

COURS DE BOTANIQUE SYSTEMATIQUE (LICENCE II)

Programme

Chapitre I : Aperçu sur l'organisation générale des végétaux

Chapitre II : Généralité sur la Systématique des végétaux

Chapitre III : Embranchement des Thallophytes

Chapitre IV : Embranchement des Bryophytes

Chapitre V : Embranchement des Ptéridophytes

Chapitre VI : Embranchement des Spermaphytes

- Les Gymnospermes : Cycadophytes ou Mégaflinées, les Ginkgophytes, les Coniférophytes ou Microflinées, les Chlamydospermes ou Gnétophytes ;
- Les Angiospermes : Monocotylédones et Dicotylédones

Travaux Dirigés (TD)

Travaux Pratiques (sortie sur le terrain : identification des plantes à partir des éléments botaniques)

Bibliographie

1. Jean-Claude Roland *et al*, (2008) : Atlas, Biologie Végétale, éd. Dunod.
2. Joël Reymond (2001). Botanique, comprendre la Botanique : histoire, évolution, Systématique. Ed, Ellipses.
3. F. Dupond et J.L Guignard. Botanique : les familles des plantes.
4. Arbonier M. (2002) : Arbres, arbustes et lianes des zones sèches de l'Afrique de l'Ouest
5. Dictionnaire botanique
6. Flore du Sénégal, 2^{ème} édition, Dakar.496p.
7. www.elsevier.masson.fr

Évaluations

1. Contrôle continu (deux au moins) ;
2. Compte rendu de Travaux Pratiques ou de Sortie sur le Terrain ;
3. Travail Personnel de l'Étudiant

CHAPITRE I : APERÇU SUR L'ORGANISATION GENERALE DES VEGETAUX

Introduction

Les récents progrès de la physiologie, de la Biochimie et de l'écologie ont permis d'accéder à une profonde connaissance sur le règne végétal et de fixer une limite plus précise entre le règne végétal et le règne animal. Pressé par la nécessité de se nourrir, de se vêtir, de se soigner, l'homme a eu l'esprit d'identifier les êtres vivants qui l'entoure et d'assigner à chaque plante, à chaque animal, sa place dans la nature.

I- La faculté de synthèse des végétaux

Pour se nourrir les animaux doivent manger d'autres animaux ou des végétaux (ce sont des hétérotrophes) alors que les végétaux utilisent les sels minéraux (substances minérales) du sol et le carbone de l'air (ce sont des autotrophes ; du grec autos= soi-même et trophé= nourriture).

Les végétaux (en particulier les chlorophylliens ou végétaux verts) constituent le support de toute vie sur animale ; ils sont capables de fabriquer des glucides grâce à l'énergie solaire, au dioxyde de carbone de l'atmosphère (ou de l'eau) et à l'eau puisée dans le milieu.

Au niveau des cellules végétales, cette faculté de synthèse traduit par la présence d'organiques particuliers, les plastes, absents dans la cellule animale. La captation d'énergie solaire est rendu possible par les pigments assimilateurs, les chlorophylles (les plus connues et les plus rependues ; du grec kloros=vert et phyllon= feuille). La couleur verte des feuilles des végétaux chlorophylliens est due à la présence de ce pigment. C'est un caractère fondamental du monde végétal qui permet de distinguer la frontière du monde animal et végétal, quand les

caractères sont mal tranchés : ce qui appartient aux végétaux de ce qui appartient aux animaux.

Remarque : (état primitif) :

Ce caractère (présence de chlorophylle) n'est pas absolu :

- Cultivés sur l'antibiotique, les euglènes perdent irréversiblement leur chlorophylle et deviennent hétérotrophe puis ressemblent au genre *Atasia*, rangés parmi les animaux ;
- Les bactéries et les champignons, devenus ultérieurement parasites ou saprophytes (Sapros=pourri et phytos= plante), qui vivent au dépens des autres êtres vivants (hétérotrophes) ou de leur produit de dégradation, ont perdu secondairement leur chlorophylle. Certaines bactéries, bien que dépourvues de chlorophylle, sont autotrophes ; elles tirent leur énergie de certaine réaction chimique (sulfure d'hydrogène, éléments ammoniacaux) : on parle de la chimiosynthèse

II- La membrane squelettique de la cellule végétale

Un autre trait fondamental des végétaux 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 (la cellulose ne peut être digérée par le suc digestif sauf par la flore intestinale tel que *E. coli*). Cette enveloppe rigide de la 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. Elle devient prisonnière de son milieu, de son habitat ; ce qui oblige l'organisme végétal à une grande souplesse, à une grande facilité d'adaptation puisqu'elle ne peut fuir les conditions défavorables « **(il n'existe pas de cellule végétale mobile analogue aux lymphocytes des vertèbres et, lors de la formation de l'embryon, on n'observe aucun des déplacements ou mouvement cellulaire caractéristique de l'embryon animal)** »

III- Les végétaux sont des organismes très peu développés

Chez les animaux, on distingue en général des pattes, un corps, une tête etc. Les végétaux sont constitués des racines (**organe cylindrique**) servant à la fixation, des tiges (**également cylindrique**) qui portent des feuilles ou lames aplaties, des fleurs mais aucun appareil respiratoire, appareil circulatoire etc. ne peut être valablement décrit. Chez les végétaux supérieurs, on distingue, tout au plus, un appareil conducteur de sève, des organes de réserves...

1- La faible différenciation des organes végétaux

Elle pourrait être considérée comme une infériorité manifeste du règne végétal comparé aux animaux. Cette faible différenciation (**ce n'est qu'une vue relative**) a pour conséquence d'assurer, d'une part une grande plasticité de la plante à son environnement et d'autre part, une grande facilité de régénération.

a- La plasticité des végétaux

Elle est due au fait que l'individu se réalise une construction continue d'éléments nouveaux dont les types sont limités (racines, tiges, feuilles, fleurs), dont les structures sont voisines et dont la forme et le rôle sont sans cesse accommodés aux conditions extérieures, notamment par l'intermédiaire de tropisme.

b- La facilité de régénération

Elle est très remarquable chez les végétaux car un simple fragment de tige voire de feuille ou de racine dans certain cas, est capable de redonner un nouvel individu. La multiplication végétale (accidentelle ou assurée par des dispositifs spéciaux) est particulièrement rependue chez les végétaux alors que chez les animaux, pour peu que l'on remonte dans l'échelle de classification, elle est exceptionnelle.

2- La totipotence des cellules végétales

Les recherches sur les cultures des cellules isolées ont montrées la totipotence de la cellule végétale qui, dans certaines conditions, est capable de régénérer une plante entière. Cette totipotence cellulaire s'accompagne d'une possibilité de multiplication indéfinie mais aussi de régénération après les mutilations répétées que leur occasionnent les animaux herbivores : grâce à ce mécanisme, les végétaux assurent le rôle des producteurs primaires dans la plupart des écosystèmes.

La multiplication indéfinie est assurée par les cellules du méristème, zones qui assurent la croissance des plantes. C'est ainsi, contrairement aux animaux qui cessent de croître une fois adulte et qui ont une durée de vie limitée (**vraisemblablement programmée dans leur génome**), les végétaux ont une croissance indéfinie : ce ne sont que les circonstances extérieures qui peuvent mettre fin à leur existence (par exemple l'ouragan qui abat un arbre, le gel ou l'épuisement consécutif à la fructification pour une herbacée, une monocarpique). Cette totipotence cellulaire explique également qu'il n'y ait pas de séparation des cellules sexuelles, à la différence des animaux où l'on distingue un soma et un germe.

Conclusion

L'immobilité, la faible différenciation, l'importance de la multiplication végétative, la croissance indéfinie sont encore une série de critères importants. On pourrait en distinguer d'autres, mais notre monde végétal est maintenant suffisamment défini et caractérisé pour que nous nous occupions de lui avec efficacité. Le travail qui nous attend désormais est de préciser les ressemblances et les différences entre les végétaux, en un mot de les classer.

CHAPITRE II : GENERALITE SUR LA SYSTEMATIQUE DES VEGETAUX

Introduction

La systématique est une science dont le but est la classification des êtres vivants ou fossiles. Etant donné l'extrême complexité du système en vigueur, est absolument impossible, dans le cadre de ce travail, de donner la une "**carte d'identité**" complète de chaque plante. La systématique a pour objectif d'identifier toutes sortes de plantes (et d'animaux) et de regrouper différentes plantes (et d'animaux), dans des combinaisons afin de ressortir leur rapport réel. Ces objectifs obligent à faire un inventaire de toutes plantes (et animaux) poussant à la surface de la Terre et de mettre en évidence de différents liens pouvant exister entre les groupes de plantes. Pour y parvenir, le botaniste systématique doit se servir de la forme (pour étudier la forme et structure des plantes), de l'écologie (connaître les relations existant entre les plantes et l'environnement dans lequel est susceptible de modifier leur forme et structure), de la physiologie (faire ressortir les exigences de la plante), de la génétique et de la cytologie (connaître les informations relatives aux gènes et à la cellule ainsi qu'au nombre de chromosomes), de la biochimie (identifier les substances particulières), etc.

I- Les grands groupes végétaux (grandes subdivisions du règne végétal)

Les végétaux primitifs contiennent des individus unicellulaires, dépourvus de véritable noyau : les cyanophytes ou cyanophycées, parfois encore appelés de nos jours des "algues bleues".

Les cyanobactéries sont des procaryotes photosynthétiques par opposition aux végétaux pluricellulaires typiques (**Chromophytes ou algues brunes s'ajoutent les diatomées, les Rhodophytes ou algues rouges, Chlorophytes ou algues vertes**) : ce sont des eucaryotes autotrophes, unicellulaires ou pluricellulaires (Chlorobiontes=clade) avec dans ce cas un appareil végétatif très diversifié sous forme de thalle et qui sont parfaitement adaptés au milieu aquatique (**leur cellule contiennent de chlorophylle**).

Certains de ces végétaux primitifs ont perdu leur pigment assimilateur et sont devenus secondairement saprophytes ou parasites. Ils se sont adaptés aux milieux terrestres très humides ou au milieu interne d'autres végétaux : **ils constituent le groupe des champignons.**

Une curieuse association symbiotique est réalisée par la réunion très précise d'une algue et d'un champignon : **ce sont des lichens**. Bien que tributaire d'un milieu humide, ils ont un habitat terrestre. Chez ces groupes des plantes inférieurs (algues et champignons), les cellules ne sont pas groupées en de véritables tissus : on n'observe ni racines, ni tige ni feuilles. L'appareil végétatif est formé d'un thalle (du grec thallos=rameau aplati) plus ou moins structuré. Ces plantes forment un ensemble végétal appelé des Thallophytes.

Les Bryophytes ou Mousses sont les 1ères plantes vraiment adaptés au milieu terrestre mais elles n'ont ni racines ni vaisseaux conducteurs de sève : elles se fixent par des thalles mais ont un axe feuillé.

Le stade d'acquisition des racines, tiges et feuilles est atteint par les Ptéridophytes ou Fougères, les Pré-spermaphytes et les Spermaphytes ; chez lesquels les feuilles sont de plus en plus très nettement individualisées : ce sont des plantes vasculaires ou Trachéophytes ou encore désignées sous le nom des Rhyzophytes à cause de leurs racines bien définies ou visibles.

Les Mousses, Fougères, Pré-spermaphytes, Spermaphytes forment des plantes supérieures ou plantes terrestres évoluées. Elles se différencient des Thallophytes par la présence d'un axe dressé (et feuillé) ou cormus d'où leur nom des **Cormophytes** donnés à ces groupes de plantes. Elles sont aussi désignées sous le nom des **Embryophytes** car après la fécondation, il se développe une embryogenèse aboutissant à la formation du sporophyte.

Les phénomènes de la reproduction se traduisent chez les Spermaphytes par des structures facilement observables (cônes de Conifères, fleurs des Angiospermes) : ils sont aussi appelés des Phanérogames (phaneros= visible, gamos= mariage). Les autres végétaux vasculaires (Ptéridophytes) ou non vasculaires (algues, Champignon, Lichen), en raison de modalité de reproduction, en général, extrêmes peu visible, sont appelées de **Cryptogames** (Kryptos= caché).

II- Embranchement, classe, ordre, famille, genre, espèce

Les groupes que nous venons de distinguer (Bactérie, Cyanophycée, Algues, Champignons, Bryophytes, Ptéridophytes, Pré-spermaphytes, Spermaphytes) correspondent à des lignées évolutives différentes. Certaines entités, comme les algues, ne correspondent pas à une lignée monophylétique puisqu'elles n'ont pas d'ancêtre commun direct, mais plusieurs ancêtres (l'un pour les Algues vertes et rouges= lignées des chlorobiontes, l'autre pour les Algues brunes= Rhodobiontes) : les Algues sont dites **polyphylétiques**. Les algues verte, prises isolément ne comprennent qu'une partie de leur descendants (non monophylétique), alors qu'elles ont aussi donné naissance aux plantes terrestres : les Algues vertes sont dites **para-phylétiques**.

On tente de classer le règne végétal en catégorie hiérarchisée ou en des boîtes de rangement. Les grandes divisions sont nommées **Embranchements** (ou phylum). A leur tour, les Embranchements se subdivisent en Classes, Ordres, Familles, Genres, Espèces etc. (**éventuellement en sous-embranchement, sous-classe, sous-ordre etc.**) Les diverses unités de la classification sont appelées "Taxon" (plusieurs taxa)

Exemple : L'Embranchement des Spermaphytes se subdivise en sous-embranchement des Gymnospermes et des Angiospermes. Les Angiospermes se scindent en classes des Monocotylédones ou Liliopsidae et des Dicotylédones ou Magnoliopsidae. La classe des Dicotylédones comprend trois sous-classes : les Apétales (pétales absents), les Dialypétales (pétales libres) et les Gamopétales (pétales soudés). Chacune de ces sous-classes regroupe plusieurs ordres, qui à leur tour réunissent plusieurs familles.

Afin de savoir à chaque fois, à quel niveau de subdivision l'on se trouve, des désinences (terminaisons) particulières ont été fixées :

- Les embranchements se terminent généralement par le terme "**phyte**" (Spermaphytes, Ptéridophyte, Bryophytes)

- Les classes par “**ideae**” (Magnoliopsidae ou Dicotylédones)
- Les ordres par “**Ales**” (ordre des Rosales, ordre des Fabales)
- Les familles par “**acées**” (système français) ou “**aceae**” (système international latinisé)
- La sous-famille par “**oïdées**” ou “**oideae**” (papilionoïdées, Mimosoïdées)
- Les tribus par “**ées ou eae**” (tribu des Lotées)
- Les sous-tribus par “**inées ou ineae**” (Lotinées) etc.

Exemple : La pomme de terre a pour nom d'espèce : *Solanum tuberosum* et appartient aux catégories supra-spécifique suivantes :

- Règne végétal ;
- Embranchement des Spermaphytes ;
- Sous-embranchement des Angiospermes ;
- Classe des Magnoliopsidae ou Dicotylédones ;
- Ordre des Solanacées ;
- Genre *Solanum* ;
- La plante donne des tubercules d'où son nom spécifique *tuberosum*
- Nom complet de l'espèce : ***Solanum tuberosum***

NB : Depuis peu (2009), les Angiospermes sont considérées comme une classe et non comme un embranchement.

Cependant certains noms de famille ne proviennent pas de ceux de genre et sont des noms utilisés par les anciens botanistes. Aujourd'hui on tend à les subdiviser à l'aide des règles ci-dessous énoncées :

Vieux noms ne provenant pas des genres	Nouveaux noms provenant des genres	Genres
Graminées	Poacées (eae)	<i>Poa</i>
Palmaceae (feuilles palmées)	<i>Arecaceae</i>	<i>Areca</i>
Crucifères (pétales disposées en croix)	<i>Brassicaceae</i>	<i>Brassica</i>
Papilionaceae (Légumineuses)	<i>Fabaceae</i>	<i>Faba</i>
Composées (inflorescence composée de ++ fleurs)	<i>Asteraceae</i>	<i>Astera</i>
Labiées (Labiaceae) plante avec 2 lèvres face à face	<i>Laminaceae</i>	
Ombellifères (Ombelliferaeae) : fleurs en ombelle	<i>Apiaceae</i>	
Guttiferacea (étamines en faisceaux)	<i>Classiaceae</i>	

III- La nomenclature ou dénomination des taxa

La nomenclature est une branche de la botanique, dont le but est de donner à chaque plante, sauvage ou cultivée, un nom scientifique universellement utilisé. La nomenclature botanique actuellement envisagée est celle imaginée par un botaniste suédois Carl Von Linné (1707-1778) : elle est appelée nomenclature linnéenne ou binaire. Cette nomenclature attribue à chaque plante, un nom scientifique latinisé (le latin, langue morte) composé de deux mots : le 1^{er} mot désigne le genre ou nom générique de la plante, suivi du 2nd mot appelé épithète ou qualificatif spécifique. Ces deux mots réunis forment le nom de l'espèce. Le nom du genre s'écrit en lettre majuscule (la 1^{ère} lettre) et celui du qualificatif ou épithète,

entièrement en minuscule. Ce nom scientifique de la plante est suivi par l'initial du nom de l'auteur qui a décrit pour la 1^{ère} fois cette plante. Dans une publication scientifique, tous les noms des plantes sont écrits en italique ou soulignés.

Exemple : *Mangifera indica* L. (manguier, famille des Anacardiaceae)

Borassus oethiopum L. (palmier rônier, Arecaceae)

Phoenix dactylifera L. (palmier dattier, Arecaceae)

Dioscorea dumetorum (Dioscoriaceae)

Les règles de dénomination ont été arrêtées par le congrès international de la nomenclature botanique et consigné sous forme de code, revu tous les quatre (04) ans lors de congrès.

L'épithète peut rappeler l'origine géographique du 1^{er} spécimen ou échantillon (*Acacia senegal*). Il peut être conçu pour rappeler l'habitat de l'espèce où l'on l'a rencontré pour la 1^{ère} fois (*Eriosema montanum*). Il peut être basé sur l'usage de la plante (*Withania somnifera* = fait dormir, *crossopteryx febrifuga* = fait fuir la fièvre ou calme la fièvre). Il peut être utilisé pour rendre hommage à une personne, 1^{er} collecteur ou descripteur (*Albizzia chevalieri* ; le professeur Auguste Chevalier a récolté cet *Albizzia* pour la 1^{ère} fois au Soudan). Il peut faire allusion à l'appellation locale (*Cassia tora*, *tora* est une appellation indienne), etc.

Parfois la détermination d'une plante peut aller jusqu'à l'identification de la variété. Ce qu'on appelle la dénomination trinomiale : *Sorghum bicolor* var *bicolor* ; *Sansevieria trifasciata* var *laurentii* (désigne la variété à bord jaunes de l'espèce *Sansevieria trifasciata*). Dans le cas de la variété de culture ou cultivar, on remplace "var" par "cv" : *Hedera helix* cv *glacier*, désigne un cultivar panaché de l'espèce *hedera helix*

Lorsqu'une espèce se trouve avec deux noms différents, le plus récent est validé et le plus ancien est mis en synonymie : *Vittelaria paradoxa* (ancien nom) *Bytyrospermum parkii* (nouveau nom), désigne le karité (famille de Sapotacées).

Conclusion

Le raisonnement de la taxonomie biologique inclut le besoin de comprendre la nature autour de nous et de conceptualiser à travers une classification, d'utiliser la nomenclature pour identifier et communiquer ; de mettre sur pied un système d'information convenable, d'utiliser un nom stable et enfin construire une plate-forme utile pour comprendre la relation phylogénétique. La taxonomie ou la systématique a une utilisation spéciale concernant la conservation et inclut l'approvisionnement des références utiles pour la conservation de la biodiversité.

Toutes les anciennes ou nouvelles espèces appartiennent à l'un de ces groupes :

Plantes supérieures (Cormophytes)	Spermaphytes	Angiospermes	Dicotylédones
			Monocotylédones
	Gymnospermes		
	Ptéridophytes		
Plantes intermédiaires	Bryophytes (affectionnant les biotopes humides)		
Plantes inférieures ou Thallophytes	Eucaryotes	Algues eucaryotes ou Phycophytes	Association symbiotique entre l'Algue et le Champignon donne les Lichens
		Champignons ou Mycophytes	
		Cyanobactéries ou Algues bleues	
	Procaryotes	Bactéries + Virus	

Evolution phylogénétique du règne végétal

CHAPITRE III : EMBRANCHEMENT DES THALLOPHYTES

Introduction

Les Thallophytes forment un groupe assez vaste et hétérogène, des plantes ne portant ni vaisseaux conducteurs de sève, ni fleurs, ni graines proprement dites et dont les organes reproducteurs sont généralement cachés, d'où leur nom des cryptogames non vasculaires.

