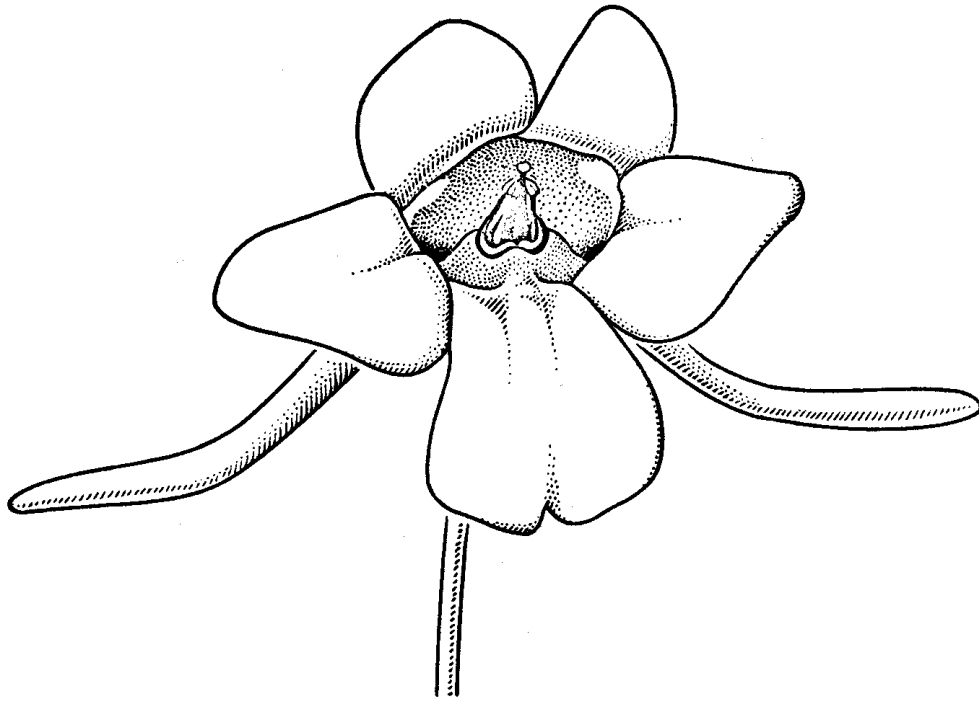


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULAY TAHAR -SAIDA
FACULTE DES SCIENCES
Département de Biologie



Polycopié TP de Botanique



Présenté par:

D^R SAIDI Abdelmoumene

Année universitaire :2019/2020

Présentation de la Matière

Intitulé de la matière: travaux pratique de Botanique

- **Volume horaire:** 15 semaines (67h30H)
- **Volume horaire hebdomadaire:** (C: 3h, TP: 1h30)

Objectifs de l'enseignement:

Ce polycopié conçu dans un but pédagogique, est consacré à l'étude pratique du monde végétal à travers une série de travaux pratiques pour rendre accessible aux étudiants les connaissances fondamentales de la botanique.

Cette matière permet aux étudiants d'avoir des notions générales sur le monde végétal (la classification en botanique, notions d'espèces et l'identification, évolution et la classification du règne végétal), et d'aiguiser le sens de l'observation : une des bases essentielles de la démarche du biologiste.

Les différents groupes formant le règne végétal sont présentés dans ce polycopié selon un ordre évolutif.

Matière enseignée pendant les Années Universitaires : 2017/2018- 2018/2019- 2019/2020

Niveau : 2^{ème} année licence.

Domaine : Science de la nature et de la vie

Filières : Sciences biologiques et Ecologie

Unité : Enseignement Fondamental

Evaluation : Travaux pratiques 40 % de la note finale

- Herbier : 40 % de la note
- Rapports de TP : 20 % de la note
- Examen de TP: 40 % de la note

SOMMAIRE

Introduction.....	1
Première partie : présentation du règne végétal	
I- Les grands critères de classification.....	2
I-1 Critères cytologiques.....	2
I-2 Critères morphologiques.....	3
I-2-1 Les Thallophytes.....	4
I-2-2 Les Cormophytes.....	5
I-2-2.1 Embranchement des Bryophytes.....	5
I-2-2.2 Embranchement des Ptéridophytes.....	7
I-2-2.3 Embranchement des Spermaphytes.....	10
II- Historique et l'évolution du monde végétale.....	15
III- La classification des végétaux.....	18
III.1 La systématique.....	18
III.2 Taxonomie.....	18
Deuxième partie : travaux pratiques	
I- Introduction	20
II- Matériel nécessaire pour la réalisation des séances de TP	20
III- Réalisation de l'herbier	23
TP N° 1 : les Algues.....	26
TP N° 2: les champignons.....	29
TP N° 3: les Bryophytes.....	33
TP N° 4: les Ptéridophytes.....	35
TP N° 5: les Coniférophytes.....	37
TP N° 6: les Angiospermes.....	39
TP N° 7: Morphologie florale des Angiospermes Monocotylédones.....	41
TP N° 8: Morphologie florale des Angiospermes dicotylédones.....	43
TP N° 9 : Angiospermes, fruits et graines.....	45

LISTE DES FIGURES

- Figure 1** : les thallophytes
- Figure 2** : position systématique des Bryophytes
- Figures 3** : les Mousses
- Figures 4**: les Hépatiques
- Figure 5** : cycle de développement des Bryophytes
- Figure 6** : cycle de développement de la Fougère mâle
- Figure 7** : position systématique des Ptéridophytes
- Figure 8**: La morphologie des Ptéridophytes
- Figure 9**: cladogramme des spermaphytes
- Figure 10** : les Ginkgophytes et les Cycadophytes
- Figure 11** : les Coniférophytes
- Figure 12** : classification des angiospermes
- Figure 13** : différence entre monocotylédones et dicotylédones
- Figure 14** : l'évolution du monde végétal
- Figure 15** : représentation schématique de la succession des différentes flores terrestres
- Figure 16** : cycle de développement d'*Ulva lactuca*
- Figure 17** : *Rizopus nigricans*
- Figure 18** : *Agaricus campestris*
- Figure 19** : mousse Bryale acrocarpe.
- Figure 20** : mousse Bryale pleurocarpe
- Figure 21**: aspect général d'une fougère
- Figure 22**: cycle de Reproduction Pinophyta
- Figure 23**: *Pinus halepensis*
- Figure 24**: *Cupressus sempervirens*
- Figure 25**: comparaison entre monocotylédones et dicotylédones
- Figure 26**: structure de l'appareil reproducteur (la fleur)
- Figure 27**: la forme de la feuille chez les monocotylédones
- Figure 28**: les grands types de fruits

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Présentation synoptique des divisions du règne végétal actuel.

Tableau 2 : Les suffixes utilisés pour désigner les groupes régis par le code de nomenclature botanique

Tableau 3: Comparaison entre gymnospermes et angiospermes

Introduction

Le premier caractère des végétaux est leur faculté de synthèse. Alors que, pour se nourrir, les animaux doivent manger d'autres animaux ou des végétaux, les plantes utilisent directement les sels minéraux du sol et le carbone de l'air. Ce sont des autotrophes (du grec autos, de soi-même et trophê, nourriture) capables, en particulier, de fabriquer des glucides grâce à l'énergie solaire.

Les végétaux sont ainsi le support de toute vie animale ; sans les plantes, les animaux ne pourraient vivre puisqu'ils sont incapables de fabriquer tout ou partie de leurs constituants.

Cette faculté de synthèse se traduit, au niveau cellulaire, par la présence d'éléments particuliers appelés plastes et dont est toujours dépourvue la cellule animale.

Quant à la captation de l'énergie solaire (photosynthèse), celle-ci est rendue possible par la présence de pigments assimilateurs, dont les chlorophylles. La couleur verte des plantes est due à ces pigments.

Un autre trait fondamental des végétaux sans doute, lié à leur étonnante faculté de synthèse des sucres est la présence autour de chaque cellule d'une paroi rigide de nature glucidique.

Si l'on rencontre encore chez les algues des polymères du mannose et du xylose, chez les autres végétaux, c'est la cellulose qui est le constituant majeur de la paroi. Cette enveloppe rigide de cellulose empêche la cellule végétale de se déformer et de se mouvoir : il en résulte l'immobilité et la fixation au sol de la plupart des plantes. La plante devient prisonnière de son milieu, de son habitat ce qui oblige son organisme à une plus grande souplesse, à une grande facilité d'adaptation, puisqu'elle ne peut par exemple fuir, en se déplaçant, des conditions défavorables.

De même, il n'existe pas de cellules végétales mobiles analogues aux lymphocytes des vertébrés et, lors de la formation de l'embryon, on n'observe aucun des déplacements ou mouvements cellulaires caractéristiques de l'embryogenèse animale.

Première partie : présentation du règne végétal

Le monde vivant est constitué d'une collection infinie d'organismes en perpétuelle évolution. Les premiers êtres vivants, apparus sur terre il y a environ 3,5 milliards d'années, étaient des bactéries dépourvues de noyau cellulaire : des Procaryotes, à partir de ces Procaryotes des êtres plus complexes sont apparus : les Eucaryotes.

Les plantes font partie de la lignée végétale, c'est-à-dire d'un ensemble d'organismes autotrophes et phototrophes. La lignée végétale traverse divers règnes. Elle prend naissance au sein des procaryotes avec les cyanobactéries (algues bleues) et les chloroxybactéries. Elle inclut de nombreux organismes appartenant au règne des protistes/protocistes (Rassemblés communément sous le vocable "algues") et s'épanouit avec les plantes. Selon les classifications, les plantes sont également appelées Embryophytes, Cormophytes ou Archégoniates.

La classification des végétaux s'appuie sur plusieurs critères cytologiques, anatomiques et morphologiques, ainsi, le règne végétal est traditionnellement subdivisé en deux grands groupes en fonction de l'organisation structurale du végétal: Présence d'un Thalle ou d'un Cormus, et donc on distingue les Thallophytes et les Cormophytes.

I- Les grands critères de classification

I-1 Critères cytologiques → à l'échelle cellulaire : Procaryotes – Eucaryotes

I-2 Critères morphologiques → organisation pluricellulaire : Présence d'un Thalle ou d'un Cormus

I-1 Le niveau d'organisation procaryotique. Procaryotes - Eucaryotes

Procaryote: Se dit des cellules dont le matériel génétique n'est pas clairement séparé du cytoplasme par une membrane, ce par opposition aux eucaryotes. Les bactéries et les algues bleues sont des procaryotes.

Eucaryote: Se dit des cellules dont le noyau (qui contient les chromosomes, support du matériel génétique) est séparé du cytoplasme par une enveloppe, par opposition au procaryote.

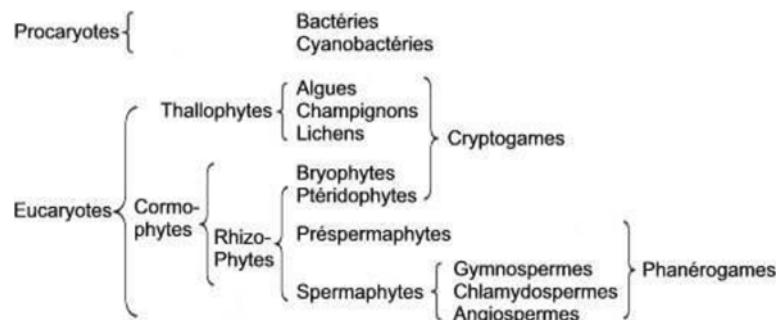


Tableau 1 : Présentation synoptique des divisions du règne végétal actuel. (Rayn al-Roques, 1994).

PROCARYOTES		Bactéries
	<i>algues bleues</i>	Cyanobactéries
EUCARYOTES		
Pas de chlorophylle	<i>champignons</i>	Oomycètes
	<i>champignons</i>	Eumycètes
		Myxomycètes
Chlorophylle a + Pigments accessoires		Pyrrhophytes
		Chrysophytes
		Bacillariophytes
	<i>algues brunes</i>	Phaeophytes
	<i>algues rouges</i>	Rhodophytes
	<i>algues jaunes</i>	Xanthophytes
Chlorophylle a + Chlorophylle b		
Zygote sans protection	<i>euglènes</i>	Euglénophytes
	<i>algues vertes</i>	Chlorophytes
Zygote protégé par une coque dure (oogone)		Charophytes
Gamète femelle contenu dans un archégone		
pas d'appareil vasculaire	<i>mousses</i>	Bryophytes
un appareil vasculaire		
sexualité aquatique ni fleur ni graines		Psilophytes
		Lycophytes
		Phénophytes
	<i>fougères</i>	Ptéridophytes
sexualité aérienne : gamétophyte femelle dans un ovule		
ovules nus, pendus à des organes dans lesquels ils ne sont pas enfermés		Cycadophytes
		Gnétophytes
	<i>Ginkyo</i>	Ginkophytes
	<i>Gymnospermes</i>	Coniférophytes
ovules enfermés dans un carpelle, fleurs, graines	<i>Angiospermes</i>	Anthophytes

I-2 Présence d'un thalle ou d'un cormus

Principales différences entre Thallophytes et Cormophytes : Appareil végétatif

► **Thallophytes** : appareil végétatif thalle → pas d'organes bien différenciés.

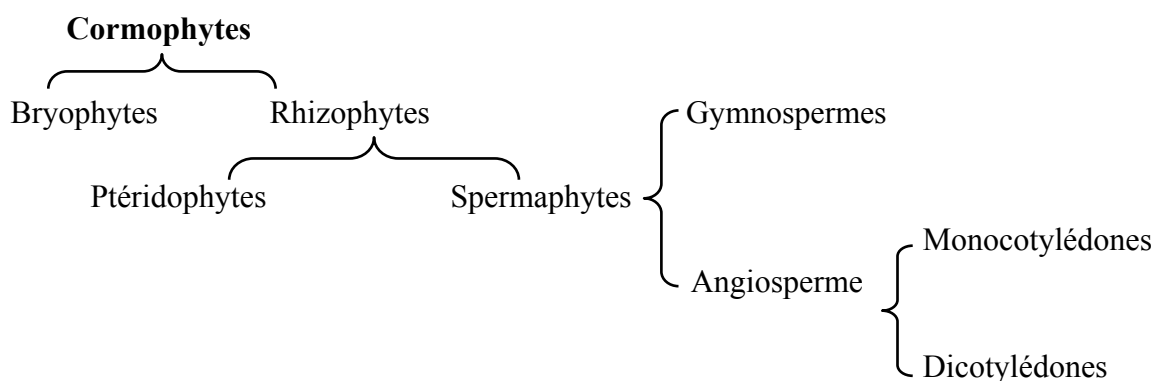
- Les Cyanobactéries (ou Algues bleues ou Cyanophycées)

- Les Algues

- Les Champignons

- Les Lichens

► **Cormophytes** : appareil végétatif avec organes bien différenciés Cormus → feuilles, tiges et racines.



