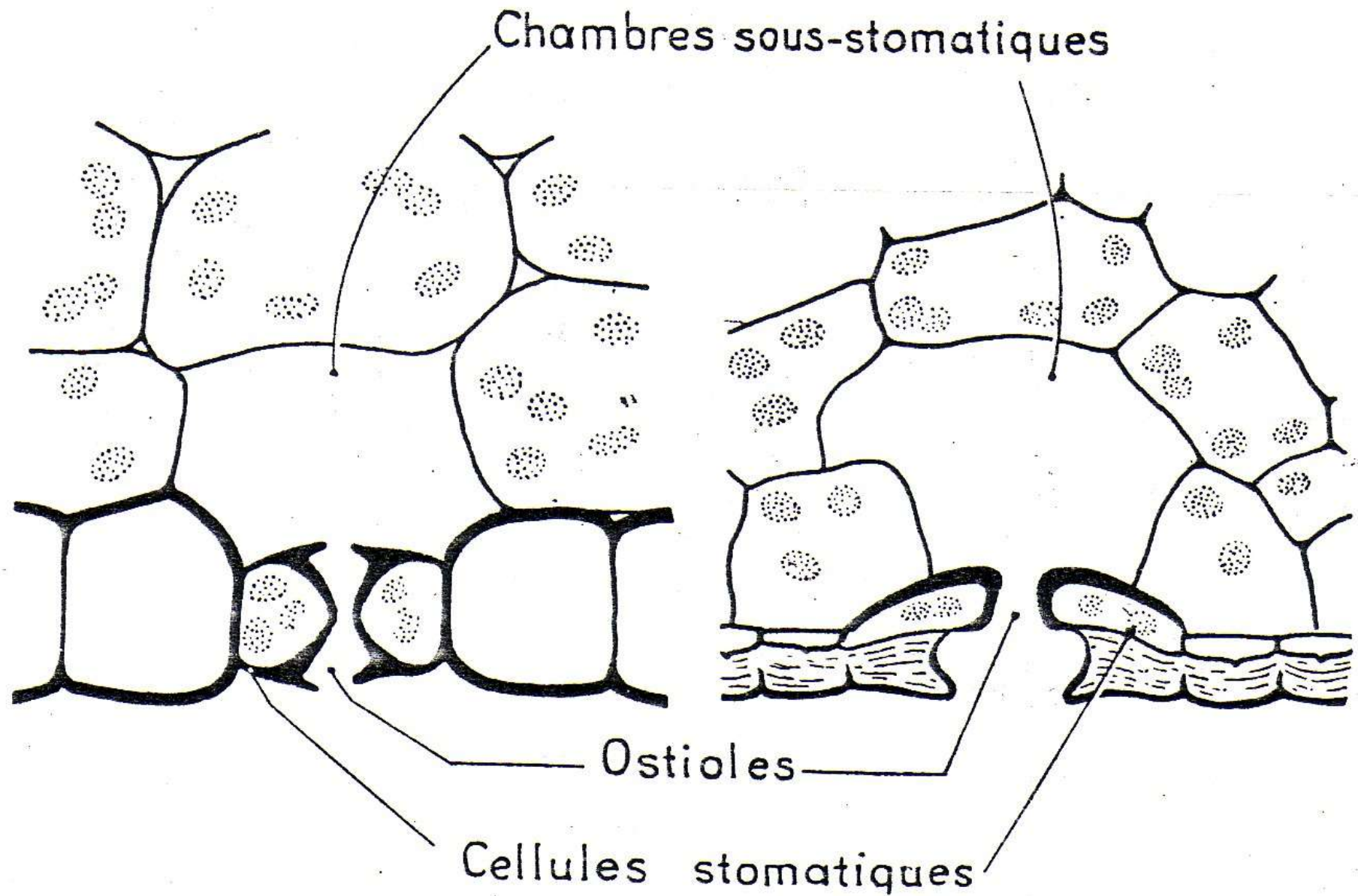
Les cellules épidermiques:

1 seule couche :épiderme simple,

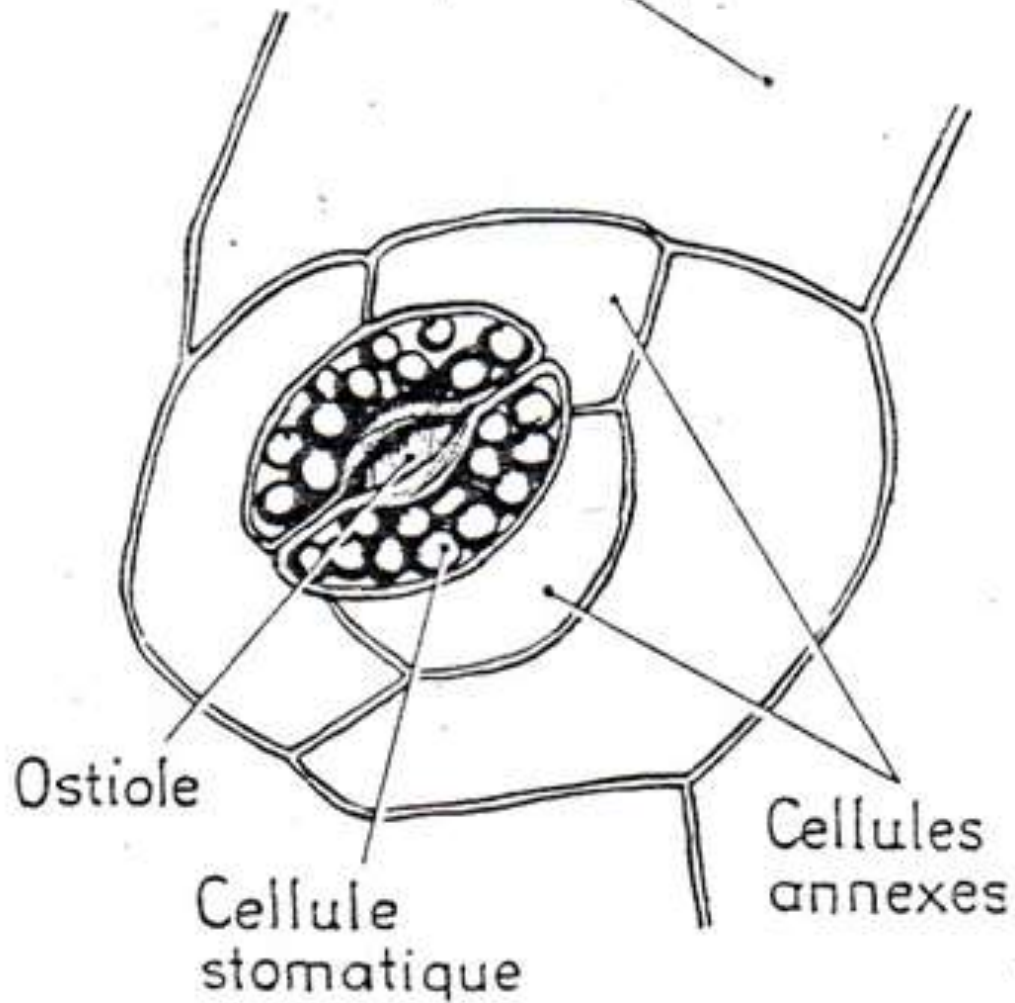
Plusieurs couches: épiderme composé.



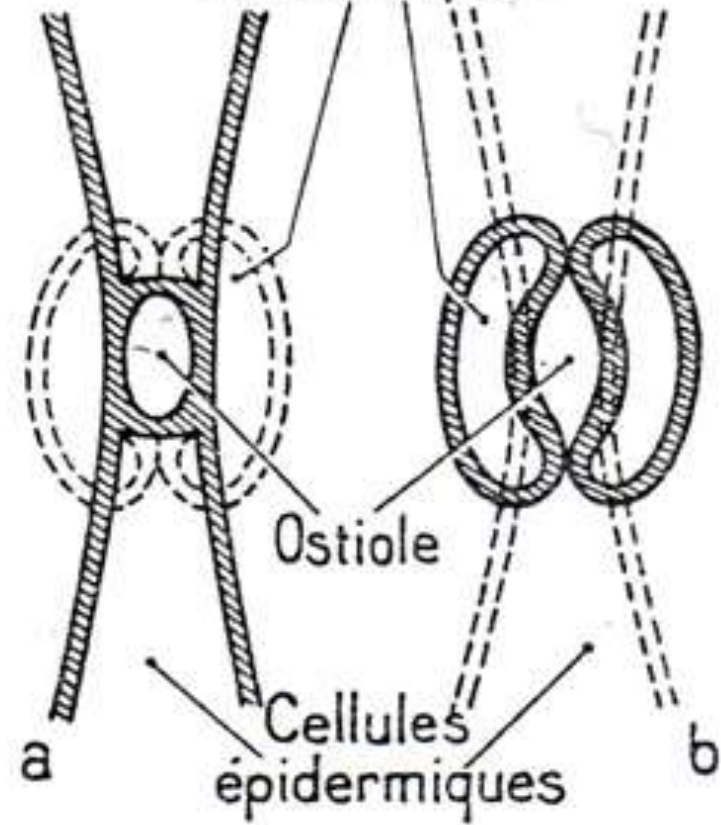
Les stomates:



Cellule épidermique



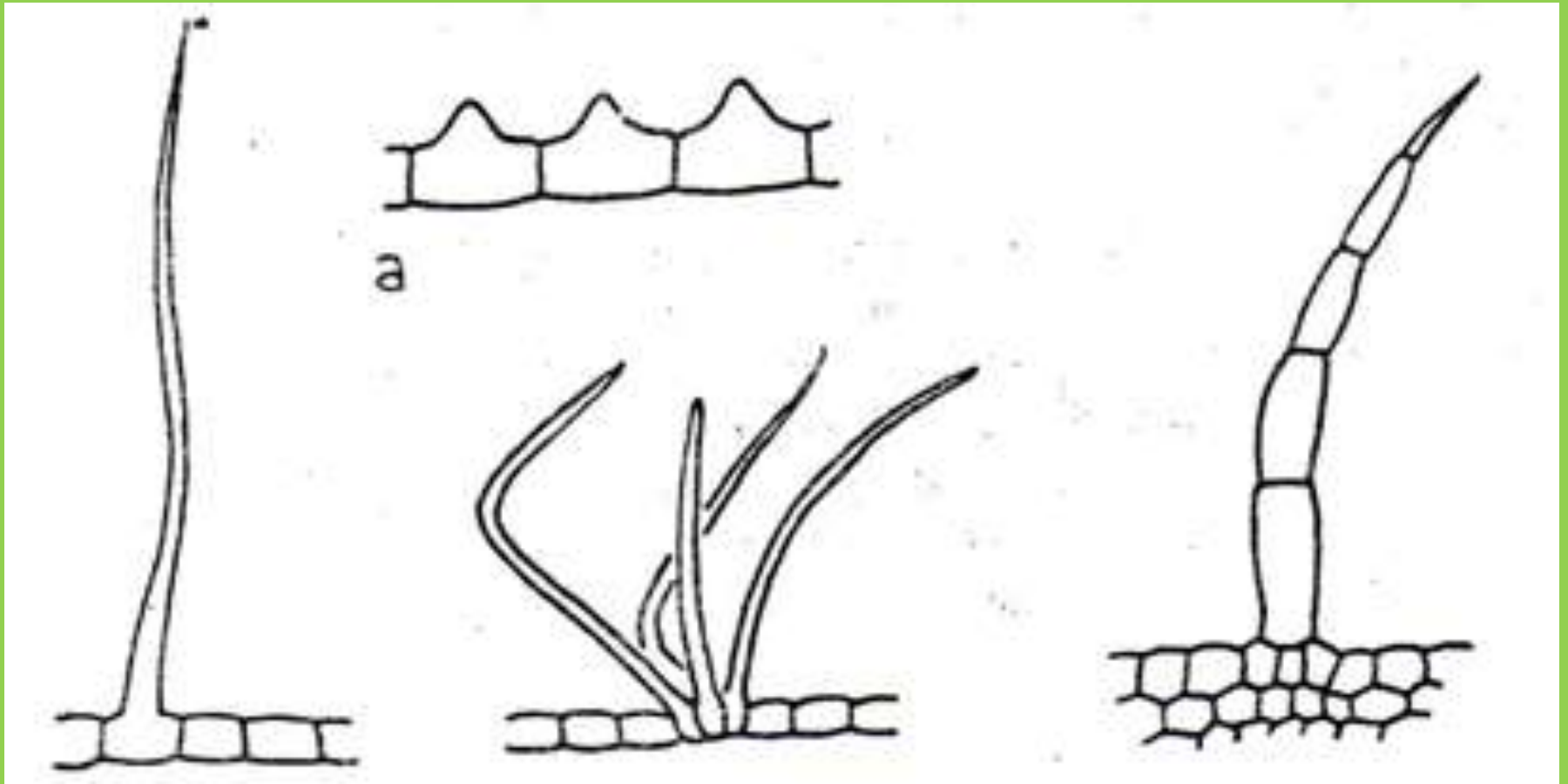
Cellules stomatiques





Les poils:

- Les poils unicellulaires.
- Les poils pluricellulaires.



On distingue différents tissus:

Les parenchymes

Les tissus protecteurs

Les tissus conducteurs

Les tissus de soutien

Les tissus sécréteurs

Les tissus conducteurs

- Xylème, appelé également tissus ligneux.
- Phloème, appelé tissu criblé.

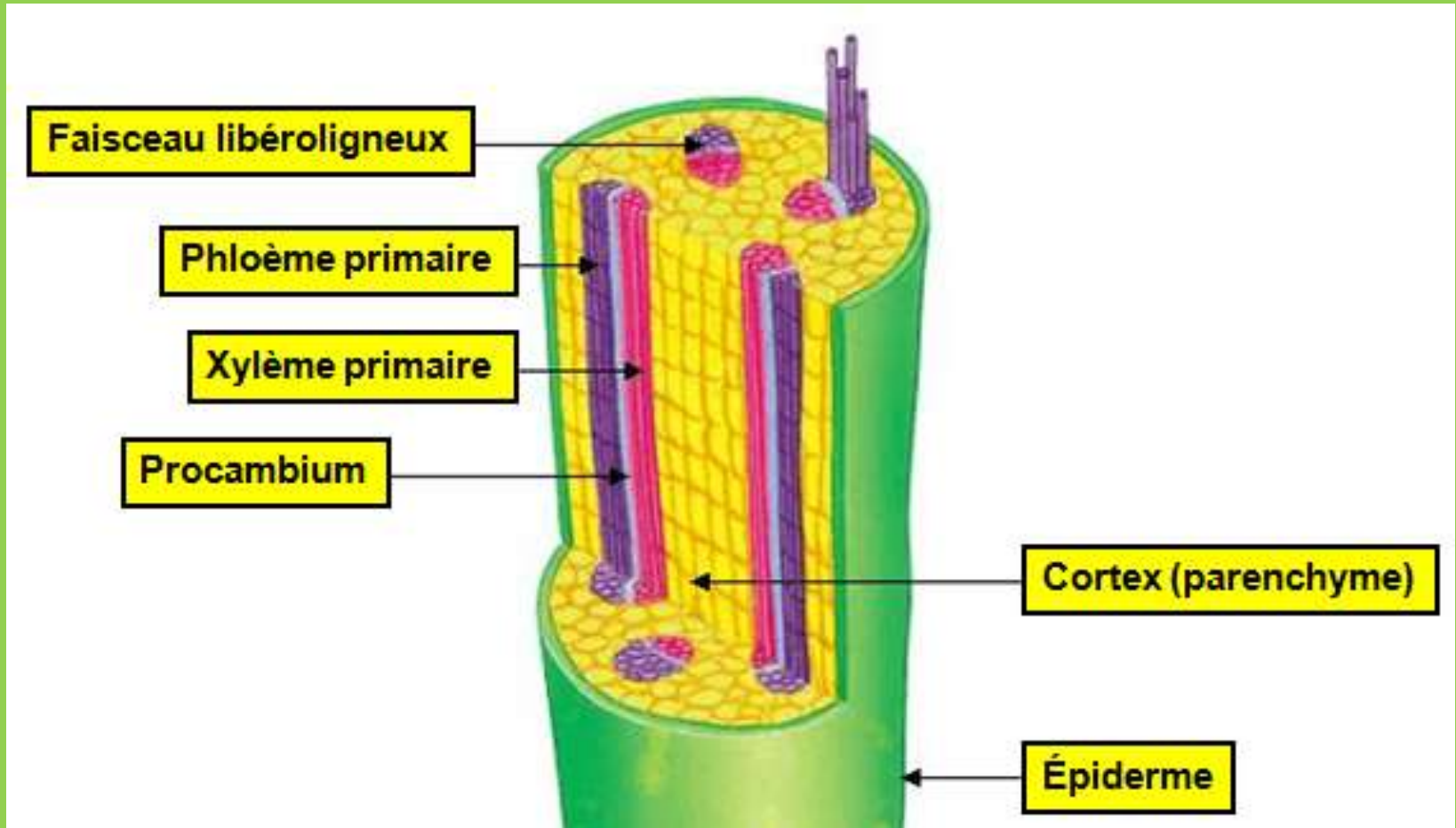
Définition de la sève:

Liquide circulant dans les végétaux. On distingue:

- La sève brute: Solution de sels minéraux absorbée dans le sol par les racines et conduite vers les feuilles.**
- La sève élaborée: contient des substances organiques résultant de l'activité photosynthétique des cellules chlorophylliennes et conduite vers les organes de croissance et de reproduction.**

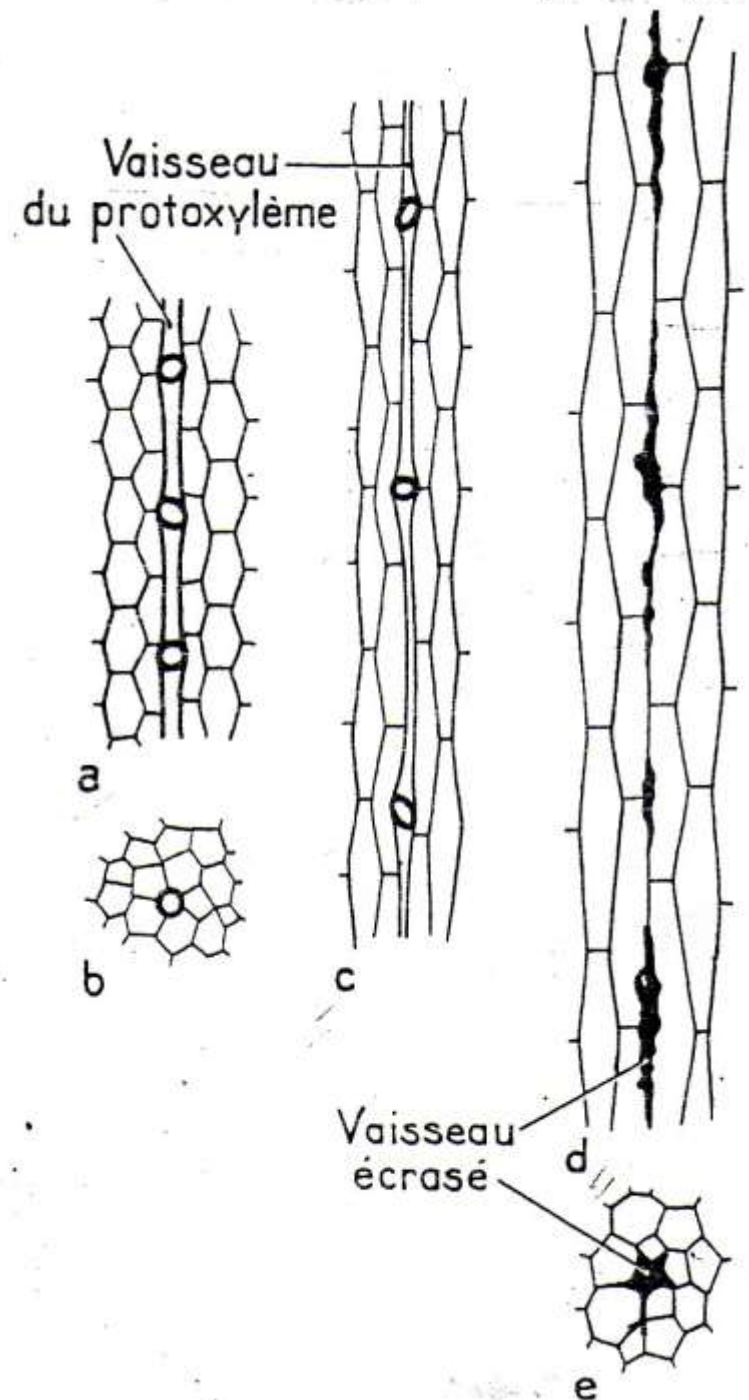
I- Le xylème primaire:

Il assure la conduction de la sève brute des racines vers les organes aériens du végétal. Il provient de l'activité des méristèmes primaires. Le xylème primaire est constitué du protoxylème et du métaxylème.



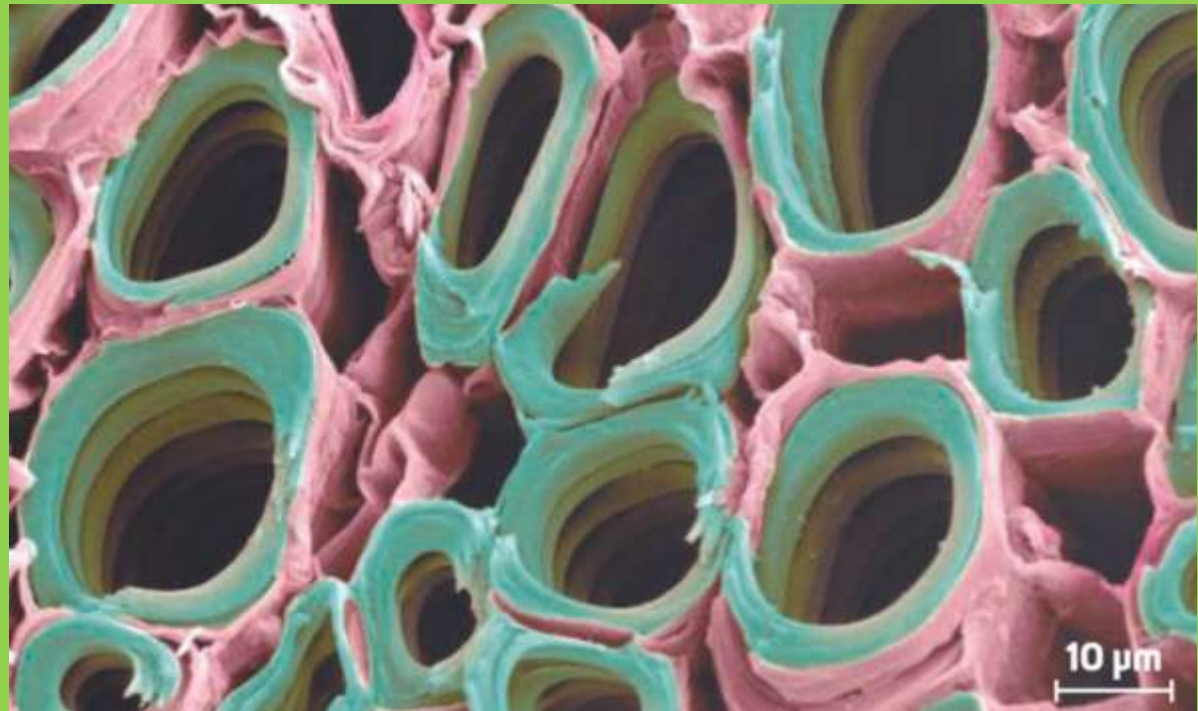
. Le protoxylème:

Se forme au début de la différenciation cellulaire. Il s'agit de trachéides annelées et spiralées de petit calibre qui peuvent s'allonger pendant la croissance de l'organe par écartement des anneaux ou des tours de spire. Généralement après la croissance ils sont écrasés et on n'observe que des restes de protoxylème.



. Le métaxylème:

Il se forme lorsque la croissance des organes est terminée. Il constitue les trachéïdes chez les Ptéridophytes et les Gymnospermes, et les vaisseaux chez les Angiospermes.



A- Les constituants du xylème:

Ce tissu est constitué de 3 éléments:

- Les éléments conducteurs,
- Les fibres ligneuses.
- Les cellules parenchymateuses



faisceaux ligneux

1- Les éléments conducteurs:

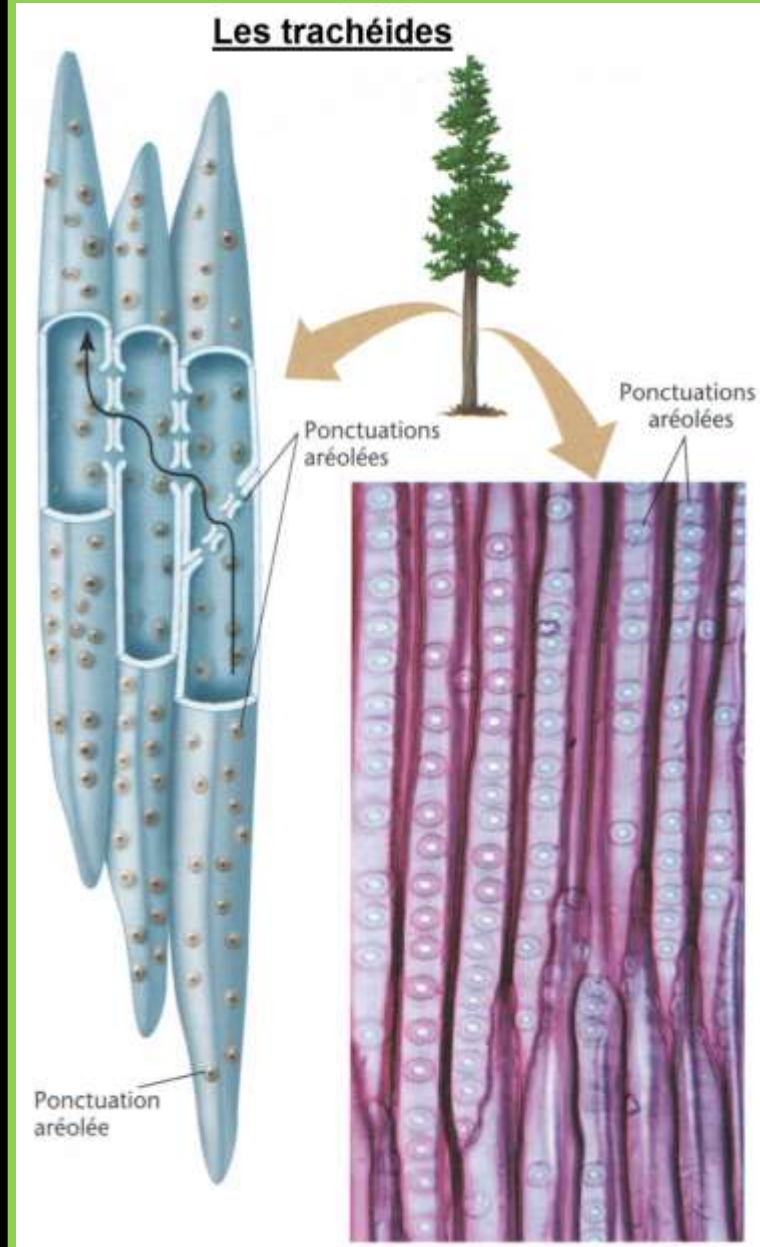
On distingue deux types d'éléments conducteurs:

- Les trachéides, éléments primitifs.
- Les vaisseaux ligneux, éléments conducteurs des végétaux vasculaires les plus évolués.

a) Les trachéides:

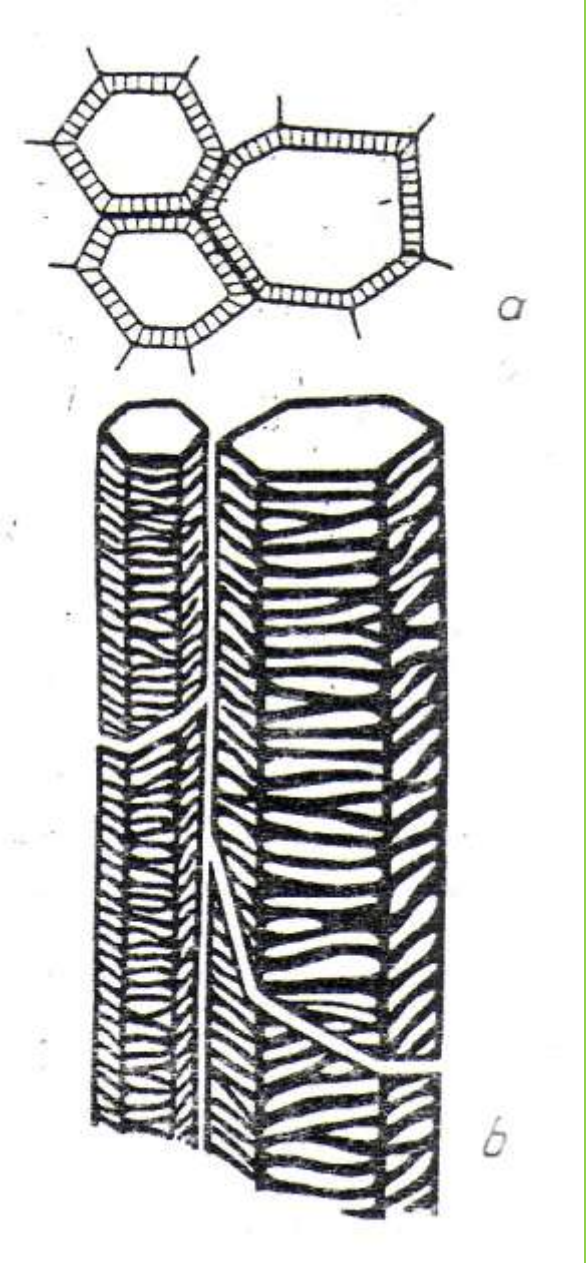
On les trouve chez les Ptéridophytes et les gymnospermes.

Cellules aux parois rigides imprégnées de lignine.



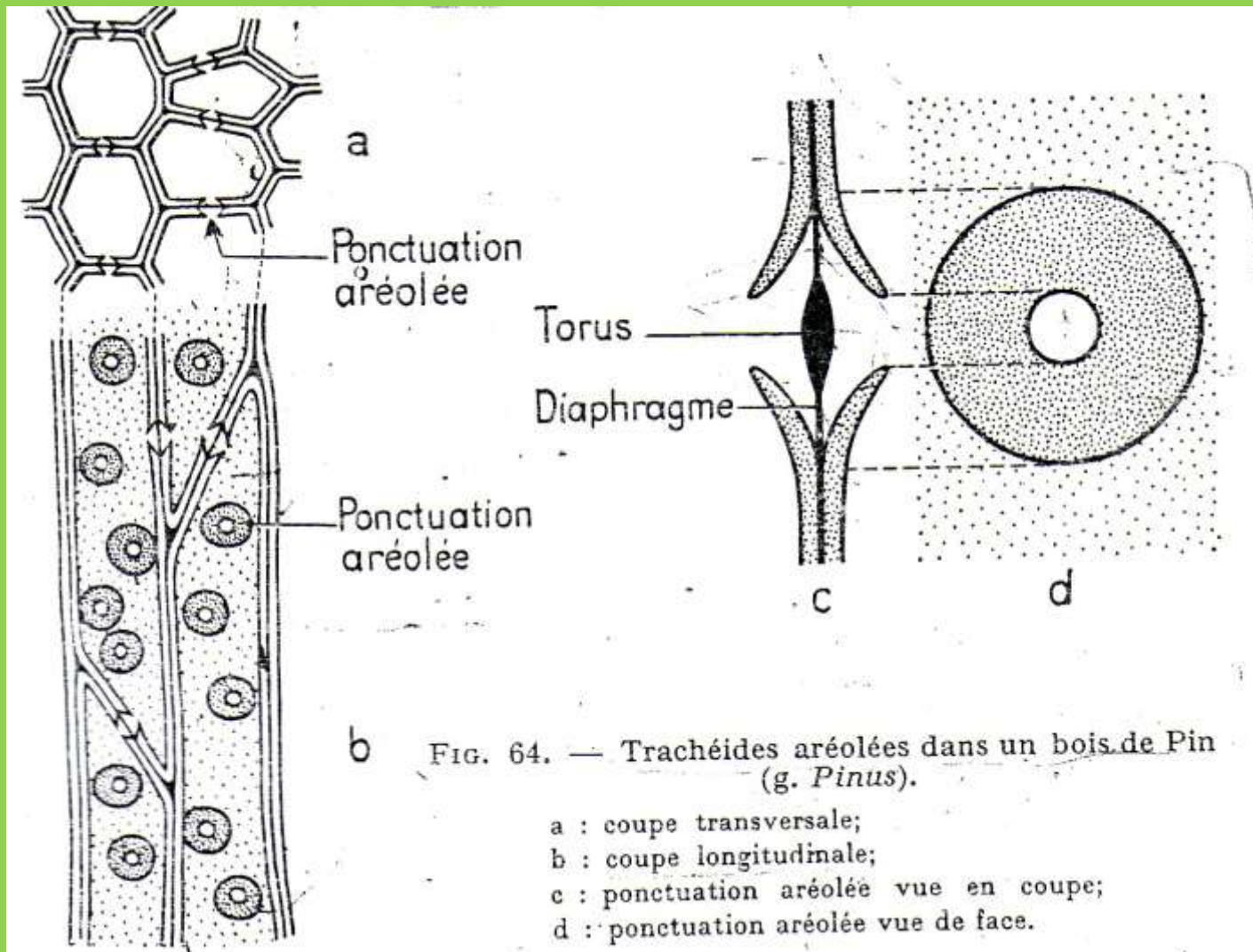
-Les trachéides scalariformes:
présentent des ponctuations
scalariformes.

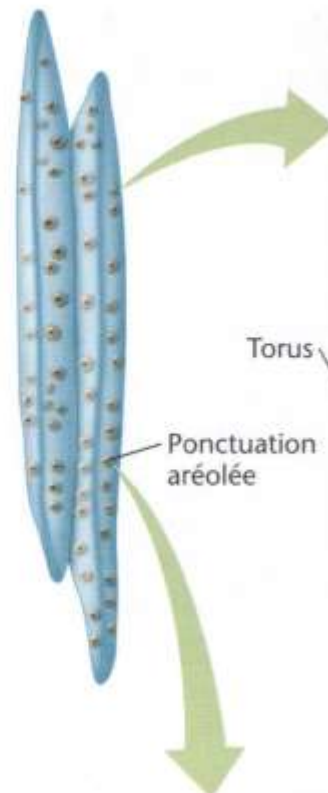
Les parois secondaires sont
imprégnées de lignine qui se
dépose en formant des rayures
transversales rappelant une
échelle. Entre chaque rayures
apparaissent de minces bandes
cellulosiques qui présentent elles
des ponctuations scalariformes.



Trachéide Scalariforme d'une
Ptrédidophyte. a) CT, b) CL.

Les trachéides aréolées: présentent des ponctuations aréolées. Ces ponctuations sont caractérisées par un relèvement de la paroi secondaire lignifiée autour de la ponctuation. Au centre de la ponctuation la paroi primaire cellulosique présente un épaississement appelé: Torus.

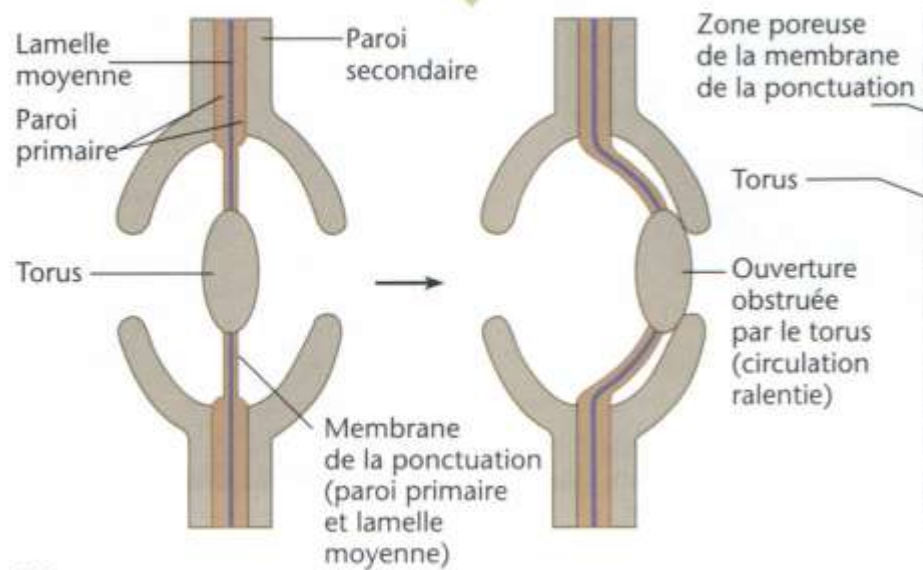




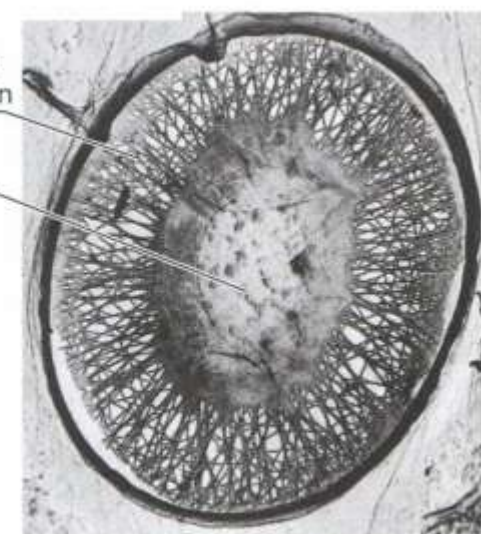
Torus
Ponctuation
aréolée

Bord MP 2 μm

(a)



(b)



MET 2 μm

(c)

Remarque:

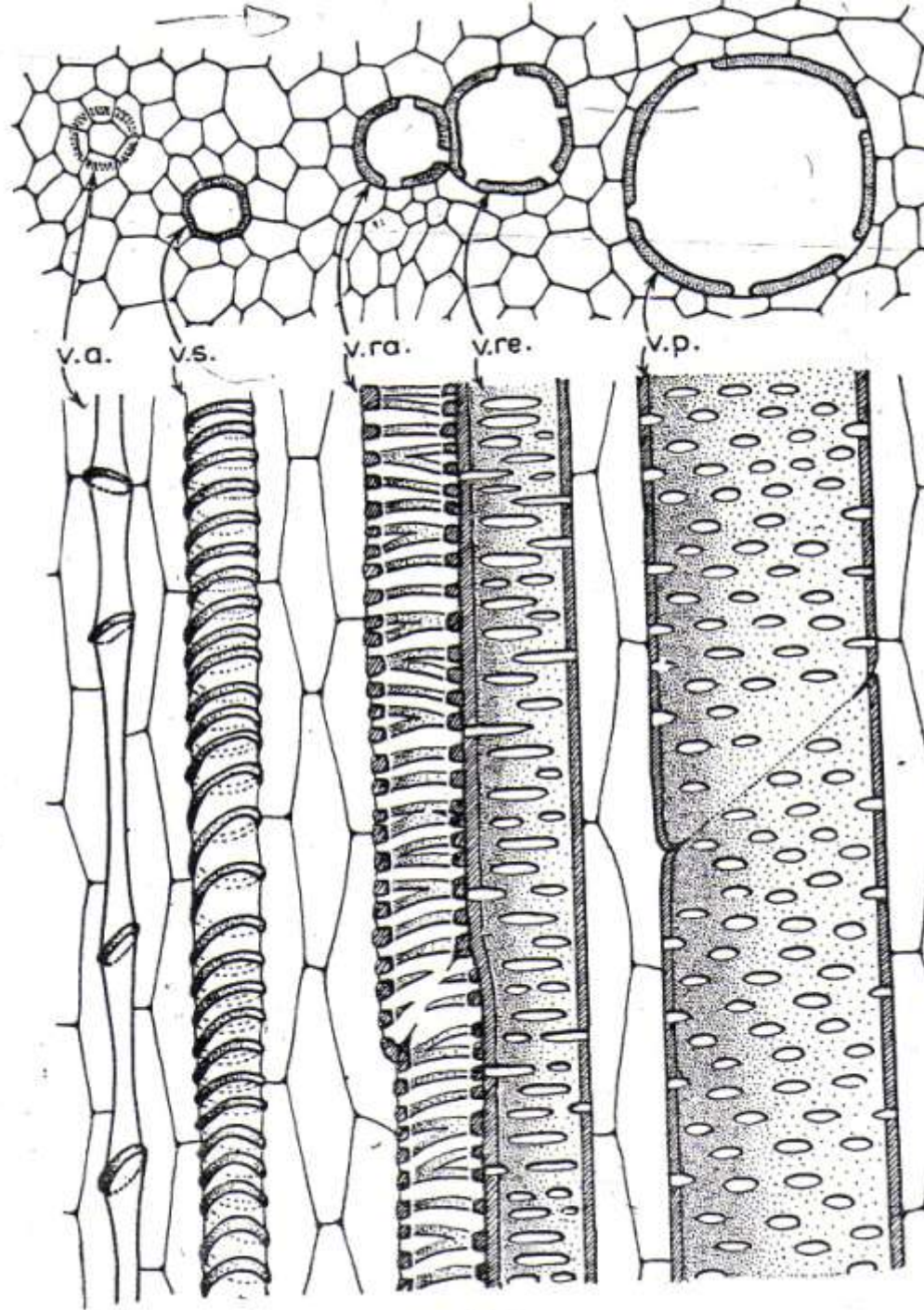
Chez les plantes vasculaires, c'est les trachéides annelées et spiralées qui se forment en premier avant la formation des trachéides scalariformes et aréolées.

b) Les vaisseaux ligneux

Présent chez les angiospermes.

Les dépôts de lignine peuvent se faire de différentes façons:

- sous forme d'anneaux: Vaisseaux annelés,**
- sous forme de spires: Vaisseaux spiralés,**
- sous forme de bandes transversales: Vaisseaux rayés, si les bandes sont nombreuses: Vaisseau réticulé,**
- sous forme d'une couche de lignine continue présentant de temps en temps des ponctuations: Vaisseaux ponctués.**



Vaisseau imparfait

Cloison transversale

1 élément de vaisseau

a

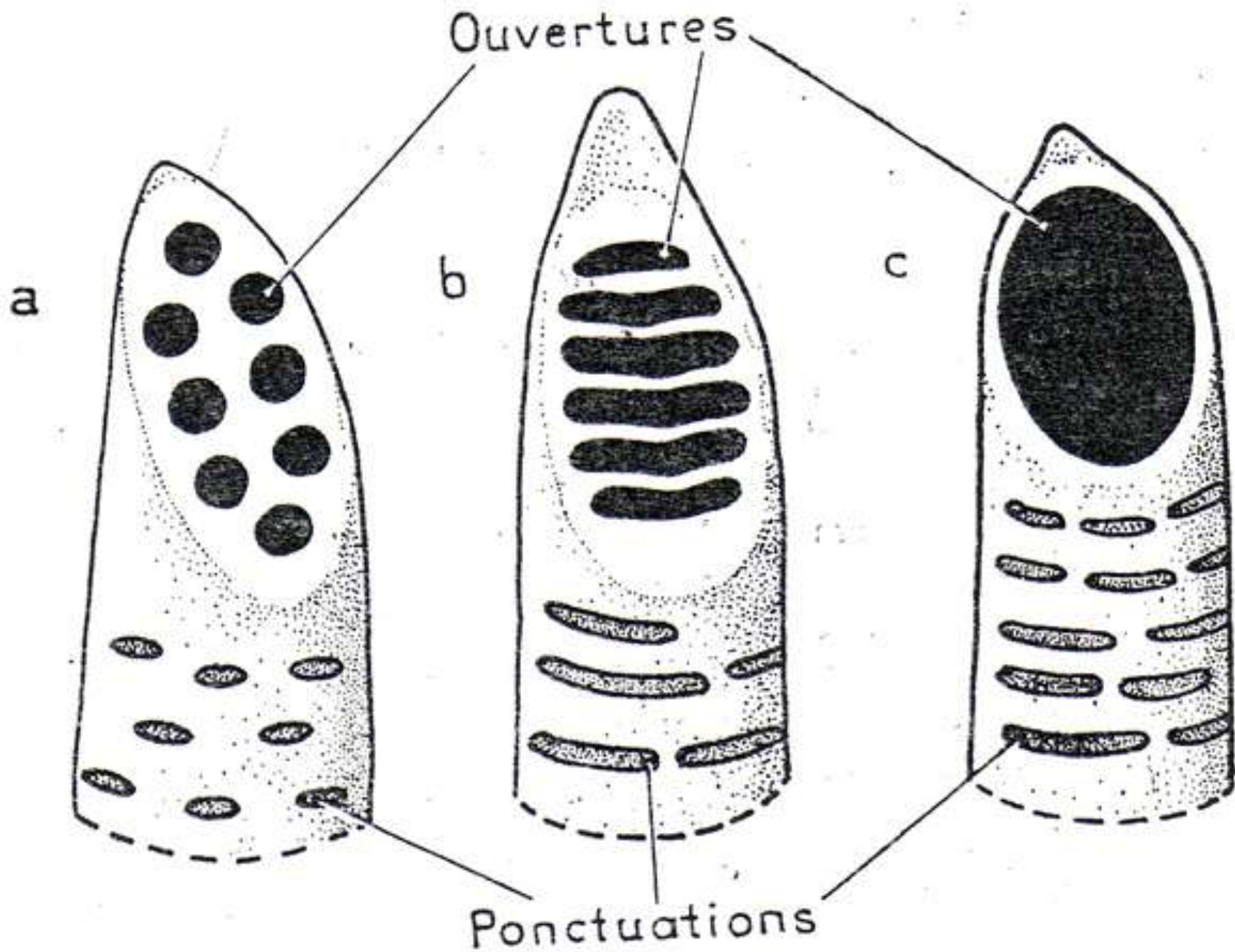
b

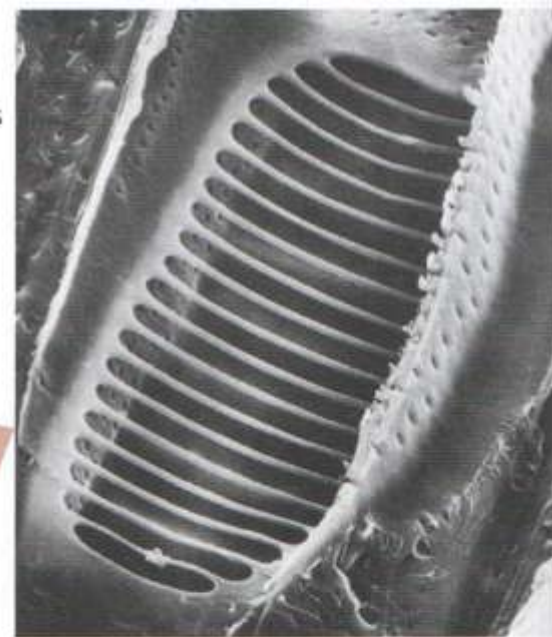
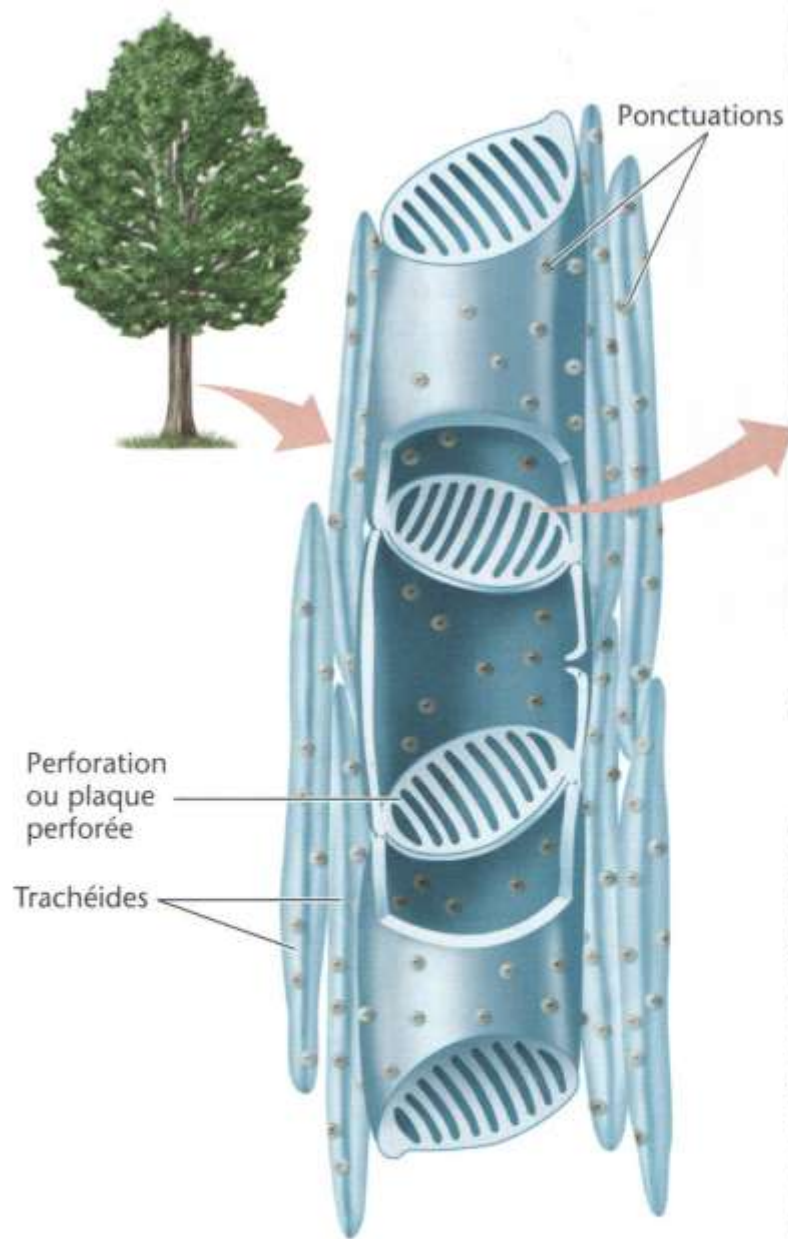
Perforation
Marge

1 élément de vaisseau

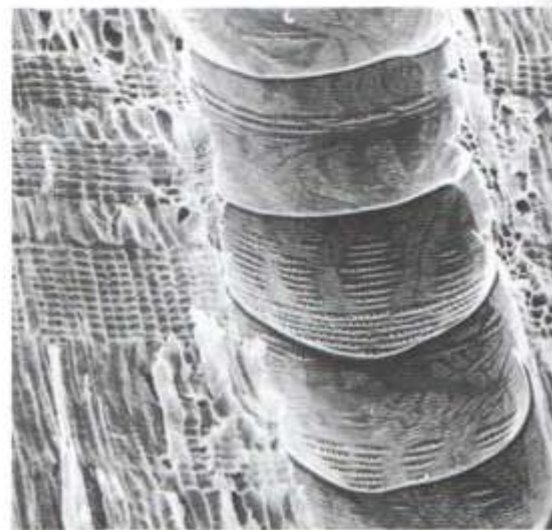
Formation des *ouvertures*, ou *perforations* et des *marges* dans un vaisseau ligneux.

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

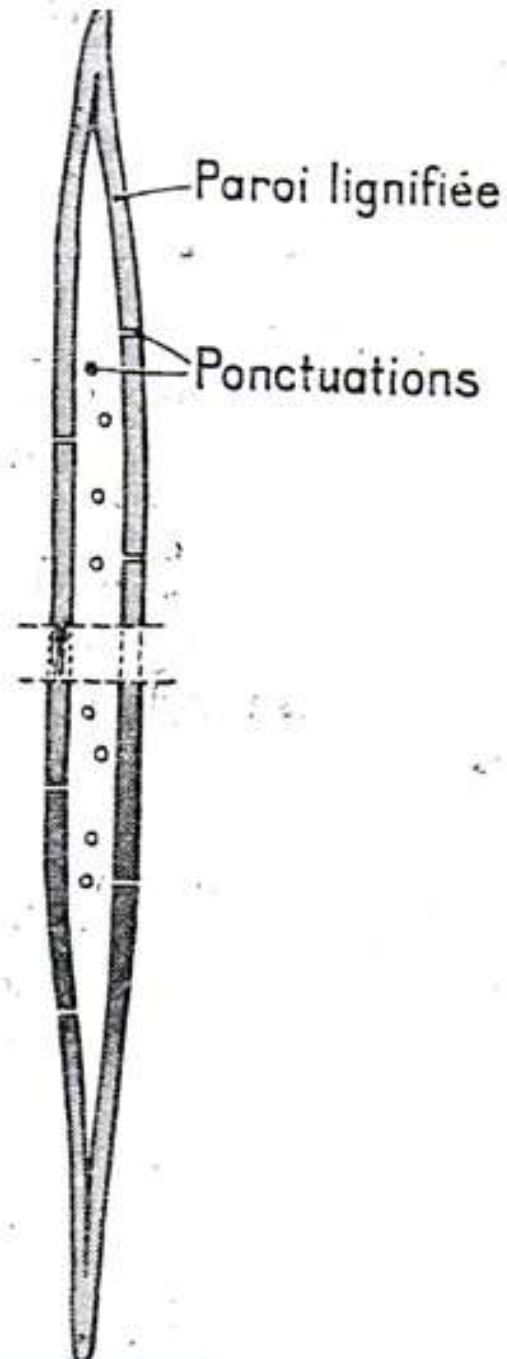




(b) Plaque perforée MEB 20 μm



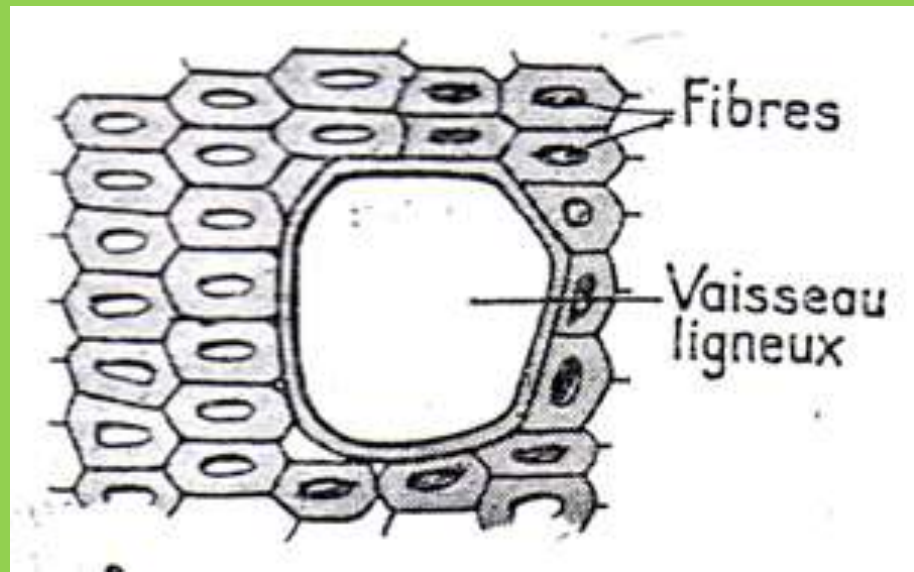
(c) Trois éléments de vaisseaux MEB 100 μm



2- Les fibres ligneuses:

Rôle de soutien. Ce sont des éléments morts dépourvus du protoplasme.

Parois lignifiées sont très épaisses et la lumière cellulaire est très réduite. Les ponctuations ne sont pas toujours présentes, mais quand elles sont présentes elles sont très petites.

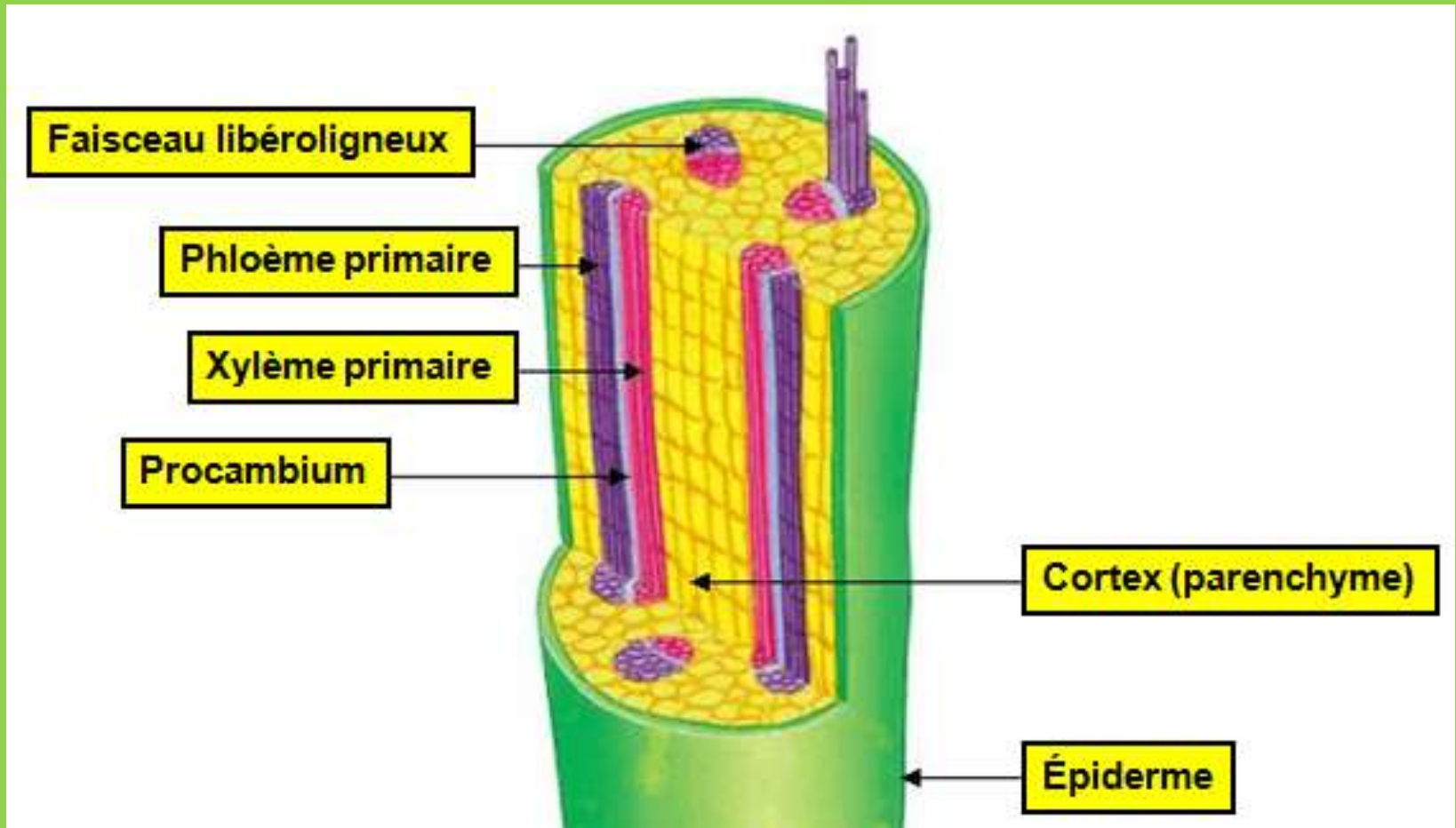


3- Les cellules parenchymateuses

Le xylème contient des cellules parenchymateuses vivantes, qui accumulent dans leur cytoplasme des grains d'amidon qui peuvent être utilisés ultérieurement par la plante.

I- Le xylème primaire:

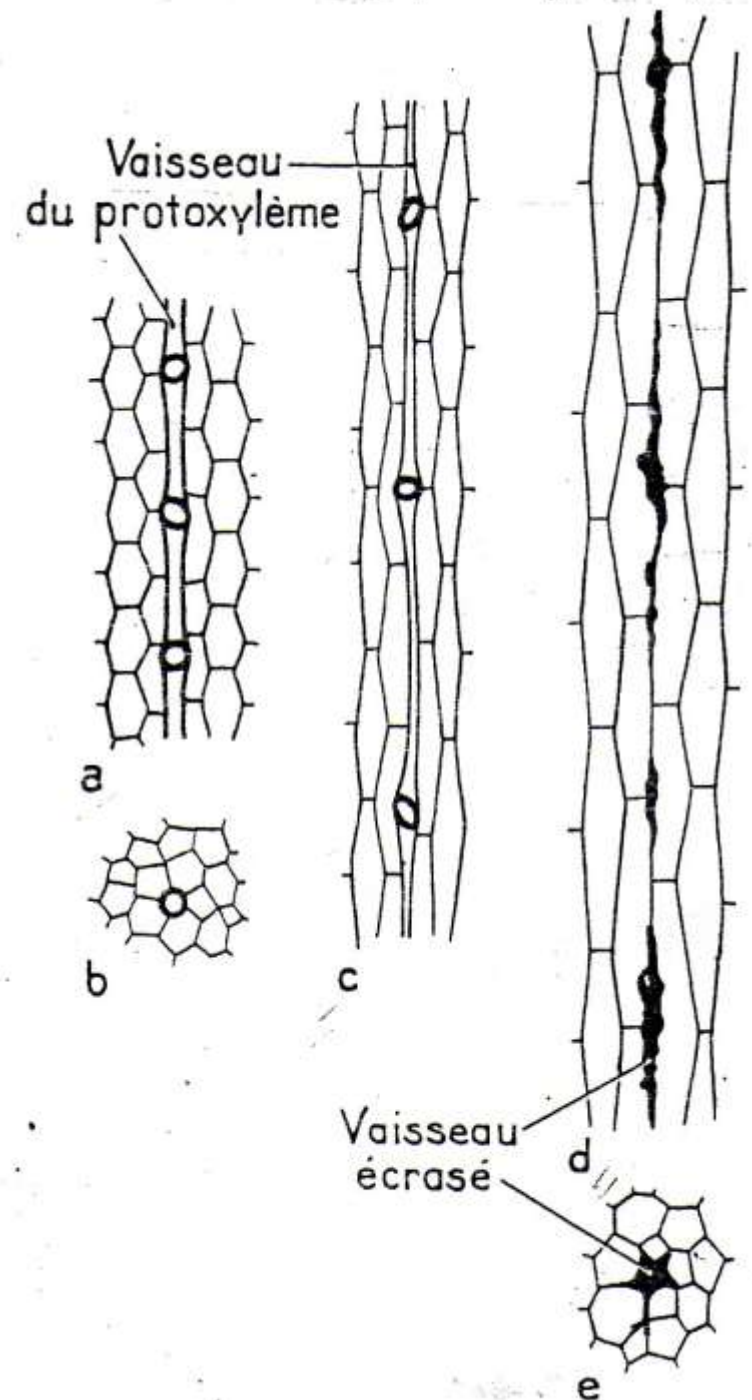
Il assure la conduction de la sève brute des racines vers les organes aériens du végétal. Il provient de l'activité des méristèmes primaires. Le xylème primaire est constitué du protoxylème et du métaxylème.