Les cryptogames sont caractérisés par un thalle, un appareil simplifié ne présentant ni tige, ni racine, ni feuilles.

Cet embranchement comprend les algues, les champignons et les lichens. Ces plantes sont de plus en plus utilisées directement ou indirectement dans le domaine agro-alimentaire, de la médecine, de la pharmacie, dans les cosmétiques (entretien de la peau, surtout les femmes)

I- Les algues ou les phycophytes (phukos=algues)

Ce sont des eucaryotes autotrophes, unicellulaires ou ++ cellulaires, avec dans ce cas un appareil végétal très diversifié sous forme de thalle, et qui sont parfaitement adaptés au milieu aquatique.

1- L'appareil végétative

L'appareil végétal est très varié; il peut être filamenteux, en forme de lame, de cordon, de cladomes (structure algale de base à partir de laquelle se déduisent et se conçoivent des modèles d'algues plus complexes). Il existe une grande diversité morphologique compte tenu des phénomènes de ramification et d'une éventuelle spécialisation des filaments (cortilisation).

Chez les Laminaires et les algues rouges, les filaments ou ramifications peuvent atteindre 30 m de long (associé en ruban ou lame=zone meristématique située aux extrémités de ramification du thalle).

2- Les pigments

Les algues sont capables, grâce à leur pigment assimilateur, d'assurer la photosynthèse. Ces pigments (chlorophylle a, b, c ; les fucoxanthine ; les phycoérythrine...) sont localisés dans des plastides volumineux de structure complexe (ce qui les différencie des plastides des plantes supérieures). Les algues présentent des teintures variées (rouge, verte, brunes...), essentiellement dues aux pigments contenus dans les chloroplastes.

3- La reproduction

La reproduction est de deux types : asexuée et sexuée.

La reproduction asexuée ou végétative se fait le plus souvent par des spores ou par des structures relativement simples qui peuvent générer des individus. Une spore (du grec spora=semence) est une cellule isolée ou une formation pluricellulaire pouvant assurer la dissémination d'une espèce. La reproduction asexuée est assez fréquente chez les algues (mais moins chez les champignons).

La reproduction sexuée se fait dans la plupart des cas en milieu aquatique (aqueux). Elle est assez diversifiée et dépend de la production des cellules reproductrices ou gamètes qui sont simples ou différenciés. Elle met en jeu des cellules mobiles et immobiles. Les phénomènes de reproduction marquent, en général, la fin d'une génération gamétophyte (gamétophyte à n Xsome) et le début d'une nouvelle génération dite sporophytique (sporophyte à $2n$ Xsome) qui génère des spores.

Les cycles de vie chez les algues sont variés (simple ou complexe) : une alternance de génération où gamétophyte et sporophyte se succèdent, avec des phases plus ou moins égales.

Schéma : distinction entre sporophyte et gamétophyte des Thallophytes

NB : la forme des cellules sexuelle ou gamètes sont très variables selon les groupes :

- Les cellules mâles et femelles sont très semblables (isogamie) chez les espèces primitives et différentes chez les espèces les plus évoluées (hétérogamie) ;

- Les gamètes femelles, immobiles, sont portés sur le thalle et les gamètes mâles vont vers eux pour atteindre l'oosphère (oogamie) ;
- Les cellules reproductrices ne sont pas émises dans d'autres groupes mais elles sont incluses dans les cellules sexuelles qui leur ont donné naissance : le gamète mâle et femelle se rapprochent et forment un tube de conjugaison qui précède la fécondation et fusionnent ; on parle de la cryptogamie.

4- Classification (systématique, taxonomie) des algues

Le terme algue correspond aux différents organismes végétaux qui ont en commun de vivre en milieu aquatique et que l'on peut regrouper dans trois lignées évolutives principales.

a- Les chromophytes (Algues brunes et les diatomées)

Ils appartiennent à la lignée brune et possèdent des cellules portant des chloroplastes à quatre membranes.

On connaît environ 1500 espèces des algues brunes pluricellulaires rencontrées presque exclusivement dans les eaux marines. Les plus grandes algues de ce groupe peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres (exple : *Macrocystis pyrifera*).

Le genre *Sargum* est abondant au large des Caraïbes (exple : *Fucus vesiculosus* ou le Fucus vésiculeux ou le chène marin, algue brune fixée sur les rochers par des crampons, possède un thalle brunâtre)

Laminaria digitata et *Laminaria longicruris* : ce sont des Laminaires rencontrés plus profonds que le Fucus et possède de grande thalle de plusieurs mètres, fixé au rocher par des crampons.

Les Diatomées sont des algues brunes unicellulaires microscopiques (de qlq micromètres à qlq centaines de micromètres) enfermées dans un exosquelette formé de deux valves de nature siliceuse appelées frustules, emboîtée l'une dans l'autre. Elles sont parfois associées en colonies.

b- Les Rhodophytes ou Algues rouges

Ce groupe appartient à la lignée verte et possède des cellules à chloroplastes à deux membranes.

Ce sont des algues de profondeur (jusqu'à une centaine de mètres). Dans leurs plastides existe la phycobiline, pigment rouge qui masque la chlorophylle.

On connaît près de six mille espèces des algues rouges, surtout dans les eaux marines tropicales chaudes. Certaines espèces sont d'eaux douces.

Exple : *Chondrus crispus*, le carragheen ou mousse d'Irlande. Le thalle rouge ou rose violacé à bordure crispée, se fixe sur les rochers par des crampons. La famille des Corallinacées ou algues calcifiées forment des récifs coralliens.

c- Chlorophytes ou Algues vertes

Ce groupe appartient à la lignée verte et au clade de Chlorobiontes (présence de chlorophylle a, b et amidon dans des plastides).

On dénombre 1700 espèces. Elles sont essentiellement aquatiques (eaux douces ou marines) mais peuvent être rencontrées en milieu aérien humide, accrochées d'arbres ou de rochers. Elles sont uni ou pluricellulaires de surface, ne dépassant pas 15m de profondeur.

Exple : *Ulva lactuca* ou laitue de mer ; le thalle est en lame mince aplatie, verte, gluante et se fixe au rocher par des crampons.

Caulerpa taxifolia, synthétise des terpènes toxiques et possède un thalle constitué de stolons portant de frondes de 5 à 60 cm de longs.

Chlamydomonas est un genre d'algues vertes unicellulaires, mobiles par la présence de deux flagelles.

5- Intérêt et utilisation des algues

Par le mécanisme de la photosynthèse, les algues libèrent une grande quantité d'oxygène. Elles sont à la base de nombreuses chaînes alimentaires aquatiques (phytoplancton) ou de

fourrage pour les espèces pluricellulaires, dans l'alimentation humaine (spiruline). Certaines algues calcaires sont utilisées en chirurgie osseuse pour réaliser des implants. Des tronçons rectilignes calibrés des pseudotiges de laminaire sont utilisés en médecine opératoire comme agents de dilatation de cavités. Les algues sont très utilisées en industries agro-alimentaires, formation des produits de beauté (cosmétique), formation de gélose pour les cultures bactériennes et comme contre constipation en médecine. Elles produisent des polysaccharides utilisés comme épaississement, gélifiants et stabilisant en industrie (encres, peintures...) et dans l'alimentation (gelée alimentaire)

II- Les champignons ou mycophytes

Appelés aussi mycètes ou fungi, les champignons représentent 10 à 15 % de êtres vivants. Ils sont apparentés aux végétaux par le mode de vie fixée et sont hétérotrophes (incapables d'assimiler le CO₂ de l'air pour produire du glucide).

Les champignons sont dépourvus de système racinaire et s'alimentent en eau, en sels minéraux et matières organiques par toute la surface de leur appareil végétal défini comme un thalle.

Ce sont des plantes qui présentent un chapeau et un pied. Les champignons sont pour la plupart saprophytes (spro=pourri, phyton=plante). Les champignons supérieurs forment une association symbiotique avec les racines des plantes (mycorhizes). Il existe un grand nombre de champignons microscopiques dits inférieurs, qui sont moins intéressants et dont beaucoup sont parasites des végétaux et d'animaux.

Le climat du Tchad ne permet pas le développement des champignons supérieurs tout le long de l'année (seulement les périodes de pluie). Par contre, pour les champignons inférieurs ou microscopiques, leur présence est régulière durant toute l'année, selon les conditions climatiques. Ils sont aussi appelés de moisissures dont les plus importants et utiles sont les levures pour la fabrication de pain, de bière etc. d'autres sont nuisibles ou pathogènes et créent de dégâts sur les cultures ou sur les fruits et légumes.

1- Appareil végétatif

L'appareil végétatif des champignons est un thalle ramifié. Il est formé des filaments de 10 micromètres environ de diamètre appelé hyphes. L'ensemble de hyphes constitue une structure plus ou moins serrées formant un feutrage, plus ou moins dense, appelée mycélium. Le mycélium peut se développer sur de nombreux substrat (sol humide, feuilles, écorces, les fruits, légumes, association mycorhizienne en profondeur) où ils provoquent respectivement des chancres, des nécroses ou de pourritures etc.

Lorsque les conditions de l'environnement sont favorables, les champignons forment des spores asexuées qui assurent la dissémination. Il se développent aussi des fructifications sexuées très diverses : carpospores et ascocarpes donnant respectivement des basidiospore et de ascospores (spores réductionnelles provenant de reproduction sexuées).

2- Reproduction

a- Reproduction asexuée

Les champignons produisent des spores microscopiques donc la taille et la forme varient selon les espèces. Les spores germent quand les conditions sont favorables (sol humides, support favorable, hôte spécifique) et donnent naissance, chacune, à un hyphe qui se ramifie pour donner un mycélium. Le mycélium peut se développer pendant un certain temps. Ensuite se différencie des spores non sexuées chargée d'assurer la dissémination du champignon (ou conidies ; konisidos=poussières) ; cellules unique ou plurinucléées résultant de la fragmentation puis de la désarticulation de mycélium d'un champignon. Elles peuvent être produites directement sur le mycélium ou dans des organes spécialisés : pycnides ou opercule, lieu de production de picnidiospores ou conidies qui sont des véritables boutures efficaces à la dispersion des certains champignons.

b- Reproduction sexuée

Les spores sexuées sont produites à l'intérieur ou à l'extérieur des organes spécialisés : les asques et les basides, qui forment dans leur ensemble une couche fertile très mince appelé l'hyménium (hymen=membrane, mukes=champignon) qui couvre généralement les carpophore ou l'ascospore et peut couvrir les lames que l'on trouve en dessous de chapeau des agaricales ou encore tapissé les tubes de polyporales, présentant un aspect spongieux et se terminant par des pores. L'hyménium permet de distinguer un certain nombre de sous groupe (moelleux, blanchâtre, verdâtre,...). Certains champignons dits hypogés (souterrain) sont formés de petite qualité d'organe tapissé d'asque.

3- Classification des champignons

Le mode de formation des spores sexuées est un caractère essentiel qui permet de distinguer 2 classes : les ascomycètes et basidiomycètes.

Chez les ascomycètes, les spores se forment à l'intérieur d'une cellule appelée asque et que la forme peut être globuleux, cylindrique conique ou massue. Chez les basidiomycètes, les spores sont formées à l'extérieur des cellules généralement en forme de massue qui sont des basides. Les spores formées de cette manière sont des basidiospores et sont au nombre de 2 à 4 par baside.

Schéma

III- Les Lichens

Un Lichen est en fait une association symbiotique très précise d'une algue et d'un champignon.

- L'algue assure l'alimentation carbonée grâce à son pigment assimilateur qui réalise la photosynthèse ;
- Le champignon fournit un support grâce au feutrage de filament et évite la déshydratation par apport minéral.

Grâce à leur mode de vie symbiotique et leur possibilité d'adaptation, les lichens peuvent coloniser une variété de substrats (écorces d'arbres, rochers, ...).

1- Appareil végétatif

L'appareil végétatif se présente sous forme de thalle c.à.d. qu'il n'y a pas de tissu organisé. Les deux partenaires ne sont pas fusionnés ; filaments de champignon (hyphes) et cellule de l'algue ou cyanobactérie sont simplement en contact.

2- Multiplication ou reproduction

Seul le champignon peut se multiplier par voie sexuée grâce à la production des spores qui donnent des hyphes. Si celle-ci retrouve un partenaire compatible (algue verte ou cyanobactérie), elles peuvent redonner un lichen, sinon elles continuent leur cycle en tant que champignon.

Les lichens se multiplient de façon importante par voie végétative : un fragment contenant les deux partenaires peut se détacher d'un thalle plus ancien et donner un nouveau lichen. Certains lichens produisent des organes de multiplication spécialisés formés de qlq cellules du partenaire photosynthétique entourées par des hyphes du champignon.

3- Classification ou systématique des lichens

On peut classer les lichens en cinq groupes suivant la forme de leur thalle :

- Les lichens crustacés : leur thalle est incrusté sur le support tq murs, rochers (plus de 80% de lichens appartiennent à cette catégorie, tq le genre *Lecidea*)
- Les lichens foliacés : leur thalle forme de lames plus ou moins lobées et plus ou moins libre du support (genre *Parmelia*, genre *Xanthoria*).
- Les lichens fruticuleux : leur thalle est redressé et ramifié, d'aspect arborescent (genre *Usnea*).

- Les lichens filamenteux : leur thalle est formé d'un enchevêtrement de filament plus ou moins longs et pendants.
- Les lichens gélatineux : leur est riche en cyanobactérie et prend une consistance gélatineuse en présence d'humidité.

4- Intérêt des lichens

Les lichens sont consommés en grande quantité par les herbivores (rennes, élans, caribous) dans le grand nord arctique où ils représentent une part importante de la biodiversité. Ils entrent également dans certaine région nordique à l'alimentation humaine. Ils sont utilisés comme colorant pour teinture de tartans traditionnels en Ecosse. Plusieurs espèces toxiques sont utilisées dans la préparation d'appâts empoisonnés pour des animaux sauvages. Des lichens corticoles (poussant sur des branches et des écorces certains arbres) l'on peut extraire des huiles essentiels qui entrent dans la composition des certains parfum. Leur teneur en acide usnique leur confère en pharmacie une certaine activité antibactérienne tq contre les bacilles tuberculeux. Ce sont des accumulateurs des métaux lourds ainsi que de radioéléments (catastrophe de Tchernobyl). Ils sont utilisés comme indicateurs à la pollution atmosphérique (on parle de bio-indicateurs).

CHAPITRE IV : EMBRANCHEMENT DES BRYOPHYTES

Introduction

Les Bryophytes (du grec bryon=mousse et phyton=plante) appartiennent aux chlorobiontes c'est-à-dire qu'ils possèdent de la chlorophylle a et b ainsi que de l'amidon dans leurs plastides. Ils font partie des Embryophytes, chez lesquels on trouve un embryon pluricellulaire donnant des tissus différents. Les Bryophytes appartiennent aux Cormophytes (cormus=tige). Ils sont intermédiaires entre les Thallophytes et les Trachéophytes (possédant de tissus conducteurs). Ils vivent dans le milieu humide et servent d'intermédiaires entre la vie aquatique et la vie terrestre. Ils sont parfois désignés par Muscinées.

On les divise en trois grands groupes :

- Les Bryophytes sensu stricto ou Mousse ;
- Les Marchantiophytes ou hépatiques ;
- Les Anthocérophytes.

I- Appareil végétatif

Les Mousses vivent en société, en préférence sur des sols humides. Chaque pied de Mousse comporte une axe feuillé (tige + feuille) et une partie basale (dont qlq feuilles sont tombées) munie de rhizoïdes. Il ne s'agit pas de vraies feuilles car elles ne comportent pas de tissus conducteurs (les racines sont représentées par des rhizoïdes). La ramification de tige est dichotomique (deux branches). Il existe un thalle plus ou moins aplati.

II- La reproduction

1- La reproduction végétative

La multiplication végétative ou asexuée est très importante, soit par dispersion des fragments se détachant d'un individu (protonéma) et donnant de nouveaux individus (bouturage), soit par la formation des structures spécialisées (propagules) produisant de petits massifs cellulaires, les gemmules (du grec gemma=bourgeon) et donnant, la aussi, naissance à de nouveaux individus.

2- La reproduction sexuée

La reproduction sexuée met en jeu des gamètes.

Le sommet des plantes feuillée présente à certaine période de l'année des feuilles formant une sorte de coupelles. Dans le cas où les sexes sont séparés, on trouve dans les coupelles mélangées avec des poils stériles (paraphyse), des anthéridies sur les pieds mâles et les

archégonies sur les pieds femelles. Lorsque les deux sexes sont présents sur le même pied, anthéridies et archégonies apparaissent dans la même coupelle.

L'organe femelle ou archégonie est en forme de bouteille présentant une base renflée, souvent enfoncé dans le tissu de gamétophyte et une partie allongée appelée le col. L'archégonie permet de faire, sur le plan phylogénétique, une liaison avec les plantes vasculaires. Le sporophyte est de taille réduite et d'une durée de vie assez courte ; il vit en parasite sur le gamétophyte. Les anthéridies se présentent sous forme de sac plus ou moins ovoïde, le plus souvent stipité (présence d'un pied).

A maturité, les anthéridies libèrent des anthérozoïdes pluriformes et biciliés (gamètes mâles). Ces derniers nagent en direction des archégonies (portant chacun une oosphère ou gamète femelle) à condition qu'il y ait suffisamment de l'eau. Guidés par un gradient chimique dû à la libération des molécules attractives par la désintégration des cellules centrales du col des archégonies, les anthérozoïdes pénètrent dans le col des archégonies et fécondent les oosphères.

Le zygote résultant de cette fécondation est donc $2n$. Il démarre des mitoses et donne un sporophyte (le sporogone). A maturité, le sporophyte présente trois parties : le pied, la soie et le capsule (ou sporange). Généralement le sporophyte n'est pas chlorophyllien ; il émet un suçoir qui se branche sur les tissus du gamétophyte et vit en parasite de ce dernier. Au niveau des capsules se déroule une méiose (ou réduction chromatique) permettant de passer des cellules mères diploïdes à des cellules filles haploïdes, les spores.

Les spores sont libérées sur le sol et germent, si les conditions extérieures sont favorables, pour donner un filament ramifié, le protonéma (du grec *protos*= premier et *nema*=filament). C'est sur le protonéma apparaissent les bourgeons donnant enfin naissance à des nouvelles plantes feuillées. Le sporogone disparaît lorsque les spores sont libérées et ne reste que la plante feuillée à n .

Schéma théorique du cycle de reproduction des Bryophytes

III- Classification des Bryophytes

On a identifié près de vingt mille espèces de Bryophytes que l'on classe en trois phylums
SCHEMA : Les trois phylums constituant les Bryophytes au sens large

1- Bryophytes sensu stricto ou Mousses

On a identifié plus de 10 000 espèces de Bryophytes sensu stricto. Le gamétophyte est généralement dressé, relativement feuillé à rhizoïdes pluricellulaires. La presque totalité des espèces sont inféodées aux milieux humides ; certaines peuvent pousser dans des zones sèches où leur croissance est dépendante d'une humidité occasionnelle. D'autres espèces se développent également sur de sols à forte teneur en certains métaux comme le cuivre.

Les Bryophytes sensu stricto sont subdivisées en trois classes :

a- Les Sphagnales (ou Sphagnidae)

Genre *Sphagnum*, les espèces appartenant à ce genre ont un gamétophyte dépourvu de rhizoïdes. L'absorption se fait par toute la surface de tige et de feuilles.

b- Les Andréales

Elles comptent deux genres, *Andrea* et *Andreaebryum*, regroupant une centaine d'espèces. Les espèces du genre *Andrea* sont parfois appelées Mousses de granite ou Mousse des rochers car elles vivent fixées sur des rochers granitiques. Le genre *Andreaebryum* ne compte d'une seule espèce qui pousse sur des roches calcaires.

c- Les Bryales

Ce sont des vraies Mousses et comptent environ 10 000 espèces. On les rencontre les plus souvent en milieu humide, sur le sol, sur des rochers, certaines vivent souvent en épiphytes sur les branches des arbres. Le protonéma est filamenteux (d'une seule cellule) et se ramifie.

La tige possède un axe central interne constitué de cellules conductrices de l'eau (hydroïde) entouré parfois d'un manchon de cellules conductrices de la sève élaborée (leptoïdes) ; deux tissus considérés comme les ébauches d'un véritable tissu conducteur de sève. L'épiderme possède le plus souvent des stomates (exple : le polytric).

