



جامعة محمد الخامس

Université Mohammed V



كلية العلوم الرباط

Faculté des Sciences Rabat

Filière SVI

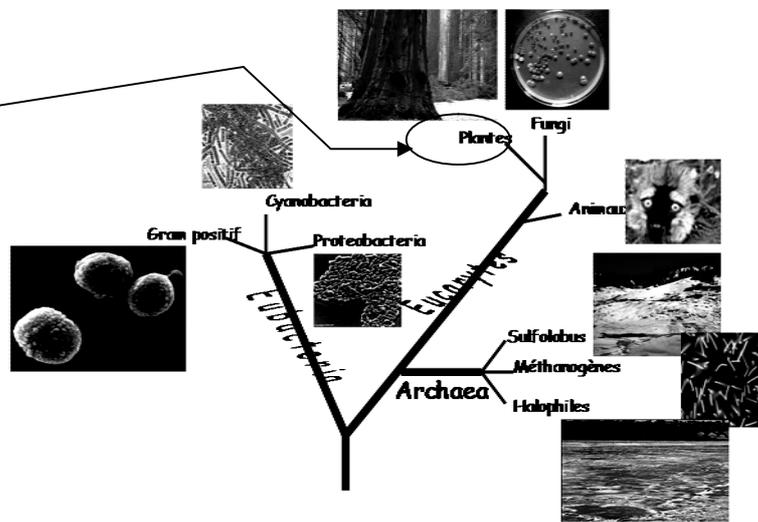
S4

Module : FLORISTIQUE ou BIOSYSTEMATIQUE
DES PLANTES VASCULAIRES

Département de Biologie

Cours

Les 3 domaines du vivant



Règne des <i>Plantae</i>	Algues (Brunes, Rouges, Vertes)			
	Bryophytes (= Plantes avasculaires à spores) (Hépatiques, Mousses)			
	Embryophytes (= Cormophytes) Plantes terrestres, porteuses d'embryon		Trachéophytes (= Plantes vasculaires)	
			Pteridophytes (= Plantes à spores) (Selaginelles, Prêles, Fougères à frondes)	
			Spermaphytes (= Plantes à ovules et à graines)	
		Gymnospermes (= Plantes à ovules nus) * graine non véritable = Gingko, Cycas * graine véritable = Conifères, Chlamydospermes		
		Angiospermes (= Plantes à ovules enfermés dans un ovaire)		

Règne des *Plantae* ou Lignée Verte = ensemble des végétaux chlorophylliens

Par

Mme F.E. El Alaoui-Faris

Introduction

La biosystématique aide à mieux connaître toutes les ressources biologiques (végétales, animales, ...) afin de comprendre leur potentiel dans le monde pour le bien être de l'homme et pour un environnement vivable aux générations futures.

Objectifs du cours de Floristique est de présenter :

- les concepts, principes et méthodes de la systématique
- un choix de familles de plantes vasculaires marocaines et cela sur la base de leurs caractères morphologiques ainsi que leur usage potentiel, ceux-ci dans une séquence phylogénétique basée sur les derniers résultats de la systématique moléculaire.

Contenu du module

A. Cours (1h30 x 13) :

Chapitre I. NOTIONS GENERALES SUR LA BOTANIQUE SYSTEMATIQUE

Ce chapitre présente les bases, principes et terminologie adoptés en botanique systématique

1. Qu'est-ce que la systématique ?
2. Pourquoi la systématique est-elle importante ?
3. Quelques priorités du Code Internationale de la Nomenclature Botanique (CINB)
4. Notions d'espèce, individu, population
5. Historique des classifications en botanique
6. Arguments taxonomiques ou caractères systématiques
7. Préparation et identification des spécimens d'herbiers

Chapitre II. EVOLUTION ET CLASSIFICATION DES PLANTES VASCULAIRES

Ce chapitre s'articule autour de la classification phylogénétique la plus récente retenue pour la classification du monde vivant en général et du règne des *Plantae* en particulier. L'accent sera porté sur les principales familles de plantes vasculaires spontanées dans la flore du Maroc.

Règne des <i>Plantae</i>	Algues (Brunes, Rouges, Vertes)			
	Embryophytes (= Cormophytes) Plantes terrestres, porteuses d'embryon	Bryophytes (= Plantes avasculaires à spores) (Hépatiques, Mousses)		
		Trachéophytes (= Plantes vasculaires)	Ptéridophytes (= Plantes à spores) (Selaginelles, Prêles, Fougères à frondes)	
			Spermaphytes (= Plantes à ovules et à graines)	Gymnospermes (= Plantes à ovules nus) * graine non véritable = Gingko, Cycas * graine véritable = Conifères, Chlamydospermes
				Angiospermes (= Plantes à ovules enfermés dans un ovaire)

Règne des *Plantae* ou Lignée Verte = ensemble des végétaux chlorophylliens

1- Ptéridophytes ou Trachéophytes à spores

- a. Psilophytes
- b. Lycopodiophytes
- c. Equisetophytes
- d. Filicophytes

2 - Spermaphytes ou Trachéophytes à graines

- a. Prespermaphytes
 - a. 1 - Cycadées
 - a. 2 - Ginkgos
- b. Spermaphytes
 - b. 1 - Conifères :
 - b. 1. 1 - *Pinaceae*
 - b. 1. 2 - *Cupressaceae*
 - b. 1. 3 - *Taxaceae*
 - b. 2 - Gnétopsides
 - b. 2. 1 - *Ephedraceae*
 - b. 2. 2 - *Gnetaceae*
 - b. 2. 3 - *Welwitschiaceae*

b. 3 - Angiospermes

b.3.1 - Monosulqués = Magnoliidées (Paléohérbes + Péoarbres) + **Monocots** (*Liliaceae* s. l. ; *Poaceae*, ...)

b.3.2 -Tricolpés ou Eudicots = Dicots primitifs (*Ranunculaceae*, ...) + **Clade des Caryophyllidés** (*Caryophyllaceae*, ...) + **Clade des Rosidés** (*Fabaceae* s. l. ; *Brassicaceae* ; ...) + **Clade des Astéridés** (*Lamiaceae* ; *Scrophulariaceae* ; *Apiaceae* ; *Asteraceae* ; ...)

B. Travaux dirigés et pratiques : 2 séances de TD (2x4h) seront consacrées aux **principes et méthodes d'analyse morphologique chez les plantes vasculaires** ; et 4 séances de TP (4x4h) durant lesquelles l'étudiant apprendra à décrire, identifier et nommer un choix de plantes appartenant aux familles principales de plantes vasculaires en particulier celles relevant des angiospermes.

- **TP1.** Ptéridophytes (*Equisetaceae* et *Polypodiaceae*, étude comparative de 3 espèces) + Préphanérogames (*Cycas revoluta*), Gymnospermes (famille des *Cupressaceae*, étude comparative de quelques espèces) + Chlamydospermes (*Ephedraceae*)

- **TP 2.** Monocotylédone + Apétales (familles en fonction de la disponibilité du matériel)

- **TP 3.** Dialypétales ou Polypétales (familles en fonction de la disponibilité du matériel)

- **TP 4.** Gamopétales (familles en fonction de la disponibilité du matériel)

Mode de contrôle des connaissances

- Un contrôle final (CF)

- Un examen TP

- Calcul de la moyenne du module : CF (75 %) + TP (25 %)

Bibliographie

- Ouvrages de botanique

CUSSET G., 1997 - Botanique. Les Embryophytes. Masson, 512p.

DEYSSON, 1979 - Organisation et classification des plantes vasculaires. 2ème partie : Systématique. Sedes, 540p.

JUDD, CAMPBELL, KELLOGG et STEVENS, 2002 - Botanique Systématique, une perspective phylogénétique. De Boeck Université, 467 p.

GUIGNARD J.L., 2001 - Botanique. Systématique moléculaire. Masson, 290p. 12ème édition.

HEYWOOD V.H., 1996 - Les plantes à fleurs. 306 familles de la flore mondiale. Nathan, 335 RAYNAL-TOQUES A., 1994 -La botanique redécouverte. INRA, Edit., 511p.

SPICHIGER R.E. et al., 2000 - Botanique systématique des plantes à fleurs. Presses polytechniques et Univ. Romandes, 372p.

- Flores

FLORE PRATIQUE DU MAROC: Manuel de détermination des plantes vasculaires, Vol. 1, 2 et 3 Ed. Institut Scientifique, Université Mohammed V-Agdal, Rabat. Voir T.P. Floristique.

- Internet

Plusieurs sites sur l'Internet permettent d'aider à comprendre et à illustrer le cours aussi bien sur le plan fondamental que pratique. Utiliser les moteurs de recherches tels que le **google.fr** ou le **yahoo.fr**.

Exemples de sites:

www.wikipédia.fr ; www.tela-botanica.net ; www.botanique.org ; www.botany.hawaii.edu ; www.bgci.org/canada

Chapitre I

NOTIONS GENERALES SUR LA BOTANIQUE SYSTEMATIQUE

1. Qu'est-ce que la systématique ?

La botanique systématique a pour attributions:

- de décrire les centaines de milliers d'espèces végétales peuplant la terre, ou l'ayant peuplée au cours des périodes géologiques écoulées;
- de leur donner un nom dépourvu d'ambiguïté;
- de les classer, c'est-à-dire de les ranger suivant leurs ressemblances en groupes hiérarchisés appelées **taxons**.

La taxonomie ou taxinomie est la science de la classification, ses principes et méthodes.

En sciences de la vie les termes systématique ou biosystématique, taxonomie ou taxinomie désignent souvent la même chose. Décrire un taxon revient à une analyse fine de tous ses caractères.

Nommer un taxon c'est lui donner un nom scientifique correct selon les priorités du Code Internationale de la Nomenclature Botanique (CINB).

Classer un taxon c'est placer ce taxon dans un rang taxinomique de la hiérarchie systématique selon CINB.

2. Pourquoi la systématique est-elle importante ?

La systématique nous sert à comprendre la nature. C'est la base indispensable de toutes les disciplines biologiques et de leurs innombrables applications. Ainsi la systématique des organismes est nécessaire pour :

- notre vie quotidienne
- orientation de la recherche scientifique :
 - * amélioration de la productivité
 - * améliorations d'importance économiques, industrielles, médicinales, ...
 - * amélioration de la résistance aux maladies
 - * recherches diverses : plantes cultivées, espèces forestières, variétés horticoles, ...
- sciences biologiques : biodiversité, biologie de la conservation, écologie, ethnobotanique, ...
- connaissance de l'évolution : adaptations, spéciation, rythmes évolutifs, diversification, relation coévolution hôte-parasite, biogéographie,

3. Quelques priorités du Code Internationale de la Nomenclature Botanique (CINB)

a. CINB définit les différentes unités taxonomiques, leur hiérarchie et tous les principes et règles d'attribution du nom scientifique à toute les unités taxonomiques.

b. Un **taxon** (espèce, genre, famille, ordre, classe, embranchement, règne et domaine) correspond à tous les organismes possédant en commun certains caractères taxonomiques ou taxonomiques, ou **diagnostiques**.

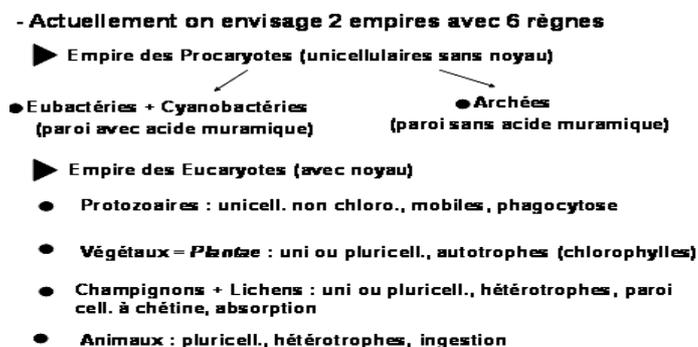
c. Un taxon ne peut avoir qu'un seul nom scientifique valide.

d. La reconnaissance d'une nouvelle espèce, ou bien les taxons de rangs inférieurs ou infrasécifiques (sous-espèce et variété) est basée sur la méthode des **types** c'est à dire sur des échantillons-types de références déposés dans des herbiers.

e. Les divers rangs taxonomiques sont de plusieurs types :

* Le rang taxinomique de base est l'espèce. En effet **l'unité de base en systématique est l'espèce**.

* Actuellement tous les **organismes vivants** peuvent être divisés en **2 empires ou 3 domaines et 6 règnes**. A partir d'une espèce ancestrale et sur la base de certains caractères cellulaires (noyau, paroi, ...) les organismes vivants se regroupent soit en eucaryotes et procaryotes ou bien en eucaryotes, eubactéries et archéobactéries.



Les 6 règnes du vivant

* Les rangs taxonomiques principaux par ordre décroissant sont tous en **latin** : **Vivant ; Règne ; Embranchement ; Classe ; Ordre ; Famille; Genre; Espèce**
Exp. : ail: Vivant, *Plantae*, *Embryophytes*, *Angiospermopsida*, *Liliales*, *Liliaceae* s. l. ou *Alliaceae* , *Allium*, *Allium sativum*

* Les rangs taxonomiques secondaires sont de 2 types :
 - taxons supraspécifiques : **tribu** (entre famille et genre) et **section** ou **série** (entre genre et espèce)
 - taxons infraspécifiques : **subspécies** ou **sous-espèce** = **subsp.**, **variété** = **var.** et **forme** = **f.**)

* Les taxons au rang du genre et au-dessus ont un nom simple formé d'un seul mot
Exp. Classe : *Angiospermopsida*; Ordre : *Fabales* ; Famille : *Asteraceae* ; Genre *Argania*

* Les taxons aux rangs supragénériques ont des terminaisons spéciales
Exp. ail: Vivant, R. *Plantae*, Emb. *Embryophytes*, *Angiospermopsida*, *Liliales*, *Liliaceae* s. l. ou *Alliaceae*

* Les taxons de rang de l'espèce ou spécifique ont un nom double dit nom binomial ou binôme proposé par Linné.

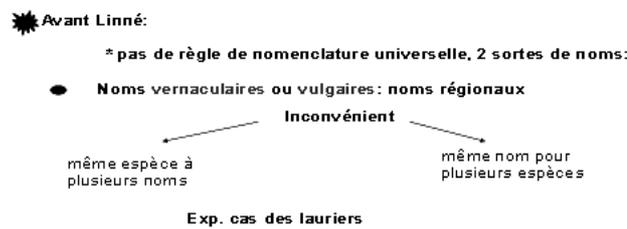
* Le binôme spécifique se compose de deux mots latins:

Genre + espèce = le binôme

L'ensemble constitue le nom scientifique international sous lequel tout « *individu* » ou spécimen identifié à cette espèce peut être désigné.

Exp. *Allium sativum* L., 1753 pour l'ail cultivé

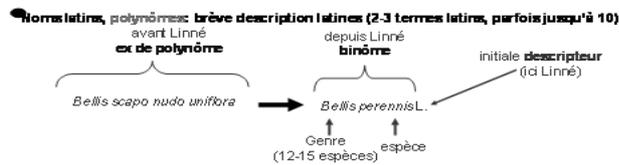
*Les binômes doivent être accompagnés d'une **diagnose latine**, avec **description** et **typification**.



Nomenclature des plantes avant Linné

*Un **même nom** est utilisé pour **plusieurs espèces** très différentes, **exp.** Cas des Lauriers (Laurier rose est différent du Laurier sauce)

*Une **même espèce** peut être connue sous **plusieurs noms vernaculaires** ou noms locaux, **exp.** Cas du romarin (*Rosmarinus officinalis*, Le romarin, « azir », « halhal », romarin)



nom vernaculaire
 ↓
 pâquerette

Nomenclature avant Linné en polymôme

*Depuis les travaux de Linné la nomenclature est binomiale

Travaux de Linné

• Mise au point de la nomenclature botanique binomiale (ou trinomiale ou tétrinomiale):
 toutes les espèces sont nommées par 2 termes: Genre + espèce = le binôme

- * Binôme toujours latinisé (sauf exceptions !)
- * Genre avec une majuscule
- * espèce toujours avec une minuscule
 exp : *Geranium robertianum*
- * Les 2 termes en italiques
- * Binôme suivi du nom complet ou abrégé du 1er descripteur (en écriture normale).

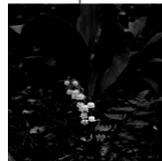
à partir de la nomenclature botanique scientifique :
 1^{er} mai 1753

Les binômes doivent être accompagnés d'une diagnose latine, avec description et typification.



Synonymes du nom scientifique

En plus de son nom scientifique valide, une espèce peut posséder plusieurs autres noms scientifiques: **synonymes**
 Exp: quand elle a été décrite et nommée **plusieurs fois depuis 1753**
 le nom juste le plus ancien (à partir de 1753)
 ex. le muguet :
Convallaria majalis L. 1753
Convallaria latifolia Miller 1768
Convallaria fragrans Salisb. 1796
 est le **nom valide** (règle d'antériorité)
 - synonymes



Intérêt de la nomenclature scientifique

Dans un **article scientifique** les pl. doivent être citées selon la **nomenclature binomiale**.

Nomenclature des plantes d'après Linné

Synonymie des noms scientifiques

* Les taxons au-dessous de l'espèce ou **infraspécifiques** ont **un nom trinomial** formé du nom de l'espèce + **abréviation du rang infraspécifique** (subsp., var., f.) + **épithète infraspécifique**.

Exp. Cas du Blé dur, son nom scientifique est *Triticum turgidum* subsp. *durum*

*Le nom scientifique est accompagné en abrégé du nom du botaniste qui a reconnu et décrit l'espèce pour la première fois.

Exp. *Hibiscus rosa-sinensis* L. : la Rose de Chine est une plante ornementale décrite pour la première fois par Linné d'où L.

