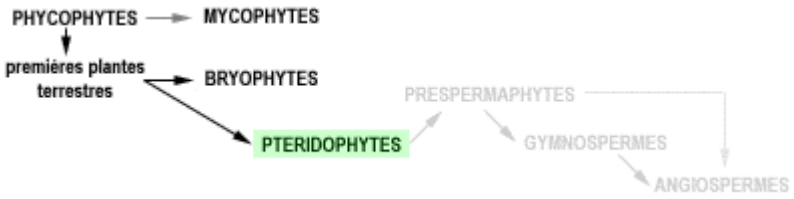
LES PTÉRIDOPHYTES

Généralités



Les ptéridophytes constituent la première grande civilisation végétale terrestre. Ces végétaux seraient apparus à partir de certaines plantes terrestres primitives qui, au contraire des bryophytes, auraient privilégié la génération diploïde sur la génération haploïde.

Les ptéridophytes sont bien adaptés à la vie terrestre, cependant la fécondation nécessite encore la présence de l'eau puisque les gamètes mâles sont nageurs.

Les ptéridophytes sont à l'origine d'une lignée évolutive basée sur la miniaturisation extrême de la génération gamétophytique et d'un développement important de la génération sporophytique, conduisant à tous les trachéophytes dont les plantes à fleurs actuelles.

1. PRÉSENTATION

Les ptéridophytes constituent un groupe de végétaux qui a connu son apogée au carbonifère (-300 millions d'années). Il constitue la première grande civilisation végétale terrestre. Ces végétaux seraient apparus il y a -400 millions d'années au dévonien, peut-être à partir de certaines plantes terrestres primitives qui, au contraire des bryophytes, auraient privilégié la génération diploïde sur la génération haploïde.

Particulièrement bien adaptés à la vie terrestre, ils ont constitué, grâce au développement de formes arborescentes, d'immenses forêts dont la fossilisation est à l'origine des gisements de charbon.



Psaronius sp.
fougère arborescente du paléozoïque
hauteur 3m



Tempskya sp.
fougère arborescente du crétacée
hauteur 4m

Ces plantes commencèrent à s'éteindre au permien (-200 Millions d'années) pour céder la place à des végétaux mieux adaptés à la vie terrestre : les spermaphytes qui possèdent une protection accrue du gamétophyte femelle.

Les ptéridophytes sont à l'origine d'une lignée évolutive basée sur la miniaturisation extrême de la génération gamétophytique et un développement important de la génération sporophytique, conduisant à tous les trachéophytes dont les 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 sont nageurs.

L'embranchement des ptéridophytes comprend quatre classes :

- **Observer les psilophytinées (ou Psilophytes) :** certainement la plus ancienne, représentée aujourd'hui par trois espèces seulement appartenant aux genres *Psilotum* et *Tmesipteris*. Ces plantes sont très primitives, dépourvues de feuilles ou ne possédant que des microphylles, et dépourvues de racines.
- **Observer les lycopodinées (ou Lycophytes) :** cette classe est réduite aujourd'hui à environ 850 espèces, réparties en cinq genres dont les genres Selaginella, Lycopodium et Isoetes. On retrouve parmi les végétaux fossiles de cette classe des stades préovulaires.
- **Observer les articulées (ou Sphénophytes) :** ces plantes sont caractérisées par un appareil végétatif articulé (empilement de modules identiques). Dans les temps anciens, au Paléozoique, il existait des formes arborescentes aujourd'hui disparues. Les espèces qui subsistent (une trentaine environ) appartiennent au genre Equisetum et sont des plantes herbacées ligneuses : les prêles.



Equisetum arvense(prêle)
tf: tige fertile;
tv: tige végétative;
tr: tige rampante munie de racines.



Calamites carinatus
Prêle arborescente du carbonifère

- **Observer les filicinées (ou Filicophytes) :** ce sont les 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.

2. MORPHOLOGIE

• Le 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. Le sporophyte possède des racines nécessaires à l'absorption de l'eau et des sels minéraux dans le sol. L'apparition d'un appareil racinaire bien développé facilite la vie terrestre car il permet d'aller puiser l'eau plus profondément dans le sol. Les premières plantes terrestres, qui n'étaient munies que de



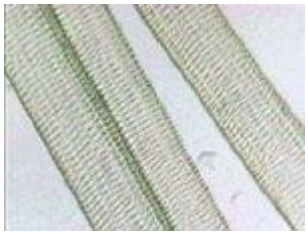
rhizoïdes, étaient inféodées aux zones marécageuses. De plus le développement du système racinaire permet d'ancrer la plante au sol. C'est aussi sans doute l'un des facteurs qui a été nécessaire a l'apparition des formes arborescentes.