2- Les Marchantiophytes ou Hépatiques

Le nom d'hépatique vient de la ressemblance du thalle de certains espèces avec les lobes du foie (du latin hepaticus= fois). On en connaît plus de 9000 espèces et se rencontre dans des milieux très humides : cascade, rochers éclaboussés, bords d'étangs, forêts humides tropicales).

Le genre le plus connu est *Marchantia*. Les ramifications sont dichotomiques. Le thalle fixé par des rhizoïdes unicellulaires porte les organes reproducteurs. Les anthéridies en forme de petits disques, sont portées par un pédoncule, les **anthéridiophores**. Les archégonies sont portés par ses structures en forme de parapluie, les **archégoniophores**.

3- Les Anthocérophytes

Il existe une centaine d'espèces connues. Le gamétophyte thalloïde est en forme de feuille arrondie. Les rhizoïdes sont unicellulaires.

Certaines espèces vivent en symbiose avec les bactéries fixatrices d'azote. Les anthéridies et les archégonies (à col réduit) sont enfoncés dans la face dorsale du thalle. Le sporophyte ressemble à une corne de qlq cm de long et possède une cuticule et de vrais stomates ; preuves de proximité phylogénétique des Anthocérophytes avec les plantes vasculaires.

IV- L'utilisation des Bryophytes

Les bryophytes ont peu d'utilisation mais ce sont des plantes extrêmement importantes pour la biodiversité et pour le maintien de certains équilibres de la biosphère :

- Elles stockent l'eau (10 à 20 fois leur poids sec chez les Sphaignes) et régularisent son utilisation pour les autres plantes ;
- Elles colonisent les lieux arides et en se décomposant, contribue à la formation d'une 1^{ère} couche d'humus ;
- Les Sphaignes vivent en colonie, pourrissent par leur base et leur débris constituent des épaisseurs, et sont à l'origine de la formation des tourbières qui occupent plus de 1% de terre émergées. La tourbe est utilisée pour le chauffage.
- De nombreuses espèces sont sensibles aux variations de facteurs de l'environnement et se compose comme des bio-indicateurs de la pollution de l'atmosphère et des eaux douces.

CHAPITRE V : EMBRANCHEMENT DES PTERIDOPHYTES

(Cryptogames vasculaires = Fougères)

Introduction

Il y a 500 millions d'années apparaissent des 1^{ères} plantes Ptéridophytes (pteri= fougères, phyton= plantes). Ce sont les 1^{ères} plantes vasculaires (Trachéophytes) présentant trois types d'organes (racines, tige et feuilles) mais dépourvus de vaisseaux conducteurs de sèves très différenciés. Elles ne présentent pas encore de fleurs. La synthèse de lignine, substance imprégnant la paroi cellulosique, les rend plus rigides et résistants.

Le cycle de reproduction est caractérisé par l'alternance de deux générations indépendantes : le gamétophyte (organisme haploïde à nXsome) et le sporophyte (organisme diploïde à 2nXsome). Le sporophyte est indépendant du gamétophyte et la phase correspondant au sporophyte devient dominant (contraire au Mousse où la phase gamétophytique domine sur la phase sporophytique).

I- Appareil végétatif

L'appareil végétatif des Ptéridophytes, qui correspond à la phase sporophytique (à $2nX$ some), est de forme et de taille extrêmement variable. On trouve aussi bien des plantes de qlq cm de haut, terrestres ou aquatiques, que des plantes arborescentes de plus de vingt mètres de haut (certaines fougères arborescentes), en passant par des lianes de plusieurs dizaines de mètres de longs (genre *Lycopodium*). La capacité de synthétiser la lignine permet le port dressé et la forme arborescente. L'appareil végétatif des tissus conducteurs possède, en général, des vraies racines, des feuilles et de vrais stomates. Le bois (ou le xylème) est formé de cellules conductrices particulières (**les trachéides scalariformes**), allongées, à paroi cellulosique imprégnée de ligne avec des perforations disposées en barreaux d'échelle (d'où le terme de scalariforme).

Les Ptéridophytes sont en majeure partie de flore de l'ère primaire, notamment au Carbonifère.

Si l'on examine la fougère appelée polypode, le sporophyte se présente sous la forme d'une plante donc l'appareil souterrain est constitué d'une tige souterraine horizontale (le rhizome) portant un ensemble des racines adventives. L'appareil aérien est formé de feuilles longuement pétiolées et à limbe constituées de plusieurs segments. Les feuilles peuvent être de grandes tailles et pourvues de plusieurs vaisseaux conducteurs : elles sont dites **mégaphylles** (exple de polypode); les **microphylles** sont des petites tailles et parcourues par un seul vaisseau conducteur (exple : Prêle).

II- Cycle de reproduction

1- Reproduction sexuée

Le cycle de reproduction des Ptéridophytes est classiquement illustré par celui d'une fougère.

Au printemps, les segments foliaires produisent des sporanges, regroupés en sores et disposés le plus souvent à la face inférieure des feuilles. C'est au niveau des sporanges qu'a lieu la réduction chromatique (méiose) qui permet la formation des spores (à nX some). L'éclosion des sporanges libère des spores qui germent sur le sol, quand les conditions sont favorables, et donnent des lames feuillées de petite taille cordiforme (de 1 cm de diamètre environ) appelée prothalle (gamétophyte). Les deux sexes (anthéridies et archégones) sont portés soit par le même prothalle soit par deux prothalles différents suivant les groupes de Ptéridophytes. En présence de l'eau de pluie ou de rosée, les gamètes mâles ou anthérozoïdes, libérés par les anthéridies, nagent vers le gamète femelle ou oosphère porté par l'archégone (une oosphère par archégone). La fécondation a lieu dans les archégones et donne un œuf ou zygote (à $2nX$ some) qui constitue un point de départ d'un nouveau sporophyte. L'œuf formé se développe en embryon et vit, au départ, en parasite du gamétophyte pendant qlq jours : on a donc une double structure formée par le gamétophyte nourricier portant le jeune sporophyte en croissance. Le sporophyte se différencie une racine qui lui permet de devenir autonome et très rapidement le gamétophyte disparaît.

Schéma théorique du cycle de reproduction des Ptéridophytes

Remarque : A la différence des Bryophytes ou Mousses, il y a une nette dominance du sporophyte ; la structure à $2nX$ some est pérenne. Le gamétophyte est utile pendant le temps de la reproduction sexuée. La présence indispensable de l'eau pour le déplacement des gamètes, caractère fondamental des Mousses et Fougères.

Toutes les feuilles des Ptéridophytes peuvent porter des sporanges ou qlq unes seulement. Les feuilles productrices des sporanges sont dites **sporophylles**. Les sores peuvent être recouverts par une membrane protectrice appelée indusie. Les spores produites peuvent être identiques (homosporie) et germées en prothalle unisexe ou bisexe. Quand les prothalles

sont de taille différente (hétérophorie), celles qui sont de petite taille (**endospore** ou **microspore**) germent en prothalle mâle ; celles de grande taille (**gynospore** ou **macrospores**) donnent des prothalles femelles. Les endospores et les gynospores sont portés respectivement dans des microspores et macrospores, tout en occupant une position précise sur la plante.

2- Reproduction asexuée

Il existe aussi de multiplication végétative chez les Ptéridophytes comme chez les Bryophytes :

- Le marcottage naturel : c'est la possibilité qu'à des végétaux de produire de plantule à partir d'une partie de plante (racine, tige, feuille). Le nouvel individu porte des racines adventives avant son isolement.
- La multiplication par des stolons (stolon désigne des rameaux à croissance horizontale). C'est le cas de Fougère d'Afrique du Nord, *Nephrolepis tuberosa* qui présente de stolons souterrains dépourvus des feuilles. A un moment donné de sa croissance, les bourgeons terminal se relève et donne un nouveau axe feuille. Tout le long du stolon, on a des tubercules riches en amidon.
- La racine drageonnant : chez la fougère, *ophioglossum vulgatum*, les racines souterraines traçantes portent des bourgeons appelés drageons qui sont à l'origine d'axe feuille.

III- Classification des Ptéridophytes

Le cladogramme proposé ci-dessous n'est qu'une hypothèse parmi tant d'autre, car, selon les auteurs, la position des différents groupes au sein des Ptéridophytes sensu lato varie. Pour certains, les groupes signalés ont une position d'embranchement, pour d'autre ce sont des classes. Ici, c'est le terme neutre de groupe qui est utilisé.

Cladogramme des Ptéridophytes

1- Les Rhyniophytes

Ils représentent les plantes vasculaires les plus anciennes, uniquement fossiles (connu du Silurien 425 MA et disparu au Dévonien moyen 380 MA).

Genre *Rhynia* (1^{ère} découverte fossile de Rhynie) ;

Genres *Cooksonia* et *Aglaophyton* (rencontrées aux R.U, USA, Canada, R. Tchèque). Ce sont des plantes de marais de petite taille formées d'axes ramifiés dichotomiquement terminés par des sporanges. Elles ne possèdent ni tige, ni feuille, ni racine mais des rhizoïdes. Elles ne présentent pas des vrais tissus conducteurs. Pour certains auteurs, elles appartiennent un groupe hypothétique de prototrachéophytes. Les gamétophyte et sporophytes sont identiques : on parle d'alternance de génération isomorphe.

2- Les Lycophytes ou Lycopodiophytes

Présents à l'ère primaire sous forme d'arbre de grande taille. La forme ligneuse a donné naissance aux gisements de charbon. Elles sont représentées aujourd'hui par environ 1200 espèces, toutes herbacées, réparties en trois ordres ne comptant chacun qu'une seule famille :

- L'ordre des Lycopodiales a une seule famille, les Lycopodiacees qui comptent 400 espèces réparties en une quinzaine de genre dont le plus connus sont : les genres *Lycopodium* (*L. clavatum* ou le lycopode) et *Huperzia*. la plupart des espèces sont épiphytes et poussent sur des arbres en région tropicale.
- L'ordre des Sélaginelles (Sélaginellales) a une seule famille, les Sélaginellacées, avec un seul genre, *Selaginella* compte environ 700 espèces. La plupart vivent dans les régions tropicales. Certains sont rencontrés dans les déserts arides.
- L'ordre des Isoétales a une seule famille, les Isoétacées, avec un seul genre, *Isoetes* compte 30 espèces (formes arborescentes géantes du Carbonifère). Les espèces actuelles sont de petite taille, de milieu aquatique permanent ou temporaire.

3- Les Psilophytes ou Psilotophytes

Ils comprennent deux genres :

Le genre *Psilotum*, compte deux ou trois espèces présentes dans les régions tropicales et subtropicales ;

Le genre *Tmesipteris*, compte une dizaine d'espèces, plus souvent épiphytes. Toutes les espèces possèdent des tiges chlorophylliennes ramifiées dichotomiquement, sans feuilles mais avec de petites écailles non vasculaires, des énaions (du latin *enatus*= émerger). Les tiges prennent naissance sur les rhizomes sans racines mais à rhizoïdes.

4- Les Ophioglossales

Elles comprennent environ 80 espèces réparties dans 4 genres parmi lesquels les genres *Botrychium* et *Ophioglossum* (*O. reticulatum*). Chez certaines espèces, les sporanges sont massifs et volumineux, et possèdent au moins deux assises de cellules. Ils produisent de très nombreuses spores. Les structures souterraines sont tubéreuses et symbiotiques.

5- Les Marattiales

Elles sont très connues à l'état de fossile présents depuis le carbonifère. Il existe 6 genres comprenant environ 200 espèces entièrement tropicales. L'appareil végétatif est très variable.

Les genres *Angiopteris* et *Marattia* présentent un court tronc dressé portant de longues frondes pennées.

Les Marattiales sont isosporées et isoprothalles. Les spores germent en donnant d'abord un prothalle filamenteux et prend la forme d'une lame thalloïde à la fois chlorophyllienne et symbiotique.

6- Les Sphénophytes ou Equisetophytes

Présents depuis l'ère primaire (sous forme d'arbre de 20 m de haut avec un tronc pouvant dépasser 40 cm de diamètre), les Sphénophytes ne sont plus représentés actuellement que par 15 espèces herbacées appartenant au seul genre *Equisetum* (les prêles ; famille des Equisetacées, ordre des Equisetales).

Ce sont des plantes des lieux humides (voire très humides) et se propagent par un rhizome ramifié et enfoncé parfois profondément dans le sol. Des tiges creuses, articulées (on les appelle parfois les Articulées) naissent des rhizomes (*Equisetum giganteum*) et elles portent des nœuds au niveau des quels se développent des verticilles de feuilles réduites à des écailles (microphylls).

7- Les Filicinées

Les Filicinées ou Filicales ou Fougères vraies sont des Ptéridophytes à mégaphylles (grandes feuilles) et sont les plus représentés actuellement avec 10 000 espèces regroupées en 35 familles et 300 genres. On observe un système conducteur complexe par présence de plusieurs nervures au lieu d'une seule. Les frondes prennent naissance sur un rhizome le plus souvent horizontal et elles sont divisées en folioles ou pennes.

Quelques Filicinées (de la flore française):

Le genre *Marsilea*, capable de résister à des périodes de sécheresse (exple : *M. quadrifolia*) ;

Le *salvinia*, petite fougère flottante formée d'une chaîne de petite unité de feuilles fixées sur un rhizome (*S. natans*) ;

Le genre *Pilularia*, petite fougère des milieux aquatiques ou temporairement aquatiques. Les feuilles, sans limbe sont filiformes (*P. globulifera*) ;

Le genre *Polypodium*, fougère vivace très répandue. Les frondes poussent à partir d'un rhizome et ne forme pas de touffe (*P. vulgare*) ;

Le genre *Pteridium*, fougère la plus grande de la France. Les frondes peuvent atteindre 2 m de haut et se développe à partir d'un rhizome souterrain traçant permettant de coloniser de très grande surface (*P. aquilinum*) ;

Le genre *Osmunda*, grande fougère pouvant atteindre 1,5m de haut. Il existe deux types de frondes : les unes stériles extrêmes foliacées et les autres foliacées à leur base et portent à leur sommet des axes formant une grappe de sporange. Ce sont des plantes des milieux aquatiques (*O. regalis* ou osmonde royale).

IV- Importance et utilisation des Ptéridophytes

Bien moins utilisés que les plantes à fleur, les Ptéridophytes ont malgré tout connu, au cours des âges, différents usages :

- Le charbon (houille noire) utilisé à grande échelle provient d'immenses quantités de Ptéridophytes fossiles, du carbonifère, qui ont été essentiellement enfouis dans des conditions permettant leur transformation au cours de âges ;
- En raison de leur forte teneur en silice, les Prèles sont considérés en phytothérapie comme des plantes reminéralisantes et aussi utilisées pour le polissage ;
- La fougère mâle est toxique pour les animaux à sang froid et utilisés contre les vers parasites (activité ténifuge ou anthelminthique en médecine vétérinaire et humaine). Les jeunes frondes étaient autrefois consommées comme des asperges, bien qu'elles soient cancérogènes (dans certaines régions du monde) ;
- La fougère aigle, révélée toxique pour le bétail en raison de présence d'un hétéroside cyanogène appelé prunasoside, été utilisée comme litière ;
- De très nombreuses espèces de Ptéridophytes sont utilisées en horticulture. Des espèces du genre *Platycerium* sont très fréquemment commercialisées par les jardinerie.

CHAPITRE VI : EMBRANCHEMENT DES SPERMAPHYTES

I- Généralité sur les spermaphytes (ou Phanérogames)

Contrairement aux Bryophytes et Ptéridophytes qui vivent dans l'eau, les spermaphytes sont des végétaux qui sont très spécialisés à la vie aérienne. Cette adaptation est caractérisée par des organes spécifiques (graine, ovules...). Les microphylls (feuilles sporangifères portant les organes mâles) sont appelés des étamines et les mégasporophylles (feuilles sporangifères portant les organes femelles), des carpelles. Elles sont incorporées dans un ensemble reproducteur contracté comportant des pièces stériles, souvent apparentes, appelée la fleur.

Les étamines produisent des microspores ou grains de pollen dont le contenu correspond au gamétophyte mâle très réduit. Les mégasporophytes ne sont plus émises à l'extérieur ; elles restent incluses dans le mégasporange modifié en **ovule**, lui-même solidaire du carpelle. Le carpelle femelle se développe à l'intérieur même de l'ovule, dans un tissu de type parenchymateux, le **nucelle**. C'est là qu'il produira les gamète femelle ou **oosphères**.

Les spermaphytes sont divisés en deux grands groupes ou sous-embanchement : les **Gymnospermes** ou plantes à ovules nus et les **Angiospermes** ou plantes à ovules couverts.

La fécondation des Gymnospermes primitive ou **Pré-spermaphytes** (genre cycas et Ginkgo) fait encore intervenir comme chez les Bryophytes et Ptéridophytes, des spermatozoïdes (anthérozoïde) avec flagelle locomoteur permettant de nager vers l'oosphère dans une poche de liquide creusée à l'intérieur de l'ovule : c'est la **zoïdogamie**. A partir des Gymnospermes évolués (Pin, Sapin,...), le pollen germe et produit un tube pollinique qui chemine jusqu'à l'ovule en portant les noyaux mâles : c'est le processus de **siphonogamie** qui évite toute phase nageuse.

Chez les Gymnospermes, l'ovule est nu sur le carpelle étalé (gymno=nu) et le pollen l'atteint directement. Chez les Angiospermes, une protection supplémentaire intervient : les

carpelles entourent complètement l'ovule qui se trouve dans une cavité close, l'**ovaire** (angio=clos). Le tube pollinique devra traverser ce carpelle avant d'atteindre l'ovule.

Au terme de l'évolution, l'existence d'une alternance de génération ne peut être découverte que par une observation attentive du fait de l'extrême réduction de la phase haploïde.

II- Sous-branchement des Gymnospermes

1- Caractères généraux

Plantes à ovules nus non protégés pas un carpelle (ovule nul), elles sont pour la plupart des arbres de grande taille (rarement des lianes) qui occupent une place importante dans la flore actuelle. C'est un groupe d'origine très ancienne qui remonte au dévonien et qui a connu une expansion considérable au Trias ou Crétacé (ère primaire et secondaire).

Aujourd'hui certains arbres ont disparu et d'autres sont réduits à un petit nombre d'espèces. Les gymnospermes constituent un groupe intermédiaire entre les Ptéridophytes et les Angiospermes (les plus primitives ont encore une fécondation zoïdogames tq les Cycadales et les Ginkgoales alors que les plus évoluées ou spécialisées tq les Gnétales ou Chlamydospermes sont siphonogames, se rapproches des Angiospermes).

Les ovules nus des Gymnospermes sont situés soit sur des feuilles fertiles ou mégaphylles (Ptéridospermales, Cycadales) soit sur les écailles séminales de nature complexe (Coniférales) soit sur des axes spécialisés (Bennetales, Taxales).

Cladogramme de Spermatophytes (plantes à ovules)

2- Les Cycadophytes ou Mégaflinées (classe de Cycadea, ordre des Cycadales, famille des Cycadacées)

a- Ovule et grain de pollen

L'ovule est une structure sexuée (à la fois diploïde et haploïde). Il résulte de développement d'une macrospore (à nX some) à l'intérieur du macrosporangium femelle (appelé nucelle, à $2n$) donnant un gamétophyte femelle réduit (endosperme) qui forme les gamètes femelles ou oosphères).

Le micropyle est une petite ouverture qui interrompt le tégument. Le prothalle femelle se fixe et se développe dans les tissus du sporophyte (plante feuillée femelle) : on parle alors d'**endoprothallie**.

Les grains de pollen résulte du développement des microspores dans les microsporangies (sacs polliniques) et correspond à des gamétophytes mâle très réduits (formés de deux à quatre cellules). Ces gamétophytes mâles sont transportés par le vent, les insectes ou même l'eau jusqu'à l'ovule, au niveau duquel ils libèrent les gamètes mâles.

Les Cycadophytes sont des plantes dioïques (c.à.d. le pied femelle et pied mâle sont distincts) et souvent confondus aux palmiers. Ils sont originaires des régions tropicales et subtropicales. La tige n'est pas un stipe.

b- La reproduction

Les Cycadophytes ont une grande capacité de multiplication végétative : des rejets se forment sur la tige ou à partir des racines près du tronc donnant naissance à une couronne de nouveaux individus entourant le plant principal.

La reproduction sexuée met en jeu les ovules sur le pied femelle porté par des feuilles fertiles (mégasporophylles) réunies en cônes ovulifères de taille parfois impressionnantes (1m de long et 40 kilo environ) situé à l'apex de la plante et des grains de pollen ou microspores sur les pieds mâles, formés dans les microsporangies appelés sacs polliniques, nombreux et globuleux, portés par les écailles (microsporophylles) réunies en cônes. Le pollen est constitué de l'exine et de l'intine. A la fécondation, une cellule se divise pour donner deux anthérozoïdes.

