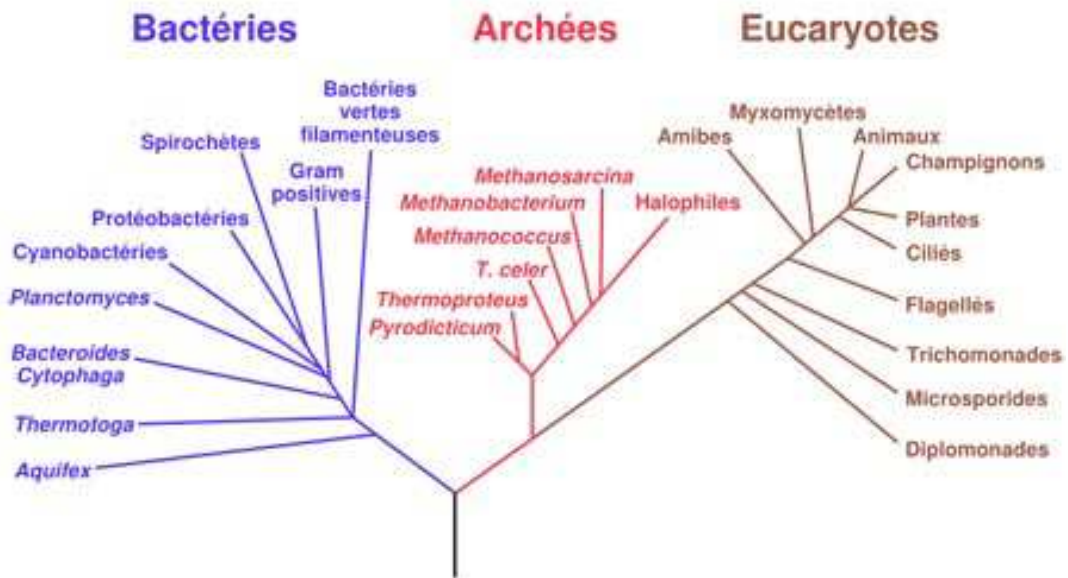


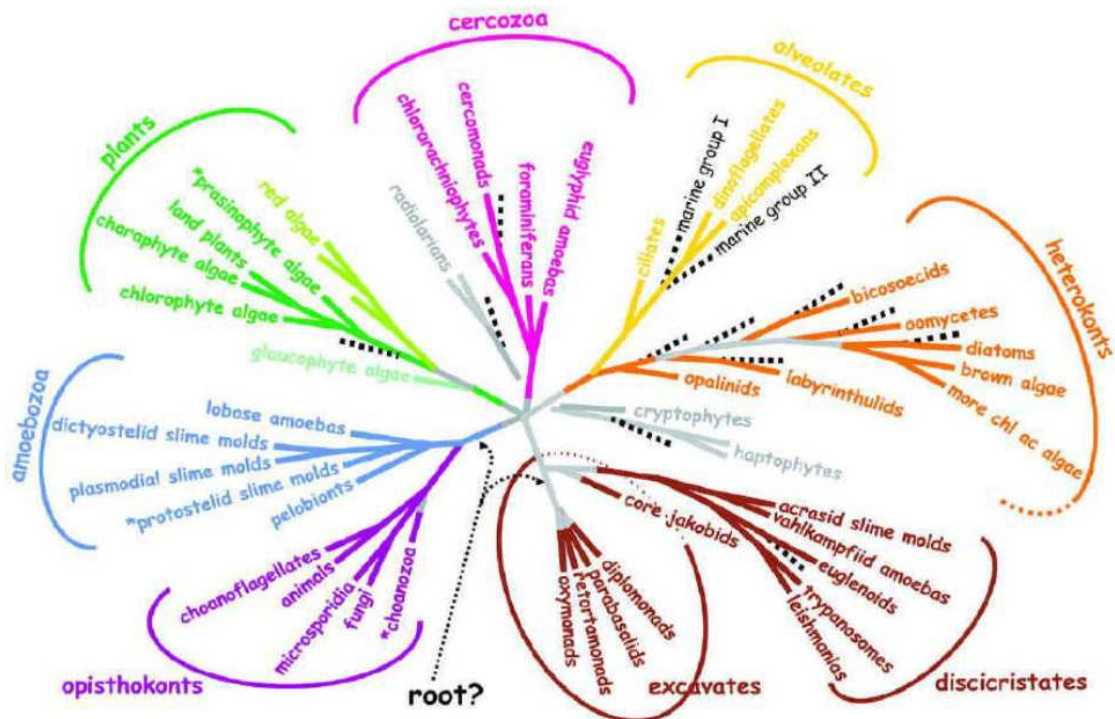
LE MONDE VEGETAL

Arbre phylogénétique de la vie



Eucaryotes : Êtres uni- ou pluri cellulaires qui se caractérisent par la présence d'un vrai noyau et des mitochondries. ➔ Animaux, plantes, champignons, protistes + chromistes.

La pertinence de l'existence de ces règnes est remise en cause par des études phylogénétiques modernes.



Autre représentation en poussée de groupes (Baldauf, 2003-2008)

I) 7 CRITERES DEFINISSENT LES VEGETAUX :

1. Ils sont autotrophes par rapport au carbone.

Autotrophie = capacité de transformer la matière inorganique en matière organique.

- **Photosynthèse** : $\text{CO}_2 + \text{eau} + \text{énergie lumineuse} = \text{hydrates de carbone} + \text{O}_2$

Possible grâce à la chlorophylle contenue dans les chloroplastes.

Certaines bactéries (pourpres, bleues, et vertes) réalisent également la photosynthèse, mais ce ne sont pas des végétaux.

Certains végétaux parasites ou en symbiose avec d'autres organismes ont perdu la capacité de réaliser la photosynthèse

Exemple : *Néottie* « nid d'oiseau » = symbiose orchidée – champignon / arbre.

2. Croissance originale.

Poursuite de la croissance pratiquement jusqu'à la mort, en longueur et en épaisseur grâce à la présence de méristèmes primaires et secondaires.

Exemple : on trouve de très grands arbres (*Sequoia Sempervirens*, + de 100 mètres de haut)

3. Totipotence

Capacité des végétaux de redonner de nouveaux individus à partir de n'importe quel fragment / cellule de leur propre appareil végétatif.

Toute cellule végétale peut être mise en culture et redonner une plante entière. (Bouturage, micro bouturage à partir d'une seule cellule.)

