

Transitions majeures
(Maynard-smith, Szathmary 1995)

- molécules répliquatrices-> cellules
- répliqueurs indépendants->chromosomes
- ARN (gène et enzyme)-> ADN et protéines
- Procaryotes (-3500 Myr) -> eucaryotes (-1500 Myr)
- clones -> populations sexuées
- unicellulaires-> pluricellulaires (-800 Myr)

3.8 milliards d'années: apparition des cyanobactéries

2.0 milliards: apparition micro-algues Production O₂ et formation de la couche d'ozone

400 millions: lichens, mousses

350-200 millions d'années: carbonifère énergie fossile

65 millions: fleurs (reproduction sexuée)

50-30 millions: végétation proche de la végétation actuelle

La photosynthèse

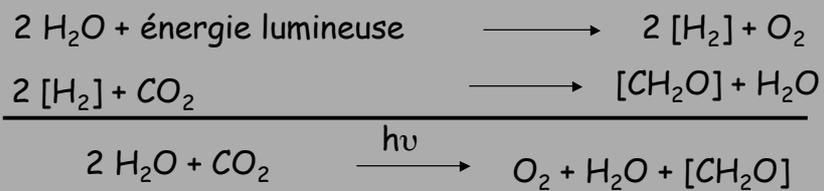
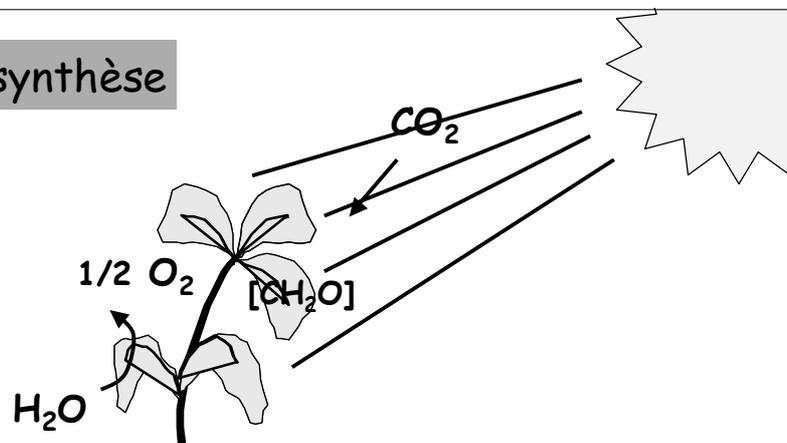
Stockage de 10 à 20 fois la consommation
annuelle d'énergie par l'homme

Bois, textiles, colorants, médicaments, ...

Nourriture

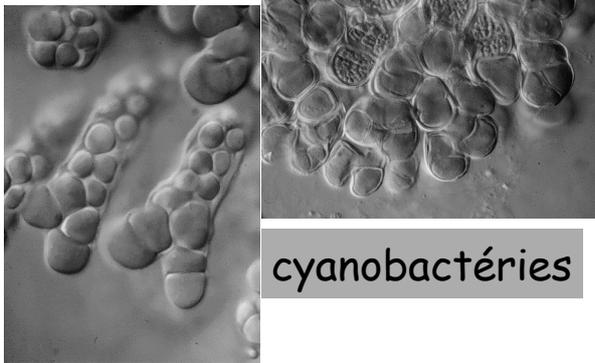
Production d'oxygène, consommation gaz carbonique

Photosynthèse



Les premiers organismes photosynthétiques étaient vraisemblablement des bactéries anaérobies