I-2-1 Les Thallophytes

Les Thallophytes forment un groupe d'organismes très divers, ils renferment des procaryotes et des eucaryotes. Ce sont des végétaux inférieurs non vascularisés, ils sont les représentants fossiles les plus anciens des végétaux (à l'origine de tous les végétaux), dont la structure est très simple formant un thalle, le thalle est composé par des cellules qui se ressemblent sans différenciation physiologiques où on ne peut distinguer ni racine, ni tige, ni feuilles ni vaisseaux conducteurs. Ils sont constitués soit par des cellules isolées soit par des filaments.

En fonction des espèces, Les thallophytes les plus simples sont microscopiques et unicellulaires, comme les cyanobactéries (les algues bleues) et les archéthalles unicellulaires, leur taille ne dépasse pas quelques dizaine de micromètres, d'autres, le thalle présente des structures complexes et pluricellulaires et leur taille peut dépasser quelques dizaines de mètres, comme certains champignons et des algues. La reproduction se fait par des spores ou des gamètes.

I-2-1.1 Reproduction :

Le développement des thallophytes se fait par :

- voie végétative (fragmentation ou bouturage).
- voie asexuée (spores).
- voie sexuée suivants des modes très diversifiés :
 - * cycles de vie et alternance de générations.
 - * forme des gamètes libres ou nageuses.

I-2-1.2 Diversité du métabolisme

-*Autotrophie*: les organismes réalisent la synthèse des substances organiques grâce à la photosynthèse.

-*Hétérotrophie*: les organismes utilisent des substances préalablement synthétisées par d'autres végétaux autotrophes. Chez les hétérotrophes on peut distinguer trois modes de nutrition :

- saprophytisme : Les espèces saprotrophes se développent aux dépens des substances mortes d'origine végétale, animale ou fongique.

- Parasitisme : les organismes parasites vivent aux dépens des autres organismes vivants et puisent leurs substances organiques en portant préjudice à ces derniers.

- Symbiose : association à bénéfices réciproques entre deux partenaires hétérotrophe et autotrophe. Cette relation est indispensable à leur vie, les meilleurs exemples en sont les lichens (association champignon / algue) et les mycorhizes (association végétal / champignon).



Figure 1 : les thallophytes

I-2-2 Les Cormophytes

Ce groupe est composé par les végétaux supérieurs qui correspondent à des organismes toujours pluricellulaires et dont les cellules eucaryotes sont réunies en tissus formant à leur tour des organes beaucoup plus complexe qu'un thalle appelé cormus d'où le nom de cormophyte.

Les Cormophytes sont l'ensemble des plantes qui possèdent une tige portant des feuilles ou des frondes ou autrement dit ce sont des plantes qui possèdent des organes (tiges, feuilles, racines) différenciés qui sont la majorité des plantes terrestres (Embryophytes : bryophytes, ptéridophytes, spermaphytes).

Les cormophytes sont divisées en plusieurs embranchements :

I-2-2.1 Embranchement des Bryophytes

Les Bryophytes (du grec *bruon*, mousse et *phuton*, plante) sont un groupe de Métaphytes de petite taille, possédant plusieurs caractères considérés comme primitifs :

- absence de racines
- absence d'appareil vasculaire
- cycle à gamétophyte dominant

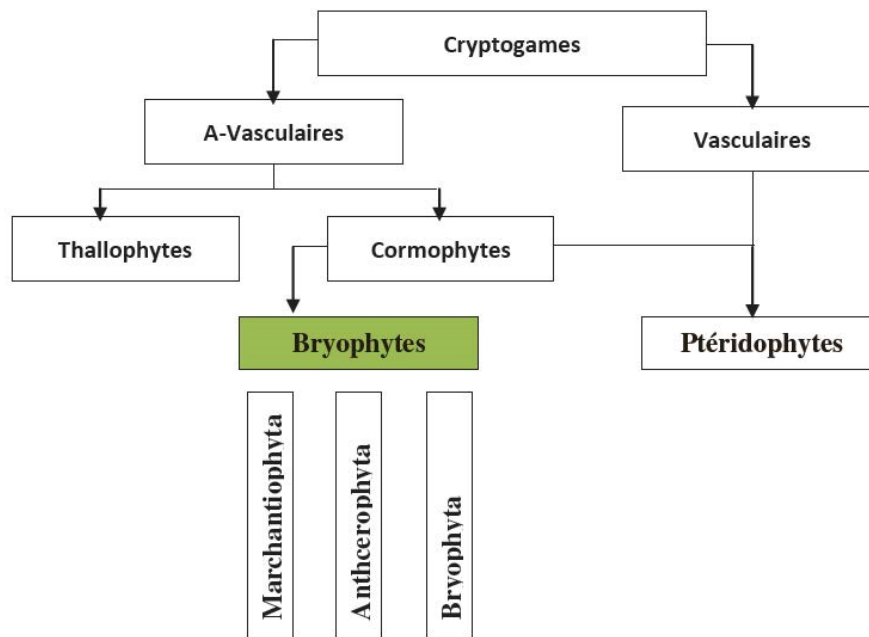


Figure 2 : Position systématique des Bryophytes

Les premiers stades de leur développement, après la germination de la spore, consistent en un thalle filamenteux très simple, le protonéma, évoquant le thalle de certaines algues vertes.

Par ces caractères, les Bryophytes constituent un groupe de transition entre les Protoctistes et les Plantes vasculaires. Ils attestent aussi que les caractères spécifiques des Métaphytes n'ont pas été acquis simultanément au cours de l'évolution. La plante est formée de sortes de "tiges" et de "feuilles", par contre il n'y a pas de racines et pas de tissus conducteurs.

L'embranchement des bryophytes comprend :

- d'une part, les Mousses (figure.2) Polytrics et Sphaignes ;
- d'autre part, les Hépatiques (figure. 2) et les Anthocérotes.

Les premières ressemblent à de toutes petites plantes feuillées ; chez les secondes, on rencontre des lames foliacées plus ou moins complexes qui rappellent le thalle des algues.



Figures 3 : les Mousses



Figures 4: les Hépatiques

L'aspect des bryophytes est varié mais, quelles que soient leurs formes, toutes naissent, croissent et se reproduisent suivant le même processus. Autrement dit, tout ce groupe de plantes est essentiellement caractérisé par son cycle de développement.

On connaît environ 25 000 espèces de bryophytes.

Les bryophytes ont été, au Silurien, les premières plantes à passer de l'eau à la terre ferme ; elles jouent un rôle pionnier dans certaines conditions extrêmes, ombrage en sous-bois, substrats très pauvres et humides, rochers, écorces, souvent accompagnées de lichens avec lesquels elles initient la formation d'humus.

De nombreuses espèces, sensibles aux variations de l'environnement, se comportent comme des bioindicateurs ou des bioaccumulateurs de la pollution.

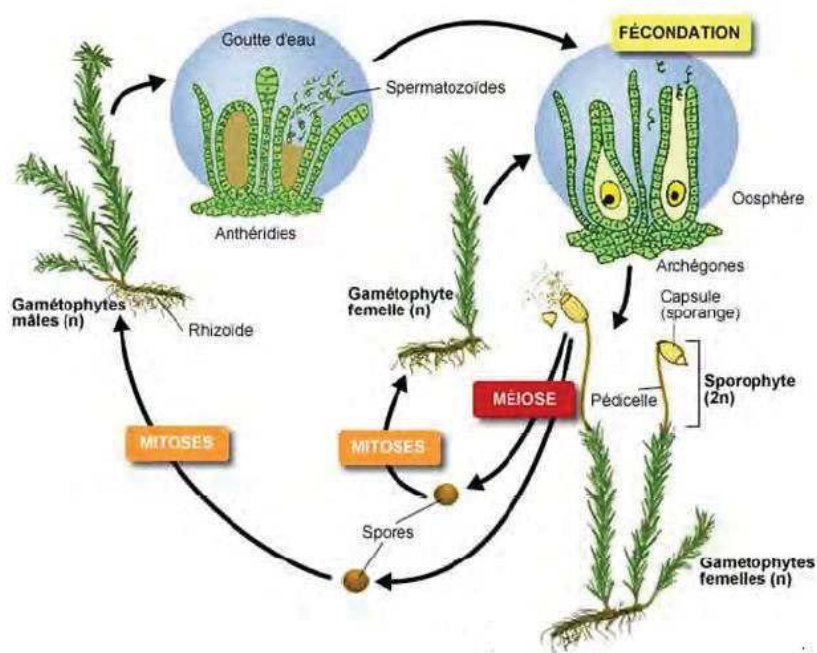


Figure 5 : Cycle de développement des Bryophytes

I-2-2.2 Embranchement des Ptéridophytes

Peu après la colonisation des terres émergées, l'évolution des plantes a pris deux voies divergentes. Une voie évolutive a conduit à des organismes à gamétophyte dominant, de petite taille et non vascularisés : les Bryophytes. L'autre voie a consisté en un développement du sporophyte ; elle a conduit aux fougères au sens large du terme.

Les fougères au sens large, ou Ptéridophytes, sont des plantes vasculaires à sporophyte dominant et à sporanges nus. Ce sporophyte, complexe, possède désormais tous les organes spécifiques des Métaphytes: racines, tiges, feuilles. Il est muni d'un appareil vasculaire et de tissus de soutien assurant sa rigidité. La possession de racines rend les fougères moins étroitement tributaires des variations de l'humidité du substrat que les Bryophytes.

La possession de tissus conducteurs et de soutien avec une taille plus élevée que chez les Bryophytes. Cette taille élevée favorise la dispersion des spores à grande distance.

La fécondation reste aquatique comme chez les Bryophytes, et le gamétophyte, sans épiderme et non vascularisé, reste inféodé à des conditions très humides. De plus, le jeune individu diploïde, encore dénué de toute protection particulière, doit se développer immédiatement et ne peut le faire que dans des conditions où l'eau est abondante au moins temporairement. Les fougères sont en quelque sorte les "amphibiens" du règne des Plantes.

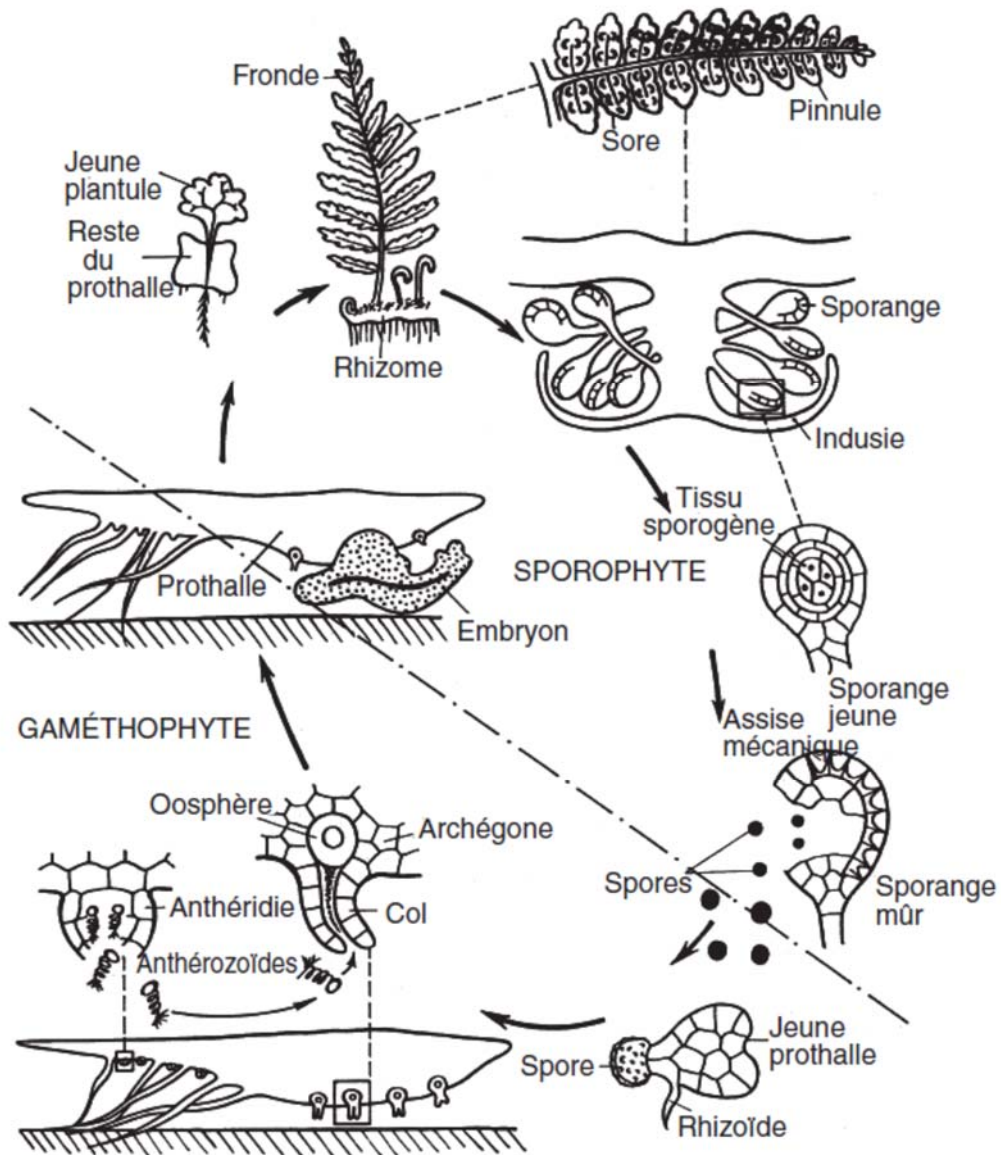


Figure 6 : Cycle de développement de la Fougère mâle.

