

Les Ptéridophytes

Les ptéridophytes (Ptéros= ailes) sont un groupe de végétaux polyphylétiques apparus il y'a moins de 400 millions d'années. Ce sont des cryptogames vasculaires à l'origine d'une lignée évolutive (Fig.1), basée sur la miniaturisation extrême de la génération gamétophytique et un développement important de la génération sporophytique, conduisant aux plantes à fleurs actuelles. Les ptéridophytes sont bien adaptés à la vie terrestre, cependant la fécondation nécessite encore la présence de l'eau puisque les gamètes mâles (anthérozoïdes à 30-40 flagelles) sont nageuses.



Figure 1: Origine des ptéridophytes

I Anatomie et morphologie

I-1 Sporophyte

La génération sporophytique diploïde est prédominante chez les ptéridophytes. Ceci se traduit par un appareil végétatif perfectionné, muni d'organes et de tissus structurellement et fonctionnellement différenciés.

I-1-1 Les racines

L'appareil racinaire apparaît avec les ptéridophytes grâce à la présence des tissus conducteurs. Il permet une meilleure tenue de la plante au sol mais surtout de puiser les sels minéraux et l'eau en profondeur. De plus il permet une résistance relative aux températures froides.

I-1-2 Les tissus conducteurs

Les Ptéridophytes sont les premiers végétaux vasculaires, ce qui leur a permis de conquérir de nombreux territoires. En effet les vaisseaux permettent de distribuer la nourriture à chacune des cellules d'un organisme, la croissance de celui-ci n'est alors

plus limitée. De plus ces vaisseaux permettent à la plante de résister à son propre poids, ce qui était inutile dans le milieu aquatique. On y distingue deux types de tissus différents : le phloème et le xylème.

Les vaisseaux du bois ont pour rôle le transport de l'eau et des sels minéraux (ou sève brute) absorbés vers les feuilles. Ils se forment par empilement de cellules qui vont produire beaucoup de lignine. Cette substance, très rigide, va s'accumuler dans les parois de ces cellules et entrainer leur mort. Les cloisons mitoyennes disparaissent et il ne reste alors qu'un long tube rigide par lequel circulera la sève brute. C'est la perte d'eau, par transpiration et évaporation, au niveau des feuilles qui entraîne l'aspiration de la sève brute vers le haut. Ce sont ces vaisseaux du bois qui donnent aux végétaux leur port érigé. Les vaisseaux du liber distribuent aux organes la sève riche en sucres et autres substances produites par **photosynthèse** dans les feuilles (ou sève élaborée). Ces vaisseaux sont constitués de cellules vivantes. La circulation de la sève se fait donc de cellule à cellule.

I-1-3 Les feuilles

C'est avec la ramification des tiges que sont apparues les feuilles proprement dites. Il y a eu une altération de la dichotomie (la division en deux des tiges), avec prépondérance d'un rameau sur les autres. Puis les rameaux réduits se sont transformés par aplatissement en phylophores, en microphylls (pennes) et puis en macrophylls ou frondes. Structurellement parlant, une feuille possédera ainsi un pétiole, un rachis, des pennes découpées éventuellement en pinnules (fig.2).

I-2 Le gamétophyte

Contrairement à ce que l'on connaît des premières plantes terrestres ou les générations sporophytiques et gamétophytiques étaient sensiblement de même morphologie, les ptéridophytes se caractérisent par une génération gamétophytique très réduite. Cette réduction se serait faite par une évolution régressive conduisant à une organisation thallophytique, d'où le nom de **prothalle** que l'on donne à la génération gamétophytique des ptéridophytes. Ces prothalles ont en effet l'aspect de lames cordiformes de quelques millimètres de long chez les fougères, ou de minuscules tubercules chez les lycopodiales. Ils sont munis de rhizoïdes, mais dépourvus d'organes (feuilles, tiges, racines) et de tissus conducteurs. Les prothalles portent les organes de reproduction sexuée (gamétanges).