3.8 milliards d'années: apparition des cyanobactéries



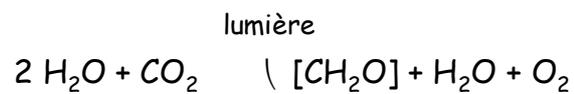
cyanobactéries



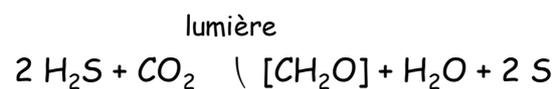
Bactéries pourpres

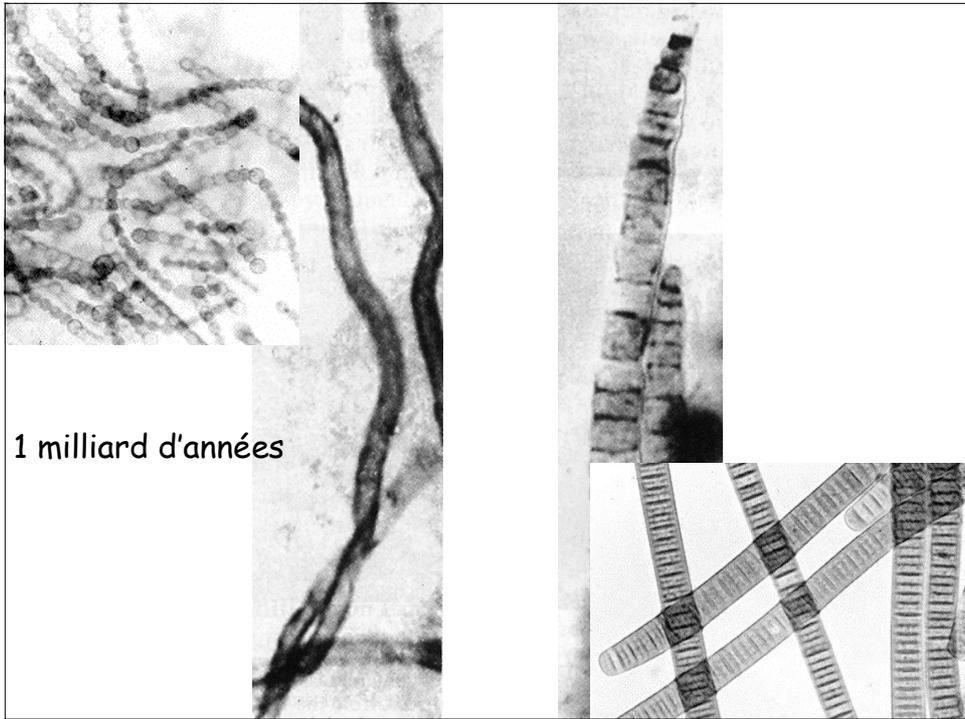
Van Niel (1931)