Le cas d'*Opuntia ficus-indica* (L.) Mil. (le figuier de barbarie) était décrit pour la première fois par **Linné** et placé dans le genre **Cactus** : *Cactus ficus-indica* L., puis cette espèce a été révisée par **Miller** qui remarque son rapprochement aux taxons rattachés au genre **Opuntia** d'où cette nomenclature spéciale pour le nom de l'auteur.

4. Notions d'espèce, individu, population

a. Espèce en biologie

L'espèce correspond à des « **groupes de populations naturelles interféconds, isolés naturellement du point de vue reproductif des autres groupes équivalents** ». Ce concept est valable en **zoologie** mais souvent abandonné par les systématiciens des plantes car de nombreux hybrides interspécifiques sont fertiles.

Ainsi en botanique, l'espèce est une collection d'individus entre lesquels les **différences sont faibles**. C'est le **critère de ressemblance** (Cuvier, 1769-1832) ou **concept phénétique** (phénotypique) de l'espèce. Ces ressemblances sont **prises au sens large**. Tous les caractères : morphologiques, biochimiques, physiologiques, cytologiques, sexuels, chromosomiques, palynologiques, phytodermologiques, écologiques, entreront en considération pour **reconnaître des lignées indépendantes et bien définies de plantes**.

Mais dans la pratique l'espèce est définie uniquement par des **caractères morphologiques**, car sont seuls **évidents et faciles à observer**.

Aussi la notion d'espèce n'est pas un concept statique, mais **un concept dynamique**. Les espèces ont changé (évolué) **au cours des temps** comme le prouve le reste des fossiles. Donc la variabilité à l'intérieur d'une espèce est la règle, **seul l'individu à une existence concrète**. L'espèce apparaît donc comme une **abstraction**, ce n'est qu'un concept ou une représentation.

b. Individu en biologie

Un individu est ce qui ne peut être **ni partagé ni divisé sans perdre les caractéristiques qui lui sont propres**. En biologie on distingue plusieurs définitions pour cette notion d'individu et cela selon le niveau d'étude. Dans le **règne du vivant l'individu est la plus petite unité** d'un rang taxonomique donné (var. esp., g., ...).

Aussi l'individu biologique possède **deux caractéristiques** essentielles : **son originalité**, car il n'existe pas deux individus identiques ; et **sa solidarité**, toutes les parties de l'individu sont interdépendantes et coopèrent à la vie de l'ensemble.

c. Population en biologie

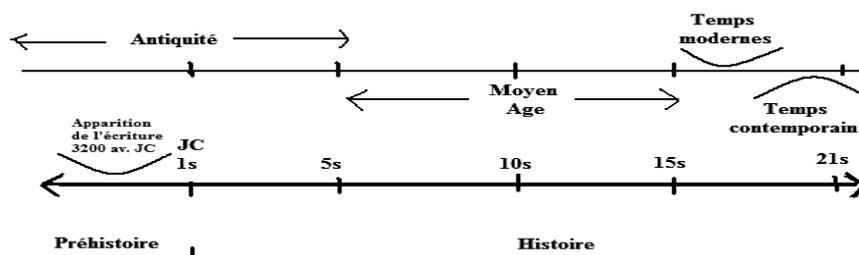
Une population est un **ensemble d'individus** appartenant à la **même espèce** et **vivant en même lieu**.

Ainsi la **population se distingue par deux caractéristiques absentes chez l'individu** : **sa continuité dans le temps** ; et son **aptitude au changement**.

En biologie, la **population représente une communauté génétique** constituée par l'ensemble des génotypes des individus qui la composent, on parle d'un **pool génétique** commun qui correspond à **l'ensemble des allèles d'un ou de plusieurs gènes partagés par tous les individus de la population**.

5. Historique des classifications en botanique

En suivant les grandes périodes conventionnelles de l'histoire de l'Homme, et de l'évolution de sa technologie, on peut distinguer différents types ou systèmes de classification.



Les grandes périodes conventionnelles de l'histoire

a. De l'antiquité jusqu'au 17^e siècle

* Il n'y a pas encore de règles universelles pour nommer et classer les plantes.

* Toutes les classifications de cette période sont purement **utilitaires** ou **vernaculaires**. On distinguera les plantes **alimentaires, médicinales, toxiques et magiques**.

* Les descriptions des plantes sont souvent incomplètes parfois fantaisistes.

* Les ouvrages traitant les plantes sont très rares.

De nombreux naturalistes des civilisations anciennes : Égyptienne; Mésopotamienne, Grecque, Romaine, Chinoise, Indienne, Précolombienne d'Amérique latine (Aztèque, Inca, Maya, ...), etc. ont marqués cette époque.

& Exp. de naturalistes de l'Antiquité

* Parmi les plus vieux manuscrits, datant de **2800 av. JC**, originaire de **Chine** et traitant 300 plantes

* **Théophraste** (-372 à -288), philosophe grec, est le « **père de la Botanique** » son ouvrage traite 500 plantes, de point de vue morphologie et classification, il est à l'origine de la **différentiation entre règne animal et règne végétal**

* **Pline l'Ancien** (23-79), naturaliste romain, dans son traité « Histoire Naturelle » de 37 volumes **neuf** seront consacrés aux **plantes médicinales**.

* **Dioscoride** (env. 40-90), médecin, pharmacologue et botaniste grec dont l'œuvre a été une source de connaissances majeures en matière de **remèdes de nature végétale, animale ou minérale**, durant les 1 500 ans (jusqu'au 16^e siècle) que couvrent les époques des empires romain, byzantin, arabo-musulman et du moyen âge au début de l'époque moderne en Europe.

& Exp. de naturalistes du Moyen âge

* Durant cette période de l'histoire les sciences naturelles ont régressées en Occident car elles étaient suspectées par l'église de déviationnisme diabolique. Plusieurs traités correspondent uniquement à des **compilations et commentaires** des ouvrages des auteurs de l'Antiquité.

* **Albert Magnus** (1193-1280) philosophe et alchimiste pour qui la fonction décide de la forme de l'organe, il fut le premier à **différencier** les **Monocotylédones** des **Dicotylédones**.

& Apport arabo-musulman

Les « savants » musulmans ont étudié et assimilé, puis prolongé d'apports nouveaux les disciplines pratiquées dans les civilisations antérieures. En effet une **langue commune** (l'arabe) au quelle s'ajoutent **l'encouragement** des califes et des princes, la **liberté de pensée et la tolérance**, ont permis de faire **progresser le patrimoine scientifique commun**.

Le développement des sciences durant cette période a permis un grand apport dans plusieurs domaines en particuliers ceux relatifs à la médecine et la pharmacopée, notamment grâce à de grandes figures telles que **Ibn Sîna** (Le canon en médecine par Avicenne, médecin et scientifique iranien du Xe siècle, servira de livre de base de **l'enseignement de la médecine en Europe jusqu'au 17^eème siècle**), **AR-Razi** (Rhazès, médecin et philosophe, découvre l'éthanol), **Ibn al-Nafis** (décrit la petite circulation sanguine), **Ibn Rushd** (Averroès, médecin et grand philosophe) **Az-Zahrawi** (Abulcasis l'un des plus grands chirurgiens du monde musulman), **Ibn Zohr** (Avenzoar, célèbre pour son habileté en médecine), **Ibn al Baytar** (médecin et botaniste), ...

& Renaissance (15^eème et 16^eème siècle)

C'est la période des **grandes découvertes** et des explorations géographiques grâce à une renaissance scientifique dans tous les domaines. Telles que l'invention de l'imprimerie ; édition de nouveaux essais de classifications scientifiques des plantes sur la base des critères morphologiques variables : port du végétal, forme de la corolle, types de fruits, ... mais les classifications restent "artificielles" car en général un seul caractère est utilisé pour reconnaître un groupe de plantes. De nombreuses descriptions et représentations précises de plantes sont apparues. Aussi, c'est le début d'une large diffusion d'ouvrages botaniques dans les milieux scientifiques ; et l'apparition des **premiers herbiers** (en 1430 au Vatican), et des **premiers jardins botaniques** (en 1543 à Pise).

b. A partir du 17^eème siècle de nombreux essais de mise en place d'une classification scientifique sont apparus

& Exp. La classification de **Linné**, naturaliste suédois, il propose une classification universelle des végétaux basée sur leur "système sexuel" publiée sous le nom de *Systema Naturae* en 1749. Dans son système de classification Linné répartie l'ensemble des plantes connus de son temps, en particulier des angiospermes, en 24 classes basées sur certaines caractéristiques de l'androcée tels : le nombre des étamines, leur disposition, leur longueur, leur soudure, ... Ainsi la classe des monandres regroupe des plantes à 1 étamine ; celle des diandes ont des fleurs à 2 étamines ; ...

Cette classification reste artificielle mais de point de vue pratique elle a été fort utile dans la classification des angiospermes ! Linné a ainsi classé les 8000 espèces décrites à son époque.

& A partir du 19^e siècle l'étude des fossiles a permis une meilleure **démonstration de l'idée de l'évolution du monde vivant**. En effet jusqu'au 18^e siècle, un seul concept était valable : les espèces vivantes ont été créées telles quelles quelques siècles plus tôt, elles sont fixes et immuables ! Mais l'étude des fossiles, notamment, provoque des interrogations.

Ainsi en 1800, **Lamarck** (1744-1829), naturaliste français, réalise la classification des invertébrés. Sa **théorie du transformisme** propose une "...modification des espèces sous l'action du milieu et hérédité des caractères acquis...".

Charles Darwin (1809-1882), naturaliste anglais, à partir des travaux antérieurs et de son voyage, de cinq ans à bord du Beagle, il publia son journal de voyage sous le nom "**de l'origine des espèces**" en 1859. Il formula l'hypothèse selon laquelle toutes les espèces vivantes ont évolué au cours du temps à partir d'un seul ou quelques ancêtres communs grâce au processus connu sous le nom de sélection naturelle. Pour Darwin "...toutes les espèces vivantes manifestent une variabilité constante, la sélection naturelle garde les individus les plus aptes qui peuvent donner naissance à de nouvelles espèces".

& Depuis les travaux de Darwin des apports scientifiques nouveaux apparaîtront et n'arrêteront pas de révolutionner notre idée sur l'évolution et les relations entre les différentes branches de l'arbre du vivant. On peut citer les **lois de l'hérédité** proposées en 1866 par **Mendel**, moine et botaniste germanophone tchèque, est communément reconnu comme le **père fondateur** de la **génétique**.

Les travaux de **Morgan**, généticien américain, vers 1900 «... pour ses découvertes sur le rôle joué par le **chromosome** dans l'hérédité ». ... et futur prix Nobel pour sa production de **mutations** avec des rayons X.

Watson, américain et **Crick**, anglais avec **Wilkins** reçoivent le prix Nobel de physiologie ou médecine en 1962 pour la découverte de la structure de l'**ADN** : d'une part, sa forme hélicoidale d'autre part, sa structure chimique qui est composée des quatre bases puriques et pyrimidiques (A, T, G, et C) et donc du modèle de structure en double hélice.

c. Classifications botaniques du fin 18^e siècle – début 19^e siècle

* Publication de nombreux essais de "classifications naturelles"

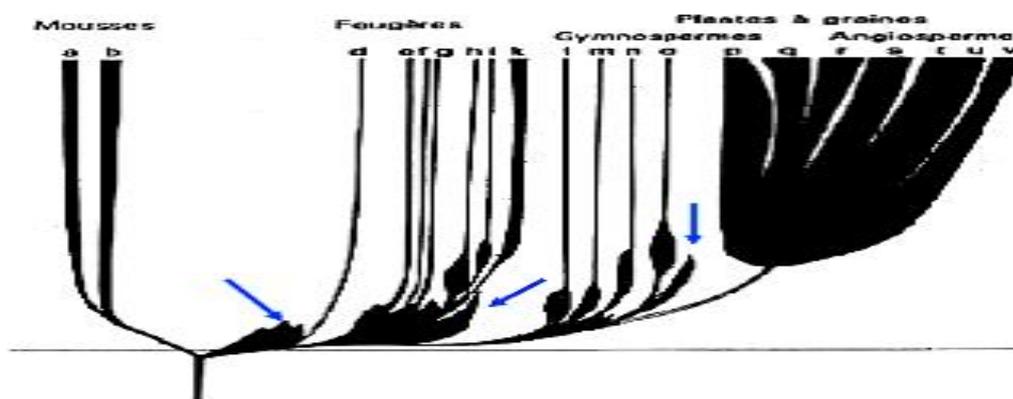
* utilisant de nombreux caractères hiérarchisés

& Exp. L. De Jussieu, botaniste français, regroupe l'ensemble des plantes en 100 ordres (actuellement équivalents de familles, dont 76 sont encore reconnues de nos jours. Son travail est considéré comme le point de départ de la nomenclature des familles.

A partir des travaux de Lamarck et Darwin les classifications intègrent la notion d'évolution ; de nombreux arbres généalogiques du monde végétal sont publiés correspondant aux prémices des classifications phylogénétiques.

La **classification phylogénétique** a pour objectif de rendre compte des degrés de parenté entre les espèces elle permet donc de comprendre leur histoire évolutive (ou phylogénie).

Tandis que la **classification classique** se base sur les ressemblances les plus évidentes, cette classification est facilement utilisable par le grand public, **mais ne reflète pas correctement les proximités évolutives entre les espèces**.



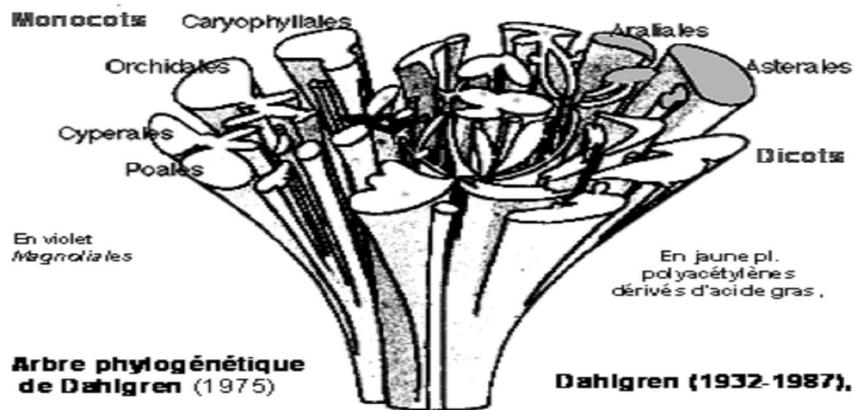
Exemple de classification phylogénétique des Embryophytes

d. Classifications botaniques contemporaines

A partir du début du 20^e siècle des classifications phylogénétiques de plus en plus complexes basées sur la synthèse de très nombreux caractères ("classifications synthétiques") sont publiées comme celle de Dahlgren, systématicien américain, en 1975 il publia un arbre phylogénétique des angiospermes où monocotylédones,

Orchidales et *Poales* occupent une place importante ; et dicotylédones, où la plus grosse branche est constituée par les *Asterales*, sont bien distincts, les magnoliidées occupent le centre de cet arbre. De nombreux caractères seront utilisés :

- + macroscopiques : fleur, ...
- + microscopiques : pollen, embryon,
- + caryologiques : chromosomes
- + biochimiques : classes chimiques synthétisées (surtout du métabolisme secondaire)



Arbre phylogénétique des angiospermes selon Dahlgren 1975

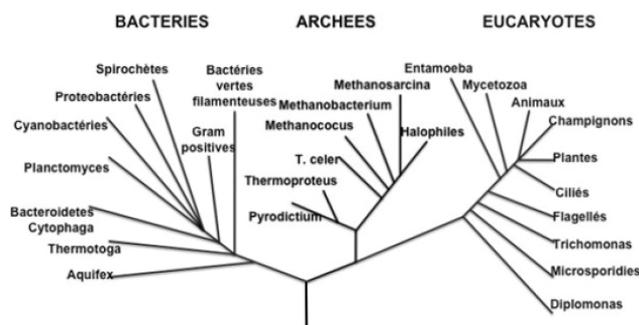
A partir du fin 19ème siècle, durant le 20ème siècle et jusqu'à nos jours les systématiciens cherchent à établir des liens de parentés sur la base de données variées : données morphologiques, anatomiques, moléculaires ou caryologiques. Le traitement de ces données peut se faire selon des méthodes fondées principalement soit sur le principe de la cladistique, soit sur un principe phénétique.

*** Phénétique ou taxonomie numérique**

Proposé la première fois en 1973 par les deux systématiciens américains Sneath & Sokal. Ici, un très grand nombre de caractères sont codés puis traités par informatique d'où un arbre phénétique ou phénogramme exprimant des degrés de similitude ou ressemblance entre les espèces examinées.

La méthode phénétique estime que plus le nombre de caractères communs à deux espèces est grand, plus elles se ressemblent donc plus elles sont proches.

Ces méthodes ne prennent pas du tout en compte la notion d'état primitif ou dérivé (évolué) d'un caractère, mais se basent sur le nombre de caractères en commun que présentent les taxons : deux taxons auront une parenté plus grande s'ils partagent beaucoup de caractères (que ceux-ci soient évolués ou primitifs). Tous les caractères sont considérés, au départ, comme ayant le même "poids" (même valeur taxonomique). On calcule ainsi des **indices de ressemblance** ou **des distances** entre organismes.