Les Fougères ont dominé le paysage pendant la seconde moitié de l'ère primaire. Au Carbonifère, en particulier (de -345 à -280 millions d'années), des fougères arborescentes appartenant à deux embranchements, les Sphenophyta et les Lycopodophyta, ont constitué des forêts très étendues, qui sont à l'origine des gisements de combustibles fossiles que nous exploitons aujourd'hui. Ces

gisements proviennent de l'accumulation d'énormes quantités de matière organique morte produite par ces forêts, dans des conditions marécageuses où l'anaérobiose ralentissait l'activité des microorganismes décomposeurs. L'accumulation dans les sols de ces énormes quantités d'oxygène moléculaire, dont la teneur actuelle de 21% a été atteinte à cette époque. Les représentants actuels de ces deux groupes de fougères sont tous des plantes herbacées de petite taille (Prêles et Lycopodes).

Les principaux embranchements de Fougères sont :

- Filicophyta
- Sphenophyta (Prêles)
- Lycophyta
- Psilophyta

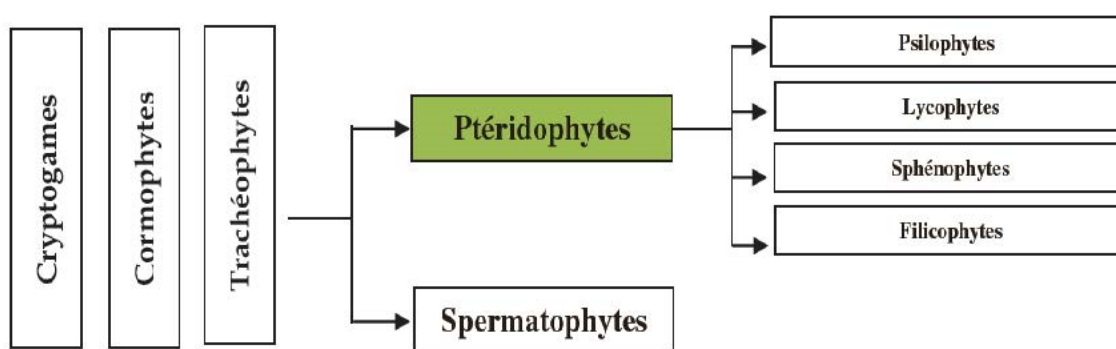


Figure 7 : Position systématique des Ptéridophytes

Le système racinaire et l'appareil conducteur apparaissent mais il n'y a pas de fleurs et il n'y a pas de graines.



Figure 8 : La morphologie des Ptéridophytes (a : Sélaginelle; b : Prêle; c : Filicophyte; d : Psilophyte)

I-2-2.3 Embranchement des Spermaphytes

Au cours de l'évolution, les mousses et les fougères ont petit à petit colonisé le milieu aérien. Mais, bien que vivant dans l'air, ces végétaux ont un besoin vital d'eau pour la reproduction.

Les spermatophytes sont des plantes feuillées munies de racines et de tissus vasculaires, se reproduisant par des graines. La graine dérive d'un ovule, mégasporange tégumenté indéhiscent. L'embranchement des Spermaphytes comprend deux sous-embranchements les Gymnospermes et les Angiospermes. Chez les premières, les ovules sont nus, tandis qu'ils sont enfermés dans des ovaires chez les secondes.

L'ovule est une structure sexuée femelle à la fois diploïde et haploïde. Les spermaphytes actuellement vivants forment un groupe monophylétique comprenant cinq clades principaux (Fig.8) : les Cycadées (Cycadophytes), les Ginkgos (Ginkgophytes), les conifères (Coniférophytes), les Gnétophytes (chlamydospermes) et les angiospermes «groupe monophytétique». Les quatre premiers groupes ont traditionnellement été dénommés gymnospermes, « groupe paraphylétique ».

Les Spermaphytes sont parfois également appelés Phanérogames. Ce terme signifie "à reproduction visible" et fait allusion au fait que les structures reproductrices de ces plantes sont particulièrement faciles à observer et souvent spectaculaires (Gymnospermes : cônes ; Angiospermes : fleurs).

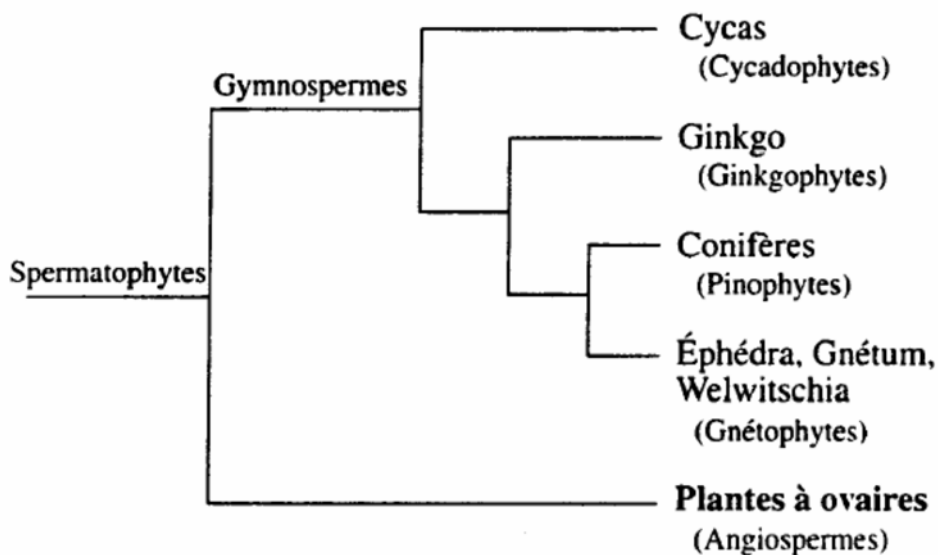


Figure 9: Cladogramme des spermaphytes

Chez les spermatophytes, la fécondation n'est plus tributaire du milieu aquatique. Le transport des noyaux reproducteurs mâles se fait par l'intermédiaire du pollen. Ce dernier peut être homologué à un gamétophyte mâle ayant acquis une biologie particulière lui permettant de conduire ses gamètes dans l'appareil reproducteur femelle.

I-2-2.2.1 les Gymnospermes:

Le terme gymnospermes signifie les végétaux à ovule nus "(sperma: graine) (gymno: nue)", chez les gymnospermes les graines ne sont pas incluses dans un carpelle, comme elles le sont chez les angiospermes, bien qu'elles puissent parfois être protégées à maturité par les écailles ou les bractées du cône qui s'unissent.

Les gymnospermes (les Cycadophytes, les Ginkgophytes, les Coniférophytes, le Gnétophytes) renferment ensemble 15 familles, 75-80 genres et environ 820 espèces.

Les Gymnospermes actuelles ne constituent qu'une partie de ce groupe dont de nombreux taxons (sous-groupes) sont uniquement connus à l'état fossile. Ses représentants actuels sont pratiquement tous des plantes ligneuses arborescentes ou arbustives. Certaines espèces sont réduites à deux feuilles au sol (*Welwitschia mirabilis*) tandis que d'autres forment les arbres les plus imposants du monde (par exemple, *Sequoia sempervirens* atteint 110 m de hauteur). Leur cycle de vie est caractérisé par une phase végétative plus longue que la phase reproductive.

Toutes les Gymnospermes actuelles sont des espèces pérennes (vivaces) et la plupart sont sempervirentes (à feuillage persistant), avec quelques exceptions notables d'espèces à feuilles caduques telles que le ginkgo (*Ginkgo biloba*), le mélèze (*Larix decidua*) et le cyprès chauve (*Taxodium distichum*).

L'appareil reproducteur de ces plantes est caractérisé par :

- La présence de grains de pollen (mâle) et un ovule nu (femelle)
- La fécondation quasi indépendante de l'eau
- Les organes reproducteurs groupés en cônes unisexués mâles ou femelles.



Figure 10 : les Ginkgophytes et les Cycadophytes



Figure 11 : les Coniférophytes

I-2-2.2.2 Angiospermes :

Regroupe les plantes à fleurs, et donc les végétaux qui portent des fruits. Angiosperme signifie « graine dans un récipient » en grec par opposition aux gymnospermes (graine nue). Ils représentent la plus grande partie des espèces végétales terrestres, avec de 250 000 à 300 000 espèces. Les Angiospermes comprennent les Dicotylédones et les Monocotylédones.

Les Angiospermes, ou plantes à fleurs, seraient apparues au Crétacé inférieur, près de l'équateur, il y a environ 130 millions d'années. Les Gymnospermes et les Ptéridophytes dominaient alors la surface du globe. Les Angiospermes auraient d'abord été confinées à des niches écologiques délaissées par les autres groupes alors dominants, puis, à partir du Crétacé moyen, auraient envahi le reste du globe par radiation adaptative grâce à leurs appareils végétatifs et reproducteurs particulièrement performants. La coévolution avec les insectes et les vertébrés a certainement contribué à leur expansion rapide et à leur succès sur les autres lignées.

Il ne faut cependant pas négliger l'avantage évolutif que constituerait le raccourcissement du cycle de reproduction (néoténie). Leur exceptionnelle potentialité de diversification est aussi favorisée par leur plasticité végétative et reproductive liée à une activité méristématique bien supérieure à celle d'autres groupes.

Caractères généraux de l'embranchement des Angiospermes :

- Plantes ligneuses ou herbacées, à fleurs hermaphrodites, parfois unisexuées par réduction. La présence de fleurs est propre aux Angiospermes ; c'est pourquoi, on les appelle encore "Anthophyta (antho = fleur), c'est à dire "plantes à fleurs".
- Ovules non vascularisés à 2 ou 1 téguments inclus dans un ovaire (carpelles refermés ou réceptacle élargi et creusé). Les Magnoliophyta sont encore appelés pour cette raison "angiospermes" (angio = boîte, sperme = ovule ou graine) par allusion aux ovules enfermés dans une boîte ovarienne.

- Pollinisation sur un stigmate par anémogamie (anémo = vent), entomogamie (entomo = insecte), hydrogamie (hydro = eau).
- Sac embryonnaire réduit à (3) - 8 cellules dont une oosphère et deux noyaux polaires; pas d'archégone mais une oosphère isolée dans le sac embryonnaire.
- Etamines typiques avec filet et anthère à deux thèques, dont chacune est normalement formée de deux sacs polliniques.
- Grains de pollen contenant un prothalle mâle réduit à une seule cellule (noyau) végétative et à un noyau génératif entouré d'un cytoplasme dense.
- Fécondation double par tube pollinique dans lequel le noyau génératif se divise en deux noyaux spermatiques.
- Graines à un seul embryon et albumen triploïde, contenues dans un fruit résultant du développement de l'ovaire.
- Embryon à un ou deux cotylédons.
- Bois secondaire avec trachéïdes ou vaisseaux (= trachée) et fibres de tous les types.

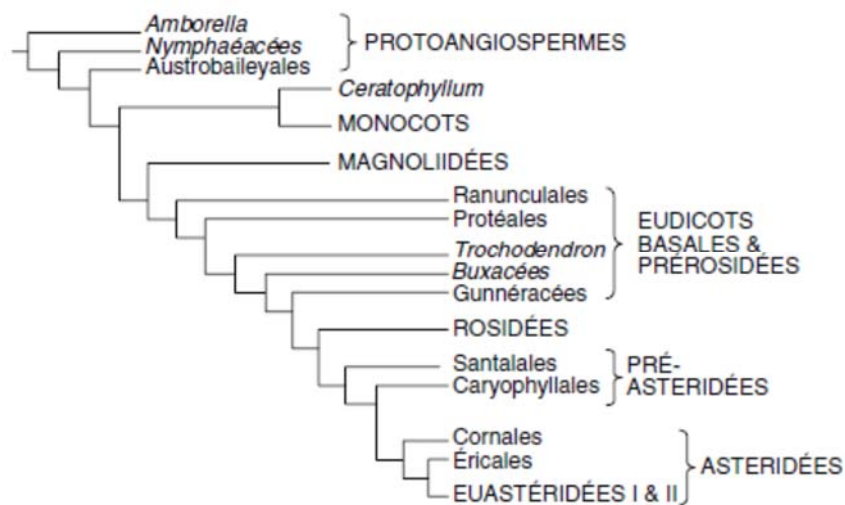


Figure 12: Classification des Angiospermes (Phylogeny and Evolution of Angiosperms, 2005)

Les deux classes d'Angiospermes

a- Classe des Magniopsida (Dicotylédones)

Plantule à deux cotylédons. Feuilles à nervation pennée ou palmée. Faisceaux conducteurs organisés en un cercle. Fleurs tétramères ou pentamères : dans chaque cycle (calice, corolle, androcée, gynécée), le nombre de pièces est un multiple de 4 ou 5. Une racine principale ramifiée. 200.000 espèces actuelles.

b- Classe des Liliopsida (Monocotylédones)

Plantule à un seul cotylédon. Feuilles à nervation parallèle. Faisceaux conducteurs dispersés dans toute la tige. Fleurs trimères : dans chaque cycle (calice, corolle, androcée, gynécée), le nombre de pièces est un multiple de 3. Racines fasciculées, toutes à peu près d'égale importance. 50.000 espèces actuelles.