Exemple : *géranium*

4. Cycle de vie

- Chez les mammifères : méiose → formation de gamètes.
- Chez les végétaux, la méiose n'aboutit quasiment jamais à la formation de gamètes
 - Méiose → spores → gamétophytes → formation de gamètes.

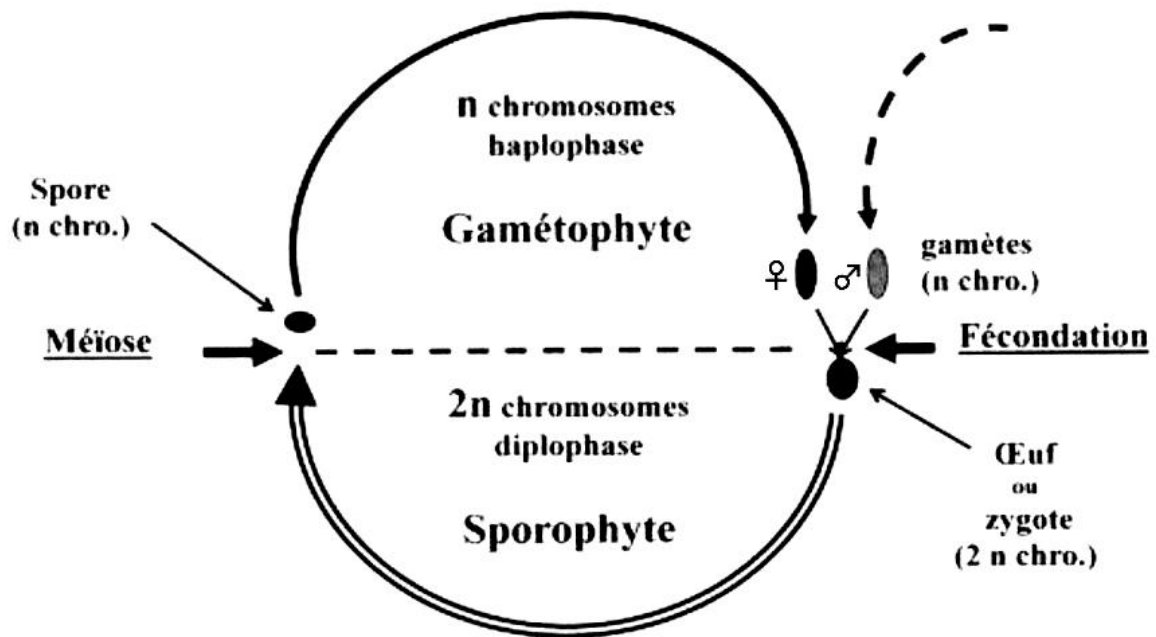


fig. 4.6 Cycle de reproduction théorique

Cycle biologique avec alternance de générations sporophytes – gamétophytes.

5. Paroi pecto-cellulosique

Comme toute cellule, la cellule végétale est entourée d'une membrane plasmique, mais qui est entourée d'une **paroi pecto-cellulosique** qui la protège et joue un rôle dans la **rigidité** et le port de la plante.

6. Immobilisme

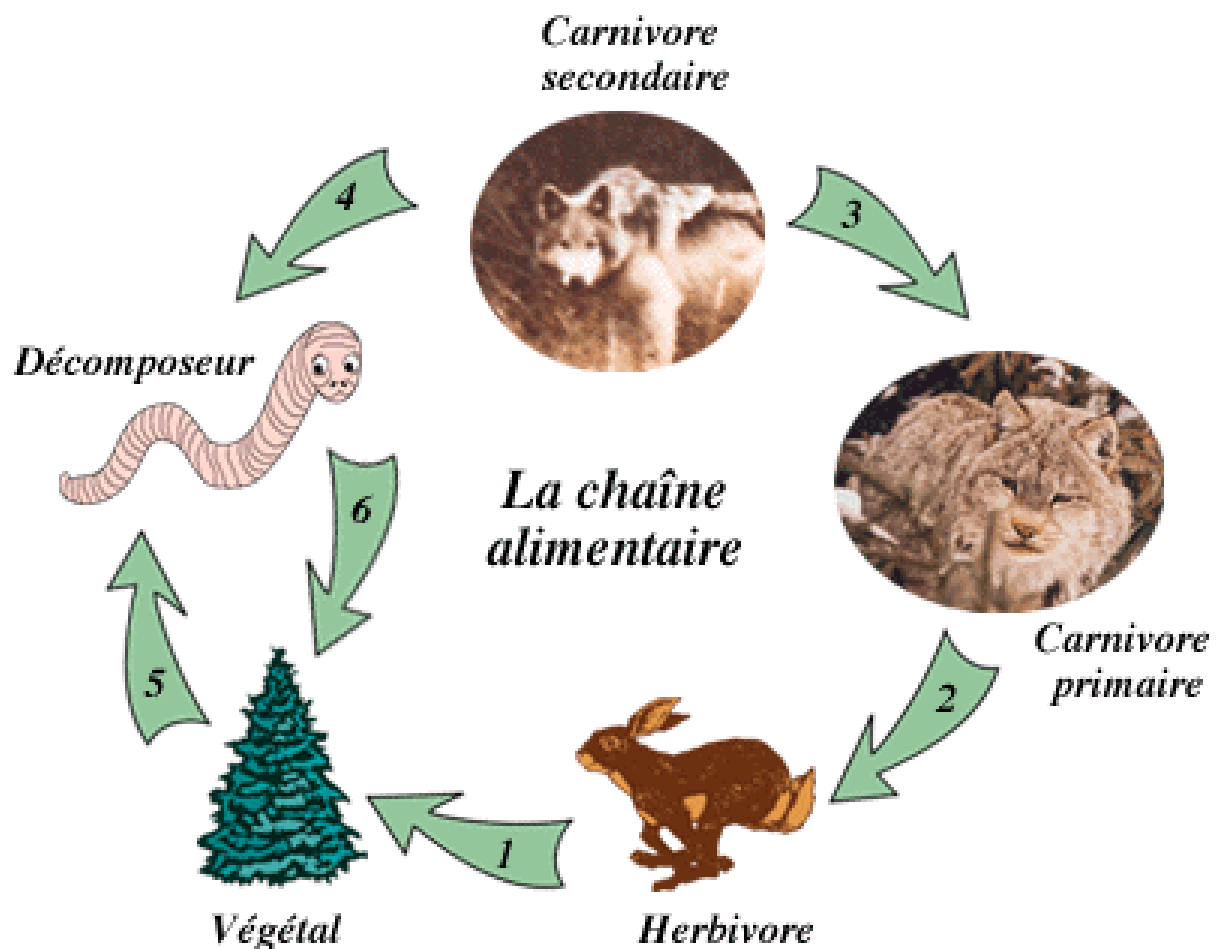
Le plus souvent : fixation au sol avec des racines

Cet état de fait a provoqué le développement de mécanismes de défense contre des agressions biotiques ou abiotiques. La réponse adaptative est le plus souvent chimique. C'est ce qui pousse les pharmas (caca) à étudier les molécules des plantes dont l'efficacité soit transposable à l'homme.