Exemples de phénogrammes

Cependant, il peut y avoir des ressemblances entre certains caractères on parle alors d'homoplasie, ceci à cause :

- de la **convergence** : cas d'un caractère particulier apparu plusieurs fois au cours de l'évolution et rencontré chez des espèces non apparentées. **Exp.** plantes grasses, plantes carnivores
- de la **réversion** : retour d'un caractère dérivé à l'état ancestral. **Exp.** Mammifères marins

* Cladistique

Mise au point dans les années 1940 par l'entomologiste allemand Hennig et publiée en 1950, cette méthode repose sur deux grands principes :

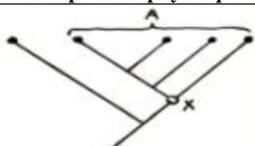
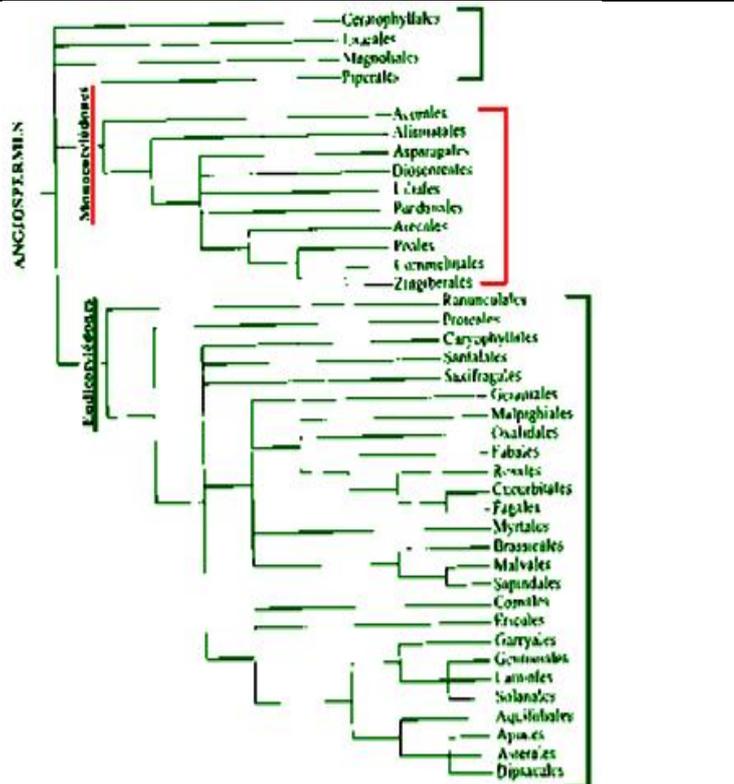
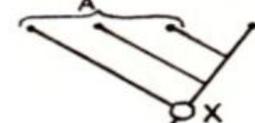
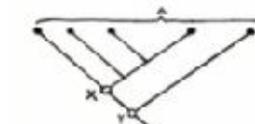
- **seul le partage d'états évolués de caractères permet de préciser les relations de parenté** : si plusieurs taxons possèdent un même caractère évolué (ou dérivé) ils l'ont hérité d'un même ancêtre commun, qui leur est propre, et chez qui ce caractère est apparu ;
- le **principe de parcimonie** : parmi les **cladogrammes** possibles (figures traduisant les relations de parenté, établies par application de la méthode cladistique), le cladogramme retenu sera le plus parcimonieux, c'est à dire celui qui supposera le moins de transformations évolutives.

Ici quand une nouveauté apparaît chez un individu, elle sera transmise à tous ses descendants : « donc lorsque plusieurs êtres vivants partagent une même nouveauté évolutive (homologie ou apomorphie), ils l'ont héritée d'un ancêtre commun.

En cladistique on définit des **clades** (= **rameaux**) ou groupes monophylétiques comprenant un ancêtre et tous ses descendants.

En 1998 la première classification botanique phylogénétique des angiospermes a été établie selon les travaux de l'Angiosperms Phylogeny Group. Elle est la première classification publiée par ce groupe : la deuxième est la classification phylogénétique APG II (2003), la troisième est la classification phylogénétique APG III (2009). Elle traduit, dans le domaine des angiospermes, les efforts faits en systematique pour que le système de classification des êtres vivants reflète au plus près la « réalité historique » des liens de parenté, ou phylogénie, entre les espèces, qu'elles soient actuelles ou éteintes.

La cladistique met en évidence 3 types de groupes de taxons :

<p>Groupe monophylétique</p> 	
<p>Il se dit d'un groupe (exp. A) qui comprend tous les descendants d'une espèce ancestrale (ici X).</p>	
<p>Groupe paraphylétique</p> 	
<p>Il se dit d'un groupe (exp. A) qui ne comprend pas tous les descendants d'une espèce ancestrale (ici X).</p>	
<p>Groupe polyphylétique</p> 	<p>Exemple de cladogramme proposé par l'Angiosperm (Phylogeny Group ou APG)</p>

6. Arguments taxonomiques ou caractères systématiques

Les arguments taxonomiques ce sont les caractères utilisés dans les analyses phylogénétiques, base de la classification, ainsi que les caractères utilisés pour la description de la variation (spécifique et infraspécifique).

- Les caractères morphologiques concernent la forme extérieure du végétal, ou son apparence, ils constituent actuellement la majorité des caractères utilisés pour la détermination pratique des plantes et beaucoup sont à la base des hypothèses concernant les relations phylogénétiques.

Mais, une question fondamentale se pose en systématique sur l'origine des ressemblances et des différences ? Car la similitude d'un caractère traduit-elle une transmission à partir d'un ancêtre commun, ou une adaptation à des environnements semblables ?

D'où il faut toujours s'assurer de la pertinence du caractère morphologique choisi. Et donc distinguer entre caractères homologues et caractères analogues

Pour classer les plantes il faut éviter de choisir un caractère analogue.

Exp. d'analogie : le caractère succulent de tige est une adaptation à la sécheresse. En effet, trois plantes appartenant fondamentalement à trois familles différentes d'angiospermes, mais sous des forces sélectives comparables : adaptation à la sécheresse par succulence des tiges, ces plantes présentent une apparence semblable.

Le caractère « tige succulente » conduit à donner une apparence à des espèces qui n'ont aucune parenté. Donc le caractère « tige succulente » n'est pas un caractère pertinent : c'est une analogie.

Un caractère analogue a une fonction commune, mais des origines évolutives différentes.

Pour classer les plantes, on utilise les caractères homologues = structures dont l'origine est commune, mais la fonction ne l'est pas nécessairement.

Exp. d'homologie : les cotylédons et les pièces florales ont des fonctions différentes. Mais à l'origine ces pièces sont des feuilles : ce sont donc des structures homologues.

- **Autres exp. de caractères diagnostiques:**

- * Anatomique
- * embryologique
- * Caryologique
- * Cytogénétique
- * Palynologique
- * Chimique, biochimique et de Biologie Moléculaire :
 - Les métabolites secondaires
 - Les protéines
 - ADN et ARN

En botanique, l'ADN chloroplastique est largement utilisé car de taille réduite (150 000 p. b.) et se trouve en très grande quantité dans les cellules végétales.

l'ADN chloroplastique contient plusieurs gènes dont un est le plus utilisé le rbcL: gène codant pour la grande (L=large) sous-unité de RUBISCO (une des enzymes les plus importantes de la photosynthèse).

A côté du gène rbcL on trouve l'atpB du génome chloroplastique et le 18S du génome nucléaire.

- **Notion de phytochimie** : Importance des plantes en industrie, pharmacie et économie

Dans la biosphère les plantes forment les producteurs primaires et donc sont à la base de toute chaîne alimentaire.

Grâce à leur métabolisme secondaire les plantes sont sources :

- * de subsistance pour plus des trois-quarts de la population mondiale
- * de la houille ou charbon des plantes fossiles
- * des différentes huiles
- * des différentes farines, féculs, légumes, fruits
- * de colorants, fibres, bois
- * de divers médicaments : vitamines, antibiotiques, substances actives contre divers maladies,
- *

7. Préparation et identification des spécimens d'herbier

1. Récolte de l'échantillon, avec données sur le lieu, date, altitude, état végétatif, type biologique,
2. Séchage de la plante entre des papiers journaux
3. Etude morphologique de l'échantillon, ce qui permet son identification (famille, genre, espèce) à l'aide d'une Flore
4. Mise en herbier de l'échantillon avec étiquette portant:
 - nom scientifique
 - date et lieu de la récolte
 - nom du collecteur
 - nom de l'identificateur
 - altitude, exposition,

- sol ...

L'identification de l'échantillon ou du spécimen se fait grâce à des clés dichotomiques regroupées dans des livres spéciaux nommés « flores ».

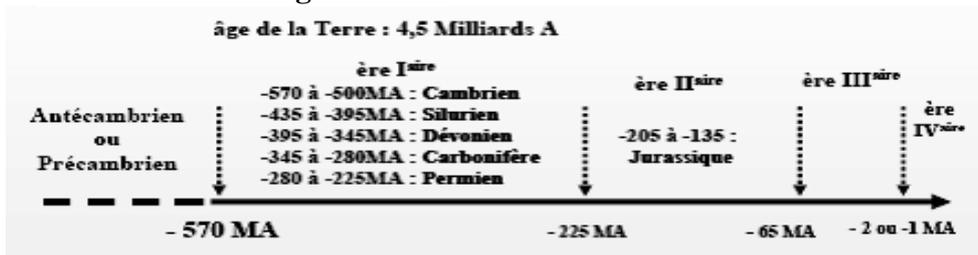
Une flore permet d'identifier les espèces (nom scientifique et famille) d'une région donnée grâce à des clés de détermination et de vérifier cette identification à l'aide de description.

Le terme flore désigne aussi l'ensemble des végétaux poussant dans une zone géographique (flore du Maroc) ou durant une période géologique (flore tertiaire).

Chapitre II

EVOLUTION ET CLASSIFICATION DES PLANTES VASCULAIRES

1 – Notion d'évolution du monde végétal



Les différentes périodes géologiques

Les premières traces de vie datent d'environ - 3,9 Milliards d'années

Exp: Stromatolites d'Australie, formées de cyanobactéries, premières formes de vie ayant contribué à la formation d'oxygène et d'ozone et donc de la vie sur terre.

A. Paléobotanique

Elle est pauvre en données, car les fossilisations sont rares. Les microfossiles types spores et pollens sont souvent rencontrés. Les macrofossiles sont rares tels que des débris végétaux, des empreintes végétales ainsi que des végétaux en pétrification.

B. Différentes flores successives

- Au Précambrien

Peu d'activités biologiques, surtout des procaryotes, en fin de cette période tous les groupes d'algues sont représentés.

- Au Primaire

Début riche en fossiles d'algues, présence de spores et sporanges de plantes terrestres. Les premiers fossiles de ptéridophytes datent de silurien. Au carbonifère les fossiles des ptéridophytes arborescentes donnent le charbon. En fin de primaire des fossiles de gymnospermes sont rencontrés.

- Au Secondaire

Régression des ptéridophytes. Extension des gymnospermes. Fin Jurassique « apparition brutale » des angiospermes on parle d'explosion des angiospermes, leur apparition coïncide avec celle des insectes.

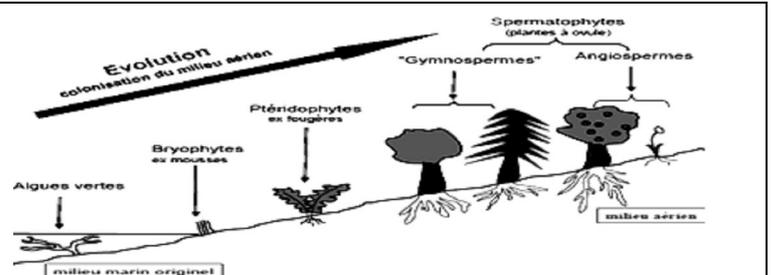
- Depuis le Tertiaire soit - 65 MA

Régression des ptéridophytes et des gymnospermes. Et, une très large domination des angiospermes avec environ plus de 250 000 espèces décrites.

Evolution du monde Végétal

On remarque que cette évolution c'est faite par colonisation du milieu aérien terrestre ; cela est rendu possible grâce à la formation de tissus et d'organes permettant:

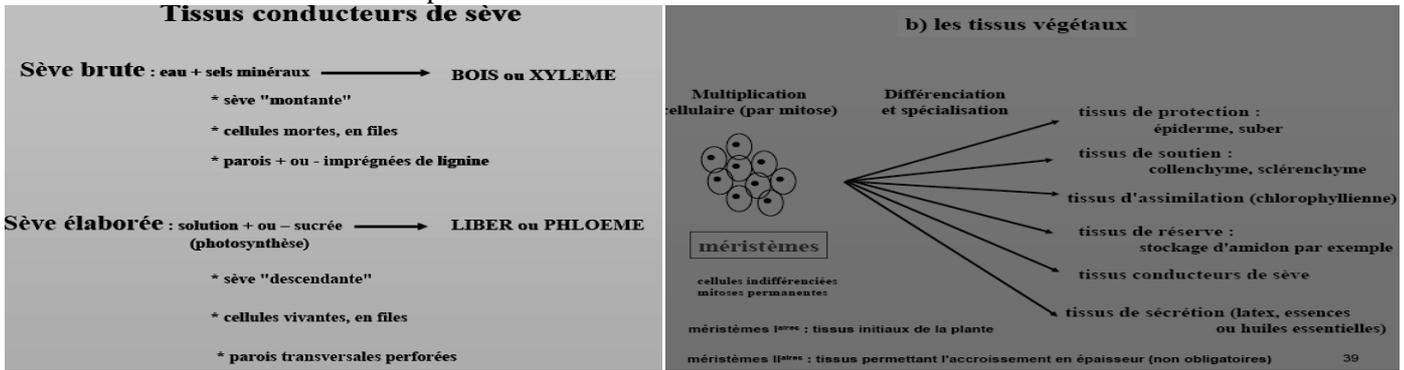
- * d'aller chercher l'eau dans le sol
- * d'acheminer cette eau dans toute la plante
- * de contrôler tous le phénomène d'évaporation
- * d'assurer la reproduction hors de l'eau
- * d'assurer la dispersion de l'espèce, c'est-à-dire de ses graines



Colonisation du milieu aérien

Ainsi au niveau des grands groupes végétaux tout caractère permettant une meilleure adaptation au milieu aérien est considéré comme un caractères d'évolution : **Exp.**

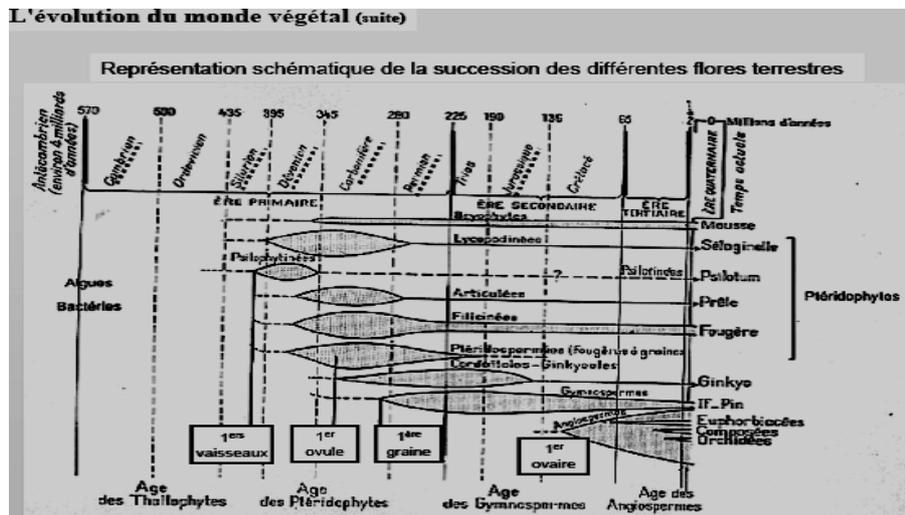
- * formation de nouveaux tissus (soutien, revêtement, conduction)
- * mise en place de nouveaux organes (R, T, F)
- * évolution au niveau de la reproduction



Diversité des tissus végétaux

En conclusion:

- * Depuis près de 600 MA apparition de groupes de végétaux de plus en plus adaptés au milieu terrestre aérien,
- * Il existe une succession de flores de composition différentes
- * L'évolution des végétaux apparait polyphylétique et non pas monophylétique



Succession des différentes flores

2- Systématique des grands groupes de végétaux vasculaires

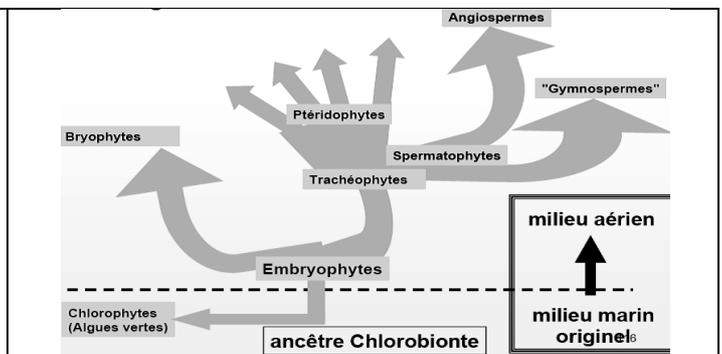
A. Emergence et évolution

Les embryophytes :

- * embryon
- * cuticule
- * gamètes : dans archégones et anthéridies

Les tarchéophytes :

- * bois et liber
- * lignine
- * phase diploïde dominante
- * gamétophyte indépendant du sporophyte uniquement chez les ptéridophytes



Emergence et évolution

Les trachéophytes se répartissent en 9 groupes principaux :

* 4 lignées se reproduisant par dispersion de **spores** (Lycopodiophytes, Psilophytes, Equisétophytes et Filicophytes ou fougères leptosporangées) ce sont les **ptéridophytes** ;

* 5 lignées se reproduisant par des **graines** (Cycadées, Ginkgos, Conifères, Gnétophytes et Angiospermes).

& Eléments sur la flore marocaine

* Flore marocaine en chiffre

La flore macroscopique naturelle du Maroc compte au moins 7000 espèces. Ce chiffre minimal représente un inventaire approximatif tel qu'estimé par l'Etude Nationale sur la Biodiversité (Ministère de l'Environnement, 1997) pour six grands groupes floristiques :		L'inventaire de la flore vasculaire comprend un millier de genres et près de 150 familles ; les plus riches, comptant plus de 100 espèces chacune, sont les suivantes:	
- Plantes à fleurs (4500) - Fougères (60) - Mousses (350)	- Lichens (760) - Algues pluricellulaires (500) - Champignons supérieurs (830)	<i>Asteraceae</i> (500) <i>Fabaceae</i> (400) <i>Poaceae</i> (300) <i>Caryophyllaceae</i> (220) <i>Lamiaceae</i> (210)	<i>Brassicaceae</i> (190) <i>Apiaceae</i> (160) <i>Scrophulariaceae</i> (130) <i>Liliaceae</i> au sens large (environ 100 espèces)

* Plantes à fleurs du Maroc en chiffres

Notre pays compte environ 4500 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires, réparties entre 940 genres et 135 familles.