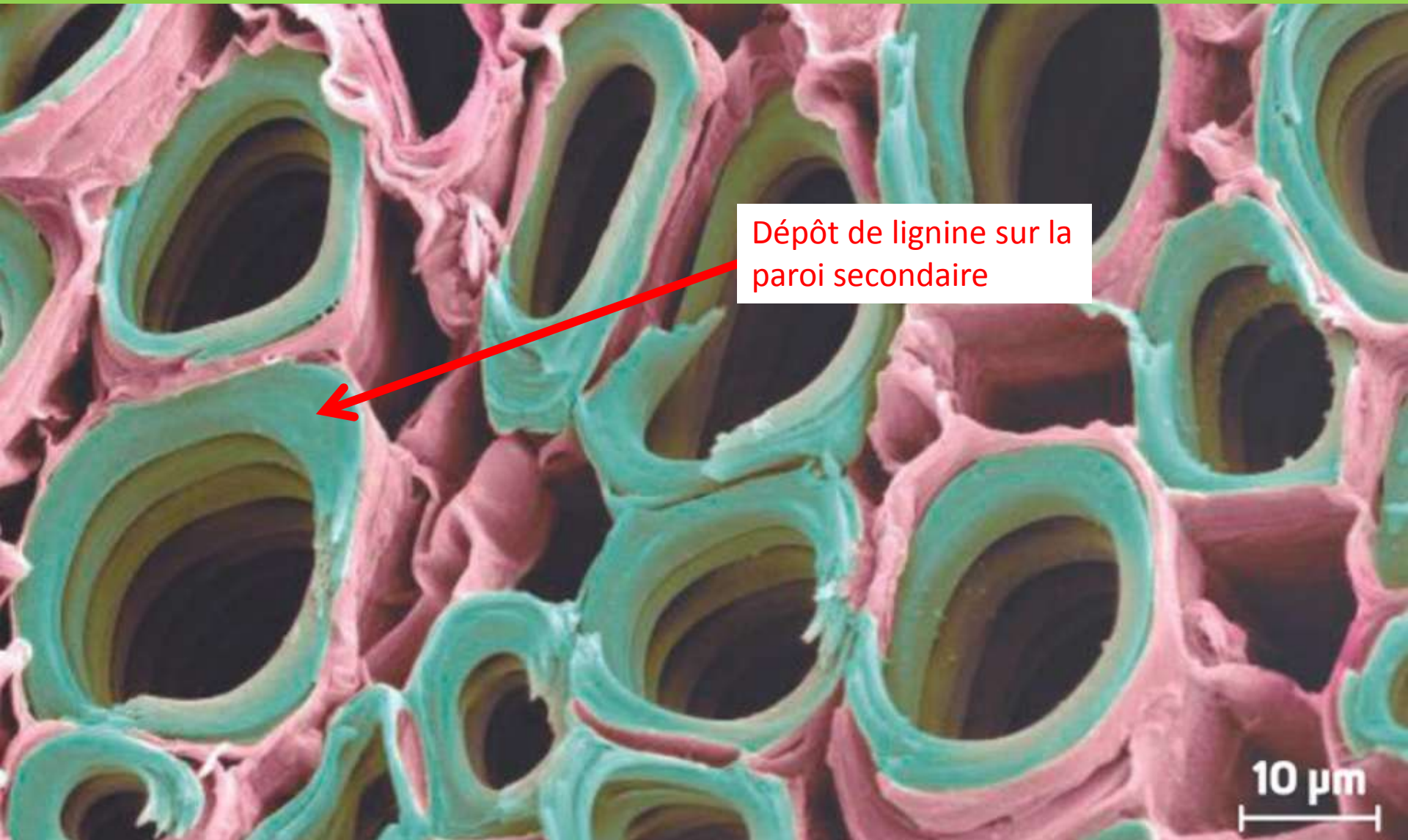


. Le protoxylème:

Se forme au début de la différenciation cellulaire.

Trachéides annelées et spiralées.





Dépôt de lignine sur la
paroi secondaire

10 µm

. Le métaxylème:

Il se forme lorsque la croissance des organes est terminée. Il constitue les trachéides chez les Ptéridophytes et les Gymnospermes, et les vaisseaux chez les Angiospermes.

A- Les constituants du xylème:

Ce tissu est constitué de 3 éléments:

- Les éléments conducteurs,
- Les fibres ligneuses.
- Les cellules parenchymateuses



faisceaux ligneux

1- Les éléments conducteurs:

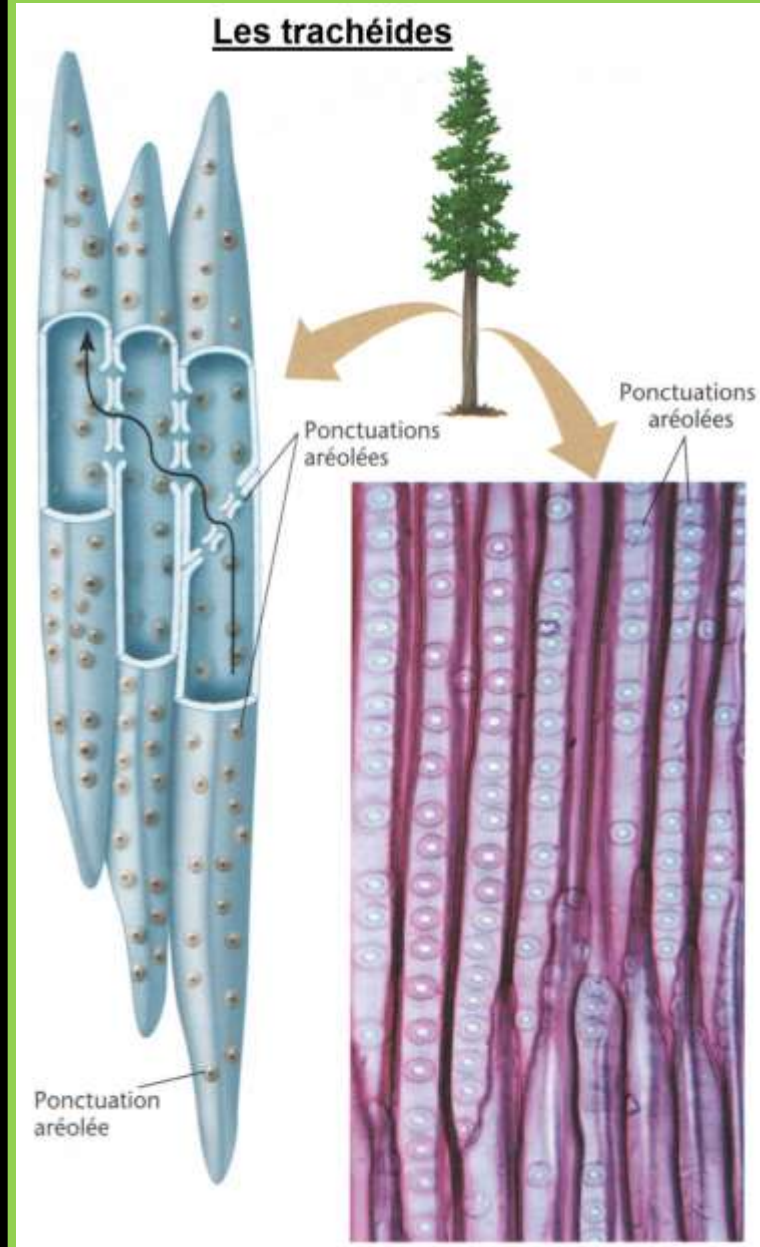
On distingue deux types d'éléments conducteurs:

- Les trachéides, éléments primitifs.
- Les vaisseaux ligneux, éléments conducteurs des végétaux vasculaires les plus évolués.

a) Les trachéides:

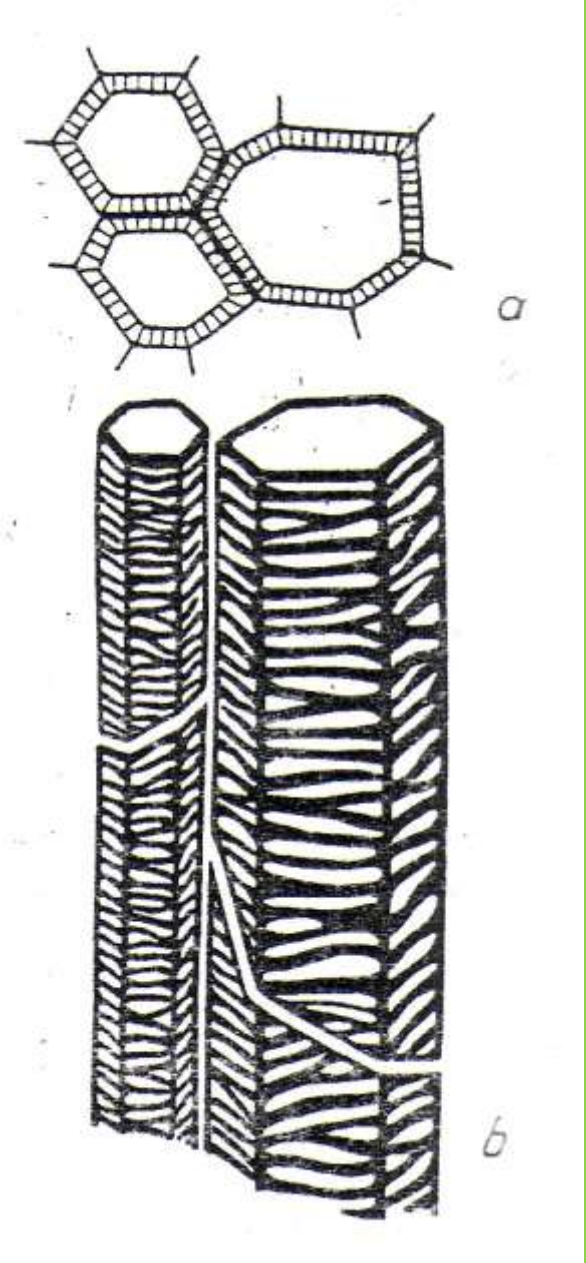
On les trouve chez les Ptéridophytes et les gymnospermes.

Cellules aux parois rigides imprégnées de lignine.



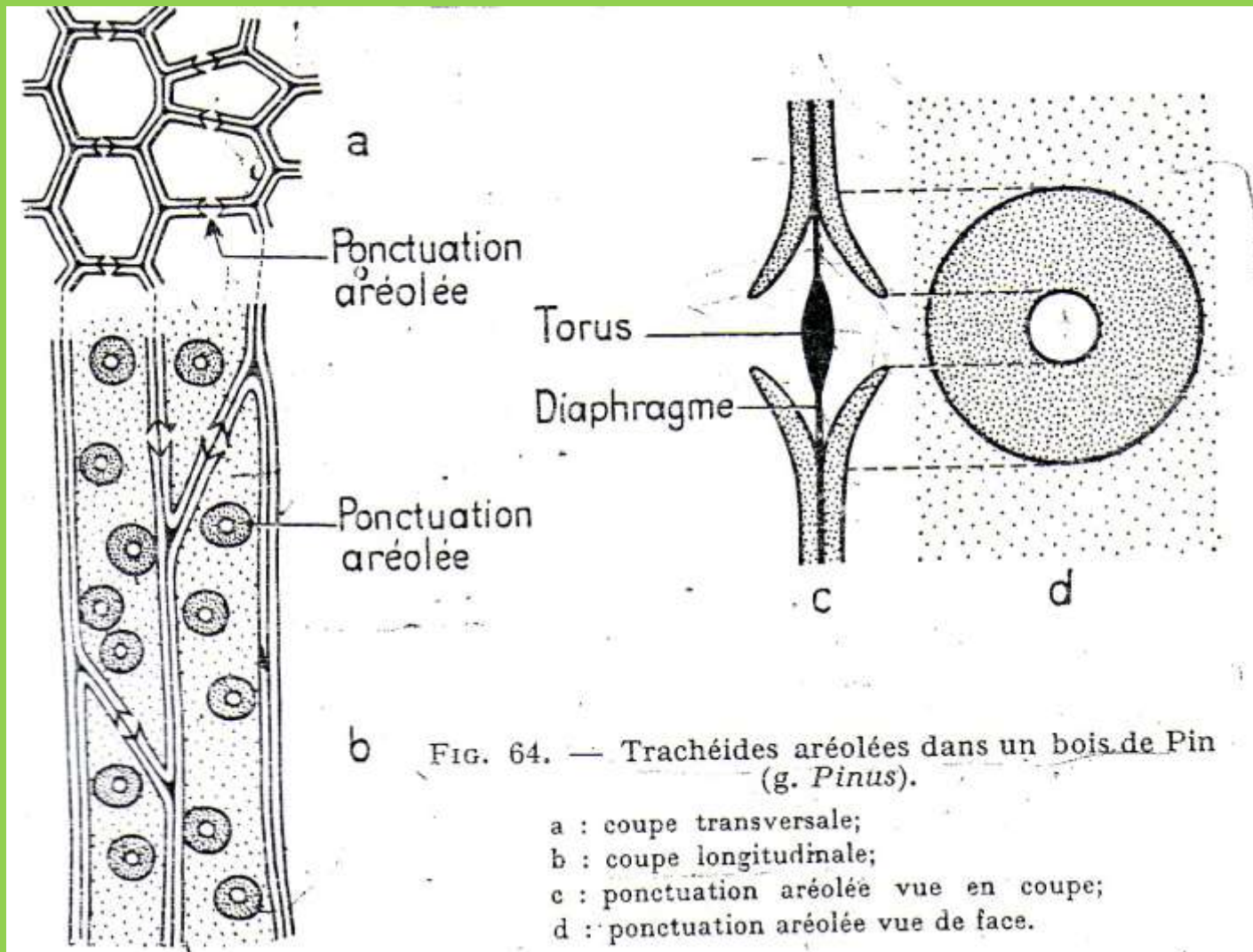
-Les trachéides scalariformes:
présentent des ponctuations
scalariformes.

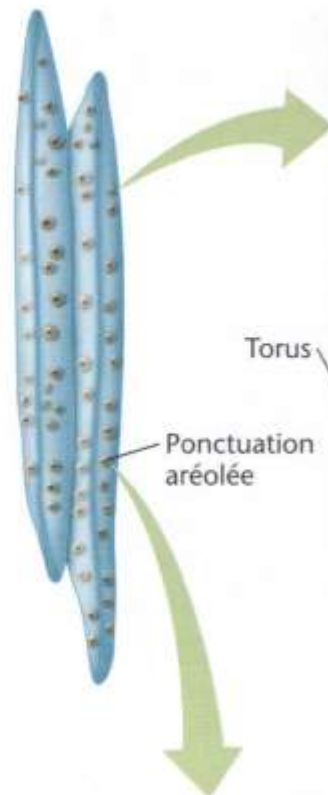
Les parois secondaires sont
imprégnées de lignine qui se
dépose en formant des rayures
transversales rappelant une
échelle. Entre chaque rayures
apparaissent de minces bandes
cellulosiques qui présentent elles
des ponctuations scalariformes.



Trachéide Scalariforme d'une
Ptrédidophyte. a) CT, b) CL.

Les trachéides aréolées: présentent des ponctuations aréolées. Ces ponctuations sont caractérisées par un relèvement de la paroi secondaire lignifiée autour de la ponctuation. Au centre de la ponctuation la paroi primaire cellulosique présente un épaississement appelé: Torus.

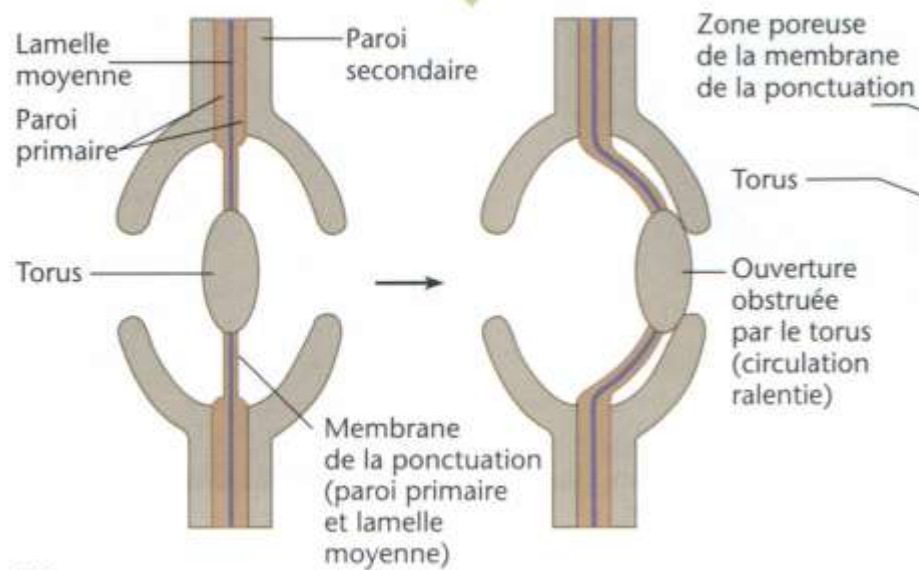




Torus
Ponctuation
aréolée

(a)

Bord MP 2 μm



(b)



(c)

MET 2 μm

Remarque:

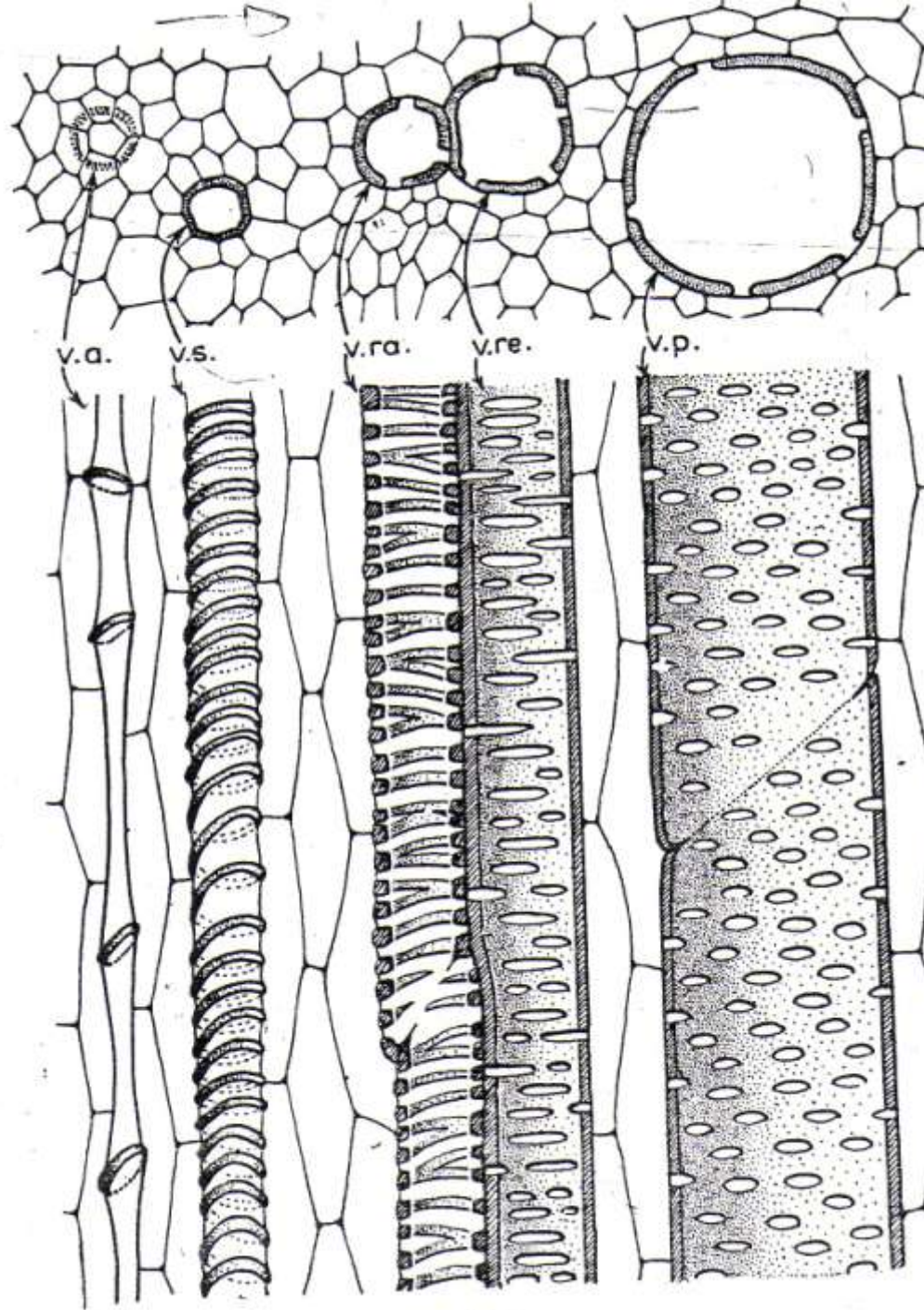
Chez les plantes vasculaires, c'est les trachéides annelées et spiralées qui se forment en premier avant la formation des trachéides scalariformes et aréolées.

b) Les vaisseaux ligneux

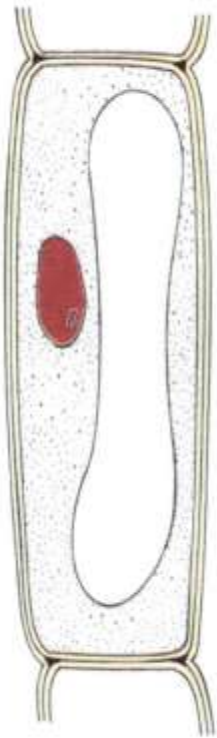
Présent chez les angiospermes.

Les dépôts de lignine peuvent se faire de différentes façons:

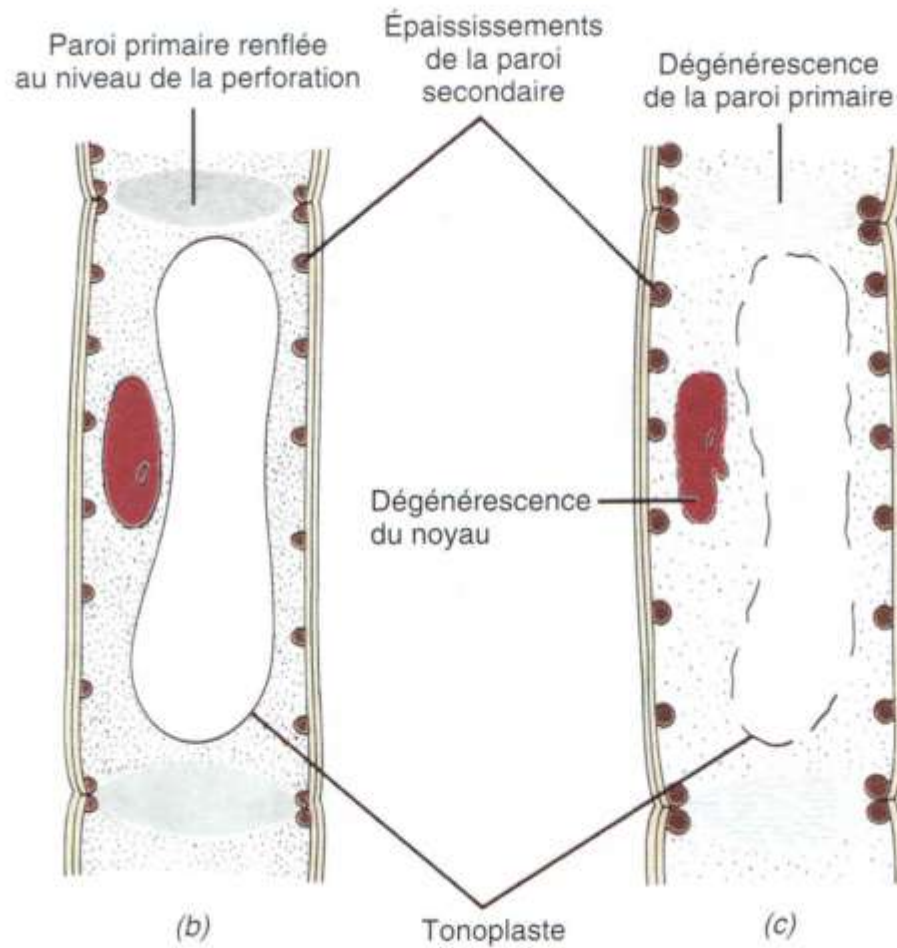
- sous forme d'anneaux: Vaisseaux annelés,**
- sous forme de spires: Vaisseaux spiralés,**
- sous forme de bandes transversales: Vaisseaux rayés, si les bandes sont nombreuses: Vaisseau réticulé,**
- sous forme d'une couche de lignine continue présentant de temps en temps des ponctuations: Vaisseaux ponctués.**



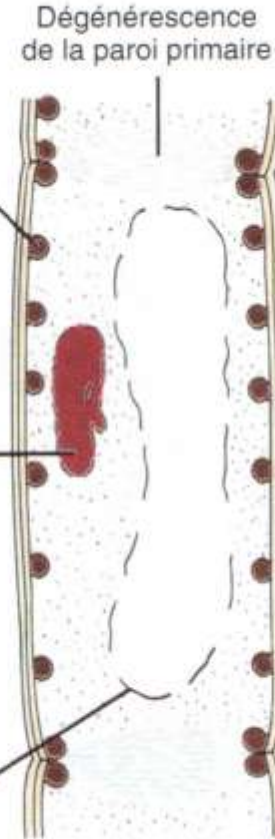
Différenciation d'un élément de vaisseau



(a)



(b)



(c)



(d)

Vaisseau imparfait

Cloison transversale

1 élément de vaisseau

a

b

Perforation
Marge

1 élément de vaisseau

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.

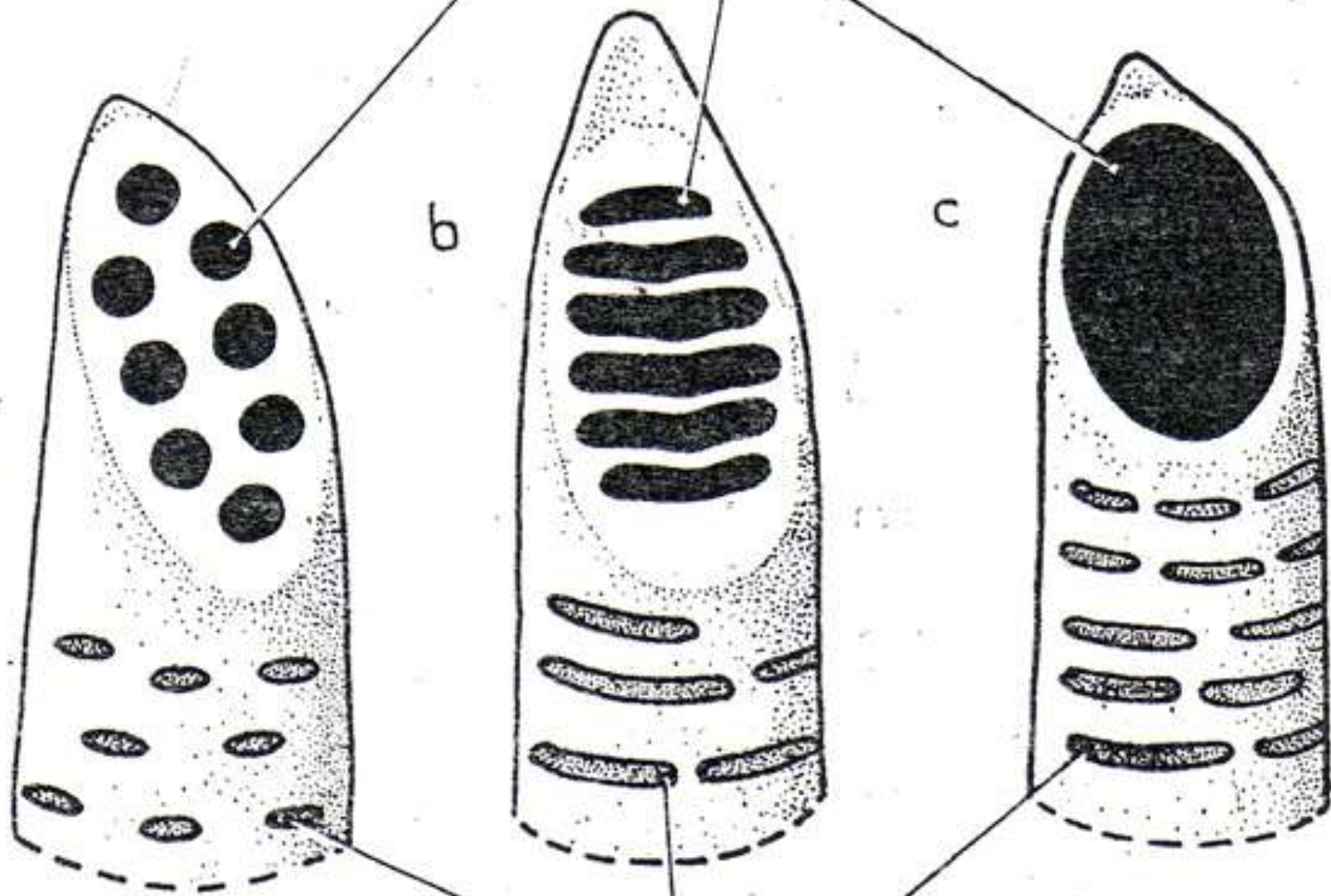
a

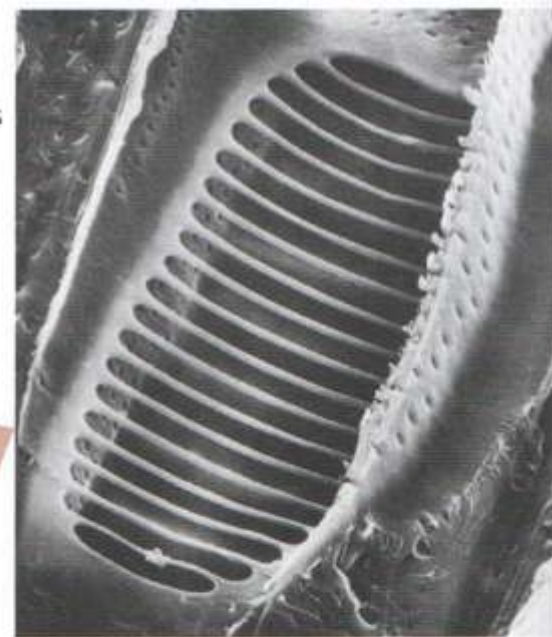
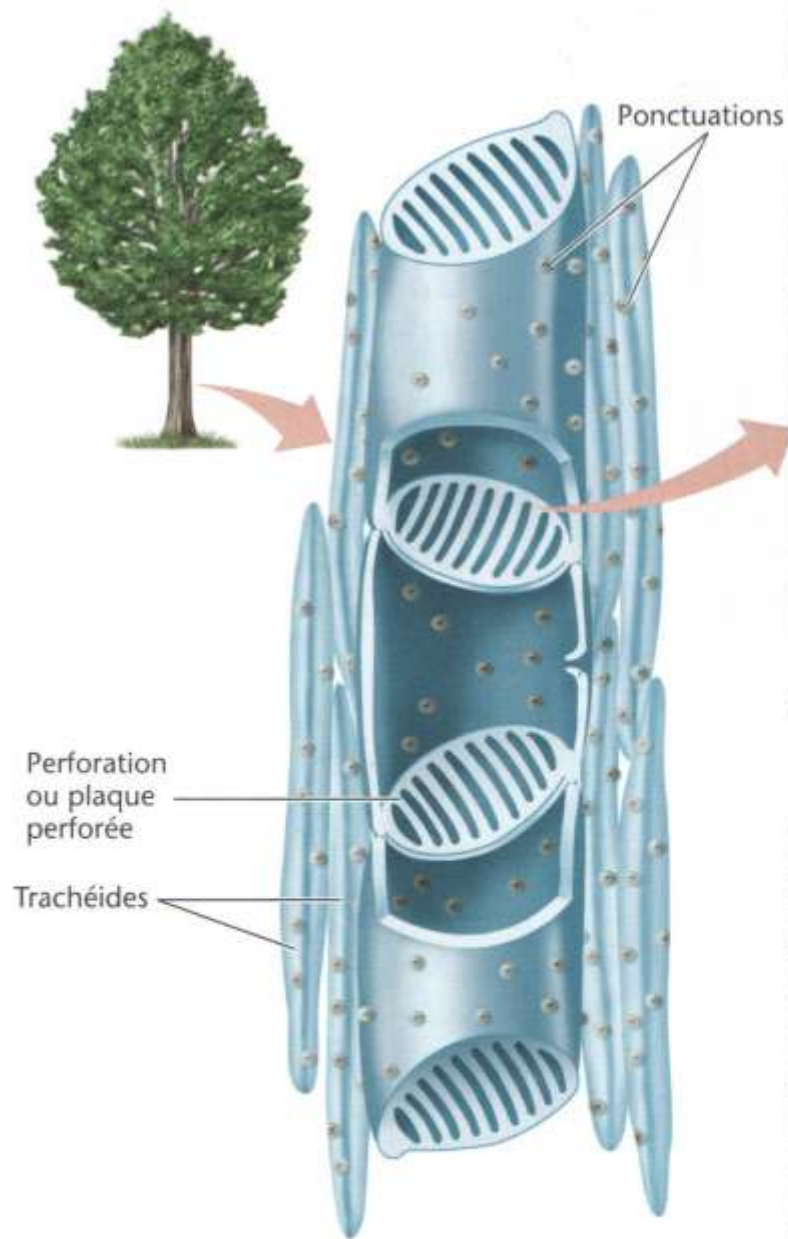
Ouvertures

b

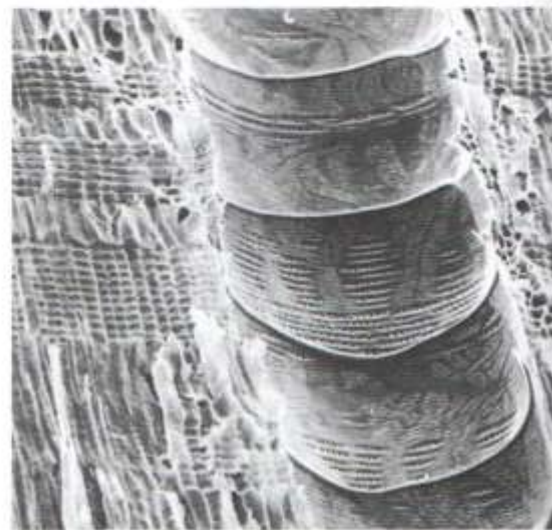
c

Ponctuations



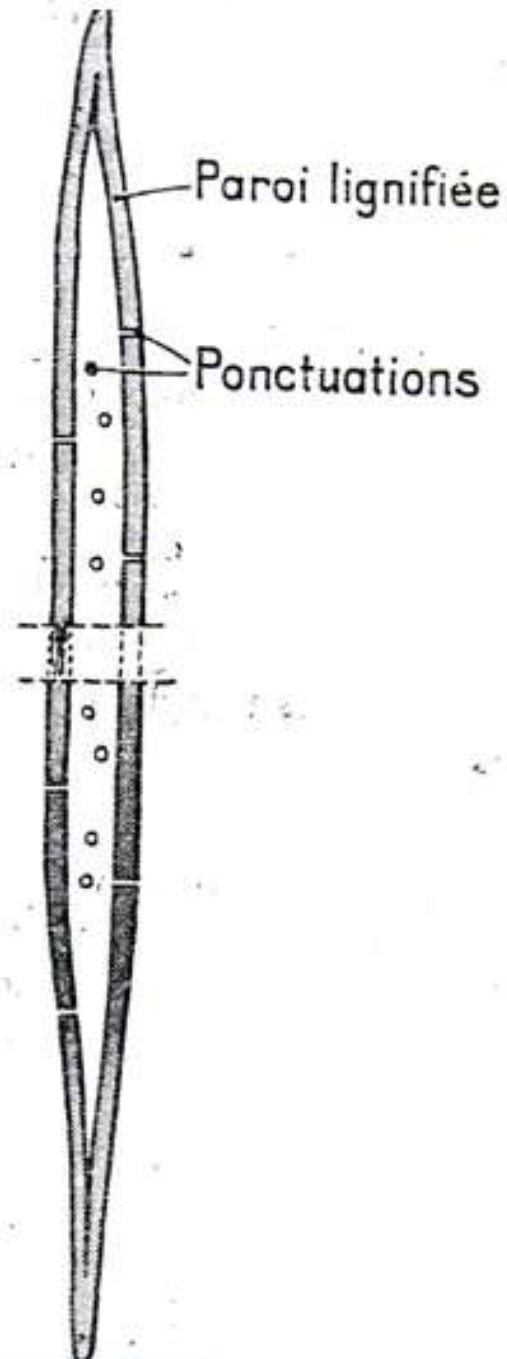


(b) Plaque perforée



(c) Trois éléments de vaisseaux

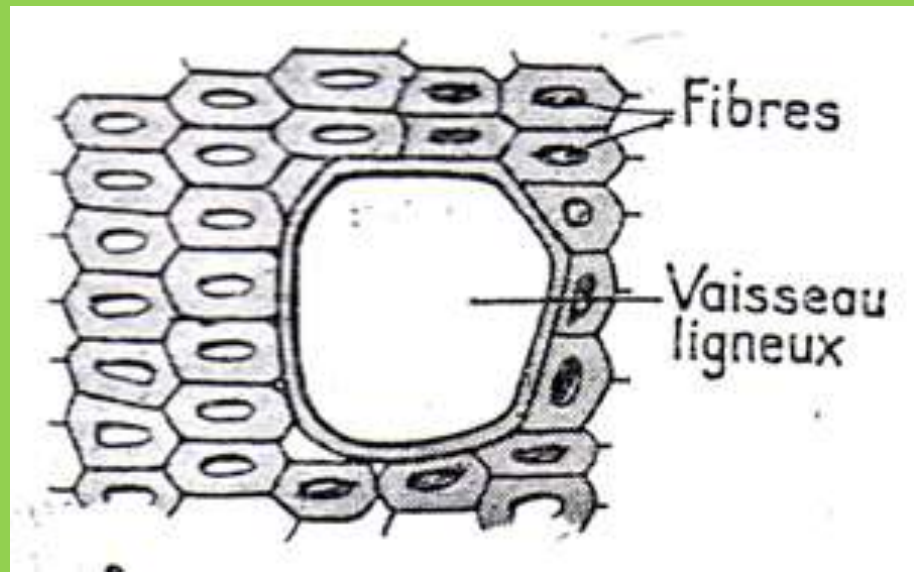
Fibres du xylème.



2- Les fibres ligneuses:

Rôle de soutien. Ce sont des éléments morts dépourvus du protoplasme.

Parois lignifiées sont très épaisses et la lumière cellulaire est très réduite. Les ponctuations ne sont pas toujours présentes, mais quand elles sont présentes elles sont très petites.



3- Les cellules parenchymateuses

Le xylème contient des cellules parenchymateuses vivantes, elles accumulent dans leur cytoplasme des grains d'amidon qui peuvent être utilisés ultérieurement par la plante.

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	Surtout transport

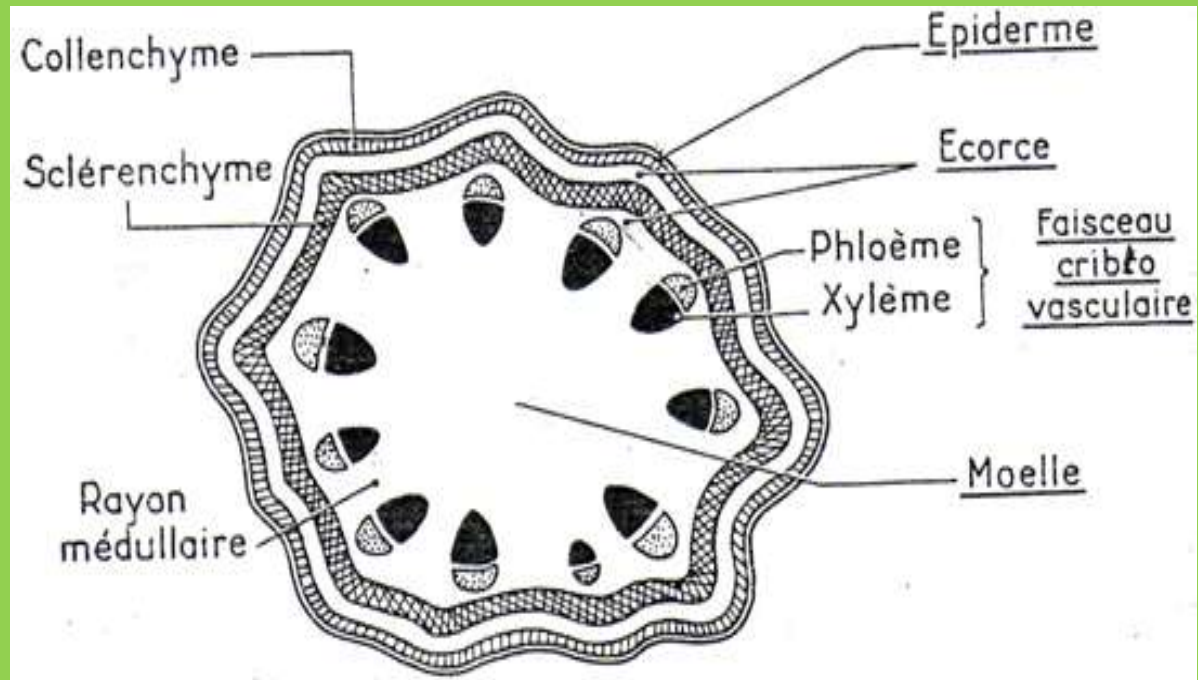
II Le phloème primaire:

Il assure la conduction de la sève élaborée. Il provient de l'activité des méristèmes primaires. Ses éléments sont disposés dans les organes végétaux en faisceaux criblés.

A- Les constituants du phloème:

Constitué de 3 éléments:

- ✓ Les éléments criblés;
- ✓ Les cellules parenchymateuses;
- ✓ Les fibres.



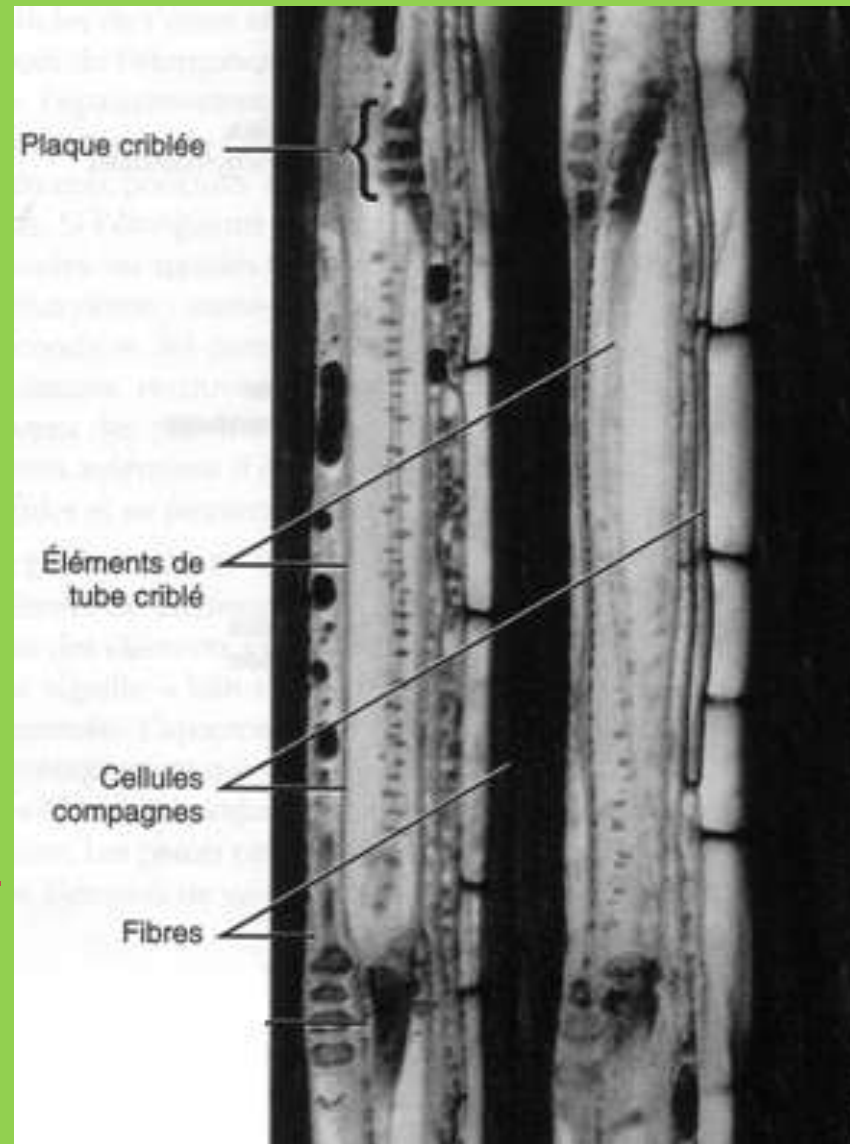
Les éléments criblés:

Ce sont les principales cellules conductrices du phloème. Les parois transversales des cellules sont traversées par des pores: les cribles.

Permettent de relier entre eux les protoplasmes de 2 cellules voisines.

Il existe 2 types:

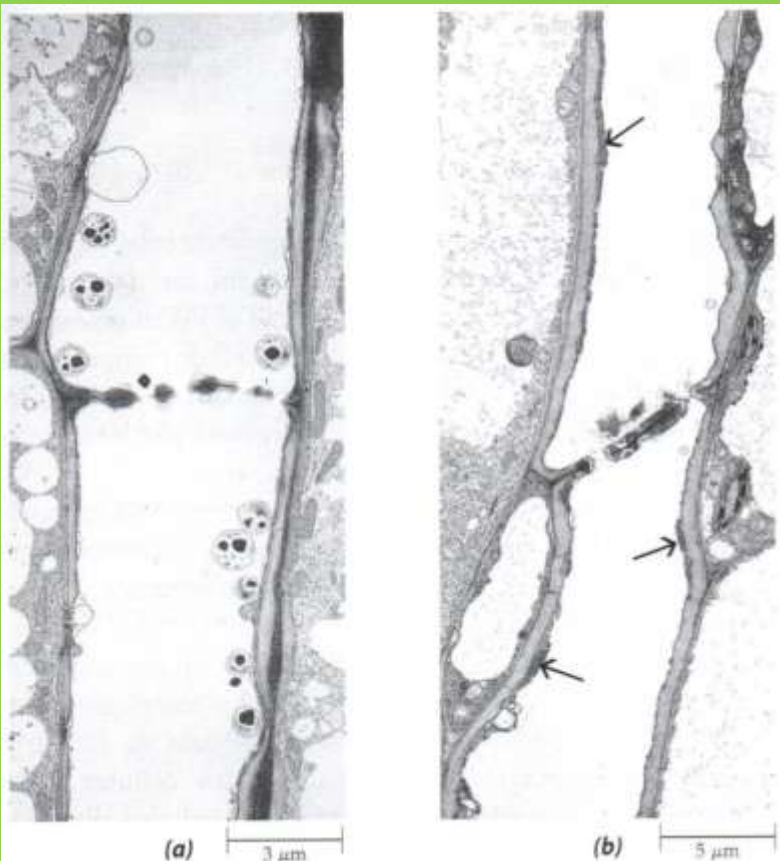
- Cellules criblées (Gymnospermes)
- Éléments de tubes criblés (Angiospermes)



On distingue les plages criblées et les plaques criblées

► Cellules criblées → Plages criblées (Gymnospermes)

► Éléments de tubes criblés → Plaques criblées (angiospermes)

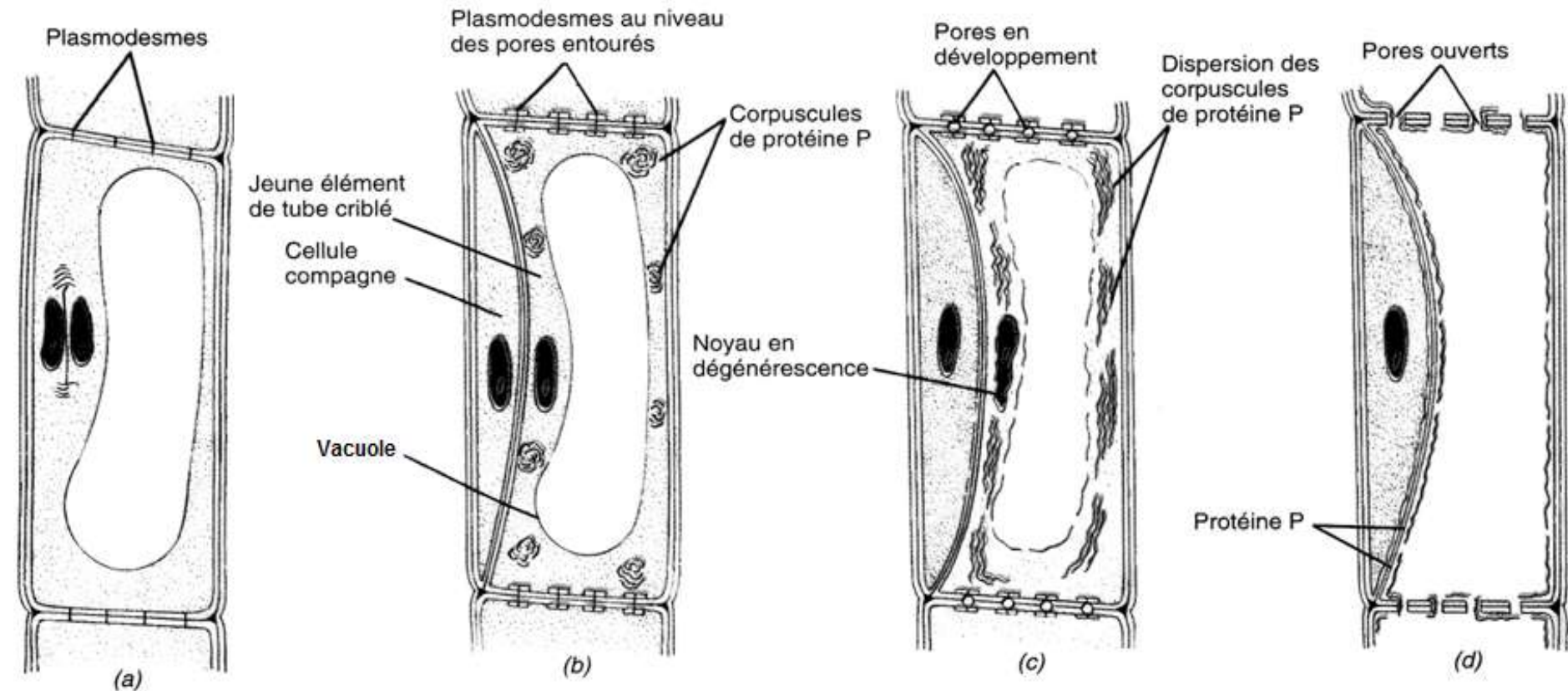


Une plaque criblée vue de face

Éléments de tubes criblés différenciés

Les éléments criblés conservent un protoplasme vivant. 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.

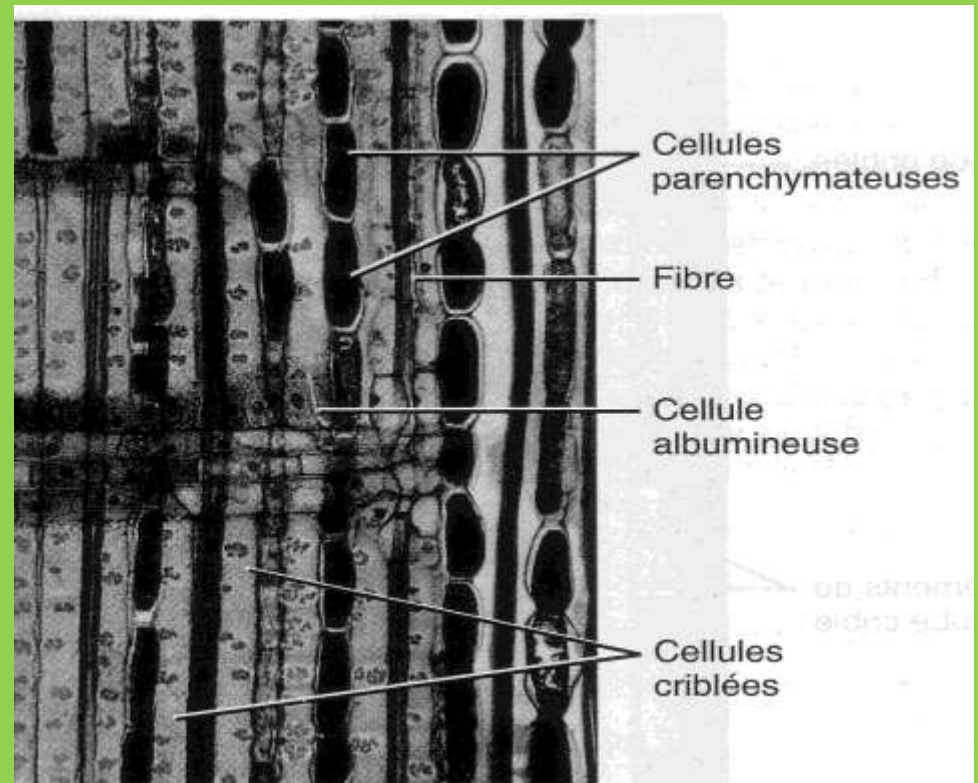
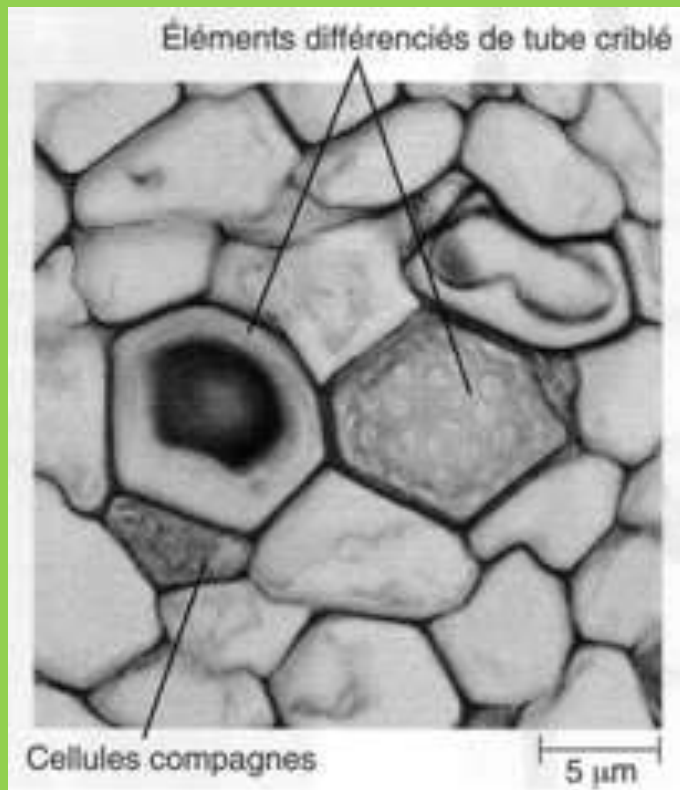
Différenciation d'un élément de tube criblé



Cellules compagnes et cellules albumineuses:

Les éléments de tubes criblés sont associés parallèlement à des cellules compagnes qui possèdent tous les composants de la cellule végétale vivante. Ils communiquent entre eux par des pores. Elles fournissent aux éléments de tubes criblés de l'ATP et des protéines.

Les cellules criblées sont associées à des cellules albumineuses qui jouent le même rôle que les cellules compagnes.



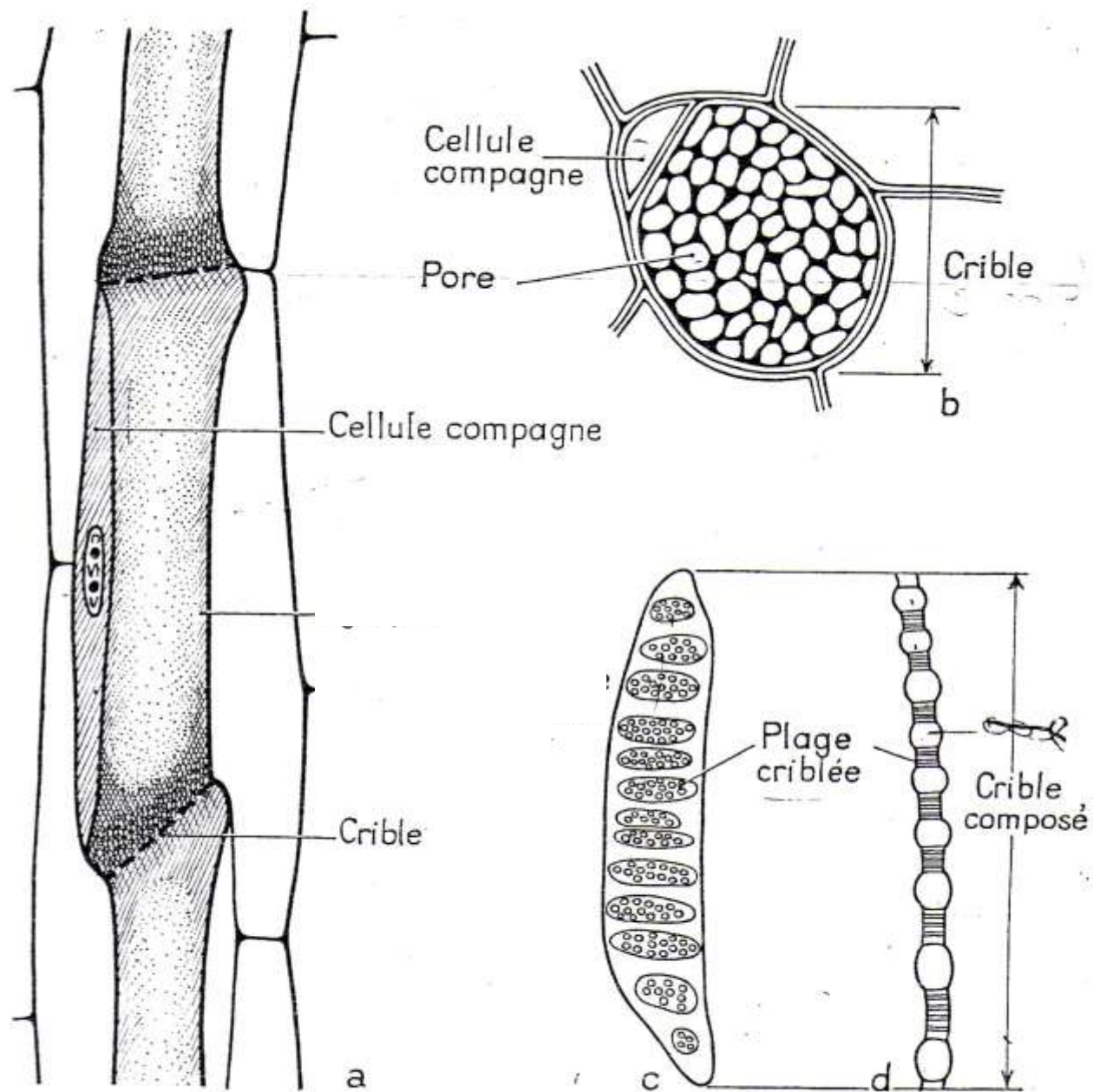
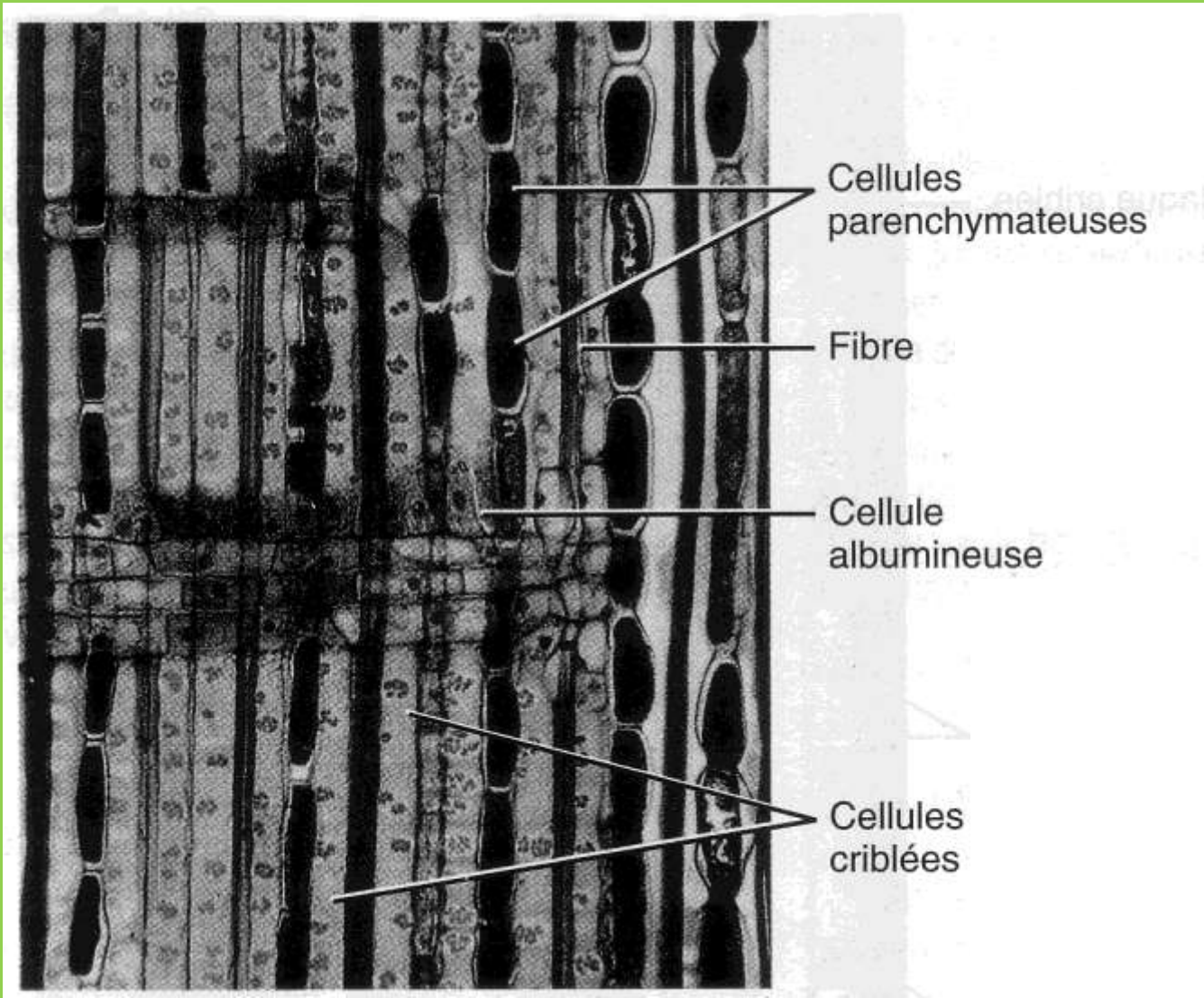


FIG. 76. — Cellules et tubes criblés.

a : portion de tube criblé vue en coupe longitudinale; b : crible simple vu de face (Courge); c : crible composé vu de face; d : vu en coupe (Vigne).