Schéma théorique du cycle de reproduction des Cycadophytes

c- Classification

La position phylogénétique précise des Cycadophytes reste sujette à discussion. Pour certains auteurs, ils dérivent des Ptéridospermées, fougère à graines de l'ère primaire.

On compte environ trois cent espèces réparties en deux familles et dix genres :

- Famille des Zamiacées comptent environ 200 espèces (*Zamia pumila*, rencontrées dans les jardinerie) ;
- Famille des Cycadacées, avec un seul genre, *Cycas*, qui compte une trentaine d'espèces (*Cycas circinalis*, *Cycas revoluta*).

d- Utilisation des Cycadophytes

Ce sont des plantes d'un très grand intérêt ornemental. La moelle et les ovules fécondés de certains *Cycas* sont riches en amidon et sont consommés dans certaines régions du globe. Malheureusement, ces plantes contiennent également des molécules proches des hétérosides cyanogène élaborées par les cyanobactéries symbiotiques.

3- Les Ginkgophytes

a- Caractères généraux

Les Ginkgophytes, tout comme les Cycadophytes, possèdent des ovules non protégés par le carpelle. Il n'y a pas aussi formation de vraies graines, d'où leur appartenance aux Préphanérogames.

Les Ginkgophytes forment un groupe très ancien puisqu'ils seraient présents depuis le permien inférieur (moins de 270 MA). Ils ont atteint leur maximum de diversification au Jurassique-Crétacé à l'ère secondaire.

Ce sont des arbres dioïques à croissance lente pouvant dépasser une trentaine de mètre de haut et vivre plusieurs siècles. Le bois, tissu conduisant la sève brute, est dit homoxylé car formé d'un seul type d'éléments, les trachéides qui assurent à la fois la conduction de la sève et le soutien de la plante. Ils possèdent deux types de rameaux : des rameaux longs portant des feuilles distinctes les unes des autres et des rameaux courts portant feuilles et organes reproducteurs en bouquets (chaton d'étamine). Les feuilles caduques sont en éventail et passèrent une nervation typiquement dichotomique.

b- La reproduction

Le schéma théorique du cycle de reproduction des Cycadophytes peut être aussi appliqué aux Ginkgophytes car le déroulement des phases sont le même. C'est au niveau des morphologies des organes reproducteurs qu'appartiennent des différences.

La pollinisation, anémophile, a lieu courant mai. Une fois le grain de pollen dans la chambre pollinique, le micropyle se ferme. Il n'y a plus de relation entre l'ovule et la plante mère au moment de la fécondation, qui a lieu, le plus souvent, quand les ovules sont au sol (on parle de l'oviparité). Le grain de pollen germe en donnant un tube pollinique dont la partie terminale s'écartere et libèrent deux anthérozoïdes qui nagent, dans le liquide sécrété par l'ovule, jusqu'à l'oosphère : c'est la **zoïdogamie** (comme chez les *Cycas*). La fécondation a lieu plusieurs mois après la pollinisation. Une ou plusieurs oosphères peuvent être fécondés mais une seule se développe en embryon. La plante ne passe pas par l'état de graine puisque la jeune plantule démarre immédiatement.

c- Classification

Les Ginkgophytes ne sont représentés de nos jours par une seule famille, les Ginkgoacées, formées d'un seul genre, *Ginkgo*, lui-même constitué d'une seule espèce, *Ginkgo biloba*. L'étude de ce groupe se limitera par conséquent à l'étude de cette seule espèce.

d- Utilisation du *Ginkgo biloba*

L'arbre est largement utilisé pour son intérêt historico-botanique. Les feuilles très décoratives et jaune d'or en automne lui confèrent un intérêt ornemental évident (uniquement chez le mâle, la fleur femelle donne une odeur nauséabonde). Il résiste remarquablement à la pollution ; notamment aux radiations (plusieurs arbres de cette espèce située à 1 km de l'explosion d'Hiroshima ont survécu et existe encore aujourd'hui). Il montre une très résistance au feu, d'où des plantations de Ginkgos sont utilisées comme retardateurs. Les amandes des ovules débarrassés de leur tégument nauséabonds est largement consommés en Chine (caractéristiques organoleptiques). Les feuilles très riches en diterpène (ginkgolides) et en biflavonoïdes, et leur extraits, sont utilisés comme antioxydants et tonique cérébraux ; ils améliorent l'irrigation tissulaire et le métabolisme cellulaire (utilisé pour l'industrie pharmaceutique).

e- Les caractéristiques évolutives

- Le sporophyte est largement dominat ;
- Le sporophyte mâle est réduit au grain de pollen (4cellules) ;
- Le sporophyte femelle correspond à l'endosperme enfermé à l'intérieur de l'ovule (endoprothallie) ;
- Le grain de pollen a une durée de vie courte et l'endosperme donne dès la fécondation un embryon puis une nouvelle plantule ;
- Le transport de gamètes mâle est indépendant de l'eau du milieu (transport par le vent ...). L'ovule fourni le liquide nécessaire au déplacement des gamètes mâles (comme chez les Cycas) ;
- Il n'existe pas de vraies graines comme chez les Cycadophytes ; les ovules sont de grandes tailles et accumulent des réserves avant la fécondation.

4- Les Coniférophytes ou Microfilinées (ou Coniférales ou encore Résineux)

a- Caractères généraux

La position phylogénétique précise des Coniférophytes est en perpétuelle discussion ; l'organisation et les délimitations de ce groupe sont régulièrement revues.

Ce sont des plantes ligneuses, axe dressé, se fixant au sol par un puissant système racinaire dont le mode de ramification est varié. La croissance est largement influencée par les conditions environnementales (puissance du vent, poids de la neige...) des régions tempérées et froides des hémisphères nord (et aussi présents dans l'hémisphère sud). Les feuilles se présentent soit sous forme d'écaille de qlq cm, soit d'aiguilles, ne possédant souvent une nervure médiane. Elles sont fonctionnelles pendant 2 à 4 ans et peuvent réaliser la photosynthèse jusqu'à 45 chez les Pins. La croissance en épaisseur de leur tronc est parfois important (jusqu'à plusieurs m de diamètres).

La plupart des Conifères possèdent des canaux à résine (mélange d'acide complexe de composé phénolique et de composés terpénique). Le bois est dit homoxylé (formé de trachéïdes). Les trachéïdes possèdent des ponctuations caractéristiques dites aréolées au travers desquels la sève brute circule en chicane.

b- La reproduction

Le cycle de reproduction des Conifères ressemble beaucoup à celui des Cycadophytes et des Ginkgophytes, avec cependant une différence fondamentale : la formation d'une **graine**.

Les deux sexes sont présents (le plus souvent) sur le même individu qui correspond au sporophyte. Les organes reproducteurs sont sous formes des cônes.

Les cônes mâles sont, en général nombreux, de petite taille, situé à la base de jeune rameaux et ne restent sur l'arbre qu'une saison. Dans les sacs polliniques (2 à 8 sacs polliniques par écailles), les cellules mères subissent une réduction chromatique pour donner chacune quatre grain de pollen (microprothalle mâle). Chaque grain de pollen renferme 4 cellules dont une, appelée cellule du tube, donne le tube pollinique et une autre, appelée

cellule génératrice, donne 2 gamètes mâles. Chez la plupart des Conifères, les grains de pollen possèdent deux excroissances au niveau de l'exine, les ballonnets aérijfères, qui facilitent leur transport par le vent.

Les cônes femelles sont peu nombreux, plus ou moins ovoïdes, allongés, souvent assez volumineux, situé au bout des rameaux et peuvent demeurer plusieurs années sur l'arbre. Ils sont formés d'un nombre très variable d'écailles ovulifères. Dans le nucelle (sporange femelle) se différencie une cellule mère qui subit une réduction chromatique aboutissant à la formation de 4 macrospores : 3 dégènèrent, celle qui reste subit des divisions successives pour donner l'**endosperme**, gamétophyte femelle. C'est l'arrivée et la germination du grain de pollen qui déclenchent le développement du gamétophyte femelle.

Une fois le grain de pollen entré dans le cône femelle, ses écailles se ferment : on parle de **gymnospermie compensée**.

Le grain de pollen germe et émet le tube pollinique qui transporte les deux gamètes mâles jusqu'à un archégone et les libèrent au contact de l'oosphère : on parle de la **siphonogamie** (différent de la zoïdogamie chez les Cycas et Ginkgo où les gamètes mâles ciliés nagent vers l'oosphère). L'oosphère est fécondée par l'un de deux gamètes mâles et produit un œuf ou zygote, le second gamète mâle dégènère.

NB : les cônes sont assimilés à des fleurs : les microsporangies à des étamines et les macrosporangies à un gynécée. Les spermatozoïdes ne sont pas ciliés, contrairement aux Cycadophytes et Ginkgophytes. La graine se forme.

Cycle théorique de reproduction des Coniférophytes

c- La classification

Cladogramme des Coniférophytes

➤ Les Pinacées ou Abiétacées

Elles comptent plus de 200 espèces regroupées en 11 genres parmi lesquels

- Genre *Pinus* (*P. sylvestre*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. cembra*, *P. nigra*, *P. mugo*, *P. halepensis*.
- Genre *Picea*(épicéa commun) : *P. abies*
- Genre *Abies* (Sapins) : *A. alba*
- Genre *Larix* (Melèzes) : *L. decidua*
- Genre *Cedrus* (Cèdre) : *C. libani*, *C. atlantica* (de l'Atlas), *C. brevifolia* (de Cypre), *C. deodara* (de l'Himalaya).

➤ Les Arancariacées

Ce sont des arbres monoïques ou dioïques, résineux. Elles comptent 33 espèces originaires de sud d'Amérique, de Malaisie à Australie : les genres *Arancaria*, *Agathis*, *Wollemia* (*W. nobilis*)

➤ Les Podocarpacées

Elles comptent 25 genres, résineux, dioïques ou monoïques : les genres *Podocarus*, *Phyllocladus*.

➤ Les Sciadopityacées

Elles comptent un seul genre et une seule espèce limitée au Japon : le genre *Sciadopitys* (*S. verticillata* ou pin parasol du Japon).

➤ Les Cupressacées

Elles comptent 25 genres et 400 espèces dont les plus importants sont :

- Le genre *Cupressus* (Cyprès) : *C. sempervirens* ;

- Le genre *Juniperus* (le cadier, l'oxyèdre) : *J. oxycedrus* ; *J. sabina* (la sabine, le sabinier)
- Genre *Thuja* (le thuya, le cèdre blanc) : *T. occidentalis*

➤ **Les Céphalotaxées**

Quelques auteurs les intègrent dans les Taxacées. Ce sont des arbres ou arbustes grêles, dioïque : genre *Cephalotaxus*.

➤ **Les Taxacées**

Cette famille compte 6 genres et 30 espèces. Ce sont des arbres et arbustes dioïques, légèrement résineux : Le genre *Taxus* (If) : *T. baccata* (If d'Europe).

d- Utilisation des Coniférophytes

Les Coniférophytes sont largement utilisés dans le monde :

- En horticulture dans les parcs et les jardins, pendant les Noël ;
- En construction à cause de son bois résistant (cèdres, mélèze) ;
- En ameublement en bois blanc, facile à travailler et prend bien des teintures et les vernis ;
- En pharmacie à cause de leur richesse en composé terpénique et flavonoïdes, des tanins comme antioxydants ;
- En alimentation humaine : pâtisserie des graines du Pin pigeon (*Pinus pinea*), les cônes femelles du genévrier commun (*Juniperus communis*) sont utilisés comme condiments dans la choucroute et dans des charcuteries.

e- Les caractéristiques évolutives des Coniférophytes

- Le tube pollinique conduit directement les gamètes mâles jusqu'à l'ovosphère, ce qui se traduit sous le nom de siphonogamie ;
- C'est la fécondation qui déclenche la mise en réserve. L'embryon garde un lien étroit avec la plante mère ;
- Il y a la formation d'une graine qui est un organe de vie ralentie (ou dormance) contenant l'embryon et des réserves qui permettent son démarrage lorsque les conditions extérieures sont favorables (humidité, température, luminosité). C'est une adaptation très importante aux conditions du milieu aérien, dans les régions où les saisons sont bien marquées.

5- Les Gnétophytes ou Chlamydospermes

a- Caractères généraux

Les Gnétophytes (Gnétinées) constituent la classe la plus évoluée des Gymnospermes (intermédiaire entre Gymnosperme et Angiospermes). Ce sont des plantes ligneuses, dioïques (rarement monoïque) avec un port soit arbustif ou lianescent. Le bois, possède en plus de trachéïdes des éléments très bien adaptés à la conduction des sèves, les vaisseaux : il est dit hétéroxylé (possède les éléments de soutien et/ou de réserve constituant le parenchyme ligneux).

Les appareils de reproduction ressemblent à des fleurs réduites (on parle de pseudo-fleurs) et sont groupés en épis ou en chaton ou encore sous forme de cône. Les pseudo-fleurs possèdent un seul ovule droit et unitégumenté. Le tégument s'allonge pour former un tube micropylaire au niveau du micropyle (une ébauche de stigmate). Un ensemble d'enveloppes (l'ovule possède un ou deux enveloppes supplémentaires) non fermées, protège incomplètement l'ovule et cela a valu aux Gnétophytes le nom des Chlamydospermes (du grec, *Khlamys*=manteau et *sperma*=graine). On les a appelés un temps des **Sac-ovulées**. Les pseudo-fleurs mâles sont réduites à des étamines pourvues d'un filet ou pédicelles. La pollinisation est soit anémophile, soit entomophile grâce à la production de nectar.

À maturité, les graines sont entourées par des enveloppes charnues ou membraneuses. Ces enveloppes ne sont pas fermées donc on ne peut pas parler de fruit. On note l'absence d'archégone chez certaines espèces appartenant au genre *Gnetum*.

b- La reproduction

Les différentes phases du cycle de reproduction sont les mêmes que chez les Coniférophytes. Le transport de gamète mâle est assuré par le tube pollinique ; ce qui permet de parler, là aussi, de la siphonogamie. On note cependant une différence importante dans la dernière étape de la fécondation : chez les Coniférophytes, deux gamètes mâles sont libérés au contact de l'oosphère mais un seul réalise la fécondation, l'autre dégénère, alors que chez les Gnétophytes, les deux gamètes mâles réalisent la fécondation : on parle de la double fécondation (**principal trait avec les Angiospermes tq genres *Ephedra* et *Gnetum*. Il existe une différence de cette double fécondation par rapport aux Angiospermes : le 1^{er} gamète mâle fusionne avec l'oosphère et le 2nd avec une cellule de l'endosperme aboutissant à la formation de deux embryons dont un seul se développe. Chez les Angiospermes, le 1^{er} gamète mâle fusionne avec l'oosphère pour donner l'embryon et l'autre avec les deux noyaux du centre pour donner un tissu de réserve.**

c- Classification

Les Gnétophytes ne comportent que trois familles monogénétiques et environ 70 espèces :

- **La famille de Gnétacées**, forte ressemblance avec les Angiospermes Dicotylédones ;
- **La famille des Ephédracées**, constituée le plus souvent des arbustes très ramifiés à petite feuille plus ou moins écailleuses. Les tiges vertes réalisent la photosynthèse : genre *Ephedra* (*E. nevadensis*, *E. distachya* ou résin de mer).
- **La famille des Welwitschiées**. Le genre *Welwitschia* compte une seule espèce (*W. mirabilis*) singulière avec des racines profondément enfouies dans le sol avec, à la surface du sol, une tige réduite à un disque ligneux massif ; c'est une plante dioïque.

d- Les caractéristiques évolutives des Gnétophytes

- Les pseudo-fleurs des Gnétophytes les rapprochent des Angiospermes ;
- La présence de vaisseaux dans le bois (le bois hétéroxylé les rapproche des Angiospermes) ;
- Il y a double fécondation mais elle n'est pas homologue à celle des Angiospermes car ne donne pas un tissu de réserve ;
- Les ovules puis les graines ne sont pas couvertes par des enveloppes non fermées.

III- Sous-embranchement des Angiospermes

A- Caractères généraux des Angiospermes

Les Angiospermes, apparues vers la fin du Jurassique, représentent actuellement la grande majorité des plantes terrestres. Elles sont réparties en 300-400 familles qui comprennent environ 200 000 espèces.

La caractéristique principale des Angiospermes est d'avoir des ovules protégés, situés dans un ovaire clos. Le grain de pollen ne peut arriver directement jusqu'à l'ovule et doit germer sur une partie spéciale du carpelle, le stigmate. Les organes reproducteurs se regroupent le plus souvent en fleurs bisexuées (**ovaire et fruit : les écailles ovulifères ou carpelles forment un ovaire entourant complètement les ovules, d'où le nom d'Angiosperme et après la fécondation, se transforme en fruit**) et possèdent des organes stériles (péricarpe : calice+corolle) et fertiles (androcées et gynécées).

Le gamétophyte femelle, situé dans l'ovule et appelé sac embryonnaire, est le siège d'une double fécondation : l'une classique est à l'origine de l'embryon et l'autre, à l'origine de l'albumen, tissu de réserve des graines (fusion respective avec l'oosphère et noyau polaire).

L'anatomie de ces plantes montre un bois hétéroxylé (mélange de vaisseaux, trachéides et des fibres différenciant de bois de homoxylé des Gymnospermes fait essentiellement des trachéides). Les structures secondaires sont fréquentes.

Le sporophyte est représenté par la plante feuillée alors que le gamétophyte est réduit en quelque cellule seulement (étamine + gynécée).

Ce sont des plantes très évaluées et très diversifiées qui rassemblent tous les types (herbes, arbustes, arbres, lianes etc.). C'est chez eux que sont représentés les trois types de développement :

- Les plantes annuelles dont la durée de vie est inférieure à une année ;
- Les plantes bisannuelles dont le cycle de développement s'étale sur 2 ans : la floraison n'a lieu qu'en 2^{ème} année ;
- Les plantes vivaces dont la durée de vie est très longue (certaines plantes donnent leurs 1ères fleurs à 60 ans).

Le sous-embranchement des Angiospermes se subdivise en deux classes :

- La classe des Monocotylédones ou Liliopsidae ;
- La classe des Dicotylédones ou Magnoliopsidae.

1- La classe des Monocotylédones

Les Monocotylédones sont caractérisées par les signes distinctifs fréquents suivant :

- Présence d'un seul cotylédon d'où le nom du clade ;
- Les fleurs sont de type 3 (trimère) : 3T, 3T, 3E, 3E, 3C ou (3+3)T, (3+3)E, 3C ;
- **en général pas de vraies feuilles : Phyllodes ou Cladodes** ; elles sont simples à nervures parallèles, réduites au pétiole et souvent pourvues de gaine entourant une tige non ramifiée sauf chez certaines Acéracées ;
- Le port est herbacé, excepté les palmiers ;
- Il n'y a pas de formation secondaire c.à.d. absence de méristème secondaire ou bien pas d'assises génératrices ;
- Présence de racines adventives, **racines de type fasciculé**, et d'organes souterrains permanemment fréquents (bulbe, rhizome, tubercule) adaptés au cycle saisonnier ;
- La pollinisation est le plus souvent entomophile et anémophile.

2- Classe des Dicotylédones

Les Dicotylédones se distinguent des Monocotylédones par des traits suivants :

- L'embryon renferme deux cotylédons ;
- Le système racinaire est pivotant ;
- Les faisceaux conducteurs des tiges disposés sur un cercle ;
- Les feuilles à nervures généralement ramifiées, avec forme et nervation variée. Les nervations réticulées est largement représenté ;
- Il ya mise en place de cambium et production de bois hétéroxylé. Les formations libéroligneuses et suber-phéllodermique assure l'épaississement de la tige et de racines, les rendant plus vigoureux (structure ligneuse et arborescente : la formation secondaire donne le bois et le liber) ;
- La fleur est fondamentalement du type 5 ou pentamère (5S, 5P, 5E, 5E, 5C ou 5S, 5P, (5+5)E, 5C) ou plus rarement du type 4 ou tétramère ;
- Le port est herbacé ou ligneux.