Silene avec **70 espèces** est le genre le plus riche.

Centaurea, *Teucrium*, *Ononis*, *Euphorbia*, *Astragalus*, *Trifolium* et *Linaria* sont représentés par **40-50 espèces** chacun.

Neuf familles comptabilisent environ 2200 espèces, soit près de 60 % de la richesse spécifique totale ; il s'agit des *Asteraceae* (500), *Fabaceae* (400), *Poaceae* (300), *Caryophyllaceae* (220), *Lamiaceae* (210), *Brassicaceae* (190), *Apiaceae* (160), *Scrophulariaceae* (130), *Liliaceae* au sens large avec environ 100 espèces.

* Endémisme

L'endémisme est représenté par environ **900 espèces et sous-espèces**.

Asteraceae, *Lamiaceae* et *Leguminosae* sont les familles les **plus riches en endémiques** avec entre 60 et 100 espèces chacune.

Au niveau des genres, *Silene* et *Teucrium*, avec plus de 20 espèces endémiques chacun, arrivent en tête.

Le Maroc compte également **15 genres endémiques**:

Aliella, *Heliocauta*, *Ighermia*, *Ismelia* et *Nivellea* (*Asteraceae*), *Ceratocnemum*, *Crambella*, *Fezia*, *Hemicrambe*, *Rytidocarpus* et *Trachystoma* (*Brassicaceae*), *Feeria* (*Campanulaceae*), *Traganopsis* (*Chenopodiaceae*), *Pitardia* (*Lamiaceae*) et *Hannonia* (*Liliaceae*).

Notre flore est essentiellement méditerranéenne au niveau de ses composantes totale et endémique. L'élément local en plus d'apports venus du nord, de l'est, du sud et de la Macaronésie **agrémentent** chacun par un lot d'espèces particulier, l'ensemble lui affecte le cachet de **son originalité**.

En comparaison avec les autres pays du Bassin Méditerranéen, ce patrimoine est l'un des plus riches et vient juste après la Turquie et l'Espagne. Mais plus que par sa richesse, il se distingue également par sa diversité et ses originalités. Il est constitué d'un mélange impressionnant de souches biogéographiques différentes avec comme élément fondamental celui méditerranéen ou mésogéen enrichi par quatre autres fractions importantes à savoir celles holarctique, saharo-tropicale, irano-touranienne et macaronésienne. Concernant les originalités, elles sont exprimées par un taux d'endémisme assez élevé, environ 19%.

B. Ptéridophytes ou plantes à spores

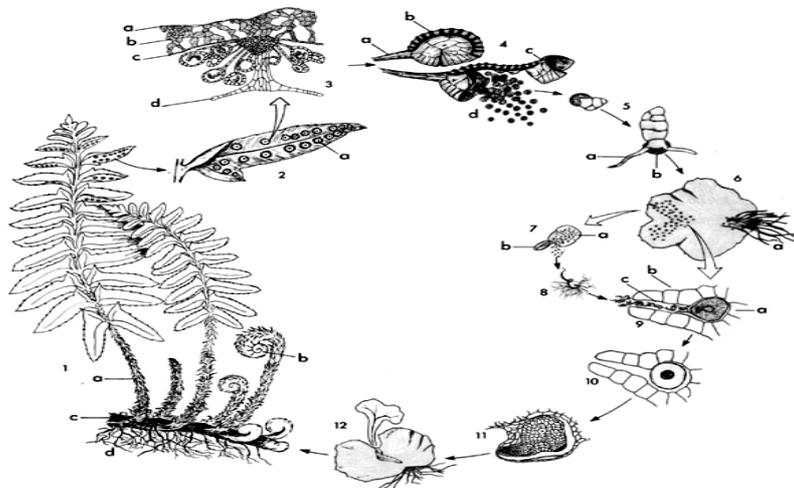
B. 1. Caractères généraux

Ils regroupent actuellement quatre lignées : lycopodiophytes, psilophytes, équisétophytes et fougères leptosporangées ou filicinées ou filicophytes.

Le groupe des fougères renferme actuellement, à l'échelle mondiale, près de 10 000 espèces réparties en 250 genres.

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

Grâce au développement de formes arborescentes, qui dominaient au carbonifère, ils sont à l'origine des gisements de charbon actuels.



Cycle de développement d'une fougère

Les ptéridophytes sont tous vivaces, ce sont des géophytes à rhizomes, à **racines, tiges et feuilles (avec stomates)** cependant leur fécondation nécessite encore la présence de l'eau puisque les gamètes mâles sont nageurs. Leur bois est formé de **trachéïdes scalariformes** (sont des éléments conducteurs peu spécialisés, formés par des cellules vivantes, allongées, à section polygonale, très régulière et ayant la consistance d'une échelle. Particulièrement présents chez les Ptéridophytes).

Le **sporophyte (2n) = plante feuillée**.

L'appareil végétatif est variable en taille et forme. Les **feuilles** peuvent être des **microphylls** ou des **macrophylls** (= frondes des filicinées) et portent les sporanges à leur surface on parle alors de sporophylles.

- Sporangies

Les sporanges se différencient au niveau des feuilles du **sporophyte**.

Les sporanges peuvent être **sessiles** ou **pedicellés** (filicinées), également peuvent être **solitaires** ou **groupés** par 3 (*Psilotum*), ou disposés à l'aisselle des microphylls, elle-même regroupées en épis sporangifères ou sporangiaux à l'extrémité des tiges chez *Equisetum* ou prêle et *Selaginella* ; ou bien sporanges **regroupés** en **sores** sur la face inférieure des frondes chez les filicinées. Les sores peuvent être nus ou **indusiés**,

Lorsque l'enveloppe du sporange est constituée de plusieurs assises de cellules, on parle de **sporangies eusporangies**, c'est une structure primitive que l'on rencontre chez les Sélaginelles et les Prêles. Lorsqu'au contraire l'enveloppe des sporanges n'est constituée que d'une seule couche de cellule, on parle de **sporange leptosporangies**, c'est le cas de la plupart des filicinées.

Chez les filicinées les sporanges sont munis d'un **anneau mécanique de déhiscence** constitué de cellules aux parois plus épaisses et rigides qui permettent la déhiscence du sporange et la **libération** des **spores méiotiques haploïdes**.

-**Spores**, homosporées ou hétérosporées, sont protégées par une épaisse paroi imprégnée de sporopollénine et constituent, comme chez les bryophytes, l'organe de dissémination des ptéridophytes.

- Gamétophyte

La germination des spores, en dehors du sporophytes, donne le **prothalle** haploïde ou **gamétophyte**, en forme de lame cordiforme de taille réduite. Il est muni de rhizoïdes, mais dépourvu d'organes (feuilles, tiges, racines) et de tissus conducteurs. Les **prothalles portent les organes de reproduction sexuée ou gamétanges : anthéridies et archégones**.

Les anthéridies sont très réduites et ressemblent à de petites sphères avec une paroi d'une seule couche de cellules. Au sein de l'anthéridie se différencient les **anthérozoïdes** ou **gamètes mâles mobiles et qui seront disséminés (libérés)**. Donc la fécondation sera dépendante de l'eau.

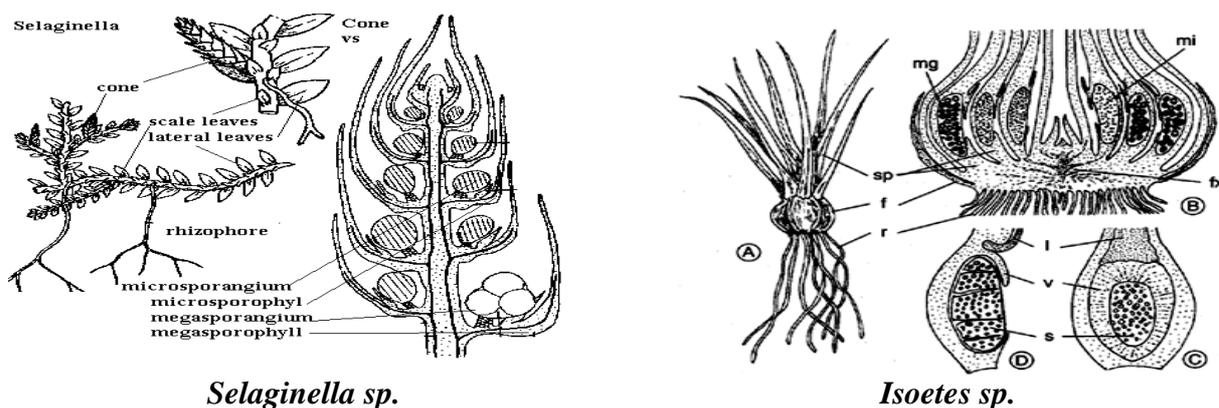
Les archéogones sont formés d'un col réduit et d'un ventre, incluse dans les tissus du prothalle, au sein duquel se différencie l'oosphère ou gamète femelle inerte et non disséminé.

B. 2. Classification

Les ptéridophytes forment un groupe non monophylétique et classiquement se subdivisent en quatre groupes ou classes. Au Maroc les ptéridophytes comptent environ soixante espèces, limitées aux régions ombragées et humides, dont la majorité fait partie des filicinées.

B. 2. 1. Lycopodiniées ou Lycophytes

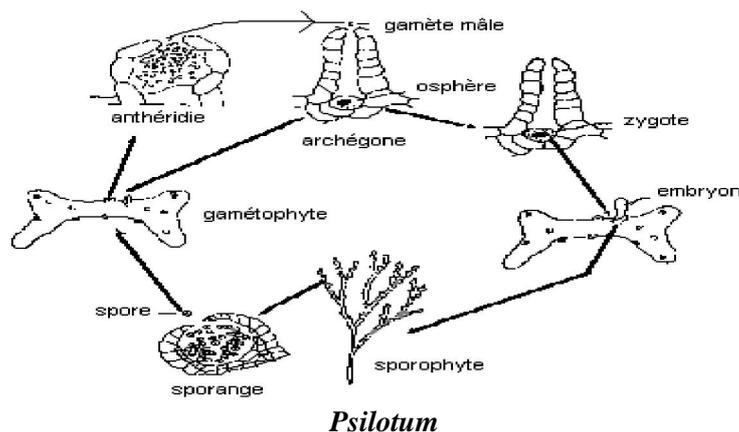
Ce groupe est réduit aujourd'hui à l'échelle mondiale à environ 850 espèces, réparties en cinq genres dont les genres *Selaginella*, *Lycopodium* et *Isoetes*. On retrouve parmi les végétaux fossiles de cette classe des stades préovulaires. Au Maroc seuls les genres *Selaginella* (exp. *S. balansae*) et *Isoetes* (exp. *I. histrix*) sont présents.



Les lycophytes marocains ont des microphylls ligulées, les **sporangies portés sur la face supérieure** des sporophylles et sont hétérospories et regroupés en épi sporangial (*Selaginella*) ou à la base des sporophylles (*Isoetes*). **Chez *Selaginella* la macrospore germe in situ dans le macrosporangie.**

B.2.2. Psilophytinées ou Psilophytes

Représentés aujourd'hui par seulement trois espèces appartenant à deux genres *Psilotum* et *Tmesipteris*. Ces plantes sont très primitives, dépourvues de feuilles ou ne possédant que des écailles, et dépourvues de racines. Pas de représentant de ce groupe dans la flore spontanée marocaine. Le genre *Psilotum* est caractérisé par des tiges à ramification dichotomiques (= divisions en forme de Y). Les tiges portent des sporangies réunis par 3 et en fructification présentent 3 lobes. Ce sont des espèces épiphytes ou saxicoles.



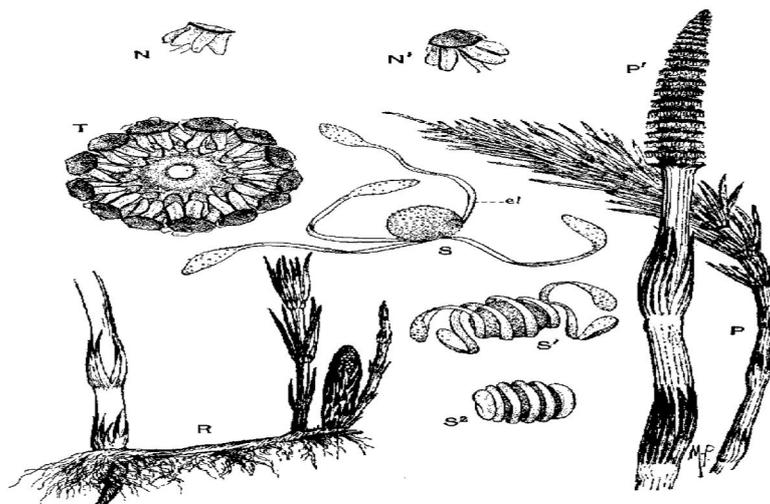
B.2.3. Articulées ou Sphénophytes ou Equisetophytes

Ces plantes sont caractérisées par un appareil végétatif articulé (tige et rameaux sont formés par l'empilement d'articles identiques). Au Paléozoïque existait des formes arborescentes aujourd'hui disparues. Les espèces qui subsistent (une trentaine environ) appartiennent toutes au genre *Equisetum* (prêles). Ce sont des plantes vivaces à rhizomes, herbacées ; tiges et rameaux chlorophylliens creux, cannelés, rugueux et incrustés de silice ; les rameaux sont verticillés et les microphylls verticillés et soudés en gaine.

Les sporanges sont verticillés sur la face inférieure d'écaillés peltées. Les écaillés sont verticillés et regroupés en **cône sporangial** terminal.

Les spores sont **chlorophylliennes** et munies chacune de 4 élatères hygrophyles.

Au Maroc 2 espèces sont présentes : *Equisetum ramosissimum*, Cf. T.P. et *E. telmateia*.

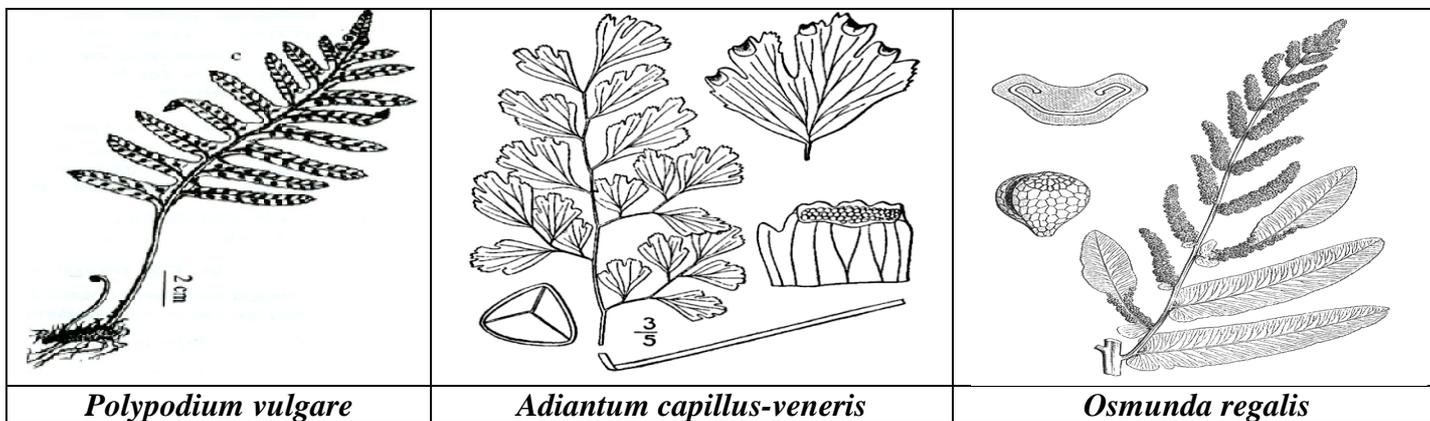


Equisetum sp.

B.2.4. Filicinées, filicophytes ou fougères leptosporangées

Ce sont les fougères à **frondes** ou mégaphylles. C'est le groupe de ptéridophytes le plus important actuellement avec environ 9000 espèces vivantes. La plupart des espèces sont herbacées mais il existe encore des espèces tropicales arborescentes.

Au Maroc, plusieurs familles de filicophytes sont présentes exp : *Ophioglossaceae* (*Ophioglossum* et *Botrychium*) ; *Osmundaceae* (*Osmunda regalis*) ; *Marsileaceae* (*Marsilea*, *Pilularia*) ; *Azollaceae* (*Azolla filiculoides*) ; *Polypodiaceae* (*Polypodium*, *Adiantum capullis-veneris*, *Pteridium aquilinum*), etc.



Chez les filicinées les feuilles au stade jeune sont **circinées** ou enroulées en crosse.

Les sporanges sont portés sur la **face inférieure de la fronde** ou sur des axes spécialisés. Sporangies sont pédicellés et à anneaux mécaniques de déhiscence, sont souvent groupés en sores nues ou indusiées.

C. Trachéophytes à graines ou spermatophytes

Les **spermatophytes** ont **inventé l'ovule**, qui une fois - **fécondé** - engendre un embryon vivant au milieu de réserves dans des enveloppes protectrices. Donc le gamétophyte femelle, parasite leur sporophyte, sera protégé par des enveloppes et constitue l'ovule, il y a donc endoprothallie. Tandis que le gamétophyte mâle est réduit au grain de pollen et sera libéré en dehors du sporophyte.

La fécondation demeure dépendante de l'élément liquide (eau) chez les espèces primitives (*Cycadales* et *Ginkgoales*). Chez les spermatophytes évolués, la fécondation met en jeu un tube pollinique avec production de gamètes mâles dépourvus de flagelles et donc de mobilité.