Les fibres et les parenchymes:

Les fibres jouent un rôle de soutien, les parenchymes jouent un rôle de réserve.



B- Les différents types de phloème primaire:

Le Protophloème:

Formé de tubes criblés apparaissant au début de la différenciation du phloème, lorsque la croissance de la partie qui les contient n'est pas encore achevée

Métaphloème:

Formé lorsque la croissance de la partie de l'organe qui les contient est achevée.

On distingue différents tissus:

Les parenchymes

Les tissus protecteurs

Les tissus conducteurs

Les tissus de soutien

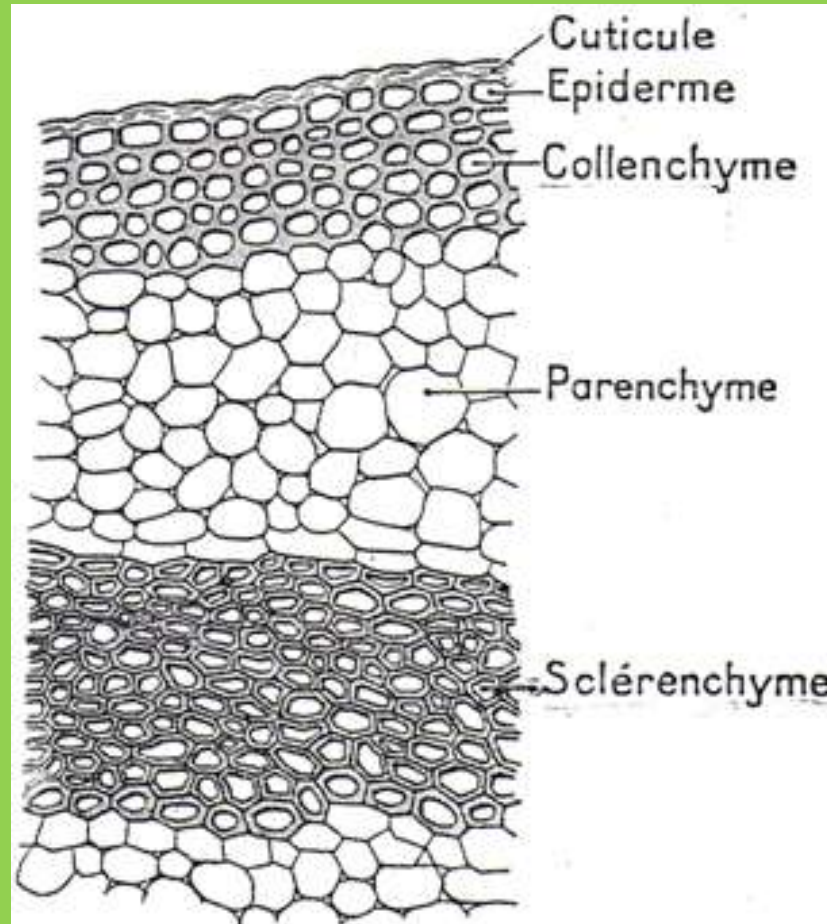
Les tissus sécréteurs

Les tissus de soutien

Assurent la rigidité et la solidité des organes. Il s'agit d'épaississements de nature cellulosique ou lignifiée de la paroi ce qui leur permet de remplir leur fonction de soutien. On les classe en 2 catégories en se basant sur la nature des épaississements:

Le collenchyme

Le sclérenchyme

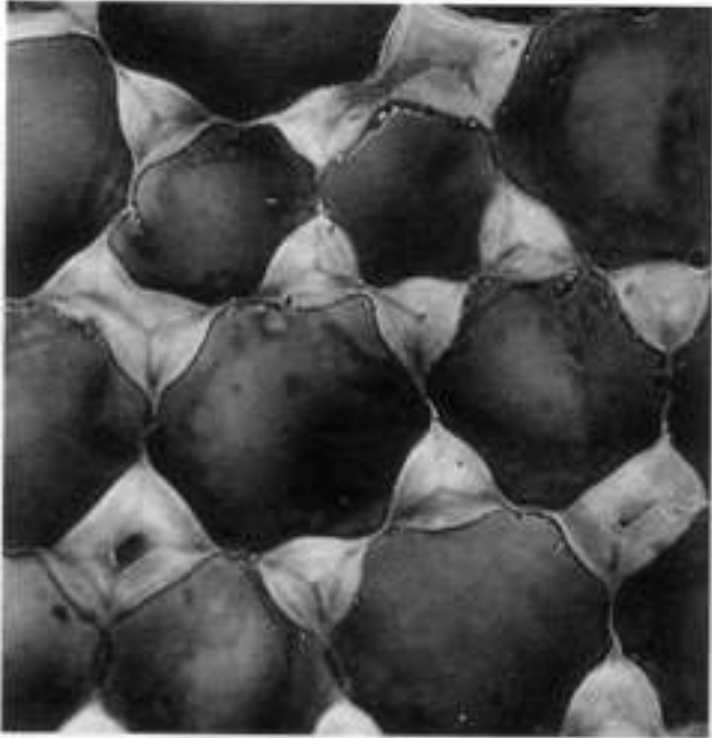


Collenchyme et sclérenchyme dans la tige
d'*Aristolochia clematitis*.

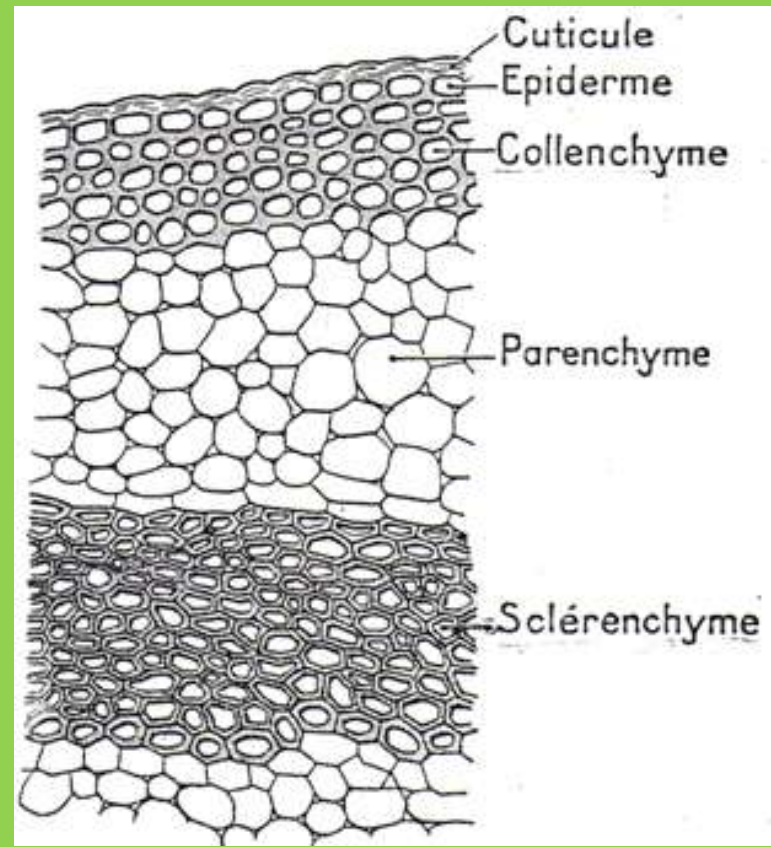
A. Le collenchyme

Tissu vivant, formé de cellules dont la paroi primaire s'est épaissie, tout en restant de nature cellulosique non lignifiée, et qui présente des épaississements inégaux de la paroi. Ce tissu est élastique et les organes qui le contiennent restent souples.

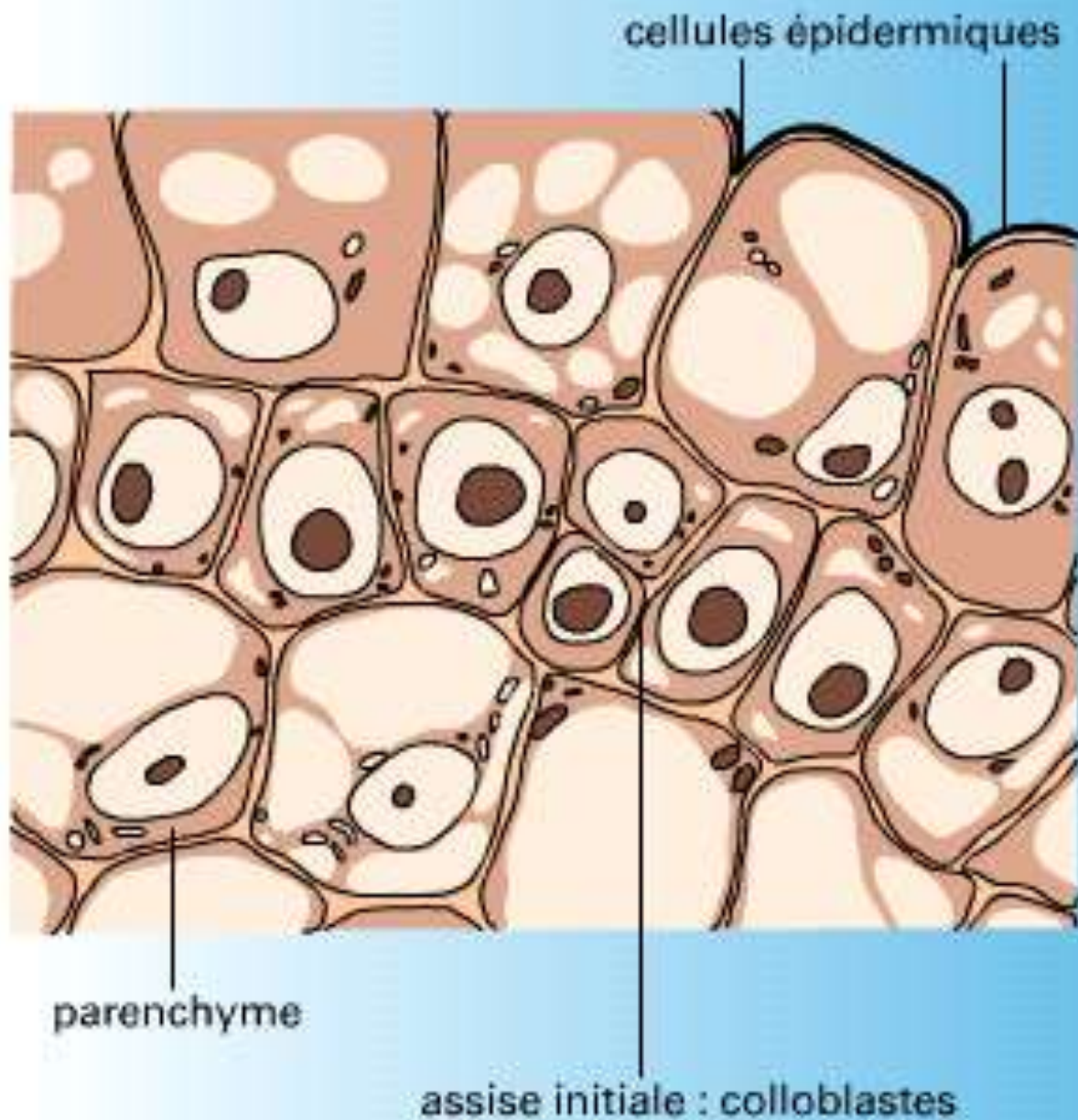
Il se localise à la périphérie, sous l'épiderme, dans les jeunes tiges, feuilles et pétioles en cours d'élongation.



Le collenchyme au niveau d'un pétiole (CT).



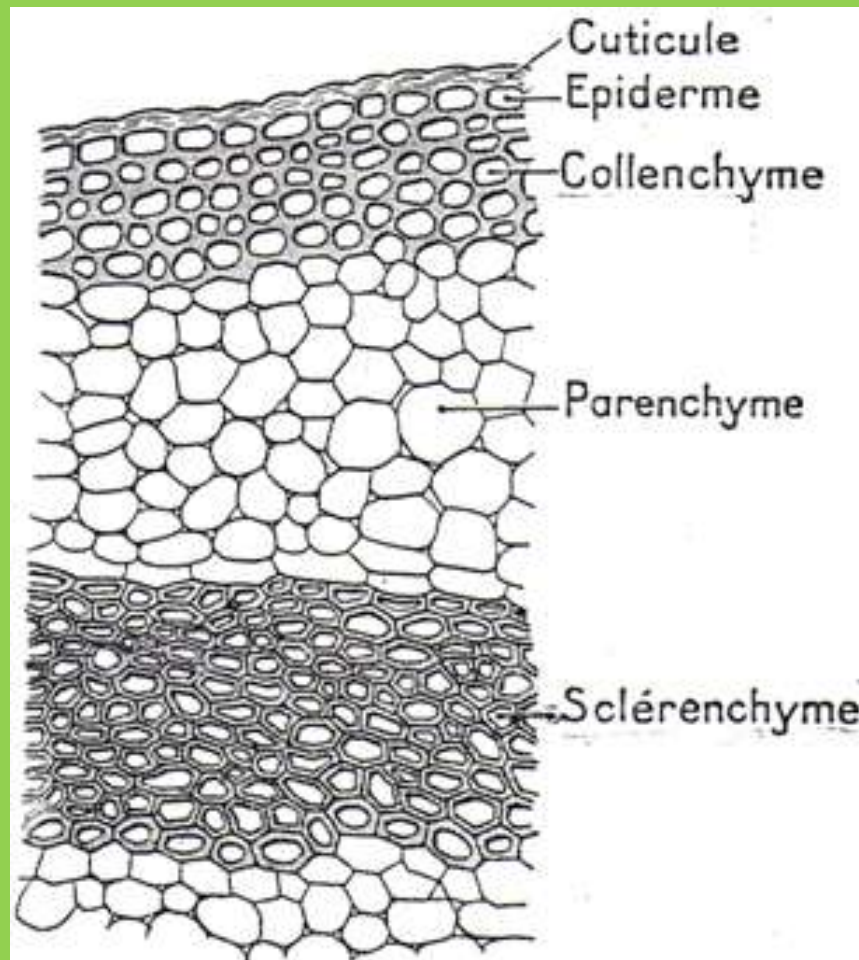




Histogenèse du collenchyme. Début de l'initiation par divisions des colloblastes sous-épidermiques.

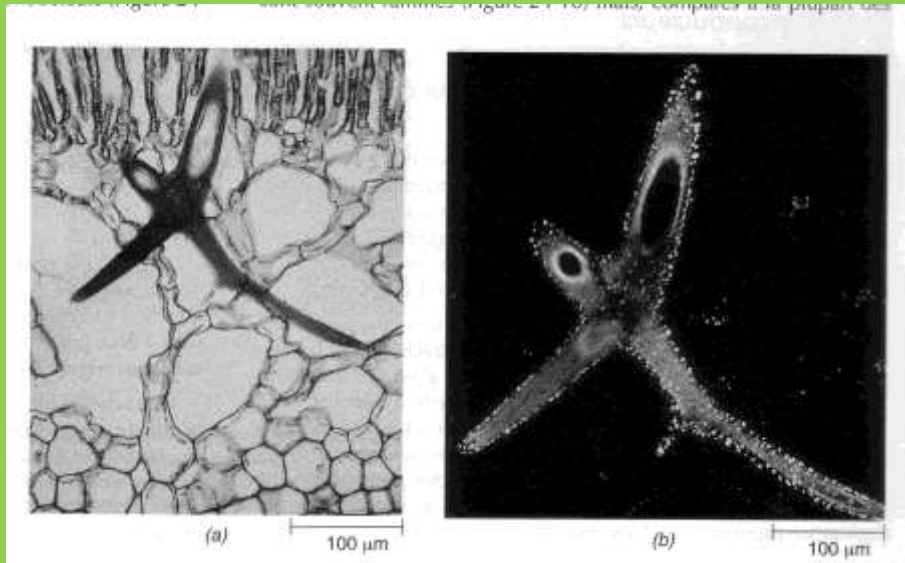
B. Le sclérenchyme

Le sclérenchyme est formé de cellules mortes, qui ont des parois secondaires épaissies lignifiées. Il confère une rigidité aux différents organes de la plante.

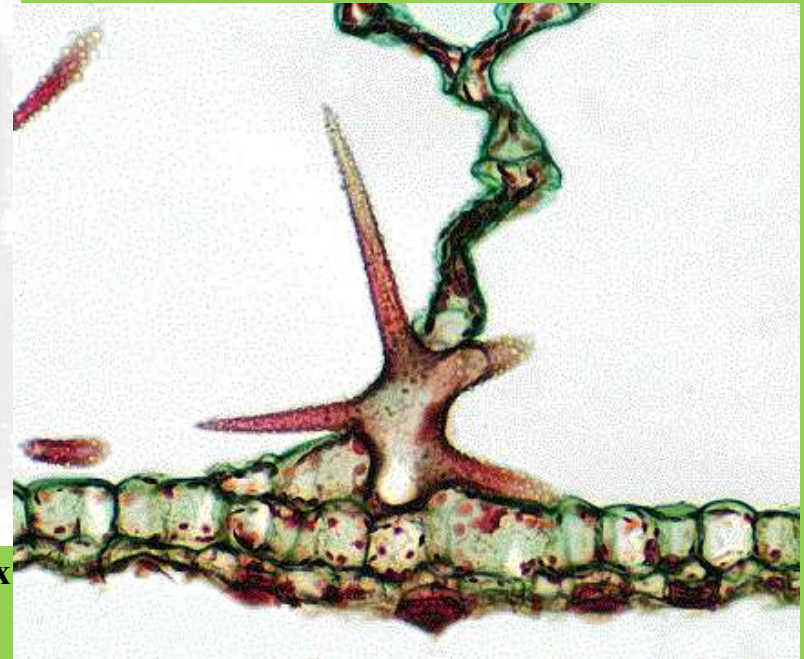


On distingue 2 types de cellules sclérenchymateuses :

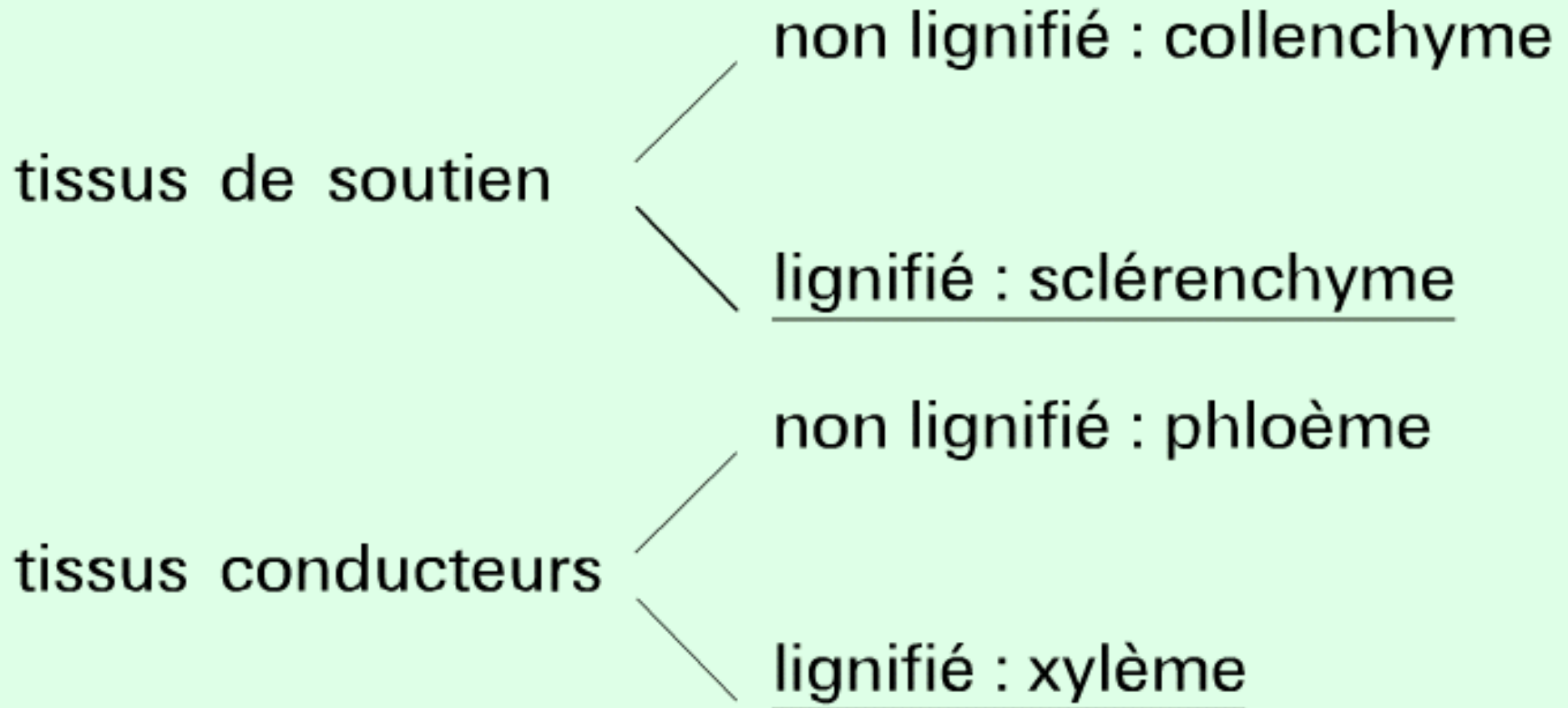
- Les fibres, cellules mortes, allongées, fusiformes et à paroi épaisse plus ou moins lignifiée. Elles sont fréquentes au niveau des faisceaux conducteurs.
- Les scléréides, cellules courtes aux parois très épaisses et lignifiées, de forme souvent étoilée. On les retrouve groupées ou isolées dans du parenchyme.



Scléréides ramifiés d'une feuille incrustés de nombreux cristaux d'oxalate de calcium.



Récapitulatif



On distingue différents tissus:

Les parenchymes

Les tissus protecteurs

Les tissus conducteurs

Les tissus de soutien

Les tissus sécréteurs

Les tissus de sécrétion

Tissus vivants spécialisés dans la synthèses de certaines substances chimiques, telles que les essences, les résines et le latex. Ces substances sont accumulées soit au sein même de leurs cellules ou bien elles sont rejetées dans des cavités.

Les cellules peuvent être isolées, groupées au niveau de l'épiderme (expl: poils sécréteurs) ou formant des laticifères, des poches et des canaux.

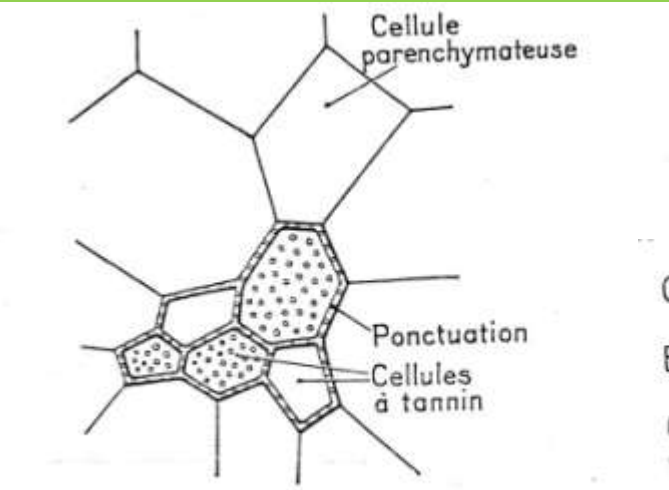


FIG. 82. — Cellules à tanin de la moelle des tiges de Rosier.

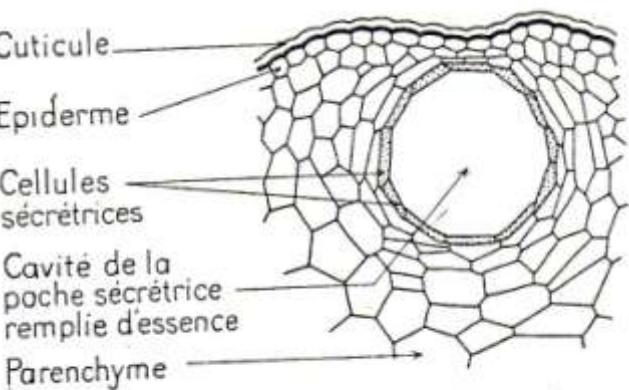
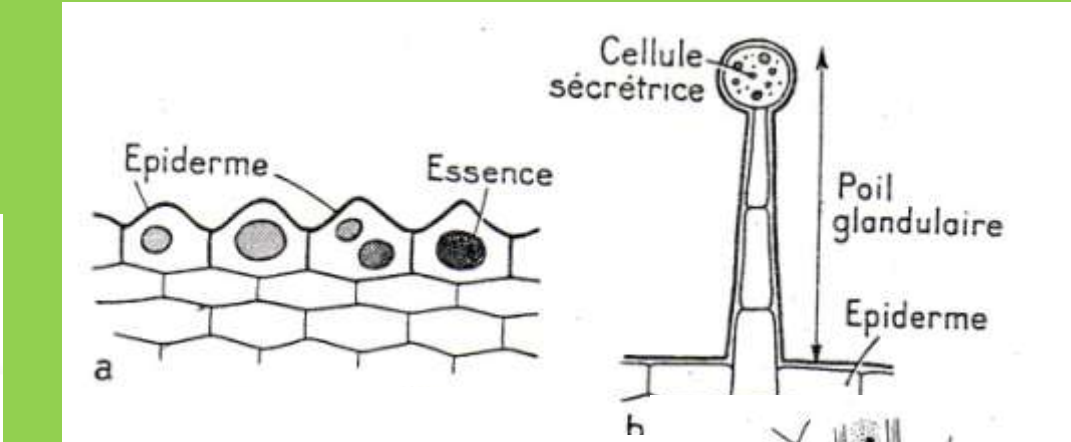


FIG. 84. — Poche excrétrice du péricarpe d'une orange.

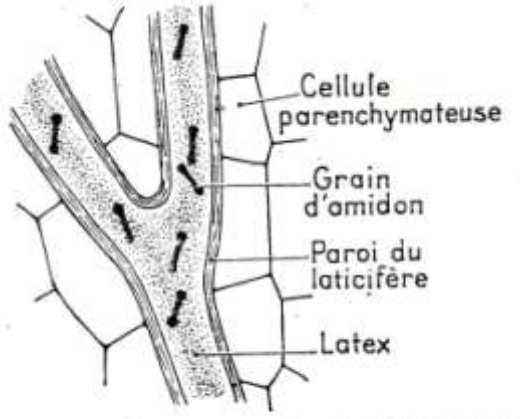


FIG. 88. — Latex avec grains d'amidon dans un laticifère de la tige d'Euphorbia splendens (coloration par l'eau iodée).

Méristèmes primaires



Tissus primaires

Méristèmes secondaires



Tissus secondaires

Les méristèmes secondaires:

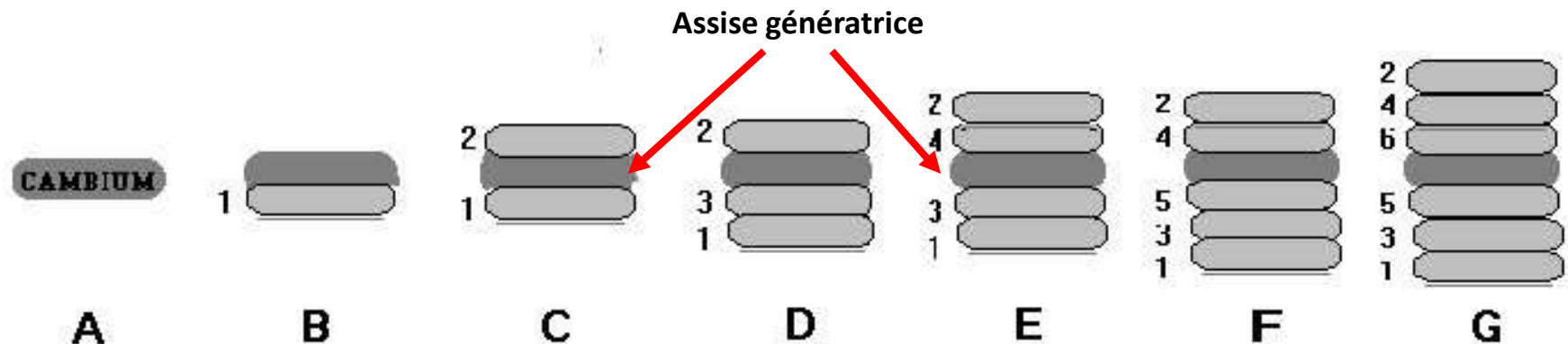
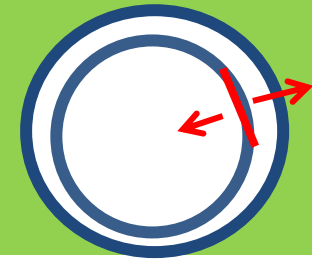
Localisés dans les parties âgées des tiges et des racines.

Assurent la croissance en épaisseur, (tissus secondaires).

Présents chez: Gymnospermes, Angiospermes dicotylédones.

Dérivent d'une dédifférenciation de cellules vivantes des tissus primaires.

Les cellules sont rectangulaires et souvent aplaties dans le sens radial, disposées en une seule couche très régulière appelée assise génératrice, et se divisent selon un axe tangentiel.

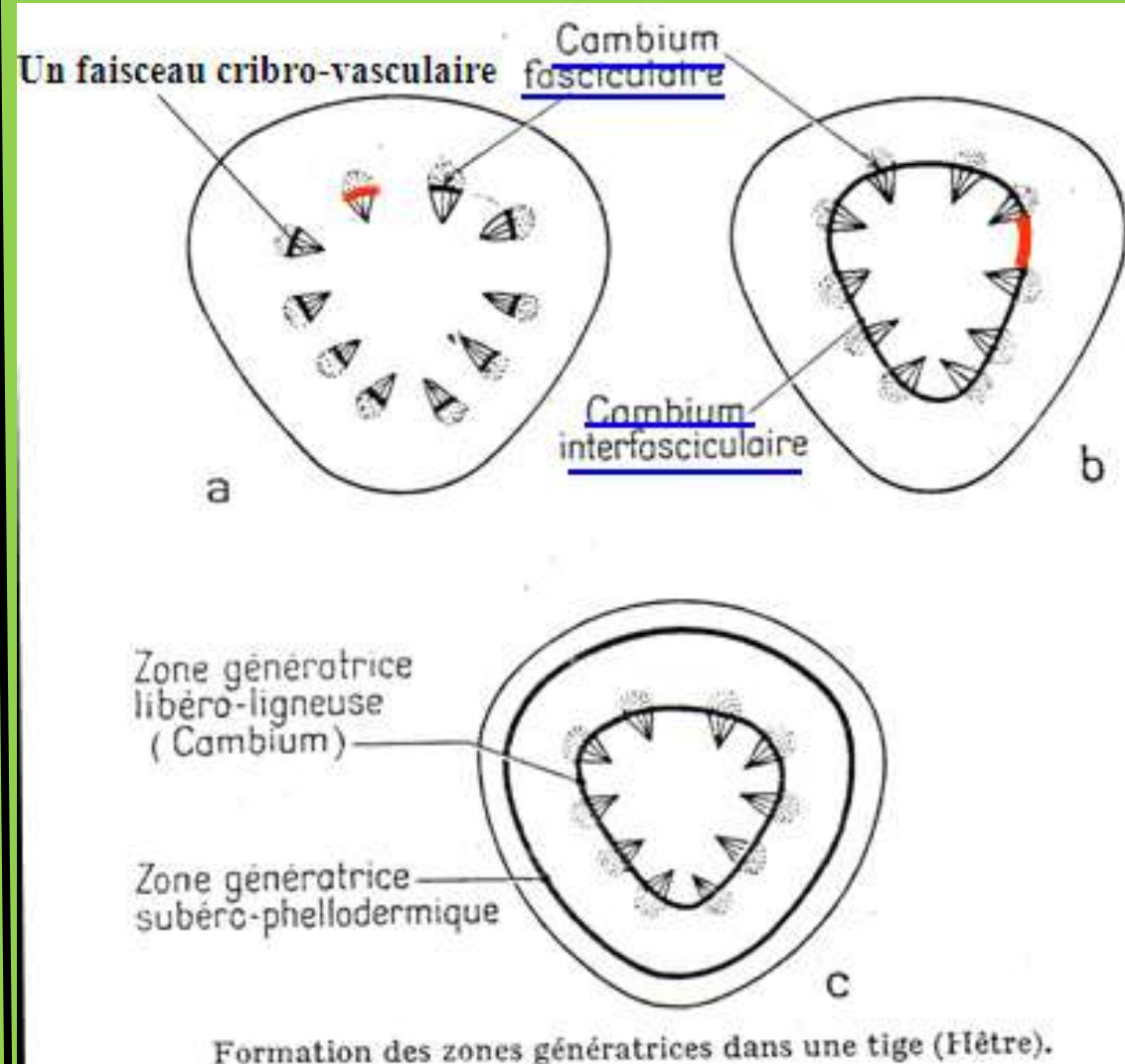


Étapes dans la division cellulaire d'une assise ou cambium. Les lettres A, B, C, etc. représentent les divisions dans le temps.

On distingue 2 zones de méristème secondaire:

- La zone génératrice libéro-ligneuse, ou cambium libéro-ligneux, qui apparaît entre le xylème primaire et le phloème primaire. Elle est responsable de la formation du liber (phloème secondaire) et du bois (xylème secondaire).

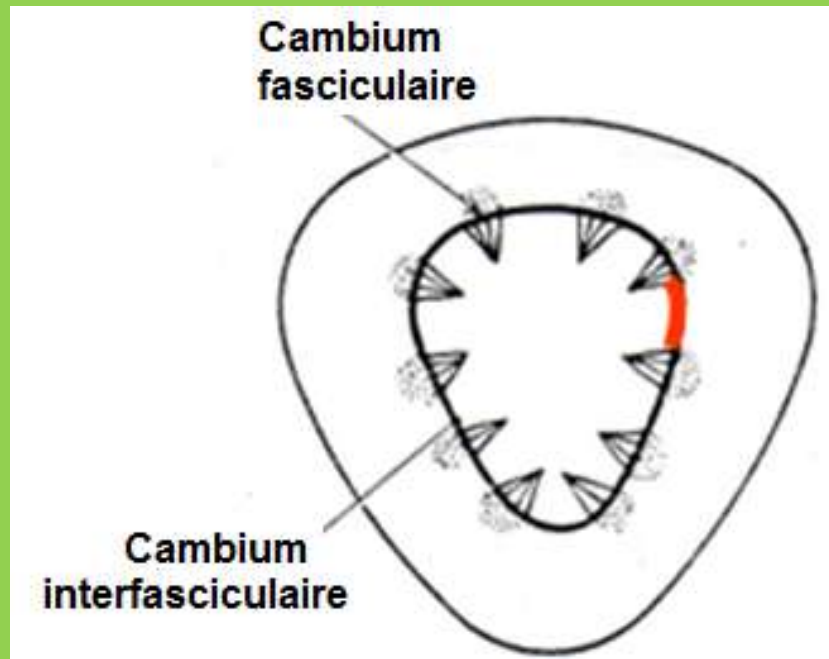
- Le cambium subéro-phellodermique, ou phellogène, située près de l'épiderme. Elle est responsable de la formation du liège et du phelloderme.



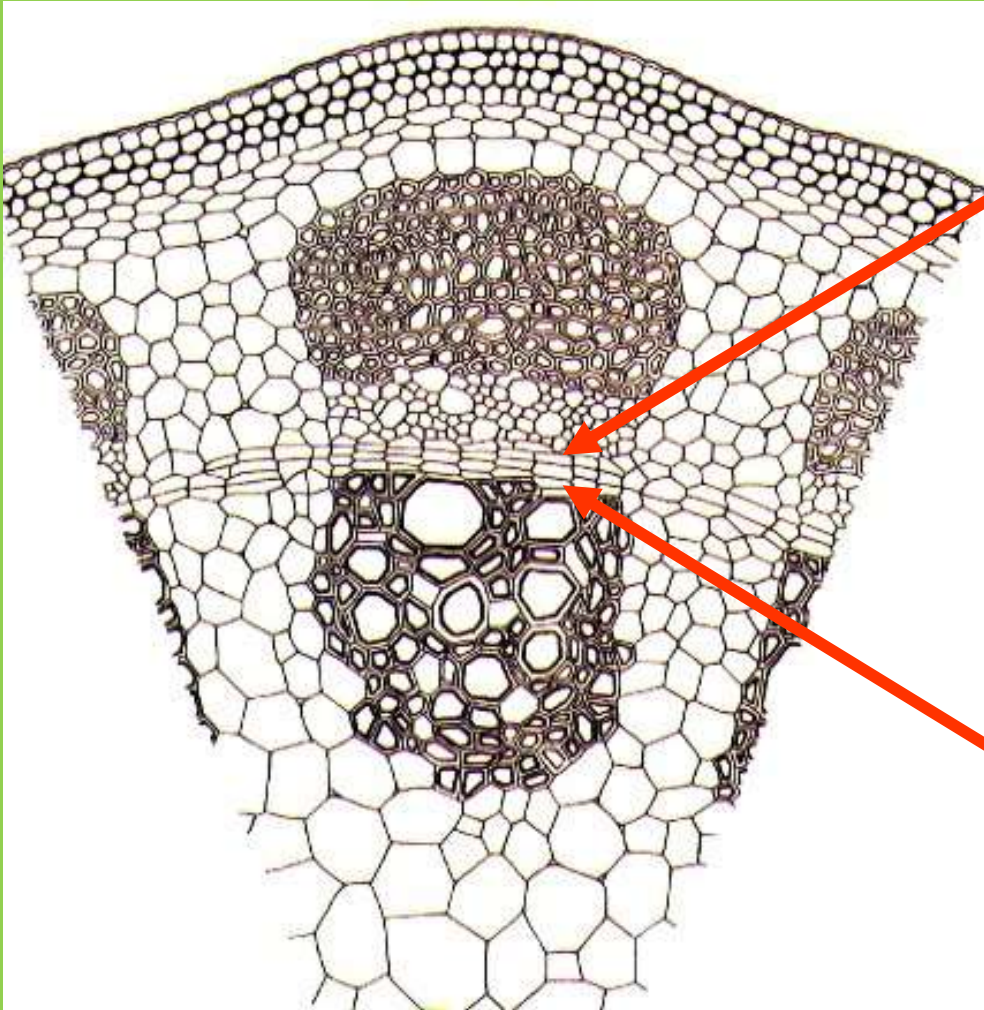
I. Cambium libéro-ligneux :

Il a une activité rythmique. C'est ce fonctionnement saisonnier qui est responsable de la formation des cernes dans le bois. Il existe 2 types de cambium

- ▶ Le cambium libéro-ligneux fasciculaire: C'est un arc de cambium entre le xylème et le phloème.
- ▶ Le cambium libéro-ligneux interfasciculaire: C'est un arc de cambium situé entre 2 faisceaux cribro-vasculaire.



Croissance secondaire



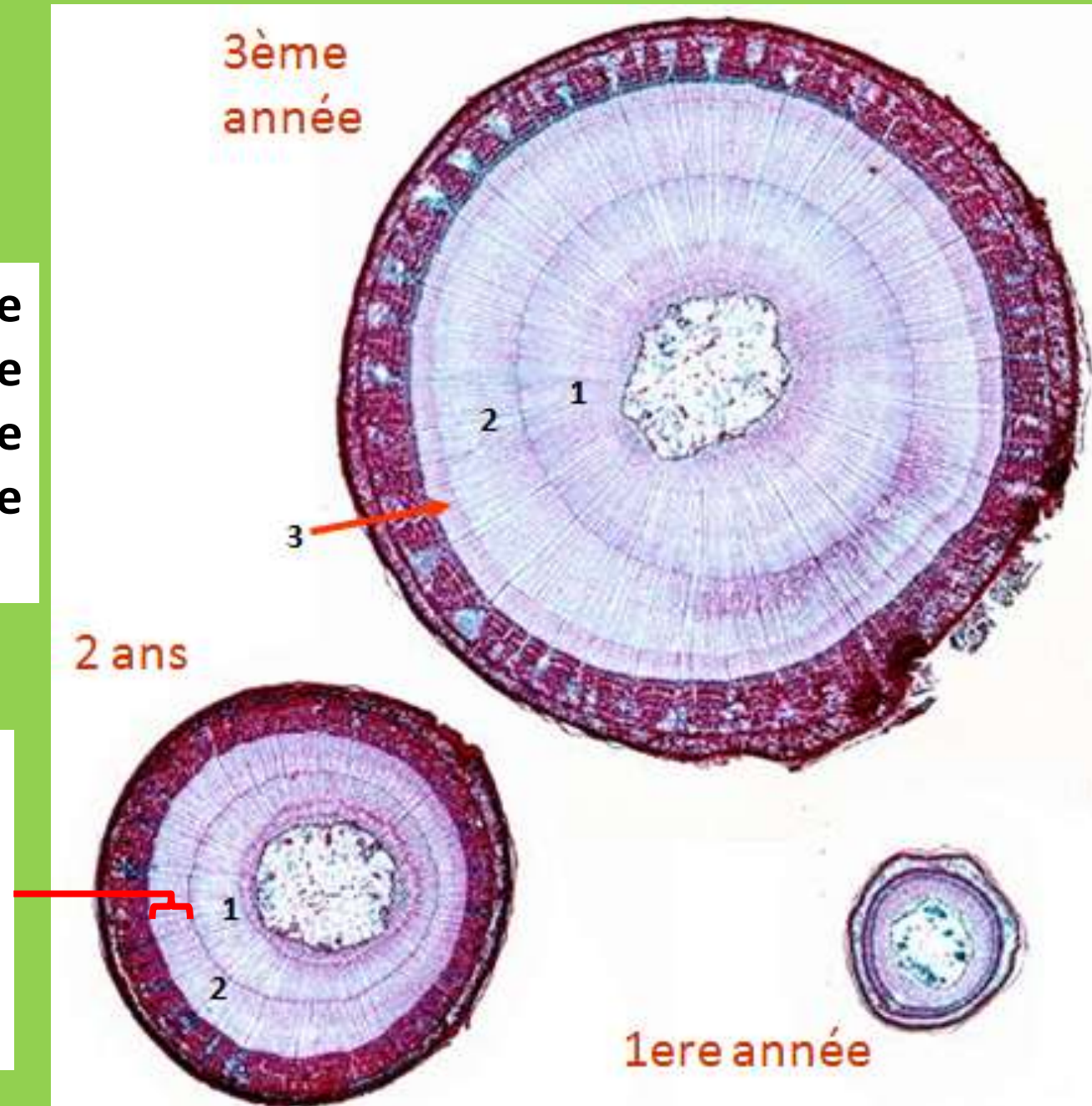
Ces cellules du cambium se divisent et se modifient en cellules du phloème (ce qui donne le liber)

Ces cellules du cambium se divisent et se modifient en cellules du xylème (ce qui donne le bois)

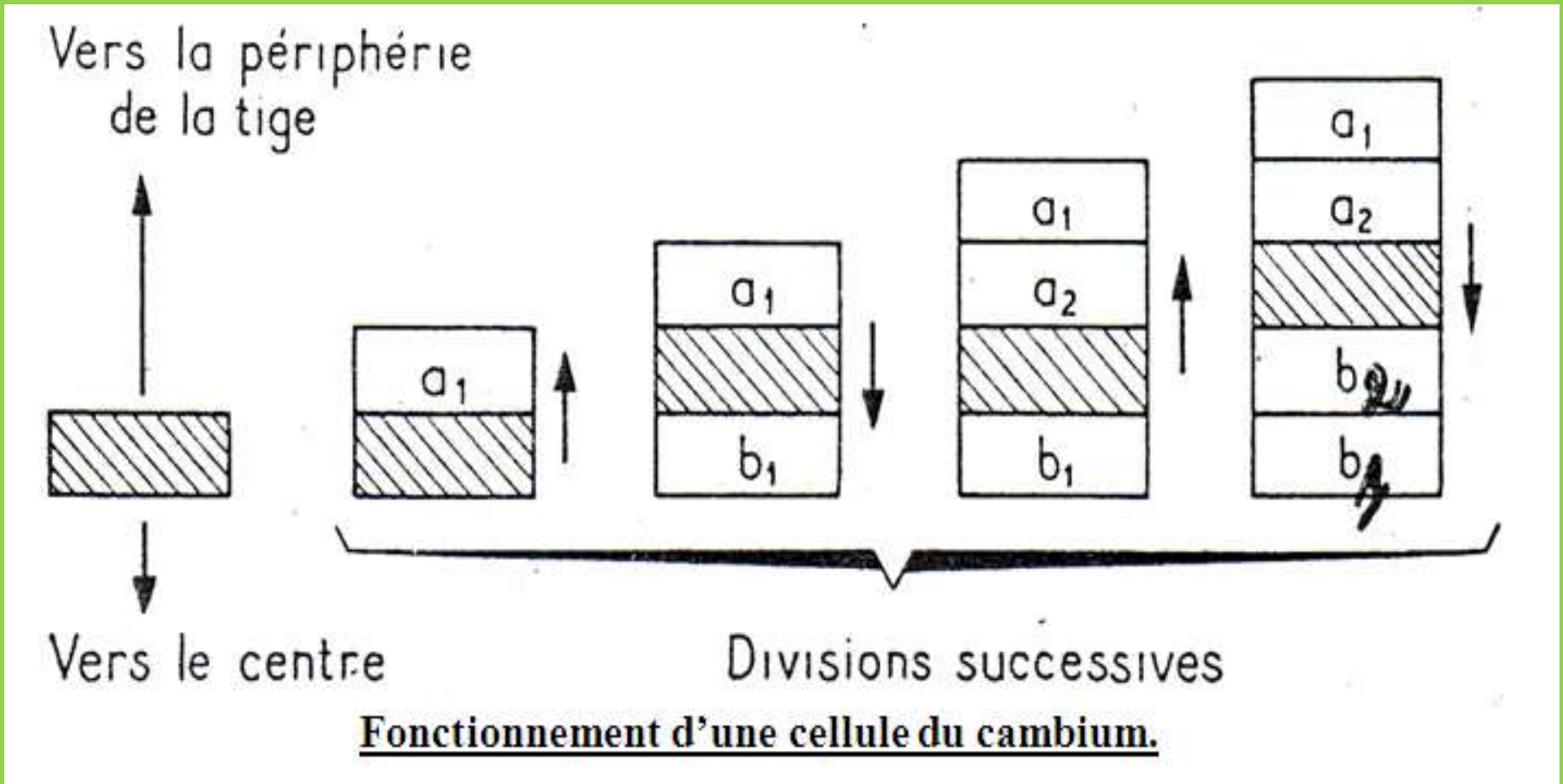
Coupe d'une tige secondaire de dicotylédone

Chaque année, le cambium vasculaire produit une nouvelle couche de xylème secondaire: bois.

Le bois au niveau de la tige ligneuse se dispose en couches concentriques appelées cernes.



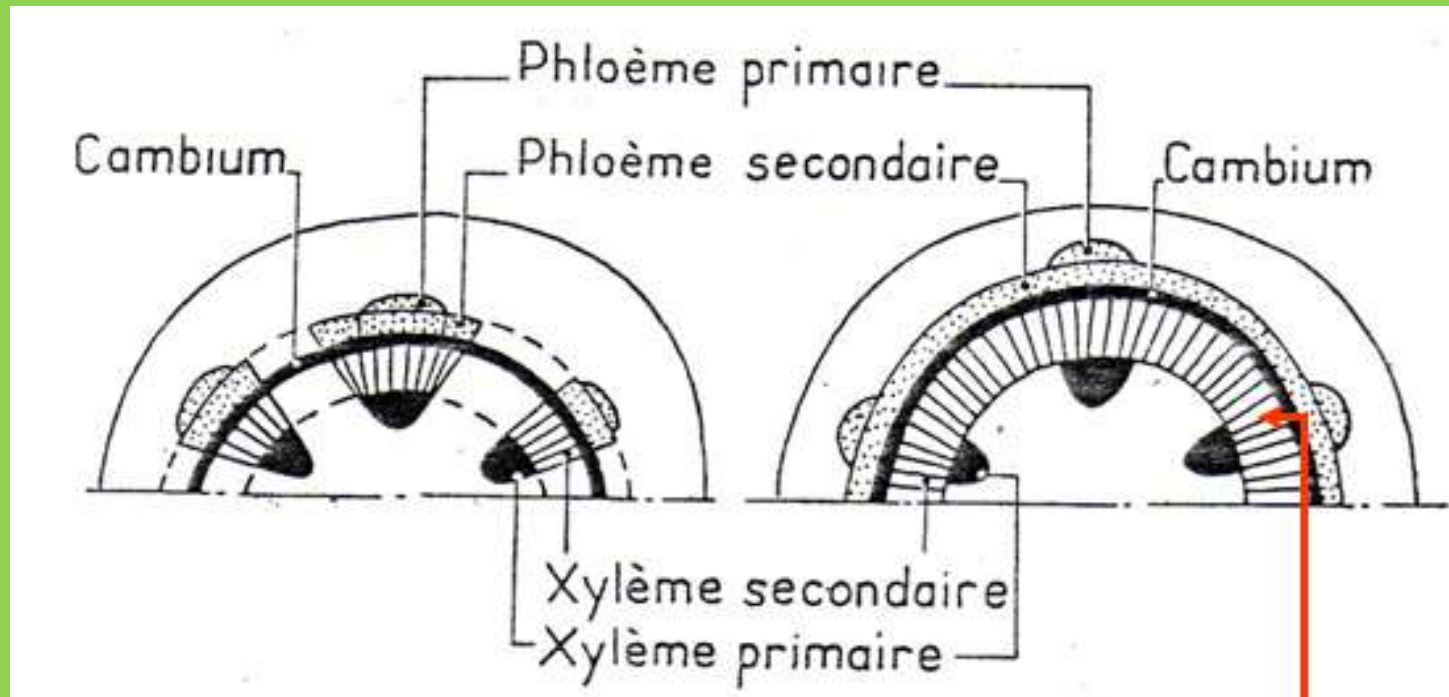
Activité du cambium libéro-ligneux



Vers l'extérieur le cambium forme le phloème secondaire (liber), vers l'intérieur il forme le xylème secondaire (bois). La formation du bois est toujours plus importante que celle du liber.

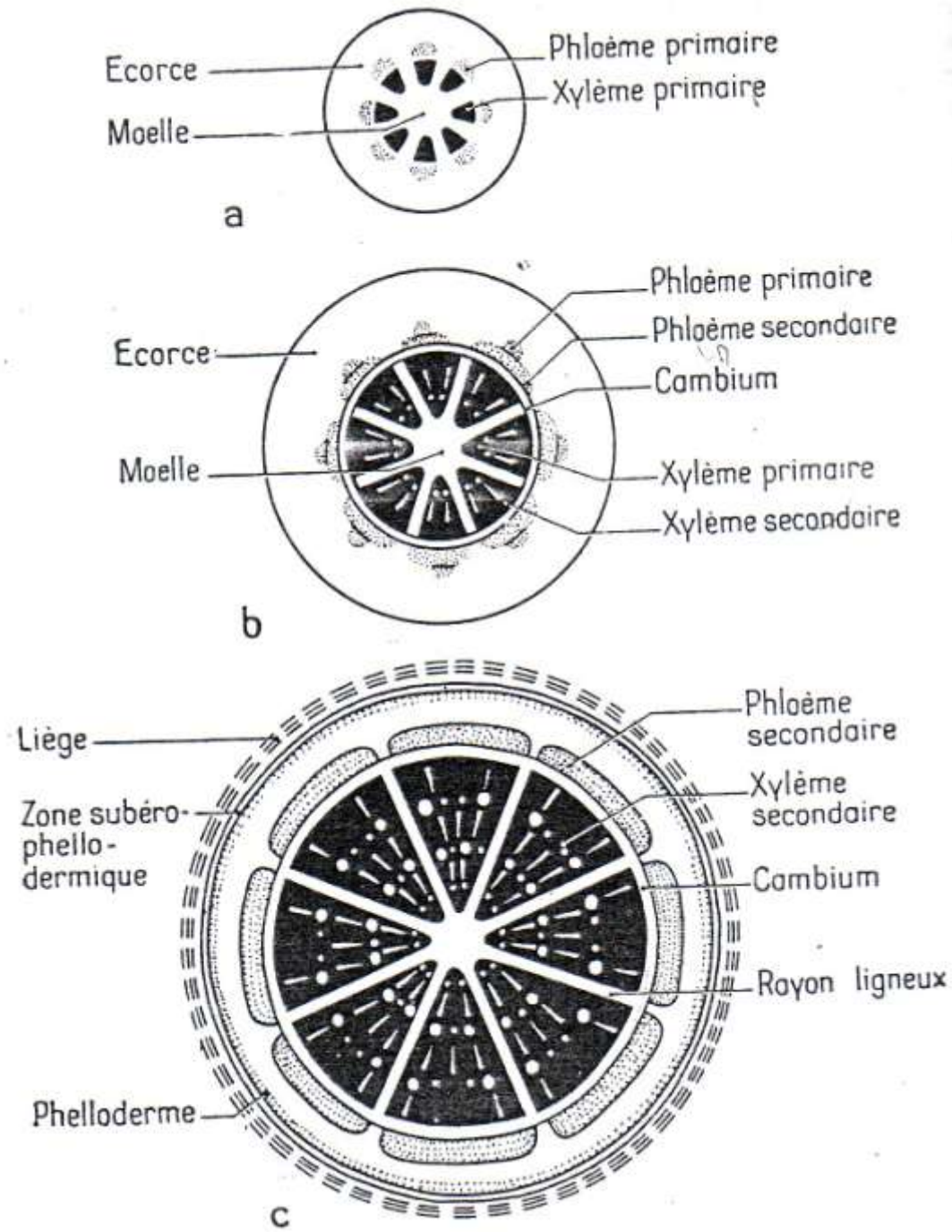
Au niveau des tiges:

Au niveau des tiges ligneuses, la formation des tissus secondaires peut se faire suivant 2 modalités:



Pachyte discontinu

Pachyte continu

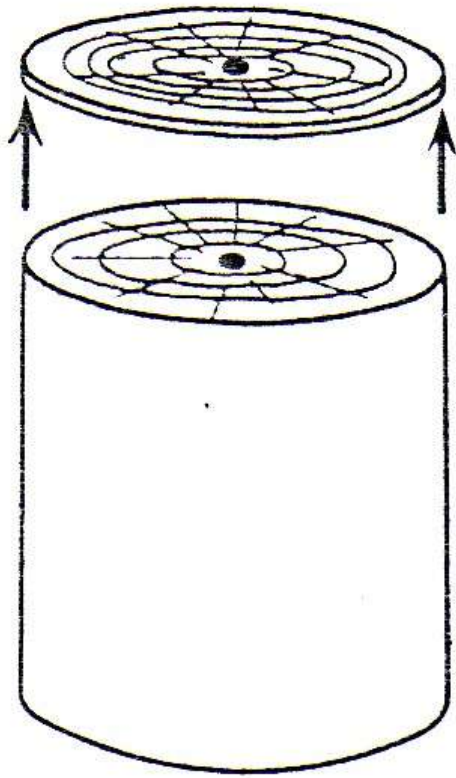


Croissance en épaisseur et structure secondaire d'une tige.

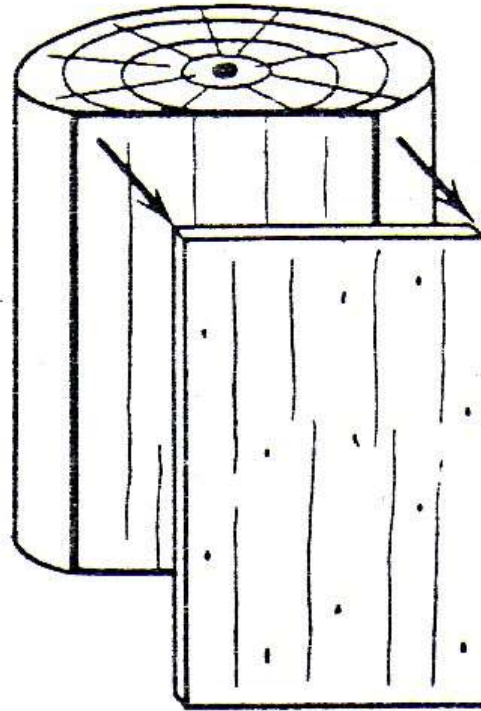
a. Structure primaire.

b. Tige à la fin de sa première année.

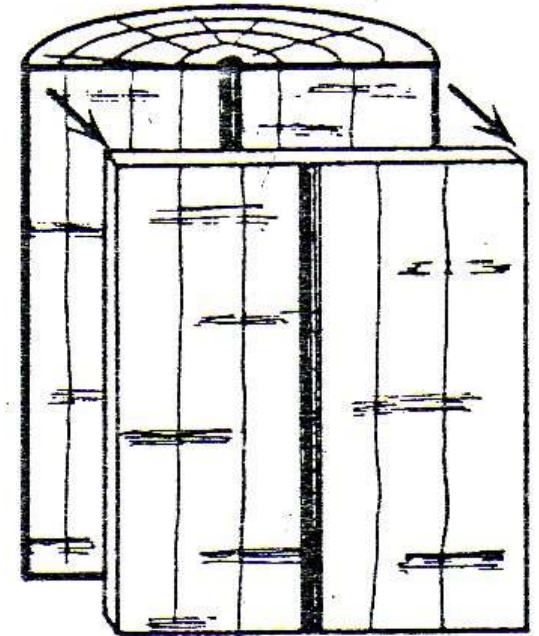
c. Tige de ? ans.



Plan transversal



Plan tangențial

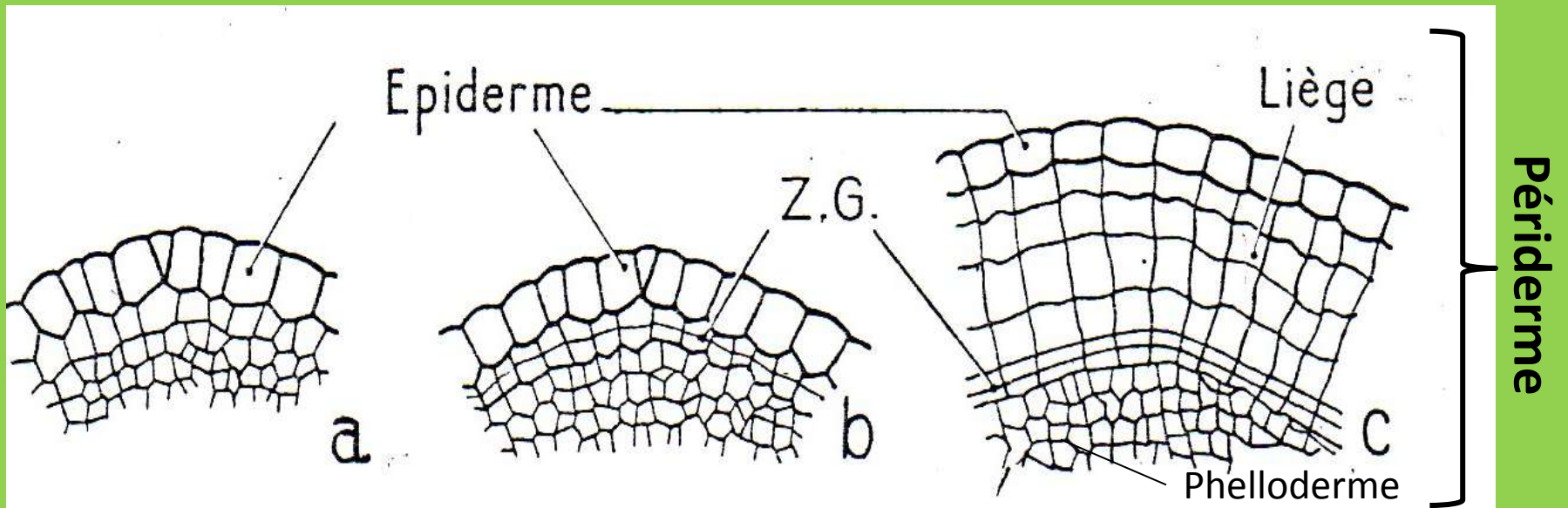


Plan radial

II. Phellogène:

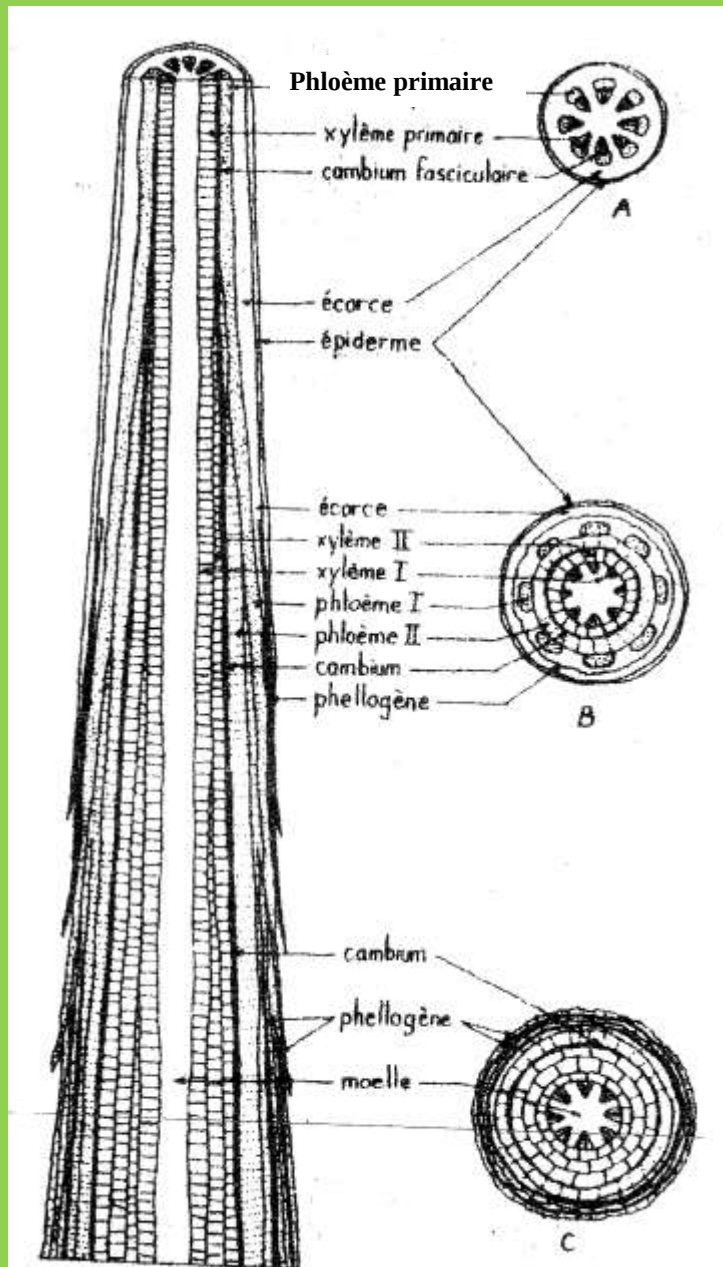
Dans la tige: Apparaît plus tardivement que le cambium. Généralement il se constitue à partir de l'assise cellulaire sous-épidermique. Donc il occupe une position plus externe que le cambium.