7. Place dans la biosphère.

Les végétaux sont **photo-autotrophes**, ils forment leur propre matière organique à partir de leur environnement et de la lumière. D'autres sont chimiotrophes.

On peut considérer que toute la matière organique présente sur terre provient de la **photosynthèse des végétaux**, ce qui en fait des producteurs primaires, à la base de toutes les chaînes alimentaires.



Tous les végétaux ne répondent pas aux 7 critères. De plus, certains organismes sont à la limite entre deux groupes et sont revendiqués par des botanistes ET des zoologistes.

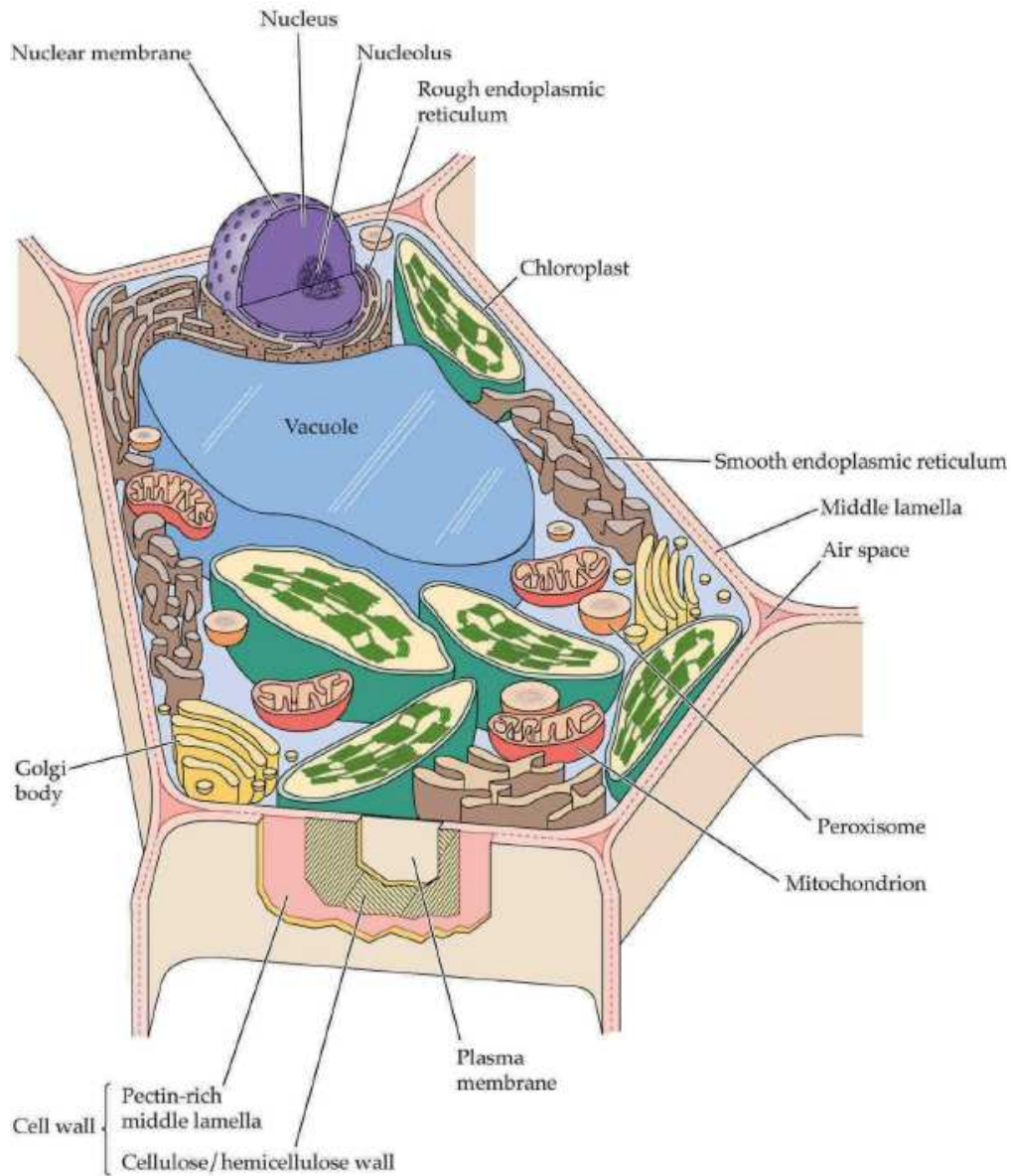
Exemples :

- **Cyanobactéries** : Algues bleu-vert / algues brunes, rouges, vertes.
- **Euglène** : algue unicellulaire qui possède de très nombreux chloroplastes, donc réalise la photosynthèse mais se déplace avec des flagelles. (Actuellement classé avec les protistes)
- **Champignons**.
- **Lichens** : c'est une symbiose de deux organismes. L'un des deux est à chaque fois un champignon. Le deuxième est soit une algue verte (90%) soit une cyanobactérie (10%)
Leur appareil végétatif est sous forme de thalle, ou de filaments fongiques.
Ils ne fusionnent pas mais sont côte à côte.

II) PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE VEGETAUX.

1. La cellule végétale

Ressemble à la cellule animale.



a. Membrane cellulosique

Cadre rigide qui sert au port de la plante.

b. Vacuole

Très nombreuses chez les jeunes cellules végétales, les vacuoles croissent en même temps que la cellule et finissent par fusionner en une seule de grande taille.