Le sporophyte est à croissance secondaire au niveau des tiges et racines grâce à un méristème IIaire (cambium bifacial Bois IIaire vers l'intérieur, Liber IIaire vers l'extérieur), sauf chez les angiospermes monocotylédones. Et les **bourgeons donnant les ramifications sont situés à l'aisselle des feuilles**.

Les spermatophytes, appelées également phanérogames (*phaneros* = apparent), ont inventé la graine. Mais chez les groupes primitifs ou **prespermaphytes** la graine n'est pas encore véritable (après fécondation l'embryon germe sans phase de repos). Tandis que chez les groupes évolués = spermaphytes (gymnospermes s. s., gnétophytes et angiospermes) la graine est véritable (après fécondation la germination ne peut avoir lieu qu'après un temps de repos souvent nommé dormance).

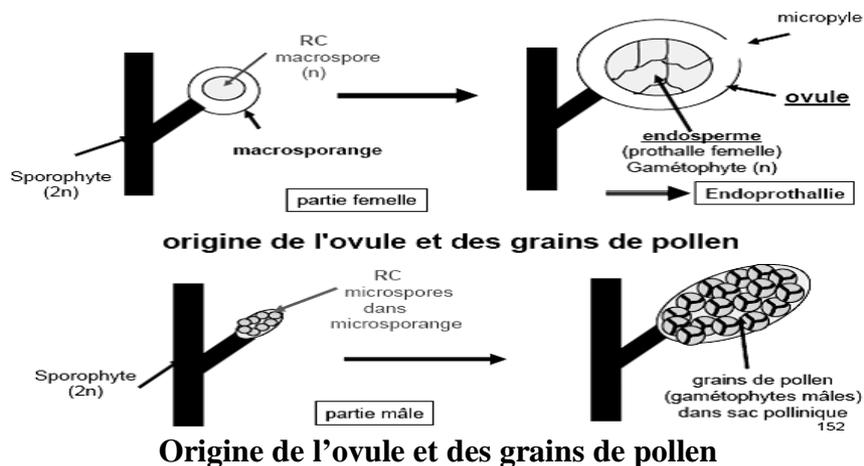
C.1. Prespermaphytes : Cycadophytes et Ginkgophytes

C'est un groupe de plantes qui constitua, avec les ptéridophytes, l'un des éléments essentiels de la flore de l'ère primaire. Ils sont apparus vers le dévonien, il y a 400 MA et auraient atteint leur apogée au permien-carbonifère il y a 300 MA.

Depuis, ce groupe a décliné pour faire place aux spermaphytes. Il ne reste aujourd'hui qu'une centaine d'espèces, véritables « fossiles vivants » qui, avec les échantillons reconstitués par les paléobotanistes, permettent d'étudier l'organisation de ce groupe.

Les prespermaphytes dériveraient du groupe des ptéridophytes appelées psilophytinées.

La grande **caractéristique évolutive de ce groupe concerne la miniaturisation des gamétophytes et leur intégration dans des structures protectrices**. Cela assure une meilleure adaptation au milieu terrestre. Ce mouvement évolutif avait été amorcé par les ptéridophytes hétérosporés et hétéroprothallés du type selaginelles. Il conduit à la formation de structures reproductrices particulières : l'ovule, les étamines et les grains de pollens.

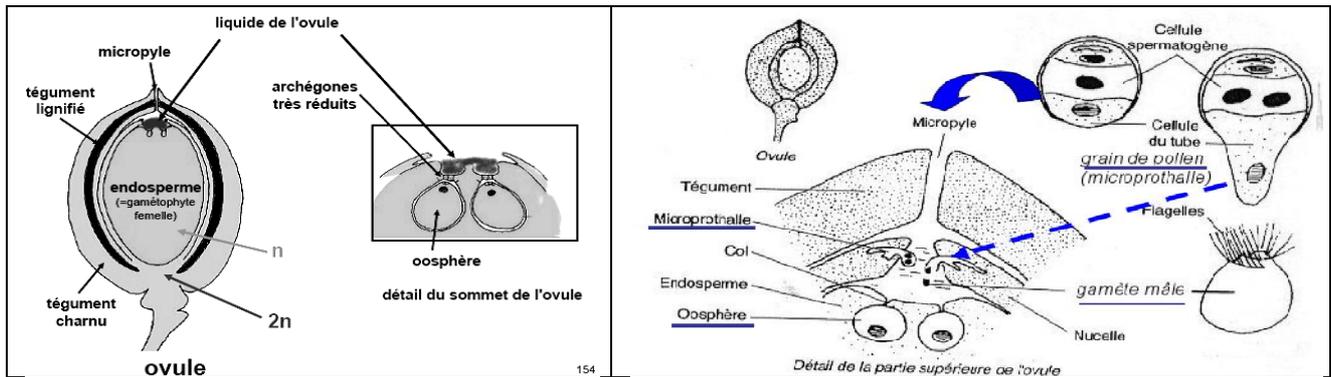


Caractères généraux

- * apparition : fin de l'ère primaire (Permien)
- * pour les deux sexes, partie gamétophytique réduite au minimum :
 - partie femelle : **ovule (en partie)**
 - partie mâle : **grain de pollen**
- * les 2 sexes sont toujours sur des **pieds différents** (plantes **dioïques**)
- * pratiquement que des espèces **fossiles**
- * bois (sève brute) formé d'un seul type d'éléments : **Trachéïdes** (cloisons transversales persistantes) donc **bois homoxylé**
- * grains de pollen transportés par le **vent** (plante anémophile ou anémogame)
- * entrée du pollen dans l'ovule par le **micropyle**
- * grains de pollen **germent** et libèrent des **gamètes ciliés qui nagent dans un liquide sécrété par l'ovule**
- * ovules de grande taille car réserves faites avant la fécondation
- * fécondation des oosphères (contenues dans **archégonés réduits**)
- * démarrage immédiat de la jeune plantule (pas de période de repos)
- * cycle caractérisé par la très large dominance du **sporophyte**
- * transport des gamètes mâles **indépendant** de l'eau du milieu
- * réserves de l'ovule faites avant la fécondation (plus de relations entre plante-mère et ovule au moment de la fécondation)
- * **pas de vraie graine** (pas de phase de repos ou de dormance) : d'où autrefois le terme de préspermaphyte

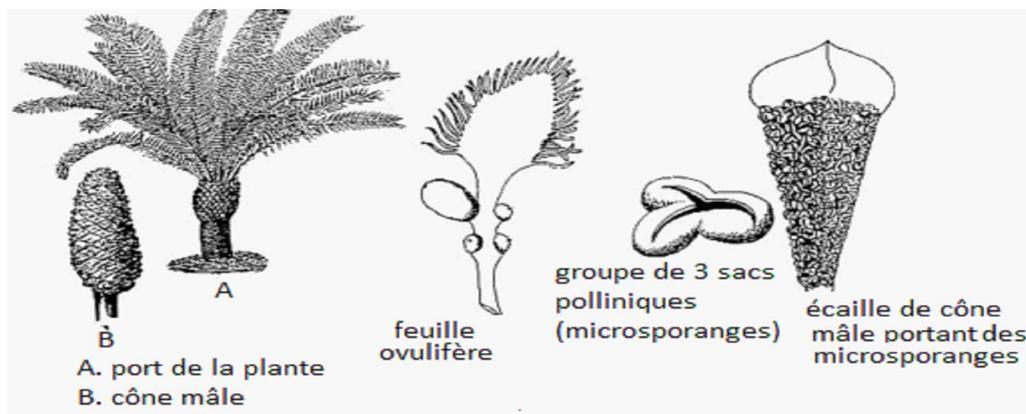
La morphologie des prespermaphytes permet de les subdiviser en deux groupes :

* **Cycadophytes** qui regroupent des plantes dont l'appareil végétatif ressemble à celui des fougères arborescentes avec des frondes. C'est le cas par exemple, au Maroc du *Cycas revoluta*, plantes souvent décoratives survivantes de ce groupe, elle est originaire du Japon.



- plantes de régions chaudes
- ovules disposés en 2 rangées sur des **feuilles ovulifères** regroupées en **cônes**
- feuilles composées pennées, au stade jeune les divisions sont enroulées en crosse
- vrai tronc avec **accroissement secondaire** (\neq palmiers)
- **pas de bourgeons axillaires**

Au Maroc, le *Cycas revoluta* est une espèce courante dans certains jardins à l'état ornementale (cf. T.P.). Elle est originaire du Japon.



Cycas revoluta

* **Gingkophytes** ne sont plus aujourd'hui représentées que par une seule espèce vivante, le *Ginkgo biloba* originaire de Chine. Cette plante possède un appareil végétatif arborescent, déjà typique de celui des gymnospermes avec des feuilles de petite taille bien différenciées.

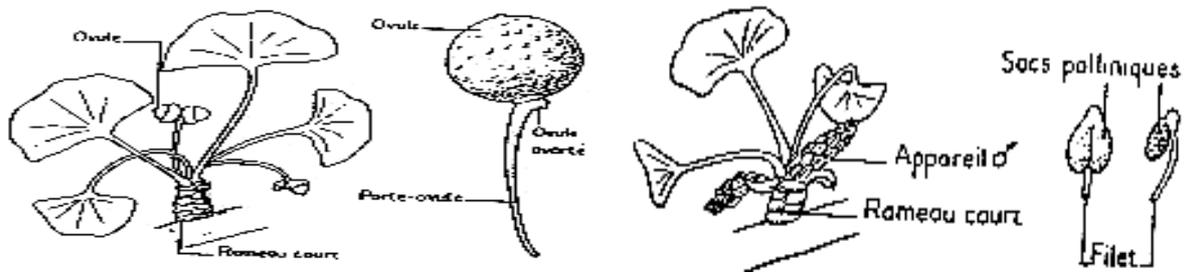
Le *Ginkgo* qui est le seul représentant actuel de sa classe. Il est endémique de Chine et ne se rencontre presque pas à l'état naturel, sa conservation est en partie liée au fait que c'est un arbre considéré comme sacré. C'est un arbre dioïque à rameaux feuillés et feuilles en éventail, bilobées et à nervation dichotomique. Pied femelle : **ovules groupés par 2** (dont un avorte)

Pied mâle : **chatons formés de nombreuses étamines à 2 sacs polliniques**

+ feuilles utilisées en Chine depuis 5000 ans

+ préparation d'extraits de feuilles : antioxydants et toniques cérébraux, améliorent l'irrigation tissulaire et le métabolisme cellulaire

+ feuilles riches en diterpènes (ginkgolides) et en biflavonoïdes, un médicament « Tanakan » est un vasodilatateur d'où plantes cultivées pour leurs feuilles (ex en France)



Ginkgo biloba

C2. Spermaphytes

Les spermaphytes, ou plantes à graine sont les dernières à être apparues sur terre. Ce groupe est divisé en trois :

- * Les conifères ou gymnospermes sens stricte (s. s.) sont actuellement représentés par environ 600 espèces vivantes.
- * Les gnétophytes ou chlamydospermes - constituant un groupe certainement artificiel - sont considérés comme intermédiaires entre les gymnospermes et les angiospermes. Leur ovule est entouré par une enveloppe qui évoque l'ovaire ou plutôt le carpelle des angiospermes. Ils sont aujourd'hui représentés par 75 espèces réparties en trois genres : *Ephedra*, *Gnetum* et *Welwitschia*.
- * Les angiospermes, plantes les plus récemment apparues sur terre, connaissent aujourd'hui leur apogée. Ce groupe compte en effet plus de 250000 espèces vivantes, herbacées ou arborescentes et adaptées à pratiquement tous les biotopes de notre planète. Ce sont typiquement celles que nous appelons plantes à fleurs.

C2.1. Conifères

- fécondation par tube pollinique : + c'est le pollen qui germe et qui apporte les gamètes mâles au contact de l'ovule ; fécondation complètement indépendante de l'eau du milieu extérieur
- fécondation déclenche la mise en réserve (donc liens étroits avec la plante-mère) et la formation de la graine : réserves faites après la fécondation
- formation d'une graine qui vit au ralenti au départ (dormance). Adaptation aux variations des conditions climatiques du milieu aérien
- ovule nu (idem graine)
- plantes toujours ligneuses, croissance secondaire importante
- organes reproducteurs en cônes (ou strobiles) unisexués (on compare parfois le cône femelle à une inflorescence femelle et le cône mâle à une fleur mâle)
- bois homoxylé car formé d'un seul type d'éléments : **Trachéïdes à ponctuations aréolées**
- canaux sécréteurs de résine (sauf exceptions)
- feuilles le plus souvent en aiguilles ou linéaires aplaties ou en écailles
- feuilles persistantes (exceptions : mélèze, cyprès chauve)
- les 2 sexes sur le même pied (monoïques) rarement séparés (dioïques ex. If)
- groupe en voie d'extinction : 5 000 espèces à la fin de l'ère Primaire ; 20 000 espèces au jurassique (-225 à -65 MA) ; entre 500 et 1 000 espèces actuelles
- groupe moins compétitif que les angiospermes car : organes reproducteurs peu protégés ; fécondation et maturation des graines très lentes (plusieurs années) ; conduction de sève plus difficile

* Remarques :

Bien qu'en extinction, les coniférophytes détiennent plusieurs records

- + arbres les plus grands : *Sequoia gigantea* (en Californie) : 80-120 m de haut et 2000 à 3000 ans d'âge
- + arbres les plus gros : *Taxodium mucronatum* (au Mexique) : 16 m de diamètre, 48 m de haut, plus de 2000 ans d'âge
- + arbres les plus vieux :

- en Californie (à la Sierra Nevada) des pins de l'espèce *Pinus longaeva* (pin de Bristlecone) dépassent les 4 000 ans (plus de 4700 ans pour le plus vieux) et poussent sous climat désertique à 3500 m d'altitude.

- l'arbre vivant le plus vieux serait un épicéa âgé de presque 8000 ans, découvert en Suède *Wollemia nobilis* (Araucariacées)

Diversité chimique :

- * en général, richesse en composés terpéniques (alpha et bêta pinène en particulier)
- * présence de flavonoïdes
- * parfois des alcaloïdes (if)

Intérêt :

- * arbres ornementaux
- * industrie du bois : charpente, meubles...

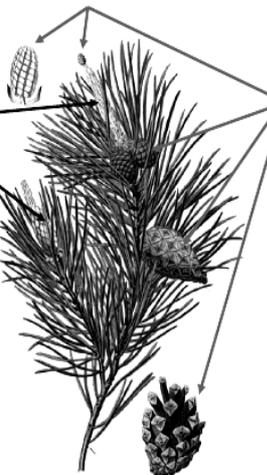
- * pâte à papier
- * industrie chimique : térébenthine (solvants, colles, parfums...)
- * pharmacie : désinfectant, antiseptique (terpènes), anti-cancéreux (Taxol et dérivés)

D.Reproduction

ex. Pin sylvestre

* cônes mâles

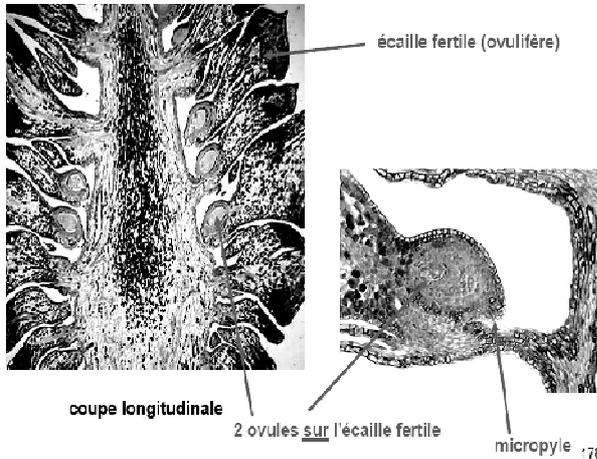
- + petits
- + nombreux
- + base des pousses de l'année
- + une saison



* cônes femelles

- + plus ou moins gros
- + peu nombreux
- + sommet des pousses de l'année
- + présents plusieurs années

Cônes femelles

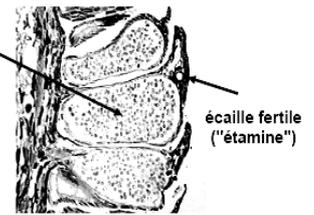


Cônes mâles

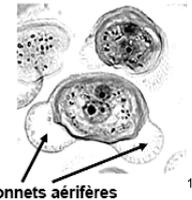
2 sacs polliniques sous les écailles fertiles



coupe longitudinale

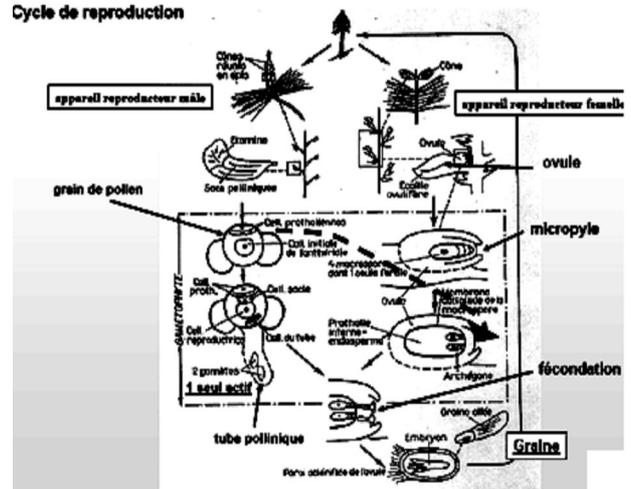


pollen



176

Cycle de reproduction



Les conifères actuels regroupent plusieurs familles, **au Maroc seules les *Pinaceae*, *Cupressaceae* et *Taxaceae* sont représentées.**

-Famille des *Pinaceae*

Au Maroc la famille des Pinacées (*Pinaceae*), ou Abiétacées, compte 5 espèces réparties en 3 genres tous monoïques. Ce sont des arbres à feuillage persistant et feuilles de deux sortes : en écailles (sur rameaux longs = auxiblastes et courts = mésoblastes) et en aiguilles (sur rameaux nains = brachyblastes).