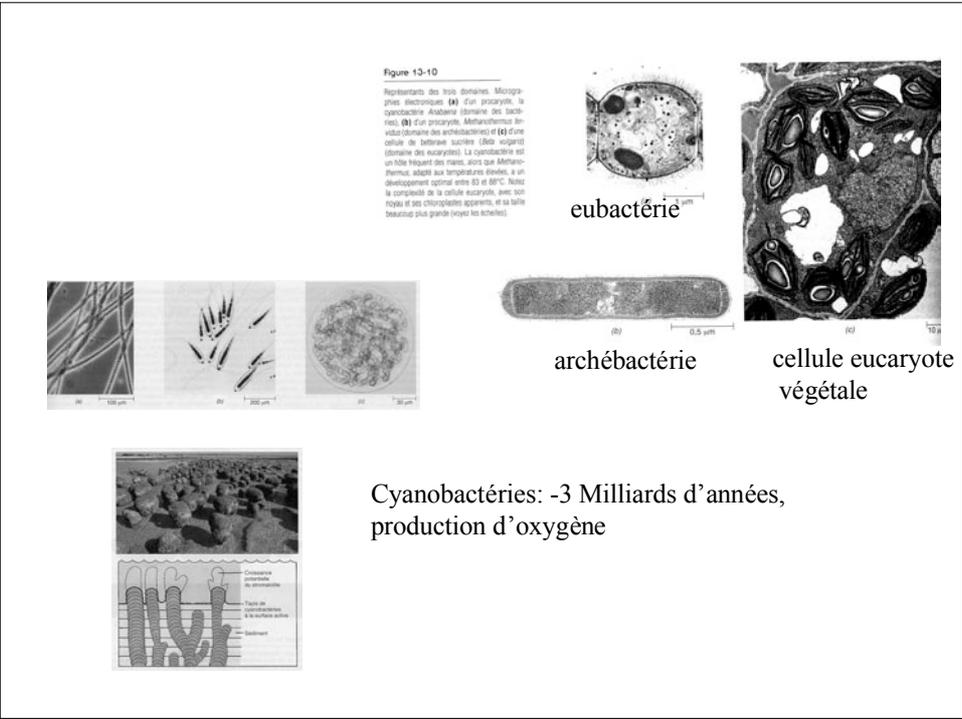
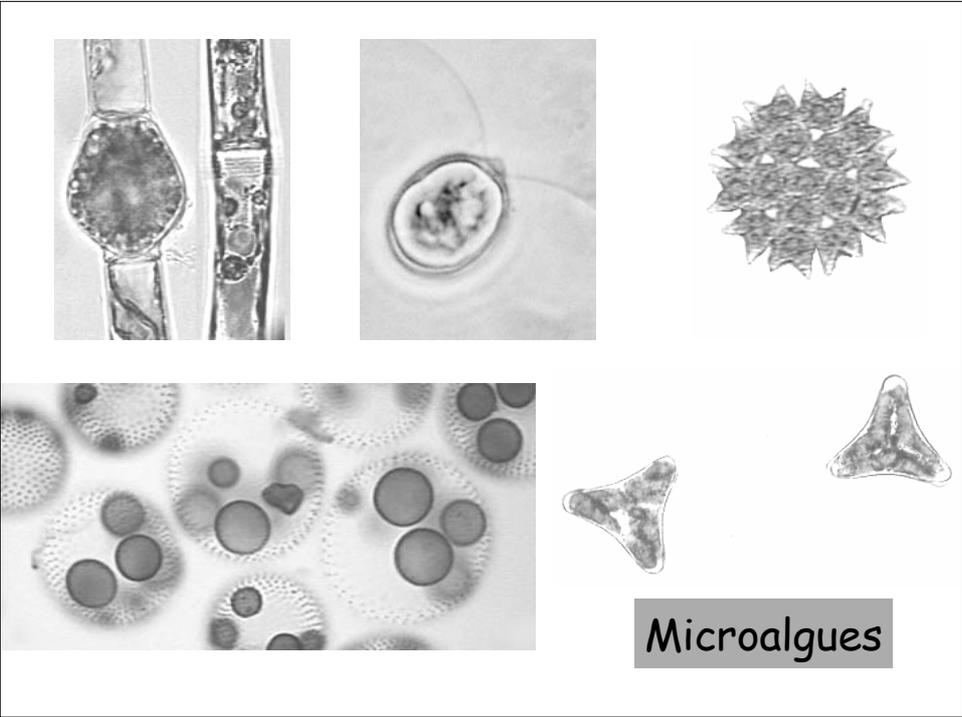
Végétaux, algues, micro-algues, cyanobactéries