Il forme vers l'extérieur plusieurs couches de cellules qui subérifient leur paroi, c'est le liège ou suber. Parfois il est le seul à être formé. Vers l'intérieur il forme un tissu parenchymateux pouvant être chlorophyllien et qui reste vivant: le phelloderme. Ces 2 tissus sont les tissus secondaires de protection.

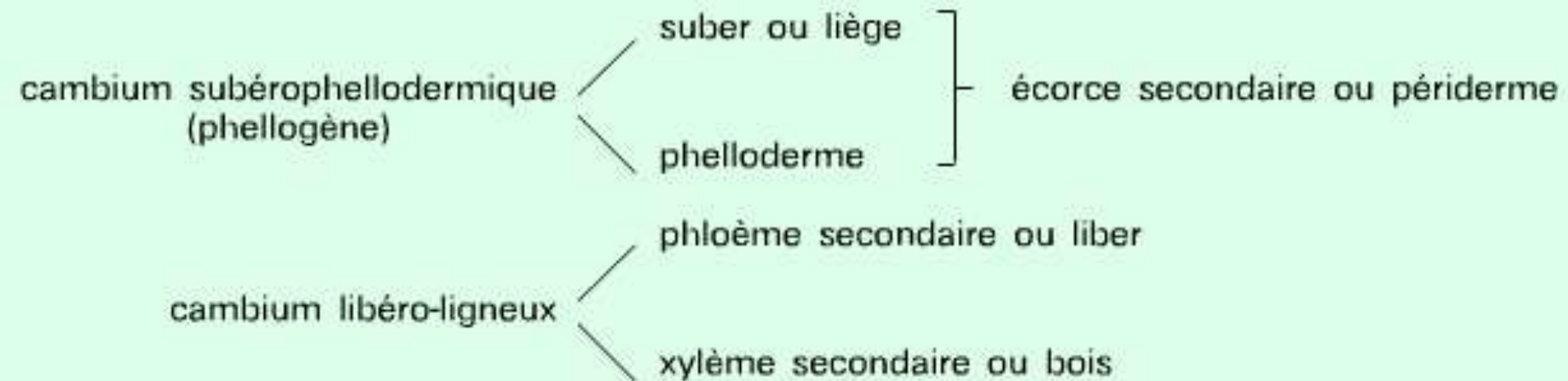


Fonctionnement des méristèmes secondaires.

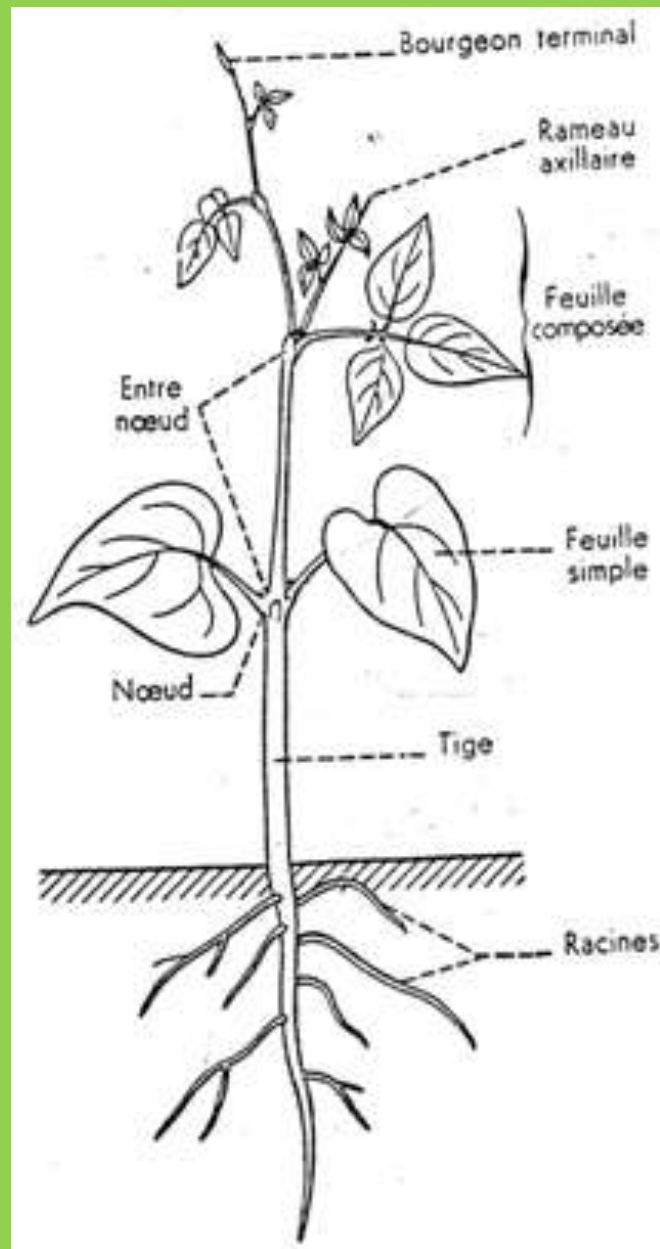
Section longitudinale d'une tige. A, B, C (CT aux différents niveaux indiqués).



Récapitulatif



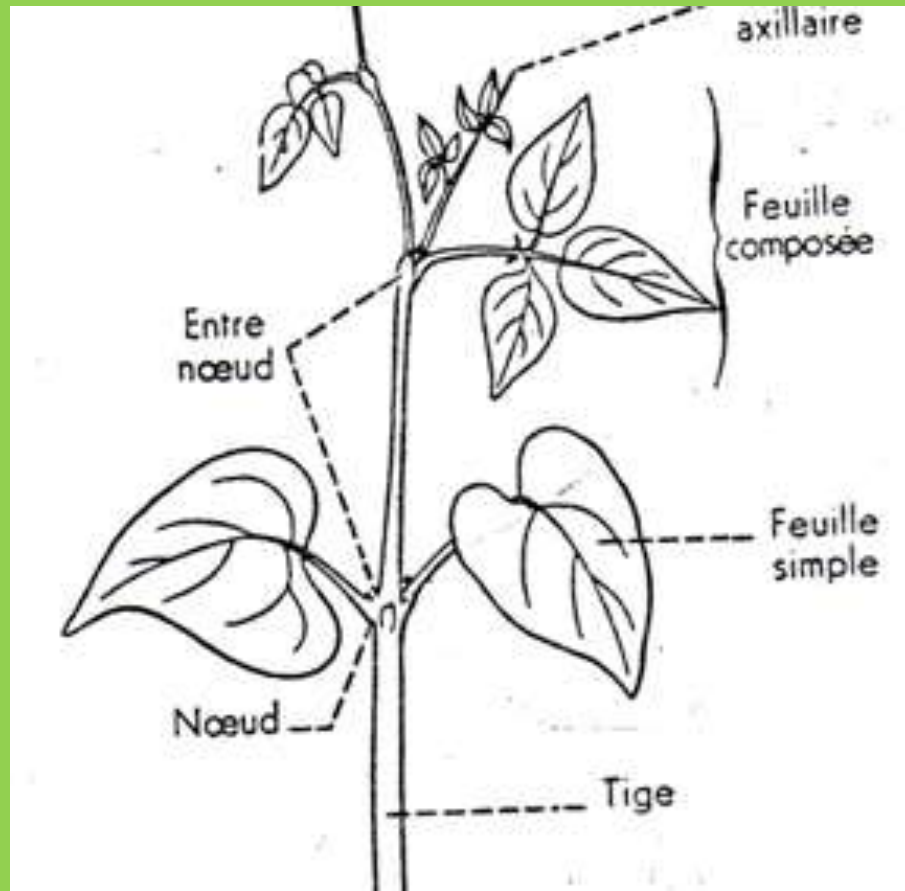
ORGANISATION DES ORGANES VEGETATIFS D'UNE PLANTE



I- LA TIGE:

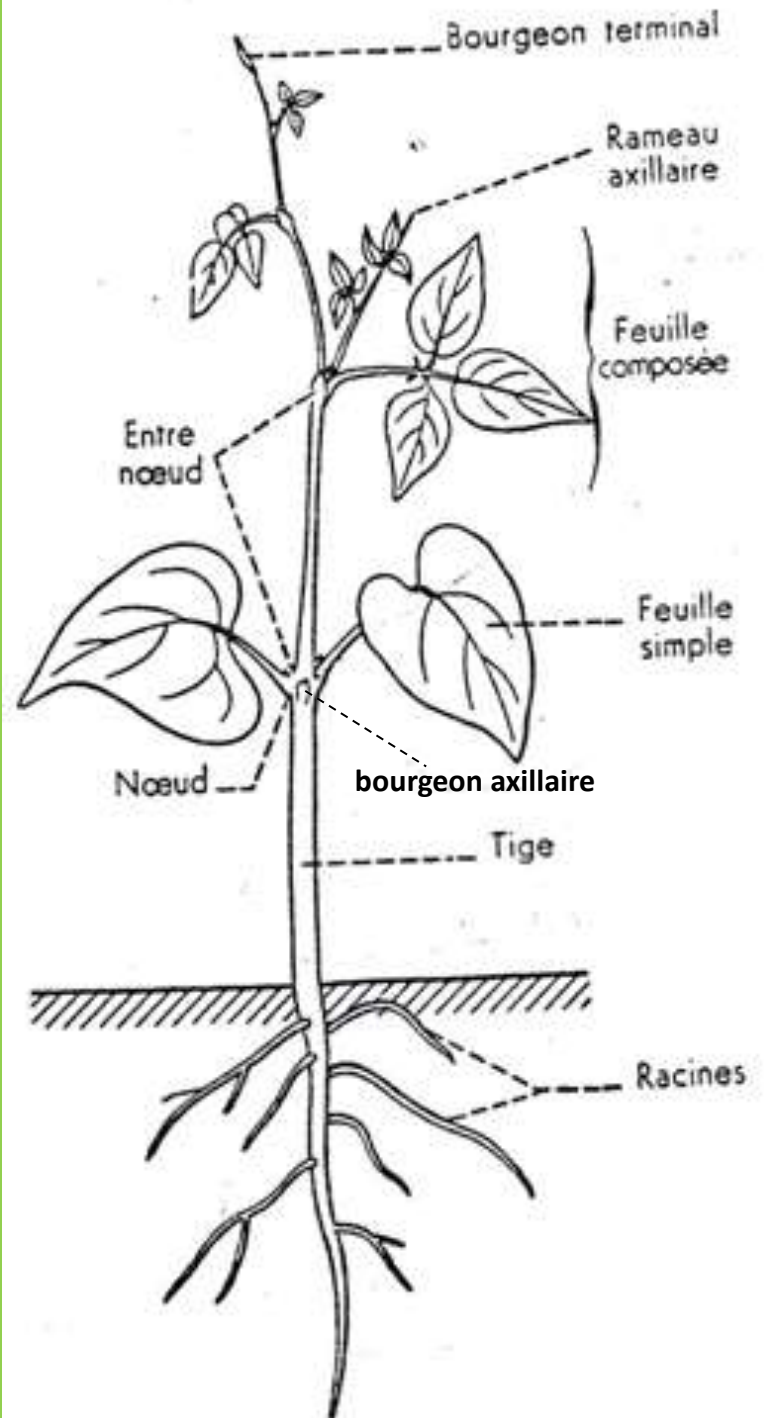
Organe, le plus souvent aérien, qui porte les feuilles et au moment de la reproduction, les organes reproducteurs. C'est une alternance de noeuds et d'entre-noeuds, les noeuds étant le point de départ d'organes latéraux tels que les rameaux, les feuilles ou les fleurs.

L'ensemble des tiges d'une plante est appelé système caulinaire.



La tige porte des bourgeons. Un bourgeon est un organe de croissance qui est aussi à l'origine soit d'un nouveau rameau ou bien d'une nouvelle inflorescence (ensemble de fleurs).

Chaque tige possède un bourgeon terminal qui la termine et plusieurs bourgeons axillaires situés à la base des feuilles.



1- Les plantes acaules

Certaines plantes, semblent ne pas posséder de tige. En coupe longitudinale, on voit une tige très courte qui porte une couronne de feuilles plaquées sur le sol.

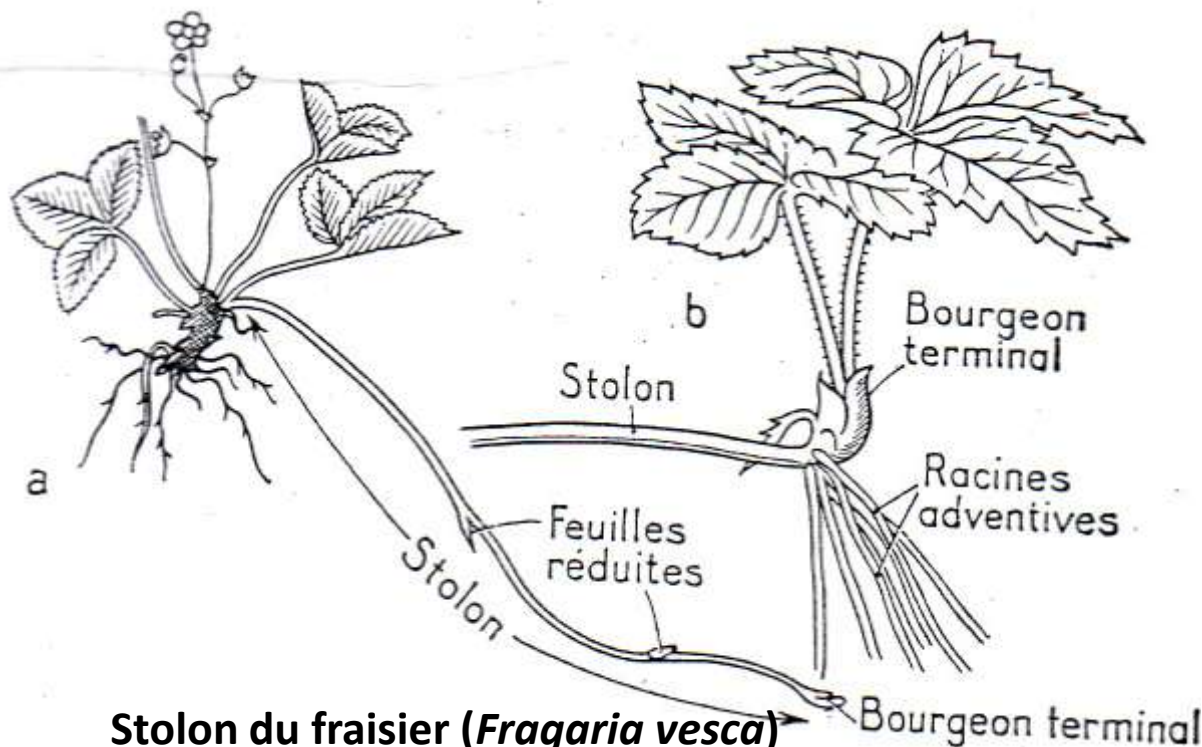


La joubarbe des toits (*Sempervivum tectorum*).

2- Les tiges grêles:

Elles présentent un diamètre très faible par rapport à leur longueur. On distingue:

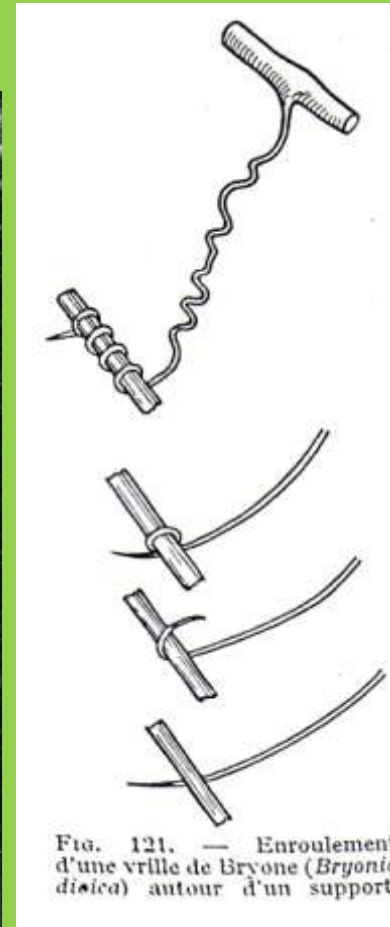
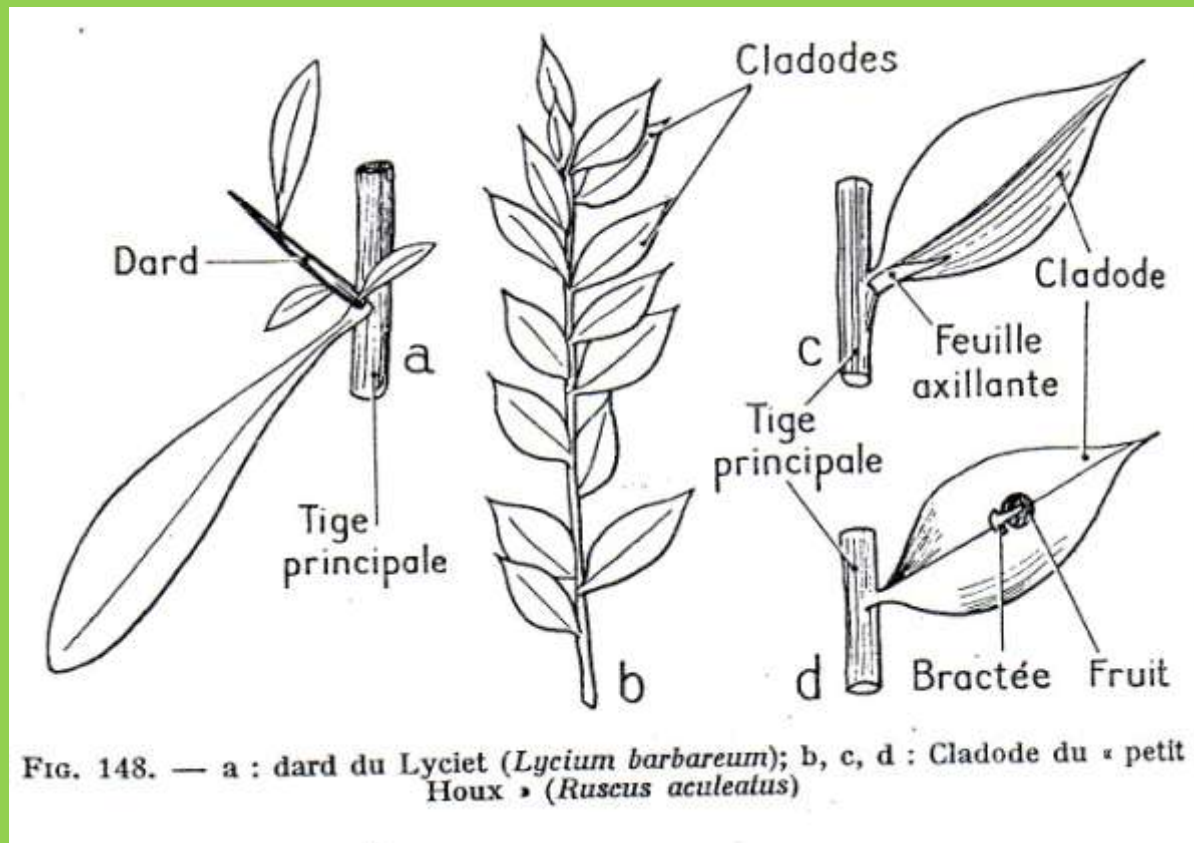
- Les lianes ne restent dressées que si elles s'accrochent à un support, ou s'enroulent autour. (Exemple: lierre)
- Les stolons, tiges grêles couchées sur le sol. (Exemple: fraise)
- Les chaumes, tiges relativement moins longues et plus rigides que les lianes et les stolons. (Exemple: Blé)





3- Les rameaux spécialisés

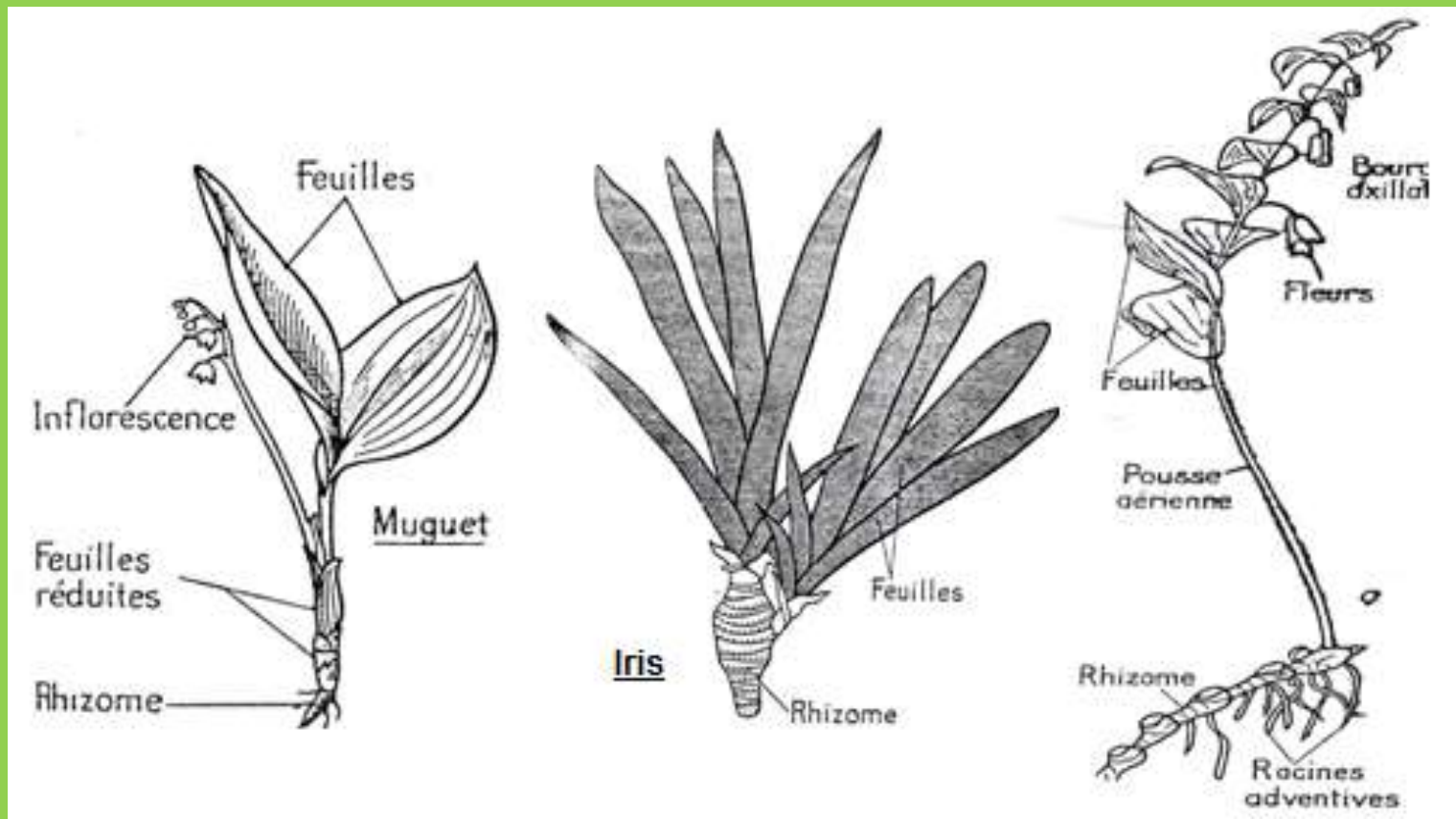
- Les rameaux épineux ou dards ont une croissance en longueur qui s'arrête par durcissement du bourgeon terminal.
- Les rameaux-vrilles de la Vigne sont des rameaux courts volubiles spécialisés dans la fixation.
- Les cladodes sont des rameaux courts constitués d'un seul entre-nœud, ressemblant à des feuilles.



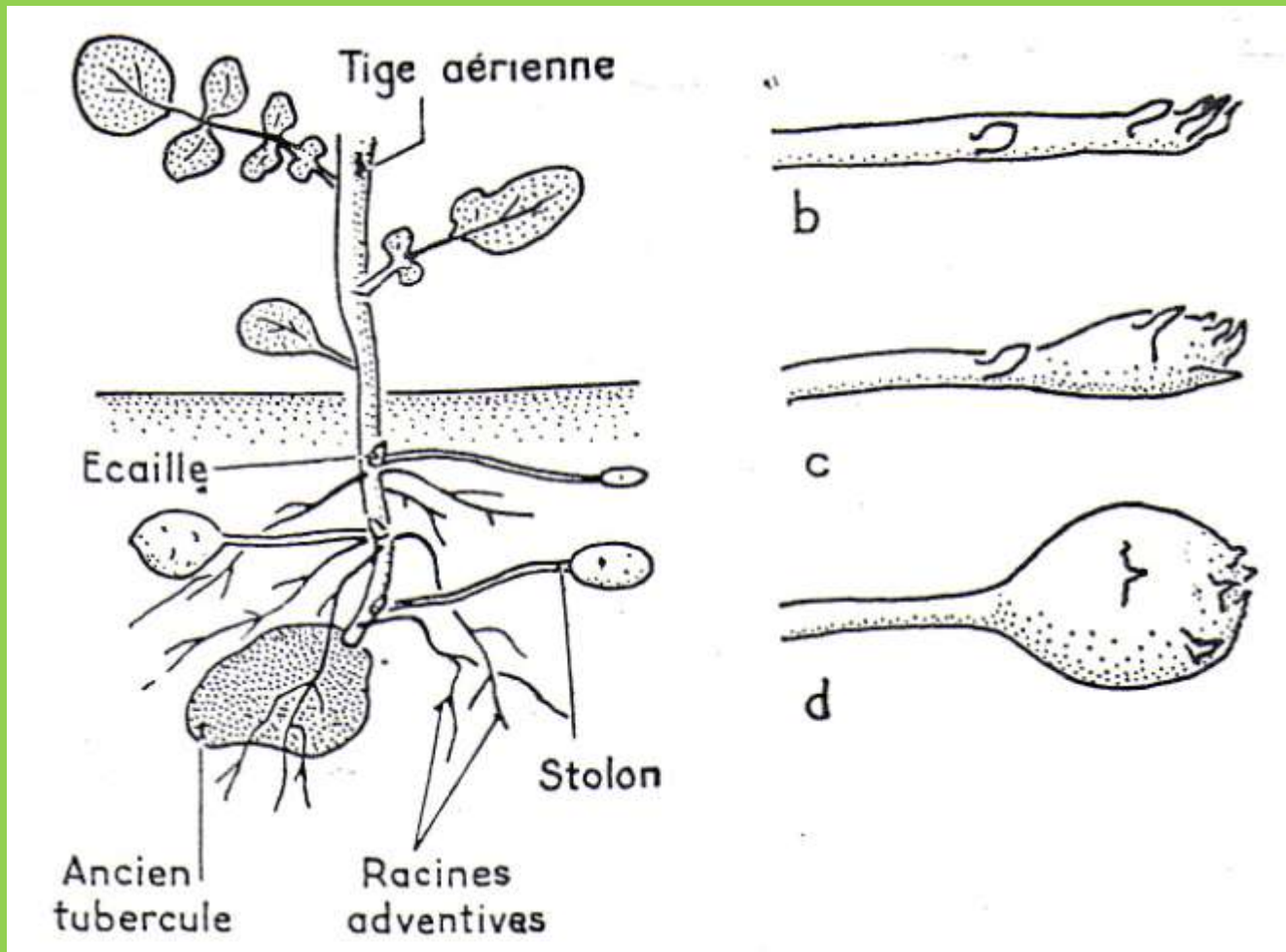
4- Les tiges massives

Une partie ou la totalité du système caulinaire contribuent à la conservation des espèces. Ces organes, le plus souvent souterrains et remplis de réserves, passent la mauvaise saison en vie ralentie, alors que les parties aériennes ont pu disparaître totalement. On distingue:

Les rhizomes, tiges qui portent des feuilles sous forme d'écailles et des racines adventives.

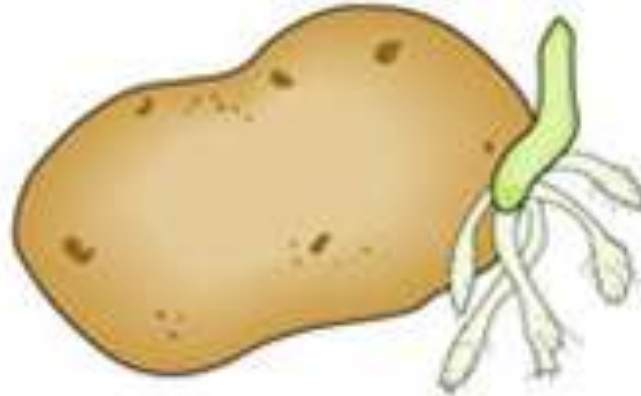


Les tubercules sont des renflements localisés de la tige principale ou de ses ramifications, portant des feuilles écailleuses.

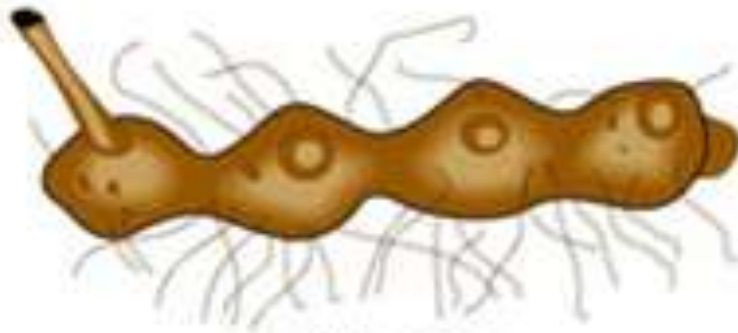


Les bulbes sont constitués de tiges très courtes et larges, portant des feuilles modifiées non chlorophylliennes. (Exemple: Oignon)

DIFFÉRENTS TYPES DE TIGES massives



tubercule



rhizome



bulbe



bulbe en coupe

5- Les tiges succulentes:

Tiges gorgées d'eau qui est mise en réserve dans le parenchyme aquifère.

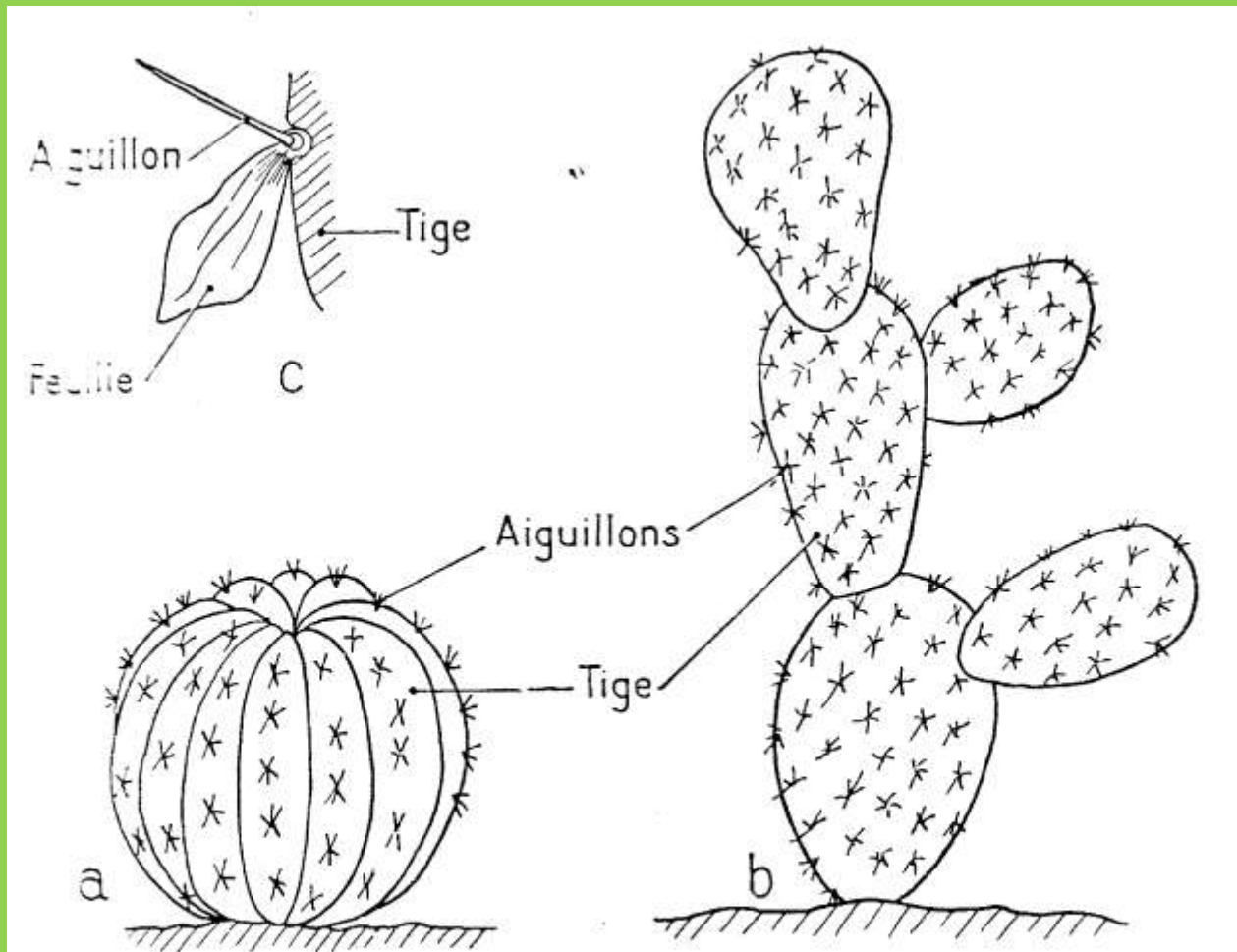


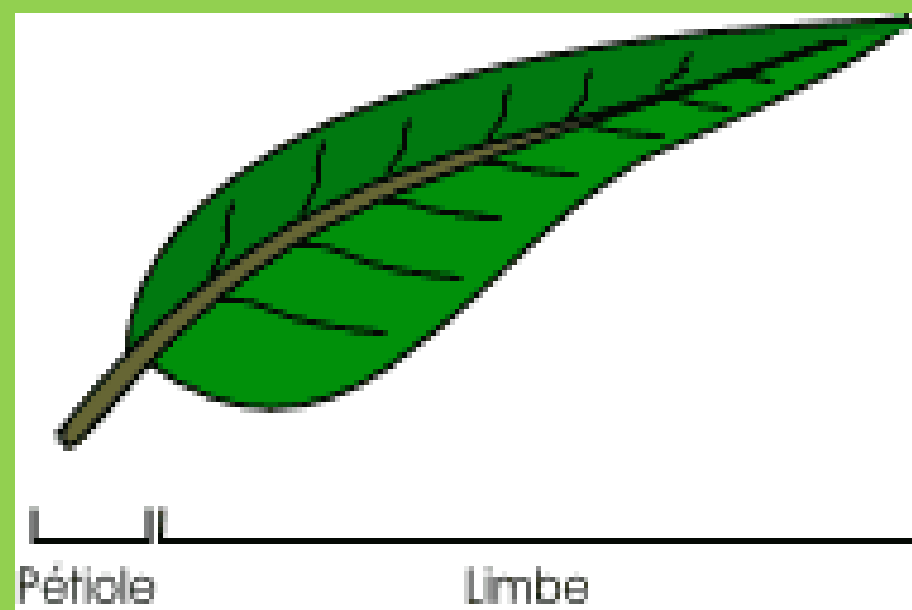
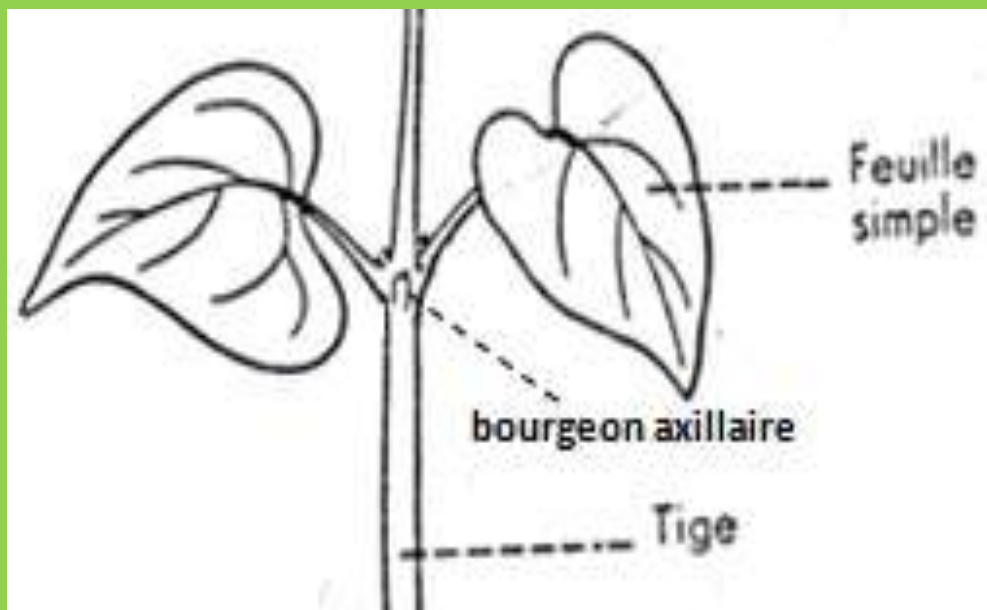
FIG. 260 — a : Mamillaire (tige sphérique)
b : Opuntia (tige en raquette)
c : feuille réduite sur une tige jeune de Cactée (les feuilles disparaissent très rapidement).

II- LA FEUILLE:

Une feuille est un organe aérien très important dans la nutrition de la plante. C'est le lieu de la photosynthèse qui aboutit à des composés organiques formant la sève élaborée, utilisée par le végétal pour alimenter ses cellules.

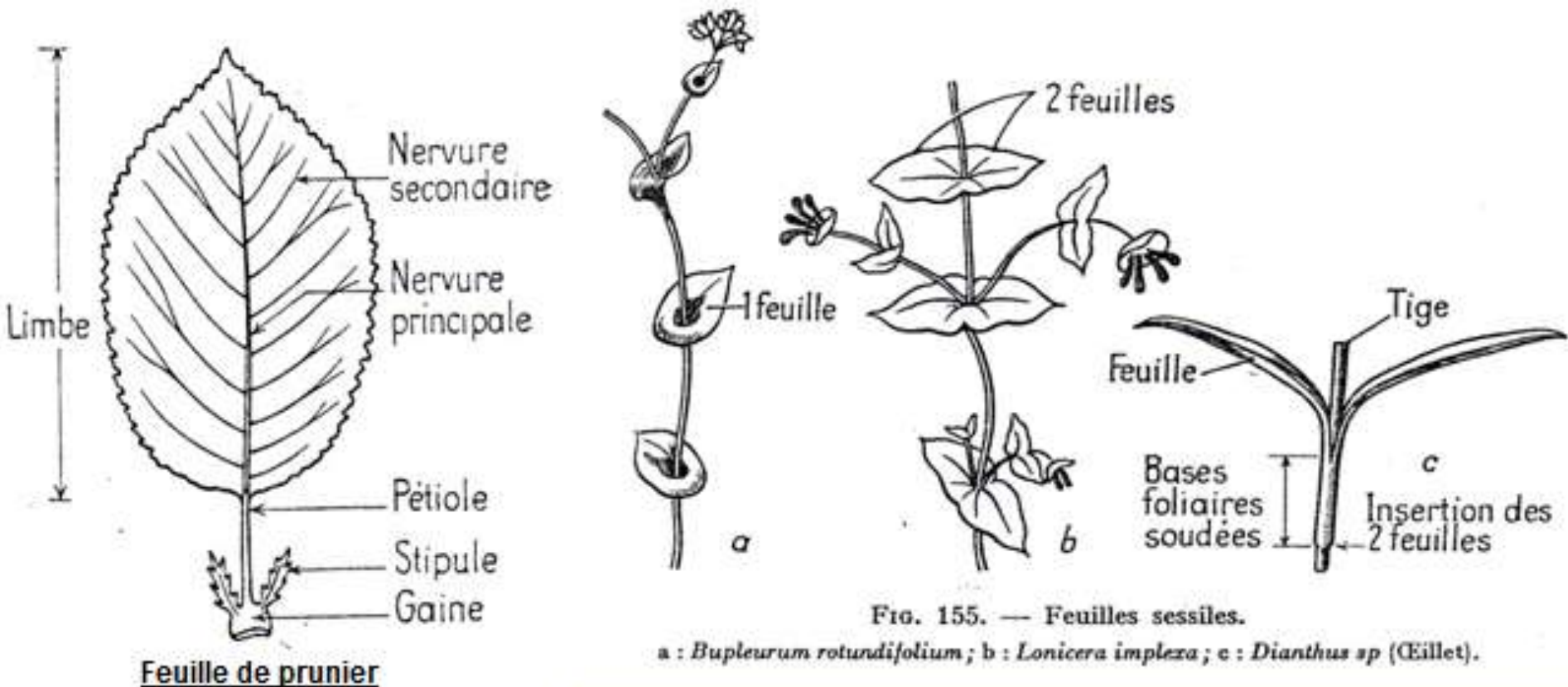
Il s'agit d'une extension latérale de la tige caractérisée morphologiquement par sa forme aplatie à symétrie bilatérale, et toujours vascularisée.

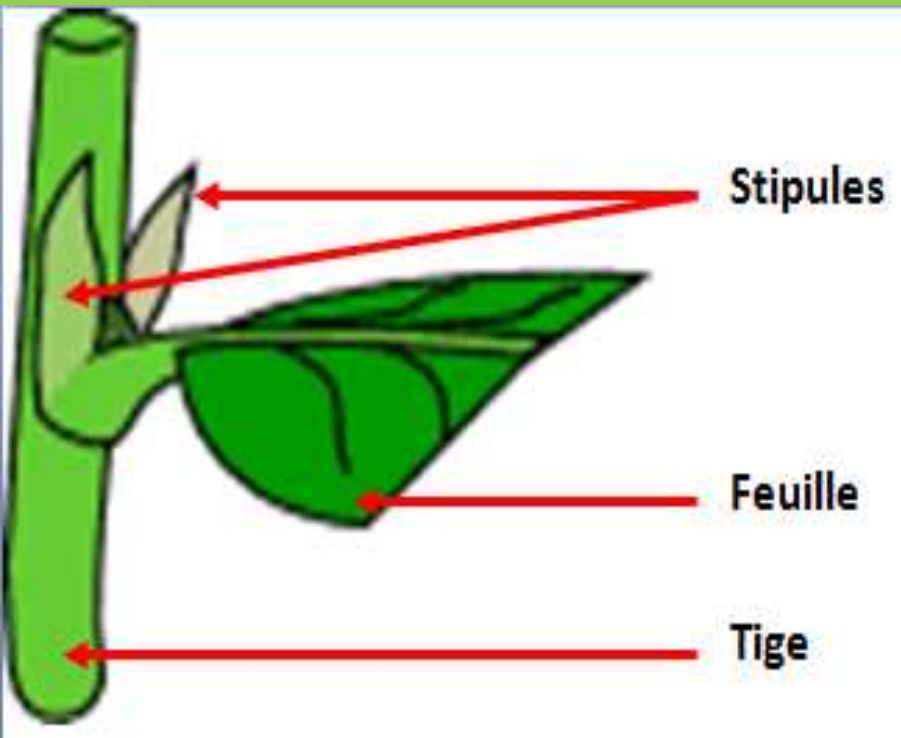
A l'aisselle de la feuille, il y a toujours un bourgeon, celui-ci se nomme **bourgeon axillaire**.



La feuille est généralement composée de 2 parties :

- Le limbe, qui contient les cellules chlorophylliennes responsables de la photosynthèse.
- Le pétiole, passage des vaisseaux conducteurs de sève de la tige vers le limbe. Une feuille sans pétiole est dite sessile. le limbe s'insère alors directement sur la tige

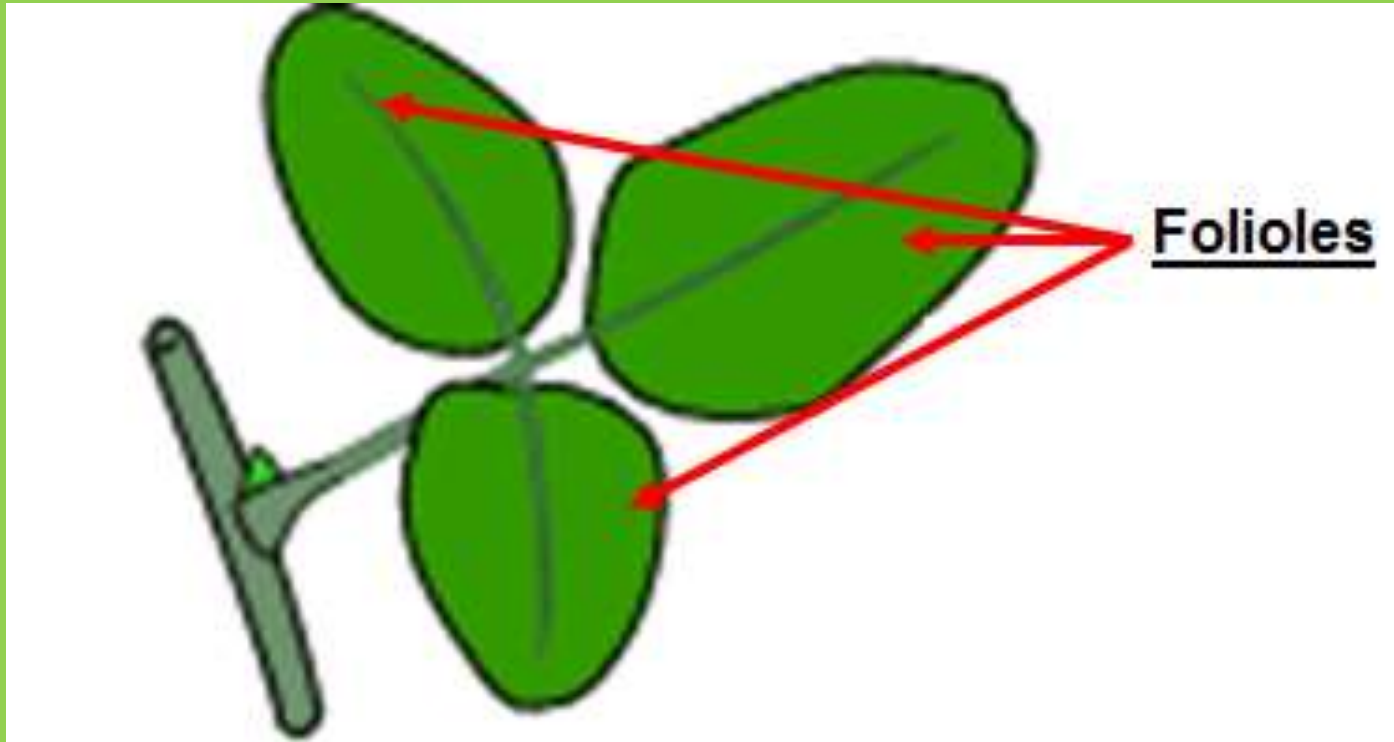




Des stipules, sortes de minuscules feuilles, peuvent être présentes, par paire, à la base du pétiole, sur la tige.

La feuille peut être composée de folioles :

Pour distinguer les folioles des feuilles entières, il faut rechercher le bourgeon à la base du pétiole, s'il n'y en a pas c'est une foliole. (Ex : Rosiers, Frênes, Noyer, Luzerne...)



1- Anatomie de la feuille:

En coupe transversale du limbe on distingue 2 épidermes, un épiderme supérieur et un épiderme inférieur. Entre les deux se trouvent 2 parenchymes chlorophylliens, l'un palissadique sous l'épiderme supérieur, l'autre lacuneux sous l'épiderme inférieur et dont les lacunes réalisent une atmosphère interne communiquant avec l'air ambiant par des stomates.

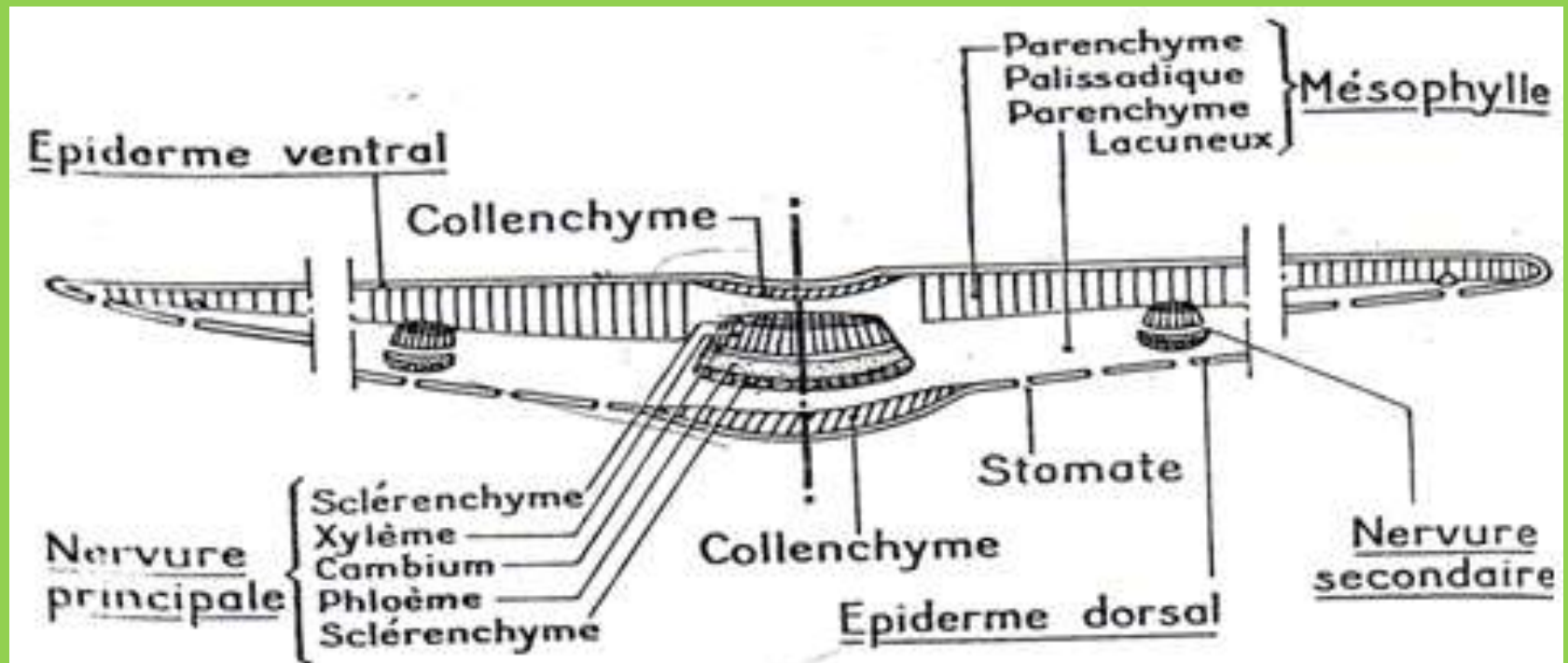
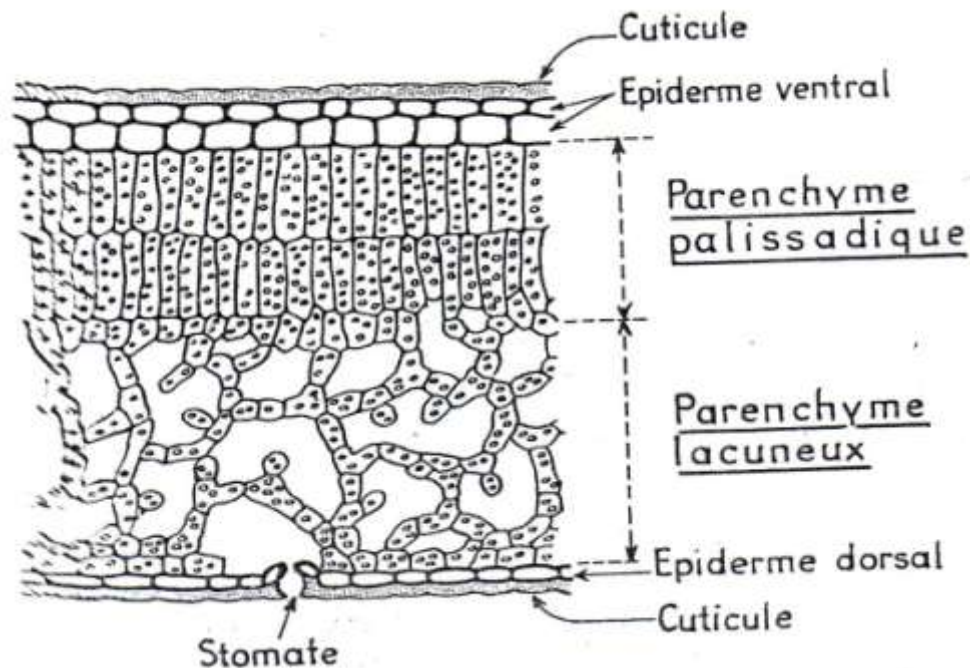
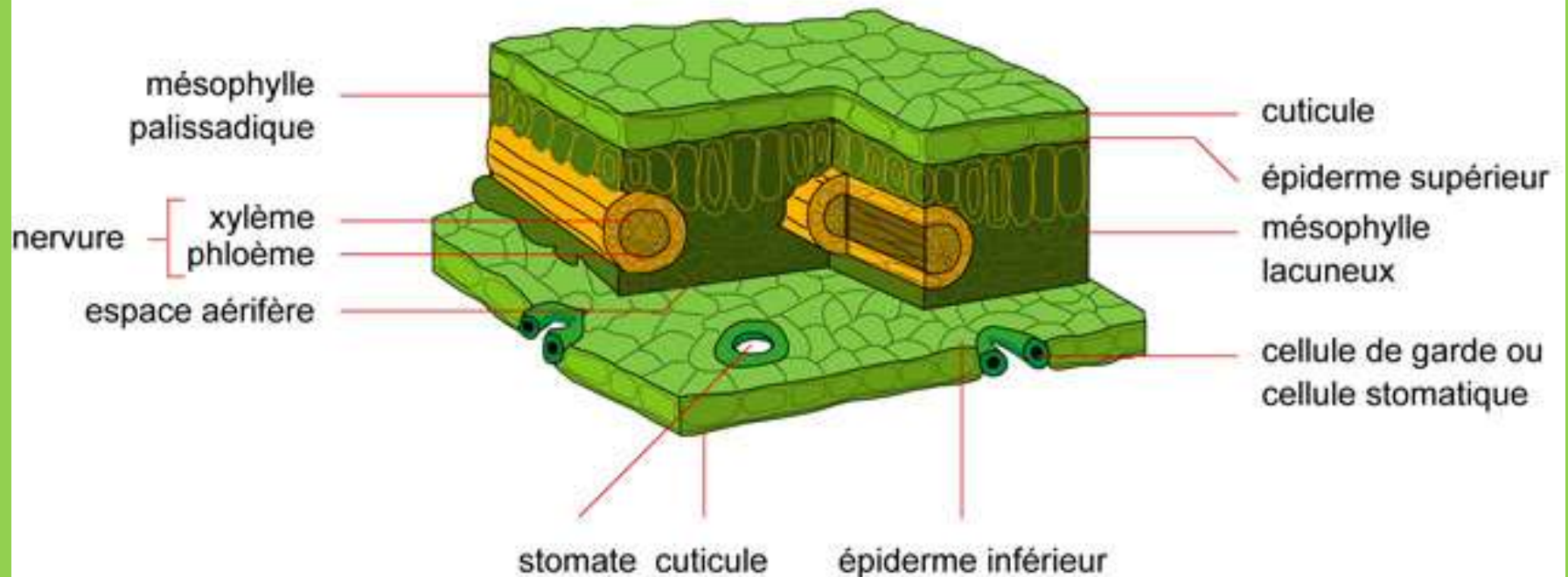


Schéma d'une coupe transversale dans le limbe d'une feuille
D'Ilex aquifolium



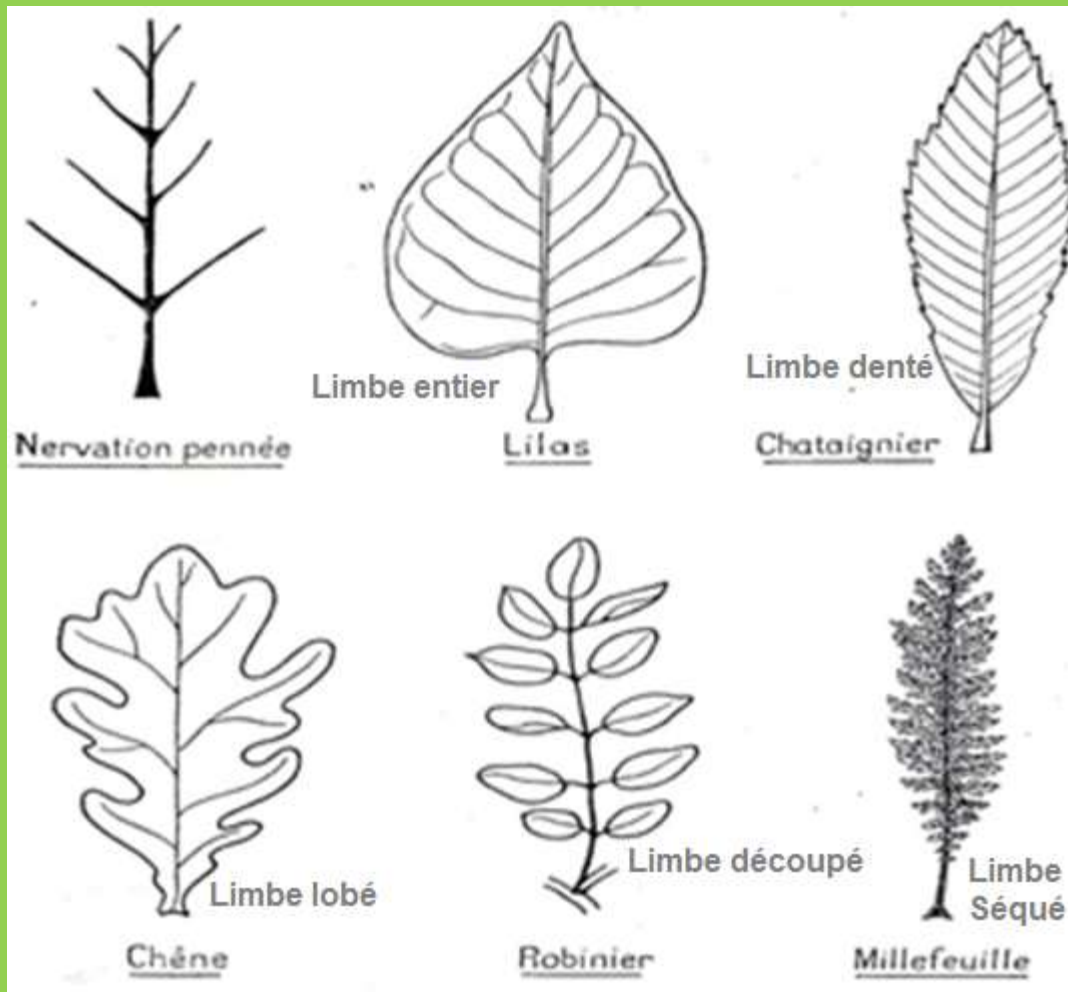
COUPE D'UNE FEUILLE



2- Morphologie des feuilles des Dicotylédones:

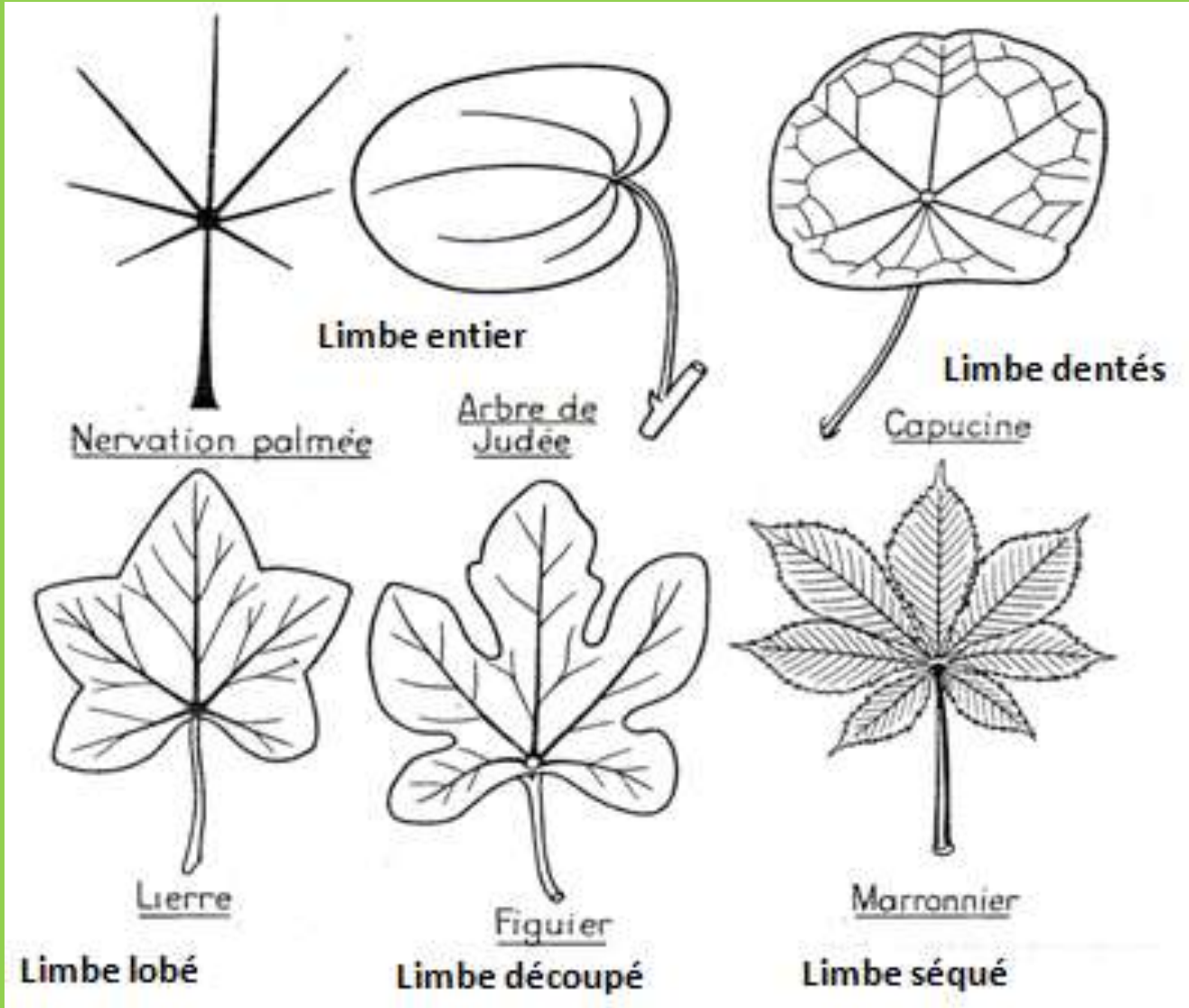
a- Les limbes à nervation pennée:

Une nervure principale portant des nervures secondaires échelonnées tout le long de cette nervure principale. Selon le découpage du limbe on distingue: le limbe entier, le limbe dentés, le limbe lobé, le limbe découpé et le limbe séqué.