Les cônes mâles en chatons ou groupés à l'extrémité des rameaux longs.

Cônes femelles plus gros, constitué d'un axe principale portant plusieurs unités insérées en hélice et imbriquées ; chaque unité est formée d'une bractée axillant une écaille ovulifère (portant deux ovules à la base de sa face interne ou supérieure). Après fécondation, les unités se resserrent et se lignifient. A maturité, les écailles s'écartent et laissent tomber les graines (*Pinus*), ou tombent avec les graines et les bractées (*Cedrus* et *Abies*). Graines ailées.

& *Abies marocana* (Sapin ; « chohh ») : arbre atteignant 20 m de haut, à feuilles aplaties est une espèce endémique des montagnes de la région de Chaouène (Rif).

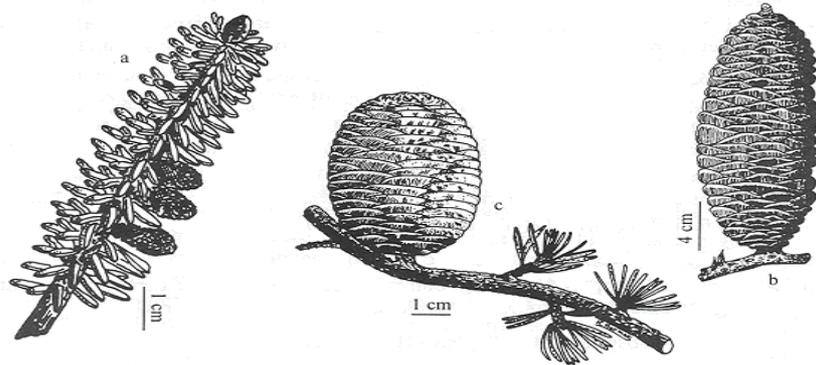
& *Cedrus libani* subsp. *atlantica* (Cèdre de l'Atlas ; « arz », « idil ») : arbre à cyme conique à l'état jeune puis tabulaire chez les vieux sujets, à feuilles en rosettes sur les rameaux courts, est une endémique des basses et moyennes montagnes du Haut et Moyen Atlas et du Rif.

& *Pinus halepensis*, *P. pinaster* et *P. nigra* sont 3 espèces spontanées, mais, plusieurs espèces de ce genre sont utilisées comme essences de reboisement un peu partout au Maroc non saharien. Les pins se distinguent par des rameaux longs à feuilles en écailles et des rameaux nains portant des aiguilles fasciculées par 2.

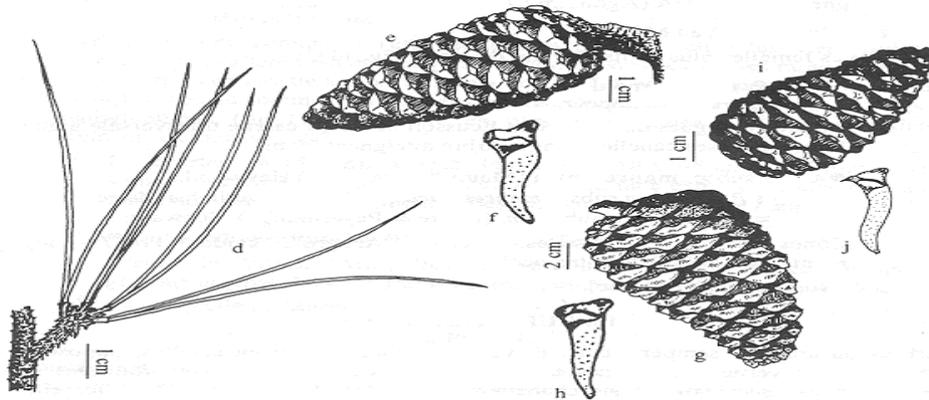
& Chez le *Pinus pinaster* :

- * la distillation de sa résine fournissait la térébenthine, riche en alpha et bêta pinènes
- * écorce riche en tanins, utilisés contre l'insuffisance veineuse

* utilisé maintenant principalement pour fabriquer de la pâte à papier (avec récupération de térébenthine)



Abies marocana (a : rameau ; b : cône fructifère). *Cedrus libani* (c : rameau avec fascicules de feuilles et cône fructifère)



Pinus halepensis (d : rameau feuillé ; e : cône fructifère ; f : écaille fructifère). *P. pinaster* (g : cône fructifère ; h : écaille fructifère). *P. nigra* (i : cône fructifère ; j : écaille fructifère)

- Famille des *Cupressaceae*

La famille des *Cupressaceae* compte au Maroc 6 espèces, soit monoïques ou dioïques, réparties en 3 genres. Ce sont des arbres ou arbustes sempervirents à feuilles en écailles ou rarement aplaties, opposées-décussées ou verticillées. Cônes mâles solitaires ou groupés. Etamines foliacées ou peltées, à 2-7 sacs polliniques chacune ; pollen sans ballonnets aérifères. Cônes femelles comportant un nombre réduits d'écailles (en fait complexes à bractées entièrement soudées aux écailles ovulifères) qui à maturité, deviennent ligneuses, ou restent charnues et concrecentes en galbules (fausses baies).

& *Tetraclinis articulata* (Thuya de Bérbérie ; « el ârâr », « azouka ») : arbre monoïque à rameaux aplaties et à feuilles opposées-décussées en écailles, imbriquées. Cône femelle tétragone réduit à un verticille de 4 écailles ligneuses. Espèce de plaines et basses montagnes.

& *Cupressus atlantica* (Cyprés de l'Atlas ; «sarou») : arbre à feuilles opposées-décussées imbriquées. Plusieurs espèces appartenant au genre *Cupressus* sont ornementales ou utilisées comme brises vent et nommées cyprés.

& *Cupressus sempervirens* * petites feuilles en écailles triangulaires * cônes femelles, 8-12 écailles, riches en tanins, utilisés, contre l'insuffisance veineuse

& *Juniperus* : Arbres ou arbustes à feuilles aplaties verticillées par 3 ou en écailles imbriquées. Galbules à 3-9 écailles ; graines non ailées. Le genre compte 4 espèces au Maroc, exp. *J. phoenicea* (Genévrier rouge ; « el ârâr'el'horr », « aïfs »), *J. communis*, *J. oxycedrus* et *J. thurifera*.

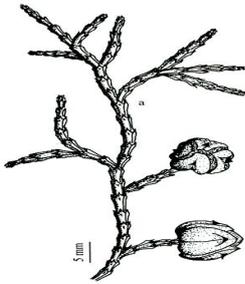
& *Juniperus communis*, Genévrier commun :

* 1 à 6 m de haut, dioïque

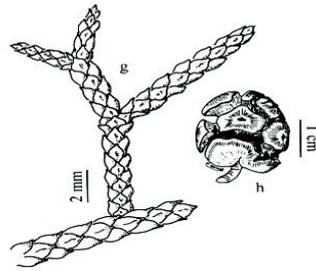
* feuilles aplaties, très piquantes et verticillées par 3

* cônes femelles bleu-noir, 6-8 mm diamètre, à 3 écailles charnues, soudées, («baies de genévrier»), aromatiques (riches en diterpènes) utilisation de ces fausses baies comme épices ou pour faire des boissons (genièvre, gin)

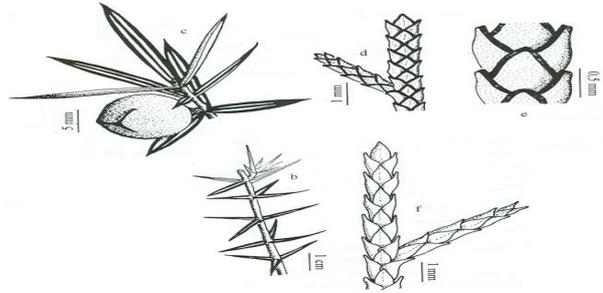
* propriétés antiseptiques, apéritives et diurétiques



Tetraclinis articulata (a : rameau avec deux cônes fructifères)



Cupressus atlantica (g : rameau avec feuilles en écailles ; h : cône fructifère)



Juniperus communis (b : rameau feuillé). ***J. oxycedrus*** (c : feuilles et galbule). ***J. phoenicea*** (d : rameau avec feuilles en écailles ; e : détail du rameau). ***J. thurifera*** (f : rameau avec feuilles en écailles)

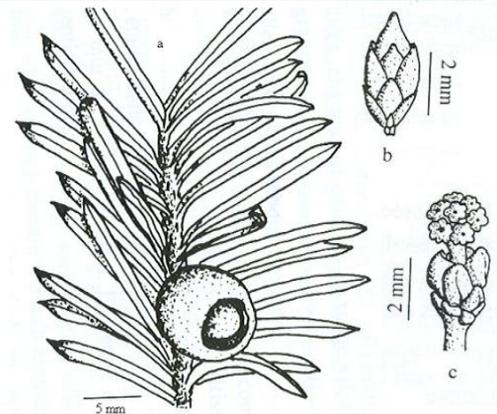
& *Juniperus oxycedrus*, Cadier :

- * région méditerranéenne
- * son bois distillé fournit l'huile ou goudron de cade officinal, riche en sesquiterpènes, à propriétés antiseptiques (shampoings, traitement de la peau)
- * cônes rouge-brun plus ou moins charnus

-Famille des *Taxaceae*

Familles monotypique à une seule espèce : *Taxus baccata* (If, « dakhs »). Arbres dioïques. Cône femelle à 4 paires de bractées, bractées de la paire interne se soudent en cupule entourant la base de l'ovule et nommé **arille**.

- * arbuste ou arbre (10-15 m)
- * feuilles linéaires aplaties, 2-3 cm sur 2 rangs, vert foncé, non piquantes
- * pas de canaux sécréteurs de résine (exception)
- * dioïque (rare)
- * ovules isolés (exception)
- * graine noire entourée par arille charnu : «baie d'if »
- * très grande longévité (1500-2000 ans)
- * toutes les parties de la plante (sauf arille) sont très toxiques : taxoïdes diterpéniques et mélange d'alcaloïdes ou pseudo-alcaloïdes : taxine
- * à partir de l'écorce de l'if du Pacifique (*Taxus brevifolia*) : Paclitaxel (Taxol®) utilisé en chimiothérapie c'est un diterpène anticancéreux
- * actuellement production de Paclitaxel par biotechnologies



Taxus baccata : a, rameau feuillé et fructifère ; b, fl. Femelle ; c, fl. mâle

C2. 2. Gnétophytes ou chlamydospermes

Généralités

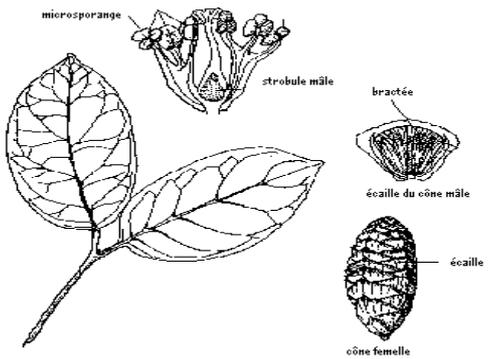
- *ovule dans des paires de bractées dont la **paire interne s'allonge en un tube micropylaire**
- *pseudo-fruit
- *pseudo-fleur unisexuée, étamines avec filet
- *bois hétéroxylé :
 - + vaisseaux parfaits ou trachées pour la sève (ponctuations aréolées)
 - + parenchyme ligneux pour le soutien
- *Chez certaines Gnétophytes il existe un phénomène de double fécondation :
 - + le tube pollinique déverse 2 gamètes mâles dans l'endosperme (gamétophyte femelle)
 - + fusion de ces 2 gamètes avec 2 noyaux présents dans l'oosphère (gamète femelle)
 - + une seule des cellules diploïdes formées donne un embryon, l'autre dégénère la double fécondation n'est donc pas effective, elle n'est pas homologue de la double fécondation des angiospermes (non héritée d'un ancêtre commun).

Classification

*groupe comptant 96 espèces

*caractères à la fois de coniférophytes et d'angiospermes, mais les analyses moléculaires montrent que les gnétophytes sont un groupe frère des coniférophytes.

***3 familles à valeur d'ordres et 3 genres :**

<p align="center">-Familles des Gnétacées</p> <p>Un seul genre : <i>Gnetum</i>, lianes des forêts tropicales (30 espèces) à feuilles le long des rameaux et aplaties N'existe pas au Maroc</p>	<p align="center">-Famille des Welwitschiaceae</p> <p><i>Welwitschia</i> : 1 seule espèce (<i>Welwitschia mirabilis</i>) plante acaule, 2 feuilles à croissance indéfinie (quelques cm/an), vivant plusieurs siècles, déserts du Sud de l'Afrique, le désert de Namib, plantes parmi les plus xérophiiles du monde végétal. N'existe pas au Maroc</p>
 <p>microsporange strobule mâle bractée écaille du cône mâle écaille cône femelle</p>	 <p>feuille fleurs femelles</p>
<p align="center"><i>Gnetum</i> sp.</p>	<p align="center"><i>Welwitschia mirabilis</i> : plusieurs pieds femelles</p>

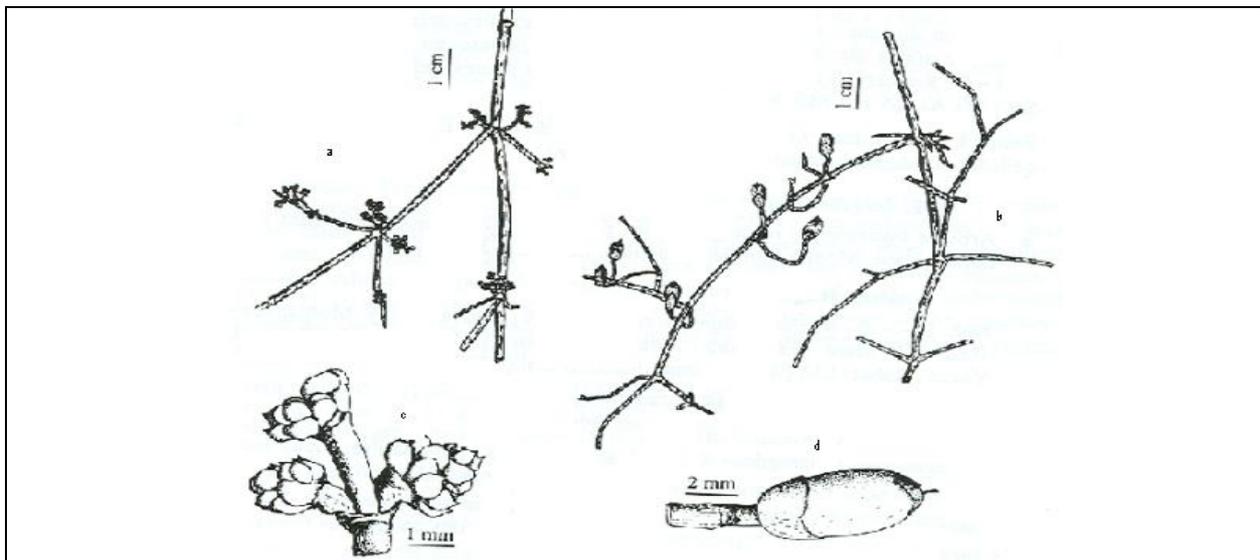
-Famille des Ephedraceae

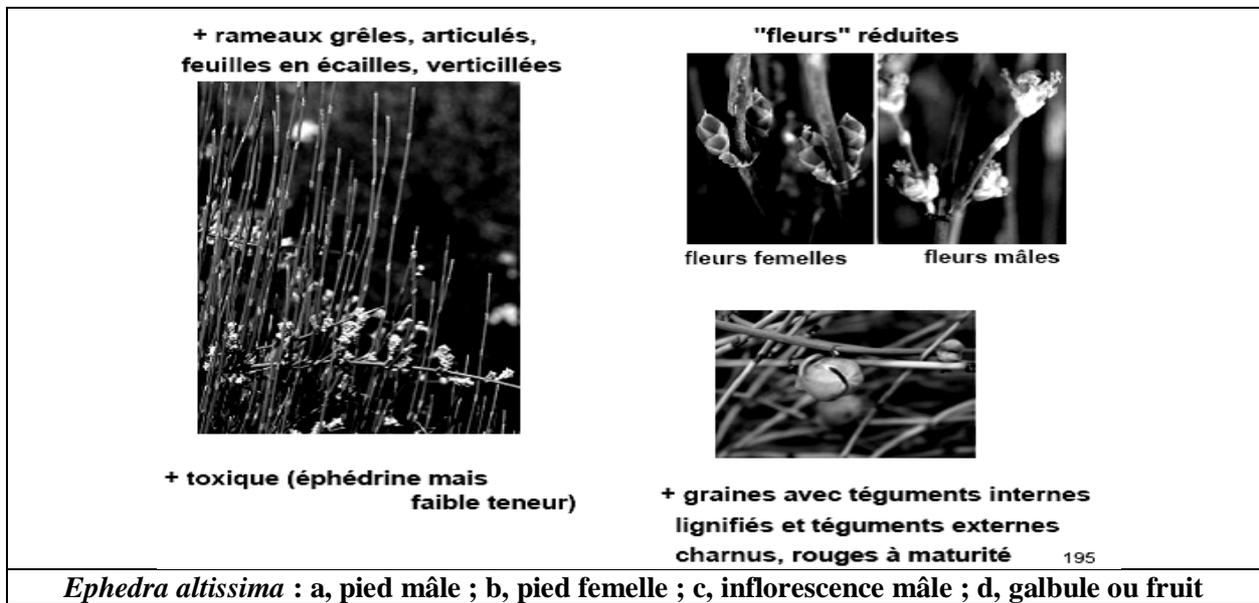
Un seul genre : *Ephedra* : lianes ou arbrisseaux dioïques des régions chaudes, il compte environ 65 espèces à l'échelle mondiale.