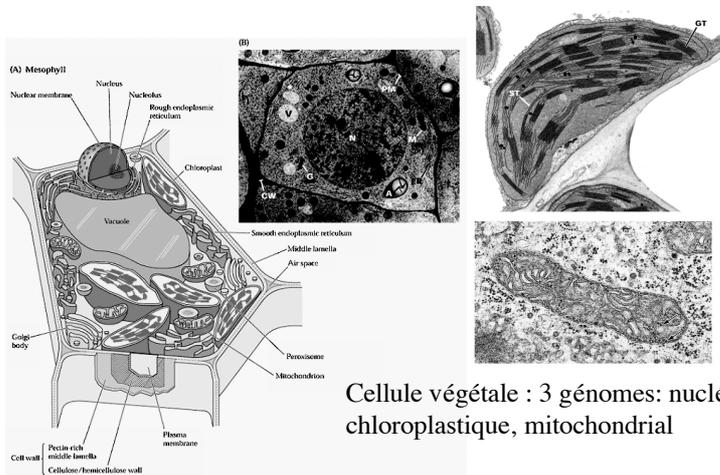


Bactéries photosynthétiques **actives en condition anaérobie**



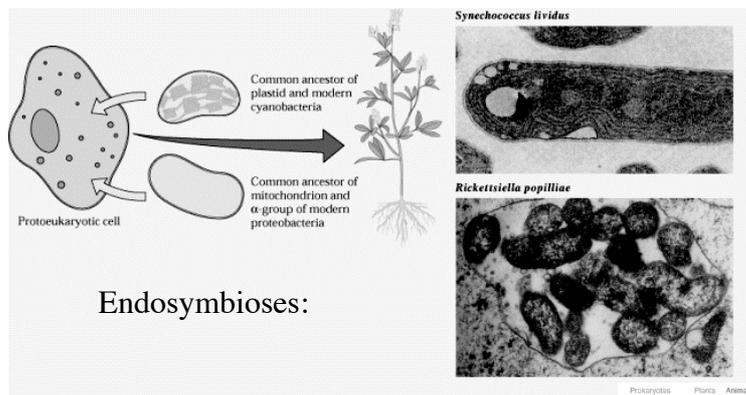






Cellule végétale : 3 génomes: nucléaire, chloroplastique, mitochondrial

Chloroplaste: fixation photosynthétique du CO₂, synthèse d'acides aminés et d'acides gras
 Mitochondrie: respiration, production d'ATP



Endosymbioses:

Scénario possible: une cellule protoeucaryote intègre un ancêtre de protéobactérie: la mitochondrie, puis un ancêtre de cyanobactérie: le chloroplaste

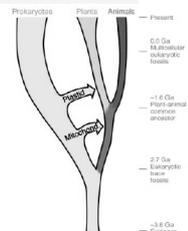
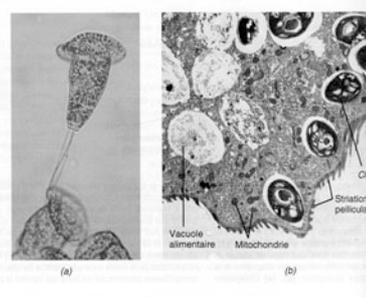


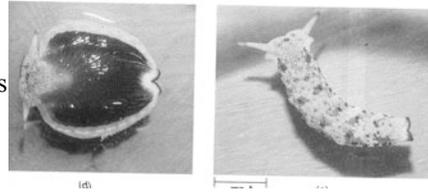
Fig. 1. A simplified diagram of the evolution of plants and animals, showing the two bacterial-uptake events that established mitochondria and chloroplasts.

Endosymbioses

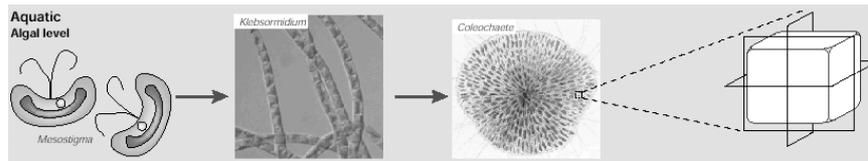
protozoaire vorticella + algue chlorelle



nudibranche + chloroplastes d'algues



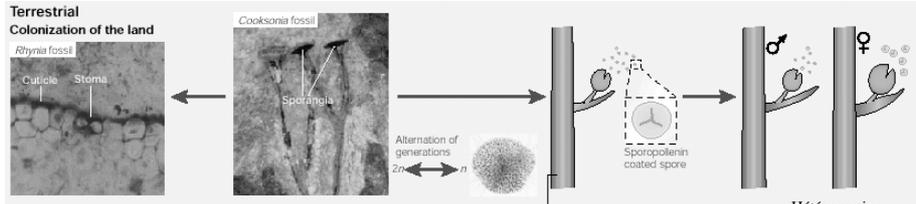
Innovations durant l'évolution des plantes (1)



Transition unicellulaire-> filamenteux
 - pas de séparation après la mitose
 - plan de division // à la direction de croissance
 - apparu plusieurs fois

Divisions cellulaires dans deux plans
 -> parenchymes
 - apparu plusieurs fois

Innovations durant l'évolution des plantes (2)