Tournefort a distingué chez les Dicotylédones trois sous-classes d'après le perfectionnement progressif de l'appareil floral (subdivision basée sur la morphologique et nombre de pièce florales). Certains auteurs séparent d'emblée les lignées arborescentes des lignées herbacées (d'ailleurs discuter sur le plan phylogénique) :

- Sous-classe des apétales ou Monochlamydae, dépourvus de corolle (absence de pétales) ont des fleurs discrètes et souvent unisexuées. La pollinisation est en générale anémophile (considéré comme archaïque : les orties=urticacées, Rumex=polygonacées) ;

- Sous-classe des dialypétales ou Choripétales, ont un périanthe double et à pétale séparés ou libres (on place les polycarpique : Brassicacées de type 4 et les Caryophyllacées du type 5, Fabacées à corolle en papillon donc zygomorphe et les Apiacées à ovaire infère, fleur en ombelle tq carotte, persil ; Rosacées tq fraisier, prunier...
- Sous-classe des gamopétales ou Sympétale, ont leurs fleurs à pétale soudés en un tube sur le quel se fixe des étamines (ou dite corolliflores). Elles représentent les familles les plus évoluées des Dicotylédones (45 000 espèces). Certaines familles acquièrent des fleurs zygomorphes (Labiales ou Lamiées), d'autres un ovaire infère (Campanulacées). Les Astéracées représentent l'apogée des Angiospermes.

B- Cycle de reproduction des Angiospermes

Sous forme de cycle simplifié, le cycle de développement des Angiospermes se différencie de celui des gymnospermes par la présence d'un ovaire, la double fécondation et la formation de l'albumen.

Le cycle de développement peut se résumer ainsi :

Cycle théorique de reproduction des Angiospermes

C- Classification des Angiospermes

Classification morphologique des Angiosperme

1- Classification des Monocotylédones

La classification des Monocotylédones est beaucoup plus simple que celle des Dicotylédones car il s'agit d'espèces moins nombreuses et moins diversifiées. Les Monocotylédones présentent encore des caractères archaïques (les palmiers, les arums et diverses espèces aquatiques). Les caractères typiques des monocotylédones s'observent chez les plantes à bulbes et à rhizomes des régions tempérées et froides (Jonquille, Iris) et de nombreuses espèces des régions chaudes (Aloes, bananier etc). A partir d'espèces (sans doute disparues) appartiennent à ce groupe central, l'évolution a produit diverses familles tq ou Poacées et les Orchidées.

a. Les monocotylédones archaïques (EUANGIOSPERMES; Carpelles parfaitement fermés. EUANGIOSPERMES MONOAPERTUREES

*Pollen à une seule aperture

*Fleurs trimères

*Apétales ou à périanthe formé de tépales

*Parfois insertion spiralée des pièces florales)

a1- sous-classes des Alismatidae

Ce taxon présente beaucoup de caractères tq présence de trachéides ponctuation scalariforme. La structure florale est encore spiralée avec un nombre de pièces intermédiaires. Les carpelles sont indépendants. Les taxa des Alismatidae regroupent les espèces primitives à caractères séparés et habitat aquatique.

La sous-classe compte 4 ordres : O. des Alismatales (aquatiques) ; O. des Truirdales (terrestres) ; O. des Najadales (aquatiques); O. des hydrocharidales (aquatiques plus ou moins submergées parfois flottantes)

❖ Ordre des Alismatales

▪ Famille des Alismatacées

Elles comptent 13 genres et 90 espèces. Ces sont des espèces des régions chaudes et tempérées. Les plante sont plus ou moins aquatiques mais supportes exondation. Elles sont herbacées, pérennes parfois stolonifères.

Les feuilles sont souvent hétérotrophes. Les inflorescences sont en grappes, ombelliformes ou cymeuses parfois en épis. Les fleurs sont plus ou moins acycliques, hermaphrodites ou unisexuées par avortement (*Sagittaria*). La trimérie est fréquente. Le périanthe est généralement différencié. Il ya entomophile ou autogamie obligatoire en cas de submersion totale. Le fruit est un akène ou follicule à endocarpe parfois ligneux. La graine est exalbuminée.

Les principaux genres sont : Genre *Sagittaria* (*S. sagittifolia*) ; Genre *Alisma* (*A. plantago-aquatica*=plantain d'eau) ; Genre *Damasonium*.

***O. des Alismatales**

Famille des Aracées

(Anc. class. Monocotylédones Superovariées)

Elle compte environ 2000 espèces réparties en 10 genres. Ce sont des plantes vivaces et herbacées, parfois de très grande taille, type biologique très différent (phanérophytes, lianes divers, épiphyte, géophyte etc.) à rhizome, bulbe ou tubercules.

* > 4 000 espèces

* régions tropicales, 8 espèces en France

* feuilles souvent plus ou moins triangulaires

* spadice simple avec spathe membraneuse

* fruit : baie

* très nombreuses espèces ornementales

* toxiques par saponosides et très irritantes à cause de la présence de raphides d'oxalate de calcium

Exemple : Gouets (*Arum maculatum* et *A. italicum*) ;

* sous-bois

* feuilles apparaissant en automne (*A. italicum*) ou au printemps (*A. maculatum*)

* vivaces par tubercule

* spadice (env. 8-10cm) terminé par une "massue" stérile jaunâtre (*A. italicum*) ou brunâtre (*A. maculatum*), avec spathe

* fruits : baies rouges en épi (de mai à octobre)

* toxiques et irritantes

* Adaptation à la pollinisation par les mouches

* odeur désagréable

* dégagement de chaleur à la base du spadice

* **très irritant (raphides)**

* **présence d'une protéine toxique**

* Nombreuses espèces ornementales : **Caladium; Anthurium; Spathyphillum; Dieffenbachia; Philodendron**

* Nombreuses espèces comestibles : genres *Colocasia* (*C. exulenta*, taro ; *Xanthosoma sagittifolium*, taro de montagne) ; *Arum* (*A. maculatum*, Gauël pour ornemental et comestible) ; *Pistia* (*P. stratiotes*, lentille d'eau) ; *Centrosema* (*C. maffafa*, riche en amidon et toxique mais comestible après cuisson).

a2- Sous-classe des Arécideae

Elles présentent encore des carpelles indépendants comme le groupe précédent. Le fruit est un akène comme chez les Renonculacées ou on a un follicule et non une baie ou une capsule. Les espèces sont bien adaptées aux régions tropicales. Les fleurs d'une même inflorescence sont protégées par une ou des bractées appelé spathes. Les inflorescences protégées par les spathes prennent le nom de spadice.

Cette sous- classe est également répartie en 4 ordres :

❖ **Ordre des Arécales ou Palmales**

▪ **Famille des Palmacées ou Arecacées**

Elles comptent environ 4000 espèces, presque cosmopolites. Les palmiers sont des caractéristiques des paysages tropicaux. Le tronc est appelé stipe. Il est en colonne, plus ou moins cylindrique marqué par des cicatrices foliaires, rarement ramifié sinon chez *Hyphaene thebaica*.

Une seule espèce existe en Europe : *Chamaerops humilis* (famille actuellement en cours de régression).

Il existe des espèces courtes et grosses comme chez *Neodypris* ou rampant comme chez *Ceroxylon* ou une liane d'environ 250 m de long comme *Calamus*. Elles portent des racines en échasse, épineuses ou pneumatophores (cas des palmiers qui se trouvent dans les marées). Les feuilles sont en touffe terminale ou espacées le long des lianes. Le pétiole est engainé à contour en éventail. Le limbe est énorme (1,5 m environ) chez le genre *Raphia*. Il possède de forme digitée, pennée, palmée.

Les fleurs sont sessiles en élice sur la spathe ou en ordre généralement unisexuées. L'espèce est monoïque rarement hermaphrodite ou dioïque. Elles sont anémophiles ou autogames. Le fruit est souvent monosperme et une baie ou drupe.

Le péricarpe est très variable ; le mésocarpe généralement épais, fibreux chez *Coco nunifera*, fibreux et oléagineux chez *Elaeis guinensis*, charnu et succulent chez les dattiers (*Phoenix dactylifera*).

Exemples : les genres *Phonix* (*P. dactylifera* d'Afrique, *P. sylvestris* d'Inde) ; *Trachycarpus* (*T. esculenta* de Japon) ; *Saba* (Amérique) ; *Hyphaene* (*H. thebaica*) ; *Borassus* (*B. aethiopum*).

Exemple : Palmier dattier (*Phoenix dactylifera*)

Fruit : baie monosperme (datte) très riche en sucres

Cocotier (*Cocos nucifera*)

Fruit : drupe, noyau (endocarpe très dur) = noix de coco, albumen externe dur : coprah, albumen interne liquide : lait de coco

Aréquier (*Areca catechu*)

- * fruit : drupe orangée, taille d'un petit œuf
- * une seule graine : noix d'arec contenant des alcaloïdes
- * entre dans la composition du "betel" (masticatoire)
- * seule espèce toxique et médicinale

b- Monocotylédones typiques

b1- Sous-classe des Commelinidae

Les Monocotylédones à caractères typiques (environ 15 000 espèces) sont représentés par les plantes à bulbes et à rhizomes des régions tempérées et froides (jonquille, Iris ect.) et de nombreuses espèces de régions chaudes (*Aloes*, bananiers...). On note une adaptation par le vent. Les feuilles sont étroites et engainantes.

La sous-classe compte 07 ordres : O. des Commelinales, O. des Cypérales, O. des Poales, O. des Juncals, O. des Eriocaulacées, O. des Typhales, O. des Restionales

❖ Ordre des Commelinales

▪ Famille des Commelinacées

Elle compte 600 espèces environ regroupées en 37 genres. Une seule espèce (*Commelina rupicola*) se trouve au Maroc, le reste en régions chaudes tropicale.

Ce sont des herbes pérennes ou annuelles, rarement des lianes. Les tiges sont à gaines fermées. Les fleurs sont en cyme simple ou double à l'aisselle des spathes, ouvertes à 2 ou 3 lobes. Les fruits capsulaires, rarement charnus.

Exemple : les genres *Commelina* (*C. tuberosa*) ; *Tradescancia* (*T. virginia*) ; *Cochlostema* ; *Callinia*.

(Les rhizomes de certains Commelinacées sont riches en réserve comestible, d'autres sont ornementales).

❖ Ordre des Cypéales

▪ Famille des Cypéracées

Elle compte environ 4000 espèces pour la plupart appartenant au genre *Carex* et regroupent environ 75 genres.

Ce sont des plantes des marées, herbacées plus ou moins gazonnantes à rhizome, rarement ligneux et arborescents. Le périanthe est réduit à des pièces écailleuses. Les racines sont parfois tuberculeuses (genre *Cyperus*). L'axe aérien est souvent trigone (trois angles).

Exemple : les genres *Cyperus*, des régions plus ou moins chaudes compte 500 espèces (*C. esculenta*, à tubercule comestible, Afrique ; *C. papyrus*, sert de papier dans l'ancien temps) ; *Cladium* ; *Eriophorum*.

❖ Ordre des Poales

▪ Famille des Poacées

(Monocotylédones Supérovariées)

- * > 10 000 espèces
- * famille cosmopolite (la plus répandue en surface : prairies, steppes, pampas, savanes...)
- * herbacées annuelles ou vivaces (rhizome)
- * tige creuse avec noeuds et entre-noeuds : chaume (ligneux chez les bambous)
- * "feuilles" étroites, rubanées, à nervation parallèle, distiques
- * inflorescence : **épillet** uniflore ou pluriflore protégé par 2 glumes
- * chaque fleur possède 2 glumelles et 2 glumellules
- * 3 étamines médifixes
- * 3 carpelles, ovaire uniloculaire, 1 seul ovule
- * étamines médifixes et 2 stigmates plumeux : pollinisation anémophile
- * épillets regroupés en épis ou en panicules

* fruit : caryopse riche en amidon

*La fécondation est anémophile ou autogame. La polyandrie est observée. La viviparité est fréquente (la graine germe sur la tige).

*Les Poacées sont très riches en osides, alcaloïdes, en hétéroside, en saponine, il n'y a pas d'amidon dans les feuilles.

- * très grande importance économique
- ► Espèces alimentaires (céréales)
- **Blé** (plusieurs espèces du genre *Triticum*), 30% des céréales

Riz (*Oryza sativa*) 25% des céréales : *Oryza* (*O. sativa*, riz d'Asie, *O. breviligulata*, riz d'Afrique ; *O. glabberna*, riz sauvage).

- **Maïs** (*Zea mays*) 20% des céréales, épis **unisexués**
- * **Orge** (*Hordeum sativum*) : ses germes servent à préparer la bière
- * **Seigle** (*Secale cereale*), **Avoine** (*Avena sativa*)
- * **Canne à sucre** (*Saccharum officinarum*) : sucre, rhum
- ► Espèces **agricoles** : prairies
- ► Quelques espèces à **propriétés médicinales** ou **cosmétiques** (HE)
- * **Petit chiendent** (*Agropyrum repens*) : rhizome diurétique
- * **citronnelles** (plusieurs espèces) : activité antiseptique et insectifuge
- ► Quelques espèces à **fibres** : alfa (papier), sparte (objets tressés)
- * "stigmates" de maïs diurétiques
- * **vétiver** : parfums
- ► nombreuses espèces à **pollen allergisant** ("rhume des foins")

Exemple : les genres *Poa* ; *Sorghum* ; *Lolium* (ivraie) ; *Panicum* ; *Pennisetum* ;

(Intérêt des Poacées : céréales panifiable c.à.d. transformé en farine tq le blé, sorgho, avoine, riz, maïs, mil... ; fourrages des animaux, sucre, légume (bambou)).

❖ **Ordre des Juncales**

▪ **Famille des Juncacées**

Elle compte environ 500 espèces regroupées en 10 genres, cosmopolites.

Ce sont des herbacées, rarement ligneux sauf genre *Prionium*. Les feuilles sont alternes ; linéaires et basales, engainantes. L'inflorescence est cymeuse, très complexe. La fleur est solitaire, anémogame. Le fruit est une capsule à gaine fusiforme.

Exemple : les genres *Juncus* (Jonc) ; *Luzula* ; *Distichia*

b2- Sous-classe des Zingiberideae

Ce taxon compte environ 3800 espèces, représentées dans des régions tropicales peu venteuse, humide (l'ail, oignon, poireau, ananas), la plupart arborescentes et portées des grandes feuilles (bananier) à nervation parallèle et pennée. La course de nervure est groupée au niveau d'une pseudo-nervure centrale.

❖ La sous-classe compte 2 ordres : O. des Zingibérales, O. des Broméliales.

❖ **Ordre des Zingibérales**

▪ **Famille des Zingibéracées**

Elle renferme 1500 espèces regroupées en 50 genres, tous intertropicales.

Ce sont des plantes pérennes, herbacées à rhizomes et racine souvent tubérisées. Les feuilles sont ligulées, distique à limbe généralement ovale ou lancéolé. L'inflorescence est assez dense et variée (cyme, épi, capitule...). Le bractée est vivement coloré. La fleur est vivement décorative avec une pré-feuille, est hermaphrodite rarement unisexuée. Le stigmate est délicat et en entonnoir. La pollinisation est entomophile et ornithophile (par les oiseaux). Le fruit est une baie. La fleur zygomorphe ayant de grande taille.

Exemple : les genres *Costus* (riche en essence, en matière colorante et en amidon) ; *Curcuma* (fournit une belle matière colorante, la curcumine) ; *Zingiber* (*Z. officinalis*, employé dans les boissons tq bière de gingembre, rhizome, tubercule utilisé comme condiment ou épice ; *Z. miog*, produit de baie comestibles) ; *Aframomum* (*A. grandifolium*, espèce décorative).

▪ **Famille des Musacées**

Exemple : le genre *Musa spp* (bananier cultivé dans les régions tropicales, l'ensemble des fruits d'un spadice forme un régime). Ce sont des vivaces herbacées géantes.

Musa textilis, fournit des fibres résistantes

M. acuminata ou bananier des Canaries.

M. ornata, cultivés à Bangladesh et Birmanie. Leur épi est dressé, la fleur est jaune, hauteur de la plante est de 3 mètres.

M. veluta

❖ **Ordre des Broméliales**

▪ **Famille des Broméliacées**

Elle renferme près de 2000 espèces regroupées en 60 genres, résidant les régions tropicales. Généralement épiphytes avec quelles que espèces terrestres (*Ananas sativa L.*). Les feuilles sont en rosettes denses plus ou moins dentées.

Ce sont des herbacées, épiphytes pour la plupart des plantes, rarement arborescentes à tige généralement courte parfois stolonifères avec des feuilles en rosettes plus ou moins linéaire, à gaine large, courte à bord souvent épineux et denté. L'inflorescence est en épi souvent distique, en capitule ou en grappe plus ou moins composé parfois remonté de feuilles. La fleur a toujours une bractée colorée sans pré-feuille. Elles sont hermaphrodites, ornithogame, entomogame, rarement autogame. Le fruit est une baie ou capsule entouré du calice ou même de la corolle persistante. Les graines sont souvent ailées.

Exemple : les genres *Ananas* (*A. satvus*, espèce cultivée sans graine, ovaire infère) ; *Tillandsia* (environ 200 espèces épiphytes à ovaire supère, les fibres de feuille donne un textile de qualité ainsi g. *Ananas*) ; *Billbergia* (ovaire infère, baie sèche, ornementale).

b3- Sous-classe des Liliideae

Les Liliideae représentent le taxon central des Monocotylédones et renferment les familles les plus typiques et les plus classiques (taxon principal des Monocotylédones). Les fleurs sont de couleur grise et riche en nectar. Les fleurs sont zygomorphes, à ovaire infère.

La sous-classe est représentée par deux ordres :

❖ **Ordre des Liliales**

▪ **Famille des Liliacées**

(Monocotylédones Supérovariées)

C'est une famille cosmopolite avec près de 8000 espèces réparties en 250 genres (les familles sont typiques, modèle de Monocotylédones).

- * 635 espèces
- * plantes herbacées, vivaces
- * fleur grande
- * (3+3)T + (3+3)E + 3C
- * ovaire supère, triloculaire, placentation axile
- * fruit : capsule

Elle comprend en majorité des herbacées géophytes à bulbes ou à rhizome, racine parfois tubéreuse, ramification habituellement sympodique. Les feuilles linéaires sont lancéolées, à nervation parallèle, succulente chez les Aloïnées (s/f où appartiennent l'oignon et ail) ou peu réduite remplacée par des cladodes (rameau aplati ressemblant plus ou moins à des feuilles) chez les *Asparagus* (asperges de la famille de la s/f des Asparagoïdées).

Les gaines sont ouvertes ou fermées, parfois avec ligule. L'inflorescence est terminale ou axillaire en grappe ou cyme ou fleur solitaire ou fleur unisexuées pourvue de bractée. La plante est entomophile ou ornithogame. Le fruit est une baie ou une noix.

(Anatomiquement, les Liliacées présentent des forme secondaire intrafasciculaire et de formation secondaire extrafasciculaire les types. Deux cotylédons sont signalés chez le genre *Agapandus*. La racine principale persiste avec la racine secondaire intracorticale chez l'espèce *Asphodelus tenuifolius*).

- *Lilium* (Lys blanc (*Lilium candidum*, Lys martagon (*Lilium martagon*) : lis de l'hémisphère nord, plante décorative, s/f des Lilioïdées) ; *Asparagus* (asperge, rhizome souterrain, cladodes fréquentes, inflorescence axillaire, fleur unisexuée, fruit est une baie, *A. officinalis*=racine officinale et les feuille consommée comme légume, s/f des Asparagoïdées).

Tulipes (*Tulipa* sp.)

Intérêt des Liliacées : légume, condiment tq ail et oignon, médicament grâce à l'alcaloïde, saponine, résine, fibres textiles, bcp sont ornementales surtout la s/f des Lilioïdées.

❖ **O. Liliales**

▪ **Famille des Colchicacées**

(Anc. class. Monocotylédones Supérovariées, F des Liliacées)

- * > 250 espèces
- * feuilles sur 2 rangs ou + ou - verticillées
- * fruit : capsule

Exemple : Colchique (*Colchicum autumnale*), de Méditerranéen oriental, la graine très toxique fournit la colchicine qui est un alcaloïde mitoclasique) ;

- * prairies humides
- * vivace par bulbe plein
- * fleurs en septembre, feuilles + capsules au printemps

- * très toxique : alcaloïdes (colchicine, antimitotique)
- * traitement des crises aiguës de goutte
- * fleur rose lilas, en tube allongé se prolongeant dans le sol

❖ **Ordre des Dioscoréales**

▪ **Famille des Dioscoréacées**

(Monocotylédones Inférovariées)

- * > 800 espèces
- * tige ligneuse souvent liane
- * feuille complète
- * fleurs réduites
- * fruit : capsule ou baie
- * famille des ignames (consommés régions tropicales)

Exemple : Tamier, herbe à la femme battue (*Dioscorea communis*)

- * seule espèce indigène
 - * rhizome volumineux
 - * tige volubile
 - * feuilles cordiformes pétiolées
 - * dioïque, fleurs verdâtres en grappes
 - * fruit : baie rouge toxique
 - * rhizome rubéfiant "racine de feu"
- (Raphides d'oxalate de calcium) et toxique (saponines, alcaloïdes)

- *Ordre des Asparagales
- * Famille des Alliacées
- * Famille des Asparagacées
- * Famille des Ruscacées
- * Famille des Amaryllidacées
- * Famille des Iridacées
- * Famille des Orchidacées

❖ **O. Asparagales**

▪ **Famille des Alliacées**

(Monocotylédones Supérovariées, F des Liliacées)

- * 800 espèces
- * **odeur** caractéristique
- * inflorescence compacte
- * fleurs petites
- * ovaire supère
- * (3+3)T + (3+3)E + 3C
- * fruit : **capsule**

Exemple : Genre *Allium* (700 espèces) :

- * ail (*Allium sativum*)
- * oignon (*A. cepa*)
- * poireau (*A. porrum*)...