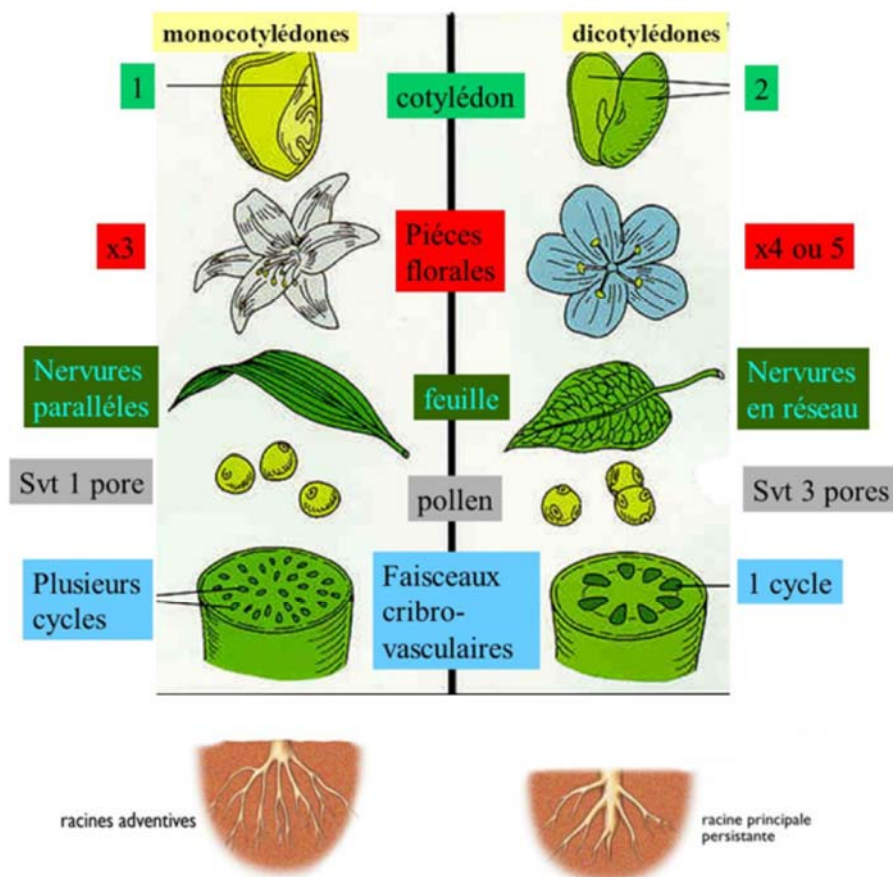


Figure 13 : différence entre monocotylédones et dicotylédones

II- Historique et l'évolution du monde végétale

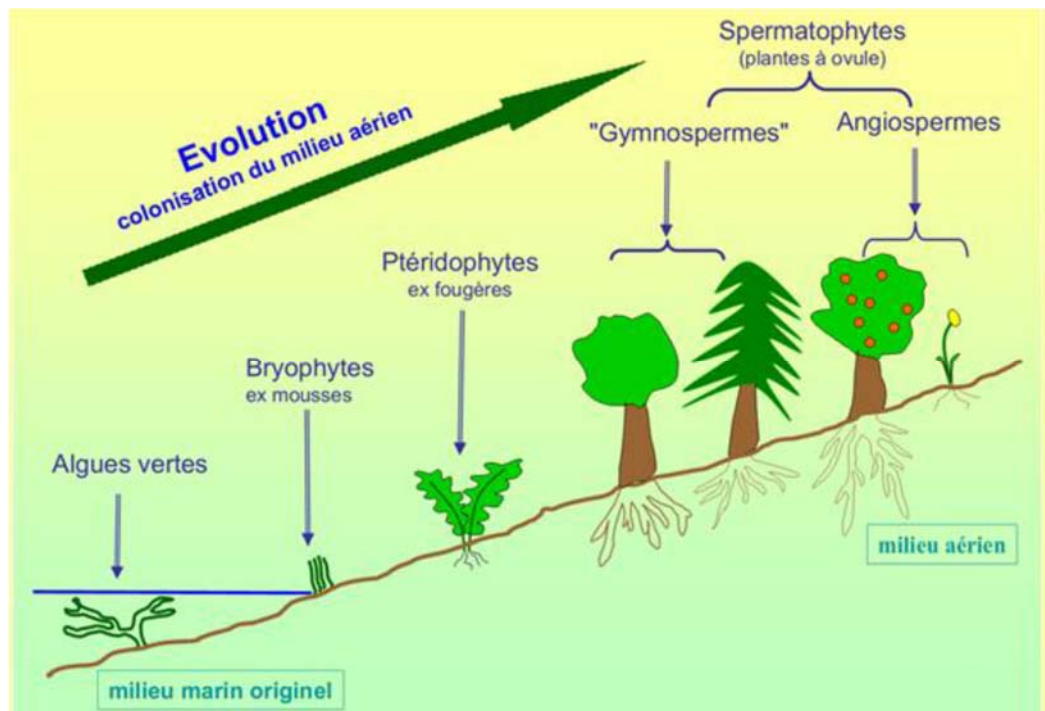


Figure 14 : L'évolution du monde végétal

La Terre a 4,2 et 4,6 milliards d'années. Au cours de son histoire, l'environnement géologique de la Terre et son peuplement biologique se sont évidemment profondément transformés. Pour des raisons pratiques, les géologues et paléontologues partagent l'histoire de la Terre en différentes époques, caractérisées notamment par la nature des fossiles conservés dans les roches sédimentaires.

Après formation de la Terre, il y a 4,6 milliards d'années, la vie est apparue sur Terre il y a environ 3,8 milliards d'années.

Pour la chronologie des temps passés, les géologues distinguent cinq ères géologiques qui sont :

- L'ère anté primaire (d'une durée inconnue mais supérieure aux autres)
- l'ère primaire (300 million d'années)
- l'ère secondaire (130 million d'années)
- l'ère tertiaire (70 million d'années)
- l'ère quaternaire (500 000 ans, la plus courte qui correspond aux temps actuels).

Au cours des temps géologiques, de nombreux groupes d'êtres vivants sont apparus et se sont développés. Certains d'entre eux ont régressé, d'autres ont complètement disparu.

L'histoire de la vie est marquée par la succession et le renouvellement des groupes. Les espèces qui constituent ces groupes apparaissent et disparaissent soit progressivement soit brutalement à l'occasion des grandes crises de la biodiversité.

Âges d'apparition des principaux groupes végétaux :

- *Algues* : -520 Ma,
- *Mousses* : -420 Ma,
- *Fougères* : -375 Ma,
- *Gymnospermes* : -305 Ma,
- *Angiospermes (plantes à fleurs)* : -140 Ma.

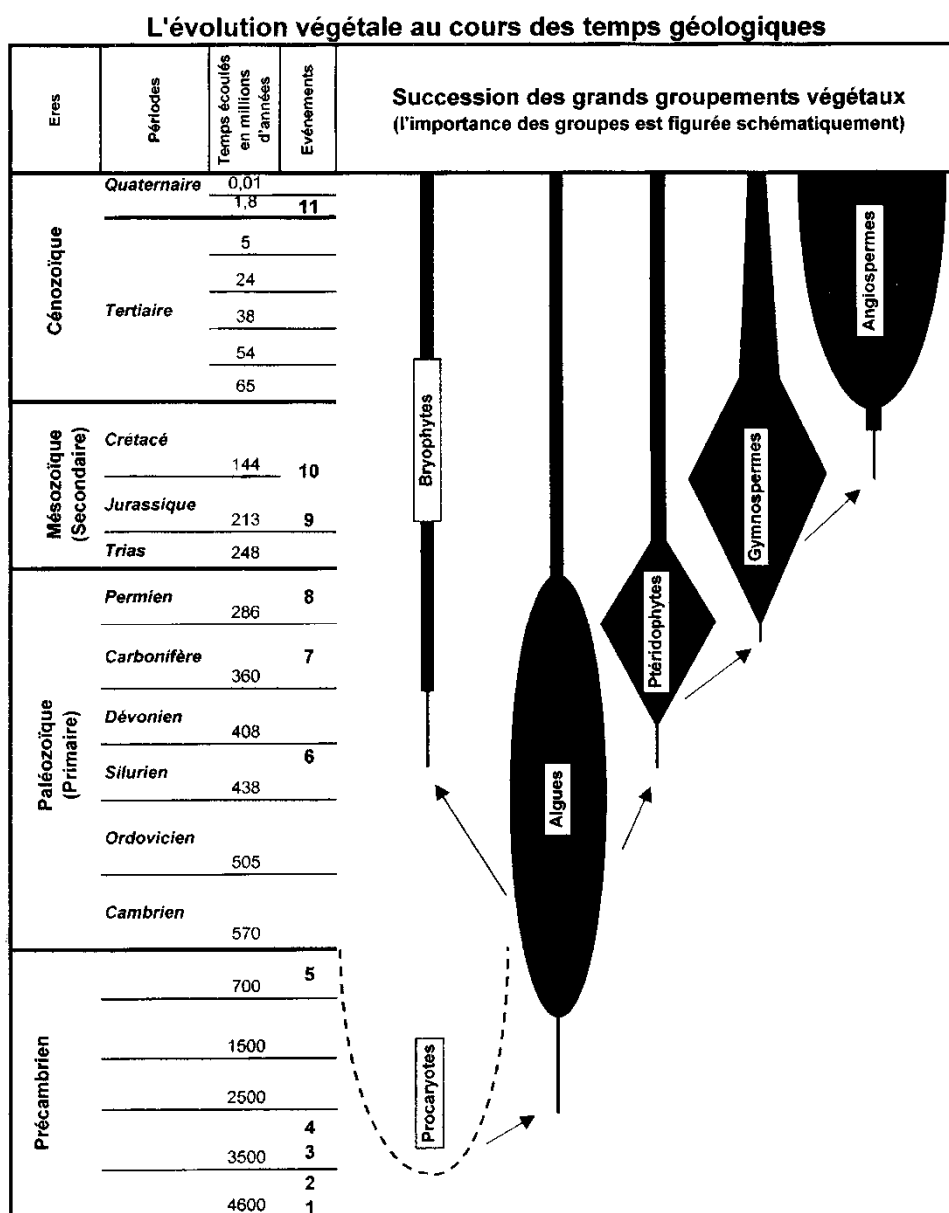


Figure 15 : Représentation schématique de la succession des différentes flores terrestres

Dès le cambrien le monde végétal existe mais est réduit aux algues (cyanophycées ou algues bleues). On va donc essayer de comprendre le degré d'apparition et d'évolution des grands groupes végétaux.

- On assiste à l'explosion des Algues au Silurien (ère primaire) par la conquête, ensymbiose avec les Champignons, du milieu terrestre. C'est ce qu'on appelle l'Age desThallophytes (Algues, Champignons et Lichens).

- L'évolution du règne végétal se traduit régulièrement par l'apparition d'organes nouveaux.

- Apparition des premiers vaisseaux= Age des Ptéridophytes.

Les Psyllophytinées apparaissent au Silurien (formes primitives, plus anciens végétaux vasculaires, on ne sait pas s'il existe toujours (pointillés) on pense qu'ils sont représentés actuellement uniquement par le genre Psilotum. Les Lycopodinéés représentés actuellement par les Sélaginelles.

Les Articulées ou Equisétinées apparaissent un peu plus tard au Dévonien et sont représentés par les Prêles ou Queue de cheval ainsi que les Filicinées qui sont, elles, relativement bien présentes avec les Fougères.

Tout de suite après l'apparition des grands groupes de Ptéridophytes, on a, à la fin du Dévonien, l'apparition des Bryophytes représentés actuellement par les Mousses.

- Apparition du premier ovule chez les Ptéridospermées (Fougères à graines).

Début du Carbonifères, Cordaitales et ginkgoales = préspermaphytes = actuellement gymnospermes primitives

- Apparition de la première graine = Age des Gymnospermes.

A la fin du Carbonifère, Les Gymnospermes types (Pinophytes), ont un développement considérable pendant toute l'ère secondaire mais qui entrent depuis l'ère tertiaire dans leur déclin. Exemple : L'If ou le Pin (*Pinus*).

- Apparition du premier ovaire = Age des Angiospermes.

Dès le Crétacé, on a l'apparition des premiers Angiospermes avec les Palmiers et Figuiers et dès le Tertiaire on assiste à leur explosion avec plus de 250000 espèces.

- Et enfin au quaternaire, apparition de l'homme.

III- La classification des végétaux

Dès les temps les plus anciens, les savants ont cherché à classer les plantes. Tout naturellement, ce sont des caractères faciles à observer qui servirent d'abord de clefs de classement. Les classifications de Tournefort, Linné et de Jussieu sont les plus connues.

À partir du XIXe siècle, simultanément aux débats sur les notions d'évolution, les naturalistes ont tenté d'établir les enchaînements des groupes en allant des plus primitifs aux plus évolués. Il s'agit alors de classifications phylogénétiques. Science d'observation, la taxonomie (science de la classification des taxons) a aussi fait appel à la paléontologie (science de l'étude des fossiles) pour retrouver des ancêtres parfois disparus. Actuellement, elle fait aussi appel aux techniques les plus modernes de biologie moléculaire (analyse des protéines et des acides nucléiques) pour préciser les liens de parenté entre les différents groupes de plantes. Les classifications se modifient rapidement. C'est une conséquence de l'important travail scientifique effectué mais aussi de la complexité du problème à vouloir systématiquement classer la nature dans des « petites boîtes ». Dans le cadre de cet ouvrage quelques classifications seront évoquées. Même si, intellectuellement, les classifications phylogénétiques sont plus satisfaisantes pour l'esprit, ce sont les classifications naturelles beaucoup plus didactiques, malgré leurs imprécisions, qui servent de fil conducteur dans l'approche de la biologie végétale.

III.1 La systématique :

La systématique est la branche de la biologie qui a pour objectif la description et la reconnaissance des espèces en fonction de leurs diverses caractéristiques et les liens de parentés et leur regroupement par une classification en plusieurs groupes.

La systématique comprend deux branches, la phylogénétique (Etude des liens de parentés entre les différents groupes) et la taxonomie.

C'est la science des lois de la nomenclature et de la classification des organismes vivants en plusieurs groupes ou taxons.

III.2 Taxonomie

La taxonomie est une branche de la biologie, qui a pour objet de décrire la diversité des organismes vivants et de les regrouper en entités appelées taxons afin de les identifier (notamment grâce aux clés de détermination), les décrire, les nommer et les classer.

a)- Hiérarchisation taxonomique

Plusieurs espèces peuvent se ressembler, avoir un certain nombre de caractères communs : elles constituent un genre; on peut ainsi créer toute une hiérarchie, dont les principaux termes, classés par ordre d'importance croissante, sont :

Espèce ; genre ; tribu ; famille ; ordre ; classement et embranchement

Cette gamme n'étant pas toujours suffisante, on peut la compléter par des unités intermédiaires:

sous-genre sous-ordre sous-classe etc...

Une unité systématique porte, quel que soit son rang, le nom de **taxon** (pluriel taxa).