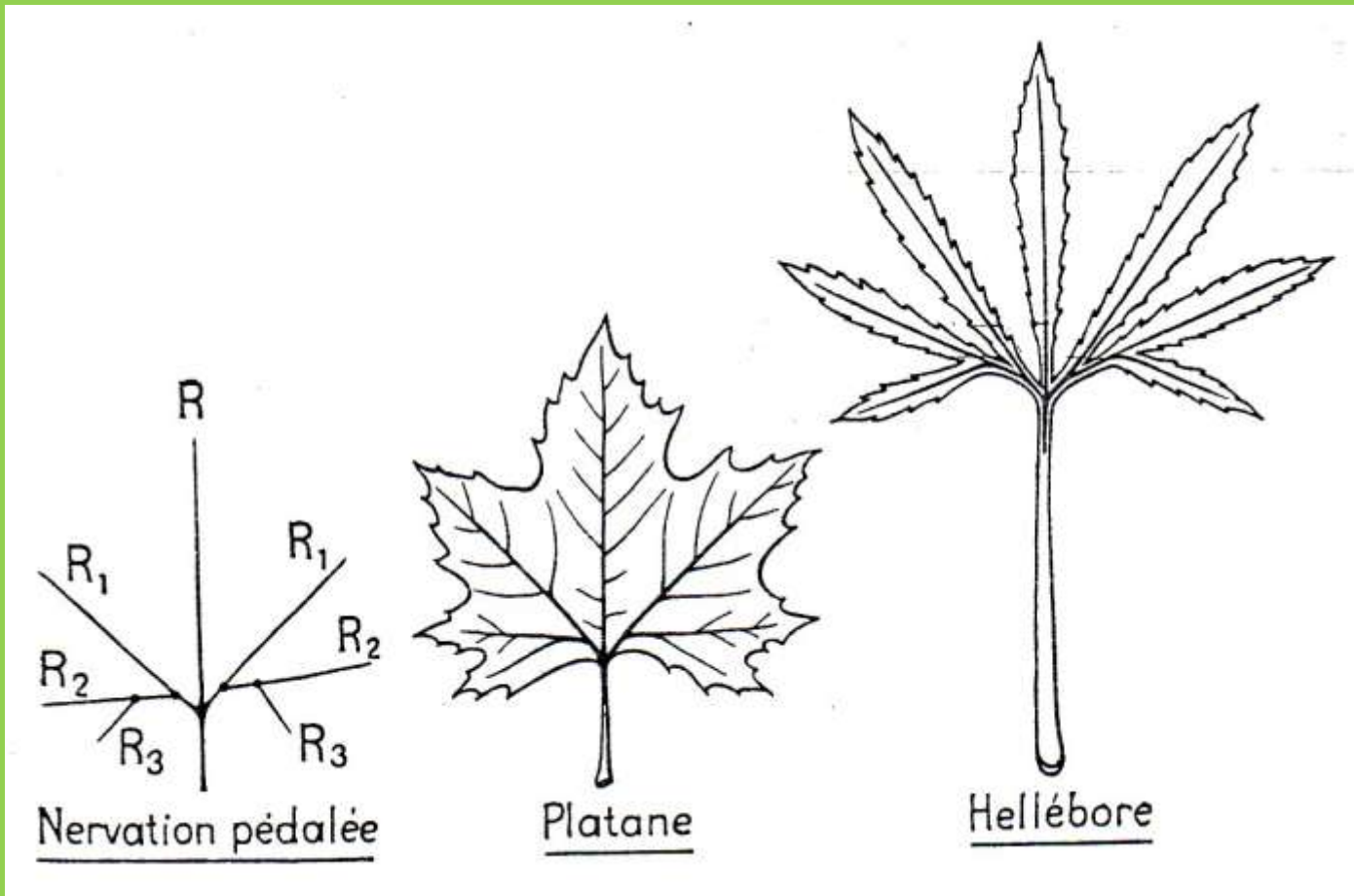
b- Les limbes à nervation palmée:

Ils présentent des nervures rayonnantes, toutes divergentes à partir d'un même point.



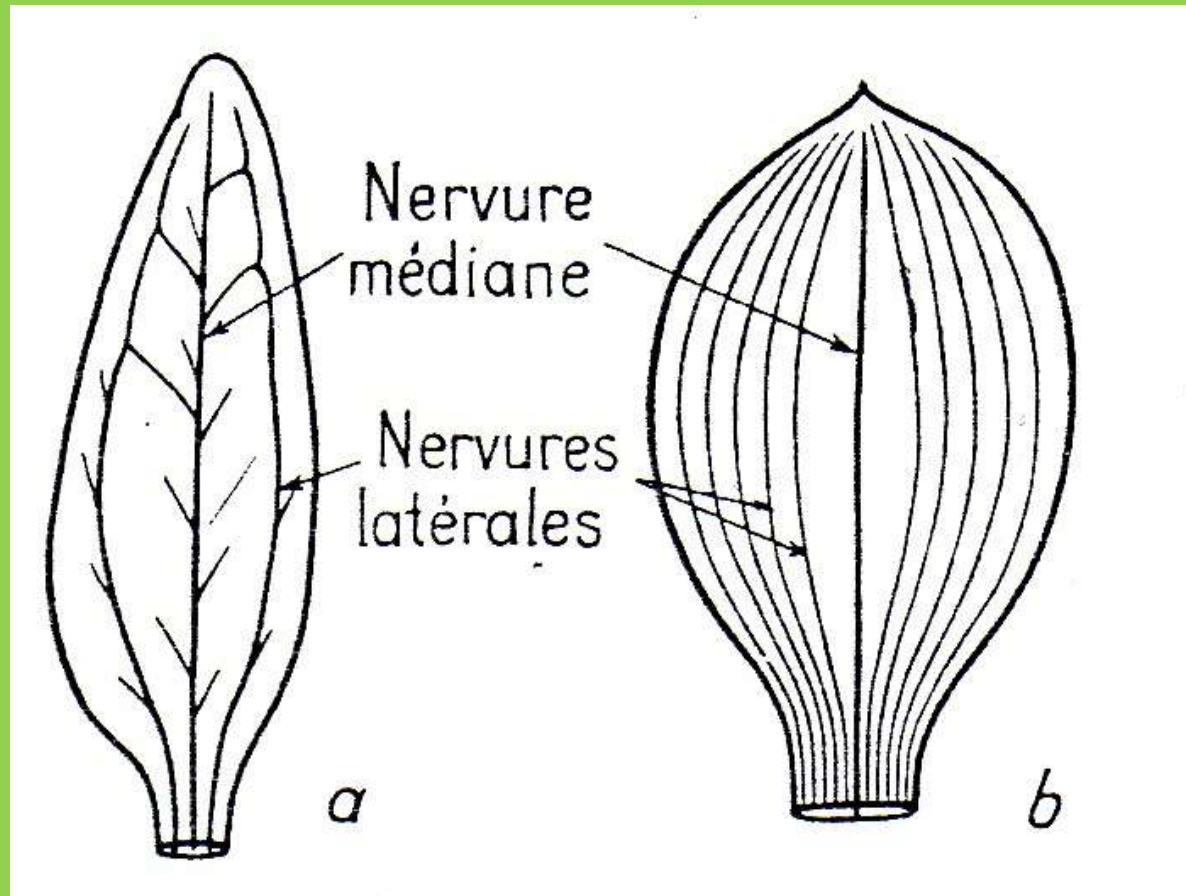
c- Les limbes à nervation pédalée:

Ils ont 3 nervures rayonnantes mais les autres sont des ramifications des nervures latérales, toujours orientées vers le bas de la feuille.



d- Les limbes à nervation parallèle:

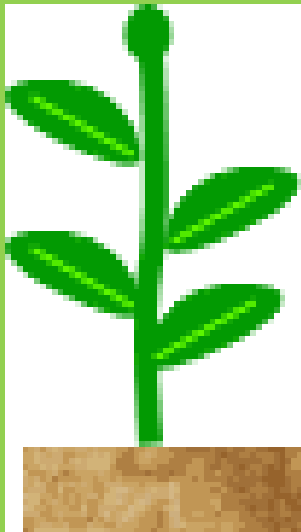
Ils sont rares chez les dicotylédones. Les nervures parcourent le limbe, parallèlement les unes aux autres. On ne distingue plus une nervure principale et des nervures secondaires mais une nervure centrale et des nervures latérales.



4- Disposition des feuilles le long de la tige:

La disposition des feuilles sur la tige est un critère important dans la détermination des plantes. On distingue 2 types:

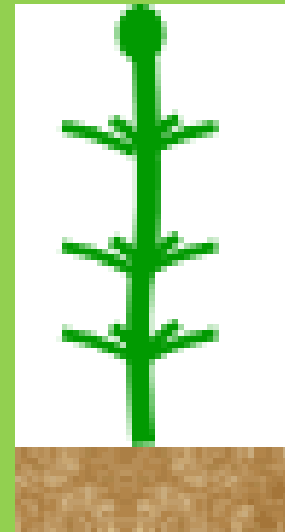
- La disposition alterne, une seule feuille est insérée sur chaque nœud.
- La disposition verticillée, plusieurs feuilles qui forment un verticille foliaire, sont rattachées à un même nœud. Le cas le plus fréquent est la disposition verticillée par deux, dite disposition opposée.



Alterne

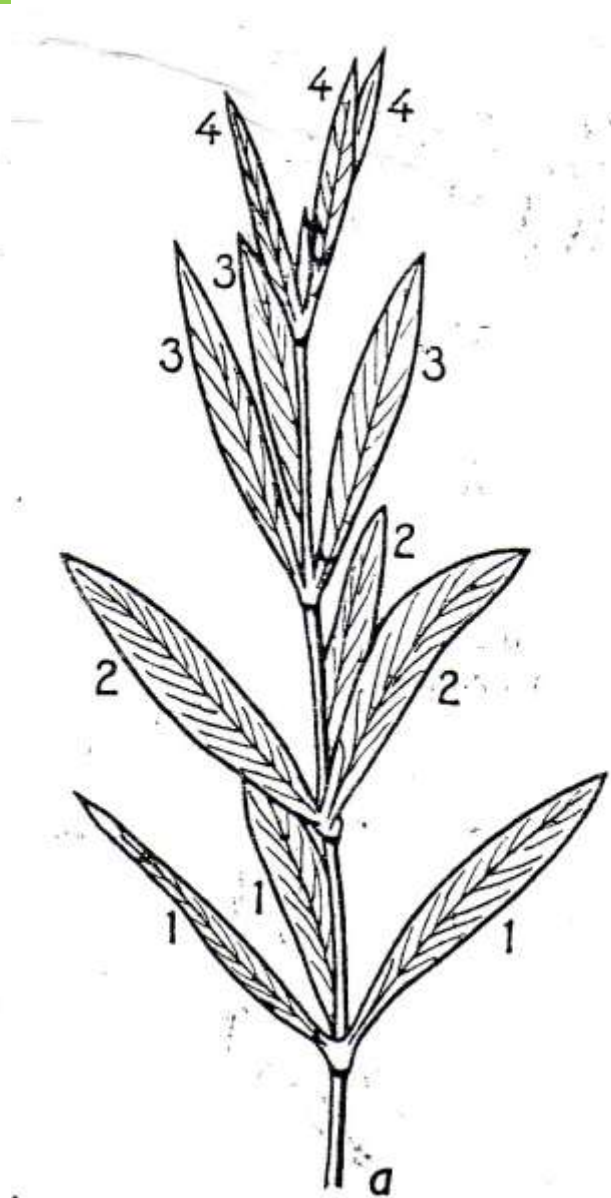
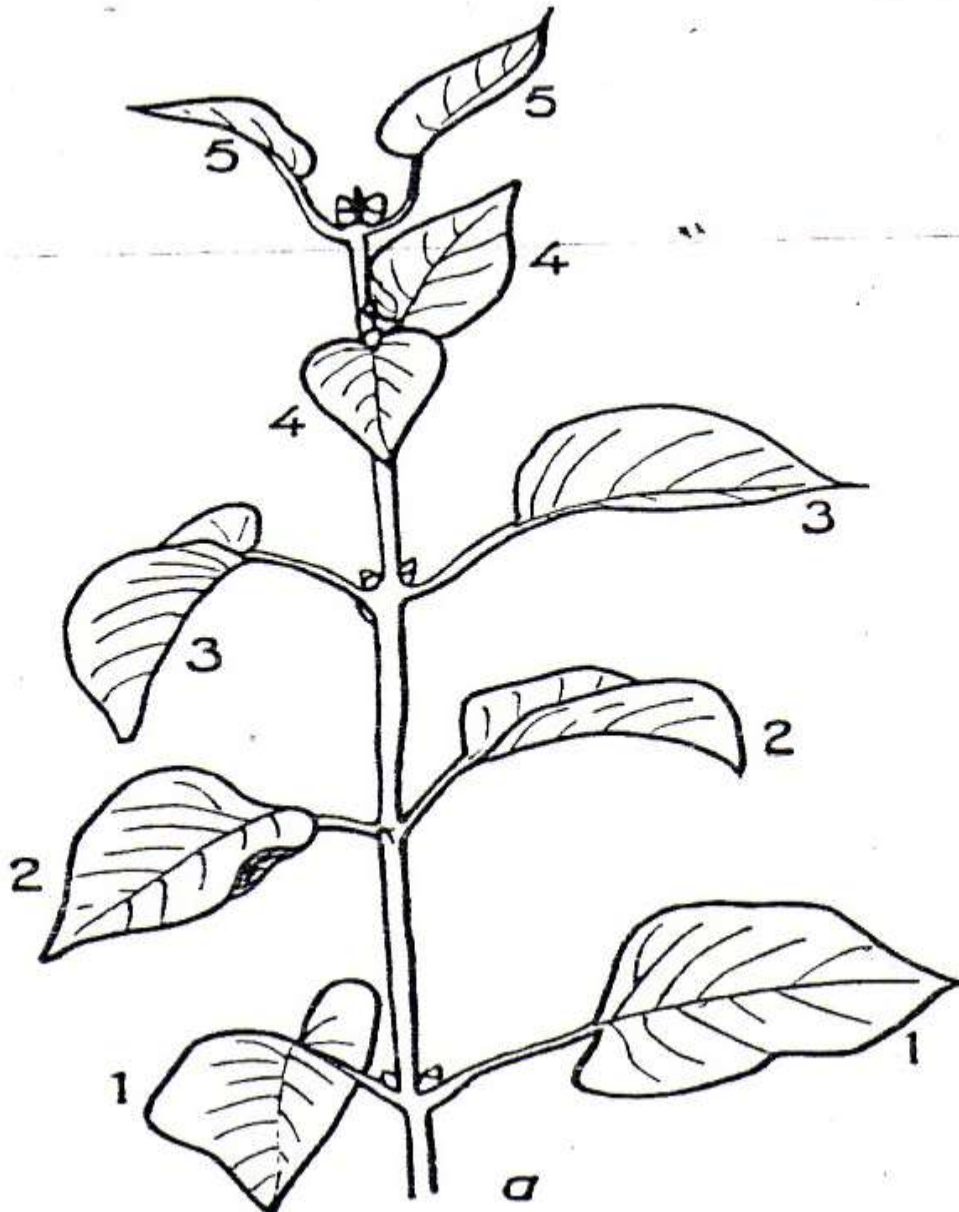


Opposée



Verticillée

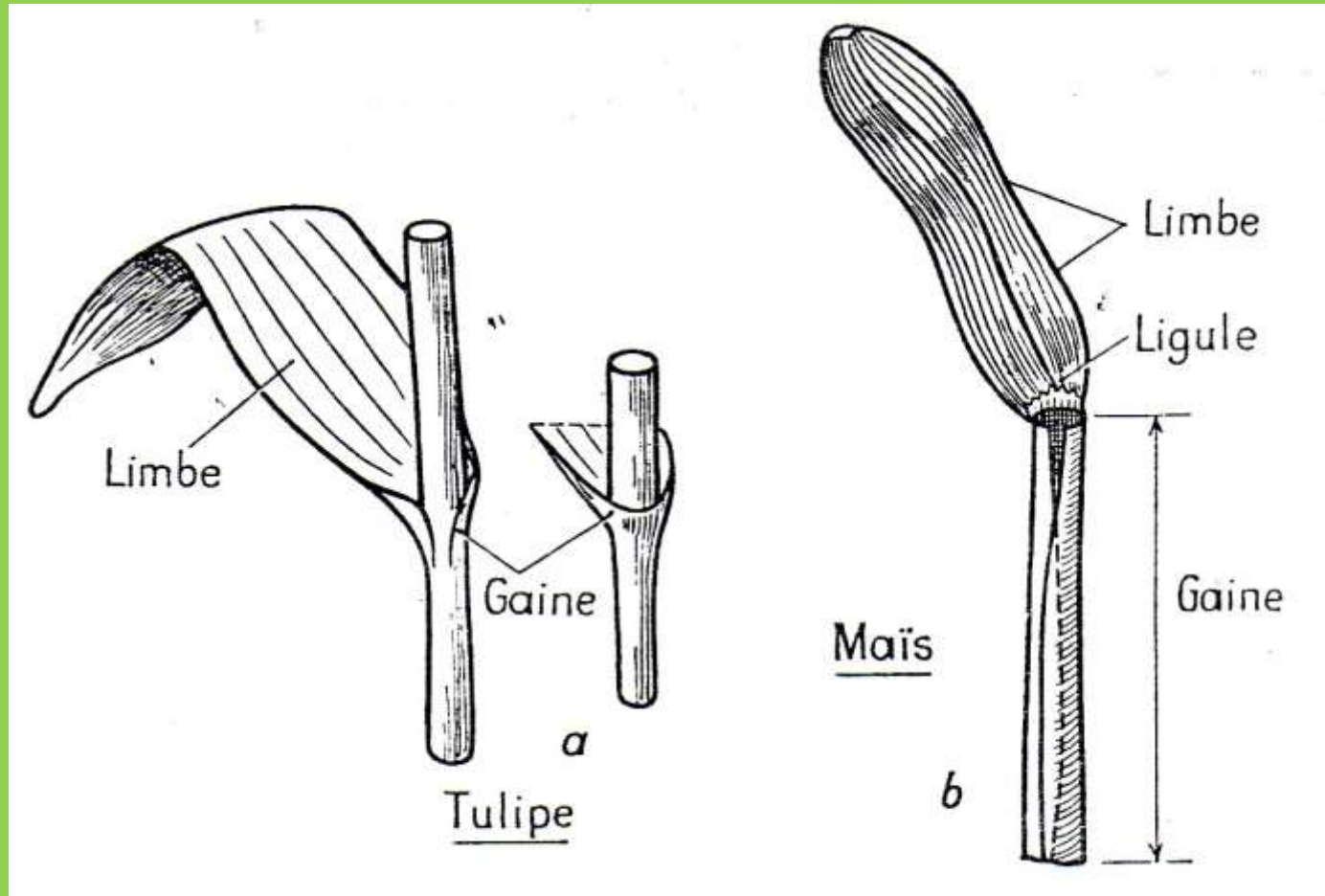
La disposition verticillée par 3 est rare et la disposition verticillée par 4 est exceptionnelle.





2- Morphologie des feuilles des Monocotylédones:

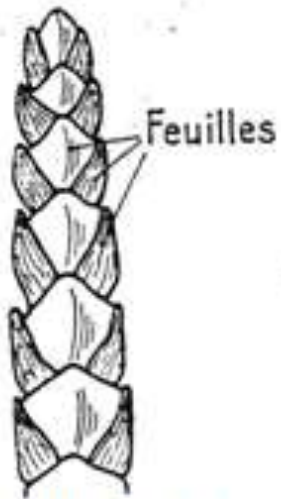
Sont presque toujours entières, à nervation parallèle, et présentent généralement une gaine très développée.



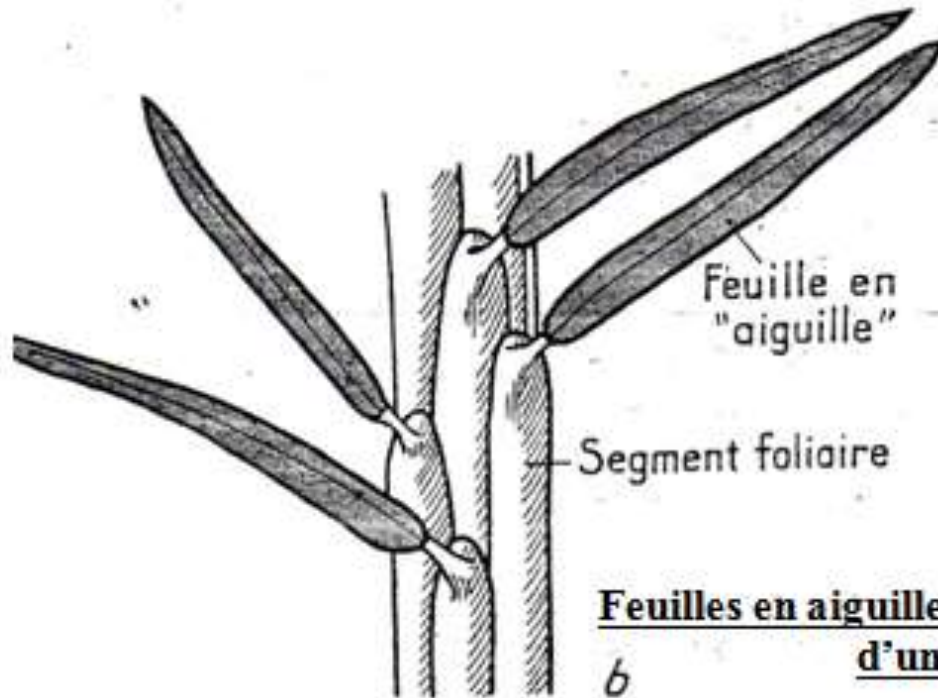
3- Morphologie des feuilles des Gymnospermes:

La grande majorité des Gymnospermes, présente des feuilles qui ont une forme en aiguille. Dans ce cas, la feuille est insérée sur un petit bout de tige appelé segment foliaire et elle présente une seule nervure.

Chez les autres Gymnospermes, les feuilles peuvent être soit réduites et soudées partiellement à la tige, soit aplaties de façon dorso-ventrale.



Tige feuillée d'un Thuya

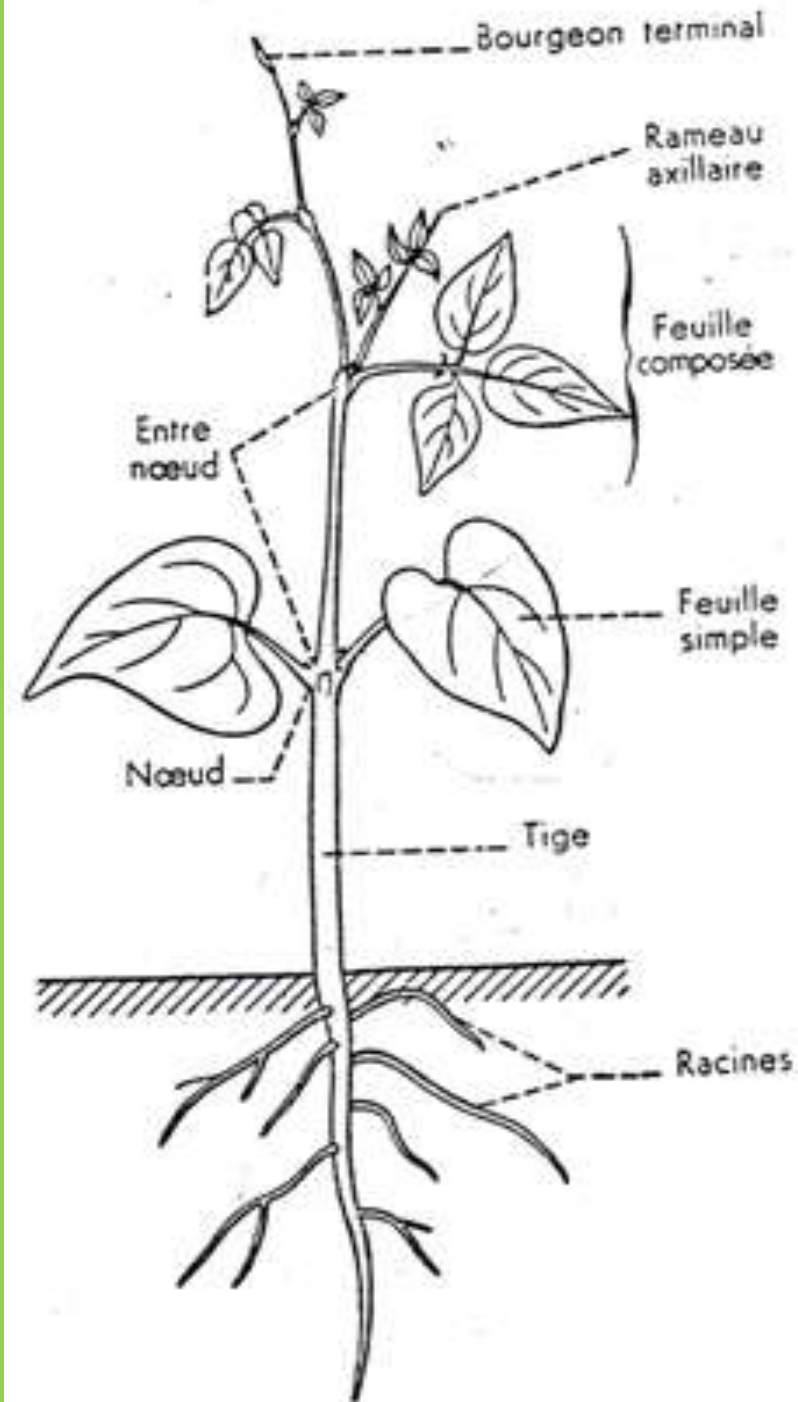


Feuilles en aiguilles et segments foliaires
d'un Epicea.

III- LA RACINE

L'ensemble des racines, constitue l'appareil racinaire. Il s'agit de la partie végétative de la plante, généralement souterraine.

- ✓ Absorption de l'eau et des sels minéraux,
- ✓ Fixation de la plante dans le sol.



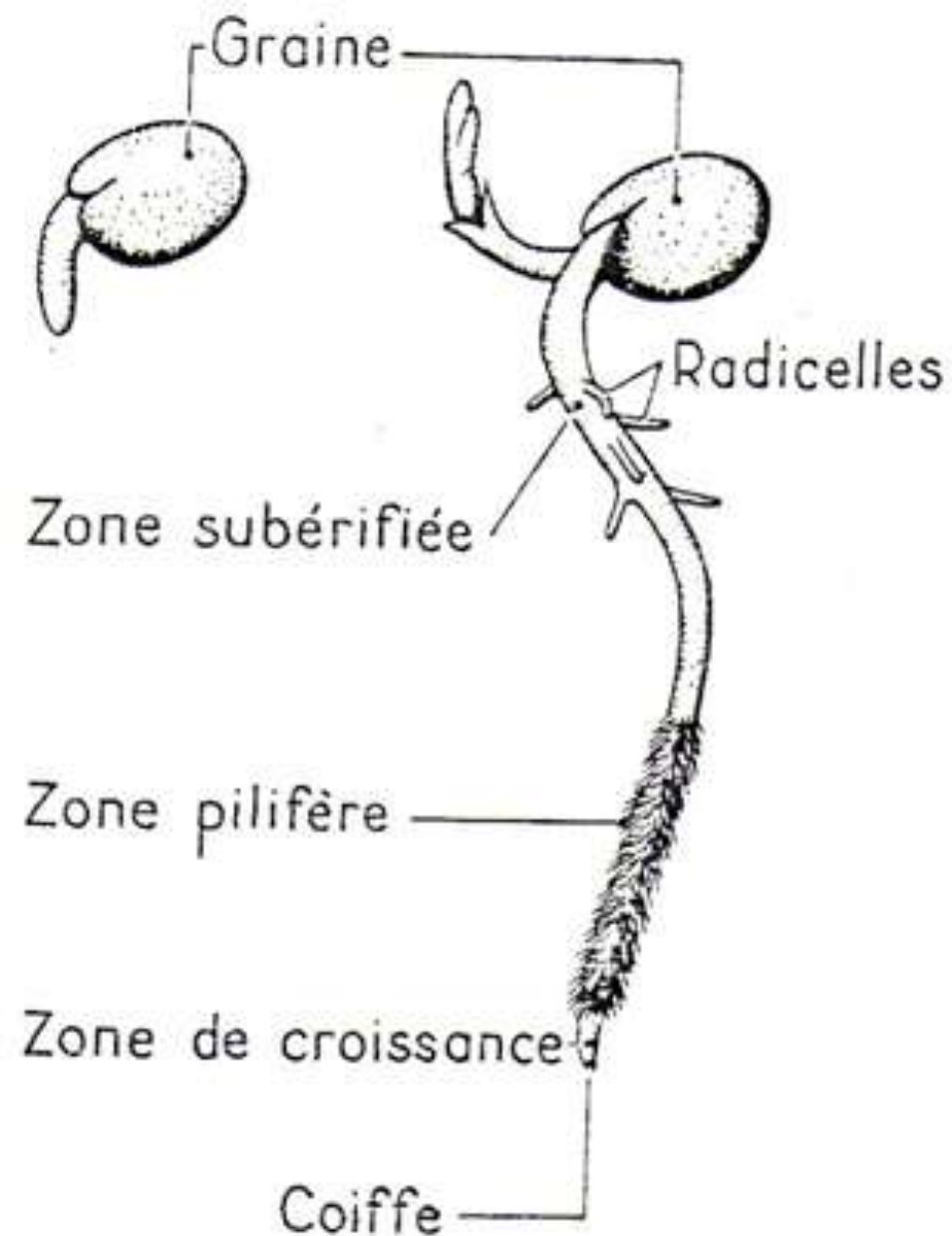
1- Appareil racinaire des Angiospermes:

Les Dicotylédones:

Deux types d'appareils racinaires peuvent être observés:

→ (a) Ceux qui proviennent du développement de l'embryon des graines : la racine.

→ (b) Ceux qui se développent sur les tiges: appareils racinaire adventifs.



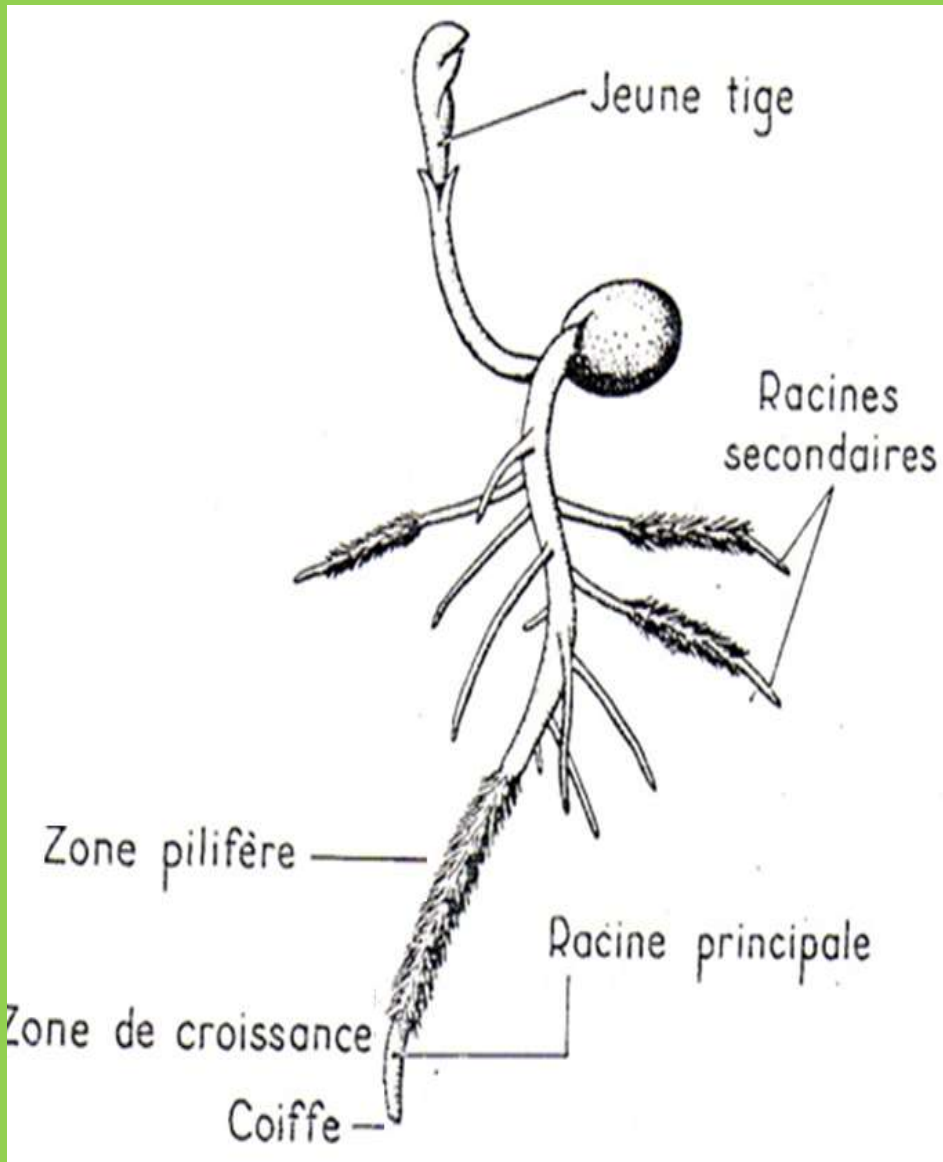
(a) Etude d'un exemple, les racines du Pois:

Quelques jours apres le semis, il sort de la graine un axe blanc: la racine principale.

Sur cette racine qui s'allonge rapidement on peut distinguer:

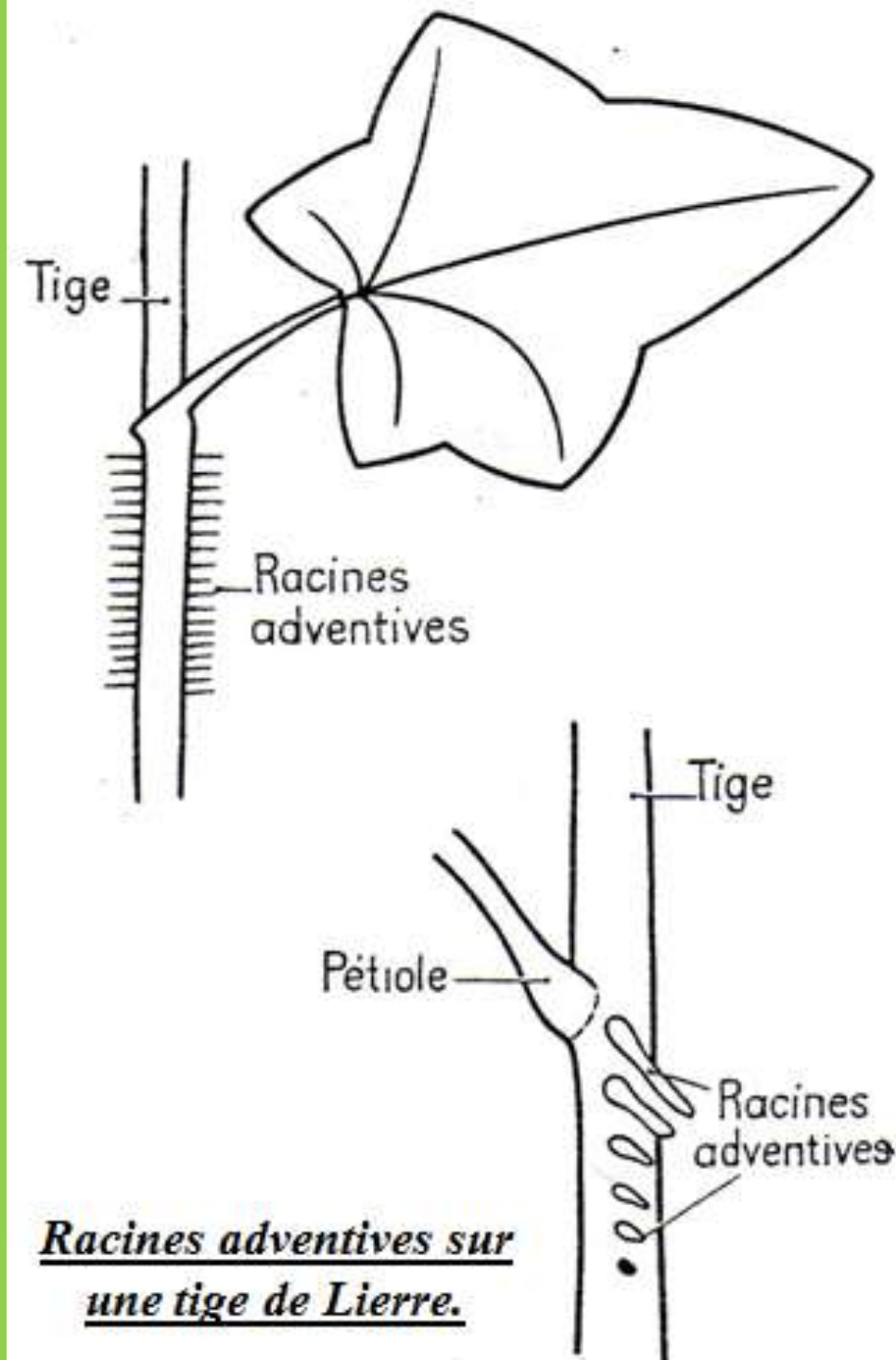
- Une extrémité très fine protégée par la coiffe.
- Au dessus de cette extrémité, une zone glabre qui correspond à la zone de croissance.
- Une zone portant de très nombreux poils absorbants: la zone pilifère.

Premières étapes du développement de l'appareil racinaire du Pois.



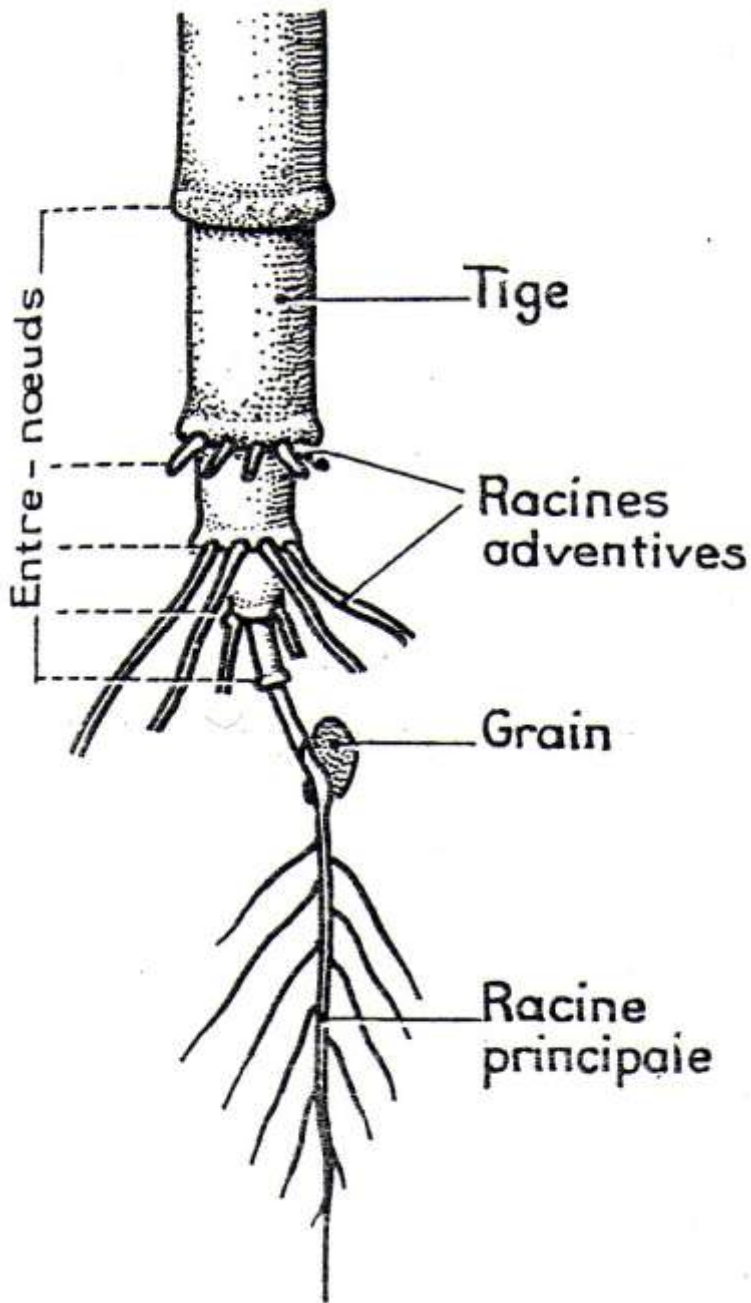
Au dessus de la zone pilifère, on note la présence d'une zone suberifiée dépourvue de poils absorbants, et ou apparaissent, pendant la croissance de la racine principale, des ébauches de jeunes racines: les radicules.

Les radicules se transforment ensuite en racines secondaires, et présentent comme la racine principale, une coiffe, une zone pilifère et une zone suberifiée.



Racines adventives sur
une tige de Lierre.

(b) La formation de racines adventives est fréquente sur les tiges rampantes, les tiges souterraines et les tiges aquatiques. Elles peuvent être disposées le long des entre-nœuds, comme c'est le cas pour le Lierre.



Les Monocotylédones:

Étude d'un exemple, les racines du Maïs:

Pendant la germination, la racicule s'allonge et forme une racine principale, qui se ramifie, mais dont les ramifications demeurent assez courtes. Puis à la base de la tige apparaissent de nombreuses racines adventives dont la croissance est très rapide. Suite à cela, la racine principale dégénère et disparaît, et l'appareil racinaire n'est plus formé que par une touffe de racines adventives.

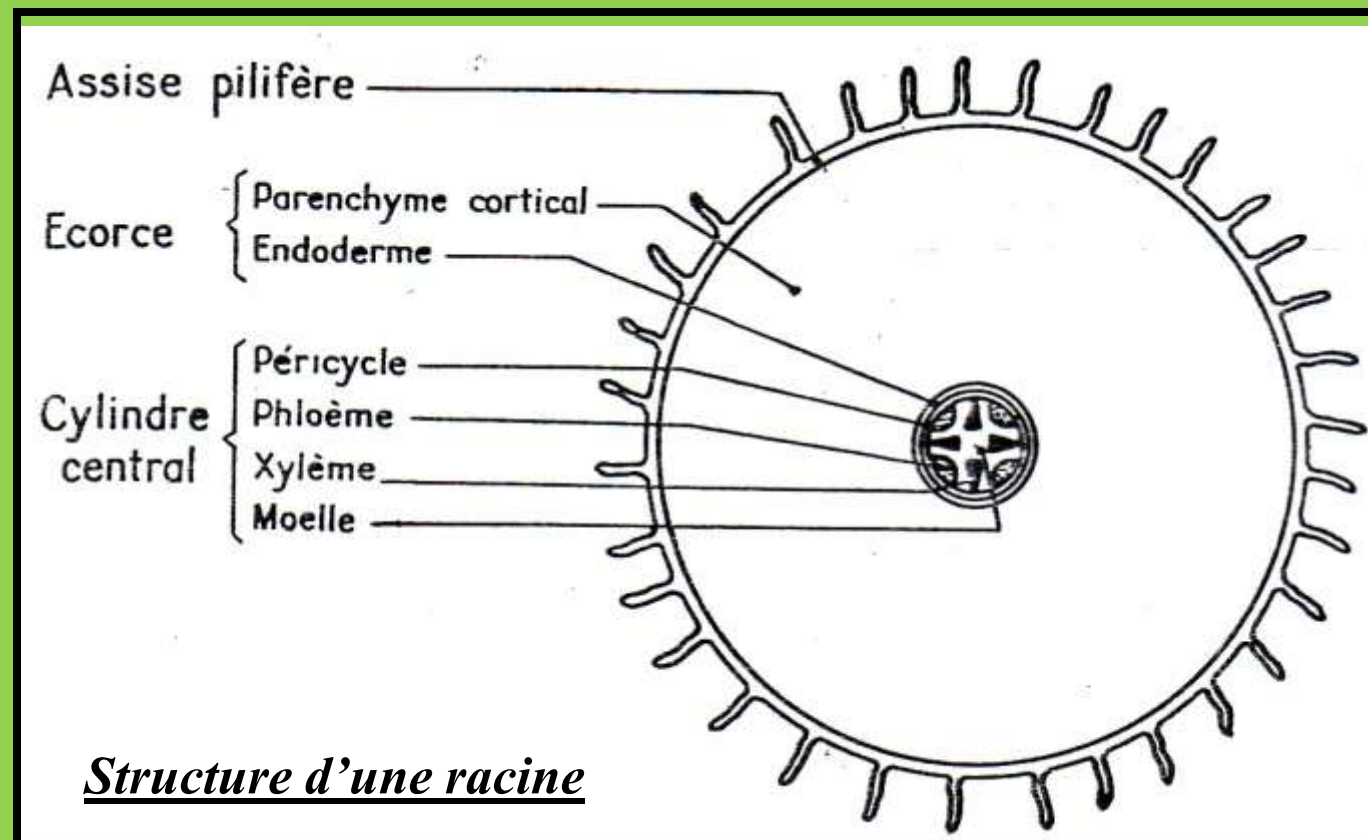
2- Appareil radiculaire des Gymnospermes:

L'appareil radiculaire des Gymnospermes est semblable à celui des Dicotylédones telles que le pois, il provient également du développement de l'embryon.

3- Anatomie de la racine:

On distingue dans les racines de tous les végétaux vasculaires les parties suivantes, de l'extérieur vers l'intérieur de la racine:

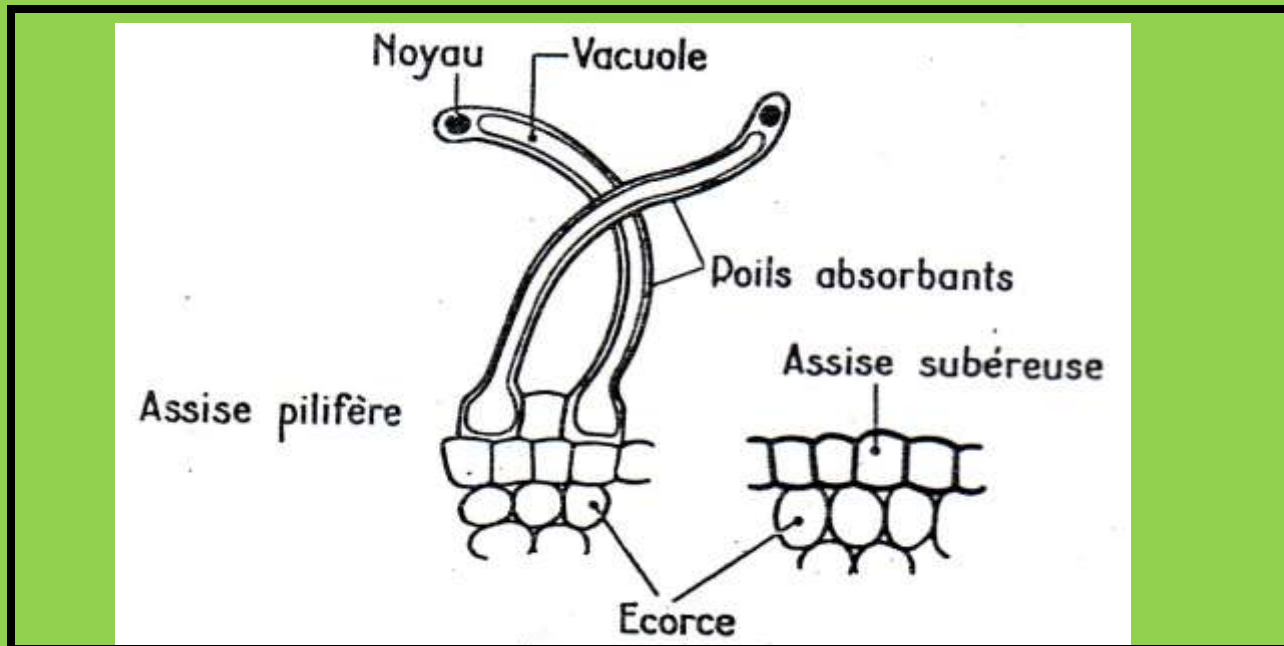
- L'assise pilifère,
- l'écorce,
- le cylindre central.

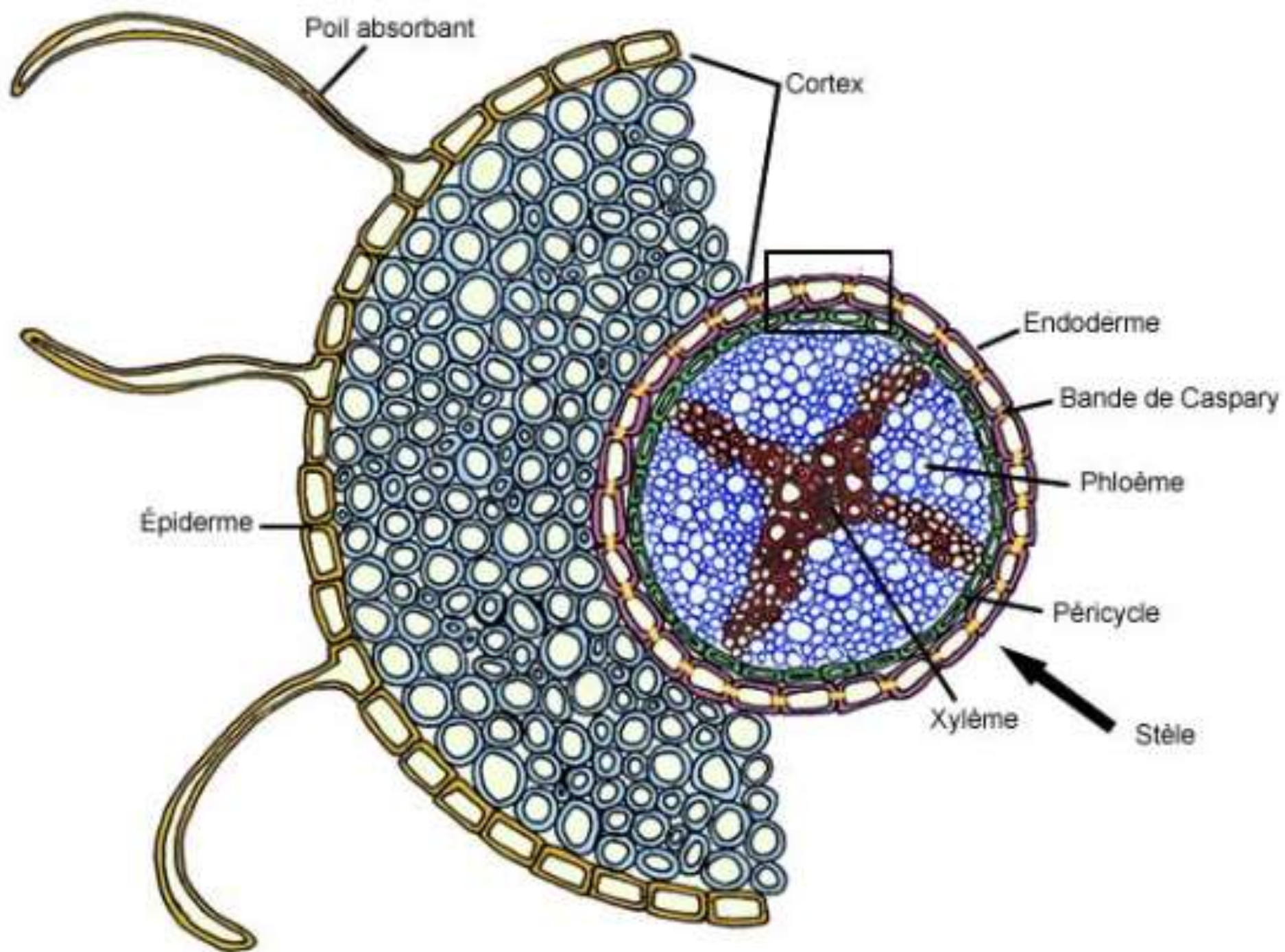


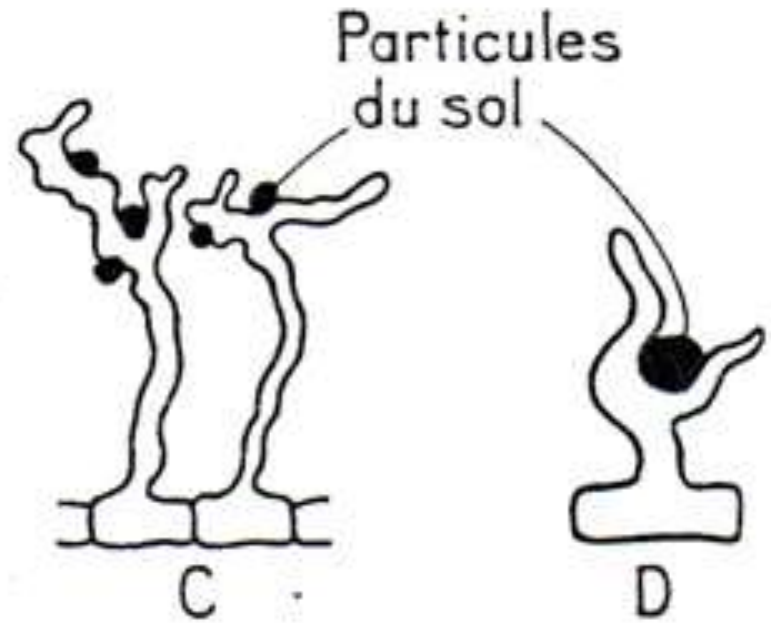
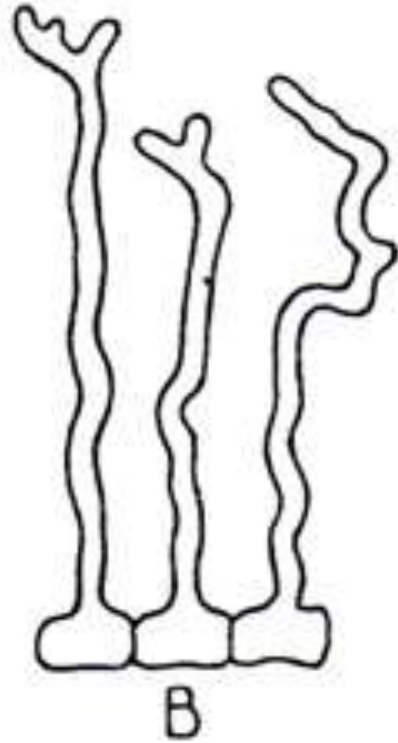
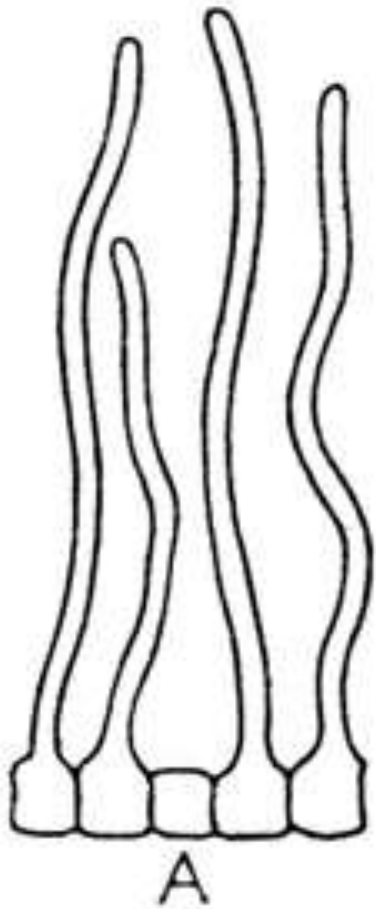
a- L'assise pilifère:

Constituée d'une couche continue de cellules très unies les unes aux autres. Beaucoup d'entre elles émettent vers l'extérieur un prolongement appelé: poil absorbant.

L'assise pilifère est constamment renouvelée pendant la croissance en longueur d'une racine.







Poils absorbants.