* certaines espèces asiatiques ont été utilisées pour leurs alcaloïdes (éphédrine et ses isomères)

* éphédrine maintenant synthétisée à cause de sa large utilisation comme traitement de l'hypotension au cours de l'anesthésie générale

Au Maroc le genre *Ephedra* compte 5 espèces dont l'*E. altissima* est très commune dans la flore marocaine. Fleurs femelles souvent solitaires à l'intérieur d'un involucre de 2-4 paires de bractées dont la paire interne constitue un tégument qui se prolonge en tube (tube micropylaire) évoquant l'ovaire des angiospermes avec style auquel manque le stigmate. A maturité la graine est enveloppée par la paire interne de bractées devenues rouges et charnues. Fleurs mâles en glomérules, protégée d'une paire de bractées chacune qui entoure un filet portant 2 à 3 anthères.

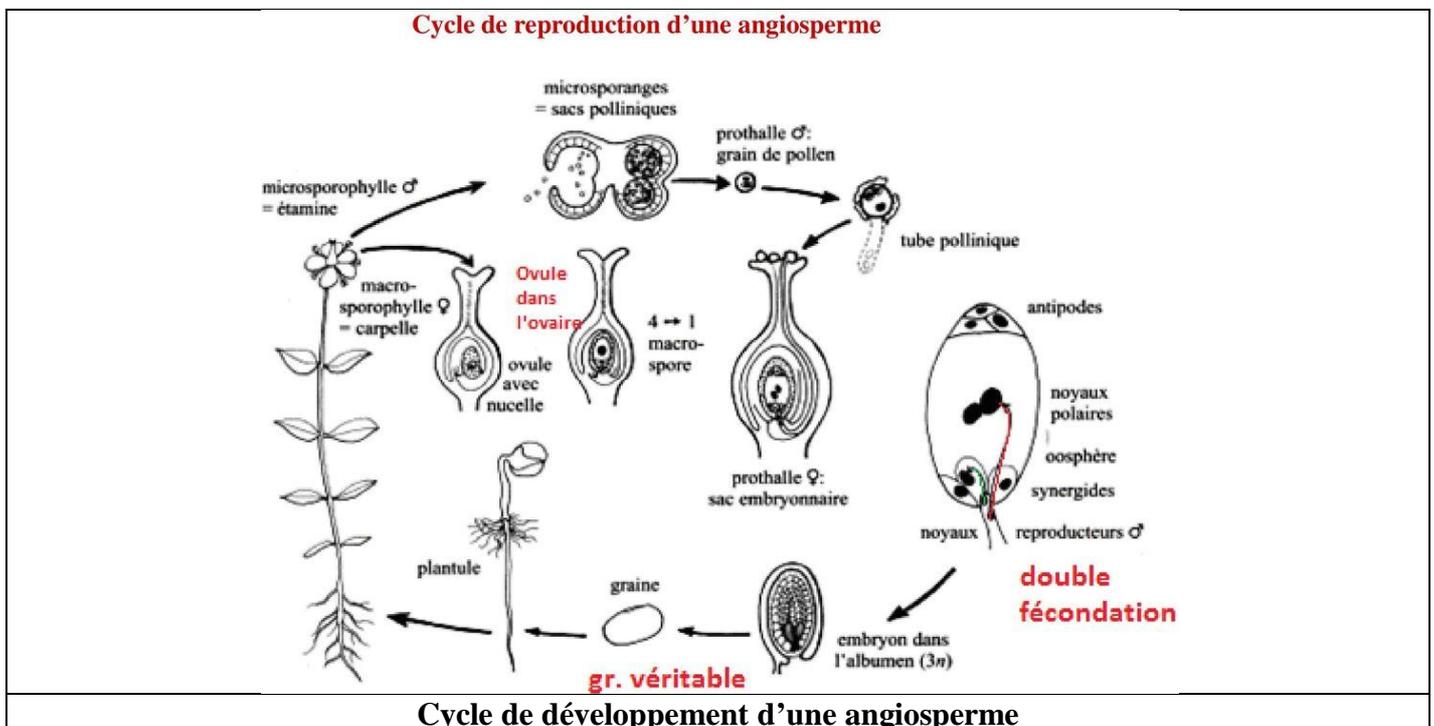




C2.3. Angiospermes

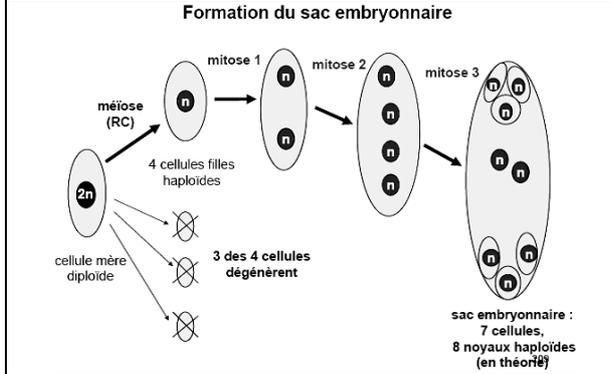
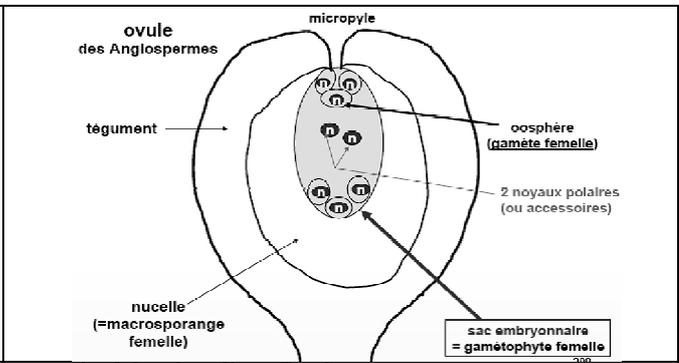
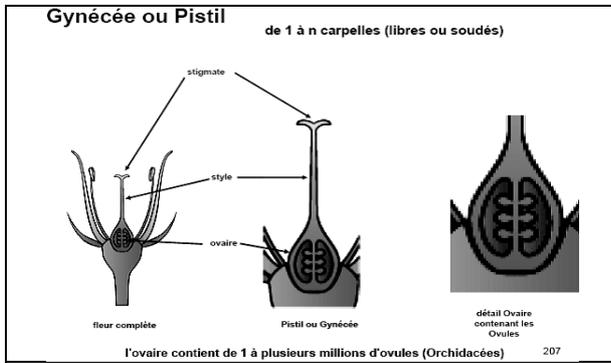
Généralités

- *ovule(s) dans une cavité close : **ovaire** (formé de 1 ou plusieurs carpelles)
- *graine(s) dans un fruit
- *vraie fleur
- *double fécondation effective
- *bois hétéroxylé (vaisseaux parfaits + parenchyme ligneux)
- *"apparition" à la fin du Jurassique (ère IIaire), en expansion depuis (plus anciens fossiles : grains de pollen, à -135 MA)
- *appareil végétatif très variable : de moins de 1mm : *Wolffia* (*Wolffia arrhiza*) à plus de 100 m (*Eucalyptus*)
- *métabolisme secondaire très important et très diversifié : très nombreuses molécules à propriétés thérapeutiques
- *colonisation de tous les milieux : climat froid, équatorial, désertique.... ; aérien ; eaux douces ou marines ex. prairie sous-marine à posidonies (*Posidonia*, *Monocotylédones*).



Diversité des angiospermes

<p>Morphologie florale</p> <p>a) différentes pièces florales</p>	<p>b) formule florale</p> <p>résume le nombre et la disposition des pièces florales</p> <p>aubriette colza</p> <p>ex Brassicacées (ex-Crucifères) : 4 sépales, 4 pétales, 6 étamines en 2 verticilles, 2 carpelles</p> <p>4S+4P+(2+4)E+2C</p>
<p>c) diagramme floral</p> <p>représentation théorique et schématique des différentes pièces d'une fleur</p> <p>plusieurs plans de symétrie : fleurs actinomorphes</p> <p>1 seul plan de symétrie : fleur zygomorphe</p>	<p>d) rôle des pièces florales</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Sépales S (Calice), le plus souvent verts : rôle protecteur ▶ Pétales P (Corolle) : rôle au niveau de la pollinisation <ul style="list-style-type: none"> + fleurs pollinisées par le vent : pas de pétales, pas de nectar + fleurs pollinisées par des insectes : présence de pigments colorés (anthocyanes, caroténoïdes...) ou non colorés (flavones, flavonols...) "appareil d'affichage", souvent nectar ▶ sépales et pétales forment le Périanthé <p>▶ Quand sépales et pétales plus ou moins identiques : Tépales T</p>
<p>▶ appareil reproducteur :</p> <p>Étamines E (Androcée) et Carpelle(s) C (Gynécée ou Pistil)</p> <ul style="list-style-type: none"> + les 2 sexes sur la même fleur : fleur hermaphrodite + des fleurs mâles et des fleurs femelles sur le même pied : plante monoïque + les fleurs mâles et les fleurs femelles sur des pieds différents : plante dioïque 	<p>Androcée</p> <p>1 à n ou ∞ étamines</p> <p>anthère formée de 2 loges</p> <p>connectif</p> <p>filet</p> <p>une étamine stérile : staminode</p> <p>grains de pollen = gamétophytes mâles réduits à 2 ou 3 cellules :</p>
<p>Formation du pollen</p> <p>Dans les étamines, au niveau des anthères, la Réduction Chromatique (méiose) de cellules mères diploïdes donne des microspores (haploïdes) évoluant en gamétophytes réduits : les grains de pollen</p> <p>coupe transversale dans une anthère</p> <p>1 loge pollinique</p> <p>2 sacs polliniques</p> <p>loge déhiscente</p> <p>pollen</p>	<p>1 ou cellules végétatives + 1 cellule reproductrice qui formera 2 gamètes mâles.</p> <p>La paroi externe du grain de pollen, très résistante, s'appelle l'EXINE</p> <p>Viabilité du pollen : de quelques heures (Poacées) à quelques jours (plusieurs mois ?)</p>



e) origine des pièces florales

Les pièces florales seraient des feuilles modifiées adaptées à la reproduction (théorie de la "métamorphose", Goethe 1790)

Parfois séquence de passage des bractées aux carpelles visible

ex : nénuphar

206

Reproduction
a) pollinisation = transport du pollen des anthères sur le stigmate

1. par le vent : anémogamie (ou anémophilie)

fleurs non colorées, beaucoup d'étamines, pollen abondant et petit, stigmates plumeux....

libération de pollen ex. roseau

stigmates de maïs

2. par les insectes : entomogamie (ou entomophilie)

+ fleurs colorées, nectar, pollen peu abondant et gros,....

+ souvent adaptation parallèle entre forme de la fleur et forme de l'insecte : coévolution

ex pollinisation sauge et labelle des Ophrys (Orchidées) ressemblant à un insecte

3. par l'eau : hydrogamie

(pollinisation, suite...)

4. par des oiseaux, des mollusques, des chauve-souris (baobab),....

5. par l'Homme

cas de la Vanille (Orchidacées)

pas de contact entre anthères et stigmate possible sans intervention d'une abeille ou de l'Homme

Pollinisation directe / pollinisation croisée ?

* pollinisation directe ou autogamie

dépôt du pollen des étamines sur le stigmate de la même fleur : même patrimoine génétique, pas de brassage génétique

* pollinisation croisée ou allogamie

dépôt du pollen d'une fleur sur le stigmate d'une fleur de la même espèce mais située sur un autre plant : patrimoines génétiques différents, brassage génétique

obligatoire quand l'espèce est dioïque

21E

* la pollinisation directe est gênée de différentes façons

+ maturation des 2 types d'organes reproducteurs d'une fleur décalée dans le temps (ex : maïs)

- * organes mâles mûrs les premiers : fleur protandre ou protérande
- * organes femelles mûrs les premiers : fleur protogyne ou protérogyne

+ disposition des étamines et des stigmates d'une même fleur gênant ou empêchant l'autopollinisation (étamines sous le stigmate).

+ dispositifs entre étamines et stigmates d'une même fleur gênant ou empêchant l'autopollinisation (cas de la vanille)

+ incompatibilité entre pollen et stigmate d'une même fleur (pollinisation croisée obligatoire)

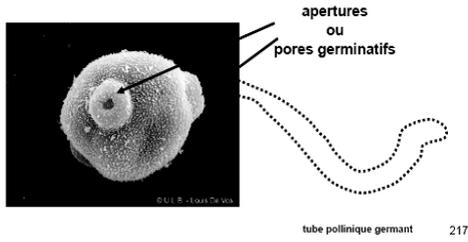
+ le plus souvent, combinaison de plusieurs facteurs....

b) fécondation

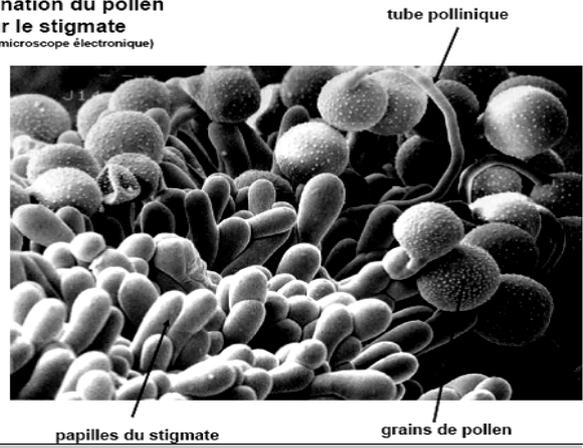
2 étapes : germination du grain de pollen puis fécondation proprement dite

germination du grain de pollen :

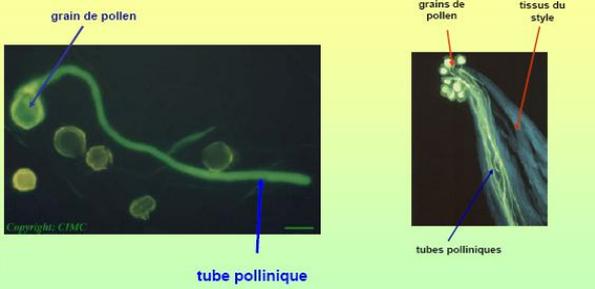
formation d'un tube pollinique traversant l'exine au niveau d'une ouverture ou pore germinatif (amincissement de l'exine)



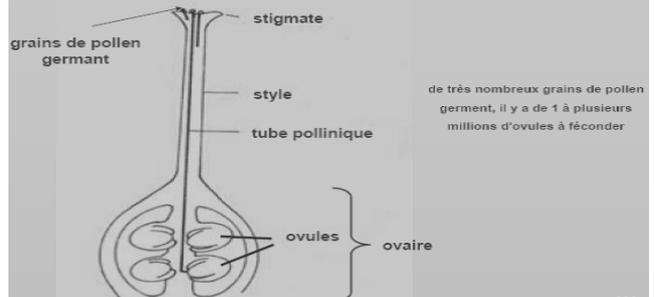
Germination du pollen sur le stigmate
(vue au microscope électronique)



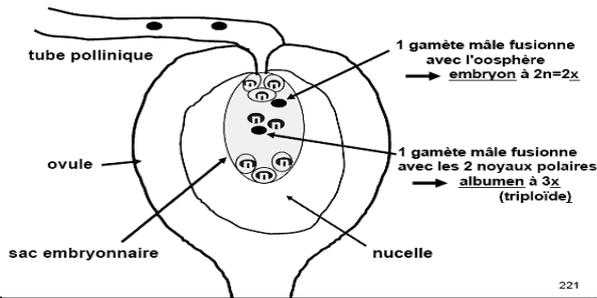
Germination du pollen
(vue au microscope en fluorescence)



Germination du pollen



* dans le tube pollinique, le noyau reproducteur se divise en 2 gamètes qui sont déversés dans le sac embryonnaire



cette double fécondation vraie, donnant un embryon et un tissu de réserve, est caractéristique des Angiospermes

la fécondation déclenche la formation de l'embryon et la formation de réserves

c) graine

L'ovule se transforme en graine :

- * formation de l'embryon
- * des réserves sont stockées. 3 possibilités :
 - + le nucelle peut persister sous le nom de péricarpe
 - + le plus souvent, il est remplacé complètement par l'albumen (3x)
 - + parfois, l'albumen disparaît à son tour, les réserves sont alors stockées dans les cotylédons : graine exalbuminée
- * les téguments se modifient (protection)
- * l'ensemble se déshydrate

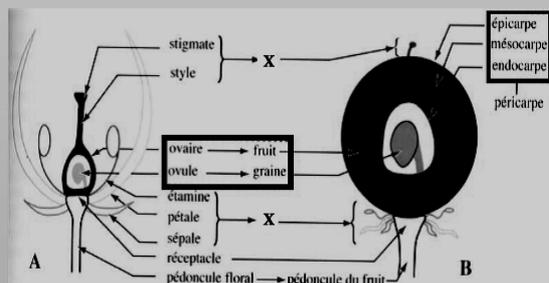
* l'embryon entre en vie ralentie (dormance)

*** germination**

- reprise de la vie et développement de l'embryon grâce aux réserves de la graine.
- germination non immédiate car inhibée par divers mécanismes.
 - + la présence d'inhibiteurs chimiques
 - + la présence de protéines photosensibles
 - + l'imperméabilité des enveloppes à l'eau ou à l'oxygène
 - + la résistance mécanique des enveloppes

d) fruit

La fécondation déclenche également la transformation de l'ovaire en fruit

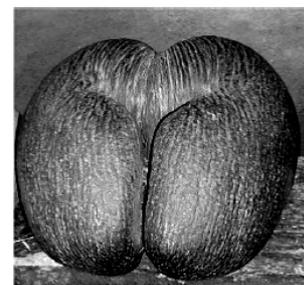


► Pouvoir germinatif des graines ou longévité : de quelques jours (peuplier) à quelques années (parfois quelques siècles ?)

+ taille et poids des graines extrêmement variables :

* de quelques microgrammes chez certaines orchidées (500 000 graines par gramme !)