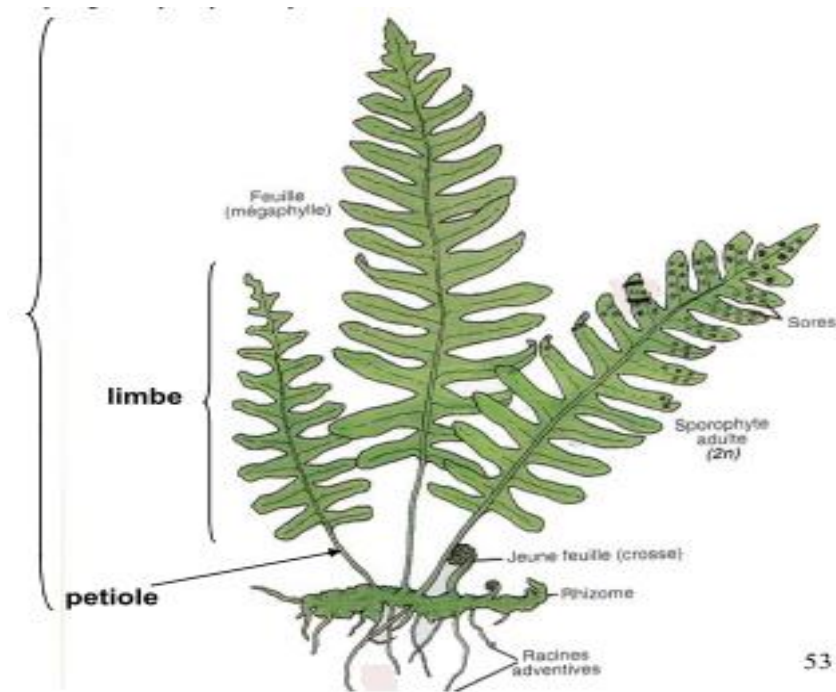


Figure 2. La fronde

I-3 Les organes reproducteurs

I-3-1 Les sporanges

Les sporanges se différencient au niveau des feuilles du **sporophyte**. Ils sont regroupés en sores à la face inférieure des feuilles chez les fougères, ou disposés à l'aisselle des microphylls, elle-même regroupées en épis à l'extrémité des tiges chez les prêles et les sélaginelles. Les sores sont protégés par une lame très mince, l'indusie (certaines espèces en sont dépourvues). Lorsque l'enveloppe du sporange est constituée de plusieurs assises de cellules (enveloppe épaisse) on parle de sporanges eusporangiés. Si l'enveloppe n'est constituée que d'une seule couche de cellule (enveloppe mince) on parle alors de sporange leptosporangiés.

I-3-2 Les gamétanges

Ils se différencient sur la face inférieure du **prothalle** chez les fougères et sur la partie saillante des **prothalles** chez les sélaginelles. Les anthéridies au sein desquelles se différencient des anthérozoïdes multi flagellés sont très réduites et ressemblent à de petites sphères avec une paroi d'une seule couche de cellules. Les archégonies dont la structure générale rappelle en plus petit celles des **bryophytes** sont formés d'un col réduit et d'un ventre, inclus dans les tissus du prothalle, au sein duquel se différencie l'oosphère.

II La reproduction

II-1 multiplication asexuée

Elle se fait essentiellement par fragmentation du rhizome à croissance indéfinie. Certaines espèces ne se reproduisent que par cette méthode (ex. *Pteridium aquilinum* ou Fougère aigle).

II-2 multiplication sexuée

Le cycle biologique des ptéridophytes est typiquement **digénétique**, diplohaplophasique avec une forte prédominance de la génération sporophytique sur la génération gamétophytique.

Chez la plupart des fougères, on parle de cycle homosporé ou isosporé et d'homothallie ou isothallie (Fig.3). Dans ce cas, après méiose puis maturation dans les sporanges, les spores sont disséminées. Elles donnent naissance aux **prothalles**, sur lesquels se différencient à la fois des anthéridies et des archégonies. Les anthéridies et les archégonies arrivent à maturité à des moments différents pour assurer une fécondation croisée. Les gamètes mâles, les anthérozoïdes, nagent dans l'eau du milieu extérieur et sont attirés par chimiotactisme vers les archégonies, pour aller féconder l'oosphère. L'œuf se développe au sein de l'archégonie pour former le jeune sporophyte qui vivra dans les premiers temps en parasite du gamétophyte qui finira ensuite par dégénérer et disparaître.