A: Croissance dans l'air humide,

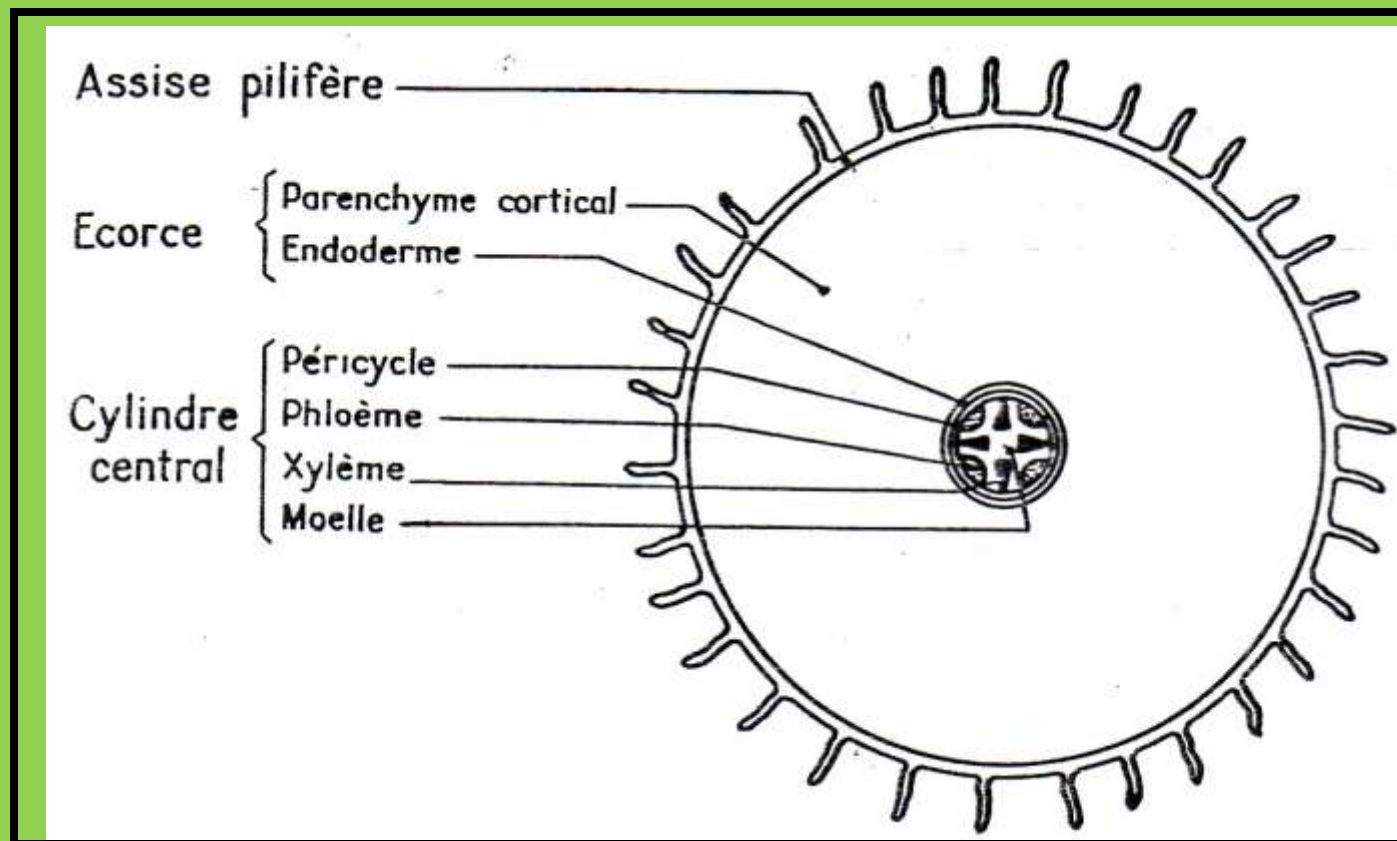
B: dans un sol humid,

C et D: dans un sol sec.

b- L'écorce:

Il est constitué de:

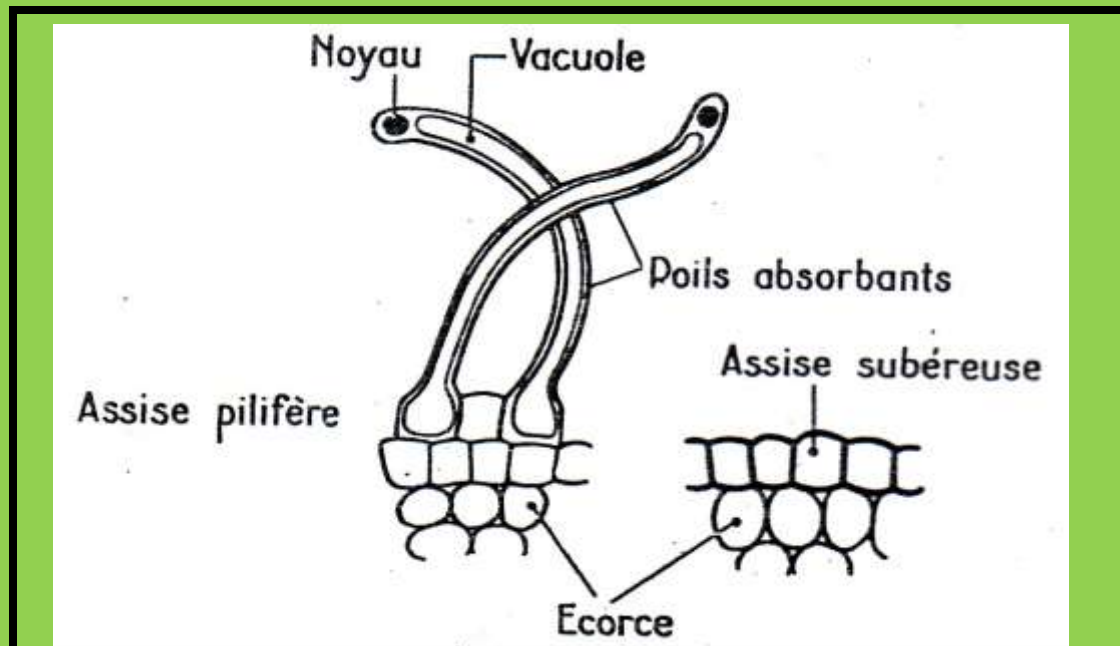
- Parenchyme cortical,
- Endoderme.



Parenchyme cortical:

Il s'agit d'un parenchyme où s'accumulent les réserves.

Lorsque l'assise pilifère meurt et se détache, les cellules périphériques de l'écorce, se subérifient. Elles constituent une couche subéreuse formée par une ou plusieurs assises de cellules subéreuse.



L'endoderme:

Correspond à l'assise la plus profonde de l'écorce et qui est en contact direct avec le cylindre central.

Il est constitué d'une assise de cellules régulièrement allongées. Sur une coupe transversale, les membranes latérales de chaque cellule portent des épaissements imprégnés de lignine et de subérine, qui correspondent à un cadre subérifié entourant la cellule.

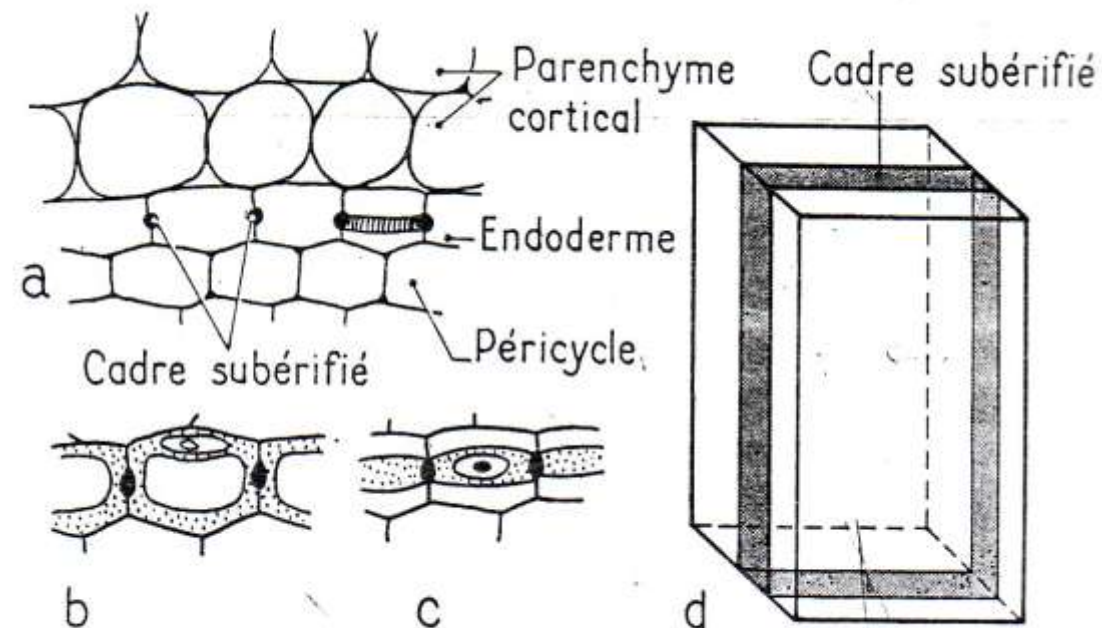


FIG. 201. — L'endoderme.

- a: position de l'endoderme,
- b: cellules d'un endoderme turgescent,
- c: cellules d'un endoderme plasmolysé,
- d: cadre subérifié d'une cellule endodermique.

Au niveau du cadre subérifié, le cytoplasme se colle étroitement à la paroi et impose ainsi aux substances absorbées par la racine, de pénétrer dans le cylindre central à travers le cytoplasme de la cellule de l'endoderme.

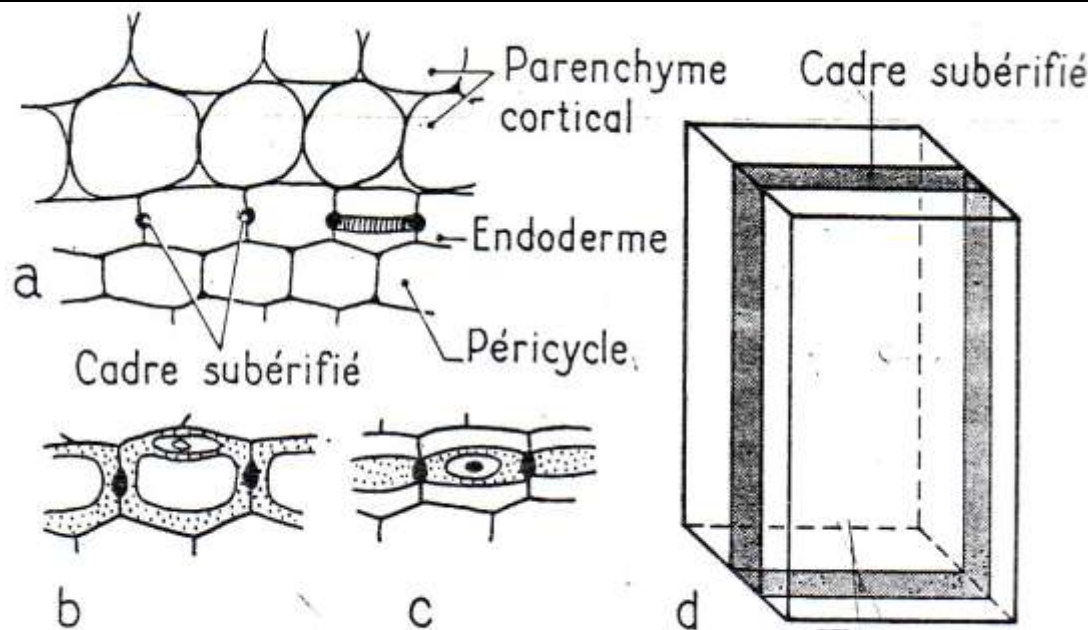
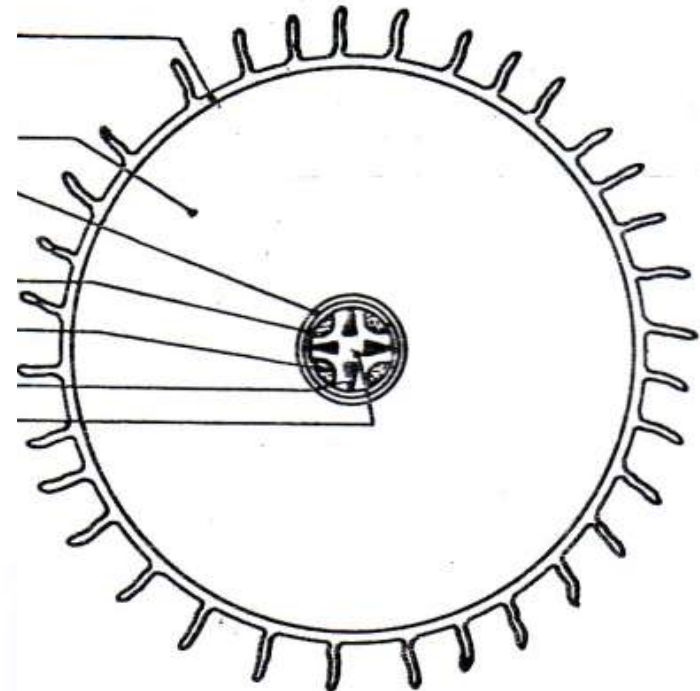


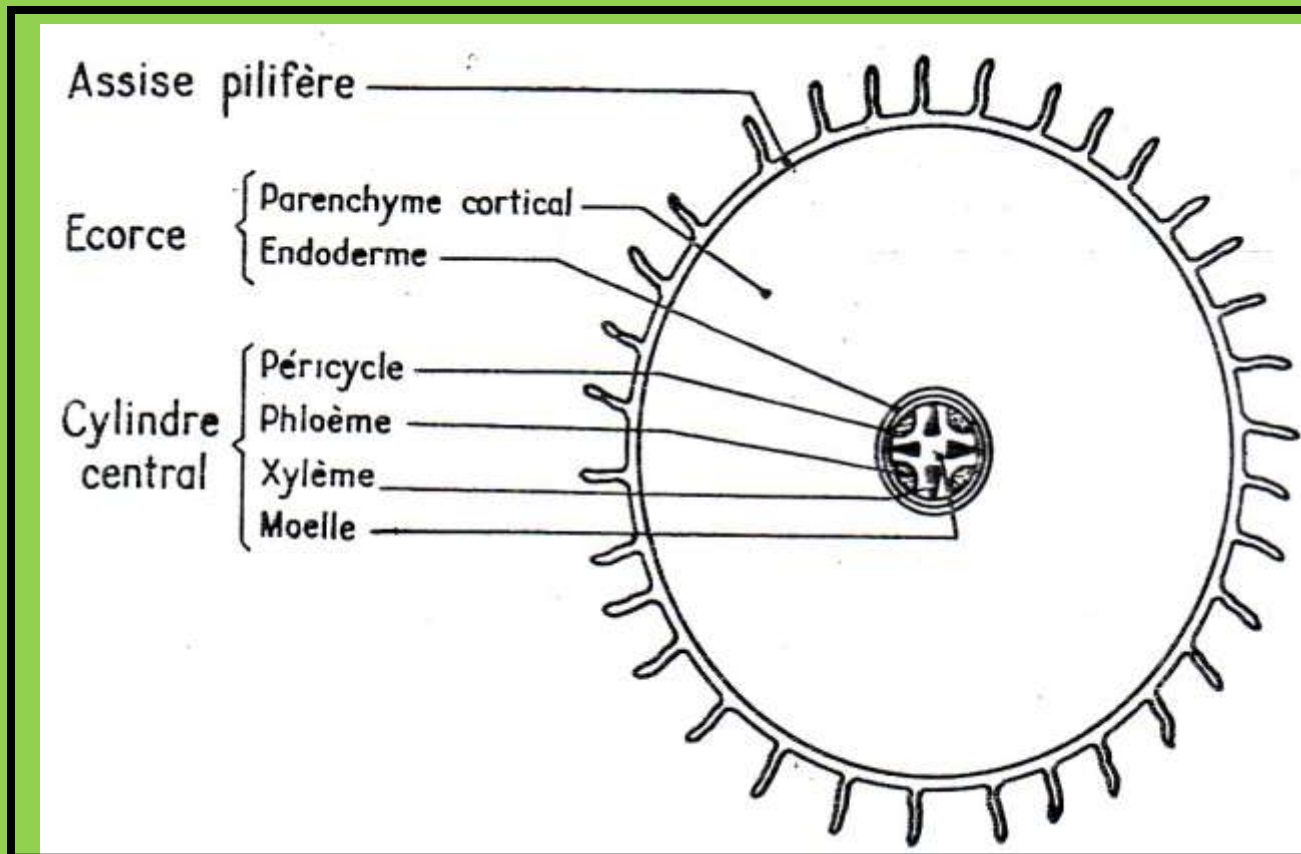
FIG. 201. — L'endoderme.



c- Le cylindre central

C'est la partie de la racine où sont localisés les tissus conducteurs, le xylème et le phloème.

Le cylindre central est séparé de l'endoderme par une assise de cellules parenchymateuses qui constituent le péricycle.



Classification des Cormophytes:

CORMOPHYTES (= EMBRYOPHYTES ou ARCHEGOGNIATES)

Classés en 3 embranchements:

- ✓ Bryophytes
 - ✓ Ptéridophytes
 - ✓ Spermaphytes
- } TRACHEOPHYTES

1- EMBRANCHEMENT DES BRYOPHYTES ou CRYPTOGAMES NON VASCULAIRES

3 Classes:

- ➔ Bryopsidées
- ➔ Hépaticopsidées
- ➔ Anthocéropsidées

Bryopsidées



Hépaticopsidées



Anthocéropsidées



TRACHEOPHYTES (Ptéridophytes et Spermaphytes)

Caractérisés par la présence de tissus conducteurs

2- EMBRANCHEMENT PTERIDOPHYTES ou CRYPTOGAMES VASCULAIRES

Plantes à sporophyte et gamétophyte séparés et dépourvues de fleurs.

4 Classes:

- ➔ Psilopsidées
- ➔ Filicopsidées
- ➔ Sphénopsidées
- ➔ Lycopsidées



Filicopsidées



Lycopsidées

Lycopodiella cernua

3- EMBRANCHEMENT DES SPERMAPHYTES ou PHANEROGAMES

Plantes à gamétophyte parasite du sporophyte.

Présence de fleurs et de graine.

A- Sous embranchement des Gymnospermes:

Plantes à graines nues

3 Classes

- Cycadopsidées**
- Coniféroopsidées**
- Gnétopsidées**

B- Sous embranchement Angiospermes:

Plantes à graines protégées

2 Classes:

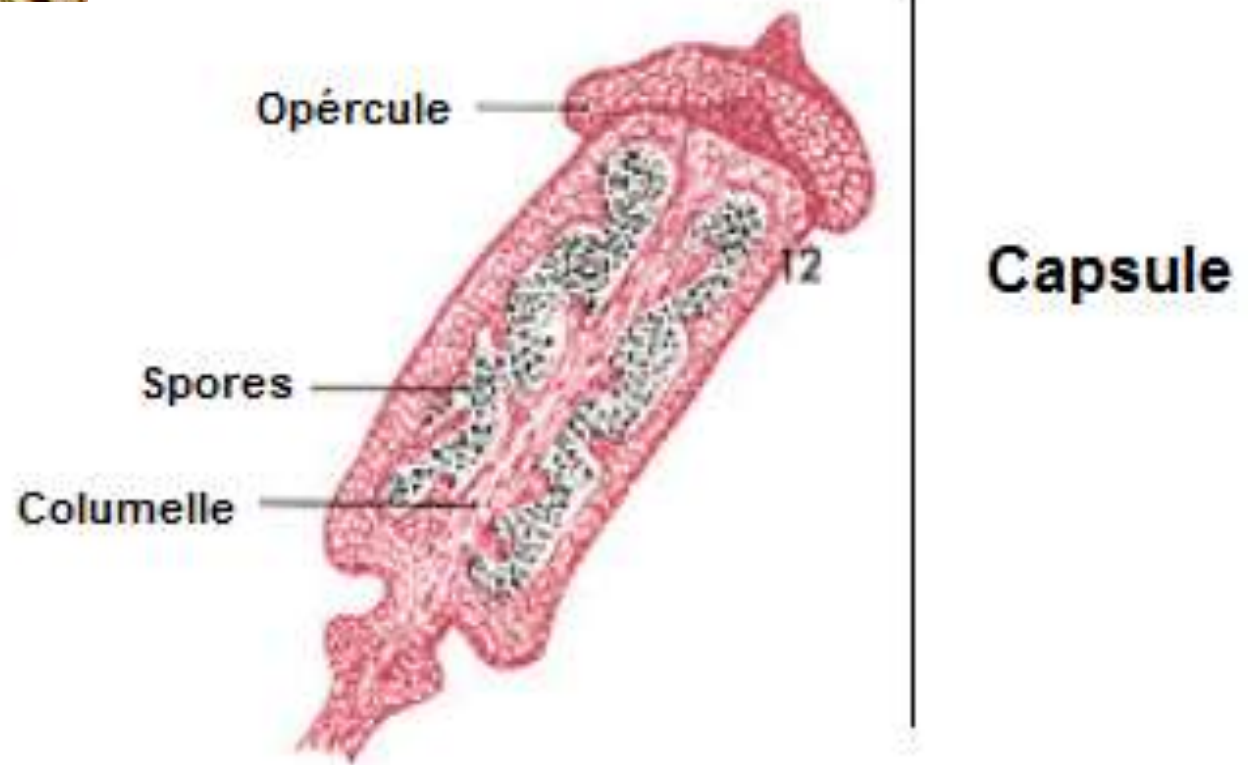
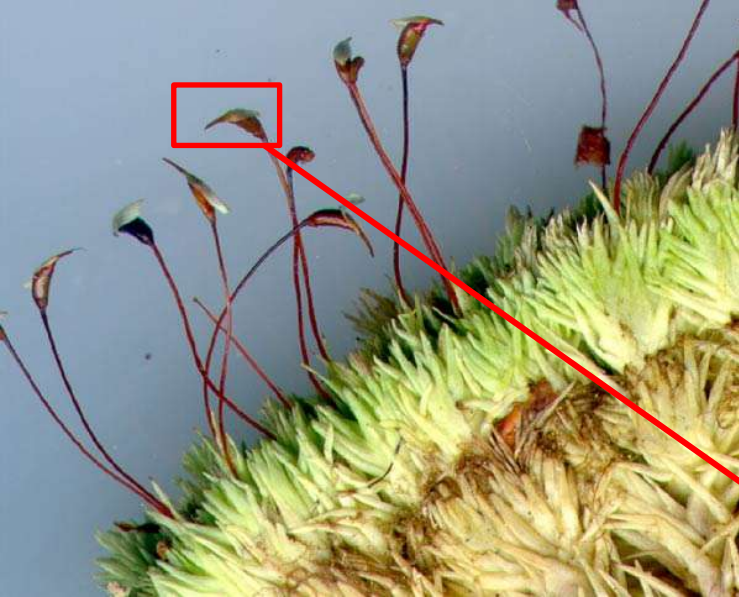
-  **Dicotylédones**
-  **Monocotylédones**

I- Embranchement des Bryophytes

Cet embranchement comprend:

- Les Mousses (=Bryopsidées), ressemblent à de toutes petites plantes feuillées. La capsule est munie d'une columelle. Pas de pyrénôïde.
- Les Hépatiques (=Hépatocopsidées), la capsule sans columelle et l'appareil végétatif thalloïde ou non. Pas de pyrénôïde.
- Les Anthocéropsidées, constituées par une lame foliacée qui rappelle le thalle des Algues. Les plastes pourvus de pyrénôïde.







***Polytrichum formosum* / Bryopsidées**



***Leucobryum glaucum* / Bryopsidées**



Leucobryum glaucum

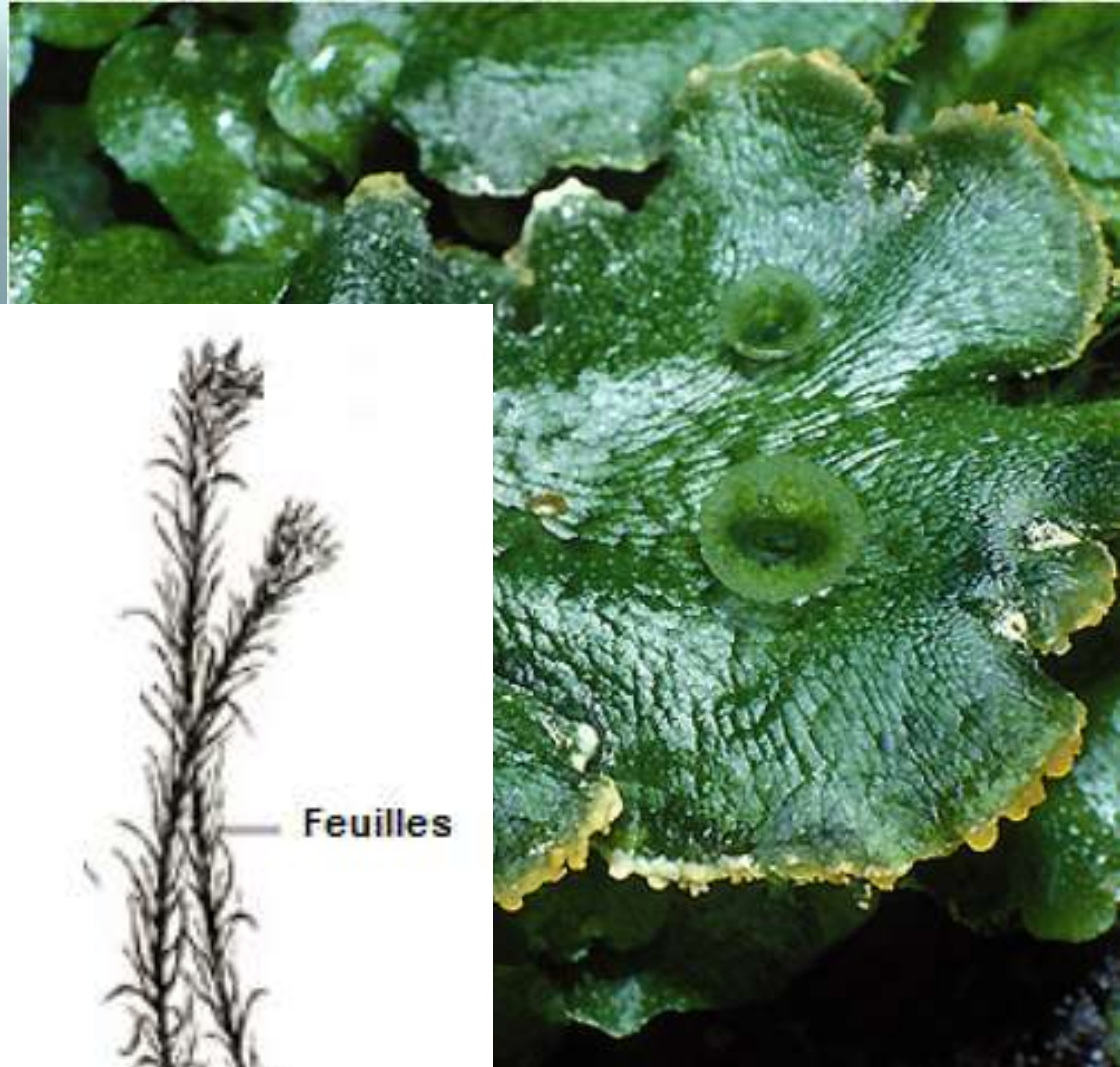


Hépatique / Hépaticopsidées

Caractéristiques:

- La tige est un simple cordon.
- Les feuilles sont de simples émergences de la tige sans véritables nervures et sans stomates, constituées d'une seule assise de cellules chlorophylliennes.
- Chez les Bryophytes il n'y a ni racines, ni vaisseaux conducteurs véritables, ni stomates, l'apport en eau et en substances nutritives se fait par des phénomènes de capillarité.
- La fixation au sol est assurée par de fins filaments, les rhizoïdes.



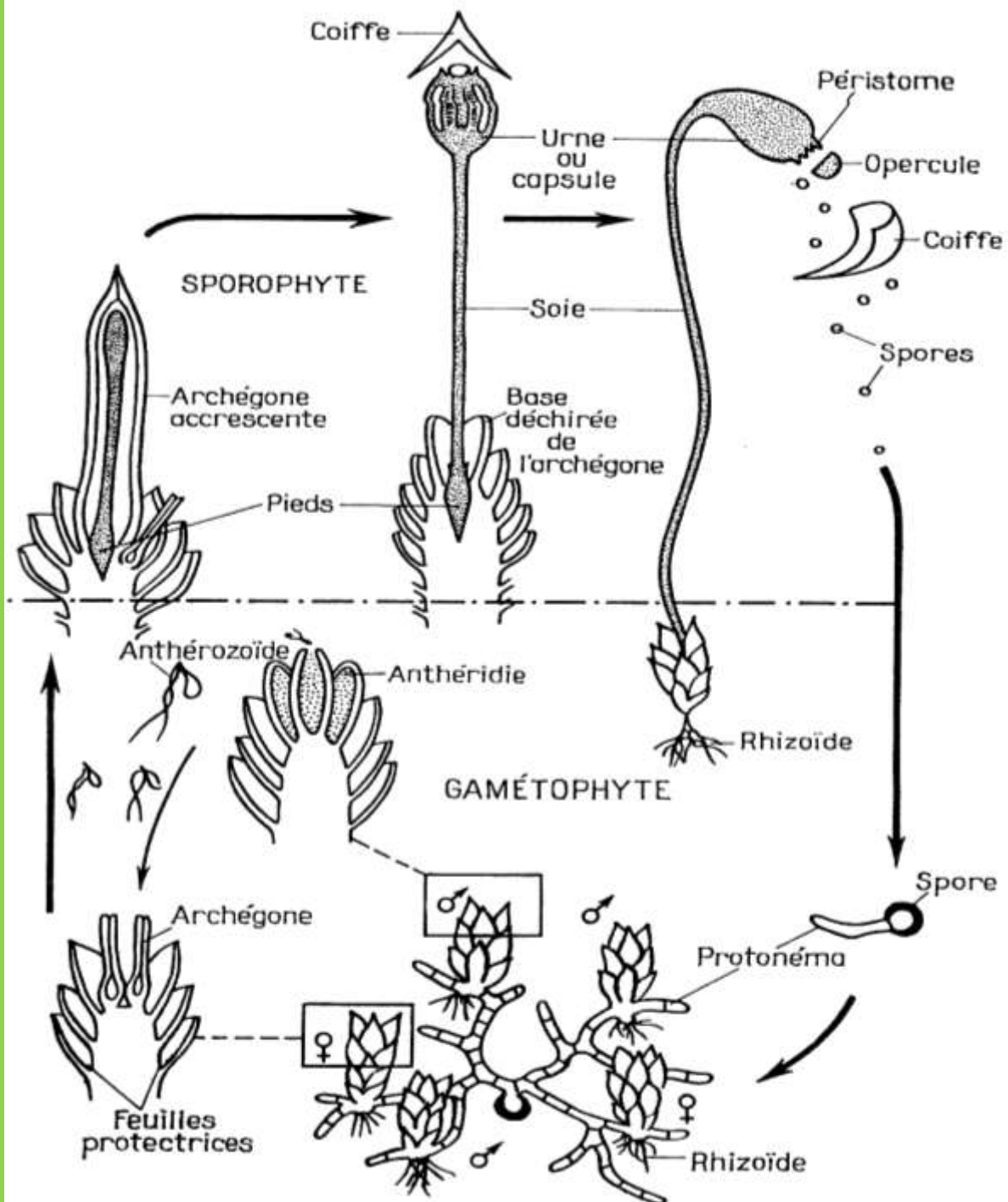


- Ce sont des petites plantes des zones humides, qui se développent sur les rochers et les troncs d'arbres.
- Capacité de reviviscence, ils reprennent une activité normale lorsque l'eau est à nouveau disponible.



a/ Cycle de développement

Toutes les Bryophytes, naissent, croissent et se reproduisent suivant le même processus.



Une spore (n chr) émet un protonéma.

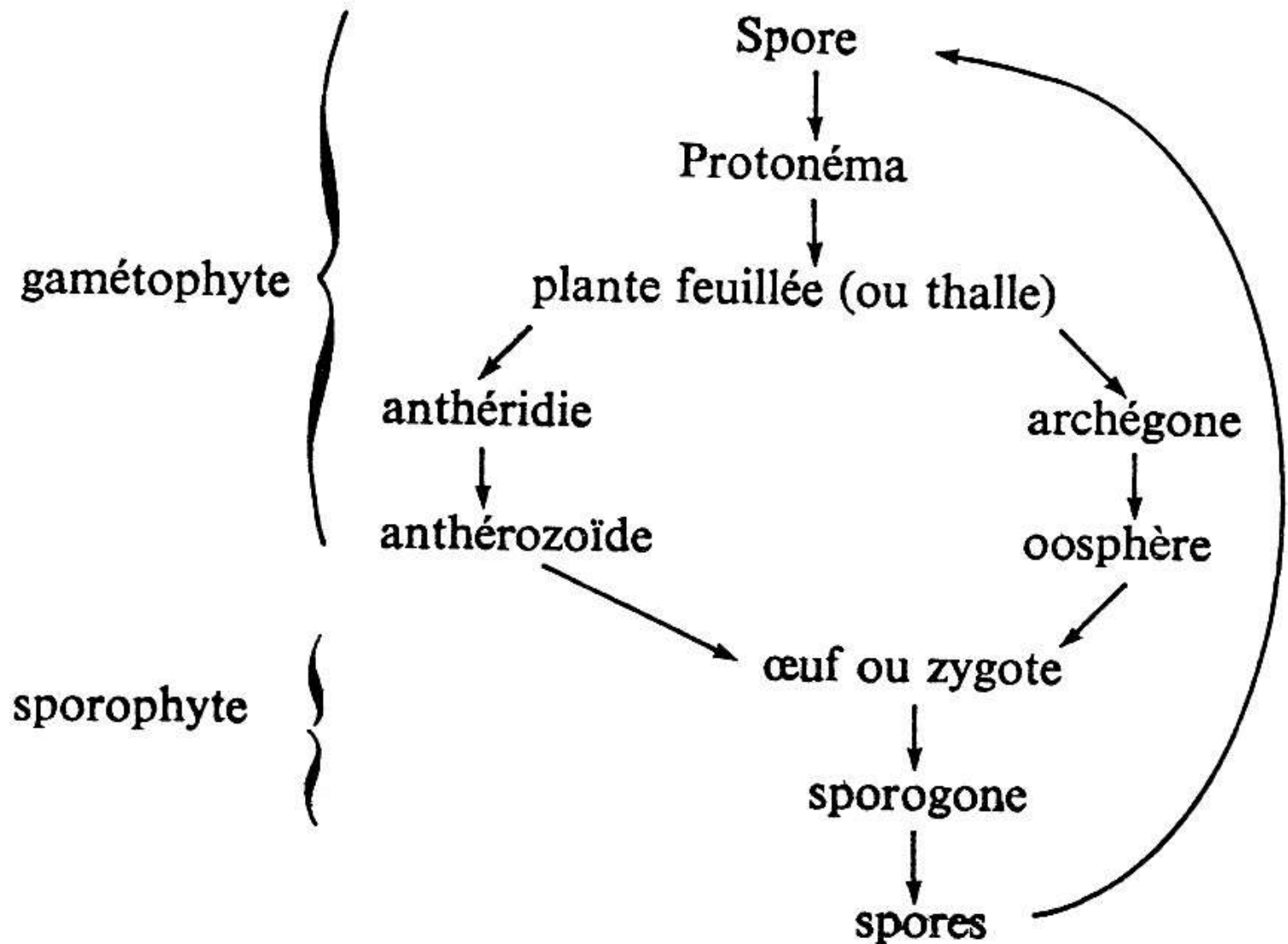
Sur le protonéma naissent des bourgeons qui forment selon le groupe, soit des tiges feuillées, soit des lames.

Suite à cela, apparaissent sur ces tiges des organes mâles ou anthéridies, et des organes femelles ou archégones. Les anthéridies contiennent les anthérozoïdes toujours biflagellés. Les archégones, contiennent l'oosphère. Les anthérozoïdes sont entraînés par les gouttes d'eau dans lesquelles ils se déplacent et fécondent l'oosphère.

Après fécondation, on obtient un zygote à $2n$ chr, qui se divise aussitôt et se transforme en un jeune sporogone (sporophyte des bryophytes).

Le sporogone est constitué d'un pied, organe qui lui permet de rester fixé sur la plante, d'un pédicelle ou soie, qui porte à son extrémité un sporange ou capsule qui libère après une méiose des spores à n chr.

Résumé



Trois points sont à souligner:

1. La fécondation est aquatique.

Ce qui oblige les Bryophytes à ne vivre que dans les lieux humides.

2. La phase diploïde (sporophyte) est très courte, réduite au sporogone.

3. Le gamétophyte est représenté par des organes végétatifs peu différenciés. Les organes végétatifs sont à n chr, ce qui limite leur importance: les structures vivantes à n chr sont généralement de petite taille et peu différenciées.

b/ Multiplication végétative:

Elle se fait par fragmentation du gamétophyte.

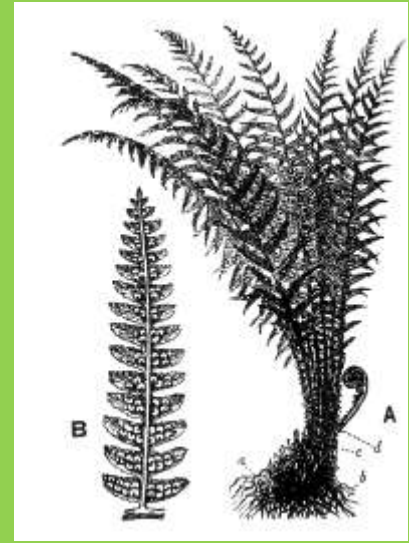
Chez certaines espèces, le gamétophyte peut différencier des petits massifs cellulaires, les propagules, à l'extrémité des tiges, sur les feuilles, ou dans des structures spécialisées, appelées corbeilles à propagules.

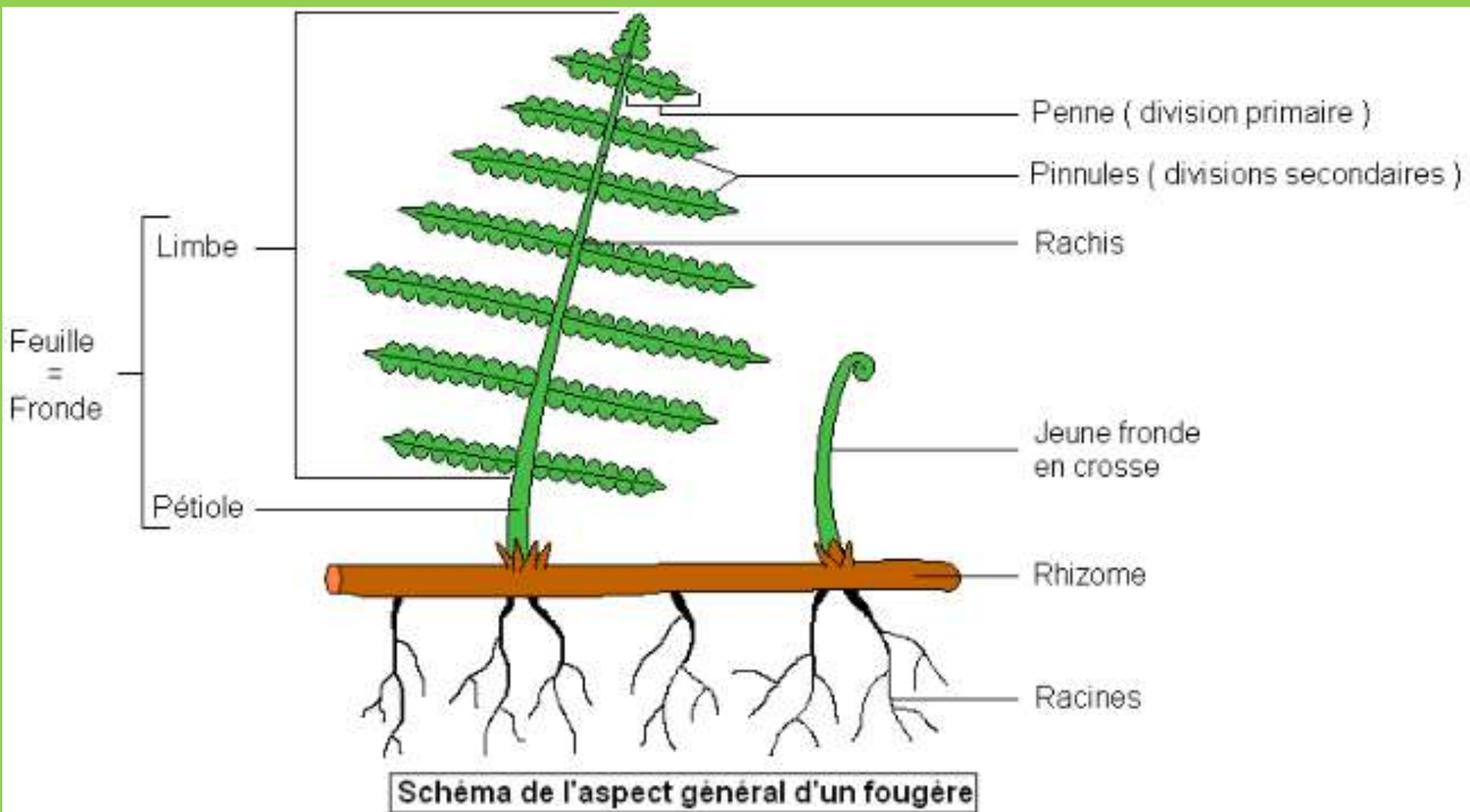


EMBRANCHEMENT DES PTERIDOPHYTES

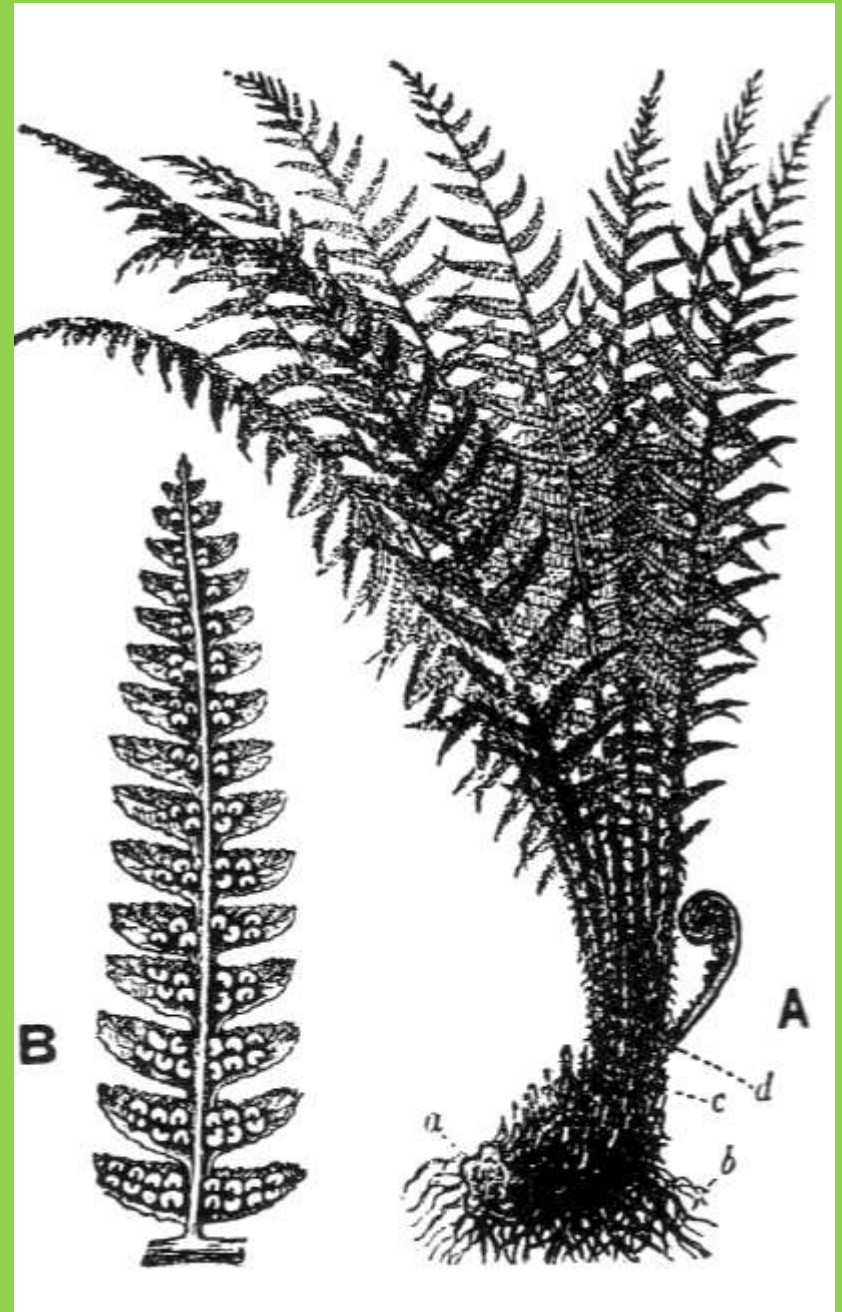
Sont généralement de petites plantes qui vivent dans les lieux humides ou ombragés.

Elles présentent une tige souterraine horizontale: rhizome, à partir de laquelle se détachent des axes ramifiés de façon dichotomique ou verticillée, ou encore de grandes feuilles ou frondes.

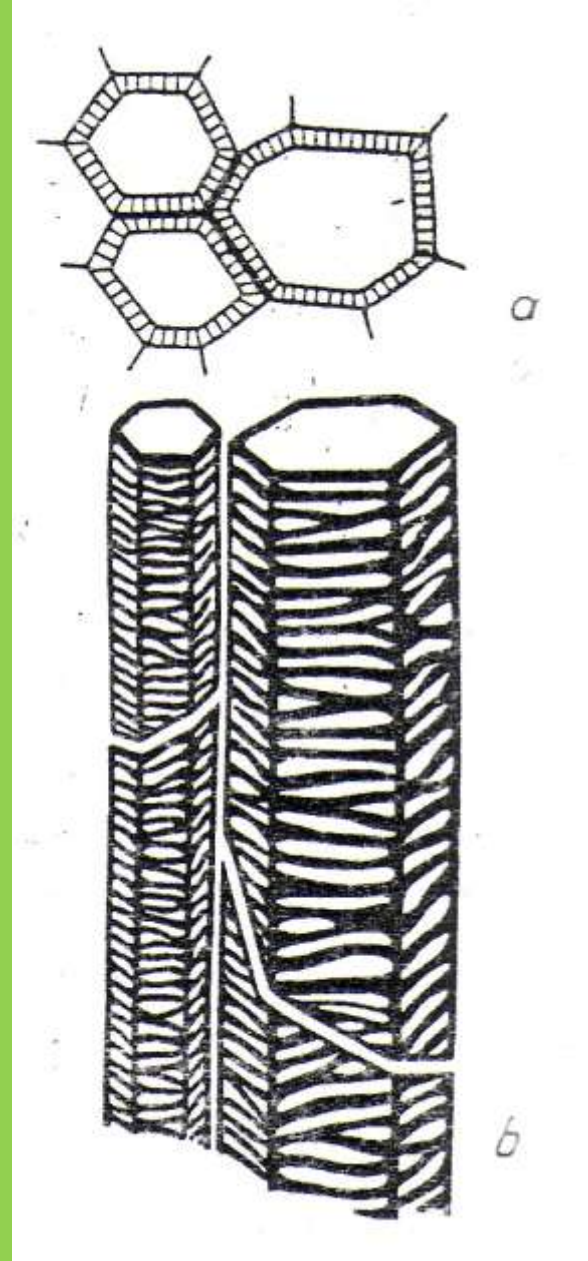




A partir du rhizome partent de nombreuses racines qui assurent la fixation au sol, ainsi que l'absorption de l'eau et des sels minéraux.



Les vaisseaux qui assurent la circulation de l'eau et des sels minéraux, sont des trachéides présentant des ponctuations scalariformes.



Trachéide Scalariforme d'une Pteridophyte. a) CT, b) CL.

Du point de vue évolution, Ils sont les premiers végétaux à posséder des racines et des vaisseaux conducteurs de sève.

Les Ptéridophytes possèdent de vraies tiges parcourues par des vaisseaux et de vraies feuilles pourvues de nervures, ainsi que de véritables stomates.

L'embranchement des ptéridophytes comprend quatre classes :

► Psilopsidées: certainement la plus ancienne, représentée aujourd'hui par 3 espèces seulement. Plantes sont très primitives, dépourvues de feuilles ou ne possédant que des microphylles, et dépourvues de racines.



Psilotum nudum

► **Lycopsidées: classe réduite aujourd'hui à 850 espèces.**



Lycopodium.

► Sphénopsidées (= articulées): plantes caractérisées par un appareil végétatif articulé (empilement de modules identiques). Dans les temps anciens, il existait des formes arborescentes aujourd'hui disparues. Seules 30 espèces subsistent actuellement.



Equisetum arvense (prêle)

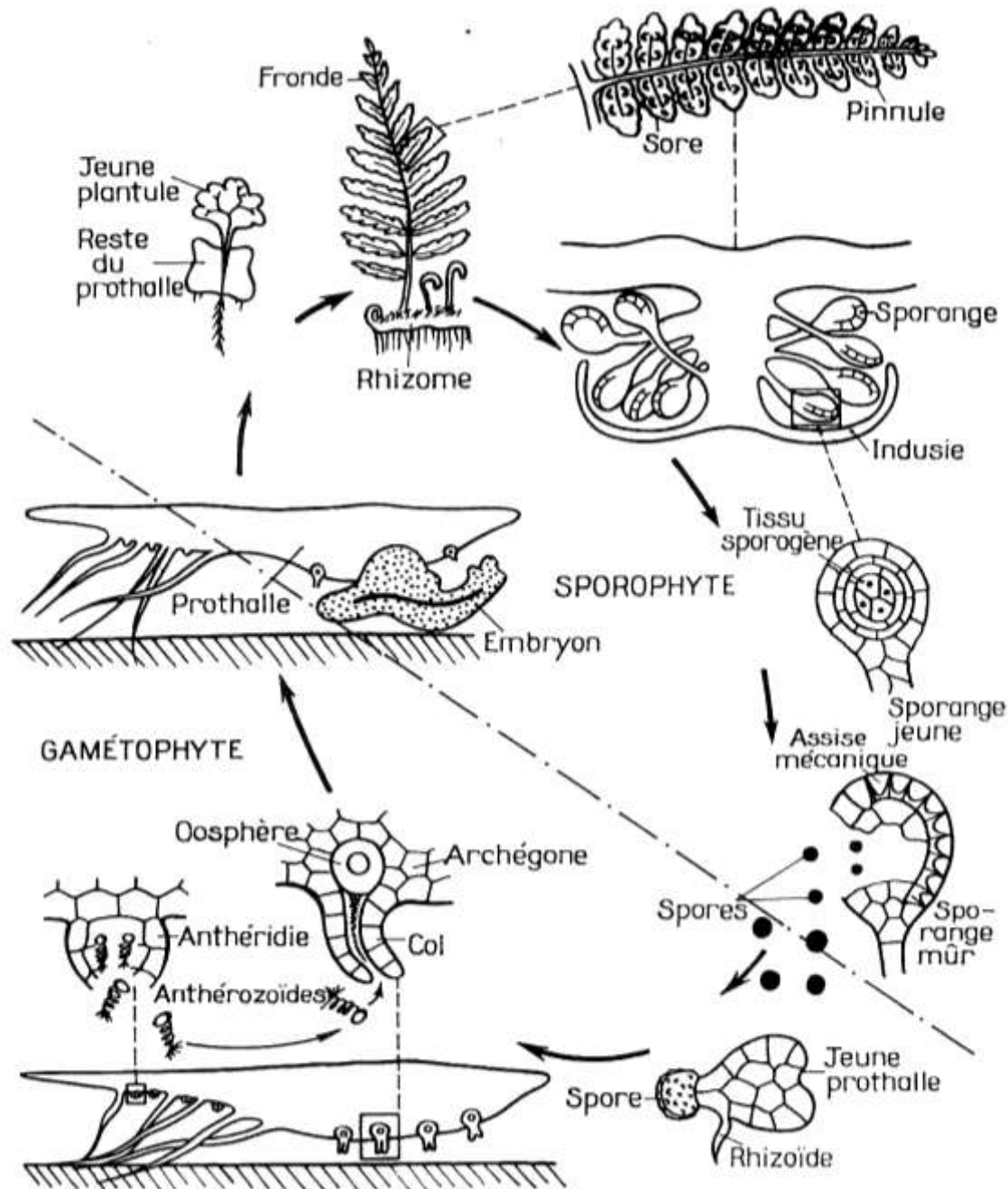
► **Filicopsidées: (fougères).**

C'est la classe de ptéridophytes la plus importante actuellement avec environ 9.000 espèces vivantes. La plupart des espèces sont herbacées mais il existe encore des espèces tropicales arborescentes.



Pteridium aquilinum.

Les Ptéridophytes sont caractérisés par leur cycle de développement



Une spore à n chr germe et donne un organe de petite taille formé d'une lame verte fixée au sol par des rhizoïdes, il s'agit du prothalle.

Sur le prothalle se développent les organes reproducteurs:

→ Les anthéridies portent des gamètes mâles flagellés : les anthérozoïdes.

→ Les archégonies portent les gamètes femelles: oosphères.

En présence d'eau, les anthérozoïdes nagent jusqu'à l'archégonie, et l'un d'eux féconde l'oosphère.

Après fécondation, le zygote diploïde, se divise et se transforme en un embryon qui prend la forme d'une petite fougère composée d'une ébauche de racine, une ébauche de feuille et un bourgeon qui donnera la tige.

Lorsque la première feuille et la première racine sont devenues grandes, le prothalle disparaît et la plante feuillée grandit.

Arrivés à maturité, sur la face inférieure des feuilles, apparaissent des sporanges pédonculés et arrondis, protégés par une lame très mince: l'indusie. A l'intérieur des sporanges se développent, après méiose, des spores (haploïdes) qui, une fois libérées, germent.

Caractères fondamentaux du cycle de développement :

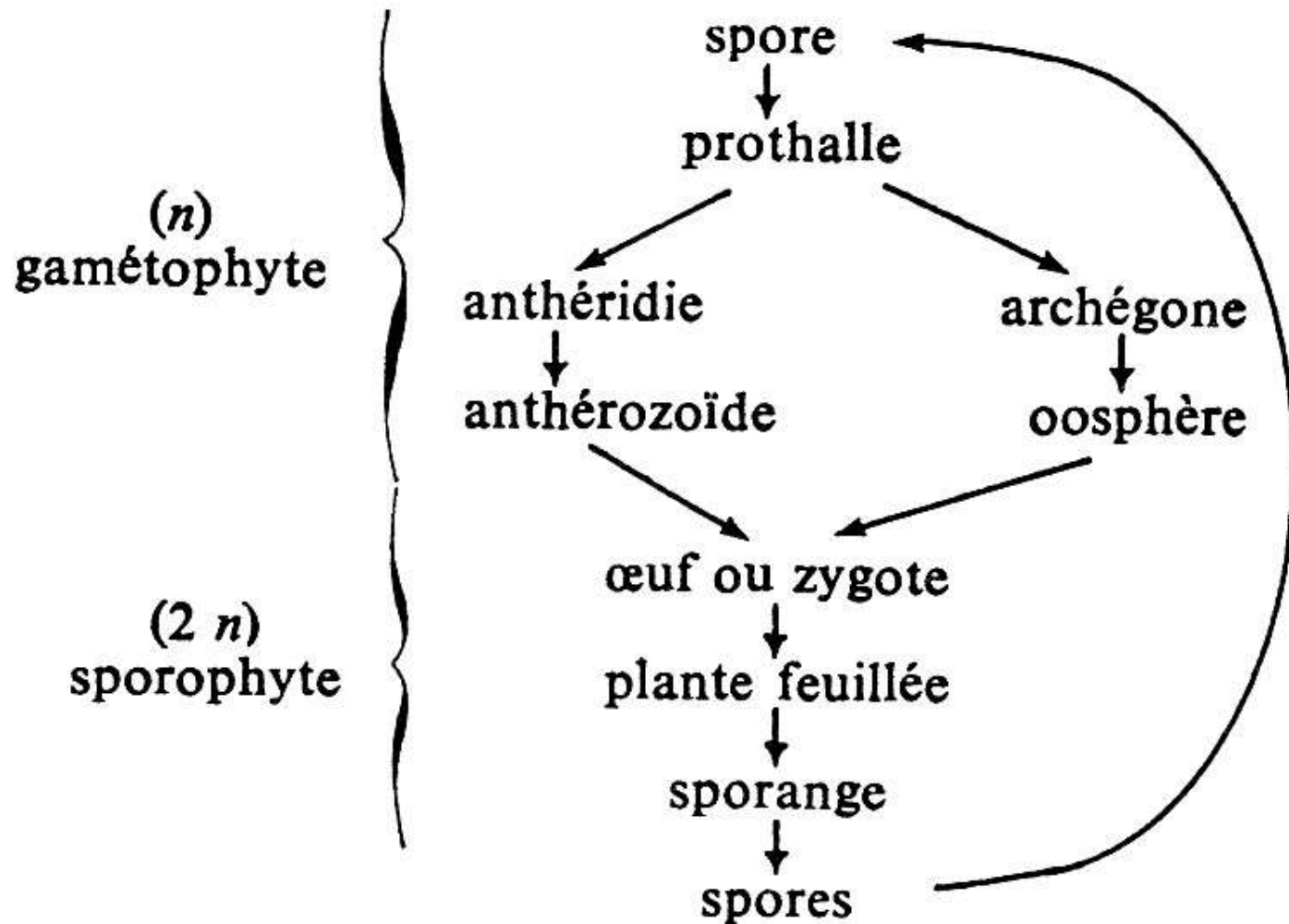
Anthérozoïdes flagellés, qui rappellent leur origine marine. Leur fécondation est encore dépendante de la présence de l'eau.

Contrairement aux Bryophytes, les Ptéridophytes ont un sporophyte très développé représenté par la plante feuillée.

Le gamétophyte, à n chromosomes, est réduit à un organe rudimentaire et transitoire, le prothalle.

Les fougères sont les premières plantes terrestres à avoir pratiquement tout le cycle de développement constitué par des organes à $2n$ chromosomes.

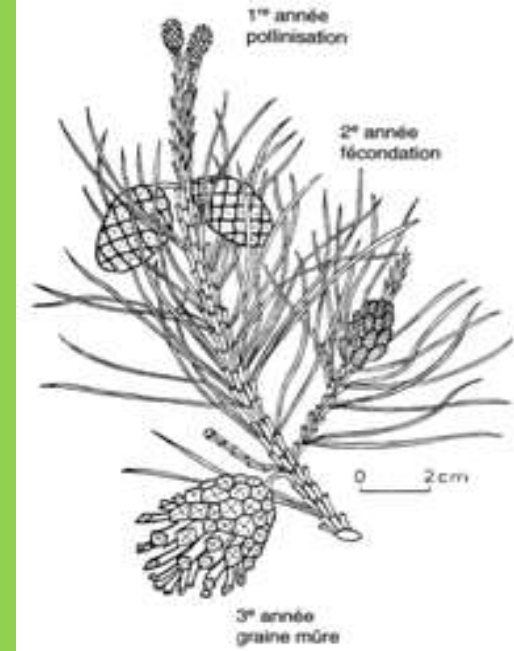
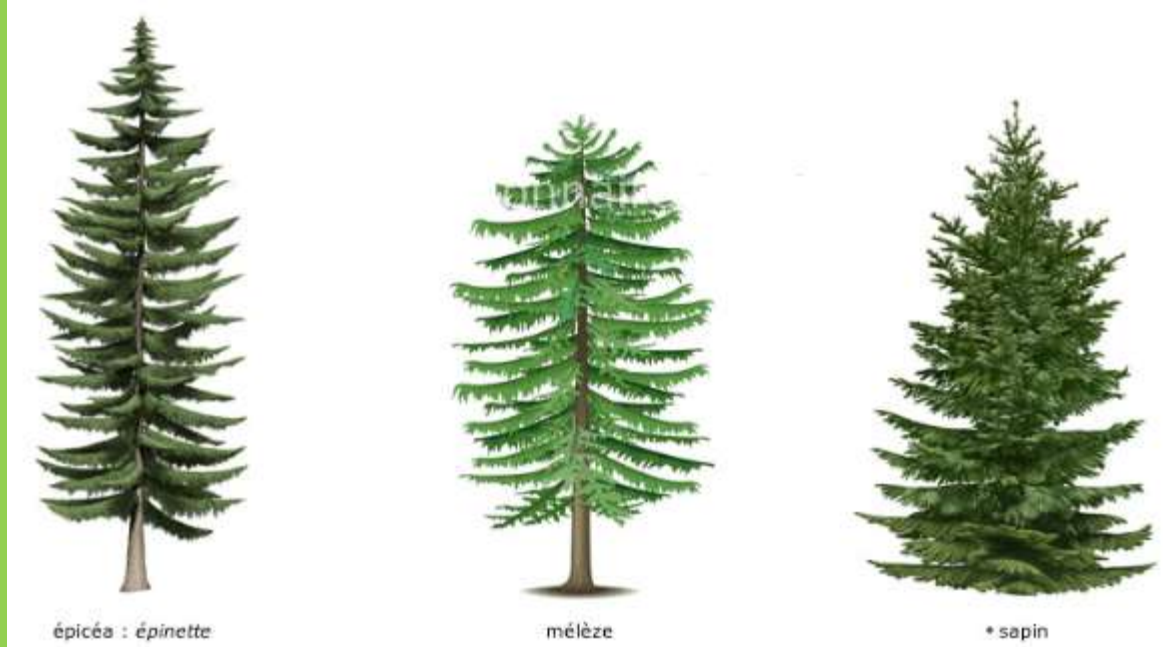
Résumé



EMBRANCHEMENT DES SPERMAPHYTES

Les plantes graines

- Sous Embranchement des Gymnospermes**
- Sous Embranchement des Angiospermes**



Sous Embranchement des Gymnospermes

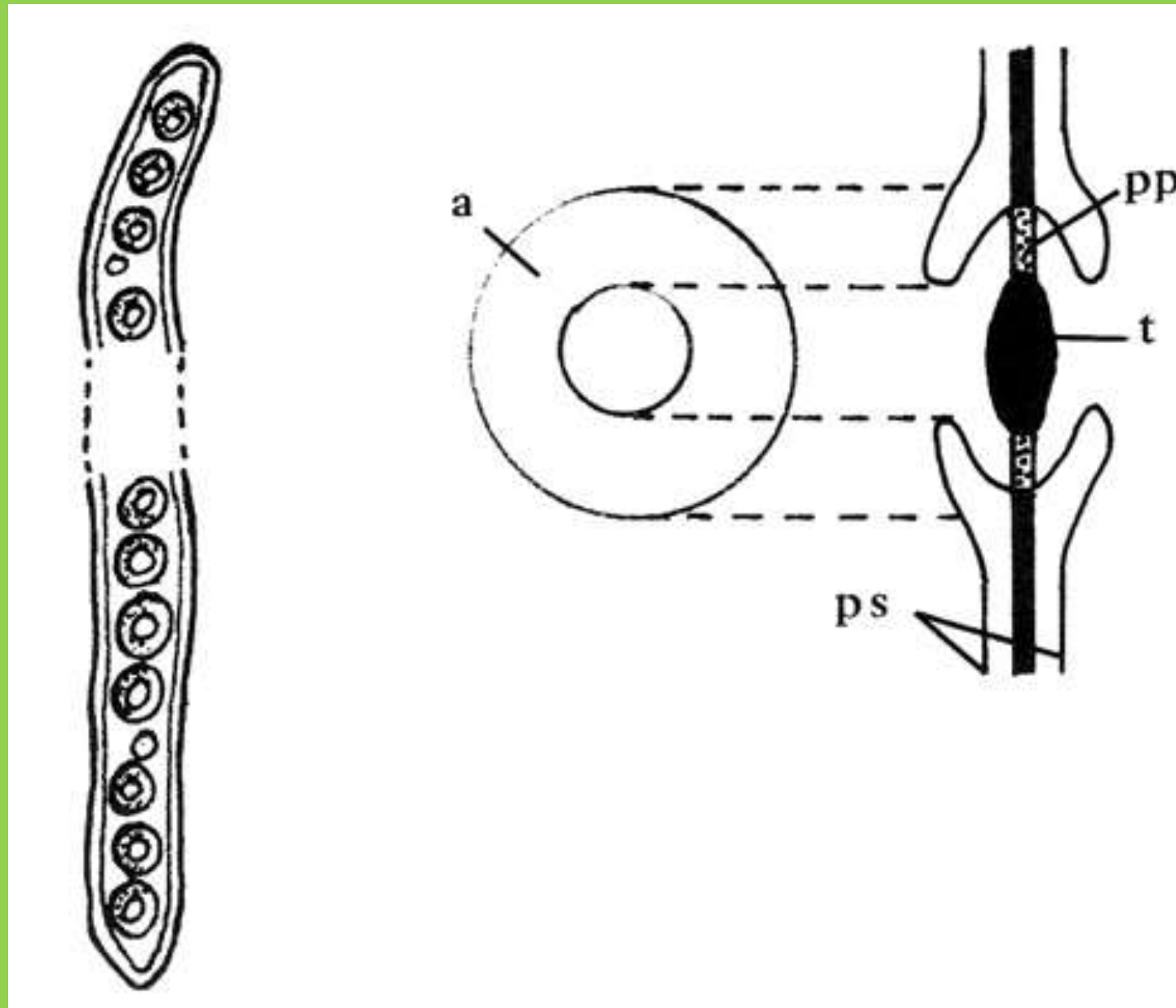
Constitué d'arbres et d'arbustes généralement en forme de cône.