Aloe (*A. ferox*, *A. africana*, *A. vera*, purgatoire, s/f Asphodeloïdées d'Afrique et Madagascar) ; *Allium* (*A. sativum*=ail, *A. porrum*=poirre, *A. cepa*=oignon, de la s/f des Allioïdées. Bulbe ou rhizome courtes, inflorescence ombelliforme, cyme unipare, bulbille florale fréquente riche en mucilages et essence sulfureuse) ;

❖ **O. Asparagales**

▪ **Famille des Asparagacées**

(Monocotylédones Supérovariées, F des Liliacées)

- * 160 espèces
- * rhizome horizontal ou vertical
- * fruit : baie en général

Exemple : Asperge (*Asparagus officinalis*)

- * grande plante 1m-1,5m
- * vivace par rhizome (horizontal)
- * chaque printemps rejets verticaux charnus (tiges) appelés turions (=asperges)
- * "feuilles" : cladodes linéaires
- * fruit : baie rouge légèrement toxique

❖ **O. Asparagales**

▪ **Famille des Iridacées**

(Monocotylédones Inférovariées)

- * > 1800 espèces
- * herbacées, vivaces par rhizome, tubercule ou bulbe
- * (3+3)T + 3E + 3C
- * ovaire infère
- * stigmates pétaloïdes
- * parfois zygomorphe (glaïeul)
- * fruit : capsule

Exemple : Iris des jardins (*Iris germanica*)

- * utilisation ornementale et médicinale (isoflavonoïdes)

Iris jaune, Iris des marais (*Iris pseudacorus*)

- * toxique

Safran (*Crocus sativus*)

- * bulbe solide
- * fleurs violettes en automne
- * 3 grands stigmates rouge-orangé intérêt pharmaceutique et alimentaire
- * hétéroside amer (picroside) donnant par hydrolyse le safranal aromatique
- * matière colorante (crocine, caroténoïde)

❖ **O. Asparagales**

▪ **Famille des Amaryllidacées**

(Monocotylédones Inférovariées)

- * 800 espèces
- * vivace par bulbe ou rhizome
- * grandes fleurs avec coronule
- * ornementales
- * irritantes (raphides d'oxalate de calcium)
- * (3+3)T + (3+3)E + 3C
- * ovaire infère
- * bulbes souvent toxiques (alcaloïdes), confusion avec bulbes comestibles

Exemple : Narcisse (*Narcissus poeticus*)

Jonquille (*Narcissus pseudonarcissus*)

- * bulbes provoquent des dermites (raphides d'oxalate de calcium)

❖ **O. Asparagales**

(Ordre des Orchidales)

▪ **Famille des Orchidacées (regroupent les orchis, ophrys,...)**

(Monocotylédones Inférovariées)

Immense famille d'environ 20 000 espèces regroupées en 500 genres.

Ce sont des espèces les évoluées des Monocotylédones (avec l'ordre des Poales). Elles sont cosmopolites. Ce sont des végétaux buissonnants, herbacés plus ou moins ligneux, lianes, épiphytes. Certains sont saprophytes tq *Corallorrhiza neottia*. D'autres sont terrestres à ramification sympodique, parfois tuberculeux. Les feuilles sont souvent simples et engainante (orchis) ou différenciés en limbe et pétiole généralement distique. L'inflorescence en grappes généralement parfois très longue. L'axe est souvent charnu avec spadice. La fleur est hermaphrodite, rarement unisexuée. Ils vivent en symbiose avec des champignons mycéliens de genre *Rhizoctonia*.

Exemple : les genres *Cypripedium* (*C. calceolus* ou sabot de venus ou sabot de la vierge, la plus belle orchidée de la France) ; *Orchis* (plus nombreuses espèces d'Afrique et d'Europe) ; *Vanilla* (*V. planifolia* ou la Vanille, plante ornementale d'origine mexicaine).

(Intérêt économique des orchidées : ornementales, productrices de parfum, attirent les abeilles produire du miel).

2- Classification des Dicotylédones

Les Dicotylédones forment le groupe principal des plantes à fleurs. C'est un groupe touffu, certainement polyphylétique, beaucoup moins simple et homogène que le groupe des Monocotylédones.

On divise les Dicotylédones en sous-classe des Apétales, Dialypétales et Gamopétales, suivant que les pétales manquent, sont libres ou soudés entre eux.

a- Sous-classe des Apétales

C'est la sous-classe la plus artificielle des Dicotylédones. En effet, une fleur peut être sans pétales parce qu'elle est très primitive ou apétale par pure évolution (la fleur a alors perdu secondairement ses pétales).

Cette sous-classe se subdivise en deux grandes séries : la série des apétales unisexuées et la série des Apétales hermaphrodites.

a.1- La série des Apétales unisexuées

a.1.1- L'ordre des Amentifères

Les Amentifères comprennent plus de 900 espèces. Leurs feuilles sont caduques et alterne : ces sont des feuilles caducifoliées. Les fleurs sont groupées en inflorescence spéciale (en chaton, du latin *amentum*, d'où le nom donné à cet ordre). Ces inflorescences sont toutes mâles ou femelles (elles sont soit portées par le même pied ou monoïque soit par le pied différent ou dioïque).

C'est un groupe qui présente des caractères peu évolués et archaïques : la pollinisation est anémophile, les fleurs sont souvent nues (les organes sexuels n'étant pas protégés par les sépales), les éléments du bois sont encore de perforation de type scalariforme.

Les familles les plus importantes sont : Salicacées (saules du genre *Salix* et peuplier du genre *Populus*) ; Betulacées, Corylacées (Bouleau du genre *Betula sp*, Aulne de *Alnus sp*) ; Fagaceae (Châtaignier de *Castanea*, Chêne de *Quercus sp*, Juglandacées (noyer).

Betulaceae, Corylaceae et les Fagaceae forment un groupe homogène. Les Salicaceae à carpelles ouverts, présentent des affinités avec certaines pariétales primitives comme les Juglandaceae à feuille composées avec les Sapindales (Disciflores ligneuses).

a.1.2- L'ordre des Urticales

Cet ordre réunit les Apétales à fleurs unisexuées généralement peu visibles et pollinisées par le vent. Les fruits sont toujours uniseminés (akènes, drupes).

Il comprend les familles suivantes : les Moraceae (Munier de genre *Morus sp*, Figuier de *Ficus sp*) ; les Urticeae (orties de *Urtica sp*) ; les Ulmaceae (orme de *Ulmus sp*) ; les Cannabaceae (Houblon et chanvre dont la variété indienne, *Cannabis sativa var indica*, produit une résine abondante à propriété stupéfiante ou Haschisch ou Marihuana ou « marie Joanne », sont de la famille de l'ordre des Urticales).

a.1.3- L'ordre des Santalales ou Achlamydospermes (chlamidos = enveloppe ; triporées évoluées)

Les Santalales comprennent des espèces surtout tropicales et parasites qui puisent la sève de leurs hôtes grâce à des suçoirs. Leurs ovules sont toujours presque privés de téguments, réduit au nucelle.

Les espèces de la famille des Santalales vivent en hémiparasites (ne pompent que la sève brute de leurs hôtes et conservent leur fonction chlorophyllienne). Le Gui (du genre *Viscum* : *V. album*) parasitent les branches de différentes espèces d'arbres, surtout les Pommiers et les Peupliers. Les fruits sont des drupes à pulpes collantes servant à fabriquer autre fois la glue pour attraper les oiseaux.

Les espèces de la famille des Loranthacées (950 espèces) vivent comme le Gui sur des arbres tropicaux. Elles se distinguent de ce dernier par des fleurs hermaphrodites à périanthe double et des pétales colorés (le Gui, au contraire, est dioïque, à périanthe simple et vert).

a.2- La série des Apétales à fleurs hermaphrodites

a.2.1- L'ordre des Caryophyllales

Les Caryophyllales comptent 11 000 espèces regroupées en 29 familles dont les 5 premières suivantes totalisent 9 000 espèces : Amarantacées, Caryophyllacées, Polygonacées, Cactacées et Aizoacées (2 caractères principaux : forte courbure de l'ovule et présence de bétalaine).

Ce sont des plantes herbacées ou ligneuses à inflorescence généralement cymeuse. Les fleurs, actinomorphes, sont généralement apétales et ont des étamines plus ou moins nombreuses, des carpelles soudées renfermant des ovules à placentation centrale, parfois basale. Les graines sont caractérisées par un embryon généralement courbe autour du péricarpe central.

Les familles qui se rattachent à cet ordre sont : les Nyctagynaceae (*Bougainvillia spectabilis*) ; les Aizoaceae (*Aizoan*) ; les Cactaceae (*Opuntia* : *Ficus barbarica*) ; les Chénopodiacées (*Salicornia sp*, *Atriplex sp*, *Chenopodium sp*, *Beta sp* dont *Beta vulgaris*, la betterave que l'homme a pu sélectionner plusieurs espèces et épinard ()) ;...

b- Sous-classe des Dialypétales

Ce vaste groupe comprend les Dicotylédones à pétales libres et se subdivise en trois séries : la série des Thalamiflores, la série des Disciflores et la série des Caliciflores.

b.1- La série des Thalamiflores

Les individus de cette série ont un réceptacle floral surmonté appelé thalamus. Elle renferme des plantes caractérisées par des pièces florales primitivement nombreuses et disposées en spirale sur un réceptacle floral bombé ($\infty S + \infty P + \infty E + \infty C$; un nombre de pièces indéfinies lorsque le nombre dépasse 10).

b.1.1- Taxon des Dialycarpiques (carpelle libres)

On parle aussi des apocarpies, les carpelles sont souvent indépendants. Les fleurs sont en spirale. On distingue les dialycarpiques herbacées généralement riche en alcaloïdes, des benzoïsoquinoléique (Renonculales) présentant des cellules à essence (Magnoliales, Laurales).

❖ Ordre des Ranales ou Magnoliales

▪ Familles des Magnoliacées

Elle est caractérisée par des feuilles alternes stipulées en nervation pennée. Les fleurs sont acycliques ou hémi-spirales. Le réceptacle floral renflé et charnu. Les étamines sont en grand nombre.

Les espèces appartenant à cette famille sont des arbres (d'origine d'Australie). Le genre qui existe actuellement est le genre *Magnolia*.

▪ Famille des Annonacées

Elle ressemble beaucoup à la précédente mais la différence se trouve cependant par la cyclisation du périgone (cyclisation = les pièces florales sont insérées au même niveau ; c'est une évolution, celui-ci comporte nettement le calice et la corolle). Les feuilles sont alternes et non stipulées, souvent odorantes. Les étamines sont nombreuses. Les gynécées sont pluricarpiques à ovaire supère (ovaire supère = fleur hypogyne ; ovaire infère = fleur épigyne).

La formule florale : $3S + (3+3)P + \infty E + \infty C$ (∞ dépasse le nombre d'indice 10). Ce sont des lianes sur des arbres et arbustes, caractéristique liée à la présence de thalamus.

Exemple : *Saba senegalensis*

Les Annonacées sont beaucoup plus des espèces tropicales spontanées et cultivées à fruits comestibles.

Exemple : *Cananga odorata* ou Ylang ylang et *Annona muricata* ou Carosola (plantes cultivées) ; *Annona senegalensis* ou goyavier sauvage, *Annona squamosa* ou pommier sauvage.

▪ Famille des Lauracées

Elle résulte des Magnoliacées par deux processus : la cyclisation totale de la fleur (du calice jusqu'au gynécée) et la réduction des carpelles à un. Les étamines sont en grand nombre portant des glandes et des clapets (valve).

La formule florale : $3S + (3+3)P + (3+3+3+3)E + G(1^{\text{carpelle}})_{1\text{ovule}}^{1\text{loge}}$

Les feuilles sont alternes dont certains secrètent les essences ; les types biologiques sont des arbres.

Exemple : *Persea gralessima* ; *Persea americana* (avocat) ; *Cassytha filiforme* (vit comme parasite chez les plantes).

▪ Famille des Renonculacées (genre *Renuncula*)

Elle dérive de celle des Magnoliacées caractérisée par la tendance à la cyclisation des pièces florales, à la réduction du nombre des pièces du périgone et port herbacé et liane. La fleur est tantôt acyclique tantôt hémocyclique au calice et corolle verts.

D'une manière générale, les fleurs sont bisexuées sauf chez les genres *Aconitum* et *Delphinium*. La pollinisation est entomophile, le fruit est un ensemble de fruits élémentaires réunis. La gamocarpie s'annonce chez le genre *Nigella*. Les espèces sont ornementales, mais toxiques.

▪ Famille des Menispermacées

Ce sont des Dicotylédones à fleurs primaires ayant la formule florale suivante : $(3+3)S + (3+3)P + G(n)_1^1$ (gynécée supère uniloculaire).

Les fleurs sont petites et actinomorphes. Les feuilles sont isolées. Les fruits sont des akènes ou des drupes. Ce sont des arbres ou lianes.

Exemples : *Bysocarpus coccineus* ; *Cissampelos mucronata* ; *Perianthus sp*

▪ Famille des Nymphaeacées

Elle est caractérisée par un corps herbacé. Les fleurs sont spiralées et sémispiralées. Les carpelles incomplètement soudés, à ovaires super ou sémisupères, sont fermés par une sécrétion.

Ce sont des plantes aquatiques à feuilles flottantes ou immergées. Les fruits varient des akènes aux graines à périspermes abondant.

La formule florale : $5S + \infty P + \infty E + \underline{G} (5)$ ou $\underline{G} (\bar{5})$: $\underline{G}$ souligné signifie supère, second signifie semi supère ou semi-infère.

Exemple : les genres *Nuphar* et *Nymphaea* (*N. alba* ; *N. lotus* ; *N. maculata* ; *N. micrantha*).

b.1.2- Taxon des pariétales

Les pariétales sont caractérisées par des carpelles ouverts et soudés sur leurs bords. Il en résulte un ovaire uniloculaire et les ovules sont situés sur les bords des feuilles carpellaires : on parle de la placentation **pariétale**.

Les pariétales se subdivisent en trois groupes :

- Les pariétales à latex et à alcaloïdes benzoïsoquinoléïque ou les **Papavérales** (famille des papavéracées auxquels appartiennent les Javot et Coquelicots). C'est une famille particulièrement importante pour les pharmaciens : les alcaloïdes retirés du suc des Javots blancs ou *Opium* sont des stupéfiants.
- Les pariétales à myrosine et à essence sulfurées ou **Caparales** dont la famille principale est celle des **Crucifères** ou **Brassicaceae**. Ce sont des herbes à feuilles isolées et simples, riches en sulfure provenant de dédoublement d'hétéroside sulfuré sous l'influence d'un ferment, la myrosine qui est une enzyme (thioglucosidase). La moutarde dont la pharmacopée utilise les graines pour leurs propriétés rubéfiante, le chou et ses variétés, les radis etc. sont les principales espèces de ce groupe.
- **Les pariétales sans latex ni myrosine**

Elles comprennent les Violales (Violacées), les Droserales (Droseracées) qui sont des plantes carnivores croissant dans les marécages et utilisées dans les pharmacies pour leurs propriétés antispasmodiques. On trouve dans ce groupe les espèces de la famille des Flacourtiacées dont les graines sont riches en huile (huile de Chaulmoogra) à propriétés anti-lépreuses, les Passiflores (Passifloracées) à propriétés sédatives. Les Papayers (Papayaceae ou Caricaceae) dont les fruits sont riches en papaïne (enzyme protéolytique)

❖ L'ordre des Pariétales

▪ Famille des Caricacées

Cette famille doit son nom au papayer ou *Carica*. Elle comprend les arbustes ou petit arbre à tronc charnu et fibreux. Les feuilles alternes sont généralement digitilobées (en forme de doigt de canard). La plante sécrète un latex laiteux quand on excise. Elle est en général dioïque. Le fruit est une grosse baie.

Exemple : *Carica papaya* (papayer)

▪ Famille des Cochlospermacées

C'est une famille très restreinte comprenant quelques arbustes à racine tuberculeuses. Les feuilles sont alternes. Les fleurs jaunes sont à 5 pétales. Les fruits sont des grosses capsules ovoïdes contenant des graines couverts des poils soyeux.

Exemple : *Cochlospermum tinctorium* (chii), *Cochlospermum planchonii*

▪ Famille des Moringacées

Les individus de cette famille sont des arbustes à tige semi-ligneuse. Les fruits sont des capsules long s'ouvrant par 3 fentes à maturité et renfermant plusieurs graines ailées. Les feuilles sont tripennées et utilisées dans la sauce au sud du pays. Les pétales sont attirés par leur blancheur (la tige est utilisée pour supporter le Seko d'où leur nom de support de Seko dans cette localité du sud).

Exemple : *Moringa oleifera*

❖ Ordre des Rhodales (présence de fausse cloison)

▪ Famille des Crucifères ou Brassicaceae

Les individus sont généralement des herbacés. Les feuilles sont simples et alternes. Les fleurs sont groupées et bisexuées (la formule florale : $(2+2)S + 4P + (2+4)E + \underline{G} (2)^1_n$ (ovule supère)). Les pétales sont en croix (caractère important de la fleur). L'ovaire supère est bicarpellaire. Le fruit est silique. La graine est bitégumentée et exalbuminée.

Exemple : *Brassica tournefortii* (chou de Tournefort) ; *B. chinensis* (chou chinois) ; *B. oleracea* var *botrytis* (chou fleur) ; *B. nigra* (moutarde) ; *B. campestris* (colza) ; *Raphanus sativus* et *R. vulgaris* (raddies).

- **Famille des Capparidacées (ou Capparacées)**

Elle est voisine des crucifères et possède de cellules à myrosine. Ce sont des herbes, arbustes et lianes. La famille comprend environ 45 genres et compte 800 espèces représentées au Sahel par plusieurs individus.

Exemple : *Boscia senegalensis* ; *Cadaba forinosa* ; *Cadaba glandulosa* ; *Capparis corymbosa* ; *Capparis decidua* ; *Gynandropis gynandra*.

- ❖ **Ordre des Guttiferales ou clusiales**

- **Famille des Hypéricacées**

Ce sont des plantes herbacées ou ligneuses à feuilles simples opposées. Les feuilles ont un périanthe double (une sorte de cyclisation). L'ovaire est à placentation axile (axe dans l'ovaire pluriloculaire). Le fruit est une capsule ou une baie. Les graines sont exalbuminées. Les ovules sont anatropes.

On note la présence de poche et canaux sécréteurs. La famille renferme 10 genres et 260 espèces.

Exemple : *Hypericum perforatum* ; *H. aegyptiacum* ; *Vismia guyanensis*

- **Famille des Clusiacées ou Guttiferacées**

Ce sont des Hypéricacées arborescentes ou arbustives. On compte environ 900 espèces regroupées en 45 genres, tous tropicaux, dépourvus des canaux et poches sécréteurs. Les fleurs unisexuées sont souvent pentamères parfois tétramères avec un périanthe double c.à.d. cyclique. On note une monoécie et une dioécie. Les étamines sont libres et fasciculées. Les carpelles en nombre variable forment un ovaire uniloculaire. La placentation est axile. Les fruits sont des baies ou capsules à graine exalbuminée.

Exemple : *Garcinia mangostana* ; *G. manii* ; *G. ovalifolia* ; *Mammea africana*.

- **Famille des Théacées ou Cameliaées**

Ce sont des plantes ligneuse à feuilles ligneuses. Les pièces du périanthe sont invariables à insertion apicale. Les étamines sont nombreuses et les carpelles au nombre de 3. Les fruits sont des capsules à graines sans albumène. On note la présence des silerites (tissus de soutien) dans les feuilles et les fruits.