Apparition de la cuticule hydrophobe
- apparu une fois

Dvlpt d'un système d'échanges gazeux (stomates)
- apparu une fois

Pollen
-protection de la spore
- essentiel pour propagation d'un organisme immobile
-apparu une fois

Tissu conducteur d'eau
- apparu une fois

Hétérosporie
La mégaspore femelle contient des réserves
Microspore mâle
Nouvelle régulation développementale du sexe
-Apparu plusieurs fois (6-9)
Une seule fois chez les plantes à graine

adaptation de certaines algues à l'air et à l'absence d'eau, milieu terrestre riche en minéraux et meilleure disponibilité de la lumière et du CO₂ (plus anciens végétaux terrestres: -470 Myr)

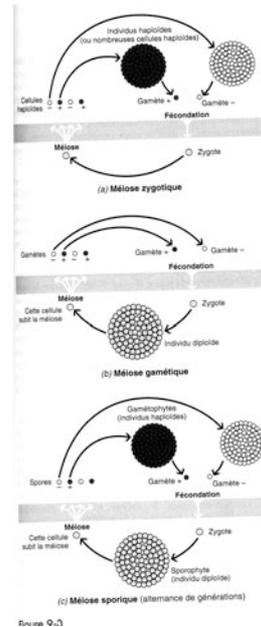
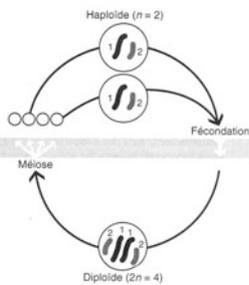
L'alternance des phases

La dominance de l'une ou l'autre génération apparaîtrait vers -400 Myr

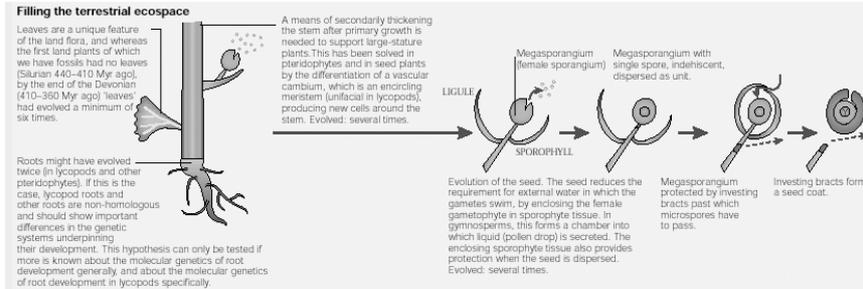
haploïde -> bryophytes-> mousses

Diploïde-> tracheophytes-> plantes à fleurs

la méiose



Innovations durant l'évolution des plantes (3)



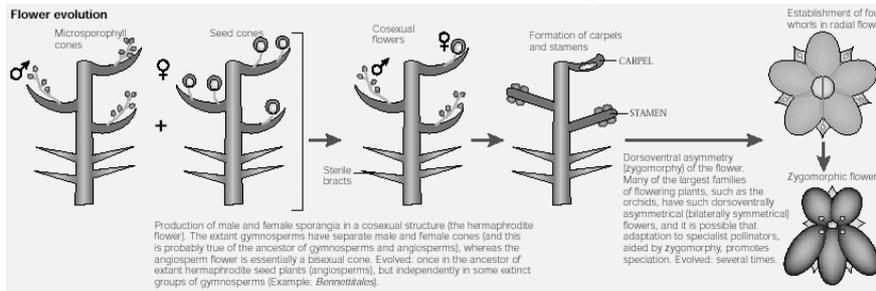
Feuilles
- apparues 6 fois
en 100 Millions d'années
(-440-360 Ma)

Racines
- apparues deux fois (lycophodes)