Leurs organes sexuels sont groupés en des cônes unisexués soit mâles soit femelles, mais généralement portés par un même pied. Ces cônes ont un aspect caractéristique d'où le nom de conifères.

Appareil végétatif:

- Les vaisseaux conducteurs sont des trachéides areolés.
- Leur feuilles sont petites, en forme d'écaille ou en forme d'aiguille.
- Les tiges et les racines présentent des formations secondaires qui permettent la croissance en épaisseur.





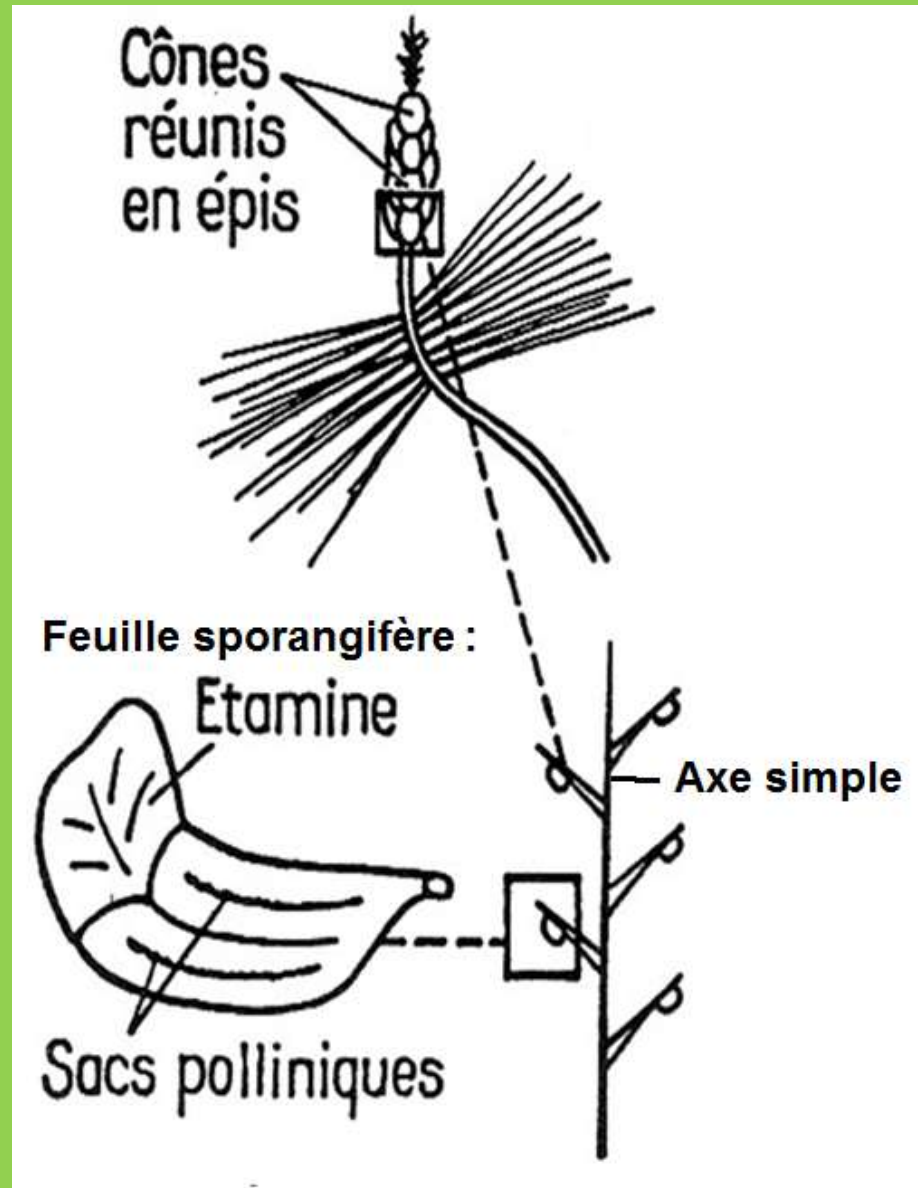
Trachéide à ponctuation aréolées.

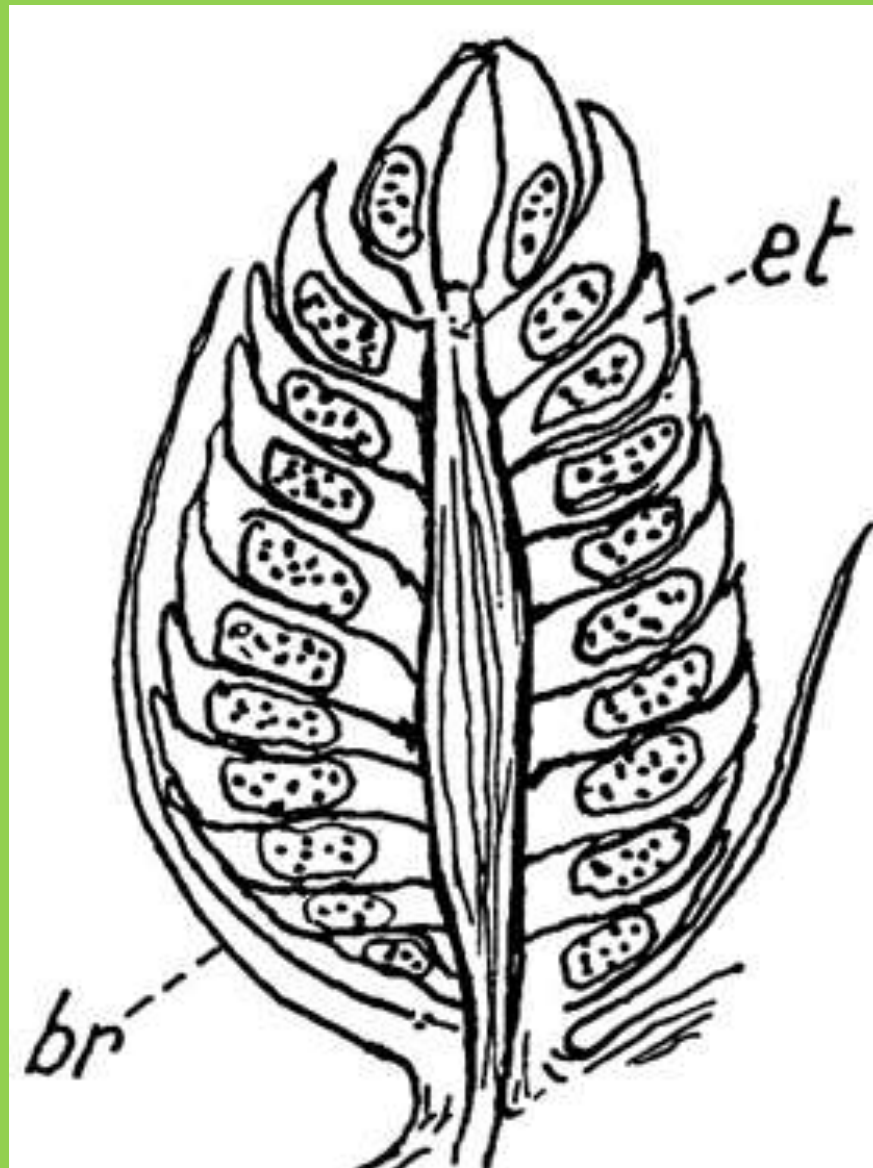
Appareil reproducteur

Appareil reproducteur mâle :

Ils s'agit de petits cônes regroupés en épis denses.

Chacun porte un axe simple autour duquel sont disposés suivant une spirale très serrée de nombreuses feuilles sporangifères ou étamines.

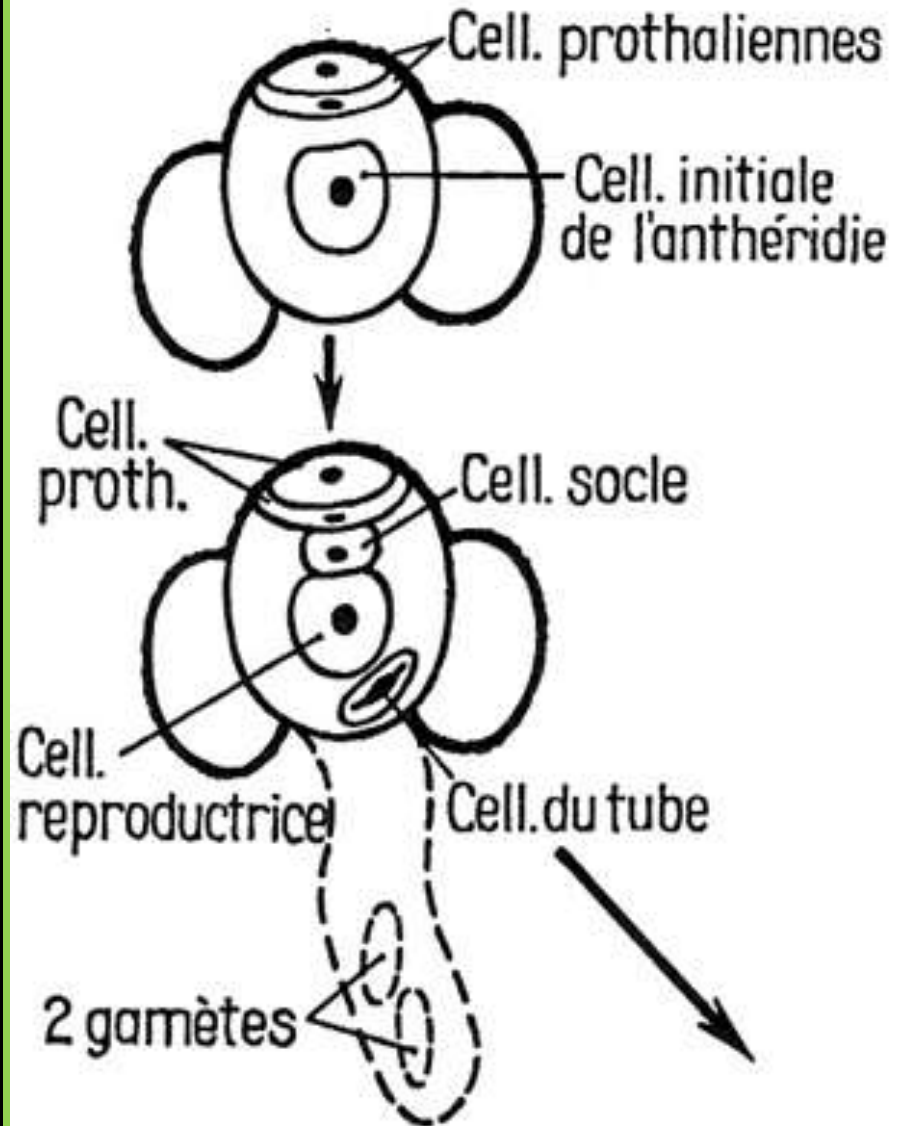




Coupe d'un cône mâle du Pin sylvestre

Chaque feuille sporangifère porte 2 sacs polliniques allongés qui à maturité s'ouvrent comme chez les fougères, par une assise mécanique, laissant échapper les microspores ou grains de pollen que le vent entraîne.

Feuille sporangifère :



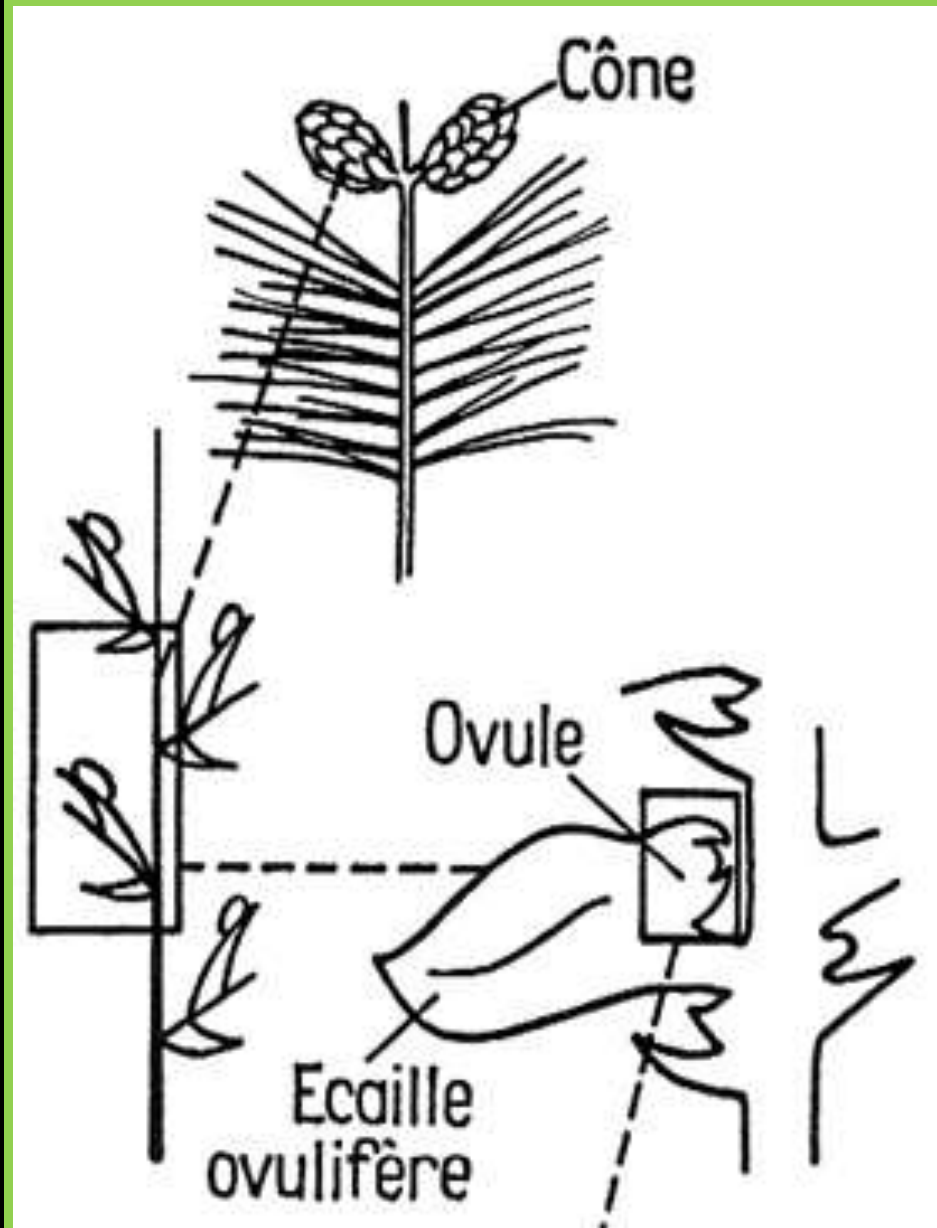
Appareil reproducteur femelle :

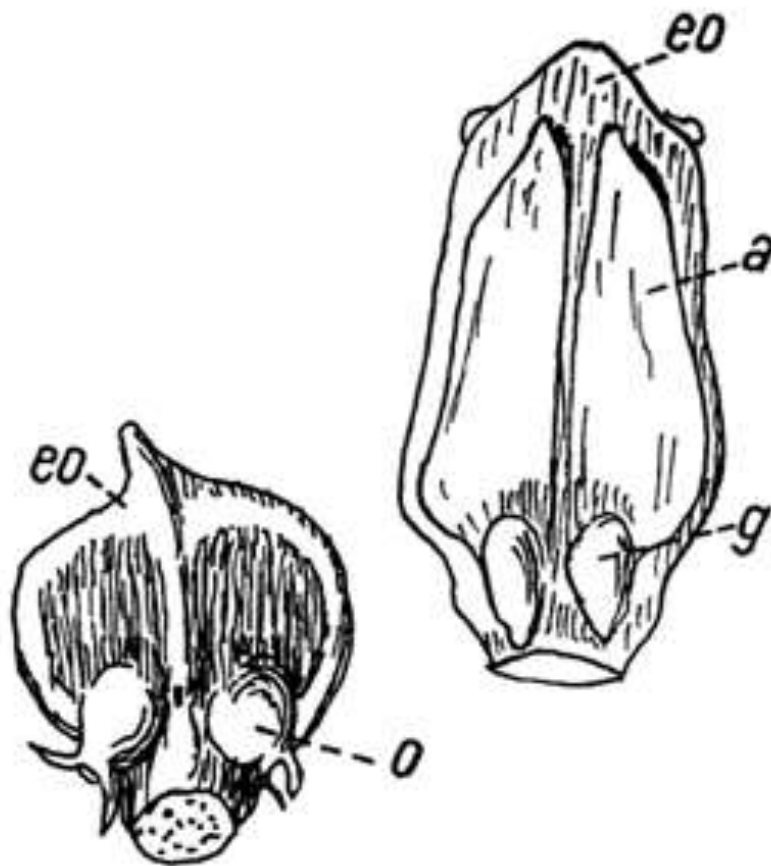
Les cônes femelles sont groupés par 2 ou 3. Ils sont composés d'écailles disposées en spirale, portées par des rameaux très courts, axilés chacun par une bractée.

Chaque écaille, dite ovulifère, porte deux macrosporangies ou ovules.

Ceux ci se trouvent directement au contact de l'atmosphère : on dit qu'ils sont nus, d'où le nom de gymnospermes.

Les écailles du cône sont serrées les unes contre les autres et protègent très efficacement les ovules.





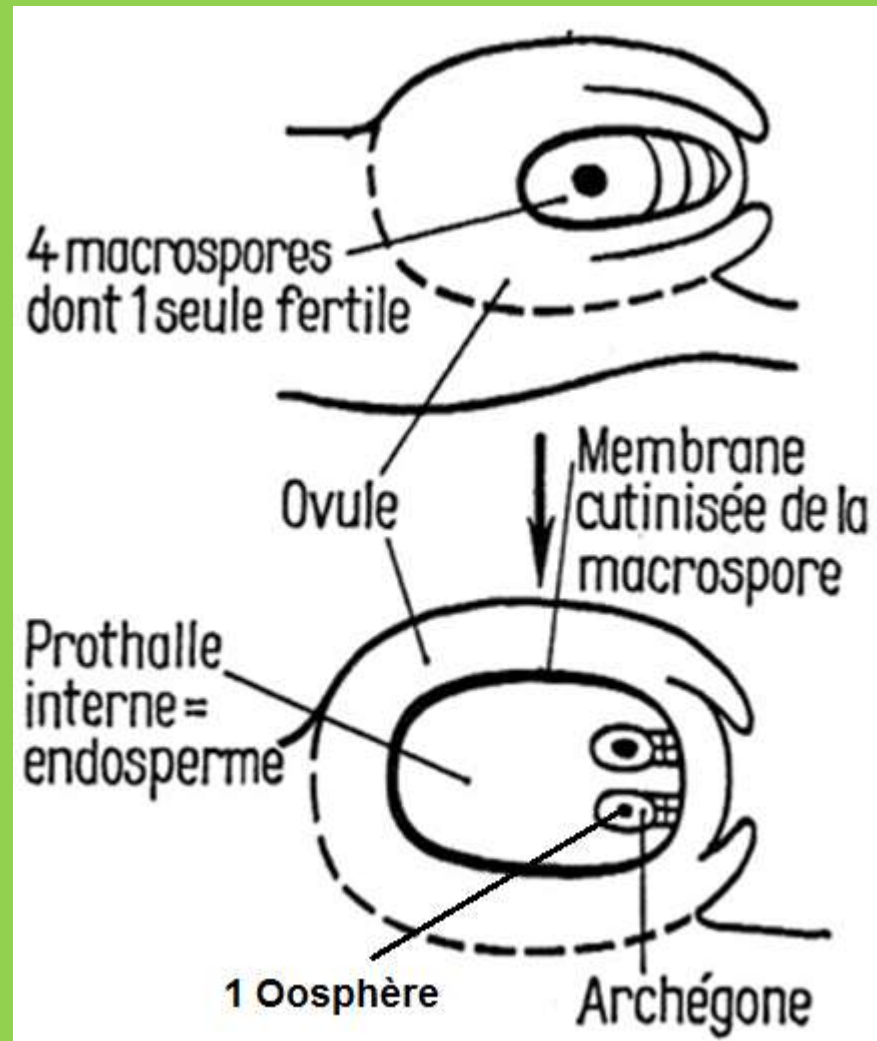
Écaille ovulifère (vue ventrale)
apres maturité de la graine

Écaille ovulifère (vue ventrale)



Écaille ovulifère (vue dorsale)

Dans chaque ovule, il ne se forme que 4 macrospores dont 3 dégénèrent rapidement, la macrospore fertile donne naissance à l'intérieur même de cet ovule à un prothalle interne non chlorophyllien ou endosperme constitué de nombreuses cellules et entouré d'une puissante membrane cutinisée qui s'amincit à la partie supérieure de l'organe, ou se forment 2 ou 3 archégones contenant chacun une oosphère.



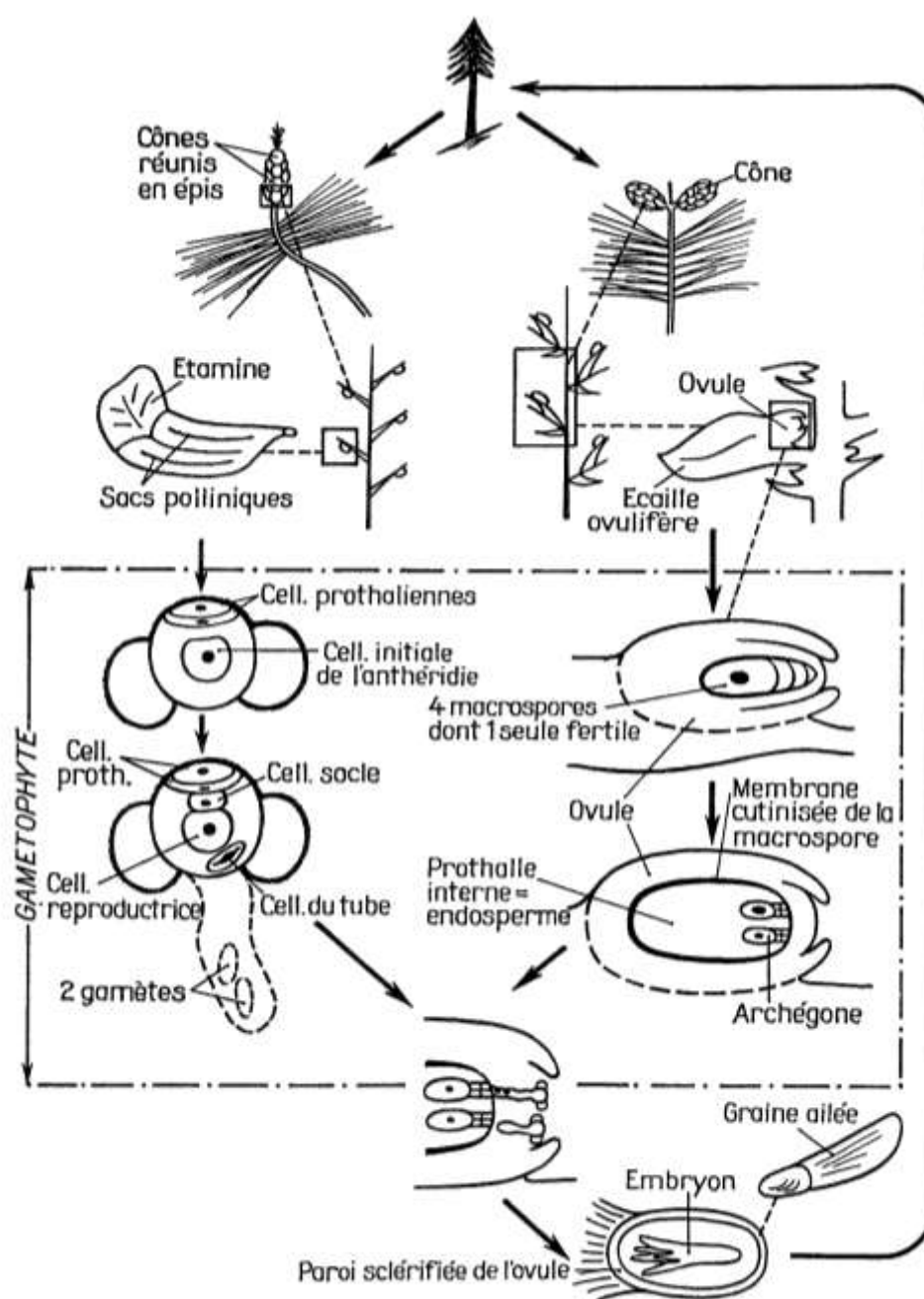


Fig. 29. Cycle de développement du Pin sylvestre.

Pollinisation et fécondation:

Les grains de pollen sont dispersés par le vent, ils atteignent les cônes femelles, passent à travers les écailles, et arrivent au contact des ovules et commencent à germer et donnent un prothalle.

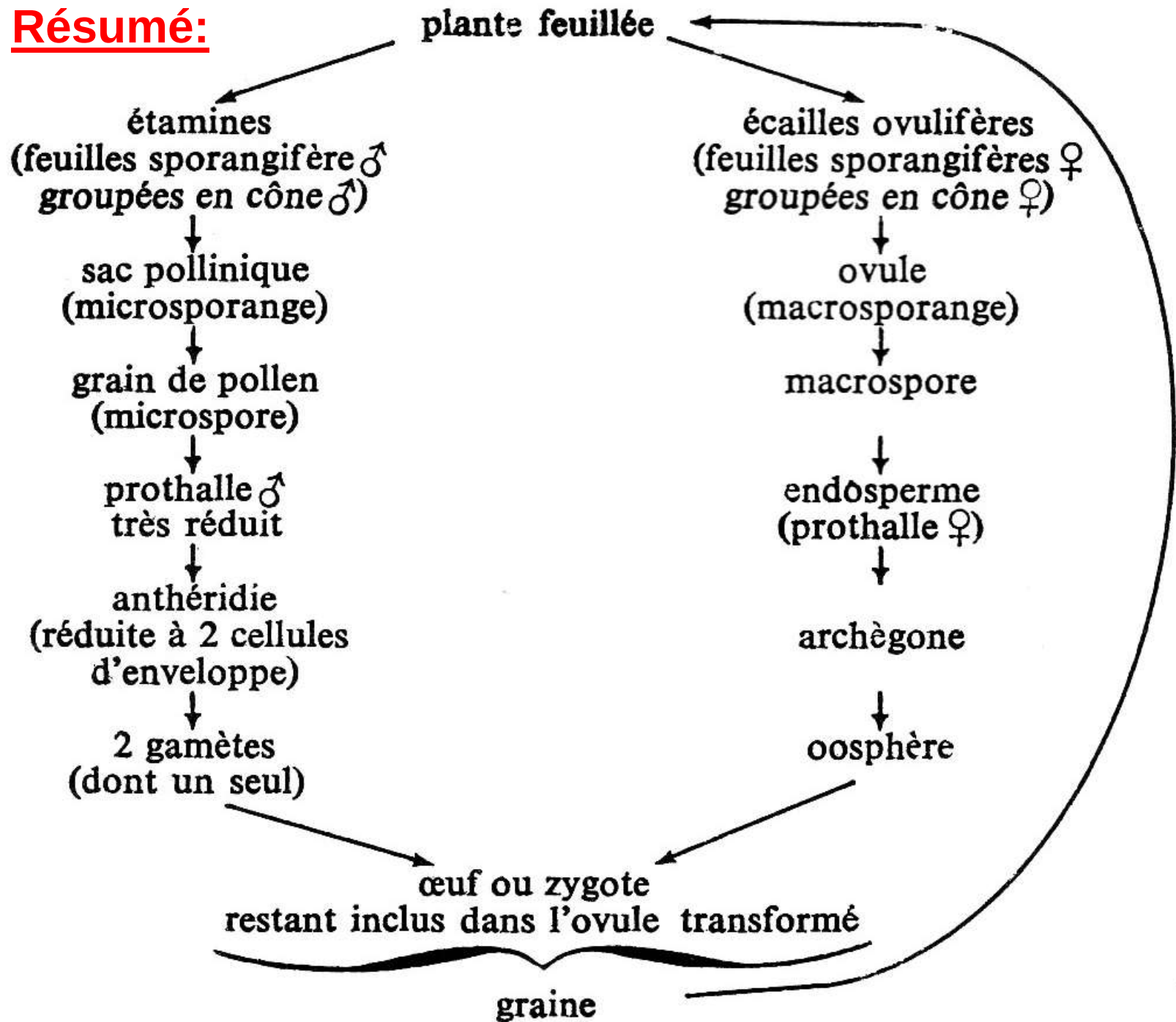
Le prothalle subit des divisions puis émet un tube appelé tube pollinique.

formé aux dépens de l'intine, qui traverse les tissus de l'ovule et pénètre dans le col de l'archégone, l'extrémité du tube pollinique se rompt et le gamète le plus proche féconde l'oosphère tandis que l'autre dégénère.

2 ou 3 oosphères sont ainsi fécondées mais finalement un seul embryon se développe et croît aux dépens des tissus de l'endosperme qui l'entourent : l'embryon n'est ainsi à aucun moment en contact avec le milieu extérieur.

Arrive à un certain stade de différenciation, la croissance de l'embryon cesse, l'ensemble des tissus formés par l'embryon l'endosperme et les parois de l'ovule se déshydrate entre à l'état de vie ralentie, tandis que les parties superficielles ou téguments se sclérifient formant une enveloppe protectrice.

Résumé:



Caractères fondamentaux du cycle de développement :

La spécialisation des parties sexuelles a impliqué l'emploi de termes nouveaux. Donc on appellera :

- Les épis sporangifères, des cônes,
- les feuilles sporangifères mâles, des étamines,
- les feuilles sporangifère femelles, des écailles ovulifères,
- les microsporangies, des sacs polliniques,
- les macrosporangies, des ovules,
- les microspores, des grains de pollen.
- le prothalle femelle, un endosperme.

- Les prothalles restent inclus dans les spores mâles et femelles, et l'évolution a accentué leur miniaturisation.

- Seulement 2 gamètes mâles et dépourvus d'appareil locomoteur.

- La macrospore reste incluse dans l'archègone et se prothalise dans le macrosporange ou ovule resté sur la plante feuillée. Après la fécondation l'ensemble demeure en place jusqu'à la formation d'une jeune plante en miniature: l'embryon.

Deux critères très importants du point de vue évolutif:

- **Le premier apport fondamental des gymnospermes à l'évolution: la graine.**
- **Le second est d'avoir rendu la fécondation indépendante de la présence d'eau : le transport des gamètes mâles à travers les tissus qui surmontent les archégones est assuré par un tube pollinique.**

Sous Embranchement des Angiospermes

C'est un groupe immense comprenant 200 000 à 250 000 espèces groupées en 400 à 500 familles et dont la morphologie est très variables.

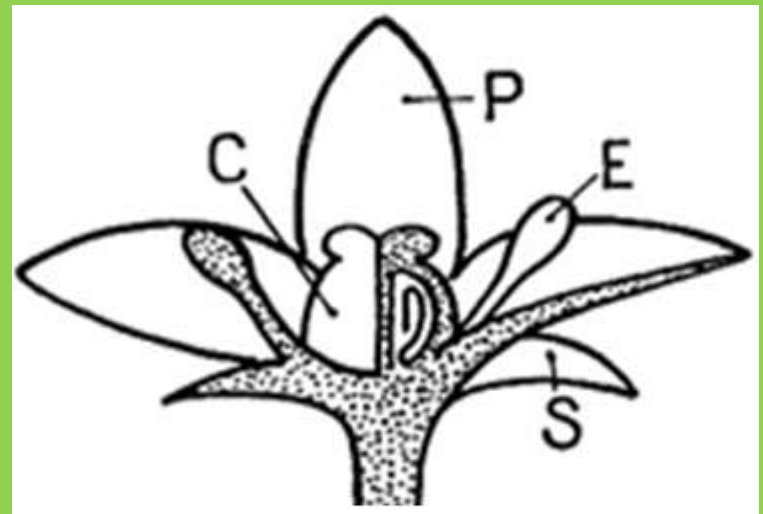
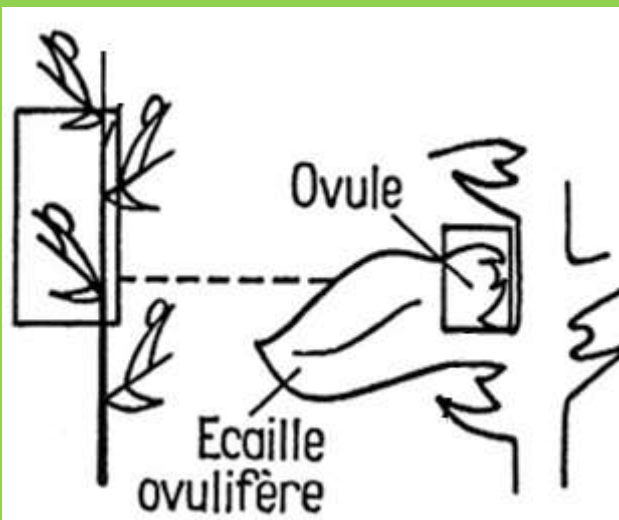
À l'échelle du globe, exceptées quelques zones de végétation particulières (forêt de Conifères des régions froides, forêt tropicale à Fougères arborescentes...) les Angiospermes sont actuellement partout dominantes.

Elles sont représentées par 2 classes :

- Monocotylédones
- Dicotylédones.

Les Angiospermes, par rapport aux Gymnospermes, sont fondamentalement définis par trois caractères:

- Les écailles ovulifères, dites carpelles, entourent complètement les ovules (d'où le nom d'Angiospermes donné à l'embranchement) et après la fécondation, se transforment en fruit.
- Les organes reproducteurs se groupent en fleurs bisexuées.
- Il y a une double fécondation.



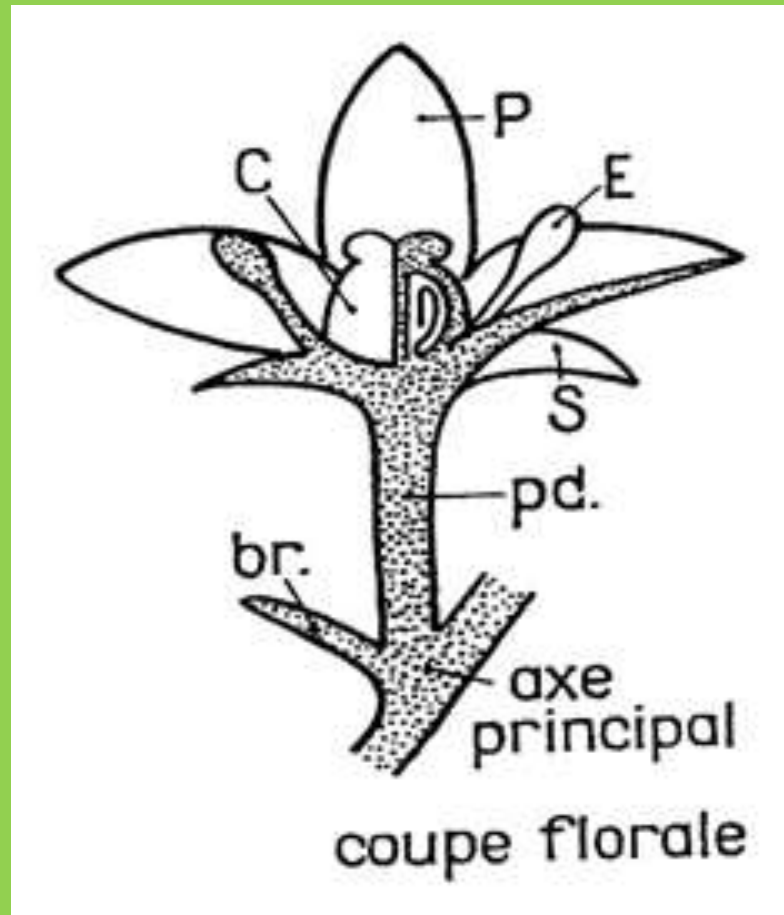
La reproduction se déroule dans une structure d'accueil complexe : la fleur.

La grande majorité des Angiospermes présentent des fleurs hermaphrodite, une fleur ou les deux sexes sont réunis. Plus rarement les fleurs sont unisexuées, 2 fleurs portées par le même individu, plante monoïque, ou les 2 fleurs portées par 2 individus différents plante dioïque.



Organisation générale de la fleur:

Elle est constituée par un ensemble de pièces florales fixées sur l'extrémité d'un axe appelé pédoncule. Cet axe est inséré sur la tige à l'aisselle d'une petite feuille: la bractée.



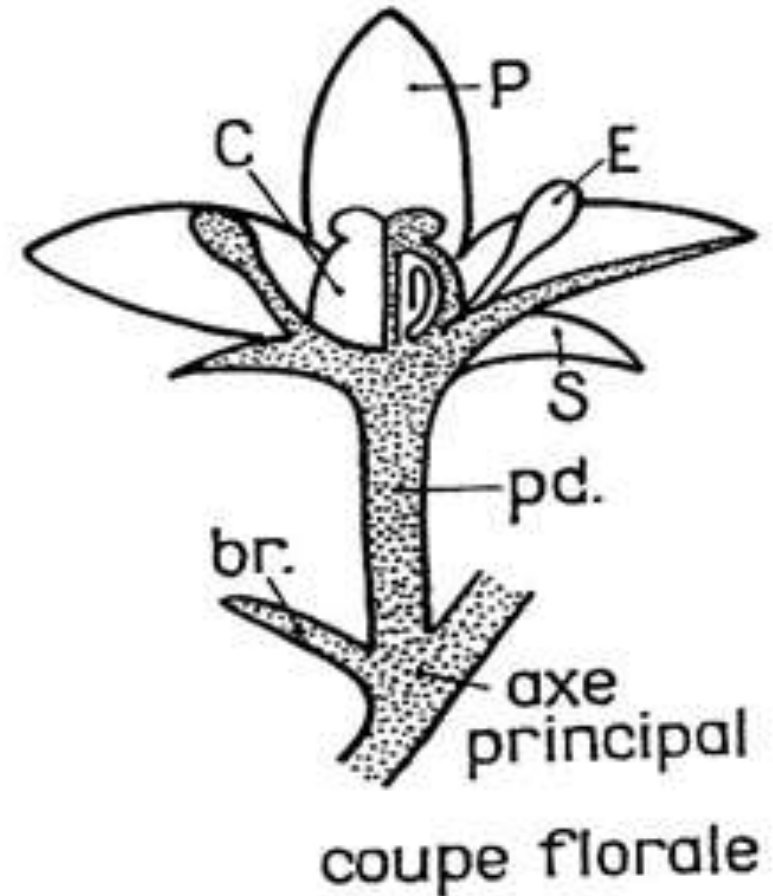
Les pièces florales sont groupées en quatre ensembles. De l'extérieur vers l'intérieur de la fleur, on distingue:

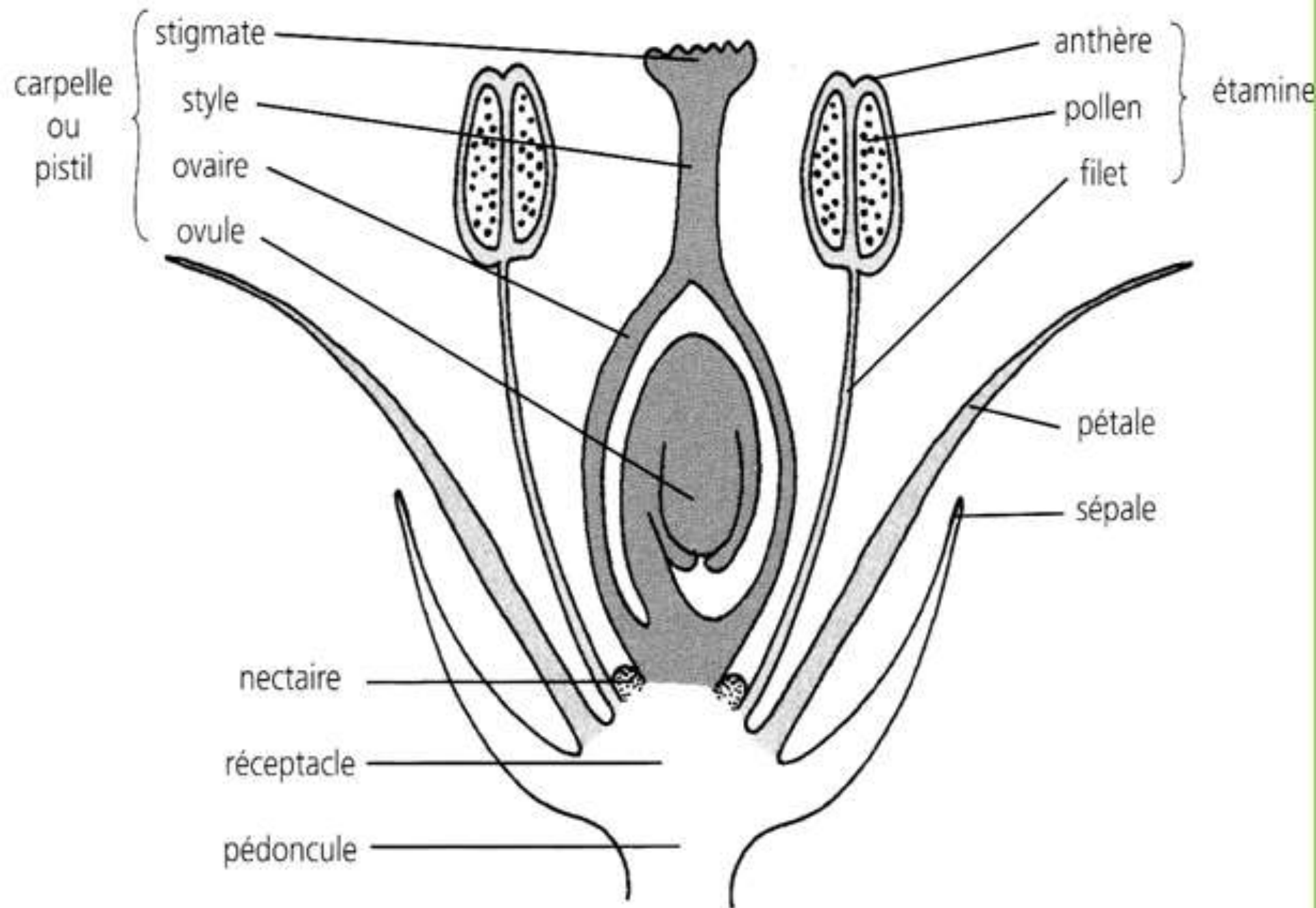
Deux ensembles de pièces stériles:

- Un calice formé de sépales.
- Une corolle, formée de pétales.

Deux ensembles de pièces fertiles:

- L'androcée, formée d'étamines (organes reproducteurs mâles).
- Le gynécée ou pistil, formé de carpelles (organes reproducteurs femelles).





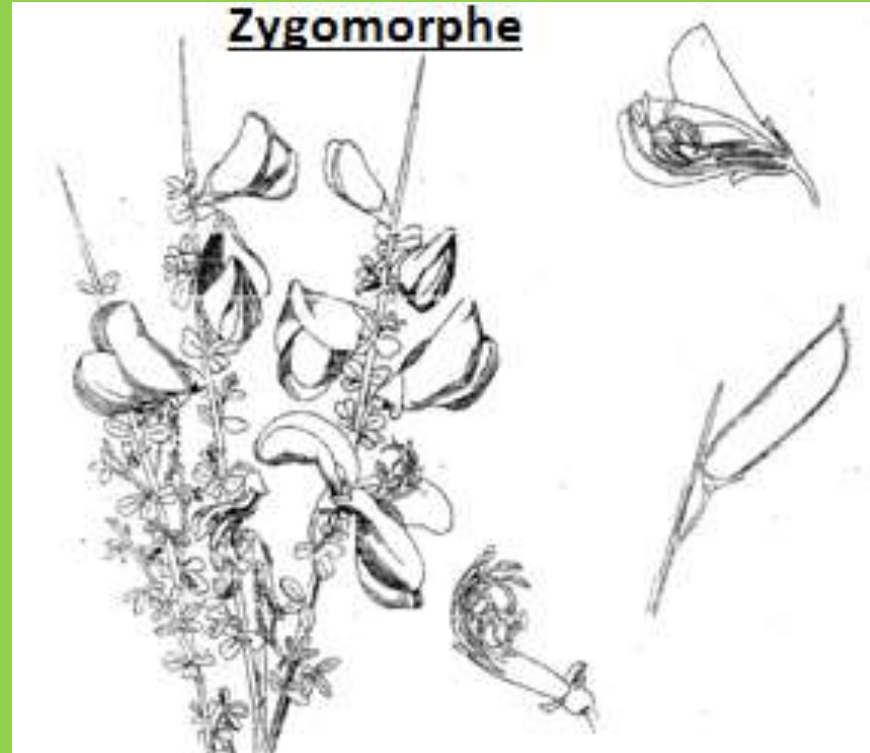
Les fleurs d'Angiospermes présentent toujours une symétrie. Lorsque la symétrie est par rapport à un axe, la fleur est régulière, elle est dite dans ce cas actinomorphe, les pièces florales dans ce cas sont semblables.

Si la fleur présente une symétrie par rapport à un plan, la fleur est irrégulière et elle est dite zygomorphe.

Actinomorphe

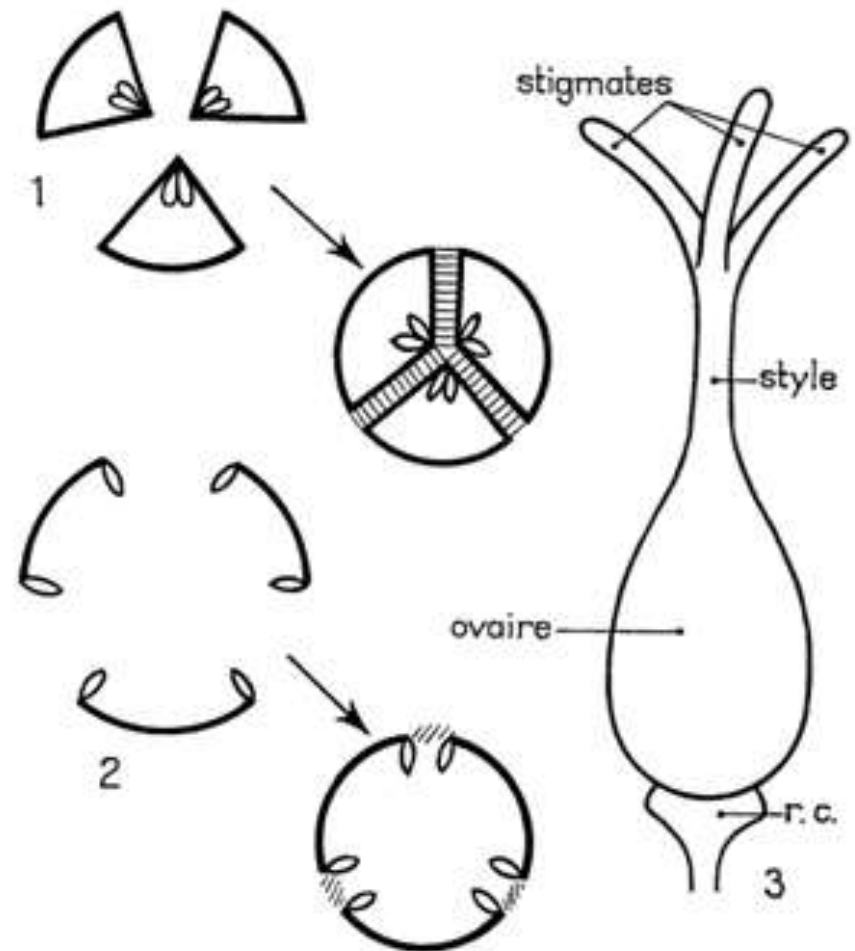


Zygomorphe



Les carpelles, indépendants ou soudés ont un ovaire composé. Ils occupent le centre de la fleur et forment ainsi le gynécée ou pistil.

A l'extrémité de l'ovaire se différencie un style surmonté d'un stigmate recouvert de papilles muqueuses dont le rôle est de recueillir le pollen.



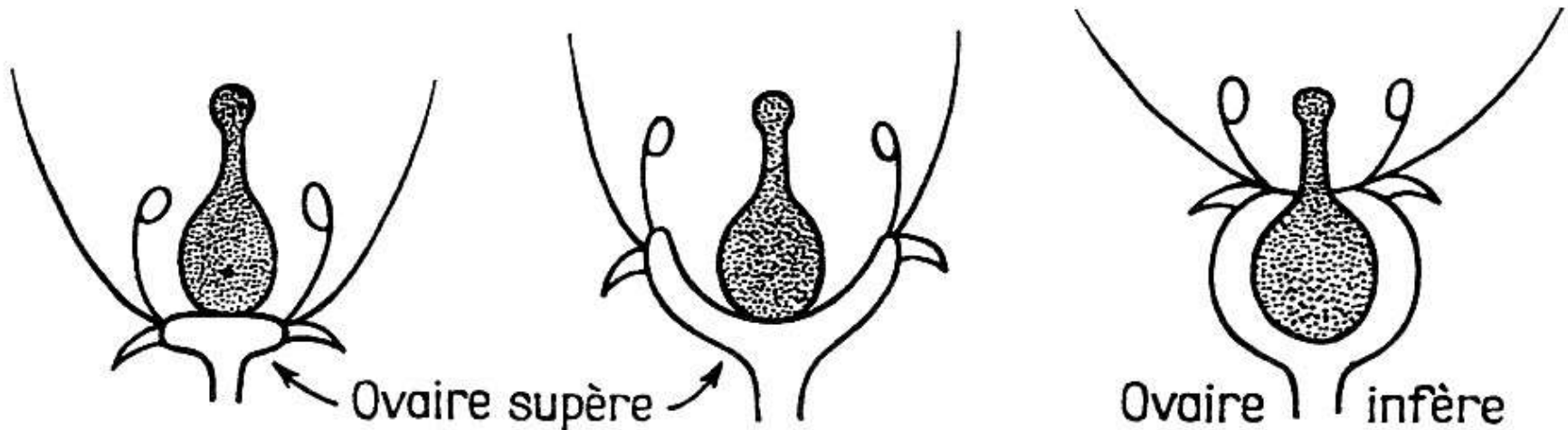
1- Mode de formation des ovaires composés pluriloculaire.

2- Ovaire uniloculaire.

3- ovaire composé surmontant le réceptacle florale.

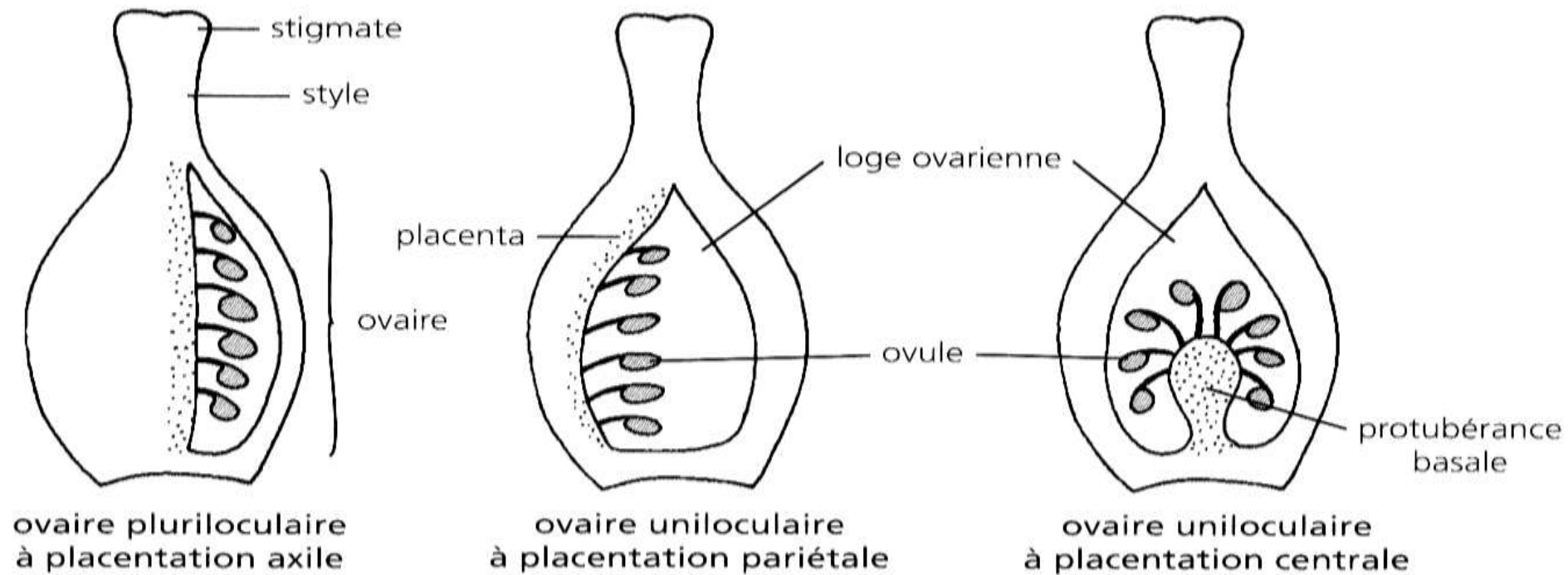
Le gynécée peut être situé au sommet de la fleur, au dessus des étamines, pétales et sépales, dans ce cas il est dit supère (ou fleur superovariée).

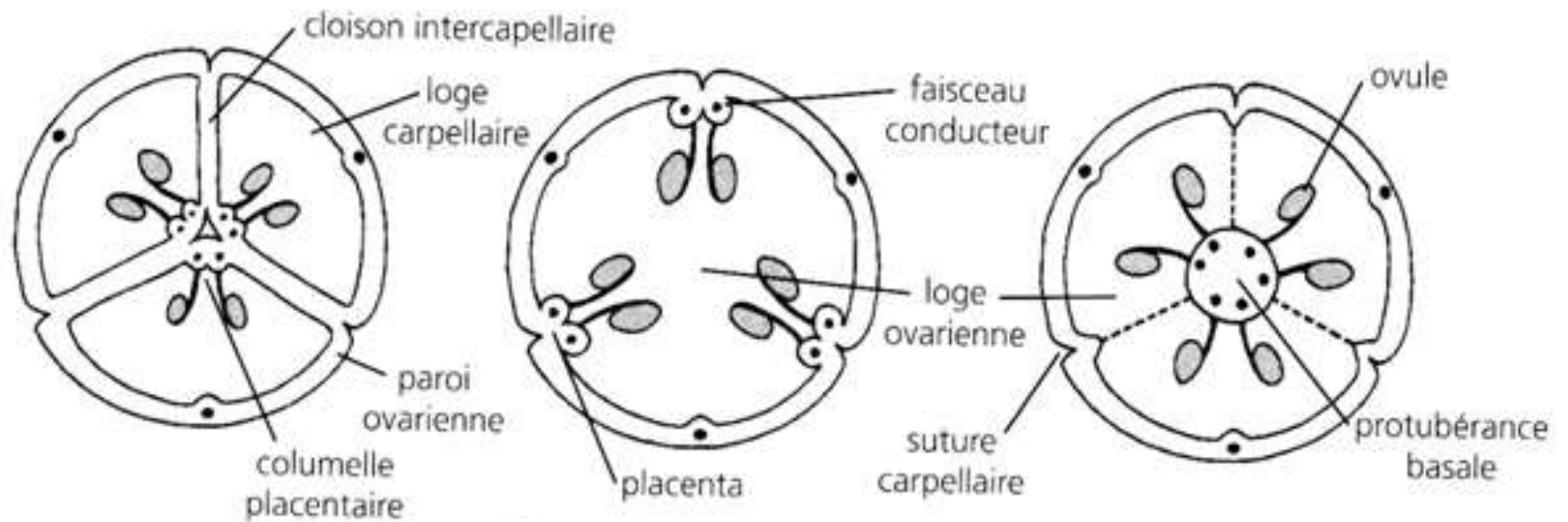
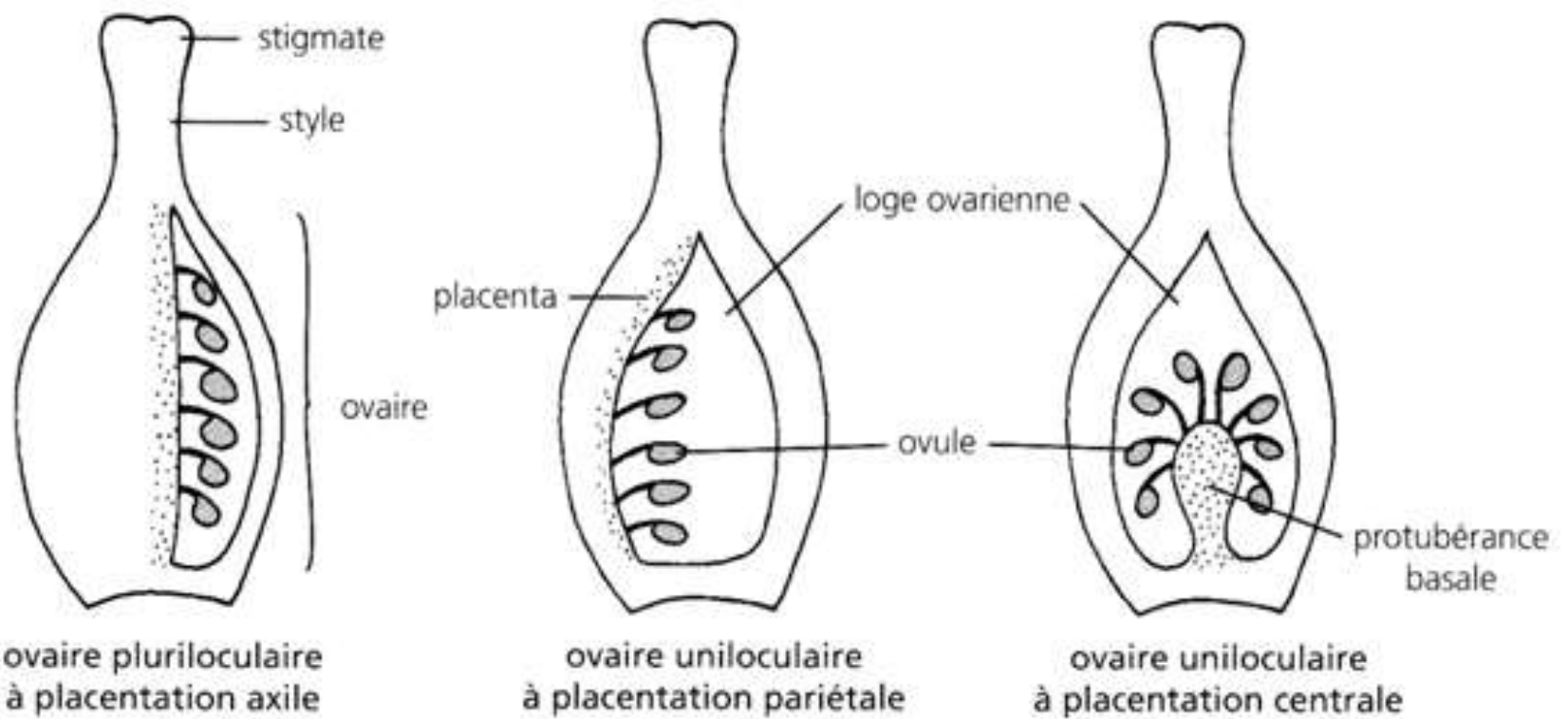
Dans d'autres cas, le gynécée, dit infère, et est surmonté par les autres pièces florales (fleur inférovariée).



La position des ovules dans le gynécée est dite placentation. On distingue 3 types de placentations :

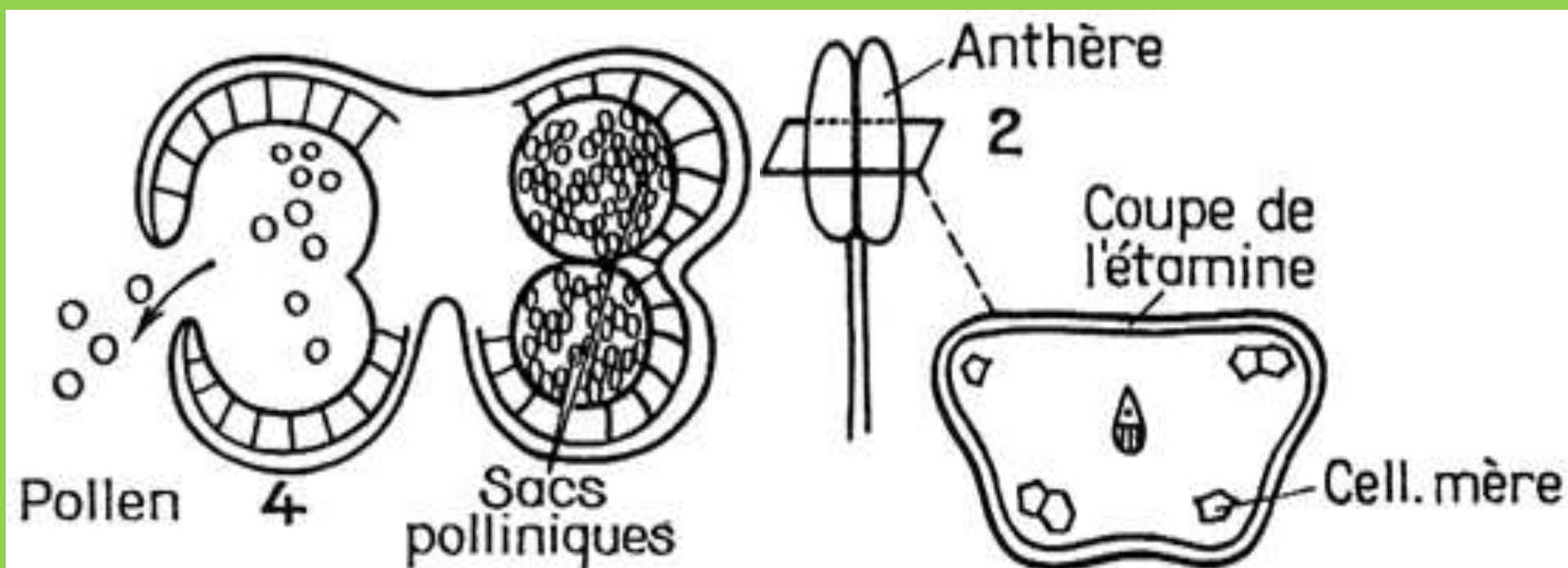
- Placentation axile, l'ovaire est pluriloculaire et les ovules sont insérés dans l'angle interne de chaque carpelle vers l'axe de l'ovaire de la fleur,
- Placentation pariétale, tous les carpelles constituent une seule loge et les ovules sont insérés sur les parois de cette loge,
- Placentation centrale, lorsque l'ovaire est uniloculaire et les ovules sont insérés sur une colonne centrale.

