

Les phanérogames (spermaphytes) – Les Gymnospermes

Ce sont des végétaux vasculaires dont la fécondation est indépendante du milieu extérieur et dont les éléments reproducteurs (gamétophytes) sont les grains de pollen chez les mâles et les ovules chez les femelles.

On a deux sous-ensembles majeurs : les gymnospermes dont les ovules et les graines sont nus, et les angiospermes chez qui la graine est dans un fruit.

Ils apparaissent au Dévonien. Leur épanouissement a lieu à la fin de l'ère primaire et pendant l'ère secondaire. Maintenant, ce groupe est en déclin. Les plus nombreux sont les coniférales. Ce sont surtout des arbres et arbustes à feuilles persistantes.

Leur anatomie :

- trachéides à ponctuations aréolées.
- le bois secondaire est homoxylé.
- ils possèdent de nombreux canaux à résine (d'où le terme de résineux).

On trouve trois classes : les Cycadophytes, les Coniférophytes, les Gnétophytes. On a toutefois un autre type de classification avec quatre subdivisions : les Cycophyta, les Ginkgophyta, les Coniférophyta, les Gnétophyta.

I\ Le *Ginkgo biloba* de la division des Ginkgophyta.

C'est un arbre asiatique qui a été introduit en France au

18^{ème} siècle.

A\ Le sporophyte à 2N

1\ L'appareil végétatif.

C'est une espèce dioïque (mâle **ou** femelle). Ses feuilles sont caduques avec deux sortes de rameaux. On a les pousses longues, à entre-nœuds allongés et à croissance indéfinie : ce sont les auxiblastes. On a ensuite les pousses courtes, qui sont sexuées et à croissance définie : ce sont les mésoblastes.

2\ L'appareil reproducteur mâle (à fleurs mâles).

Les fleurs sont constituées par des bouquets d'étamines situés à l'aisselle des feuilles. Les étamines sont formées par un filet portant deux sacs polliniques. A maturité, il y a ouverture du sac par la fente longitudinale : c'est la libération du pollen.

Les sacs polliniques proviennent de la différenciation d'un massif d'archéspores (à 2N) se divisant et donnant une assise nourricière (le tapis) et les cellules mères des microspores à 2N.

3\ L'appareil reproducteur femelle (à fleurs femelles).

Ces fleurs sont situées à l'extrémité des rameaux courts. Elles sont sur un axe (le pédicelle), qui porte deux ovules, dont une qui avortera en formant une cupule. Les ovules (ou, masses cellulaires, ou nucelle) sont entourés par un tégument interrompu, au sommet, par le micropyle.

B\ Les gamétophytes.

1\ Le gamétophyte mâle.

Il est dans le sac pollinique. Les archéspores à 2N subissent la réduction chromatique pour donner des microspores qui vont

évoluer en grains de pollen. Un grain de pollen est composé de deux cellules prothalliennes protégées par l'exine, d'une cellule gamétogène, d'une grande cellule végétative protégée par l'intine. La partie végétative du grain de pollen est constituée par une cellule prothallienne et par les deux autres cellules non prothalliennes.

2\ Le gamétophyte femelle.

Dans le nucelle, l'archéspore donne une cellule mère qui subit la réduction chromatique et qui donne 4 mégaspores (seule la plus interne va se développer en donnant le gamétophyte femelle : l'endosperme). Cet endosperme va subir de nombreuses divisions et va être formé de deux parties : par un endosperme coenocytique (avec beaucoup de noyaux) et par un endosperme définitif qui est un ensemble de cellules où s'accumulent des réserves (amidon et lipides). Au sommet de l'endosperme, deux archégonies se différencient.

C\ Pollinisation et germination.

Le pollen est disséminé par le vent au printemps alors que les ovules ne sont pas encore mûres. Il y a alors une sécrétion de liquide mucilagineux par le micropyle qui permet la fixation des grains de pollen. Il y a résorption de l'ensemble, liquide plus pollen, vers la chambre pollinique qui se referme. Le grain de pollen va germer pour donner un microprothalle, en se fixant dans le nucelle. La cellule gamétogène se divise et donne une cellule du pied (ou cellule du tube) et une cellule du corps (reproductrice). Cette cellule reproductrice donne deux anthérozoïdes (ou spermatozoïdes flagellés).

D\ Fécondation et formation de l'œuf et du sporophyte.

Libérés du grain de pollen, les spermatozoïdes nagent dans le liquide du nucelle et l'un d'eux va féconder l'oosphère (c'est une zoïdogamie à milieu interne à l'organisme liquide). Cette fécondation est suivie de la formation de zygote (ou œuf). Le noyau du zygote se divise immédiatement et donne un pré-

embryon qui se différencie en deux zones. Une zone supérieure qui est un suspenseur (c'est aussi le col de l'archégone), et une zone inférieure méristématique : l'embryon qui, complètement différencié, est formé d'une radicule, d'une tigelle, d'une gémule et de deux cotylédons.

E\ Le développement de l'ovule fécondé.