Croissance en épaisseur
Méristèmes secondaires
- apparu plusieurs fois

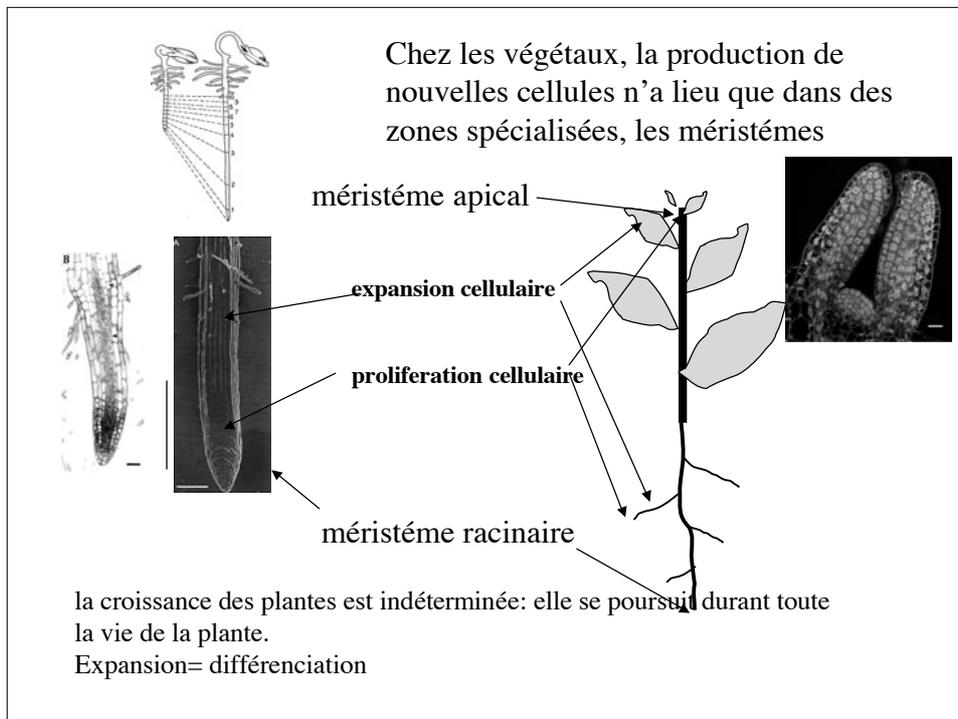
Evolution de la graine
- les gamètes n'ont plus besoin d'eau
- Chez les gymnospermes, le tissu sporophytique forme une chambre où du liquide est sécrété.
- le sporophyte protège le sac embryonnaire
- apparu plusieurs fois

Innovations durant l'évolution des plantes (4)



Production des gamètes dans une structure cosexuée (la fleur)
- les gymnospermes portent des structures séparées
- les angiospermes portent des fleurs hermaphrodites

Asymétrie de la fleur
- chez les plus grandes familles de plantes à fleurs (orchidées)
- asymétrie + pollinisateurs spécialisés = spéciation (isolement reproductif)



En 1879 Darwin: la diversification rapide et la dominance des angiospermes est un « abominable mystère !»

Les premières angiospermes apparaissent à -130, -90 Myr, leur dominance écologique est achevée à -100, -70 Myr

250 000 espèces connues, sans doute le double

Des branches sœurs diffèrent en nombre d'espèces d'un facteur >1000

Origine de la diversité???

Coévolution avec insectes (prédateurs, pollinisateurs) et avec champignons/ bactéries du sol (pathogènes, symbiotes)?????

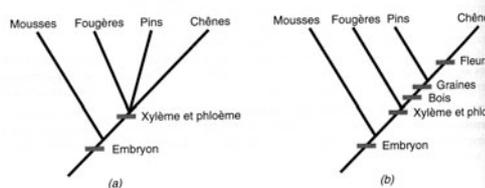
Caractères sélectionnés pour l'analyse des relations phylogénétiques entre quatre taxons de plantes

Taxon	Caractères*			
	Xylème et phloème	Bois	Graines	Fleurs
Mousses	-	-	-	-
Fougères	+	-	-	-
Pins	+	+	+	-
Chênes	+	+	+	+

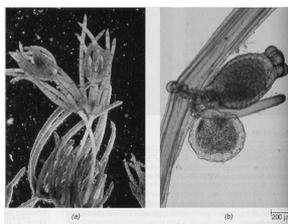
a. Le caractère « présence » (+) est la condition dérivée; le caractère « absence » (-) est la condition ancestrale.