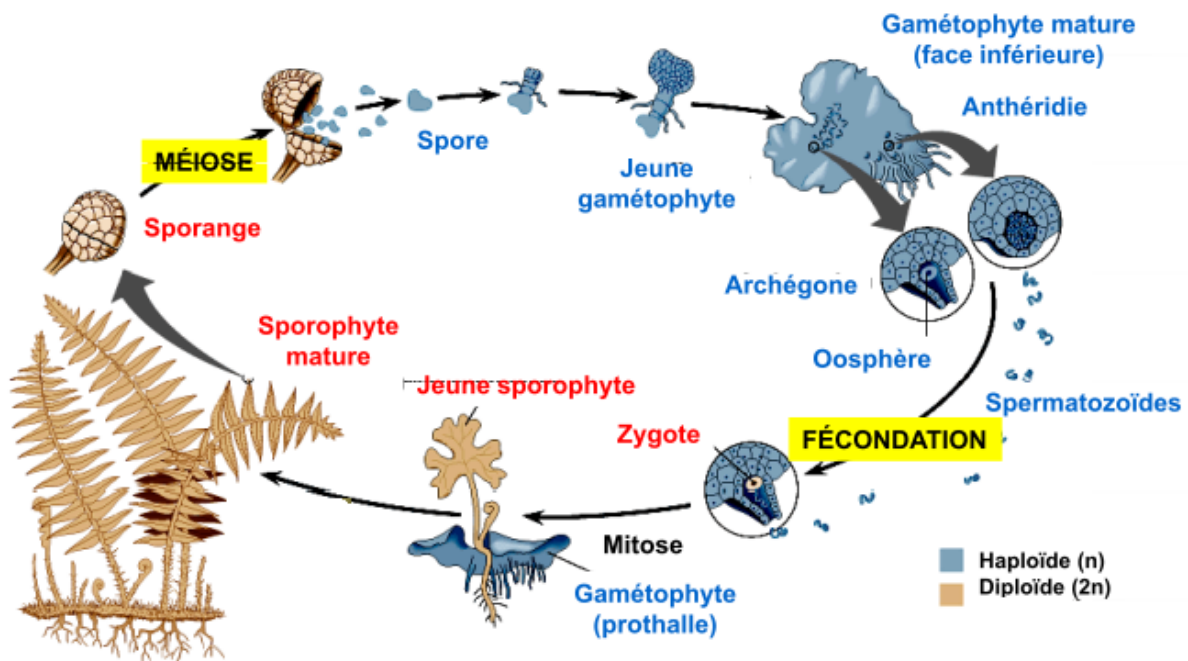


Figure 3. Cycle de reproduction homosporé d'une fougère

Chez les sélaginelles le cycle est hétérosporé (Fig. 4). Ce sont des plantes de petites tailles à microphylls. Les sporanges sont disposés à l'aisselle de sporophylles groupées en épis, mais ils sont de deux sortes. Les uns, plus petits, les microsporangies produisent après méiose de nombreuses spores minuscules, les microspores. Les autres, à la base de l'épi, plus gros, les macrosporangies, ne libèrent après méiose que quatre spores, de forte taille cette fois, les macrospores,

gonflant la paroi du sporange. Les sporophylles, portant les microsporangies, s'appellent des microsporophylles et celles, portant les macrosporangies, des macrosporophylles.

C'est à l'intérieur de la paroi des spores que se développent après dissémination les prothalles (**gamétophytes**). Le prothalle mâle à l'intérieur de la microspore est presque réduit à une anthéridie, on l'appelle le microprothalle, et il libérera à maturité des gamètes mâles nageurs, flagellés, les anthérozoïdes. Au sein de la macrospore, le macroprothalle se développe en faisant saillie hors de la paroi de la spore, différenciant rhizoïdes et archégones. On parle ici d'hétéroprothallie. Le macroprothalle femelle accumule des réserves nutritives qui permettront le développement du jeune sporophyte issu de la fécondation.