Fonctions :

- **Rigidité** des plantes non ligneuses car elles sont turgescentes.
- **Stockage** de molécules de réserve et de défense. Les vacuoles contiennent de nombreux composés qui proviennent du métabolisme primaire et secondaire
- **Neutralisation** de substances toxiques et de déchets.

c. Plastes

Organites semi-autonomes spécialisés dans certaines fonctions. La différenciation en tel ou tel type de plaste se fait en fonction des conditions, et donc de la position dans la plante.

- **Amyloplastes** : stockage de l'amidon.
- **Chromoplastes** : stockage de pigments
- **Chloroplastes** : siège de la photosynthèse. Ils ont leur propre génome et ne sont que dans les cellules photosynthétiques.

2. Les organes.

a. Les racines

Permettent l'ancrage de la plante au sol, et l'absorption de l'eau et des minéraux présents dans le sol.

b. La tige

Porte les branches et les feuilles. Elle est parcourue **d'éléments conducteurs** qui assurent le **transport des sèves**. Sève brute des racines aux feuilles. Sève élaborée des feuilles vers les racines, les fruits, et les fleurs.

c. Les feuilles

Siège de la photosynthèse, la respiration et la transpiration. C'est également au niveau des feuilles qu'on a lieu les échanges gazeux. Pour maximiser la photosynthèse, les feuilles sont le plus souvent horizontales, avec un limbe élargi.

Sur leur face inférieure : stomates qui sont des organites permettant des échanges gazeux.

3. Le métabolisme secondaire.

a. Définition

Le métabolisme primaire : synthèse de molécules indispensables à la vie : croissance, reproduction, et développement. (On parle de chimie lourde)

Sucre, cellulose, amidon, acides aminés, lipides, chlorophylle.

Le métabolisme secondaire : Synthèse de molécules non indispensables, mais favorisant l'adaptation de la plante et sa survie. (On parle de chimie fine). C'est une compensation de l'immobilité. Il était jusqu'à très peu caractéristique du monde végétal, mais on commence à en parler chez certains animaux.

b. Diversité

Le métabolisme secondaire est très diversifié : On a mis en évidence plus de 40 000 structures formées par le métabolisme secondaire.

Composés aromatiques.

- o **AA aromatiques** : Tryptophane et phénylalanine.
- o **Furanocoumarines** : Responsables de photodermatoses provoquées par certaines espèces de *Rutaceae* (citrus) et *d'Apiaceae*.
- o **Pigments des fleurs et des fruits.**

Composés terpéniques :

- o **Huiles essentielles (HE)** : géraniol, camphre, menthol...
- o **Caroténoïdes**
- o **Caoutchouc** (latex de l'hévéa)

Composés azotés

- o **Alcaloïdes** : souvent une activité biologique reconnue, toxique et / ou médicamenteuse. On les trouve plutôt chez les plantes évoluées (angiospermes dicotylédones, *solanaceae* (nicotine, atropine, scopolamine...))

c. Fonction des métabolites secondaires

Reproduction et multiplication des végétaux.

- Favorise la pollinisation : coloration et parfum.
- Favorise la dissémination en rendant les fruits plus attractifs.

Défense chimique des plantes comme réponse adaptative à l'immobilité.

Défense contre herbivores :

- Roténone (*fabaceae*),
- Pyréthrines (*Asteraceae*),
- Nicotine (*Solanaceae*).
 - o Certaines de ces plantes sont utilisées pour fabriquer des insecticides.
- Tannins : empêche la digestion car provoque la destruction des enzymes digestives. Exemple d'arbres qui produisent du tannin pour niquer les antilopes qui les broutent. Et si jamais une antilope le broute quand même, il synthétise de l'éthylène qui est une molécule signal qui prévient les autres arbres de produire encore plus de tannins pour encore plus niquer leur mère aux antilopes.

Pour éviter la concurrence :

Exemple du noyer qui synthétise de la juglone qui tombe au sol quand il pleut et empêche d'autres germinations.

La capacité de défense chimique est faible chez les végétaux les plus primitifs mais augmente avec l'évolution.

III) DIFFERENTS GROUPES DE VEGETAUX.

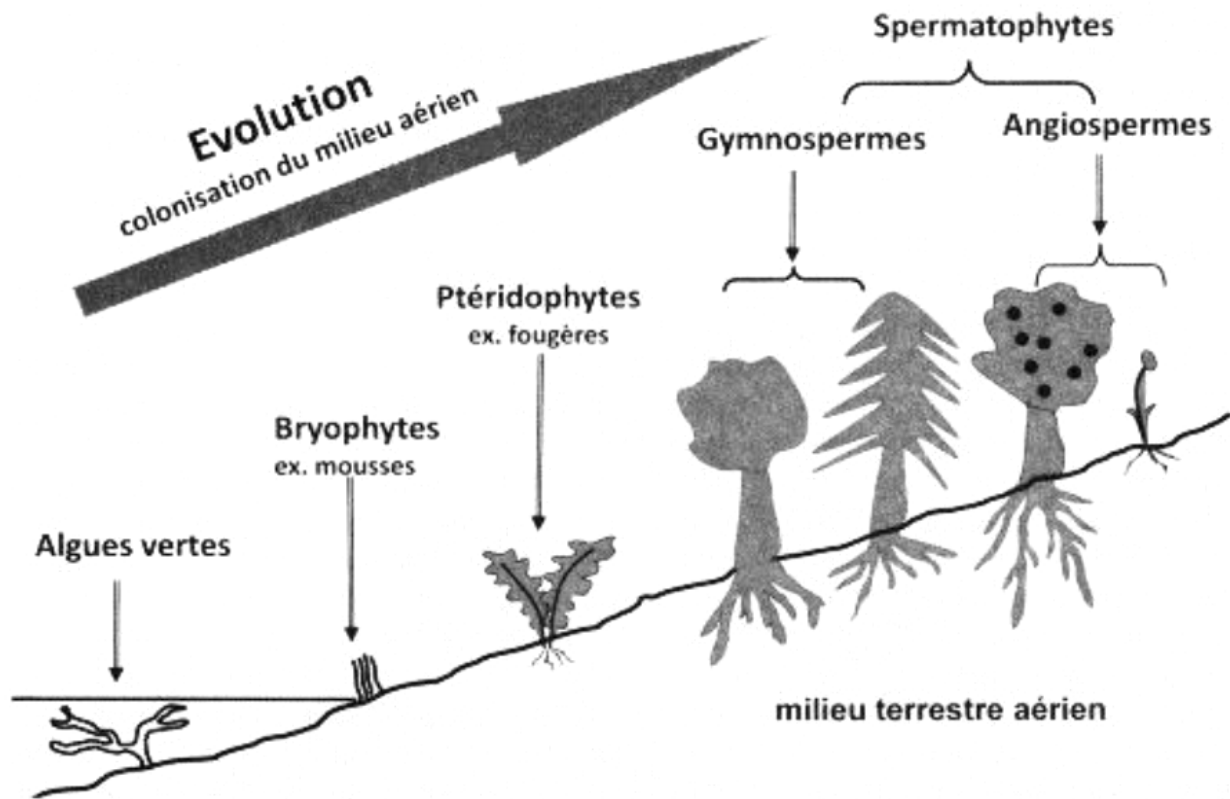


fig. 4.4 Schéma illustrant la colonisation des terres émergées par les différents groupes végétaux