Figure 13-6

Cladogramme montrant les relations phylogénétiques entre les fougères, les pins et les chênes, signalant les caractères communs qui justifient ces relations. (a) Cladogramme basé sur la présence ou l'absence de xylème et de phloème. (b) Représentation plus précise des relations, basée sur d'autres informations concernant la présence ou l'absence du bois, des graines et des fleurs.



classification idéale -> tous les individus proviennent du même ancêtre commun, groupes monophylétiques



Charophycées : algues vertes, enracinement du groupe des Embryophytes, (plantes vertes)

Plus anciens végétaux terrestres: hépatiques (470 Myr, paléozoïque)

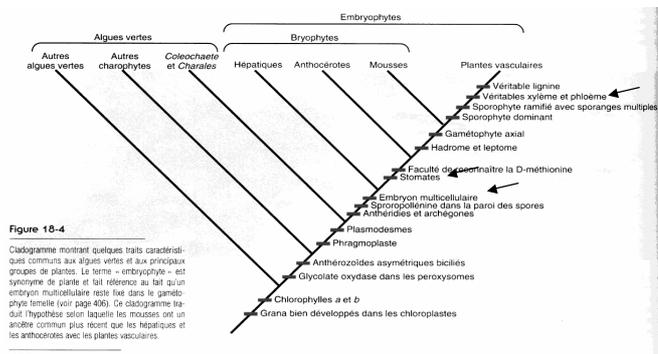


Figure 18-4

Cladogramme montrant quelques traits caractéristiques communs aux algues vertes et aux principaux groupes de plantes. Le terme « embryophyte » est synonyme de plante et fait référence au fait qu'un embryon multicellulaire reste fixé dans le gamétophyte terrestre (voir page 486). Ce cladogramme soutient l'hypothèse selon laquelle les mousses ont un ancêtre commun plus récent que les hépatiques et les anthérozoaires avec les plantes vasculaires.

Phylogénie moléculaire:
on compare des séquences d'ADN au lieu de caractères morphologiques visibles

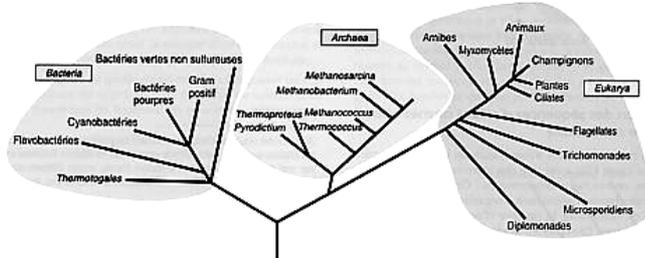


Figure 13-8

Arbre évolutif universel basé sur la comparaison des séquences d'ARN ribosomiques. Les données confirment la division du monde vivant en trois domaines, dont deux seulement des organismes procaryotes (Bacteria et Archaea) et le dernier, des organismes eucaryotes (Eukarya). L'ordre de toutes les cellules se trouve à la base de l'arbre. Les animaux, les champignons et les plantes représentent trois règnes séparés dans le domaine des eucaryotes. Les autres groupes d'eucaryotes appartiennent au règne des protistes.

Caractéristiques distinctives principaux des trois domaines vitaux*

Caractéristiques	Bacteria	Archaea	Eukarya
Type de cellule	Procaryote	Procaryote	Eucaryote
Enveloppe nucléaire	Absente	Absente	Présente
Nombre de chromosomes	1	1	Plusieurs
Forma des chromosomes	Circulaire	Circulaire	Linéaire
Organites (mitochondries et plastates)	Absents	Absents	Présents (généralement)
Cytosquelette	Absent	Absent	Présent
Photosynthèse à base de chlorophylle	Oui	Non	Oui

*. Note que certains caractères cités ne s'appliquent qu'à certains représentants du domaine.

La Multicellularité est apparue indépendamment chez les ancêtres des plantes et des animaux