Tableau 2 : Les suffixes utilisés pour désigner les groupes régis par le code de nomenclature botanique (De Riviers, 2002)

Taxon	Suffixe	Exemples
Embranchement	- ophyta	Magnoliophyta
Classe	- opsida	Rosopsida (=Eudicots)
Super-ordre	- anae	Rosanae
Ordre	- ales	Rosales
Famille	- aceae	Rosaceae
Sous-famille	- oideae	Rosoideae
Tribu	- eae	Roseae
Genre et espèce		Rosa canina

b)- Règles de nomenclature botanique

La nomination des espèces repose sur le code international de nomenclature botanique. Le dernier code remis à jour a été adopté par le 17ème congrès de botanique de Vienne en 2005. Le nom d'une plante est toujours un binôme latinisé. Le nom de genre débute par une Majuscule et s'écrit en *italique* ou est souligné comme par exemple : *Ulva*, *Avena*, *Medicago*, *Lens*.

Le nom d'espèce est écrit en minuscule, en *italique* ou souligné : *lactuca*, *sterilis*, *truncatula*, *culinaris*. Le binôme nomenclatural est suivi du nom (ou du nom abrégé) du premier auteur qui a décrit la plante, par exemple : *Avena sterilis* L. (L. pour Linné), *Lens culinaris* Medik. (Medik. pour Medikus).

c)- La notion d'espèce

L'espèce est l'unité de base de la classification botanique. Selon Mayr (1984), la définition de l'espèce est un groupe de populations naturelles capables d'intercroisement (inter fécondation). Dans la pratique, l'espèce est considérée comme une unité systématique fondée sur les ressemblances (ensemble de tous les individus d'aspect semblable ayant en commun certains caractères qui les distinguent au sein d'un même genre) Les plantes d'une même espèce ont des caractères physiologiques identiques qui sont transmissibles héréditairement, elles peuvent évoluer soit par un changement brutal ou mutation qui affecte les gènes ou les chromosomes. Une espèce peut se subdiviser en plusieurs variétés ou races.

Deuxième partie : travaux pratiques

I- Introduction :

L'objectif des travaux pratiques du module de botanique est d'illustrer le cours théorique. Deux types d'exercices seront réalisés. Le premier consiste en la réalisation d'un herbier de 30 planches au minimum construites entièrement par l'étudiant. Ce travail permet à l'étudiant de s'initier à la botanique de terrain et à la détermination et l'identification des espèces des plantes au moyen d'une flore. La seconde partie de la formation est réalisée au cours de 9 séances de travaux pratiques organisées en laboratoire et sur le terrain. Elles ont pour objectif d'initier l'étudiant à la diversité du règne végétal l'identification des espèces.

L'examen pratique porte sur la matière vue au cours théorique et aux TP. Lors de cet examen, l'étudiant doit être capable de refaire les observations réalisées au cours des séances en laboratoire (par exemple déterminer, représenter et légènder une partie de plante) et de déterminer une plante à l'aide d'une flore de référence.

II- Matériel nécessaire pour la réalisation des séances de TP :

II.1 Matériel personnel :

- Petite règle ou équerre
- Papier millimétré
- Crayon ordinaire et taille crayon
- Gomme
- Loupe de terrain pour les sorties de terrain et les identifications
- Feuilles blanches

II.2 Matériel de laboratoire :

- Loupe binoculaire
- Microscope
- Flore de référence : Quezel et Santa, 1962 - 1963.

II.2.1 Matériel d'observation

- **Binoculaire**

Description

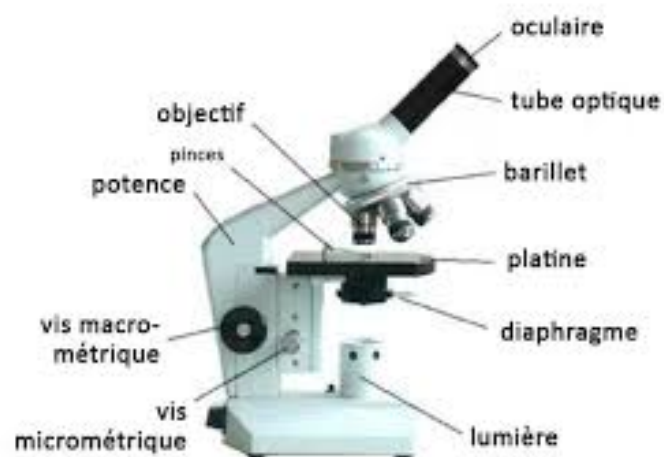


Utilisation

L'acuité visuelle différant souvent entre les yeux d'une même personne, un réglage adapté à la vue de chacun est nécessaire. Ce réglage, une fois réalisé, reste valable pour l'ensemble des observations de la séance. Il s'effectue en deux étapes par une mise au point sur du papier quadrillé. La première mise au point est effectuée avec l'oculaire fixe en agissant sur la crémaillère. La seconde mise au point est réalisée, avec l'autre œil, uniquement avec l'oculaire réglable par rotation de sa bague fileté. L'écartement des oculaires doit être ajusté. La mise au point ultérieure, sur un objet à examiner, est effectuée par simple déplacement de la crémaillère. Un bon réglage de l'objet est indispensable.

Microscope

Description



Utilisation

1. Allumer la lampe sous le microscope.
2. Déposer la lame porte-objet sur la platine, l'insérer sous les valets.
3. Utiliser l'objectif 3,5x.
4. Centrer la préparation sous l'objectif.
5. Régler l'intensité lumineuse en ajustant l'ouverture du diaphragme avec la manette du diaphragme.
6. Effectuer la mise au point en montant la platine jusqu'à la butée avec la vis bilatérale de la crémaillère (sans regarder par l'oculaire). Ensuite, l'œil à l'oculaire, descendre la platine au moyen de la vis bilatérale jusqu'à voir apparaître l'image et jusqu'à dépasser légèrement la mise au point. Ces opérations s'effectuent en vitesse rapide. Tourner alors la vis en sens inverse afin d'affiner la mise au point en vitesse lente.
7. Explorer la préparation puis centrer l'objet à observer.
8. Mettre en place l'objectif 10x.
9. Effectuer la mise au point.
10. Régler l'intensité lumineuse en ajustant l'ouverture du diaphragme et l'éloignement du condenseur.
11. Explorer la préparation puis centrer l'objet à observer.
12. Mettre en place l'objectif 40x.
13. Effectuer la mise au point.
14. Régler l'intensité lumineuse en ajustant l'ouverture du diaphragme et l'éloignement du condenseur.

III- Réalisation de l'herbier :

La création d'un herbier peut constituer autant un loisir qu'un apprentissage ou de la recherche scientifique. Faite en suivant certaines normes de qualité, elle peut devenir une source d'informations utile à la recherche scientifique. De plus, des spécimens bien cueillis, accompagnés d'informations précises, ont une grande valeur patrimoniale. Aux fins scientifiques, les spécimens de plantes sont conservés à perpétuité dans des herbiers où divers utilisateurs peuvent les consulter. Les spécimens d'herbier servent:

- à établir la répartition d'une espèce (biogéographie)
- à des études taxonomiques
- source de matériel pour des études anatomiques, palynologiques, génétiques, chimiques, etc.
- de spécimens-témoins de diverses études
- à documenter la présence historique d'une espèce dans des endroits précis, pour la conservation par exemple

Lors de la récolte, il faut respecter certaines règles d'éthique afin de ne pas endommager à la nature. Avant toute chose, le récolteur doit s'assurer d'avoir la permission de récolter à un endroit précis. Le récolteur doit s'assurer que ses actions ne détruisent pas l'environnement. Il faut éviter de récolter les plantes rares ou dont la population ne comporte que quelques individus. Certaines espèces à croissance lente, doivent être cueillies avec circonspection car elles prennent des années avant de devenir matures. Il faut alors éviter de récolter les racines ou organes de réserves.

III -1 Matériel de terrain

- Guides: Il peut être utile d'avoir des guides d'identification de terrain pour une détermination initiale des espèces récoltées ou observées.
- Carnet: il est plus facile de noter les informations nécessaires dans un calepin. L'utilisation d'un crayon à mine est préférable.
- Loupe de poche 10x.
- Outils de cueillette: couteau ou sécateur, petite pelle, marteau de géologue, gros tournevis.
- Sacs de récolte: lorsque les spécimens ne sont pas pressés immédiatement sur le terrain, on utilise des sacs de plastique transparents de différentes tailles; la transparence est essentielle pour éviter que les spécimens ne fermentent, les plastiques colorés emmagasinant la chaleur rapidement. Les plus gros sacs servent à placer ensemble toutes les plantes provenant de la même localité. Il vaut mieux séparer les différentes localités dans des sacs distincts. Il faut alors numéroter les sacs selon le lieu de récolte.
- Presse de terrain: une telle presse (constituée de deux planches, de feutres et de feuilles repliées de

papier journal, le tout cinglé par une courroie) peut parfois s'avérer utile, particulièrement pour les spécimens qui fanent vite par temps chaud comme les fougères, ou quand on collecte dans des régions arides. Elle est encombrante, cependant

III -2 Prise de données

Les informations essentielles à recueillir sont:

- Lieu de récolte : nom du lieu, précision sur l'endroit de récolte par rapport au lieu géographique nommé le plus proche
- Coordonnées GPS
- Description de l'habitat
- Numéro de récolte
- Date de récolte (jour, mois, année; de préférence utiliser la date internationale, i.e., aaaa/mm/jj)
- Notes sur la plante ou la population

III -3 Pressage et séchage

Les plantes devraient être pressées aussitôt que possible après la récolte. Si le pressage ne se fait pas sur le terrain, gardez les plantes dans des sacs de polythène transparents bien fermés, à l'ombre et au frais.

Le pressage devrait se faire la journée même. Si ce n'est pas possible, gardez les plantes dans un sac de polythène étanche au réfrigérateur pour la nuit. Ne jamais congeler. Les fougères sont particulièrement susceptibles de faner: il est possible de les conserver en les gardant légèrement humides en ajoutant un papier humidifié dans le sac.

Lorsque de la terre est présente sur les racines, il faut nettoyer le spécimen. Il peut être nettoyé en le secouant délicatement ou le trempant dans l'eau. Il est important d'enlever toute la terre car une fois séchée la terre se désagrège et peut affecter le montage; Il est important que votre spécimen ne comporte pas trop d'épaisseurs de feuilles. Dans certains cas, il est préférable d'enlever des feuilles afin de faciliter le séchage.

But du pressage et séchage

1- Pressage: Le pressage permet d'aplatir la plante afin d'en faciliter l'entreposage à long terme sans qu'elle se brise.

2- Séchage: Il est essentiel de retirer l'humidité des spécimens afin de les conserver. L'eau est essentielle au développement de pourritures ou de moisissures et favorise la présence d'insectes. En asséchant complètement les spécimens, on élimine de telles possibilités.

III -4 Conservation et transport

Après le séchage, les spécimens sont fragiles et il faut les manipuler avec soin. La meilleure façon de conserver et de transporter les spécimens est de les placer dans une boîte dont les dimensions sont

celles des spécimens. De cette façon, les plantes ne pourront pas tomber. Durant le transport, il faut s'assurer que les spécimens soient bien retenus dans la boîte. On peut aussi transporter les spécimens entre deux cartons bien ficelés.

Conservez les spécimens à l'abri de la lumière, de la poussière et des insectes, dans un lieu sec et à température basse. Un faible taux d'humidité et une température basse diminuent les risques d'infestation d'insectes et de champignons. Idéalement, il faut maintenir le taux d'humidité à 50% et la température à 15°C. de cette façon nous pouvons ainsi conserver vos spécimens intacts pendant longtemps.

TP N° 1 : les Algues

1- Introduction

Les algues sont des végétaux très divers : D'aspect, de structure, d'écologie, de taille (de quelques microns et près de 50 m, généralement aquatiques. On compte autour de 27 000 espèces décrites, réparties en 1 860 genres. Les algues plus évoluées sont classées en fonction de la couleur des pigments, elles se divisent en 03 sous-embranchements :

Les Chrysophycophytes (algues brunes) : 12 000 espèces

Les Rhodophycophytes (algues rouges) : avec 5 000 espèces

Les Chlorophycophytes (algues vertes) : 10 000 espèces

Ces couleurs sont le résultat de l'adaptation des algues à leur milieu. En effet, les pigments interviennent dans la capture de l'énergie lumineuse nécessaire pour la photosynthèse. Alors que certains rayons sont rapidement absorbés, le vert et le bleu pénètrent profondément et déterminent la couleur des eaux. C'est ainsi que les algues vertes se développent dans les zones proches de la surface, tandis que les algues rouges et brunes partagent les eaux les plus profondes.

Elles se différencient des Procaryotes par un noyau vrai et la présence de plastes à chlorophylle typique, sont constituées d'un thalle (et non d'un appareil végétatif ou cormus), se reproduisent par spores, issues de sporocystes (cavité à spores) et gamètes, nés de gamétocystes (sac à gamètes).

2- Morphologie :

Thalle unicellulaire : Soit non flagellé (coccoïde), soit flagellé (monadoïde).

Thalle pluricellulaire :

- Archéthalle ou cénobe (Thalle où toutes les cellules ont le même rôle) croissance par bipartitions des cellules, ou multiplication par divisions répétées de cellules donnant des sporocystes ou des gamétocystes ; ce sont donc des cellules spécialisées.
- Nématothalle (Thalle avec spécialisation dans une zone de croissance) à 02 filaments, l'un prostré, l'autre érigé ; il peut se réduire par disparition soit du filament couché, à une cellule fixatrice basale et filament dressé, soit du filament dressé, à une cellule discoïde.
- Cladome (Thalle avec un axe préférentiel de croissance : le cladome primaire) à parties prostrée et érigée (à croissance illimitée), accompagnées d'un verticille de pleuridie à croissance limitée ; il peut être uniaxial ou pluriaxial.

3- Cytologie :

Chez les algues unicellulaires, n'existe qu'une membrane cytoplasmique différenciée en membrane plasmique (ou plasmalemm), sauf chez certaines, munies d'écailles siliceuses (Chrysophycées des genres Mallomonas ou Synura) ou de nature polyosidique, éventuellement de nature calcaire

(coccolithe des Coccolithacées) ou cellulosique ou encore frustule (coque) des Diatomophycées ou Diatomées.