La famille comprend 18 genres avec 250 espèces environ, toutes des régions tropicales ou semi-tropicales

Exemple : *Thea sinensis* ; *T. assamica* (théiers cultivés en extrême orient pour ses feuilles) ; *Camelia japonica*.

Les théiers constituent une espèce important dans cette famille et fournissent selon les préparations qu'elles ont subi, de thé vert ou rouge. Leurs infusions ont des propriétés stimulantes dues à la théine, substance proche de la caféine.

- ❖ **Ordre des Malvales**

La placentation est axile. Plusieurs carpelles forment un ovaire pluriloculaire. La préfloraison est valvaire (les feuilles peuvent se toucher mais ne se recouvrent pas). L'inflorescence est tordue.

- **Malvacées**

C'est la famille la plus important et la plus évoluées de cet ordre. Les représentants sont des plantes herbacées ou ligneuses. Les feuilles sont isolées et stipulées. La fleur hermaphrodite est à calice à préfloraison valvaire, à corolle à 5 pétales à préfloraison tordue. Un gynécée à plusieurs carpelles. Le fruit est un schizocarpe (c.à.d. formé par la réunion de plusieurs unités appelées méricarpes). Les graines albuminées ou non à cotylédon foliaires.

La formule florale est : $5S + 5P + \infty E + \underline{G}_1^n$ (n=loge, 1=ovule, ovaire supère).

Elle compte 1000 espèces environ regroupées en 80 genres.

Exemple : les genres *Hibiscus* (*H. asper* ; *H. sabdariffa*) ; *Malva* ; *Gossypium* (*G. barbadense* et *G. peruvianum*, d'origine américaine ; *G. herbaceum* et *G. hirsutum*, d'origine européenne) ; *Abelmoschus* (*A. esculenta*) ; *Sida* (*S. ovata* ; *S. alba*).

▪ **Famille des Bombacées**

Cette famille comprend les arbres les plus gros de la création. Les feuilles sont alternes, souvent pentalobées. La nervation est palmée (digitée). Le gynécée est à carpelles multiovulés. Le grain de pollen est lisse. L'androcée est polydelphe. Les fruits sont des capsules à graine exalbuminée.

Exemple : *Adansonia digitata* ; *Ceiba pentandra* ; *Bombax costatum*

▪ **Famille des Sterculiacées**

L'androcée est monadelphie à anthère biloculaire. Le gynécée est à 5 carpelles soudés, pluriovulés. Le fruit est en général un follicule mais aussi des capsules et des drupes coriaces. Les feuilles isolées sont stipulées. Les Sterculiacées sont des arbres ou arbustes cauliflorés (fleurs insérées directement sur la tige).

La formule florale est : $(3 + 5) S + (5 + 5) E + \underline{G}(n)_n^n$

Exemple : *Theobroma cacao* (cacaoyer) ; *Cola* (*C. laurifolia*, *C. cordifolia* (colatier) ; *Sterculia* (*S. laurina*, *S. setigera*, *S. tomentosa*). Ces genres sont des Malvales primitives.

❖ **Ordre des Euphorbiales**

▪ **Famille des Euphorbiacées**

Elle renferme des herbacées, des grands arbres et aussi des arbustes de taille variable. Les fleurs sont de petite taille, verdâtre, isolées ou en épis ou en panicule. Les fleurs mâles sont souvent séparées des fleurs femelles : l'espèce est alors monoïque ou dioïque. Les fruits sont des capsules biloculés. L'ovaire est ordinairement triovulé. Les feuilles peuvent être simples ou digitées, alternes, opposées ou verticillées. Elles portent ordinairement les stipules (appendice de chaque côté des feuilles).

Exemple : *Euphorbia hirta*, *E. aegyptiaca*, *E. poissonii*, *Jatropha curcas* ; *J. gossypifolia* ; *Ricinus communis*

Les hévéas (*Hevea brasiliensis*), originaire du Brésil, est cultivé dans de nombreuses régions tropicales et sont la source la plus importante de caoutchouc. Les maniocs (*Manihot esculenta*) donnent des tubercules à l'aide desquels on fabrique des tapioka. Les ricins et le pourghère donnent des huiles utilisées comme purgatifs et en industrie dans le graissage des moteurs des avions etc.

b.2- Série des Disciflores

Les Disciflores constituent un ensemble évolué et homogène, riche en espèces exotiques, caractérisées par la présence sur le réceptacle floral d'un disque nectarifère (parfois de simples glandes qui sécrète de liquide nectarifère qui attire les insectes et ceux-ci emportent des graines de pollen = pollinisation entomophile). Les disques peuvent être en forme de colonne, en forme d'urne.

Généralement on remarque deux caractères des étamines : obdiplostémone et isostémone. La position de disque nectarifère permet de classer les ordres.

❖ **Ordre des Géraniales** (androcée obdiplostémone)

Le disque est réduit à des glandes. Les ovules sont épitropes pendant. C'est dans cet ordre qu'on a la famille des Erytroxylacées (*Erytroxylon cola*, contient l'alcaloïde et cocaïne, une anesthésie toxicomane)

(L'ordre des Géraniales, Terébinthales, Sapindales, Celastrales etc. sont basés sur des caractéristiques, en général, en grande partie artificielle : la position du disque par rapport étamines, dite réduit à 5, feuilles alternes ou non, ovule épitrope ou apotrope, des étamines avec les verticilles des pétales, absence ou présence des tissus sécréteurs etc.).

❖ **Ordre des Rutales**

▪ **Famille des Rutacées**

Elle compte environ 700 espèces. Ce sont des plantes ligneuses (arborescentes) rarement herbacées, appartenant aux pays chauds. Les feuilles sont simples ou composées. Les fleurs sont actinomorphes hermaphrodites ou unisexuées pentamères. Les pétales sont imbriqués rarement valvaires. La nature de l'androcée détermine le genre : si l'androcée est obdiplostémone, on a le genre *Rutal*, si l'androcée est isostémone, on a le genre *Citrus* ; si le fruit est formé par la réunion des follicules, il s'agit de la sous famille des Rutoïdées, si c'est une baie, il s'agit des Aurantoïdées.

Exemple : *Citrus limon* (citronnier) ; *C. aurantium* (oranger amer) ; *C. aurantifolia* (limettier) ; *C. reticulata* (mandarinier) ; *C. grandis* (pamploussier).

Les Géraniacées, les Tropéolacées, les Balsaminacées, les Linacées (lin), etc. sont des Disciflores obdiplostémones et possèdent 10 étamines comme des Rutacées.

Les Disciflores qui n'ont qu'un seul verticille d'étamine isostémone, correspond à l'ordre des Celastrales regroupant les familles suivantes : Celastracées, Ilicacées (houx), Rhamnacées (*Zizyphus sp*) et **les Ampelidacées (vignes ???)**.

▪ **Famille des Méliacées**

Les Méliacées sont des arbustes et arbres de hauteur toujours supérieur à 1,5 m à l'état adulte et possède des cellules sécrétrices isolées. Les feuilles alternes sont pennées rarement simples, absence de stipules. Les fleurs actinomorphes sont rarement imbriquées. Les pétales sont libres ou partiellement soudés à préfloraison imbriquées. De fois ils sont adhérents au filet. Le nombre d'étamine varie de 8 à 10 et dépasse rarement ce nombre. Les fruits sont des baies, des capsules, rarement des drupes.

Exemple : *Khaya senegalensis* ; *Azadirachta indica*

❖ **Ordre des Sapindales**

▪ **Famille des Sapindacées**

Ce sont des arbres ou des arbustes et même des lianes.

Les feuilles sont alternes rarement opposées, unifoliolées, trifoliolées. Les fleurs sont actinomorphes ou zygomorphes, parfois de très petite taille. Les sépales sont imbriqués, rarement valvaires. Les pétales varient de 1 à 5 et parfois absents. Le disque nectarifère est unilatéral. Les étamines au nombre de 8 sont hypogynes à insertion unilatérale par rapport au disque nectarifère. Les filets à anthère biloculaire sont libres. Le gynécée uni ou pluriloculaire sont supères, le nombre de loge varie de 1 à 8. Les ovules à placentation axile sont au nombre de 1 ou 2 par loge. Les fruits sont des capsules.

Exemple : *Paulinia pinnata* ; *Cardiospermum grandiflorum*

▪ **Famille des Anacardiacées**

Cette famille sont souvent des arbres et des arbustes à feuilles ordinaires, alternes non stipulés parfois opposées ou verticillées (les feuilles sont simples ou composées). Les folioles peuvent être entières. Les fleurs sont hermaphrodites ou unisexuées, le plus souvent actinomorphes. Les fruits peuvent être des drupes. On note la présence d'un disque intra-staminale.

L'androcée est obdiplostémone.

Cette famille comprend des végétaux de forêts de zones humides et de savanes. Leurs espèces sont caractérisées par la présence de résine à odeur térébenthine. Les feuilles sont entières dans le genre *Mangifera*.

Exemple : *Mangifera* (*M. indica* ; *M. caesia*, ovaire supère à 5 capelles typiques) ; *Anacardium* (*A. occidentale*, le nombre de carpelle réduit à 2 ou 3. Le pédicelle forme un renflement charnu appelé pomme de cajou au dessus de vrai fruit qui est de type akénoïde) ; genre *Spondia*.

b.3- Série des caliciflores

Par suite de la soudure de la base des pièces du périgone et l'androcée, la corolle et l'androcée semble s'insérer sur le calice et l'ovaire se trouve placer dans une coupe plus ou moins profonde (il existe trois ordres principaux : les Rosales, les Myrtales et les Umbellifères ou Apiales).

❖ **Ordre des Rosales** (carpelles plus souvent indépendants)

L'ordre est caractérisé par :

- un réceptacle concave, contenant des carpelles libres entre eux ne pouvant secondairement se souder (ce caractère rappelle les Renonculales où les carpelles sont indépendant).
- Des étamines nombreuses, 10 au moins. Ce caractère rappelle encore les Renonculales, mais les étamines comme d'ailleurs les carpelles, ne sont plus ici disposées sur une spirale mais selon des verticilles.

▪ **Famille des Rosacées**

Elle constitue une importante famille tant par le nombre des espèces (3000) que par la diversité végétative. Les espèces de cette famille habitent toutes les contrées du monde mais surtout abondant dans les régions tempérées de l'hémisphère nord. Elle comprend toutes les formes végétales, depuis les herbes jusqu'aux arbres ; les formes herbacées comme les fraisiers (*Fragaria sp*), d'autres sont des arbustes tels que les Rosiers (*Rosa sp*) ou des arbres (pourrier : *Pirus sp* ; pommier : *Molus sp* ; prunier et cerisier : *Prunus sp*).

Les fleurs sont disposées en grappes ou en forme dérivées de la grappe ou l'épi des Aigremoine (*Agremonia sp*), ou des corymbes des pruniers et des pommiers. Le nombre des étamines est toujours élevé provenant de la multiplication d'un androcée obdiplostémone (diplostémone = 2 étamines soudées ??).

La formule florale : $5S + 5P + n \times 5 E + 5C$

On distingue le nombre types de fruits suivant le nombre de carpelle, la structure, l'organisation du réceptacle floral et sa nature à la maturité des fruits : des akènes, des drupéoles ou des drupes.

La fraise est formée de la réunion de nombreux akènes ou fruits élémentaires. La framboise est formée de drupéole, la pomme et la poire sont formées par les drupes.

❖ **Ordre des Fabales ou Légumineuses**

Cet ordre compte 13000 espèces rependues dans le monde entier. Les légumineuses sont après les Composées (ou Astéracées), la seconde famille des phanérogames. Les formes arborescentes prédominent dans les pays chauds, les formes herbacées dans les pays tempérés (l'origine de cet ordre doit être recherchée chez les Rosales).

Les Légumineuses sont caractérisées par la présence d'un seul carpelle qui donne une gousse appelée par les botanistes "légume" d'où le nom donné à cet ordre.

En fait, les Légumineuses sont une "Supère famille" qui doit être divisée en trois familles proprement dites :

- La famille des Mimosacées

Exemple : *Mimosa sp* ; *Acacia sp*

- La famille des Césalpiniacées

Exemple : *Cassia sp* ; *Siliquatum* ; *Tamarindus sp*

- La famille des Papilionacées ou Fabacées, dont de nombreux représentants habitent diverses régions de la planète Terre.

Exemple : genre *Fabus* (fève), *Phaseolus sp* (*P. vulgaris*=haricot), *Glycine max* (soja), *Vigna unguiculata* (niébé), trèfle ect.

Chez les Mimosacées, encore proche des Rosacées primitives, les étamines sont généralement très nombreuses. La fleur est régulière. Chez les Césalpiniacées et les

Papilionacées, le nombre des étamines est réduit en général à 10. Ce nombre, encore sujet de quelques variations chez les Césalpiniacées, est constant chez les Papilionacées.

La fleur acquiert une corolle zygomorphe. On distingue un pétale dorsal appelé étendard ou *vescillum*, 2 pétales latéraux appelés ailes et 2 pétales ventaux plus ou moins appliqués l'un contre l'autre et qui forment la carène.

Les Papilionacées, avec 10 000 espèces, représentent la plus grande partie des Légumineuses. Leurs racines présentent des renflements ou nodosités (particularités biologiques des racines des Légumineuses en général). Ces nodosités des radicelles déformées à la suite d'une infection des bactéries du genre *Rhizobium*, fixatrices d'azote de l'air. Il s'établit une symbiose entre la plante et la bactérie.

NB : Les nodosités sont présentes chez 90% des Papilionacées sont également chez les Mimosacées (avec le même pourcentage) et chez les Césalpiniacées (1/3 des espèces) ; ce qui est la preuve de l'unicité des Légumineuses. L'enrichissement des sols en azote par les Légumineuses était connu des romains qui avaient mis au point la technique de rotation de culture.

❖ **Ordre des Myrtales** (Caliciflores à carpelles soudés, ovaire généralement infère et graine exalbuminée)

Les Myrtales se rapprochent des Rosales mais les carpelles sont soudés entre eux et généralement avec les réceptacles. La présence du phloème autour de la moelle est fréquente ; ce qui prouve que les Myrtales sont plus évoluées que les Rosales.

▪ **Famille des Myrtaceae**

Plusieurs espèces de cette famille sont intéressantes pour leurs essences.

- Les *Eucalyptus* (*E. sp*) sont originaires d'Australie. Leurs essences sont obtenues par distillation de feuilles de *E. globulus* ;
- Les Girofliers (*Eugenia sp*) : l'essence des girofles est tirée des boutons floraux ;
- La distillation des feuilles des *Melaleuca*, arbre à écorce blanche caractéristique de la Calédonie, donne l'essence de Niaouli.

C'est également dans cet ordre qu'on range les Combrétacées (*Combretum michreuntum*, dont les feuilles ont des propriétés diurétiques) ; les Lythracées (*Lythrum salicaria* ou Salicaire, herbe des bord des eaux dont on utilise les somites floraux **comme anti-....., ???**)

❖ **Ordre des Ombelliferales ou Apiales**

Les Ombellifères sont les plus évolués des Dialypétales. Le nombre des étamines est réduit à 5, celui des carpelles généralement à deux et l'ovule devient unitégumenté par perte d'un de deux téguments (simplification évolutive).

La formule florale est : $5S + 5P + 5E + 2C_5$ (caractère rencontré chez la majorité des gamopétales).

▪ **Famille des Ombelliferaceae ou Apiaceae**

La carotte (*Daucus carota*) et persil (*Petroselinum sativum*) appartiennent à cette famille et elle compte 2500 espèces réparties dans toutes les régions tempérées, surtout dans l'hémisphère nord. C'est une famille très homogène, la plus facile de la flore à caractériser grâce à ses inflorescences en ombelle. Inversement, les espèces sont parfois difficiles à distinguer les unes des autres. C'est également la famille la plus évoluée des Dialypétales.

Les espèces de cette famille sont essentiellement des herbes annuelles comme le Cerfeuil, biennuelles comme les carottes ou le plus souvent vivaces. L'appareil souterrain pérenne est très varié : racine pivotante, rhizome, tubercule. L'inflorescence en ombelle est constituée par des pédoncules floraux ou rayon divergeant sensiblement de même point (les fleurs épanouissent toutes à un même niveau). Les fleurs sont de couleur blanche ou plus rarement jaunâtre, verdâtre ou rose.

Le fruit globuleux est un diakène qui donne à maturité 2 akènes libres. Chacune des akènes présente sur sa face externe, cinq côtés séparés par des valécules. Dans chaque

vallecules sont placées des poches sécrétrices allongées nommées bandelette. La graine est albuminée.

Plusieurs Ombelles sont utilisées comme légumes (fenouil, céleri...) et comme condiment (feuilles de persil, cerfeuil, coriandre etc.).

C. Sous-classe des Gamopétales

Les Gamopétales sont des Dicotylédones à pétales soudés entre eux. Ce sont des plantes à feuilles presque toujours simples et sans stipules. Les fleurs sont en cyme. Les carpelles sont soudés à ovules ayant un seul tégument à l'exception des Primulacées et les Cucurbitacées.

La gamopétalie assure une meilleure protection des parties reproductrices de la fleur. Elle s'adapte mieux à un type déterminé d'insectes pollinisateurs. Les Gamopétales sont les plus évoluées des plantes à fleurs. Elles sont polyphylétiques et apparaissent comme les termes ultimes de l'évolution de certains groupes des dialypétales.

De plus primitives aux plus évolués, les Gamopétales sont divisées en 3 grands groupes selon que la fleur est à 5 cycles (5S + 5P + (5+5) E + 5C) ou 4 cycles par réduction de l'androcée à un seul cycle puis selon que l'ovaire est supère ou infère (quelque fois trois séries).

c.1- Les gamopétales pentacyclique superovariées (5S+5P+(5+5)E+5C)

Ce sont les moins évolués des gamopétales, suivant que les étamines sont soudées ou non à la corolle.

On distingue les deux ordres les plus importants de ce groupe :

- Les étamines libres correspondent à l'ordre des Ericales
- Les étamines soudées à la corolle équivalent à l'ordre de Primidales

Les familles, généralement tropicales, sont classées dans l'ordre des Ebénales où l'on trouve les *Styrax sp* (Styracacées). Quant aux Plantaginacées, l'unique famille de l'ordre des Plantaginales, elles possèdent beaucoup d'affinité avec les Polygonacées.

Les espèces de la famille des Ericacées (ordre Ericales) sont environ 1500 espèces et rependues dans le monde entier mais se localise surtout dans les régions tempérées ou froides, voire même les hautes montagnes.

Les Primulacées comprennent 800 espèces largement rependues, ne sont plus abondantes dans l'hémisphère nord. Un bon nombre habite les montagnes.

c.2- Les Gamopétales tétracycliques

Elles ne comptent comme leur nom indique que 04 cycle par rapport aux pentacycliques ; elles ont perdu un cycle d'étamines. Les étamines sont soudées à la corolle et le nombre de carpelle est réduit à deux (ils sont médians : antéropostérieur).

Leur classification en ordre est très variable selon les auteurs. Les uns définissent les Gentianales (famille des Gentianacées : *Gentiana lutea*) ; Schrophylarinales, Lamiales (régions méditerranéennes, genre *Thymus*, les thyms), les Lavandes (g. *Lavandula*), Sauges (g. *Salvia*). Beaucoup d'autres considèrent qu'il faut au contraire distinguer les Oléales (Oléacées : genre *Olea*, *Jasminum*) et Borraginales.

On distingue deux groupes (02 séries) des Gamopétales tétracycliques suivant que l'ovaire est supère ou infère et la nature de la préfloraison :

- Les Gamopétales tétracycliques superovariées à préfloraison tordue ;
- Les Gamopétales tétracycliques superovariées à corolle généralement imbriquée ;
- Les Gamopétales inférovariées.

❖ Les Gamopétales tétracycliques superovariées

I- **Fleur actinomorphes** : corolle souvent tordue

1- **Ordre des Gentianales** (tétramères, feuilles opposées sessiles)

- Carpelle indépendant dans la région ovarienne lactifères (Apocynacées (exemple) ; Asclépiadacées (exemple))

- Carpelles soudés, pas de lactifères (Gentianacées (*Gentiana lutea*); Loganiacées (exemples).
- 2- **Ordre des Solanales** (feuilles isolées simples quelque fois composées pennées
 - Les carpelles biovulés (Convolvulacées : *Convolvulus orvensis*, *Cuscuta sp*)
 - Les carpelles polyovulés placés obliquement c.à.d. plan symétrique oblique des carpelles (Solanacées : *Solanum sp* ; *Melonzina sp* ; *Capsicum sp* ; *Nicotina sp*)

II- Fleurs zygomorphes

- 1- **Ordre des Plantaginales** (2 carpelles pluriovulés)
 - Feuilles opposées et alternes (Scrofulariacées : *Limaria sp* ; Plantaginacées : *Digitalis purpure*, biannuel ; genre *Veronique*)
- 2- **Ordre des Lamiales** (2 carpelles uni ou biovulés, feuilles opposées, port herbacé dominant)
 - Lamiacées ou Labiées : *Lavandula sp* ; *Salvia sp* ; *Lanium sp* ; *Mentha sp* ; *Thymmus sp* ;
 - Oléacées (4S, 4P, 2 E ,2 C : *Olea vulgaris*, *O. europaea*, *Jasminum sp*).