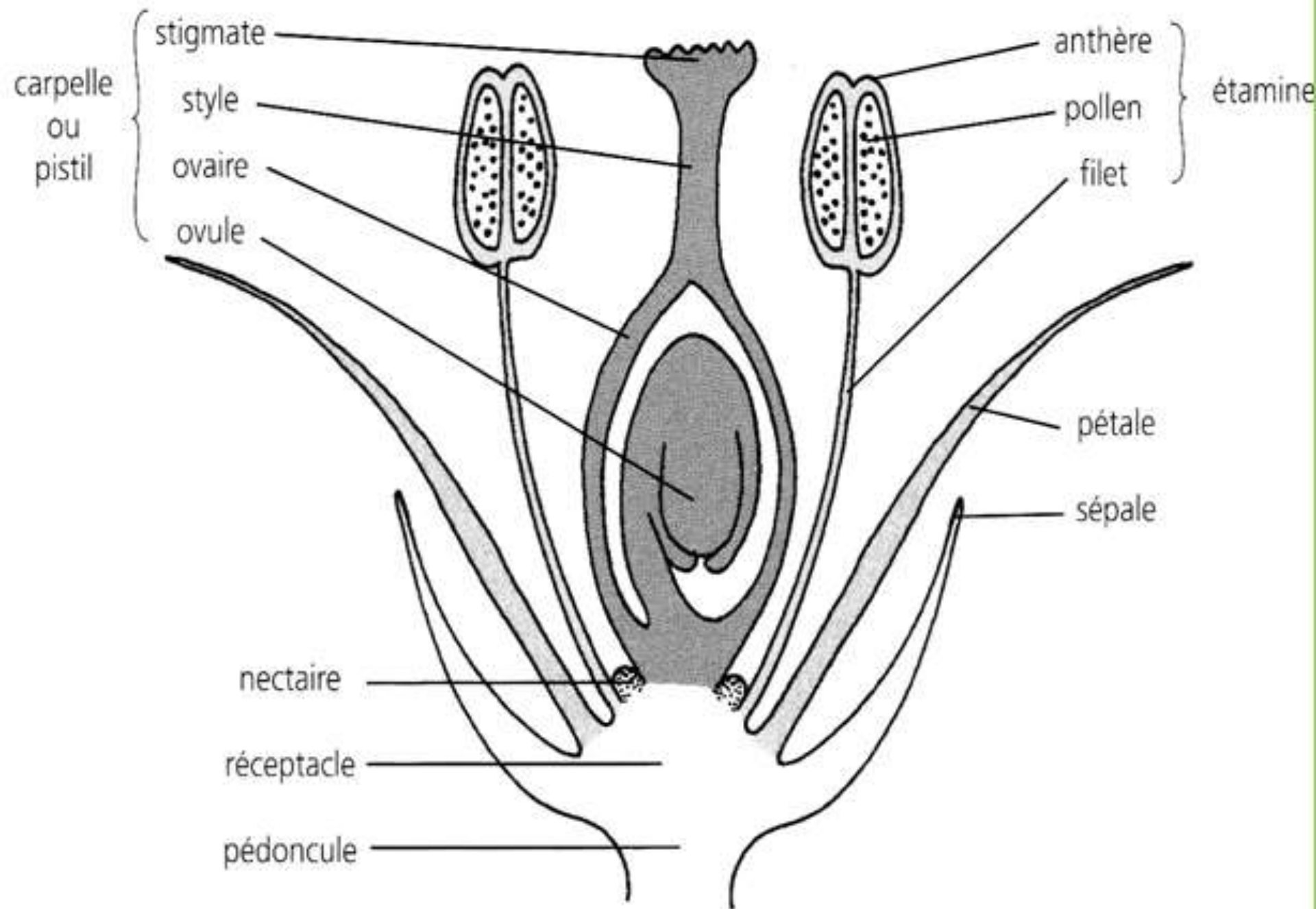




Autour des carpelles, l'ensemble des étamines constitue l'androcée.

Les étamines sont plus évoluées que celles des Gymnospermes: 4 sacs polliniques groupés en deux loges dont l'ensemble est appelé anthères sont portés par un pédicelle ou filet.

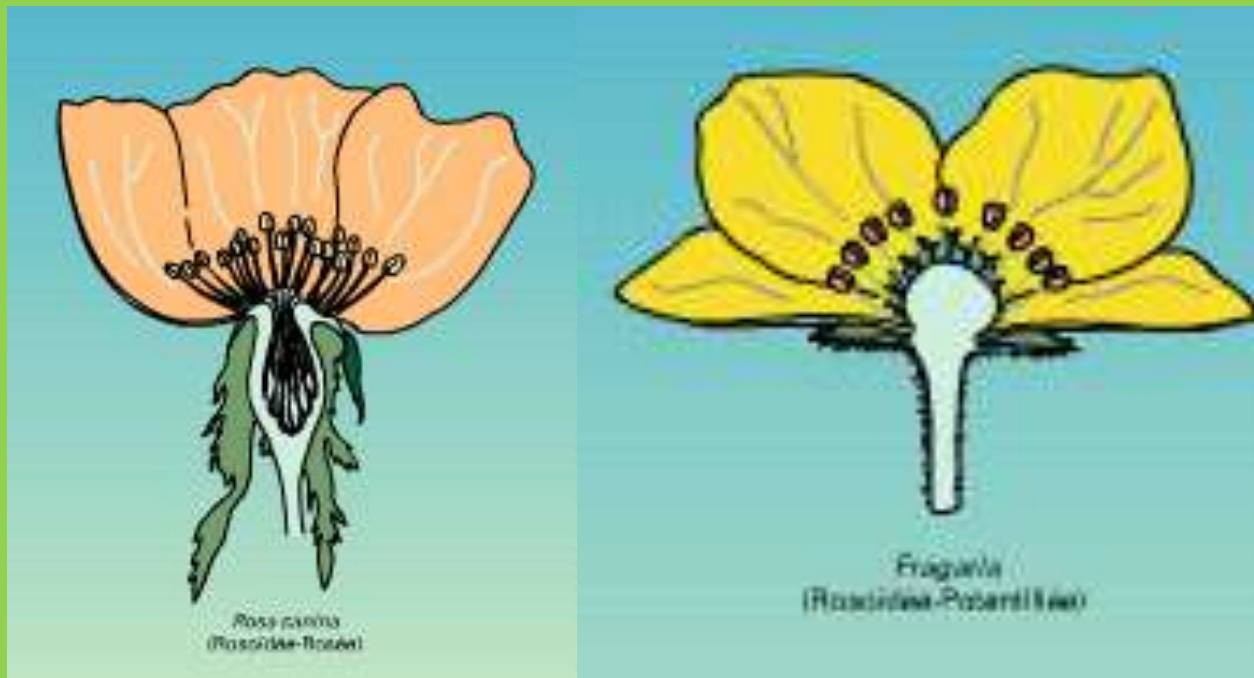




Gynécée et androcée sont à leur tour protégés par des feuilles modifiées, le périanthe, différenciées le plus souvent en deux enveloppes:

- à l'extérieur, le calice comprenant des feuilles vertes assez peu transformées, les sépales,

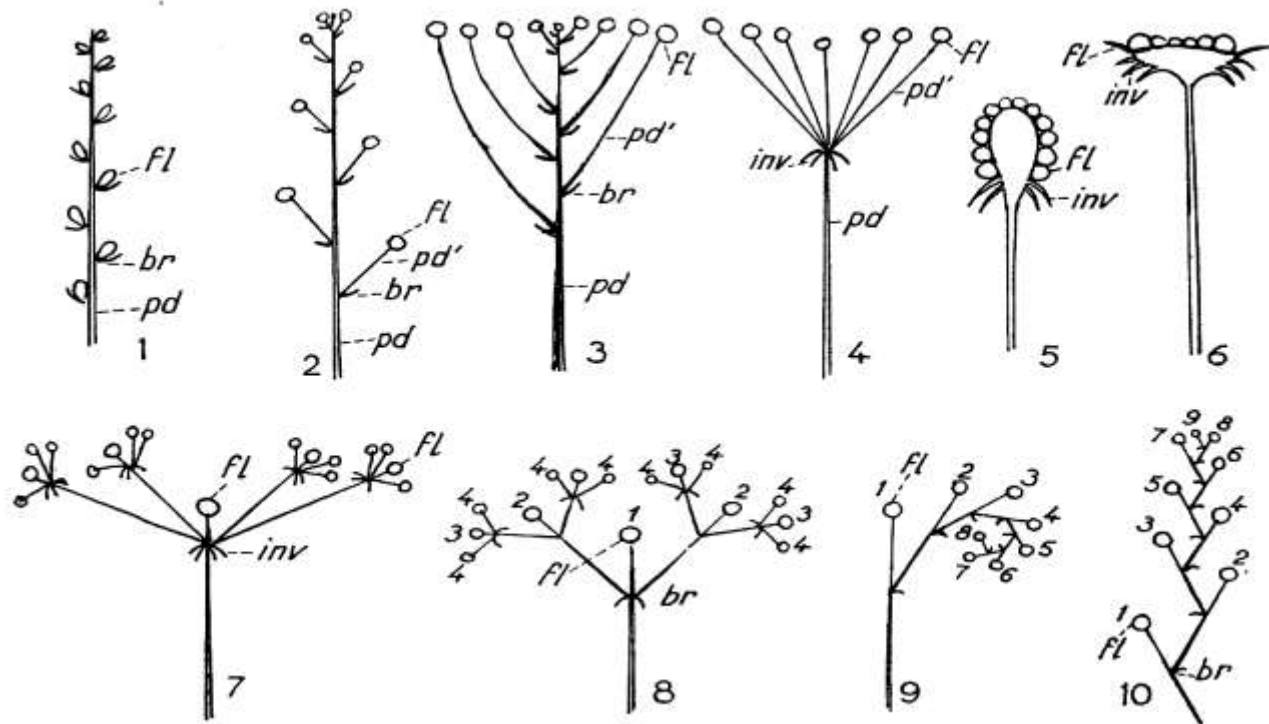
- à l'intérieur, la corolle dont les pièces élémentaires ou pétales sont généralement de couleurs vives.



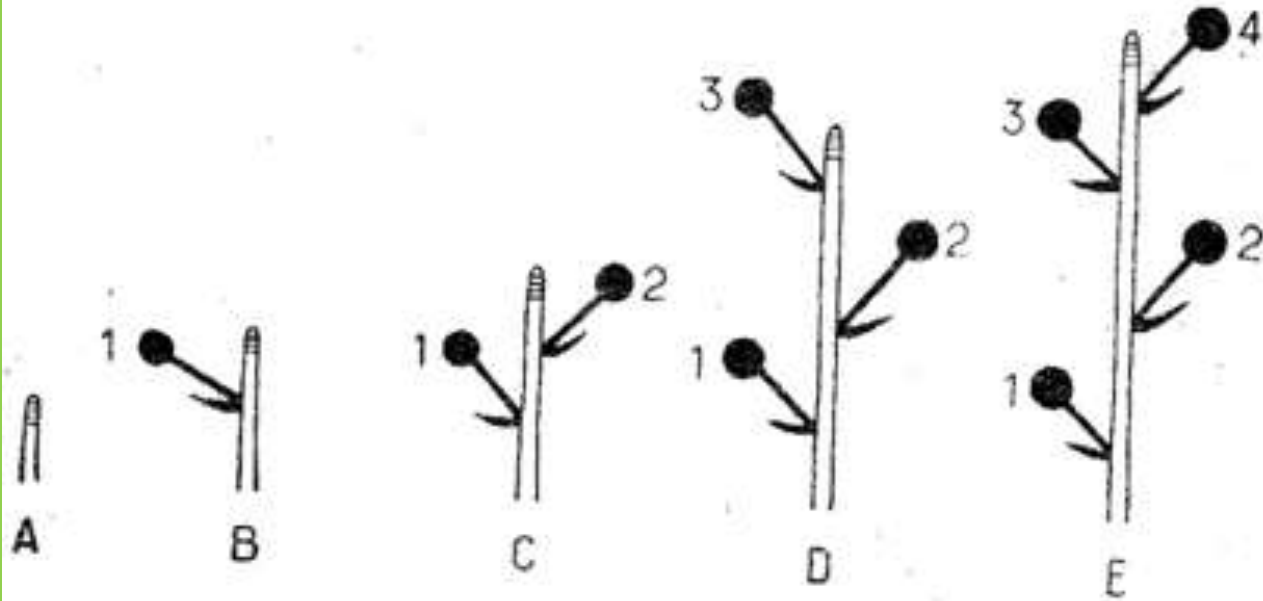
Inflorescence:

Les fleurs se groupent à leur tour en *inflorescence*, dont on distingue deux types fondamentaux:

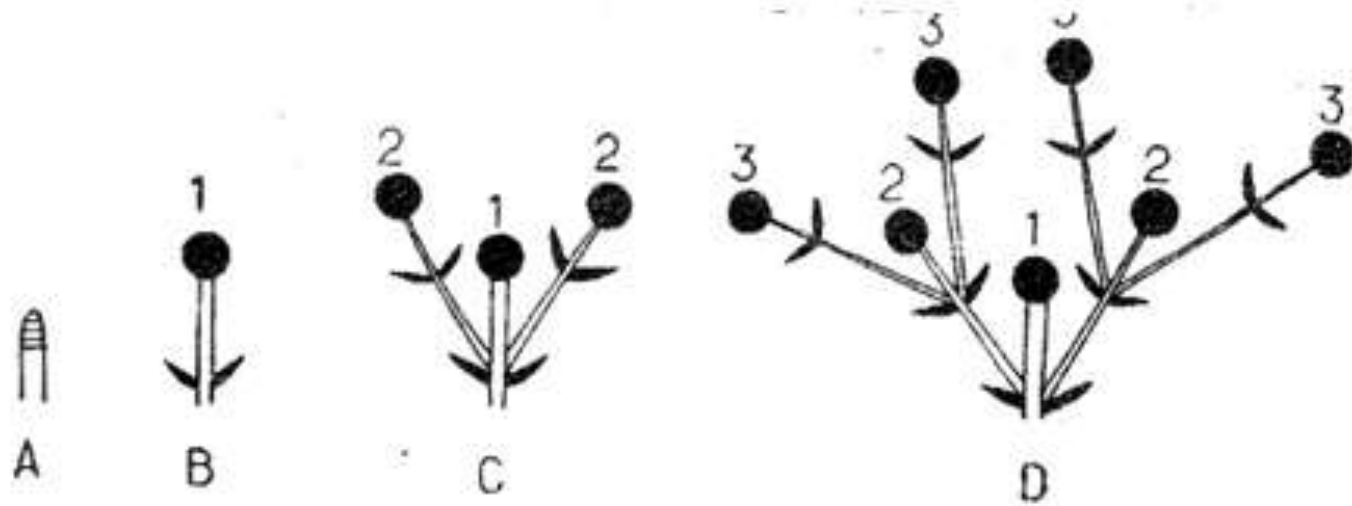
- la *grappe* et ses *variétés*: l'axe principal ne porte généralement pas de fleur,
- la *cyme*: une fleur termine chaque fois l'axe principal.



1. épi
2. grappe
3. corymbe
4. ombelle
- 5 et 6 capitules
7. cyme multipare
8. cyme bipare
9. cyme unipare scorpioïde
10. cyme unipare helicoïde



formation des fleurs dans une grappe.

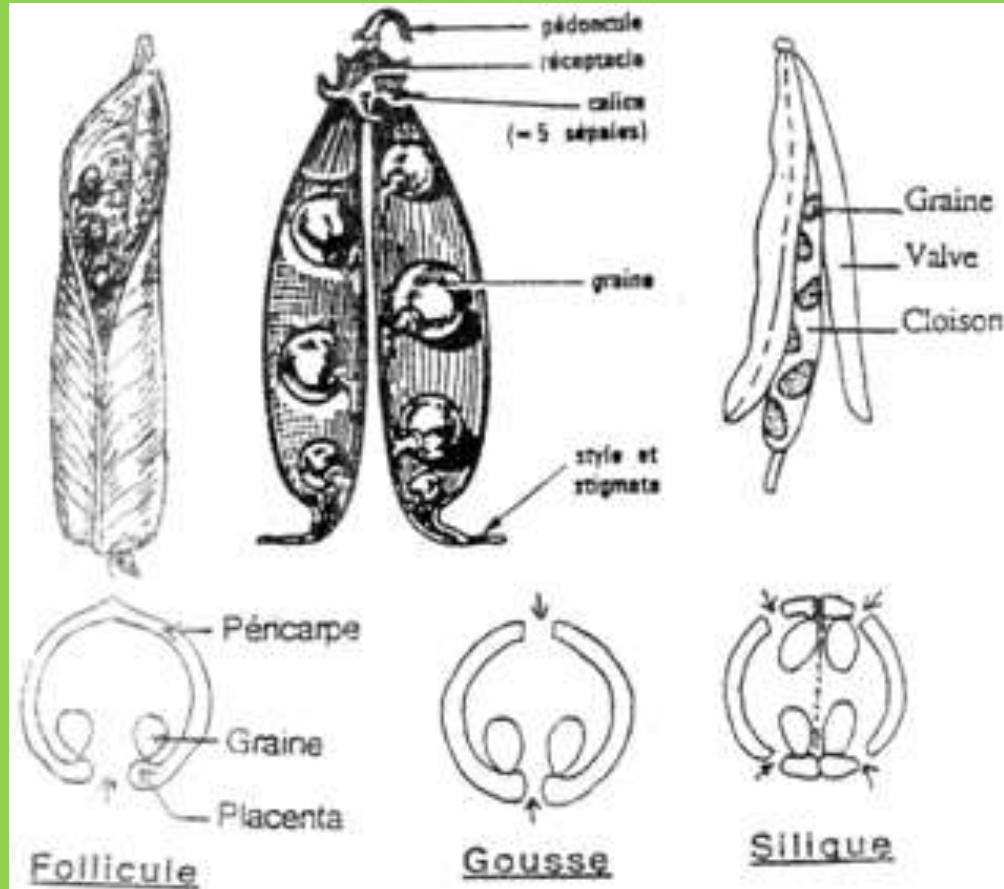


formation des fleurs dans une cyme.

Les fruits

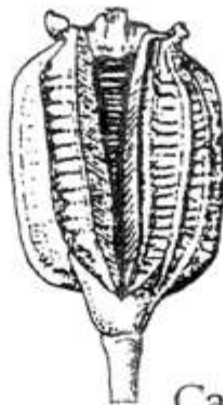
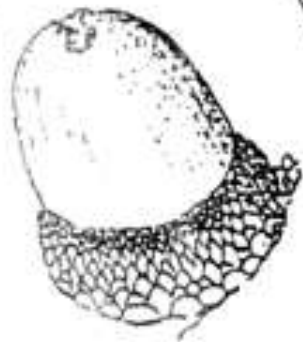
Après la fécondation, tandis que les ovules deviennent des graines, l'ovaire se transforme en un fruit qui peut être:

- Déhiscent, s'ouvre à maturité. On distingue le follicule, la gousse, la silique et la capsule.
- Indéhiscent, ne s'ouvre pas à maturité et ne libèrent donc pas leurs graines, la paroi du fruit se sclérifie. On les désigne sous le nom de: akènes.





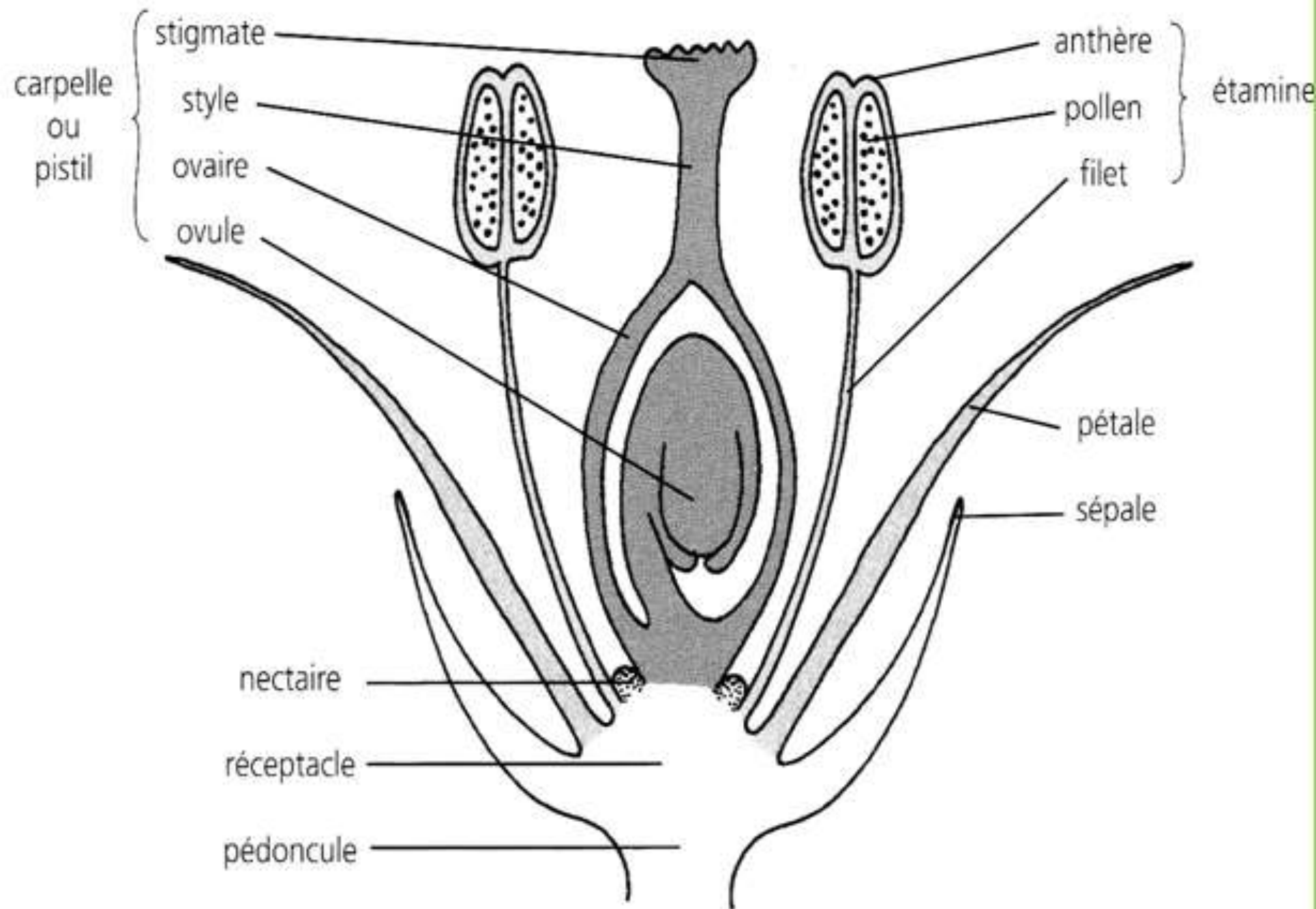
Akènes



Capsule



La fécondation



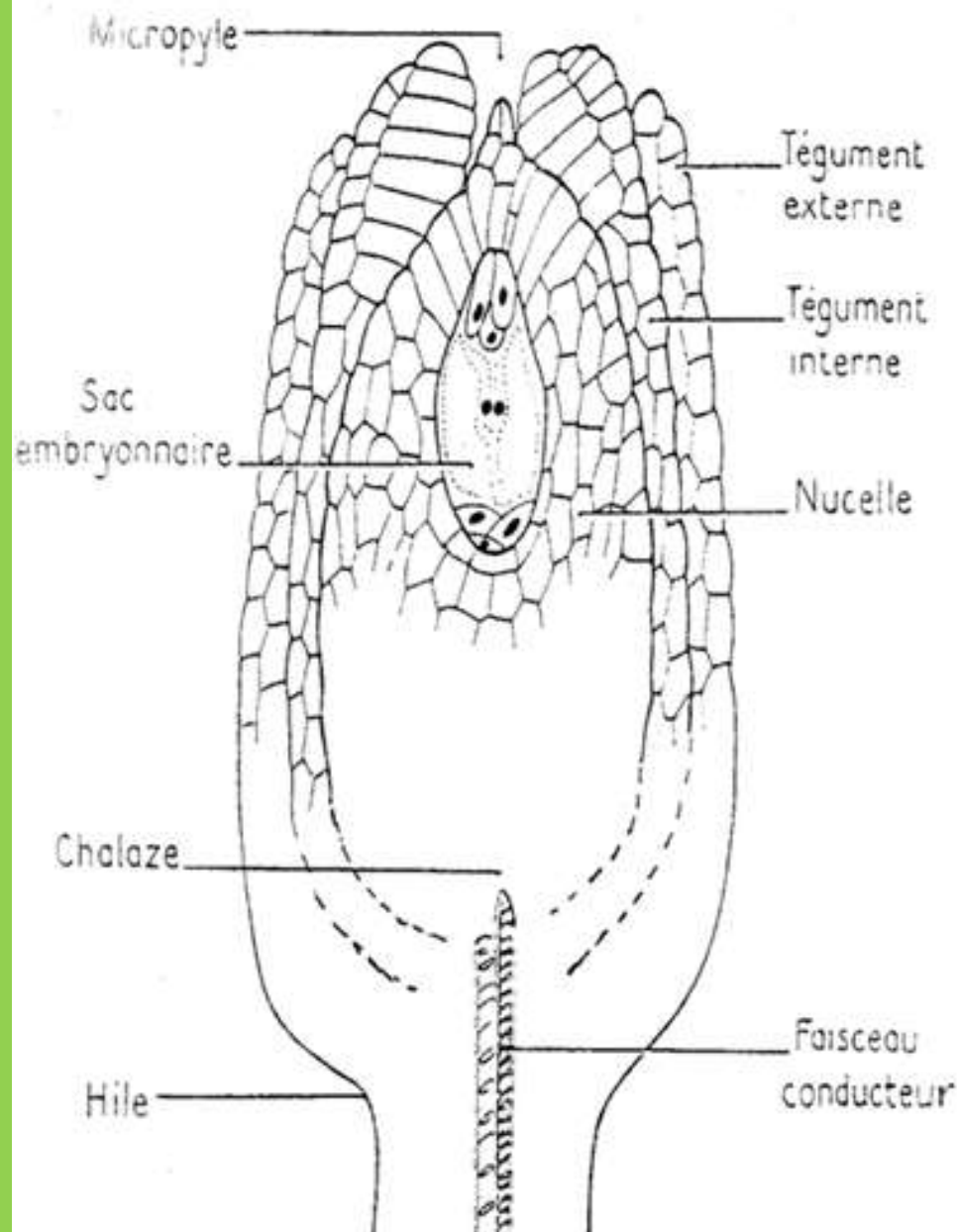
Différentes parties de l'ovule:

Nucelle: (macrosporange) au sein duquel se forment 4 mégaspores et en suite un sac embryonnaire.

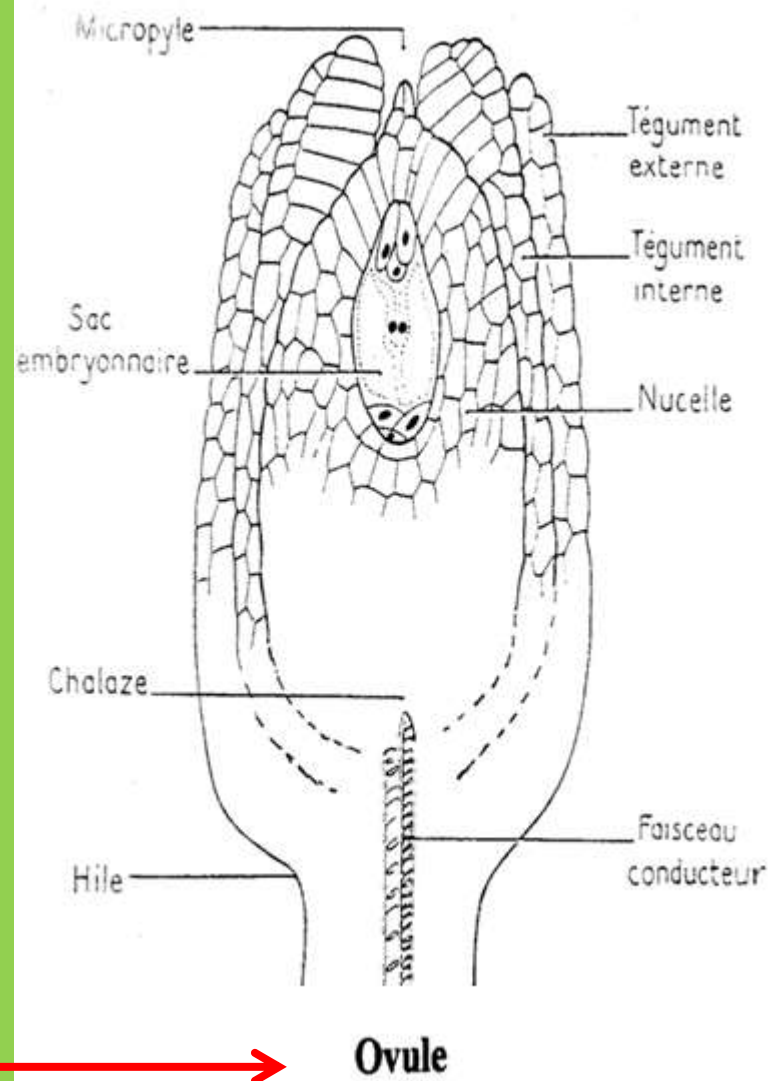
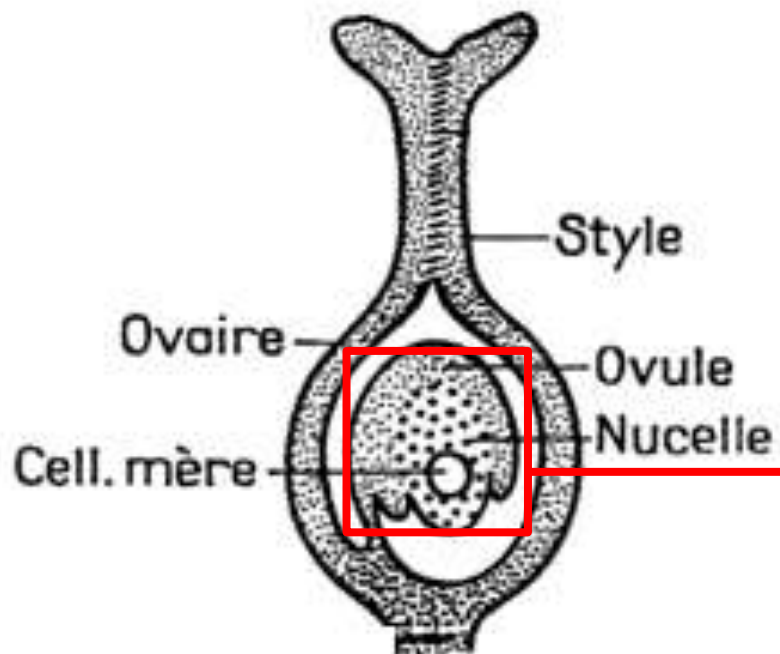
Sac embryonnaire: composé de 7 cellules et 8 noyaux formant le gamétophyte ou prothalle femelle très réduit.

Téguments: recouvrent le nucelle. Qui présentent une ouverture: le micropyle.

Chalaze: point de jonction du nucelle et des téguments.



Ovule



Sac embryonnaire

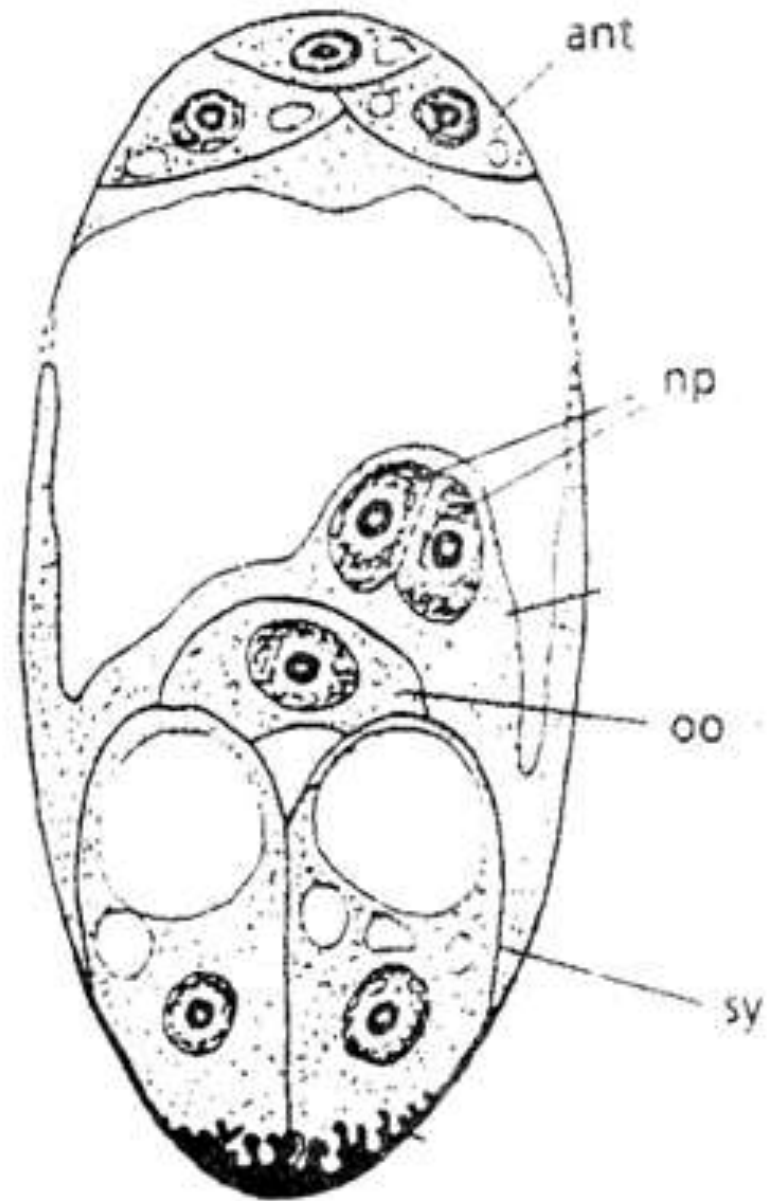
Constituants du sac embryonnaire:

3 antipodes

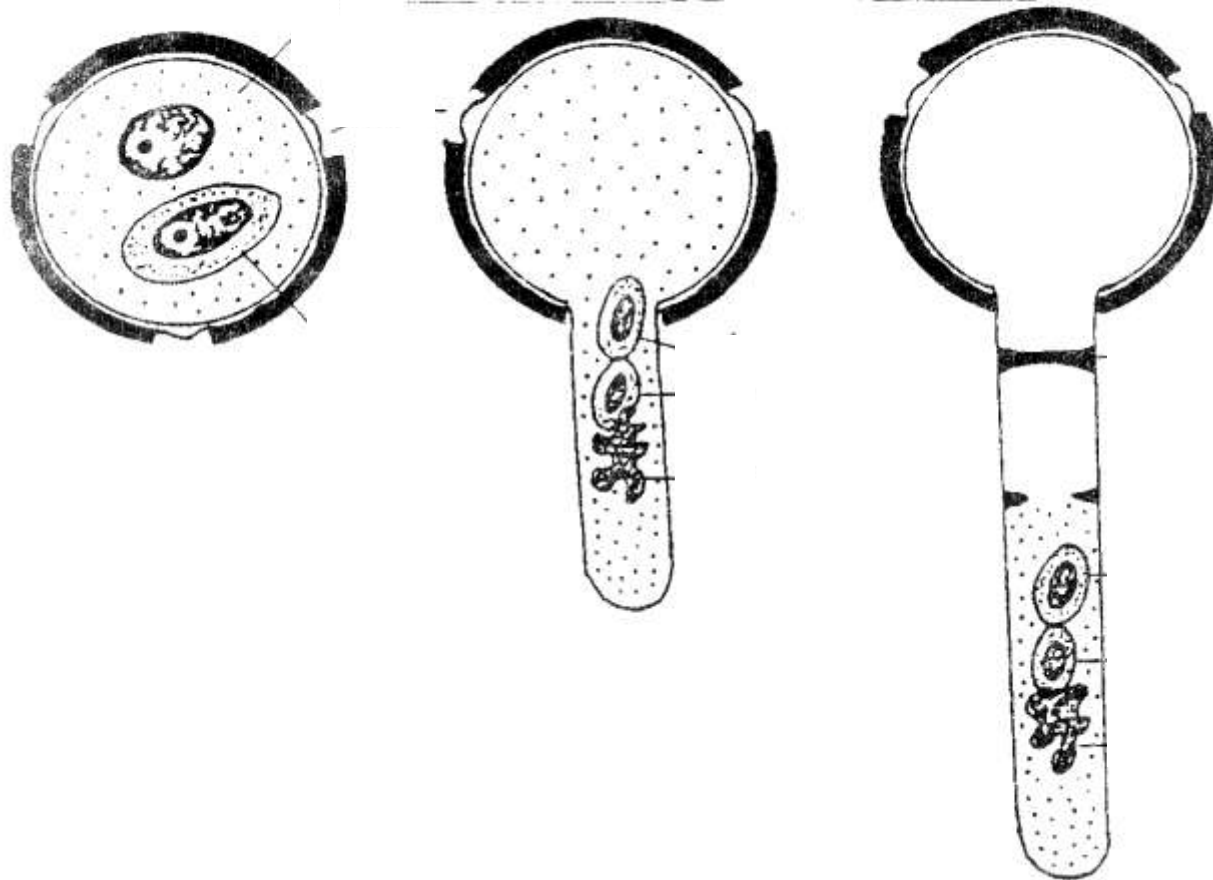
2 noyaux polaires.

1 oosphère

2 synergides



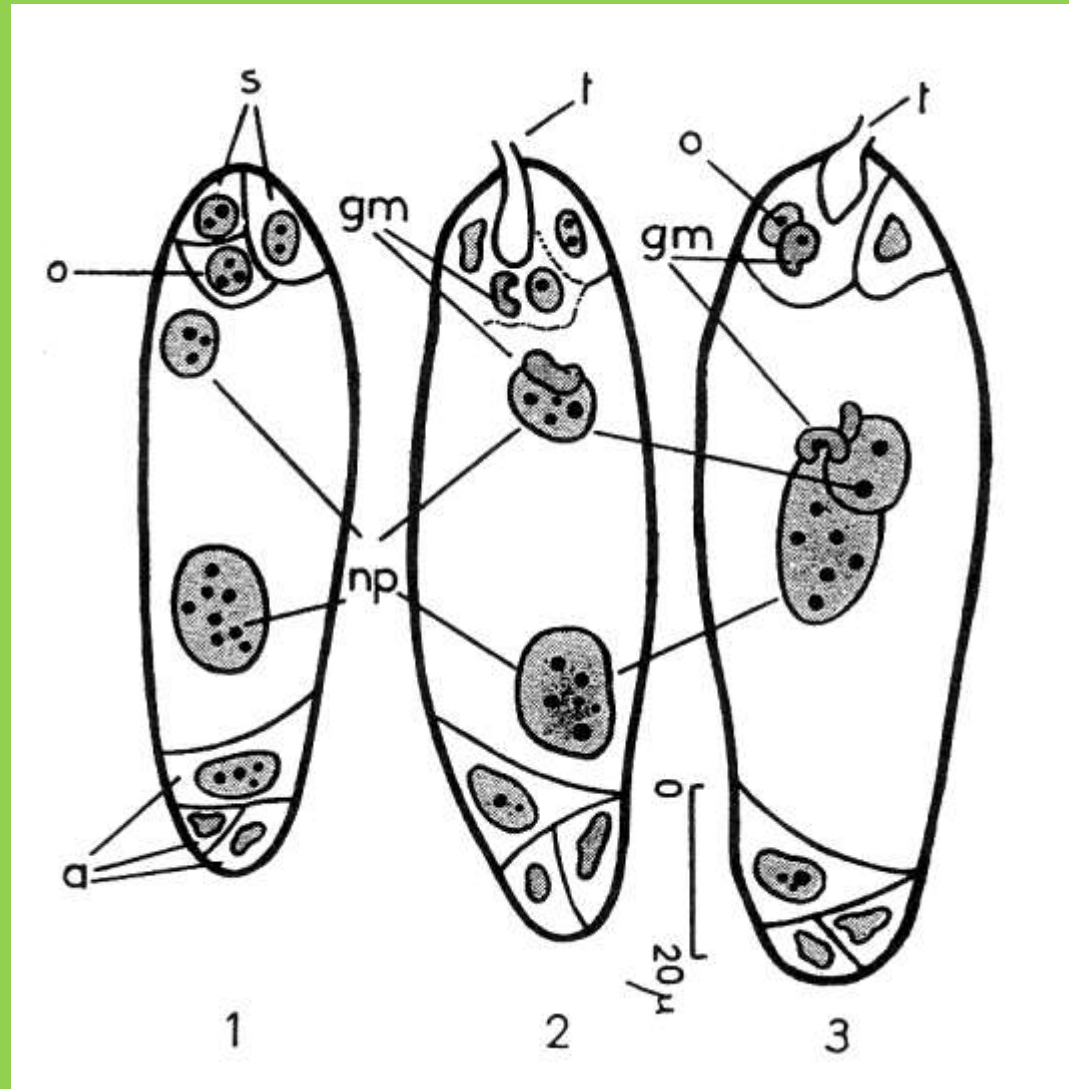
Germination du pollen

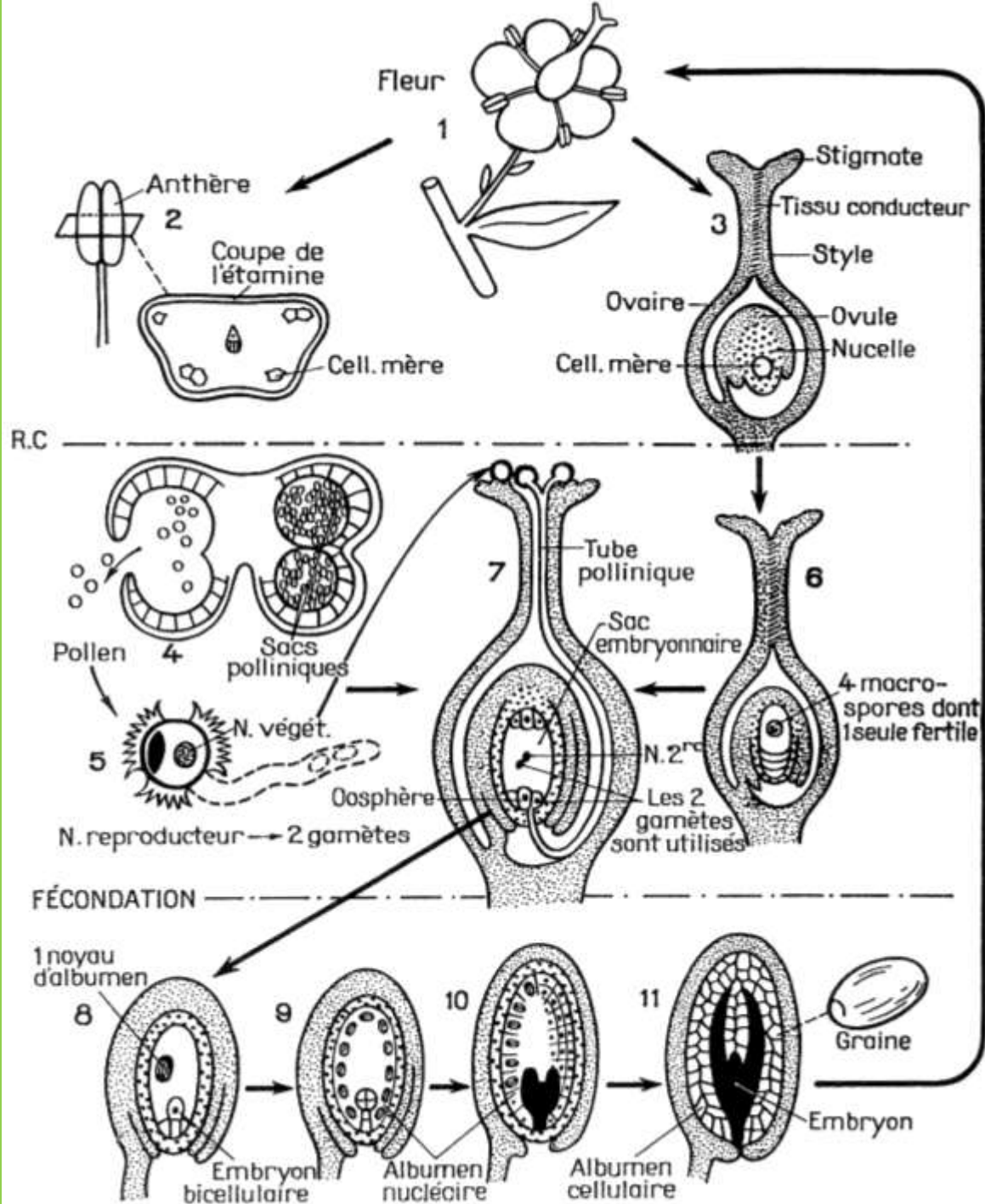


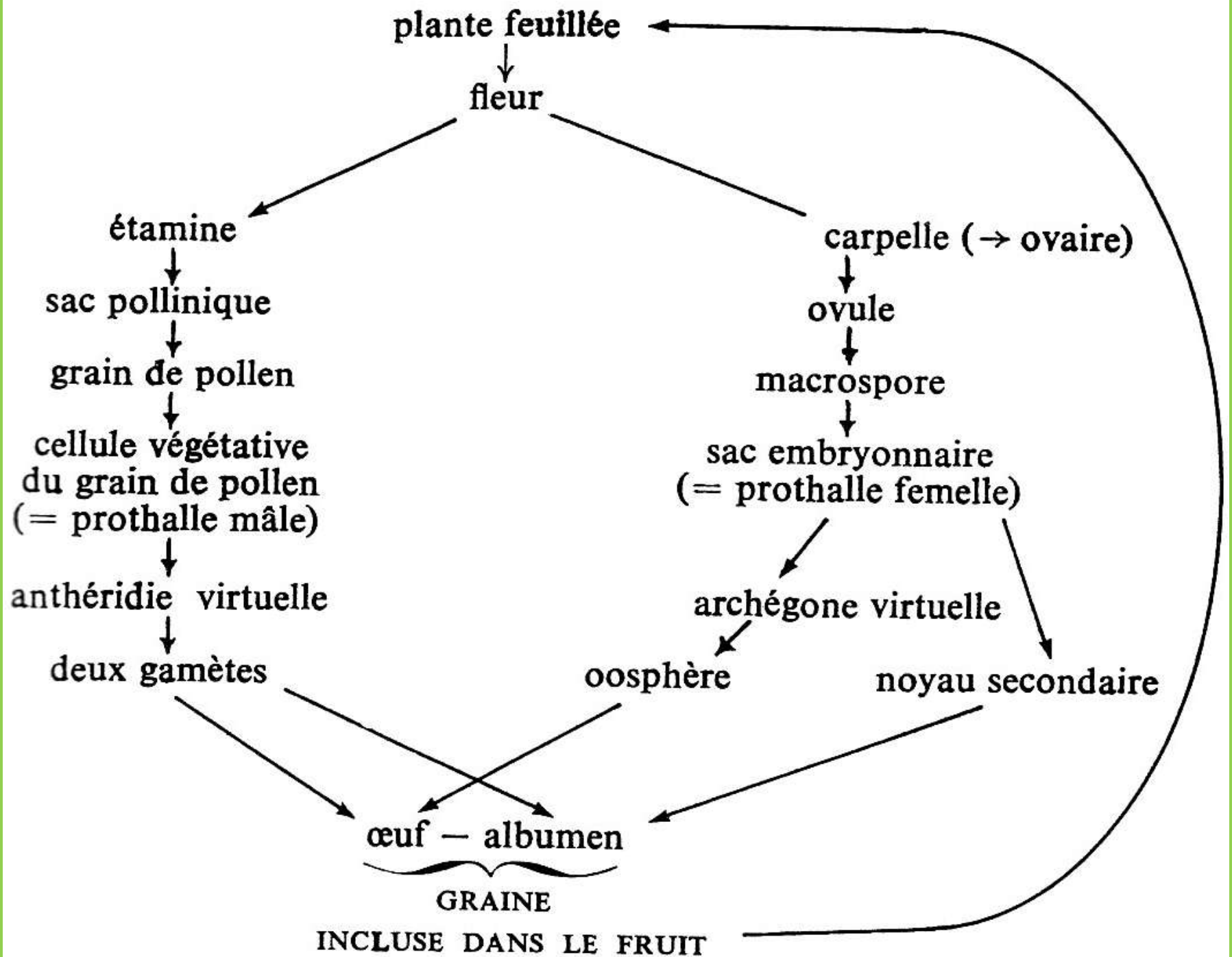
La double fécondation

Un des gamètes engendré par le grain de pollen féconde l'oosphère comme ce que nous avons vu dans les groupes précédents.

Quant au second, il s'unit aux 2 noyaux polaires pour donner un massif cellulaire à 3 n chromosomes: l'albumen, qui constitue un tissu de réserve à partir duquel va se nourrir l'embryon.







Caractères fondamentaux du cycle de développement :

- La double fécondation.
- Une miniaturisation extrême des gamétophytes:
 - ✓ le prothalle mâle est réduit à deux cellules (cellule végétative et cellule reproductrice du grain de pollen),
 - ✓ le prothalle femelle à 7 cellules seulement, on l'appelle sac embryonnaire.

Bryophytes

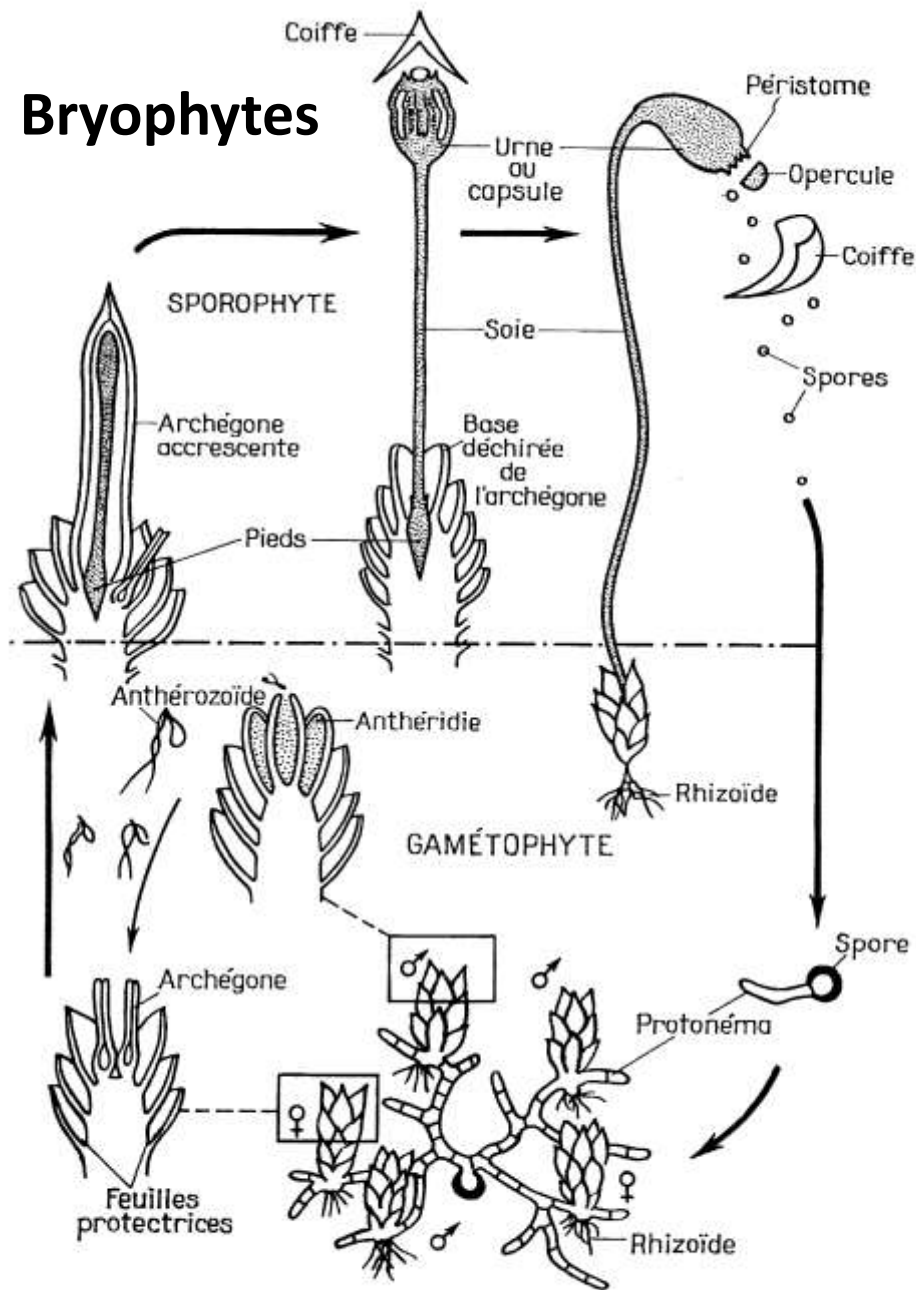
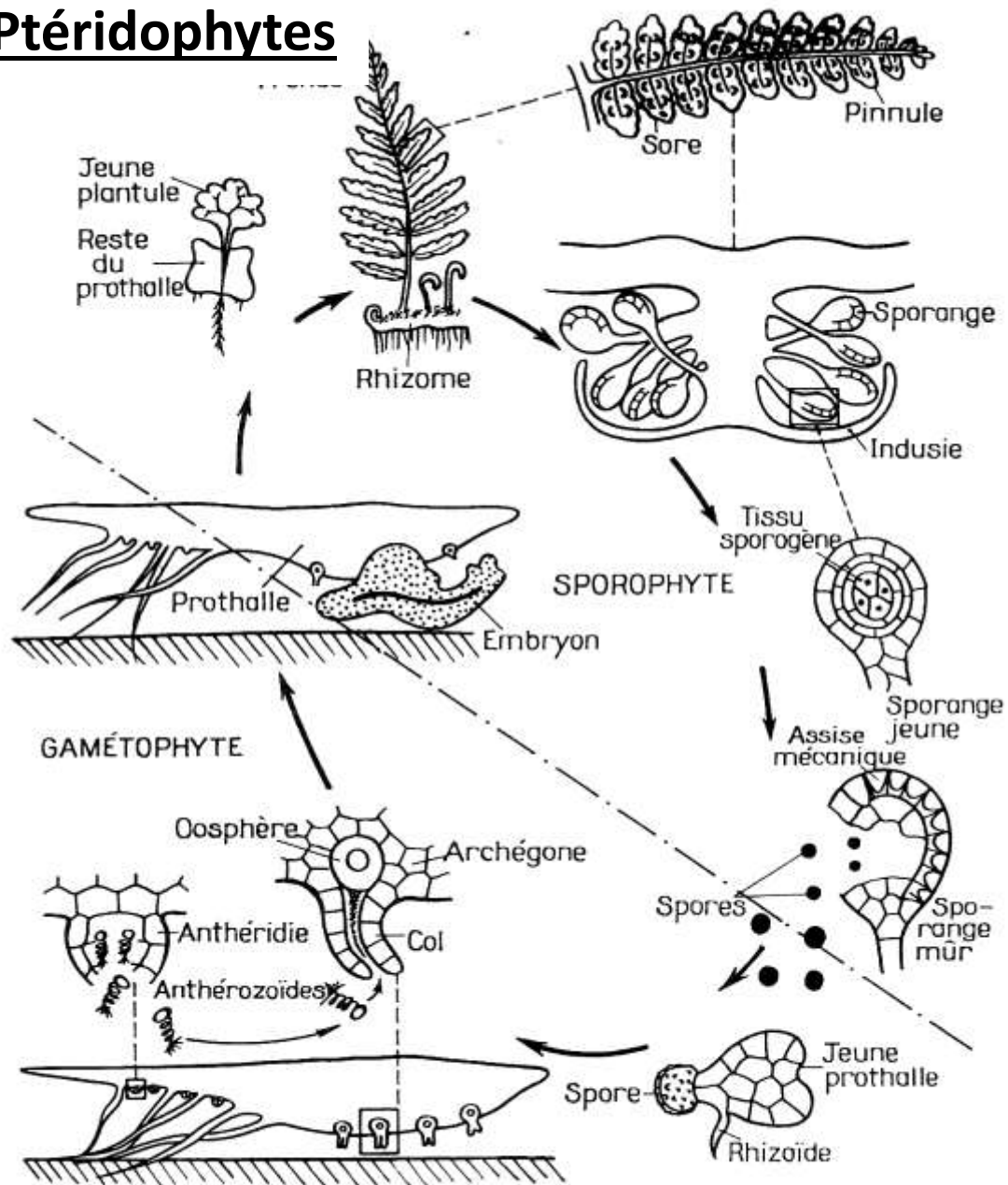


Fig. 7. Cycle de développement de la Funaire hygrométrique.

Ptérédiphytes



Gymnospermes

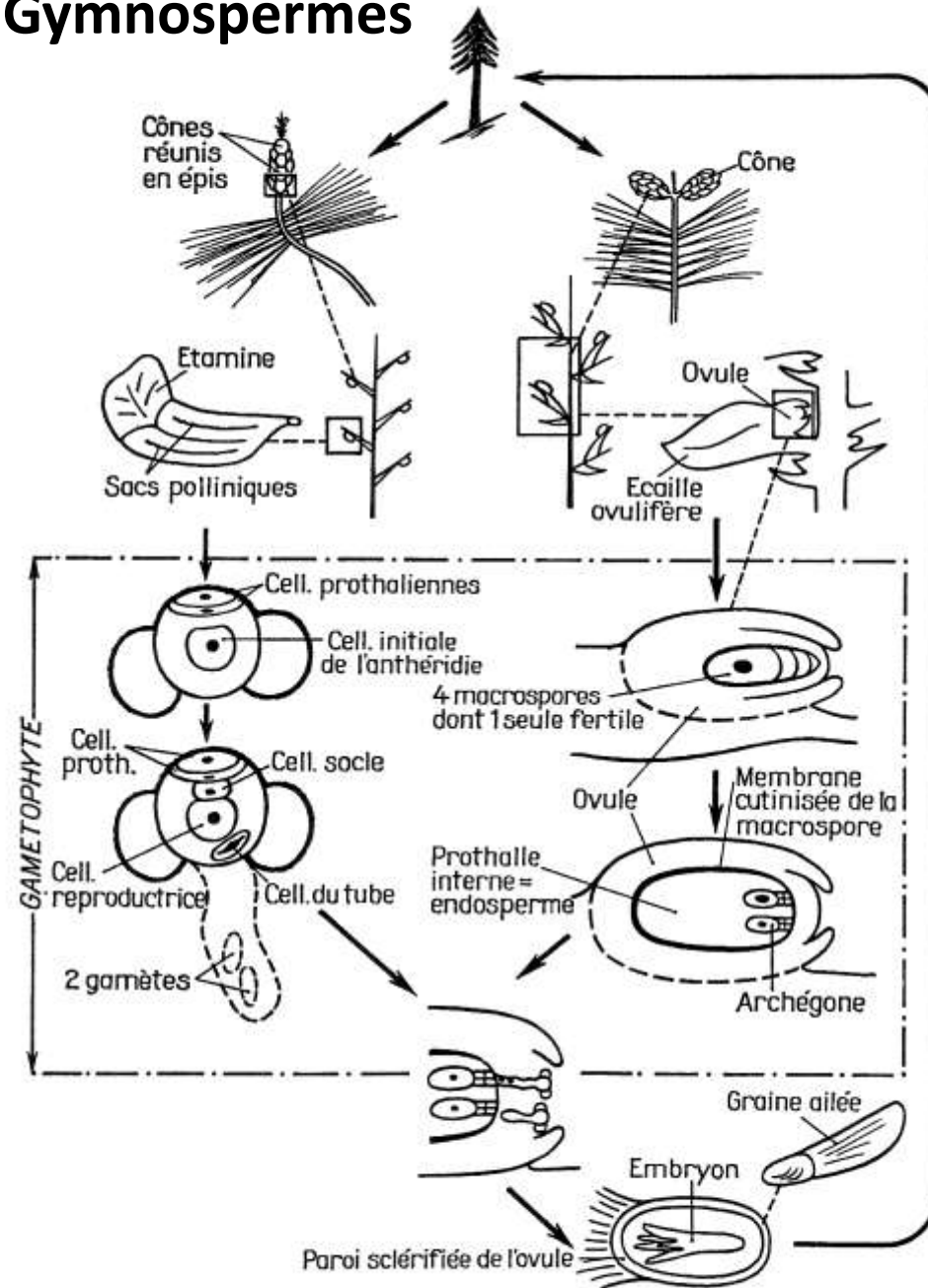


Fig. 29. Cycle de développement du Pin sylvestre.

Angiospermes