Chez les sélaginelles la fécondation est toujours aquatique, mais on voit que, dans ce cas, il existe une protection accrue des sporanges par la sporophylle, et des gamétophytes par les parois des spores, associée à une hétérosporie et à une hétéroprothallie qui correspondent à différenciation des sexes au niveau des sporanges.

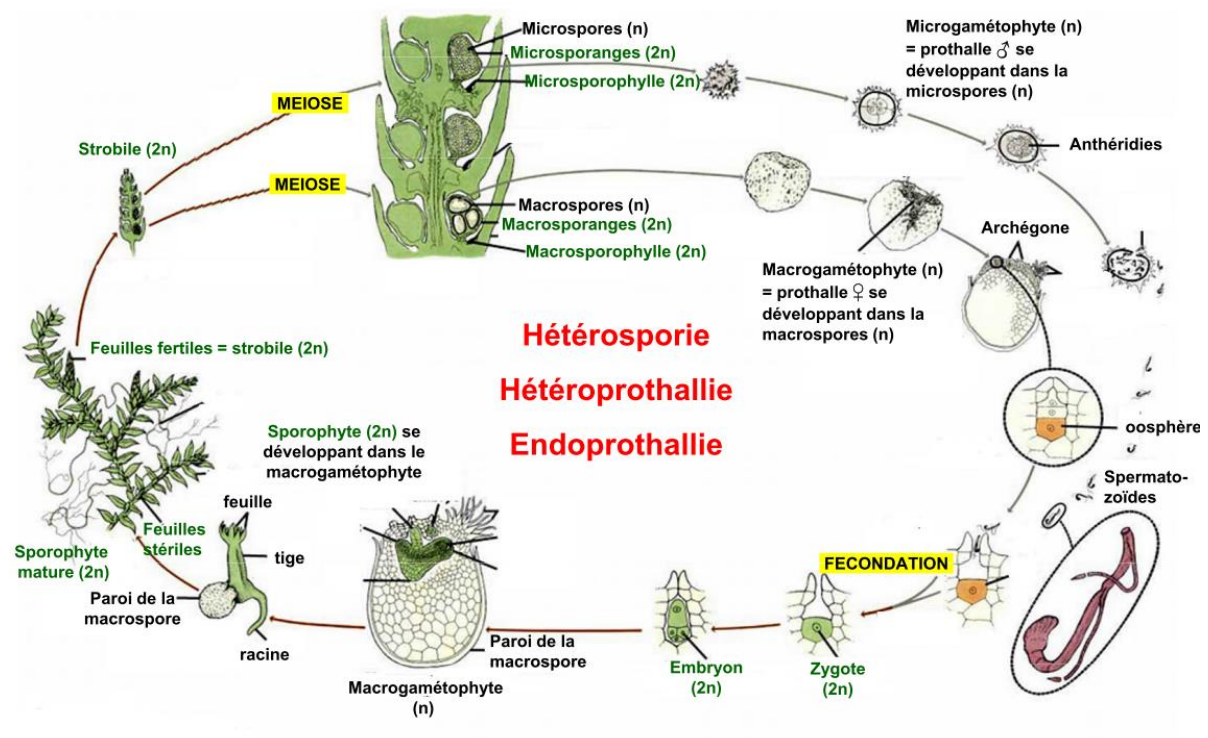


Figure 4. Cycle de reproduction hétérospore d'une sélaginelle

III Classification

L'embranchement des ptéridophytes comprend quatre classes :

III-1 Psilophytinées : Plantes vasculaires les plus anciennes apparues il y a 420 M.A. durant le Silurien et ayant vécu jusqu'au Dévonien (360 M.A.). Ce sont presque exclusivement des plantes fossiles à l'exception de quelques espèces actuelles

(genres *Psilotum* et *Tmesipteris*). Ce sont des plantes herbacées dépourvues de racines (exemples : *Rhynia*, *Psilophyton*, *Zosterophyllum*, *Asteroxylon*). 3 ordres ;

- * Psilotales
- * Rhyniales
- * Psilophytales

III-2 Lycopodiniées : Bien que ne possédant pas de vraies racines, on suppose que c'est dans cette classe que se trouvent les ancêtres des plantes à fleurs. 3 ordres ;

- * Lycopodiales

Ce sont des Plantes isosporées, jadis plus diversifiées, remontant au Carbonifère et ne comptant plus aujourd'hui que 2 genres dont le plus important est *Lycopodium*.