Pour coloniser le milieu terrestre, le monde végétal a du s'adapter aux contraintes dues à l'émergence :

- Recherche de l'eau dans le sol,
- Transport de H₂O et divers éléments
- Redistribution des molécules organiques
- Limitation et contrôle de l'évaporation
- Transport gamètes
- Dispersion descendance.

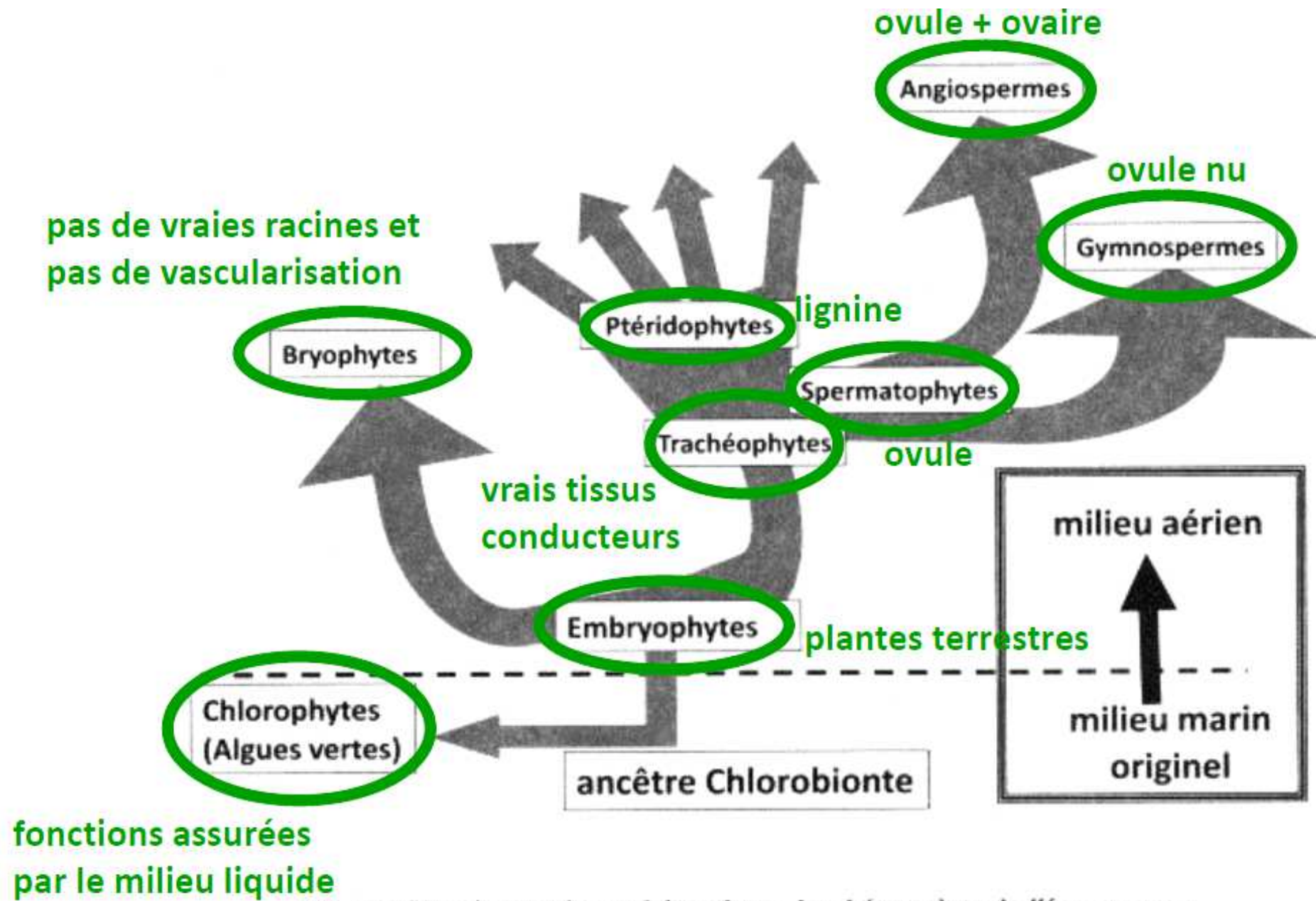


fig. 4.5 Représentation schématique du phénomène de l'émergence

1. Embryophytes

Plantes terrestres qui se sont adaptées pour répondre aux contraintes vues précédemment. Apparition de nouveaux tissus, de nouveaux organes et l'évolution du cycle de reproduction. Plus de thalle (appareil végétatif non organisé) mais un **cormus** c'est une tige à feuille avec appareil végétatif organisé.

2. Bryophytes

Comprennent deux groupes, même si généralement on regroupe tous les bryophytes sous le terme de mousse.

- Mousses et sphaignes :
 - o Ressemblent à de petites plantes feuillées. les sphaignes constituent les tourbières, et les plantes-éponge.
- Hépatiques :
 - o Lame foliacée

(PHOTO)

a. Structure

- Pas de racines, mais des rhizoïdes (filaments de cellules permettant la fixation au sol).
- Cormus non vascularisé.
- Pas de synthèse de lignine (rigidité des tissus) → très petites plantes.
- Bien que possédant des structures anatomiques résistantes à la dessiccation, elles sont encore très dépendantes des milieux humides, où elles vont donc pousser.

b. Cycle de reproduction

C'est un cycle biologique où il y a alternance de générations.

Un gamétophyte produit des gamètes anthérozoïdes et oosphère qui vont entraîner fécondation et apparition de ??