Chez les Algues pluricellulaires, la paroi est formée de 03 couches : interne « la locula », intercellulaire « le ciment », superficielle ou externe « la cuticule ».

Le noyau : Il comporte un certain nombre d'exceptions par rapport à la règle générale : Les chromosomes restent condensés, la matière chromatique est une ADN sans histones (Dinophycées).

4- Reproduction :

a/ Reproduction asexuée :

- fragmentation : le thalle se sépare en deux parties qui redonneront chacune un nouveau thalle.
- sporulation : des spores peuvent être formées dans les cellules végétatives ordinaires ou dans des structures spécialisées appelées sporophytes.

b/ Reproduction sexuée :

Dans la reproduction sexuée, il y a fusion de gamètes mâle et femelle pour produire un zygote diploïde. Des œufs se forment dans les cellules réceptrices identiques aux cellules somatiques (Spirogyra) ou dans des cellules végétatives femelles peu modifiées nommées oogones (Fucus). Les spermatozoïdes sont produits dans des structures mâles spécialisées appelées anthéridies.

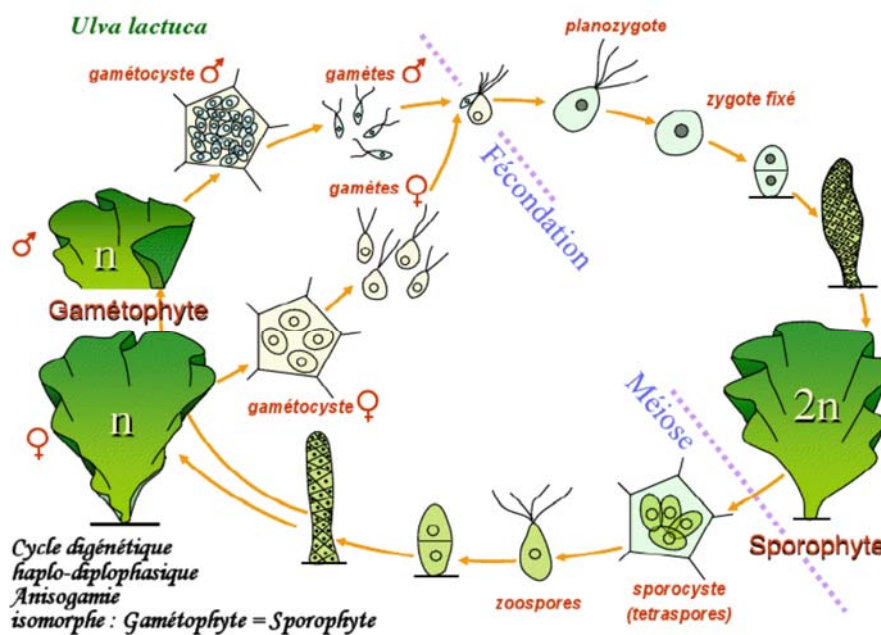


Figure 16 : cycle de développement d'*Ulva lactuca*

5- Objectifs

- Observation d'organismes sous la loupe binoculaire et sur lames microscopiques.
- Etude de matériel frais ou en herbier.

6- Matériel

- *Cystoseira mediterranea* :

matériel en herbier,

- coupes transversales de réceptacles de *Cystoseira mediterranea*

- *Ulva lactuca*:

matériel en herbier,

7- Manipulation

Observation d'une algue brune : *Cystoseira Mediterranea*

- Observer et dessiner le thalle.

Légende : thalle

Observation microscopique de coupes transversales de réceptacles de *Cystoseira Mediterranea*

- Schématiser le réceptacle.

Observation d'une algue verte : *Ulva lactuca*

- Observer et dessiner le thalle.

Légende : disque de fixation, stipe, thalle.

TP N° 2: les champignons

1- Introduction

Les champignons sont des organismes eucaryotes apparentés aux végétaux, mais qui s'en distinguent, en particulier, par leur mode de nutrition non photosynthétique.

Les champignons ont des formes de vie très variées. Les plus simples sont unicellulaires, mais la plupart sont pluricellulaires. Ils se nourrissent des matières organiques de leur environnement en sécrétant des enzymes qui « digèrent » les divers composés organiques qui les entourent et les réduisent en petites molécules solubles. Comme les bactéries, beaucoup de champignons sont des organismes saprophytes : ils assurent la décomposition de la matière organique morte, animale et végétale, de déchets de toutes sortes, et participent ainsi activement à la formation de l'humus.

Ils sont classés en 3 embranchements : les Zygomycètes (~1000 espèces) ont l'aspect de moisissures et ne possèdent pas de carpophore ; les Ascomycètes (>48000 espèces) comprennent beaucoup de moisissures se reproduisant de manière asexuée, bien que certains Ascomycètes produisent des carpophores visibles à l'œil nu (ex : morilles) et se reproduisent de manière sexuée (production d'asques) ; et les Basidiomycètes (>30000 espèces), qui produisent tous des carpophores visibles (il s'agit en fait de la partie comestible vendue dans le commerce) et portant les basides.

2- Structure :

Les champignons les plus simples, constitués d'une cellule unique, sont groupés dans l'ensemble des levures (levures vraies quand une reproduction sexuée existe, levure imparfaite, lorsque ce type de reproduction n'a pas été mis en évidence). Les autres sont pluricellulaires. Pour la plupart, ils ont la forme de filaments. Chez les champignons primitifs, ces filaments ne sont pas cloisonnés, ce sont de longs siphons à noyaux multiples ; chez les champignons supérieurs, ces filaments, appelés hyphes, sont divisés par des cloisons et constitués de longues files de cellules contenant chacune un ou deux noyaux. La cloison entre deux cellules (septum) est perforée en son centre par un minuscule pore qui permet la circulation de substances d'une cellule à l'autre.

Chez les champignons les plus évolués, les formes qui apparaissent sur le sol et qu'on appelle communément champignons, sont des organes qui produisent des spores, la plupart sous leur chapeau. Ils proviennent de la réunion d'un grand nombre de filaments.

3- Physiologie :

Les champignons sont des organismes aérobies : ils ont besoin d'oxygène libre, élément de base nécessaire à la respiration. Ils sont riches en eau (jusqu'à 90 p. 100 chez les espèces gélatineuses). Les spores, éléments de survie, sont moins hydratées. Le développement des

champignons exige donc beaucoup d'eau et d'oxygène, mais également une source de carbone organique, puisqu'ils ne peuvent effectuer la photosynthèse.

Certains champignons ou levures peuvent également survivre en situation anaérobie (absence d'oxygène). Ils transforment alors le sucre des fruits en alcool (éthanol) et en gaz carbonique grâce à un ensemble d'enzymes excrétées, permettant la fermentation alcoolique.

4- Reproduction :

La plupart des champignons se reproduisent grâce à des spores, cellules spécialisées dont la germination produit un nouveau mycélium. Les champignons communs des prés et des bois produisent chacun des milliards de spores. Les spores résultent soit d'une reproduction sexuée, soit d'une reproduction asexuée. Il y a reproduction sexuée quand les spores se forment après fusion de deux cellules provenant d'individus différents. La formation de spores varie selon le groupe de champignons.

5- Ecologie :

Les spores sont emportées par le vent qui assure leur dispersion sur de très grandes distances. Les champignons microscopiques abondent dans les milieux aquatiques, en particulier les espèces appartenant à l'ordre des chytridiales ; ce sont très souvent des parasites d'algues et des moisissures variées. Divers ascomycètes et deutéromycètes (champignons imparfaits microscopiques) sont fréquents dans les eaux douces et salées, mais peuvent également vivre dans les eaux polluées.

Les sols, milieu naturel de très nombreux champignons saprophytes constituent aussi un réservoir pour les champignons parasites infectant animaux et plantes. On y trouve en particulier des levures et des moisissures responsables de maladies végétales ou animales, qui appartiennent aux groupes des ascomycètes et des deutéromycètes.

Champignons parasites : ces champignons vivent sur le tronc et sur les racines des plantes. Les champignons peuvent également avoir pour hôtes des organismes animaux. Ces parasites, des groupes des ascomycètes et des deutéromycètes, puisent leur alimentation directement dans des tissus vivants. Certaines de ces espèces sont pathogènes pour l'Homme ou pour les animaux. C'est le cas, en particulier, des champignons qui s'attaquent à la peau et provoquent des maladies appelées mycoses.

Champignons « carnivores » : Certains champignons du sol se nourrissent de proies animales microscopiques, telles que les amibes et certains petits vers (des nématodes). Ces derniers sont emprisonnés dans un réseau d'hyphes sécrétant une substance adhésive ou enserrés par des anneaux d'hyphes qui se referment sur eux. Le ver, immobilisé, est digéré par des hyphes spécialisées.

Symbiose : Quelques champignons vivent en symbiose avec une algue unicellulaire, c'est-à-dire que l'association champignon-algue est bénéfique à chacun des partenaires. L'ensemble forme un organisme particulier appelé lichen. Pratiquement tous les champignons supérieurs forment des associations, nommées mycorhizes, avec les racines des plantes. Les hyphes mycéliennes s'enroulent étroitement autour des extrémités des racines et forment une couche blanche et veloutée (qui augmente la surface d'absorption des racines), ou même pénètrent dans la partie superficielle des racines, vivant ainsi en symbiose avec la plante.

6- Objectifs

- Observation d'organismes sur lames microscopiques.
- Etude histologique dans les organes reproducteurs d'Ascomycètes et de Basidiomycètes.
- Etude de matériel frais.

7- Matériel

- Microscope, lames, lamelles, chiffon, un cristalliseur avec eau de Javel.
- Boîte de Pétri stérile, öse droite, tube avec gélose glucosée "Sabouraud".
- Bec Bunsen, cristalliseur avec moisissure du pain, eau salée à 7 g/litre.
- Zygomycètes :
 - * matériel frais: *Rizopus nigricans*, (saprophyte),
 - * coupe dans l'hyménium.
- Basidiomycètes :
 - * matériel frais : *Agaricus campestris*,
 - * coupe dans l'hyménium.

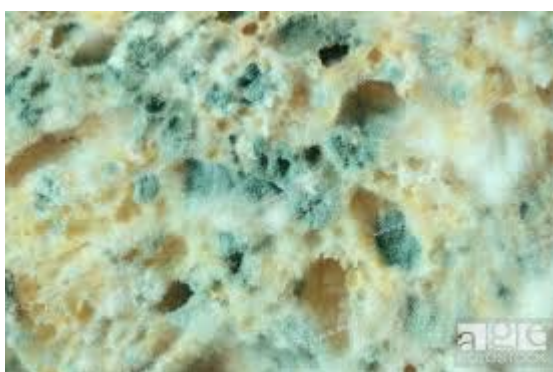


Figure 17 : *Rizopus nigricans*



Figure 18 : *Agaricus campestris*

8- Manipulation

Observation microscopique du mycélium de *Rhizopus nigricans*

On place une tranche de pain humidifiée dans un cristalliseur, que l'on recouvre d'une plaque de verre pour éviter la dessiccation. Progressivement, le pain se recouvre d'un feutrage de filaments: c'est du mycélium (filaments constituant les champignons). Ils n'ont pas d'organisation particulière et ne sont pas cloisonnés : ce sont des moisissures. Il s'agit de la mucorale du pain ou *Rhizopus nigricans*. Cette moisissure utilise facilement les sucres et l'amidon, ce qui explique son développement rapide sur le pain

Une petite touffe de ce mycélium est placée entre lame et lamelle, à sec. On observe aisément les sporanges. Dans ce sporocyste se trouvent les spores.

- Dessiner un thalle.

Légende : mycélium (hyphe), sporanges.

Observation d'un Basidiomycètes (*Agaricus campestris*)

- Réaliser une coupe transversale dans l'organisme et dessiner la structure générale.
- Faire le dessin général.

Légende : carpophore : hyménium, le pied, l'anneau, la volve. Mycélium.

TP N° 3: les Bryophytes

1- Introduction

L'embranchement des Bryophytes marque le début du Règne des Métaphytes, plantes qui progressivement se sont adaptées aux milieux terrestres. Les Mousses sont en effet les premiers végétaux à présenter un "Cormus" c'est-à-dire une organisation de l'organisme typique : racine, tige, feuille. Cet embranchement comprend deux classes principales : Les Hepatospida et les Bryopsida.

Les Hépatiques sont couramment scindées en 2 groupes faciles à distinguer mais n'ayant pas de valeur taxonomique : les hépatiques à thalle et les hépatiques à feuilles.

Les Hépatiques à thalle possèdent un appareil végétatif formé d'une lame verte étalée sur le substrat. En général, le « thalle » possède une ramification dichotomique. La lame est fixée sur le substrat par des rhizoïdes et/ou des écailles. Certaines Hépatiques présentent un thalle très sophistiqué, c'est le cas de *Marchantia polymorpha* L. emend. Burgeff. Chez cette espèce, les cellules chlorophylliennes sont empilées en petites structures ramifiées au sein de chambres aérifères ; les gamétanges sont portés par des gamétophores et la reproduction asexuée se réalise par l'intermédiaire de propagules.

Les Hépatiques à feuilles ressemblent extérieurement aux Bryopsida. Elles s'en distinguent par quelques caractères macroscopiques : sporophyte possédant une soie hyaline et une capsule sans péristome ni opercule, absence de coiffe, symétrie dorso-ventrale des tiges feuillées, parfois présence de petites feuilles spécialisées appelées amphigastres.

Les Mousses *sensu stricto* se composent de deux ordres principaux : les Bryales et les Sphagnales.

Chez les Bryales, le gamétophyte est formé principalement de tiges feuillées ancrées sur le substrat par l'intermédiaire de rhizoïdes. Chez certaines espèces évoluées, une ébauche de système conducteur est mise en place au centre de la tige. En fonction de la position du sporophyte sur la tige, deux groupes sont distingués : les mousses acrocarpes (figure 18) et les mousses pleurocarpes (figure 19). Les premières portent les sporophytes à l'extrémité des tiges, les secondes ont leurs sporophytes attachés latéralement sur les tiges.