- * Selaginellales

Remontant au Carbonifère, représenté actuellement par le genre *Selaginella* qui est hétérospore et supposées être à la source des végétaux actuels.

- * Lepidodendrales

Arbres fossiles hétérospores atteignant 30 m de haut, apparus au Dévonien et disparus au Permien avec un maximum d'extension au Carbonifère supérieur.

2 genres principaux : *Lepidodendron* et *Sigillaria*. Les feuilles sont simples, étroites, ligulées et caduques.

III-3 Articulées : Ce sont des plantes articulées, qui ont donné de nombreuses espèces arborescentes. Les Racines sont présentes, les sporanges sont en position latérale. La ramification a tendance à devenir monopodiale. 3 ordres ;

- * Calamitales et sphenophyllales

Plantes fossiles apparues au Dévonien et ayant vécu respectivement jusqu'au Permien et au Trias.

- * Equisetales

Arbres remontant au Carbonifère et ne comptant actuellement qu'un seul genre herbacé : *Equisetum*.

III-4 Filicinées : Ce sont les fougères. Ce sont des plantes macrophyllées à tiges réduites; les feuilles sont organisées en fronde, c'est-à-dire en croc dans leur jeune âge; phyllospores (sporangies insérées au bord d'une sporophylle) Beaucoup d'espèces sont arborescentes. 3 ordres ;

- * Eusporangiées :

Sporangies terminaux à paroi épaisse; espèces essentiellement fossiles

* Leptosporangiées :

Sporanges à paroi mince. 4 groupes

- Osmondales : Groupe primitif; pas d'indusie
- Filicales : Indusie présente
- Marsileales (fougères aquatiques) et Salviniiales

* Primofilicinées

IV Tendances évolutifs

Partant du cycle des fougères, on peut mettre en évidence dans les groupes voisins, une évolution plus avancée concernant certaines modalités de la reproduction.

IV-1 Différenciation sexuelle plus précoce

- Les prêles sont des végétaux morphologiquement isosporés.
- L'hétérosporie apparaît dans plusieurs groupes (Sélaginelles et certaines fougères aquatiques); cela se traduit par l'apparition sur le sporophyte de sporanges morphologiquement différents :
 - Les microsporangies fournissant des microspores ♂ ;
 - Les macrosporangies fournissant des macrospores ♀ ;

Ces particularités constituent un progrès car elles répondent aux exigences différentes des spores mâles et femelles; ces dernières doivent accumuler des réserves pour subvenir aux premiers besoins du zygote et donc tendent à devenir plus volumineuses, peu mobiles et moins nombreuses. Inversement, les spores mâles produites en grand nombre, sont légères et facilement entraînées par le vent.

IV-2 Spécialisation des feuilles portant des sporanges

Chez certaines fougères déjà, des feuilles ou parties de feuilles se spécialisent et ne portent plus que les sporanges (ex. : osmonde royale). Chez d'autres (lycopodes, sélaginelles et prêles) des épis sporangifères apparaissent; leur seul rôle est de porter des éléments reproducteurs.

IV-3 Réduction progressive des prothalles

Chez les sélaginelles et certaines fougères aquatiques, les prothalles mâles et femelles sont réduits à quelques cellules ou à un petit massif cellulaire restant coincé dans la paroi éclatée de la spore.

NB

L'évolution ne se manifeste pas nécessairement dans tous les appareils simultanément, ainsi certaines Ptéridophytes (sélaginelle, lycopode), bien que possédant un appareil reproducteur évolué, présentent un appareil végétatif archaïque.

L'inverse existe aussi avec l'appareil reproducteur peu évolué alors que l'appareil végétatif est très diversifié et montre de nombreux caractères évolués :

- Latéralisation de la ramification (au lieu de la ramification dichotomique);
- Tissu conducteur de structure moderne.