Reproduction :

- Fécondation dépendante de l'eau.
- Phase diploïde (sporophyte) très courte
- Gamétophyte dominant = forme pérenne de la plante, organe végétatif ?????

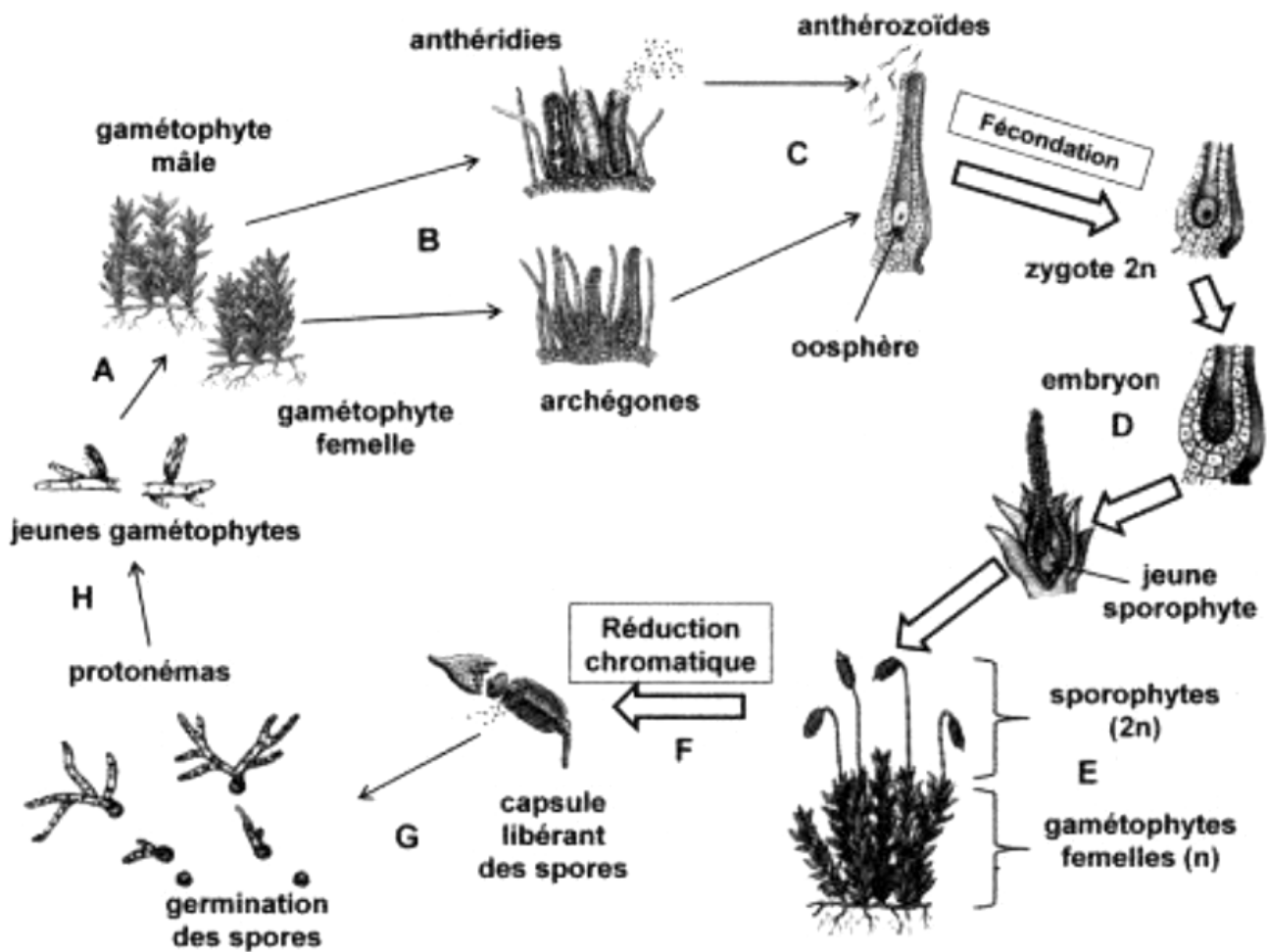


fig. 7.1 Schéma du cycle de reproduction d'une mousse

Les flèches simples correspondent à la partie gamétophyte à n chromosomes,
Les flèches doubles correspondent à la partie sporophyte à $2n$ chromosomes.

c. Utilisation.

Importante pour biodiversité et maintien de certains équilibres de la biosphère.

Tourbières formées par décomposition très lente des sphaignes : récupération de tourbe utilisée comme combustible ou en horticulture, mais attention à la surexploitation (c'est comme une énergie fossile)

3. Trachéophytes

a. Structure

- **Apparition d'un appareil conducteur** qui va assurer la circulation des sèves.

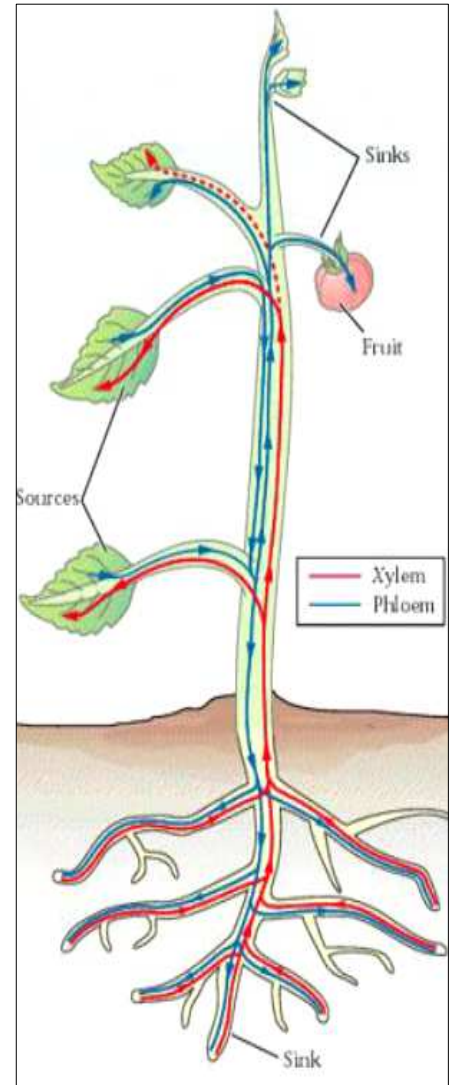
- Le xylème : conduit la sève brute.
(eau et sels minéraux pompés par les racines)
- Le phloème : conduit la sève élaborée
(substances & molécules issues de la photosynthèse)

- **Synthèse de lignine** → rigidité → plantes de plus grande taille.