Les Sphagnales sont des Bryophytes quasi exclusivement inféodées aux sols acides et très humides, notamment dans les tourbières. Une adaptation remarquable est la présence de cellules spécialisées dans la rétention d'eau au sein de la feuille : les hydrocytes. Chaque hydrocyte possède une paroi présentant des pores, cette même paroi est invaginée au sein de la cellule (compartiment). Ces cellules sont vides de tout cytoplasme à l'état mature. Les cellules chlorophylliennes sont beaucoup plus petites que les hydrocytes et les entourent.



Figure 19 : Mousse Bryale acrocarpe.



Figure 20 : Mousse Bryale pleurocarpe.

2- Objectifs

- Etude histologique dans les organes reproducteurs de Bryophytes.
- Etude de matériel frais ou en herbier.

3- Matériel

- Gamétophyte et sporophyte de Bryophyte (*Bryum* sp) : matériel frais.

4- Manipulation

Observation d'un sporophyte d'une mousse (*Bryum* sp).

- Observer un sporophyte : il est constitué d'un gamétophyte, d'une soie et d'une capsule (comprenant l'urne surmontée de l'opercule). Celle-ci est recouverte d'une coiffe, vestige de l'archégone. Sous la coiffe, se trouve l'opercule. Le retrait de l'opercule permet d'observer le péristome constitué de dents.
- Schématiser le gamétophyte et le sporophyte.
Légende : gamétophyte, sporophyte, soie, capsule, opercule, coiffe.
- Dessiner le détail de la capsule montrant l'opercule, l'urne et les dents du péristom

1- Introduction

L'embranchement des Ptéridophytes se distingue notamment de celui des Bryophytes par deux caractères fondamentaux :

- La dominance en taille et en durée de vie du sporophyte sur le gamétophyte.
L'appareil végétatif est diploïde et le gamétophyte est limité à un prothalle microscopique souvent éphémère.
- La présence d'un appareil végétatif plus différencié. Les Ptéridophytes possèdent les tissus vasculaires différenciés (xylème et phloème) réunis en stèle. Avec les tissus de soutien, ces structures permettent un port dressé et une taille supérieure à celle atteinte par les mousses. Comme chez les Spermatophytes, les Ptéridophytes (excepté les Psilotopsida) possèdent un appareil végétatif différencié en trois types d'organes : les tiges, les feuilles et les racines.

Les Filicophyta comprennent les fougères proprement dites. Atteignant 20 à 160 cm de haut, elle peut occuper de grande surface en sous-bois, sur des terrains à tendance acide. Elle est vivace par sa tige souterraine, le rhizome. Les pousses qui émergent chaque année correspondent aux grandes feuilles ou frondes ou encore mégaphylles. D'abord repliées en forme de crosse, elles sont constituées d'un long pétiole et d'un limbe découpé. Les plus petites divisions du limbe s'appellent pinnules. Les sores sont localisés sur le bord de certaines pinnules. Ils présentent une membrane (indusie) qui recouvre les sporanges.

Les Sphenophyta comprennent les prêles, parfois appelées « queue de cheval » en raison de leurs denses ramifications en verticilles. Un aspect évolutif important rencontré chez les prêles est la spécialisation de certaines feuilles portant des sporanges. Ces feuilles sont réunies en un épi sporangifère (strobile). Les spores issues des sporanges sont morphologiquement semblables, mais certaines donneront des prothalles unisexués (contrairement aux prothalles toujours bisexués des Filicales)

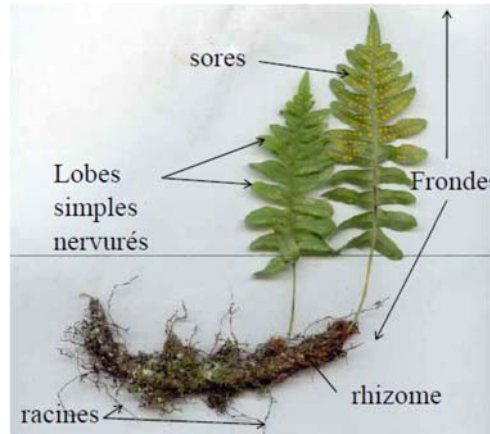


Figure 21: aspect général d'une fougère

2- Objectifs

- Etude histologique dans les organes reproducteurs de Ptéridophytes.
- Etude de matériel frais.

3- Matériel

- Fougère : Frondes fertiles de *Polypodium vulgare* (Filicopsida).

4- Manipulation

Observation d'une fronde

Observation et dessin de sores et sporanges à la face inférieure des pinnules d'une fronde.

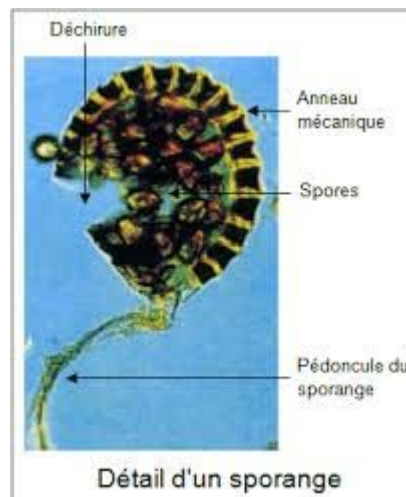
Légende : sore, indusie, pinnule, fronde.

Observation microscopique et dessin du prothalle avec anthéridies et archéogones

Légende : anthérozoïde - anthérozoïde spiralé (mature), oosphère, ventre, col, cellule du canal du col, prothalle.

Observation microscopique et dessin d'un sporange.

Légende : spores, pédicelle, anneau ou arc mécanique, fente de déhiscence.



TP N°5 : Coniférophytes

1- Introduction

L'embranchement des Pinophytes (ou Conifères), anciennement connue sous le nom de Coniférophytes (ou *Coniferophyta*), ne comprend qu'une classe : celle des Pinopsida.

Ce sont des plantes vasculaires à graines portées par une structure en forme de cône (« conifères » veut dire « qui porte des cônes ») ayant exactement la même fonction que la fleur mais qui n'en est pas une. Elles sont apparues sur Terre il y a 300 millions d'années, bien avant les feuillus. Tous les conifères existants sont des plantes ligneuses, dont la grande majorité sont des arbres, les autres étant des arbustes.

Les espèces de conifères peuvent pousser naturellement presque partout dans le monde et sont fréquemment les plantes dominantes dans leurs habitats respectifs. Cet embranchement est cependant sur le déclin et seules 650 espèces environ de conifères subsistent à l'heure actuelle.

Reproduction :

La plupart des conifères sont monoïques, c'est-à-dire que les cônes mâles et femelles sont produits sur le même arbre, mais quelques-uns sont dioïques ou trioïques ; tous sont pollinisés par l'action du vent. Les graines des conifères se développent à l'intérieur d'un cône protecteur appelé strobilus (ou, incorrectement « pomme de pin », qui ne s'appliquerait qu'aux pins, et pas aux autres conifères). Les cônes mettent de trois mois à trois ans pour atteindre leur maturité, et varient en longueur de deux à six cents mm.

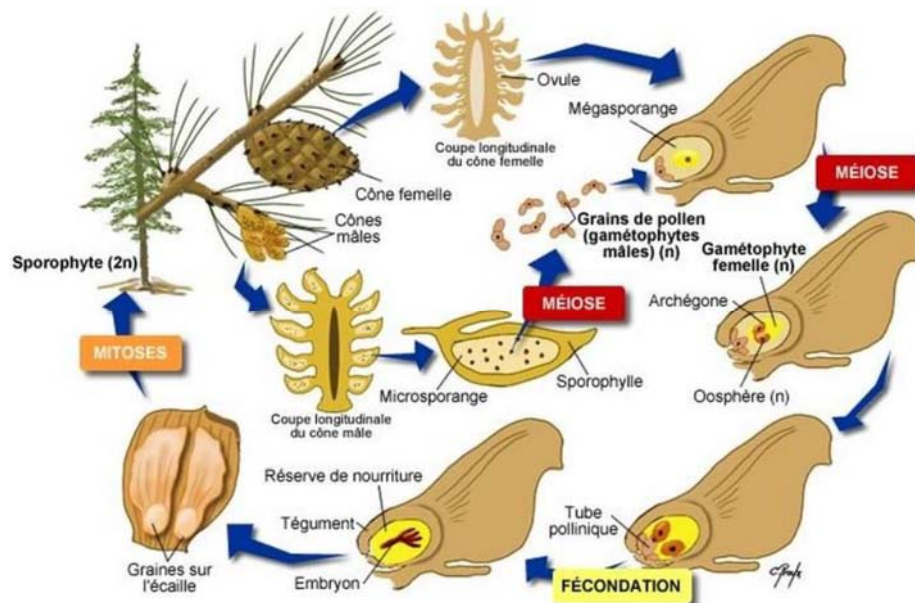


Figure 22: Cycle de Reproduction Pinophyta

2- Objectifs

- Présenter la diversité des Pinophytes et les évolutions par rapport aux Ptéridophytes.
- Etude histologique des Pinophytes.

3- Matériel

- *Pinus halepensis*: - coupes dans cône et ovule ; montage de grains de pollen,
- coupe dans une graine.
- *Cupressus sempervirens*: - coupes dans cône et ovule ; montage de grains de pollen,
- coupe dans une graine.



Figure 23: *Pinus halepensis*



Figure 24: *Cupressus sempervirens*

4- Manipulation

Observation avec la loupe binoculaire des feuilles de *Pinus halepensis*.

- Dessin des feuilles.

Légende : feuilles en aiguilles.

Observation d'une coupe microscopique dans un cône mâle de *Pinus halepensis*.

- Réaliser un schéma général de la coupe dans le cône.

Légende : microsporange, microspores (= grains de pollen), écaille, axe du cône.

Observation avec la loupe binoculaire des feuilles de *Cupressus sempervirens*.

- Dessin des feuilles.

Légende : feuilles en écailles.

Observation d'une coupe microscopique dans un cône mâle de *Cupressus sempervirens*.

- Réaliser un schéma général de la coupe dans le cône.

Légende : microsporange, microspores (= grains de pollen), écaille, axe du cône.

TP N°6 : Les Angiospermes

1- Introduction

Les Angiospermes comprennent plus de 250000 espèces. Ils diffèrent des Gymnospermes par les principaux caractères suivants :

- l'écaille ovulifère est devenue un carpelle qui entoure complètement les ovules. Les carpelles forment un ou plusieurs pistils qui, après fécondation (qui est double), se transforment en fruit(s) ;
- les organes reproducteurs se groupent en fleurs ;
- il y a double fécondation.

Tableau 3: Comparaison entre gymnospermes et angiospermes

Caractéristiques	Gymnospermes	Angiospermes
Type de port	Arbre ou arbuste ligneux pyramidale	Arbres ligneux ou plante herbacées
Xylème	trachéides	Trachéides et éléments de vaisseaux (vaisseaux parfaits)
Structure reproductrice	cônes	fleurs
Transport de pollen	anémophile	Zoophile, entomophile ou anémophile
Fécondation	Oosphère+gamète---zygote; double fécondation chez les gnétophytes	Double fécondation : Oosphère+gamète male---zygote 2 noyaux polaire+gamète male---albumen
Graines	Nues sur sporophylle	Protèges dans un fruit issue de l'ovaire
Nombre d'espèces	~ 840	~ 250 000

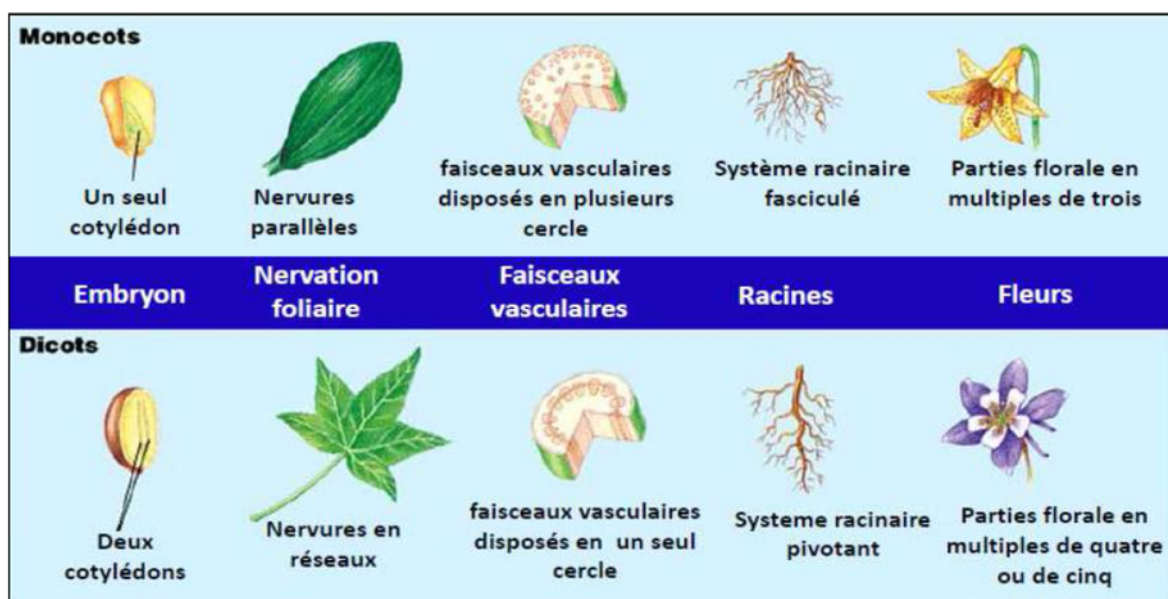


Figure 25: Comparaison entre monocotylédones et dicotylédones

2- L'appareil reproducteur

La fleur type d'angiosperme est constituée du pédicelle, du réceptacle et de quatre verticilles ou groupes de pièces florales rangées en cercle autour d'un axe. Les quatre verticilles sont scindés en deux catégories :

(1) le périanthe, ensemble de pièces stériles, ou enveloppe florale, composé de 2 verticilles:

a) le calice, formé par l'ensemble des sépales, pièces souvent verdâtres d'aspect foliacé, situé à la base de la fleur ;

b) la corolle, formée par l'ensemble des pétales souvent vivement colorés. Les pétales sont situés au-dessus des sépales.

(2) les organes reproducteurs ou pièces fertiles directement impliqués dans la reproduction et composés également de 2 verticilles :

c) l'androcée, organe reproducteur mâle de la plante, formé par l'ensemble des étamines disposées en spirales ou en verticilles sur le réceptacle. Chaque étamine est elle-même subdivisée en un filet et une anthère libérant le pollen à maturité.