Le sporophyte est constitué de tiges, soit souterraines à croissance horizontale (**rhizome**), soit aériennes à croissance verticale. La croissance des axes est assurée par les divisions d'une cellule apicale cunéiforme. Il n'existe de tiges aériennes recouvertes de **microphylles** (feuilles écailleuse avec une seule nervure médiane) que chez les formes archaïques (Sélaginelles, Lycopodes, Prêles..) alors que chez les fougères actuelles, il n'y a plus de tiges aériennes et les **macrophylles** ou **frondes** s'insèrent directement sur le rhizome souterrain grâce à leur nervure principale ou **rachis**.

Chez les ptéridophytes, on rencontre des tissus structurellement et fonctionnellement différenciés. C'est notamment le cas des tissus conducteurs de sèves : le phloème, ou liber, qui véhicule la sève élaborée et le xylème, ou bois, qui véhicule la sève brute. Le développement de système de transport de sève perfectionné a certainement été une étape importante de l'adaptation des plantes au milieu terrestre et a permis l'apparition de végétaux de grande taille. Il en est de même, de l'apparition de la lignine qui renforce la résistance mécanique des tiges en imprégnant la paroi des cellules du xylème et de tissu de soutien (le sclérenchyme).



CT tige d'osmonde



CL vaisseaux scalariformes du xylème
(tige de fougère)

● Le gametophyte

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.





Prothalle de fougère lame cordiforme avec rhizoïdes et archégones

Prothalle femelle de sélaginelle tubercule gorgé de réserves avec rhizoïdes et archégones, avec paroi de la macrospore

3. ORGANES REPRODUCTEURS

• 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 microphylles, elle-même regroupées en épis sporangifères à l'extrémité des tiges chez les prêles et les sélaginelles. Lorsque l'enveloppe du sporange est constituée de plusieurs assises de cellules, on parle de sporanges **eusporangiés**, c'est une structure primitive que l'on rencontre chez les Sélaginelles et les Prêles. Lorsqu'au contraire l'enveloppe des sporanges n'est constituée que d'une seule couche de cellule, on parle de sporange **leptosporangiés**, c'est le cas de la plupart des fougères. Les sporanges de fougères sont munis d'un anneau mécanique constitué de cellules aux parois plus épaisses et rigides qui permettent la déhiscence de la structure et la libération des spores méiotiques haploïdes. Celles-ci sont protégées par une épaisse paroi imprégnée de sporopollénine et constituent comme chez les bryophytes l'organe de dissémination des ptéridophytes.



Sores
à la face inférieure d'une feuille de fougère



Epis sporangifère
à la surface d'une prêle

• Les gametanges

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 les gamètes mâles sont très réduites et ressemblent à de petites sphères avec une paroi d'une seule couche de cellules. Les archégones dont la structure générale rappelle en plus petit celles des bryophytes sont formés d'un col réduit et d'un ventre, inclu dans les tissus du prothalle, au sein duquel se différencie l'oosphère ou gamète femelle inerte et non disséminé.