- **Apparition de vraies racines**, qui en plus de la fixation vont permettre à la plante de chercher l'eau très profondément. (Parfois plusieurs dizaines de mètres)

- **Apparition des feuilles**. Stomates

La majorité de l'eau pompée par les racines est évaporée au niveau des stomates. Ça va créer comme une mèche qui va permettre à la sève brute d'être aspirée.



- **Apparition de nouveaux tissus** comme un tissu de revêtement, un épiderme recouvert d'une couche de cuticule épaisse qui empêche la transpiration et l'évaporation. Apparition de tissus parenchymateux.

b. Reproduction.

Phase sporophyte (2n) dominante.

4. Ptéridophytes

a. Structures

Forme et taille extrêmement variables. De plusieurs centimètres à plusieurs mètres.

Ces plantes aiment les lieux frais et ombragés = fougères. (Ombrophiles)

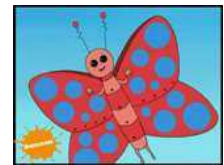
Fougères arborescentes (taille d'un arbre)

Particularité écologique des fougères : très peu d'interaction avec les autres espèces, notamment pour la reproduction et la dispersion des spores : il y a très rarement intervention d'espèces animales, alors que c'est le cas pour la majorité des plantes.

Ce sont des plantes qui ne sont pas consommées par les herbivores car elles sont toxiques.

« Répète après moi : nous ne te lècherons pas car tu es toxique ! »

Dora l'Exploratrice, XXIème siècle



b. Reproduction

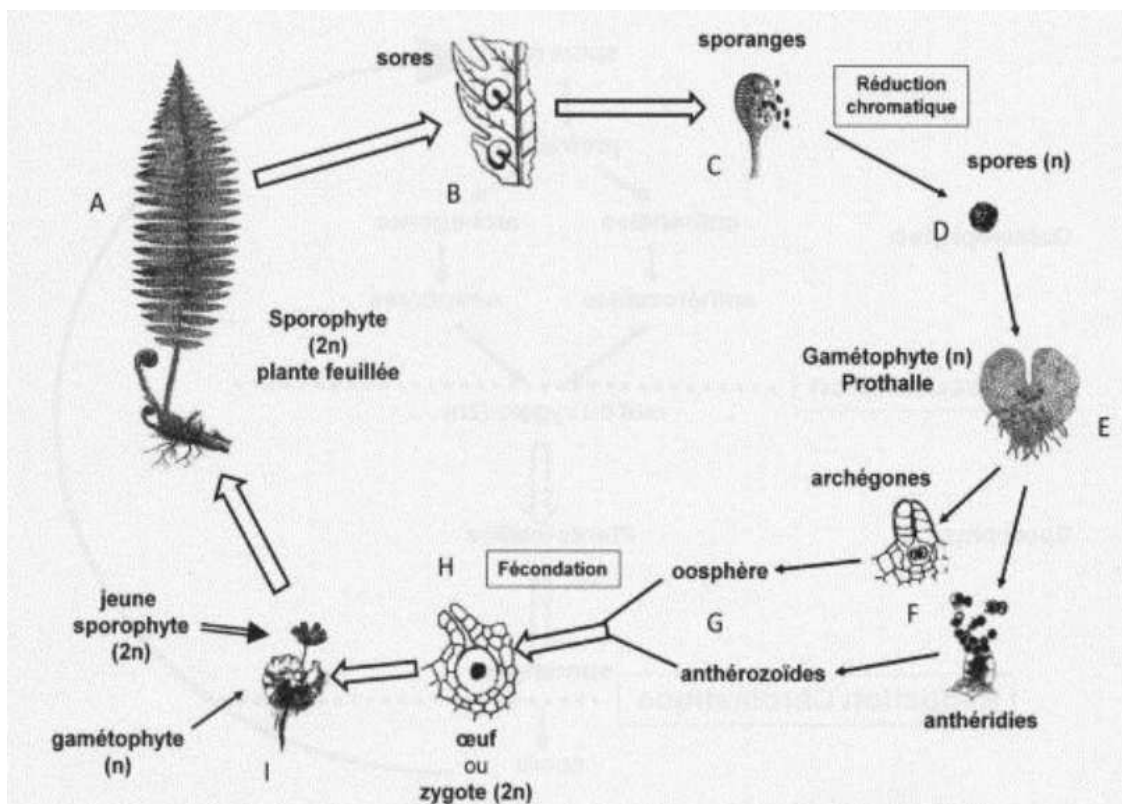


fig. 8.2 Schéma du cycle de reproduction d'une fougère

(les flèches simples correspondent à la partie gamétophytique à n chromosomes, les flèches doubles à la partie sporophytique à 2n chromosomes)

- Les fougères sont majoritairement sous forme sporophyte et ponctuellement gamétophyte rudimentaire.
- **Présence indispensable d'eau** pour le déplacement des gamètes mâles.

c. Utilisations

Depuis le XIème siècle : le charbon. C'est une quantité importante de ptérytophytes fossiles.

- Prêle : plante riche en silice, utilisée en phytothérapie comme plante reminéralisante.
- Horticulture.

5. Les spermatophytes.

Végétaux les plus perfectionnés, on les appelle parfois à tort plantes à graines. On devrait plutôt les appeler plantes à ovules. On a une phase sporophytes très largement dominante → grande taille et forte différenciation.

a. Reproduction : Deux grandes innovations.

• **Apparition de l'ovule et des grains de pollen.**

L'ovule est une structure sexuée à la fois haploïde et diploïde. C'est au niveau de l'ovule qu'il y aura formation des gamètes femelles. Le grain de pollen est lui directement le gamète mâle, afin d'assurer le transport de la pollinisation, il sera de taille très réduite.

• **La fécondation n'est plus tributaire de l'eau extérieure.** Le processus de reproduction va être un processus interne à la plante et ca va entraîner une structure nouvelle = le tube pollinique.