A maturité, l'ovule donne une pré-graine dont le tégument se divise en trois couches. Le nucelle persiste en une mince couche. L'endosperme occupe toute la partie centrale. Les réserves sont dans l'endosperme avant la fécondation. Les ovules peuvent tomber avant d'être fécondés. Il n'y a pas de vie ralentie avant la germination.

Chez le Ginkgo, on assiste à la première apparition d'un ovule (mégasporange) nu. Le gamétophyte n'a pas de vie autonome : le gamétophyte mâle est parasite du sporophyte et le gamétophyte femelle est réduit.

La fécondation est une zoïdogamie avec le liquide fourni par l'ovule. Le cycle est haplodiplophasique, il est surtout diplophasique car c'est la seule forme de vie autonome.

II\ Le pin coniferophyta.

Ce sont des arbres de grande taille dont les feuilles sont groupées par deux en aiguilles. L'espèce est monoïque. L'appareil végétatif constitue le sporophyte. Cette espèce entraîne une acidification du sol qui devient alors moins fertile.

A\ Les appareils reproducteurs (sur le sporophyte).

1\ L'appareil mâle.

Il est constitué de cônes groupés en épis à la base de jeunes pousses. Les cônes sont des associations, autour d'un axe de feuilles modifiées (ou écailles), qui forment les étamines. Le

sporange (le sac pollinique) est situé à la face inférieure des écailles. Le pollen est libéré par une ouverture longitudinale. Chaque grain est limité par une paroi riche en sporopollénine, dilatée latéralement en bâtonnets, ce qui favorise la dissémination par échoirie. Une microspore haploïde donne un grain de pollen. Le gamétophyte mâle se développe dans le sac pollinique, puis, à maturité, le grain est constitué de deux cellules prothalliennes, d'une cellule reproductrice et d'une cellule végétative. Le grain est disséminé pendant sa phase de vie ralentie.

2\ L'appareil femelle.

Des cônes se développent au sommet des jeunes pousses et sont une association d'écailles à l'aisselle des bractées. Au printemps de la première année, deux ovules sont à la face supérieure de chaque écaille. Les ovules ne sont pas protégés par une formation sporophytique, ce qui les laisse nus. Le nucelle est entouré d'un tégument laissant une ouverture apicale (le micropyle).

Quand l'archéspore augmente de taille, elle subit la méiose qui donne quatre mégaspores dont seule, la plus profonde, persiste. Le noyau se divise plusieurs fois et donne le gamétophyte femelle. L'endosperme coenocytique arrête vite de se développer.

B\ La pollinisation.

Elle est assurée par le vent. Les grains de pollen sont captés par le mucilage et arrivent au contact du nucelle. Ils germent alors en produisant un tube pollinique dans lequel s'engage le noyau de la cellule végétative. Puis la cellule reproductrice se divise en deux cellules dont une cellule spermatogène (anthéridie). Le développement s'interrompt alors jusqu'au printemps suivant.

C\ La fécondation.

Le développement du gamétophyte femelle reprend car il y a formation de cellule dans l'endosperme. Quand celle-ci a terminé, il y a individualisation de 2 ou 3 archégonies. Les archéspores donnent une oosphère volumineuse à col réduit.

Le pollen a une reprise de métabolisme plus tardive (seulement quelques jours avant la fécondation). L'anthéridie se divise en deux gamètes mâles non limités par une paroi.

Quand le tube pollinique, dans le col de l'archégonie, déverse son contenu dans l'oosphère, on a une cellule mâle qui dégénère et une qui s'unit à l'oosphère pour former un zygote à 2N. Le gamète mâle n'a jamais été mobile : c'est une fécondation par siphonogamie.

D\ Le zygote.

Après s'être divisé deux fois, le zygote donne un embryon coenocytique à quatre noyaux dans la partie basale (à l'opposé du col de l'archégonie).

Les cellules les plus basales sont les cellules embryonnaires. Elles sont surmontées par la cellule du suspenseur qui s'allonge de manière importante. Cette croissance donne une séparation de quatre cellules embryonnaires qui donnent quatre embryons dont trois qui dégénèrent. L'embryon qui reste s'organise en une jeune plantule.

E\ La graine.

Pendant le développement de l'embryon, les cellules de l'endosperme et des jeunes feuilles de la plantule (cotylédons) se chargent de réserves ; le tégument s'épaissit, se lignifie ; l'endosperme et la plantule se déshydratent et sont accompagnés d'une réduction des activités métaboliques. C'est le passage à la vie ralentie. L'ovule est transformé en une graine pourvue d'une aile. Après une période de vie ralentie, quand les conditions sont favorables, la graine germe et donne une nouvelle plante feuillée.

Le cycle est caractérisé par l'alternance d'une génération sporophytique dominante et d'une génération gamétophytique réduite. Cette dernière se développe au sein du sporophyte, en parasite de celui-ci. Les différences essentielles avec le Ginkgo portent sur la fécondation (ici on a siphonogamie) et sur la graine qui, ici, est une véritable graine capable de vivre à l'état de vie ralentie.