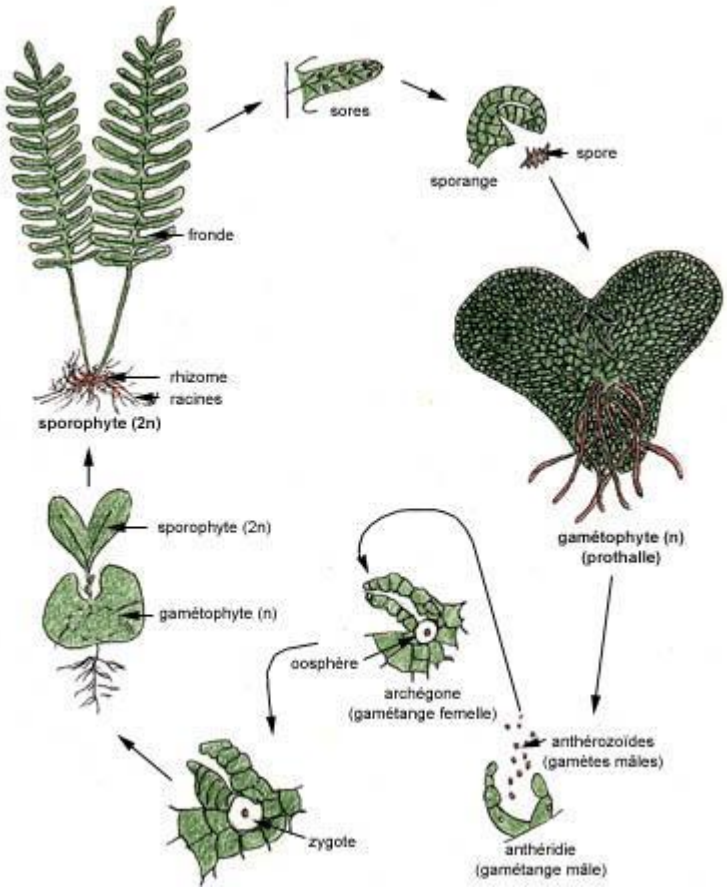
4. MULTIPLICATION ET REPRODUCTION

• La multiplication vegetative

Elle se fait essentiellement par fragmentation du cormus et plus précisément du rhizome à croissance indéfinie. Certaines espèces ne se reproduisent que par cette méthode, ceci leur permet de conquérir de vastes territoires (ex. *Pteridium aquilinum* ou Fougère aigle).

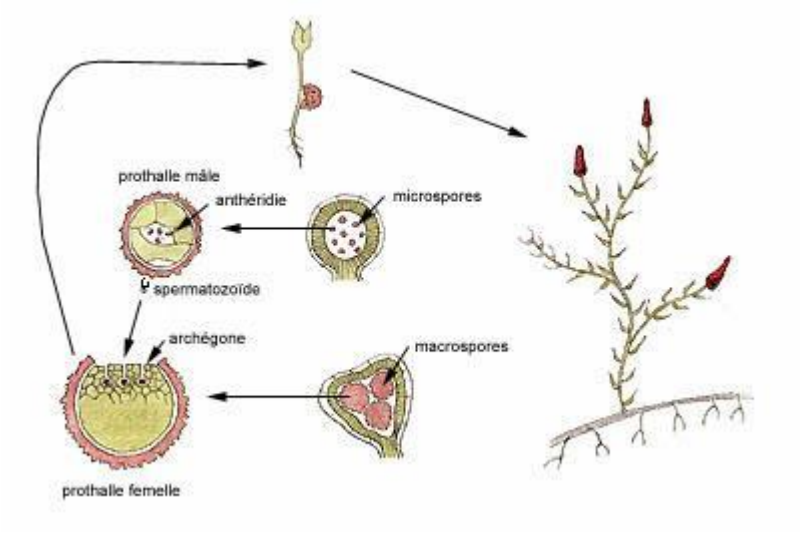


• La reproduction sexueé



Cycle homosporé homoprothallé des fougères

Le cycle biologique des ptéridophytes est typiquement digénétique, diplo-haplophasique avec une forte prédominance de la génération sporophytique sur la génération gamétophytique. Chez la plupart des fougères, on parle de cycle homosporé (seules les fougères aquatiques ou Hydroptéridales sont hétérosporées) car toutes les spores sont identiques entre elles. Dans ce cas, après méiose puis maturation dans les sporanges, les spores sont disséminées. Elles donnent naissance aux prothalles (illustration), sur lesquels se différencient à la fois des anthéridies et des archégones. Les gamètes mâles, les anthérozoïdes, nagent dans l'eau du milieu extérieur et sont attirés par chimiotactisme vers les archégones, pour aller féconder l'oosphère. On parle de zoïdogamie oogame. L'oeuf se développe au sein de l'archégone pour former le jeune sporophyte qui vivra dans les premiers temps en parasite du gamétophyte qui finira ensuite par dégénérer et disparaître. Le cycle de la plupart des fougères est caractérisé par une **homosporie** et une **homoprothallie**, un seul type de spore et de prothalle bisexué.



Cycle hétérosporé hétéroprothallé des sélaginelles

Chez les sélaginelles le cycle est hétérosporé. Ce sont des plantes de petites tailles à microphylles. Les sporanges sont disposés à l'aisselle de sporophylles groupées en épis, mais ils sont de deux sortes. Les uns, plus petits, les microsporanges produisent après méiose de nombreuses spores minuscules, les microspores. Les autres, à la base de l'épi, plus gros, les macrosporanges, ne libèrent après méïose que quatre spores, de forte taille cette fois, les macrospores, gonflant la paroi du sporange. Les sporophylles, portant les microsporanges, s'appellent des microsporophylles et celles, portant les macrosporanges, 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 femelle 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 **hétéroprothalie** qui correspondent à une plus grande différenciation des sexes au niveau de la génération gamétophytique. En comparaison des fougères, les prothalles sont ici de taille beaucoup plus réduite. Ces tendances indiquent une direction évolutive dont on suppose qu'elle a conduit à la formation de l'ovule.

microspores -----> gamétophyte mâle
(certains par abus de langage parlent de spores mâles)

macrospores -----> gamétophyte femelle
(certains par abus de langage parlent de spores femelles)