6. Gymnospermes

Plantes à ovule nu. Ce sont toujours des arbres (donc ligneuses) qui ont un développement étalé sur de nombreuses années. On distingue chez ces gymnospermes :

- **Des gymnospermes archaïques : cycadophytes et ginkophytes.**

- La fécondation se fait encore en milieu liquide, mais ce n'est plus de l'eau extérieure. L'eau provient de la liquéfaction de l'ovule. Après fécondation, le développement est immédiat. Classés dans les spermaphytes (« avant la graine »)
- **Exemple :** Ginkgo : seule espèce du groupe des ginkophytes. = « arbre aux 40 écus ». Ce sont des arbres résistants à la pollution et aux radiations (c'est pour ça qu'il y en a en ville et que certains ont survécu à côté de Tchernobyl). C'est ce qu'on appelle un fossile vivant : le dernier représentant d'une famille d'arbres connus, apparus il y a plus de 270 000 000 millions d'années. Vit plusieurs siècles.
- Utilisation pharmaceutique en tant qu'antioxydant et tonique cérébral.

- **Des gymnospermes types : les coniférophytes.**

- Plantes ligneuses à port conique caractéristique. Sécrétion d'oléorésine dans des canaux sécréteurs.
- Les feuilles sont des aiguilles, ou des écailles. (Thuya). Adaptées à la sécheresse et au froid. Ces feuilles peuvent réaliser la photosynthèse à moins de 0°C
- Cuticule épaisse
- Organes sexuels groupés en cônes unisexués (mâle ou femelle)
- Ces arbres sont aussi appelés des conifères.

a. Cycle de reproduction

Ressemble à celui des gymnospermes archaïques mais 2 différences :

- Les gamètes mâles ne nagent plus, n'ont plus besoin d'eau : conduits par un tube pollinique
- Formation d'un embryon = plante miniature → graine.

Spermaphytes = plantes à graine.

Temps de repos, germination, adaptation.

Présence de méristèmes primaires et secondaires → croissance en longueur et en épaisseur

Sequoia sempervirens = gymnosperme

b. Utilisations

Riches en composés terpéniques et flavonoïdes, huiles essentielles en industrie pharmaceutique.

Cônes femelles des Junipérus : « baie » de genièvre, aromatique, antiseptique, digestive

If : (*Taxus*) très toxique paclitaxel = taxol → traitement cancer du poumon, ovaire, et sein.

7. Angiospermes

Plantes à fleurs ou à ovaires. Groupe dominant dans la flore actuelle. 300 000 espèces.

a. Caractéristiques

Se distinguent par 3 caractères fondamentaux.

- Protection accrue de la descendance : l'ovule est dans un ovaire ce qui entraîne que la graine va être protégée à l'intérieur d'un fruit. Angiosperme = semence dans un boîte
- Double fécondation, production embryon et tissu de réserve.
- Organes reproducteurs regroupés dans la fleur.

Pas d'appareil végétatif type : arbre, arbuste, herbe, liane.....

Habitat variable : terrestre, aquatique, pays chauds et froids.

Classification phylogénétique des angiospermes : APG Angiosperm Phylogeny Group

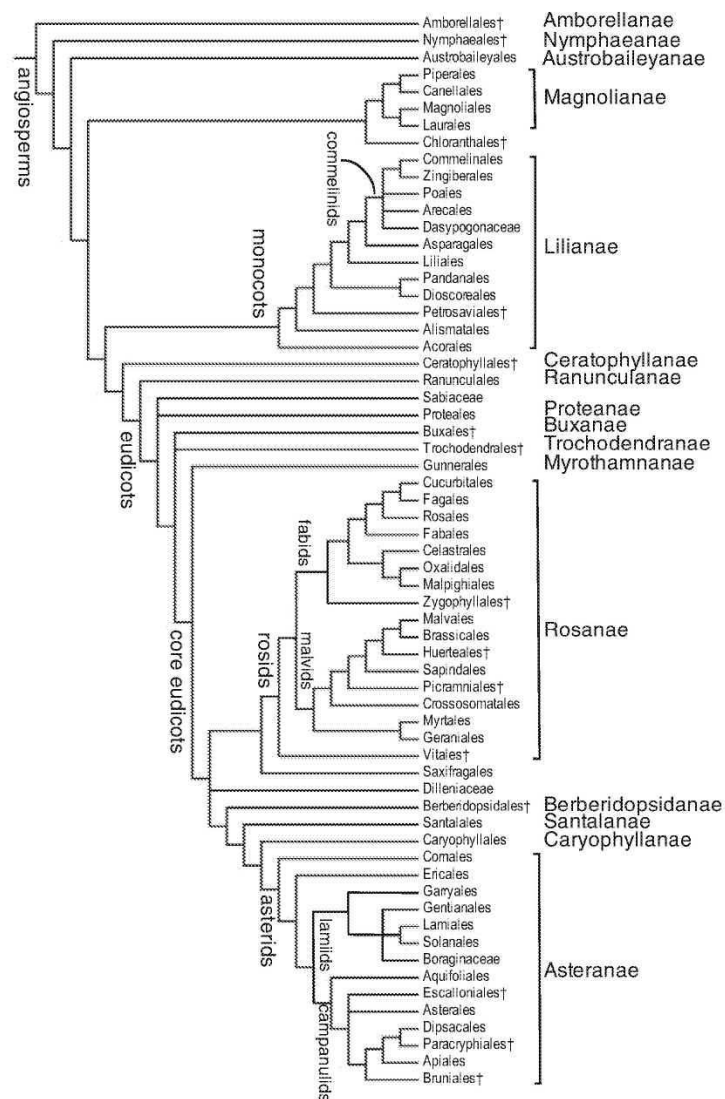


Figure 1. The APG III (2009) tree showing relationships of the orders of the angiosperms overlaid with the classification proposed here. The other groups of land plants are not shown.

Quelques exemples :

Badanier de chine → acide shikimique → tamiflu (antigripal)

Monocotyledon : colchique d'automne (fleur en automne → fruits au printemps) → colchicine
(toxique mais médicaments)

Paléo-oedicotylédon : Aconit Napel (ou casque de jupiter) Ce sont les plantes les plus toxiques de la flore française. On en extrait des alcaloïdes toxiques (mortel pour l'homme)

Oedycotylédon : le ricin → on extrait la ricine → 6000x plus toxique que le cyanure.
Classée comme agent biologique toxique.

Digitale → hétérosides cardiotoniques (règle des 3 R : renforce la contraction, Régularise, et Ralentit le rythme cardiaque)

Solanaceae : riches en alcaloïdes.