❖ Gamopétales tétracycliques inférovariés

Dans ce groupe, le nombre de carpelles n'est pas définitivement stabilisé à 2 comme chez les familles évoluées, en particulier chez les deux familles des Rubiacées et les Composées ou Astéracées.

Par ailleurs, nous avons des familles moins parfaites : la réduction évolutive de deux carpelles ne s'est produite dans les genres d'où un nombre variable compris entre 5 et 2.

Comme pour les Gamopétales à ovaires supères, nous envisagerons les familles les moins évoluées dont les étamines sont encore libres puis celles chez lesquelles ces dernières sont soudées à la corolle. Nous les classerons ensuite, selon que les carpelles sont « ouverts » ou « fermés ».

I- Etamines libres, feuilles carpellaires soudées

- 1- **Ordre des Violales** (carpelles « ouverts »
 - Violacées (exemples) ;
 - Cucurbitacées (*Cucurbita sp* ; *Cucumis sp*)
- 2- **Ordre des Companulales**
 - Campanulacées (*Companula sp* ; *Obelia sp*).

II- Etamines soudées

- 1- Ordre des Rubiales (carpelles « fermés », feuilles toujours opposées et en principe à stipule (Rubiacées : *Gardenia sp* ; *Coffea sp*).
- 2- Ordre des Dipsacales, caractéristiques proches des Rubiales (Caprifoliacées : *Sanbuscus sp* ; *Lonicera sp*. Valérienacées : *Valeriana sp* tq *V. officinale*).
- 3- Ordre des Astérales (carpelles « ouverts », feuilles diversement disposées (Astéracées ou Composées : *Chrysanthemum sp* ; *Artémisia sp* (chien-dent), *Cardus sp* (chardon à glume).

D- Les Angiospermes et l'homme

Depuis la nuit de temps, les plantes à fleurs et l'homme ont une longue histoire commune. L'homme a utilisé les végétaux dans tous les domaines de sa vie : soit pour se nourrir, se vêtir, s'abriter, se soigner ; il a toujours eu recours au monde végétal.

Quelques type de plantes utilisées par l'homme seront illustrées (la liste n'est pas exhaustive).

1- Les Angiospermes dans l'alimentation

De très nombreuses plantes sont consommées tq crues ou cuites. D'autres sont transformées. On peut également en utilisées des extraits solides (amidon) ou liquides (jus de fruits).

a- Plantes non transformées

- **Le maïs** (*Zea maïs* ou *mays*, Poacées) une cérébrale la plus cultivée dans le monde ; plus de 150 pays sur les cinq continents (alimentation animale, biocarburant) ;
- **Le riz** (*Oryza sativa*, Poacées), *O. sativa* est l'espèce la plus courante mais on cultive aussi *O. glaberrima* (fruit est un akène de type caryopse riche en amidon, utilisé dans l'alimentation, cultivé en Chine, Inde Indonésie) ;
- **Le blé** (*Triticum sp*, Poacées). L'espèce la plus cultivée est *T. aestivum* (froment, blé tendre). Sa farine est utilisée en boulangerie. *T. turgidum*, sous-espèce *durum* (blé dur) réservé à la fabrication des pâtes alimentaires ;
- **La pomme de terre** (*Solanum tuberosum*, Solanacées). C'est une plante dont on consomme les tubercules qui sont des tiges souterraines hypertrophiées et gorgées d'amidon (les parties aériennes et les tubercules conservés dans de mauvaises conditions produisent des alcaloïdes, le fruit est toxique) ;
- **L'igname** (*Dioscorea sp*, Dioscoréacées : *D. alata*). Ses tubercules, pouvant peser plusieurs dizaines de kg, sont riches en amidon. Ils sont très consommés en Afrique après cuisson, entiers, écrasés, séchés ou encore sous forme de farine ;
- **Le manioc** (*Manihot esculenta*, Euphorbiacées). C'est une plante très riche en amidon et constitue un aliment majeur des régions tropicales ;
- **La patate douce** (*Ipomoea batatas*, Convolvulacées) donne un tubercule riche en amidon, très cultivé et consommé en Chine.

b- Les extraits des plantes

❖ **Le sucre**

Le sucre est un aliment totalement naturel. Ce qu'on appelle sucre est le saccharose extrait, concentré et cristallisé à partir du contenu vacuolaire des cellules des plantes à sucre.

Deux plantes fournissent le sucre consommé par l'Homme :

- **La canne-à-sucre** (*Saccharum officinarum*, Poacées), grande plante herbacée tropicale de 2 à 6 m de haut. Elle est pluriannuelle après chaque coupe (plante de lumière, elle a besoin d'eau pendant sa phase végétative puis de sécheresse pendant la période d'accumulation du saccharose dans les tiges). Le Brésil est le 1^{er} producteur (1/3 de production mondiale) suivi par l'Inde (1/5 de la production mondiale) ;
- **La betterave sucrière** (*Beta vulgaris*, Amarantacées). Plante biennale dont la racine est récoltée à la fin de la 1^{ère} année. Plante de climat atlantique, la betterave sucrière est largement cultivée dans l'UE, la France étant le 1^{er} producteur

❖ **L'amidon**

C'est un polysaccharide qui est la principale molécule de stockage du glucose par les végétaux, dans les racines et les tiges tubérisées (tubercules), dans certains fruits et les graines de céréales (blé, maïs, seigle, riz nommé farine). Il est utilisé dans l'industrie agro-alimentaire (boulangerie, boisson, confiserie, fabrication d'édulcorant) et dans l'industrie chimique (colle, papier, carton, matière plastique biodégradable, textiles).

c- Plantes boissons

Toutes les plantes à fruits charnus peuvent pratiquement fournir une boisson par pression de leurs fruits (oranges, citron, ananas, pamplemousse, pomme, raisin etc.). Les jus de fruits sont conservés frais ou, le plus souvent, après pasteurisation.

A part ces jus obtenus obtenus par simple pression, il existe d'autres boissons à base de plantes obtenues après traitement :

- **Le thé** (*Camellia sinensis*, Théacées). Le thé est la boisson obtenue par infusion des feuilles du théier ; arbre à feuilles persistantes pouvant dépasser 20 m de haut, originaire d'Extrême Orient. On ne cueillit que des bourgeons terminaux (la meilleure qualité) ou les bourgeons terminaux ou une, deux ou trois feuilles situées en dessous (les différents traitements subis par les feuilles après la récolte, le séchage, le broyage, le chauffage, la fermentation, ajout de fleur d'épice ou d'essence, permettent une

bonne grande variété de thé. Le thé est riche en polyphénols aux propriétés antioxydants). La Chine et l'Inde sont les deux principaux producteurs et fournissent plus de la moitié de la production mondiale.

- **Le cacao** (*Theobroma cacao*, Malvacées). Le cacaoyer est un petit arbre tropical (rabattu à 4 ou 5 m en culture) poussant à l'abri de plus grands arbres car il craint le soleil direct. Les fleurs sont insérées directement sur le tronc. Les fruits (cabosses), 30 à 50 par plantes, sont des capsules à chair blanche comestible qui renferment quelques dizaines de graines ovoïdes arrondies, les fèves (pour la fabrication du chocolat)

Le cacao est parfois considéré comme une drogue car il déclenche un phénomène d'accoutumance (il contient deux alcaloïdes : la théobromine et un peu de caféine). Heureusement, c'est une drogue bien inoffensive.

- **La bière.** La bière moderne est une boisson fermentée préparée à partir d'orge germée, le malt, de houblon et d'eau très pure. Une sorte de bière (ancêtre de bière) est obtenue à partir d'une bouillie fermentée de céréales.
- **Le vin.** Le vin est une boisson alcoolisée obtenue à partir de la fermentation des baies de la vigne, les raisins. La vigne (*Vitis vinifera*, Vitacées) est un arbrisseau grimpant qui se fixe à l'aide de vrille, dont es tiges peuvent atteindre 20 à 30 m de long.

C'est une boisson universelle dont l'origine est très ancienne (depuis l'Antiquité).

d- Plante à huiles

Les lipides sont stockés dans les cellules des végétaux sous forme d'inclusion huileuse. Les plantes à huile, ou plantes oléagineuses, sont des espèces dont l'huile est principalement stocké dans les graines ou de fruits (les plantes oléagineuses les plus utilisées sont, par ordre d'importance, le palmier à huile (25% de la consommation), le soja (24%), le colza (12%) et le tournesol (7%)).

- **Le palmier à huile** (*Elaeis guinensis*, Arecacées). Par pression à chaud de la pulpe de ses fruits (drupes), on obtient l'huile de palme, très utilisée dans l'industrie agro-alimentaire (80% de la consommation et 20% dans l'industrie cosmétique). Elle est aussi utilisée pour fabriquer les biocarburants (la forte teneur de l'huile de palme en acide gras saturés peut être source d'accidents cardiovasculaires). La plante est originaire de Guinée. Malaisie et Indonésie sont les deux premiers producteurs et fournissent 80% de la production mondiale.
- **Le soja** (*Glycine max*, Fabacées). C'est une plante herbacée, grimpante, annuelle, de 30 cm à plus d'1 m de haut. Le fruit est une gousse ou légume (caractéristique commune des Fabacées) contenant 2 à 4 graines. Originaires des régions chaudes du sud-est asiatique, il est de nos jours cultivé dans de nombreuses régions du monde. Les Etats-Unis sont les premiers producteurs (près de 40%) suivi par le Brésil et l'Argentine (à eux seuls trois presque 90% de la production mondiale).
- **Le colza** (*Brassica napus var. olifera*, Brassicacées). C'est une plante annuelle à fleurs jaune, de 30 cm à 1 m de haut. Elle est issue de l'hybridation naturelle entre *Brassica campestris* et *Brassica oleracea*. L'huile est obtenue à partir des graines. Sa culture est répandue dans les régions tempérées fraîches.
- **Le tournesol** (*Helianthus annuus*, Astéracées). Plante annuelle pouvant atteindre 4 m de haut. Le fruit est un akène portant des graines oléagineuses, faible en acides gras saturés. Originaire d'Amérique du Sud, il pousse en climat chaud et sec. Les principaux pays producteurs sont la Russie, l'Argentine et l'Ukraine qui fournissent à eux trois près de 50% de la production mondiale.
- **L'olivier** (*Olea europaea*, Oléacées). Arbre caractéristique du climat méditerranéen et pouvant dépasser 4 m de haut. En culture, grâce à sa taille, il est maintenu entre 3 et 7 m. Il est très rameux et peut vivre plusieurs siècles. La pulpe de son fruit (drupe) fournit une huile qui est une signature de la cuisine méditerranéenne. La production

mondiale se concentre à 99% dans les pays méditerranéens (Espagne 40% et Italie 20%, grands producteurs).

- **L'arachide** (*Arachis hypogaea*, Fabacées). La plante contient de graines (cacahuètes) riches en huile très utilisé dans la cuisine du sud-est asiatique et aussi en Afrique. L'huile supporte bien les hautes températures.

e-Plantes condiments et épices

Les condiments sont des substances destinées à relever le goût des aliments (sel, moutarde). Les épices sont des condiments forts correspondant à des parties de la plantes aromatique à forte saveur. Les épices les plus fortes proviennent souvent de plantes exotiques.

- **Partie souterraine** (racine, rhizome ou bulbe) : on a curcuma et gingembre (racine), ail et oignon (bulbe) ;
- **Partie aérienne** (tige, feuille) : cannelle (écorce) et laurier sauce (feuille) appartenant aux Lauracées. Basilic, sauge, menthe, thym, romarin appartiennent aux Lamiacées, on utilise les feuilles ou la tige feuillée. Coriandre, fenouil, persil appartiennent aux Apiacées, on utilise la tige feuillée. Estragon, de la famille des Astéracées, on utilise la tige feuillée.
- **La fleur** : câpre et clou de girofle (boutons floraux de girofle et câprier), safran (stigmate de *Crocus sativus*) ;
- **Fruits** : le poivre, il est obtenu à partir des fruits de trois espèces du genre *Piper* (*P. nigrum*, *P. cubeba*, *P. longum*, appartiennent aux Pipéracées). Le piment, un terme désignant plusieurs espèces de Solanacées appartenant au genre *Capsicum* (*C. annum*, *C. frutescens*). (selon l'espèce, la variété utilisée et le type de préparation, on obtient différents type de piments de saveurs différentes allant d'un goût à peine relevé à une sensation de brûlure) ;
- **Graine** : très nombreuses graines d'Apiacées tq aneth, anis, carvi, fenouil, coriandre...

2- Plantes textiles

- **Le coton** (genre *Gossypium*, Malvacées). Le coton est formé les longues fibres (18 à 40 cm) de celluloses pures entourant les graines des cotonniers. Ces arbustes mesurent entre 1 à 1,5 m (il existe des variétés arborescentes), nombreux sont intertropicaux mais seulement 4 à 5 ont un intérêt industriel, parmi lesquels *G. herbaceum* et *G. arboreum* sont des espèces asiatiques et *G. barbadense*, *G. peruvianum*, *G. hirsutum* sont des espèces américaines. La Chine est le 1^{er} producteur mondial suivie des Etats-Unis puis de l'Inde.
- **Le chanvre** (*Cannabis sativa*, Cannabacées). Il existe deux variétés principales : *C. sativa var. vulgaris* (le chanvre à fibres) et *C. var. vulgaris* (le chanvre à résine). (Pour certains auteurs, il n'y aurait pas deux variétés mais seulement des différences dues aux conditions climatiques ; en climat tempéré on obtient le chanvre à fibres alors qu'en climat chaud, on aurait de chanvre à résine). Il s'agit le plus souvent d'une grande plante herbacée dressée d' 1 à 3 m parfois jusqu'à 4 à 5 m, dioïque. Les feuilles sont composées de 3 à 7 segment ovales allongés, dentés, plus ou moins rêche au toucher à cause de la présence de nombreux poils, et odeur forte. Le chanvre sert à la fois à la fabrication des textile et des papiers (papiers de cigarette, papier bille, billet de banque) mais aussi utilisé pour la fabrication d'huiles, de plastiques biodégradables, de cosmétiques et entre de plus en plus souvent dans la composition d'isolants phonique composites utilisés dans l'industrie du bâtiment et dans l'industrie automobile.
- **Le lin** (*Linum usitatissimum*, Linacées). Petite plante herbacée (30 à 60 cm) annuelle à magnifique fleur bleue dont la tige possède des faisceaux de longues cellules (1 à 10 cm) à paroi cellulosique très épaisse. Ces faisceaux constituent les fibres qui peuvent

présenter jusqu'à 25% du poids sec de la tige. La France est le 1^{er} producteur de fibres de lin.

- **De nombreuses plantes** ont été ou sont encore utilisées dans différentes régions du monde pour réaliser des cordages ou des textiles : alfa ou sparte (une Poacées des régions arides d'Afrique du Nord) ; Jute (*Corchorus capsularis*, arbuste appartenant aux Malvacées poussant dans le nord de l'Inde) ; le Kapokier (*Ceiba pentandra*, parfois appelé le fromager de régions tropicales Inde et Thaïlande) ; Ramie ou ortie de chine (*Boehmeria nivvea*, Urticacées) ; Raphia (*R. sudanica*, Aracées) originaire de Madagascar ; Sisal (*Agave sisalana*, Agavacées) originaire du Mexique.

3- Plantes tinctoriales

L'homme utilise des couleurs ou des colorants différents d'origines végétales pour réaliser la teinture diverse pour les textiles principalement mais également en peinture et en calligraphie (enluminure) :

- **Le rouge** : une de source principale pour la couleur rouge a été le rhizome de la garance (*Rubia tinctorum*). Après le séchage, le rhizome est broyé puis pillé.
- **Le bleu** : le bleu clair est obtenu à par du pastel (*Isatis tinctoria*, Brassicacées européen). Mélangé à d'autres plantes tinctoriales, il permet d'obtenir du vert, du pourpre ou du violet. Les feuilles sont séchées, broyées puis fermentées et façonnées en boules appelées coque ou cocagnes.

Le bleu indigo : les nuances allant du bleu au pourpre sont obtenu à partir des feuilles macérées de l'indigotier (*Indigofera tinctoria*, Fabacées) présent en Orient, Amérique centrale et Amérique du sud.

Le bleu tournesol est obtenu à partir de *Chrozopora tinctoria* (Euphorbiacées) de la zone méditerranéenne appelée tournesol. La couleur est probablement obtenue à partir des graines.

- **Le jaune** est obtenu à partir de plusieurs sources végétales notamment la gaude (*Reseda luteola*, Résédacées), plante de la flore française, les stigmates de safran (*Crocus sativus*) peuvent être une source de jaune, de même que les racines du curcuma (*Curcuma xanthorrhiza*, scitaminacées) appelé safran des Indes.

4- Les plantes industrielles

- **Le tabac** (*Nicotina tabacum*, Solanacées) : c'est une grande plante herbacée pouvant dépasser deux mètres de haut et dont on utilise les feuilles après séchage, soit pour fumer, soit pour priser ou le chiquer soit encore sous forme de boisson. Il avait une valeur sacrée et était très consommée lors de certaines cérémonies.
- **Le caoutchouc** : il est au départ utile pour la fabrication de balle pour enfant (1830) puis à faire des pneumatiques pour bicyclette (1890). Sa consommation va considérablement augmenter avec les débuts de l'automobile.

Le caoutchouc naturel est obtenu à partir du latex d'un arbre (*Castilloa elastica*, Moracées) poussant au Guatemala et dans le sud du Mexique et d'extrait à partir d'Hévéa (*Hevea brasiliensis*, Euphobiacées). Des milliers d'espèces d'arbres produisent du latex, mais c'est l'hévéa qui donne les meilleurs rendements.

Actuellement, la Thaïlande, l'Indonésie et la Malaisie assurent plus des ¾ de la production mondiale.

5- Les plantes pharmaceutiques

Les plantes sont directement ou indirectement à l'origine de la majorité des médicaments. Dans certaines régions du monde, elles présentent encore la seule possibilité de se soigner pour une bonne partie de la population.

En phytothérapie, on utilise les plantes entières ou des parties de plantes (ex. tisanes). Les huiles essentielles, ou essences, sont utilisées dans le cadre de l'aromathérapie tandis que la gemmothérapie utilise les bourgeons de certaines espèces. En homéopathie, la moitié des préparations sont à base de plantes.

Donnons quelques exemples de plantes fournissant des molécules de 1^{ère} importance en thérapeutique.

- **L'armoise annuelle** (*Artemisia annua*, Asteracées). C'est une grande herbacée à feuille très découpées et très odorantes, utilisées en médecine traditionnelle chinoise. Elle contient de l'artémisinine, lactone sesquiterpénique utilisée contre le paludisme en association avec d'autres antipaludéens.
- **Les Digitales** (genre *Digitalis*, Plantaginacées). Deux espèces sont utilisées pour l'extraction d'hétérosides cardiotoniques : la digitale pourpre (*Digitalis purpurea*) caractéristiques des terrains siliceux et surtout la digitale laineuse (*Digitalis lanata*) qui préfère des terrains calcaires. Les deux espèces sont cultivées.
- **Le pavot somnifère** (*Papaver somniferum*, Papavéracées). Ce sont des espèces herbacées de 1 à 1,5 de haut, à grandes fleurs blanche, roses, rouges ou violacées. Le fruit est une grosse capsule fermée par la soudure de 8 à 12 carpelles. Le pavot est très riche en alcaloïdes que l'on peut l'extraire à partir du latex (opium). L'alcaloïde principal est la morphine dont la codéine est une dérivée.
- **Les Solanacées** sont utilisées en grande quantité pour fournir, par extraction de l'atropine, de la scopolamine et de la hyoscyamine, 3 alcaloïdes très utilisés en thérapeutique (et très toxique). Ce sont *Brugmansia sanguinea*, un datura arborescent d'Amérique du Sud, *Duboisia myoporoides* et *Duboisia leichnardtii*, deux arbres australiens, la belladone (*Atropa belladonna*), grande plante herbacée et le stramoine (*Datura stramonium*), plante herbacée malodorante pouvant dépasser deux mètres.