L'anthère est constituée de 2 thèques comportant chacune 2 loges polliniques où est enfermé le pollen ;

d) ou pistil organe le gynécée pistil, reproducteur femelle de la plante, formé par un ou plusieurs carpelles libres ou soudés entre eux. Chaque carpelle est composé :

d'une partie renflée et creuse (l'ovaire) renfermant l'(les) ovule(s) ;

> D'un style prolongeant l'ovaire ;

> D'un stigmate coiffant le style et permettant de retenir le pollen.

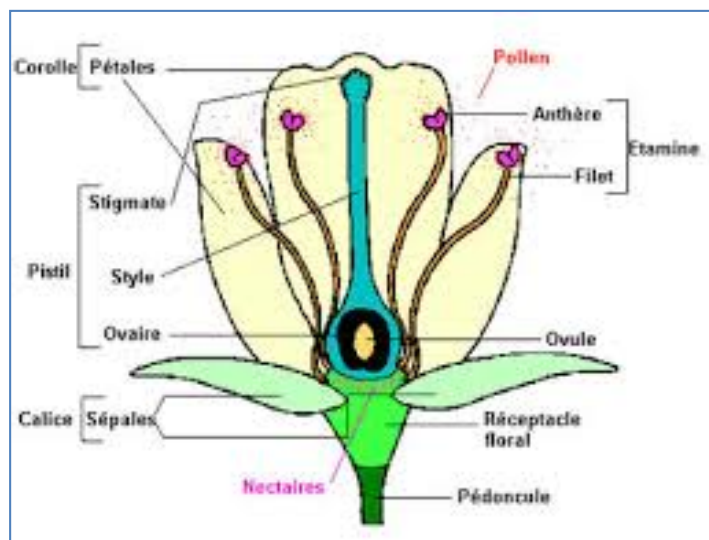


Figure 26: structure de l'appareil reproducteur (la fleur)

TP N°7 : Morphologie florale des Angiospermes Monocotylédones

1. Introduction

Les Monocots, connues aussi sous le nom de Monocotylédones, présentent à la fois des caractères archaïques et des caractères très particuliers :

a. *des caractères archaïques*, par exemple :

- le grain de pollen à un seul pore de germination;
- les tépales et la trimérie ;
- la graine à albumen persistant;

b. *des caractères très particuliers*, qui sont dits tout naturellement monocotyloïdes, car ils ne se trouvent que chez les Monocots. En effet, les Monocots, ayant divergé très tôt, ont eu tout le temps voulu pour évoluer dans un sens propre et tout à fait original. La cause de cette évolution est à rechercher dans l'influence d'un habitat aquatique, lequel conduit à une simplification *des* formes.

Ainsi, chez ce groupe, on ne rencontre :

- qu'un seul cotylédon;
- que des feuilles toujours simples, réduites au pétiole;
- aucune formation secondaire.

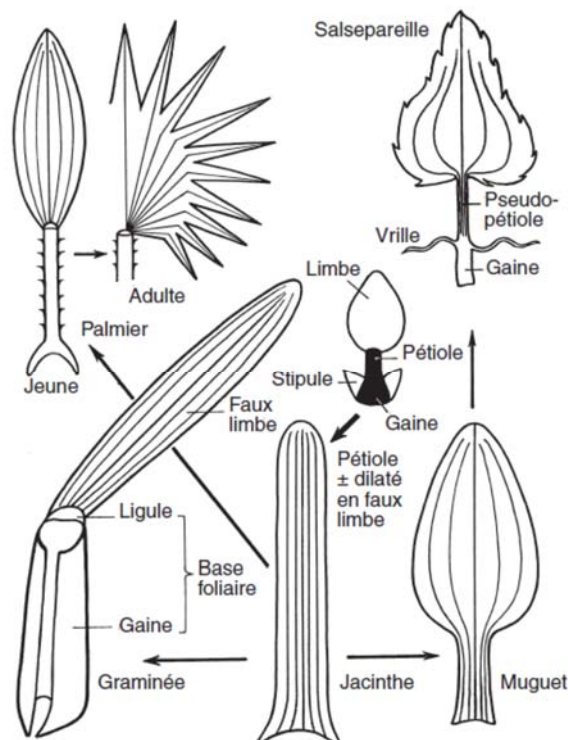


Figure 27: la forme de la feuille chez les monocotylédones

1- Objectifs

- Etablir la formule florale et construire le diagramme floral de l'espèce *Asphodelus microcarpus*
- A l'aide de la flore, vérifier les familles et identifier l'espèce.
- Observer et schématiser l'inflorescence.

2- Matériel

- Fleurs d'*Asphodelus microcarpus*
- Crayons de couleur
- Binoculaire
- Loupe de terrain

3- Manipulation

- Observer le matériel distribué et isoler une fleur.
- Repérer les pièces formant le périanthe de la fleur.
- Déterminer le nombre de verticilles.
- Compter le nombre d'éléments par verticille, leur soudure éventuelle et leur disposition vis-à-vis des éléments de verticille adjacents (en opposition, en alternance, ...).
 1. Observer l'androcée (nombre d'étamines, forme, taille, disposition, emplacement des anthères vis-à-vis du filet, ...).
 2. Observer le gynécée, distinguer le ou les pistils et ses trois composantes : ovaire (partie basale renflée), style (partie effilée surmontant l'ovaire) et stigmate (partie globuleuse coiffant le style).
 3. Compter le nombre de carpelles en coupant l'ovaire. Dans quel sens faut-il pratiquer cette coupe ?
 4. Compter le nombre de loges et le nombre d'ovules par loge (attention à la présence possible de fausses cloisons).
 5. Noter la présence éventuelle de nectaires ou encore d'expansions ou enveloppes supplémentaires tels qu'un éperon, un calicule, une paracorolle, ...
 6. Etablir la formule florale.
 7. Construire le diagramme floral.

A l'aide des clefs de détermination, procéder à l'identification de l'espèce (famille ; Genre ; Espèce).

1- introduction

En général, les dicotylédones présentent une plantule à deux cotylédons, ce qui les différencie des monocotylédones qui, en général, n'en présentent qu'un seul. Les feuilles ont des nervures réticulées.

La fleur typique présente 4 ou 5 verticilles (sépales, pétales, étamines et carpelles). Dans la plupart des espèces. La racine est de type pivotant. C'est chez les dicotylédones que l'on observe, au niveau des tiges, la présence de cambium permettant la formation de bois secondaire vers l'intérieur et de liber vers l'extérieur.

Chez les dicotylédones vraies, les grains de pollen ont généralement 3 ouvertures (zones de faiblesse permettant le passage du tube pollinique). Les angiospermes primitives, comme les monocotylédones, avaient des grains de pollen à une seule ouverture.

2- Objectifs

- Etablir la formule florale et construire le diagramme floral de l'espèce *vicia faba*
- A l'aide de la flore, vérifier la famille et identifier l'espèce.
- Observer et schématiser l'inflorescence.

3- Matériel

- Fleurs de *vicia faba*
- Crayons de couleur
- Binoculaire
- Loupe de terrain

4- Manipulation

- Observer le matériel distribué et isoler une fleur.
 - Repérer les pièces formant le périanthe de la fleur.
 - Déterminer le nombre de verticilles.
 - Compter le nombre d'éléments par verticille, leur soudure éventuelle et leur disposition vis-à-vis des éléments de verticille adjacents (en opposition, en alternance,...).
1. Observer l'androcée (nombre d'étamines, forme, taille, disposition, emplacement des anthères vis-à-vis du filet, ...).
 2. Observer le gynécée, distinguer le ou les pistils et ses trois composantes : ovaire (partie basale renflée), style (partie effilée surmontant l'ovaire) et stigmate

(partie globuleuse coiffant le style).

3. Compter le nombre de carpelles en coupant l'ovaire. Dans quel sens faut-il pratiquer cette coupe ?
4. Compter le nombre de loges et le nombre d'ovules par loge (attention à la présence possible de fausses cloisons).
5. Etablir la formule florale.
6. Construire le diagramme floral.

A l'aide des clefs de détermination, procéder à l'identification de l'espèce (famille ; Genre ; Espèce).

TP N° 9 : Angiospermes, fruits et graines

1- introduction

On distingue deux grands types de fruits : les fruits secs et les fruits charnus. Chez les fruits secs, le péricarpe est entièrement sec et imperméable; ses différentes assises ont résorbé plus ou moins leur contenu cellulaire et les parois des cellules seules persistent. Le fruit sec est un type de fruit plus primitif que le fruit charnu.

Chez les fruits charnus, le péricarpe est entièrement ou partiellement constitué de cellules charnues dont les extérieures sont à cuticule bien développées et souvent pruineuse. Les cellules charnues sont souvent de grande taille avec de grandes vacuoles où s'accumulent des matières de réserves diverses: sucres, acides organiques (ac. malique, ac. citrique), huiles,... Elles renferment parfois de l'amidon et des pigments anthocyaniques (dans la vacuole) ou caroténoïdes (dans les chromoplastes).

Le mot fruit est souvent employé d'une manière inexacte; il est nécessaire de distinguer:

- le vrai fruit provenant uniquement de la croissance d'un ovaire ou d'un carpelle; c'est le cas de la plupart des plantes à ovaire supère (ex: cerise, orange, raisin, capsule du lin et du tabac,...)
- le faux fruit (ou pseudo fruit); ce terme est réservé à un fruit provenant de la transformation d'un ovaire infère; l'ovaire étant dans ce cas soudé au réceptacle, le fruit qui en dérive est constitué à la fois d'éléments ovariens et d'éléments réceptaculaires. Il ne peut être appelé un fruit au sens strict (ex: banane, pomme, melon, groseille,...)
- le fruit composé: il s'agit d'une réunion de fruits, provenant de fleurs différentes, sur un axe floral ou sur un réceptacle. C'est le cas de certaines inflorescences transformées en fruit (ex: ananas, figue, fruit du mûrier,...)

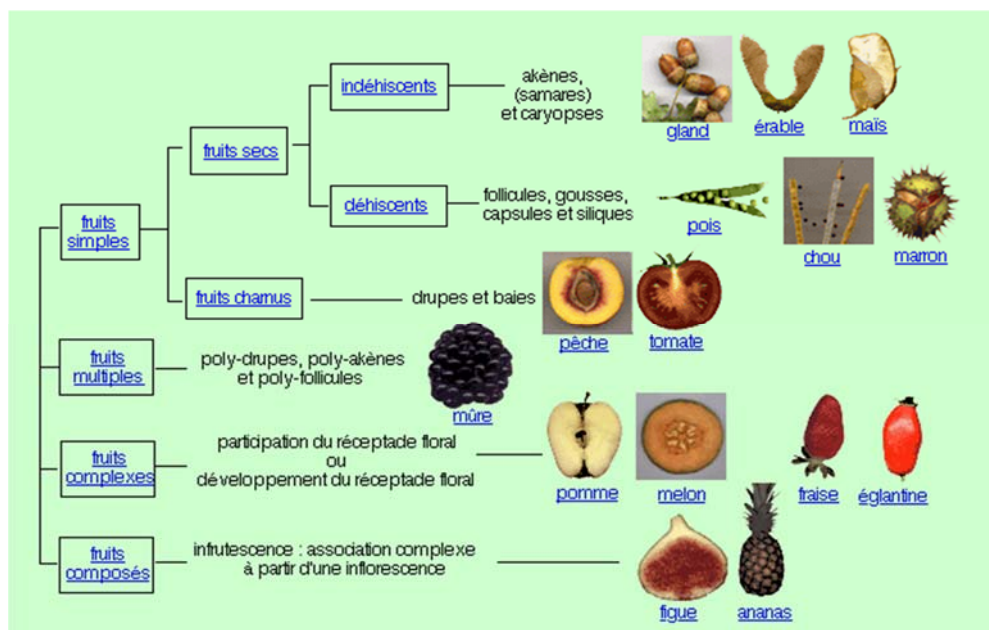


Figure 28: les grands types de fruits

2- Objectifs

- Décrire le gynécée au moyen des symboles utilisés pour l'établissement de la formule florale et la construction du diagramme floral.
- Identifier différents fruits mûrs en utilisant une clé de détermination (clé dichotomique).
- Etablir le type de dissémination.

3- Matériel

- Quelques jeunes fruits et fruits mûrs (frais ou conservés dans l'alcool).
- Matériel de dissection et crayons de couleur.

4- Description de la manipulation

- Observer les « restes » du périanthe et de l'androcée. Si ceux-ci ont disparu, observer les cicatrices de ces éléments, en déduire la position et la soudure de l'ovaire vis-à-vis du réceptacle et retrouver l'architecture de la fleur ou des fleurs qui ont donné naissance à cette « fructification ».
- Observer les « restes » du ou des styles et stigmates.

Ouvrages de références

- **Guignard J.L et F. Dupont., 2004.** Abrégé de Botanique, Systématique moléculaire. 13ème édition. Masson. Paris. 284p.
- **Hachem K., 2017.** Cours de biologie et physiologie moléculaire de la reproduction chez les plantes à fleurs, Polycopié Universitaire, université Moulay Tahar Saida. 52 p.
- **Heywood V.H., 1996.** Les plantes à fleurs. 306 familles de la Flore mondiale. Nathan. 336p.
- **Kleiman C., 2001.** La reproduction des angiospermes. Belin. Paris 175 p.
- **Lecointre G et Hervé Guyader H., 2001.** Classification phylogénétique du vivant. 2^{ème} édition. Belin .Paris. France. 543p.
- **Marouf A et Reynaud J., 2007.** Encyclopédie La botanique de A à Z Dunod. Paris. 342p.
- **Reynaud J., 2011.** Comprendre la botanique, histoire, évolution, systématique. Ellipses édition Marketing S. A. Paris. France. 238p.
- **Roland J. C et Roland F., 2001.** Biologie Végétale - Volume 2, Organisation Des Plantes À Fleurs. 8ème Édition. Ed. Dunod. 156 p.
- **Roland J. C, Roland F, El Maarouf-Bouteau H et Bouteau f., 2001.** Atlas Biologie Végétale 2. Organisation des plantes à fleurs, 9e édition. Dunod. Paris. France. 156p.