* à 20 ou 30 kg chez le palmier des Seychelles (*Lodoïcea maldivica* ou coco fesse)

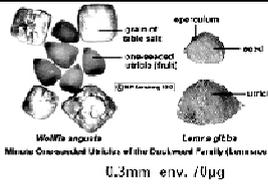


Poids :
de moins de 1/10 mg
à plusieurs centaines de kg !



courges

2004
883kg



Mimosa pudica
Minimum Cotyledon Unitiles of the Dicotyled "Early" (Mimosa)
0.3mm env. 70µg

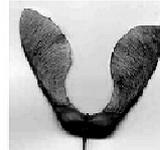


2009 : 702 kg

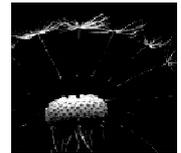
227

Le fruit possède souvent des adaptations facilitant sa dispersion ou celle de ses graines

* par le vent



samares



akènes à aigrette



* par les animaux

+ transport externe (par accrochage)



galium



harpagophyton
"griffes du diable"

+ "transport interne" (après ingestion)
cas des fruits charnus



baies



drupes

fruits bacciformes
"fruits complexes"
avec partie charnue

* par d'autres systèmes



torsion brusque des valves,
projection des graines :
genêt à balais



par projection explosive des graines :
concombre d'âne

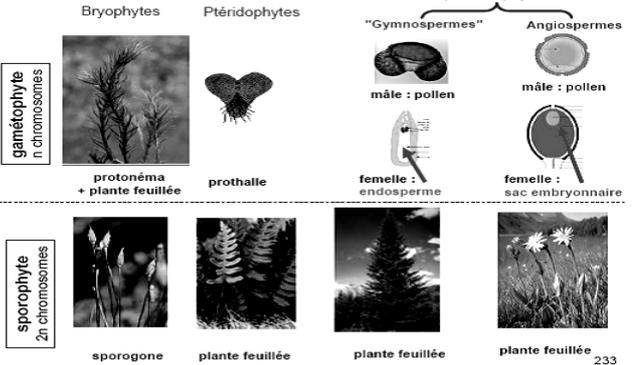
Adaptations à l'auto plantation



système vrille
ex *érodiums*



système plantoir
ex *Rhizophora* dans mangroves

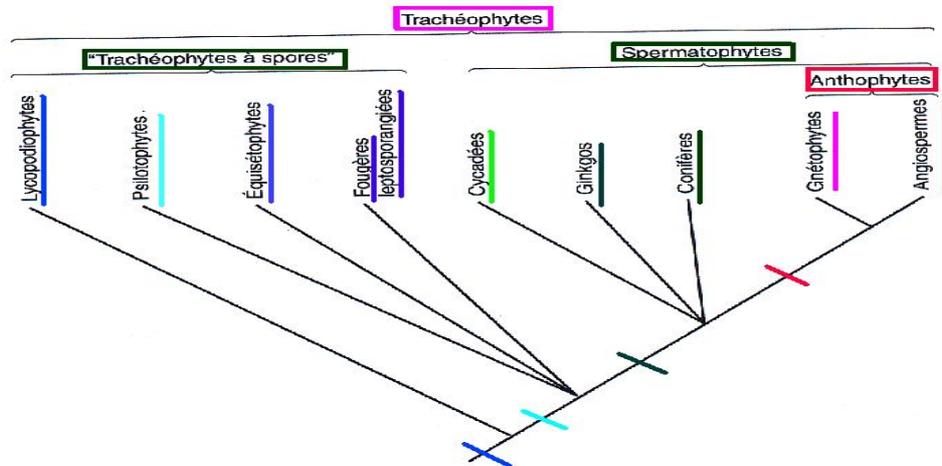


Evolution du rapport gamétophyte/sporophyte des
bryophytes aux angiospermes

C.2.4. Systématique des angiospermes

Introduction

Les angiospermes sont les plantes à fleurs, et donc les végétaux qui portent des fruits. A l'échelle mondiale on compte plus de **165 000 dicotylédones** et **plus de 35 000 monocotylédones**.



Cladogramme des trachéophytes

D'un point de vue systématique, les **angiospermes forment un taxon considéré comme monophylétique**. Les plus proches parents des angiospermes sont les gnétophytes (groupe frère ?) et les cycadophytes et les coniférophytes, c'est-à-dire principalement les conifères. Avec ces groupes, ils constituent les plantes à graines (spermatophytes).

Les angiospermes diffèrent cependant des autres plantes à graines par la présence des caractères suivants :

- la condensation des organes reproducteurs en une fleur,
- la double fécondation (présence d'un ovaire enveloppant les ovules, et qui se développera pour donner un fruit),
- la présence de bois hétérogène (dit hétéroxylé).

Quelques caractéristiques propres aux angiospermes :

- les fleurs sont fréquemment bisexuées (diclines ou hermaphrodites),
- la mégasporophylle est différenciée en ovaire, style et stigmate,
- la fleur comprend des microsporophylles distinctes : les étamines comprenant chacune 2 paires de sacs polliniques (les sporanges),
- les ovules sont inclus dans la mégasporophylle,
- la pollinisation ne s'effectue pas directement sur l'ovule mais sur la surface stigmatique,
- la fécondation est double,
- le tissu de réserve de la graine est triploïde (l'albumen),
- la présence de tubes criblés et de cellules compagnes dans le phloème et de vaisseaux dans le xylème du système vasculaire du sporophyte.

En classification classique les angiospermes se divisent en deux taxa (taxons): les monocotylédones (= Liliopsida, = Lilliidae, = Moncotyledones, etc) et les dicotylédones (= Magnoliopsida, = Magnoliidae, = Dicotyledones, etc). **Ce dernier est aujourd'hui considéré comme paraphylétique.**

De répartition mondiale, les angiospermes représentent la plus grande partie des espèces végétales terrestres, avec plus de 220 000 espèces. Les **angiospermes dominent le paysage naturel dans la majorité des biotopes** tropicaux ou tempérés, comme la savane ou la forêt. Ils **laissent la place aux résineux (Pinophytes) et aux lichens dans les biotopes les plus froids**. Ils sont **peu présents dans les milieux aquatiques**. Leur taille peut varier de quelques millimètres (*Lemna* et *Wolffia*) à une centaine de mètres (*Eucalyptus*).

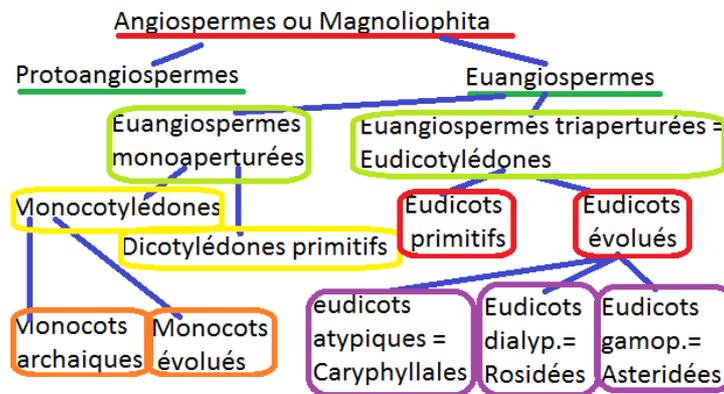
	Monocotylédones	Dicotylédones
Appareil végétatif		
Racine principale	R. principale svt avorte, mise en place de racines adventives	R. principale persiste
Tige	FLL dispersés, pl. à T. herbacée	FLL disposés en anneau, pl. à T. ligneuse + pl. à T. herbacée
Feuilles	Svt. F. incomplètes, sessiles, limbe simple à nervation parallèle	Svt. F. complètes ou incomplètes, pétiolées, limbe simple (entier ou découpé) ou composé, nervation réticulée (pennée, palmée, pédalée)
Appareil reproducteur		
Inflorescence	Variable parfois 1 br. + 1 préfeuille	Variable parfois 1 br. + 2 préfeuilles
Mérisse des fl.	trimère	Pentamère ou tétramère
Périanthe	Simple à tépales ou périanthe glumacé	Double à sépales + pétales
Grains de pollen	Monosulqué ou monoaperturé	Tricolpé
Fruit et graine	Svt. baie, capsule, akène ou caryopse, graine à 1 cotylédon	Variable parfois faux fr., graine à 2 cotylédons

Caractères principaux distinctifs entre Monocots et Dicots

Selon la **classification phylogénétique** publiée par l'équipe de recherche de l'**Angiosperm Phylogeny Group** ou **APG** (1998, 2003, 2006, 2016), qui est **construite sur la base de l'analyse de deux gènes chloroplastiques et un gène nucléaire ribosomique**, aux quels s'ajoutent, dans quelques cas, d'autres caractères (micro et macromorphologiques), les **angiospermes se divisent en monosulqués et tricolpés**.

& Les monosulqués, par leur pollen à un pore, groupent toutes les plantes **monocotylédones** auxquelles s'ajoutent les **dicotylédones primitifs (ou magnoliidées)**.

& Les tricolpés, par leur pollen à trois pores, groupent **uniquement les plantes eudicotylédones**.



Angiospermes selon l'APG II 2003

a. Caractères généraux des angiospermes (cf. polycopié de TP et TD)

b. Notion de caractères plésiomorphes (ou archaïques) et apomorphes (ou évolués)

Tableau récapitulatif des plésiomorphies (caractères ancestraux) et apomorphies (caractères dérivés) supposées chez les Angiospermes; il est à noter que de nombreuses réversions existent.

Plésiomorphie	Apomorphie
Plante chlorophyllienne (autotrophe)	Plante pseudo-saprophyte ¹ (<i>Neottia</i> , <i>Voyria</i>) ou (hémi-) parasite (<i>Cuscuta</i> , <i>Rafflesia</i> , <i>Viscum</i> , <i>Orobanche</i> , <i>Olacaceae</i>)
Terrestre	Aquatique ² (<i>Zostera</i> , <i>Posidonia</i>)
Vivace	Annuelle
Feuilles simples	Feuilles composées
Feuilles persistantes	Feuilles caduques
Feuilles spiralées ou alternes?	Feuilles opposées ou verticillées?
Stipules présentes?	Stipules absentes?
Fleurs solitaires polymères ³	Inflorescences de fleurs oligomères ³
Fleurs spiralées ³	Fleurs verticillées (cycliques)
Hermaphrodites	Unisexuées ⁴
Monoïques	Dioïques
Actinomorphes (symétrie radiale)	Zygomorphes (symétrie bilatérale)
Homoïochlamydie	Hétérochlamydie
Dialy- pétalie, sépalie, carpellie, stémonie	Gamo- (syn-) pétalie, sépalie, carpellie, stémonie
Polystémonie	Oligo- (méio-, pauci-) stémonie
Grains de pollen indépendants	Grains de pollen réunis en tétrades ⁵
Ovaire supère (fleur hypogyne)	Ovaire infère (fleur épigyne)
Placentation marginale	Placentations autres
Nombreux ovules par carpelle	1-2 ovules par carpelle
Graine albuminée	Graine exalbuminée
Fruits simples (capsule)	Baies et drupes, fruits composés

¹ Parasitisme ou symbiose avec des champignons saprophytes.

² Les premières Angiospermes pourraient néanmoins être des plantes aquatiques telles que *Ceratophyllum*.

³ Les premières Angiospermes pourraient aussi posséder des inflorescences de petites fleurs apérianthées (*Piperaceae*) et non pas de grandes fleurs spiralées (*Magnolia*).

⁴ Les premières Angiospermes pourraient néanmoins posséder des inflorescences de petites fleurs unisexuées (*Acoraceae*, *Araceae*).

⁵ Les premiers pollens fossiles attribués aux plantes terrestres auraient aussi formé des tétrades.

Caractères plésiomorphes et apomorphes

c. Classification des plantes à fleurs selon l'APG II (2003), exemples de familles dans la flore marocaine.

c.1 Monosulqués

Monosulqués		
Anciennes dicots = Magnoliidées	Monocots s. l.	
<p>Paléohérbes</p> <p>O. <i>Nypheales</i> f. <i>Nymphaeaceae</i></p> <p>O. <i>Piperales</i> f. <i>Piperaceae</i> **</p> <p>O. <i>Aristolochiales</i> f. <i>Aristolochiaceae</i></p> <p>Paléoarbres</p> <p>O. <i>Magnoliales</i> f. <i>Magnoliaceae</i>**</p> <p>O. <i>Laurales</i> f. <i>Lauraceae</i></p>	<p>Monocots</p> <p>O. <i>Alismatales</i> f. <i>Araceae</i> + f. <i>Lemnaceae</i> f. <i>Potamogetonaceae</i></p> <p>O. <i>Liliales</i> f. <u><i>Liliaceae</i></u>* f. <i>Smilacaceae</i>*</p> <p>O. <i>Asparagales</i> f. <i>Asphodeaceae</i>* f. <i>Agavaceae</i>* f. <i>Alliaceae</i>* f. <i>Amaryllidaceae</i> f. <i>Iridaceae</i> f. <i>Orchidaceae</i> f. <i>Asparagaceae</i>*</p>	<p>Commelinidées</p> <p>O. <i>Arecales</i> f. <i>Areceaceae</i></p> <p>O. <i>Typhales</i> f. <i>Typhaceae</i></p> <p>O. <i>Juncals</i> f. <i>Cyperaceae</i> f. <i>Juncaceae</i></p> <p>O. <i>Poales</i> f. <u><i>Poaceae</i></u></p> <p>O. <i>Zingiberales</i> f. <i>Zingiberaceae</i>** f. <i>Cannaceae</i>** f. <i>Strelitziaceae</i>** f. <i>Musaceae</i> **</p>

c.2 Tricolpés

& Tricolpés, partie I

Tricolpés : partie I				
<p>Eudicots primitifs</p> <p>O. <i>Ranunculales</i> f. <i>Berberidaceae</i> f. <i>Papaveraceae</i> + f. <i>Fumariaceae</i> f. <i>Ranunculaceae</i></p>	<p>Caryophyllidées</p> <p>O. <i>Vitales</i> f. <i>Vitaceae</i></p> <p>O. <i>Caryophyllaceae</i> f. <i>Aizoaceae</i> f. <i>Amaranthaceae</i> f. <i>Cactaceae</i> f.</p> <p><u><i>Caryophyllaceae</i></u> f.</p> <p><i>Chenopodiaceae</i> f. <i>Droseraceae</i> f. <i>Frankeniaceae</i> f.</p> <p><i>Plumbaginaceae</i> f. <i>Polygonaceae</i> f. <i>Portulacaceae</i> f. <i>Tamaricaceae</i></p> <p>O. <i>Santanales</i> f. <i>Crassulaceae</i> f. <i>Paeoniaceae</i> f. <i>Saxifragaceae</i></p>	<p>Rosidées</p> <p>O. <i>Zygophyllales</i> f. <i>Zygophyllaceae</i></p> <p>O. <i>Geraniales</i> f. <i>Geraniaceae</i></p> <p>O. <i>Malpighiales</i> f. <i>Euphorbiaceae</i> f. <i>Violaceae</i> f. <i>Salicaceae</i></p> <p>O. <i>Oxalidales</i> f. <i>Oxalidaceae</i></p> <p>O. <i>Fabales</i> f. <u><i>Fabaceae</i></u> f. <i>Polygalaceae</i></p>	<p>Rosidées (suite)</p> <p>O. <i>Rosales</i> f. <i>Rosaceae</i> f. <i>Rhamnaceae</i> f. <i>Ulmaceae</i> f. <i>Cannabaceae</i>** f. <i>Moraceae</i> f. <i>Urticaceae</i></p> <p>O. <i>Cucurbitales</i> f. <i>Cucurbitaceae</i> f. <i>Begoniaceae</i> **</p> <p>O. <i>Fagales</i> f. <i>Casuarinaceae</i> ** f. <i>Fagaceae</i> f. <i>Juglandaceae</i>**</p>	<p>Rosidées (suite et fin)</p> <p>O. <i>Myrtales</i> f. <i>Lythraceae</i> f. <i>Onagraceae</i> f. <i>Myrtaceae</i></p> <p>O. <i>Brassicales</i> f. <u><i>Brassicaceae</i></u> f. <i>Resedaceae</i> f. <i>Tropaeolaceae</i></p> <p>O. <i>Malvales</i> f. <i>Malvaceae</i> f. <i>Cistaceae</i> f. <i>Thymeleaceae</i></p> <p>O. <i>Sapindales</i> f. <i>Rutaceae</i> f. <i>Anacardiaceae</i> f. <i>Sapindaceae</i></p>

& Tricolpés, partie II

Tricolpés : partie II		
<p>Astéridées</p> <p>O. <i>Ericales</i> f. <i>Sapotaceae</i> f. <i>Primulaceae</i> f. <i>Theaceae</i>** f. <i>Ericaceae</i></p> <p>O. <i>Solanales</i> f. <i>Solanaceae</i> f. <i>Convolvulaceae</i> f. <i>Boraginaceae</i></p> <p>O. <i>Gentianales</i> f. <i>Gentianaceae</i> f. <i>Rubiaceae</i> f. <i>Apocynaceae</i></p>	<p>Astéridées (suite)</p> <p>O. <i>Lamiales</i> f. <i>Oleaceae</i> f. <i>Plantaginaceae</i> f. <u><i>Scrophulariaceae</i></u> f. <i>Orobanchaceae</i> f. <i>Verbenaceae</i> f. <i>Bignoniaceae</i> ** f. <u><i>Lamiaceae</i></u></p> <p>O. <i>Aquifoliales</i> f. <i>Aquifoliaceae</i></p>	<p>Astéridées (suite et fin)</p> <p>O. <i>Apiales</i> f. <u><i>Apiaceae</i></u> + f. <i>Araliaceae</i> f. <i>Pittosporaceae</i> **</p> <p>O. <i>Dipsacales</i> f. <i>Caprifoliaceae</i> + f. <i>Dipsacaceae</i> + f. <i>Valerianaceae</i></p> <p>O. <i>Asterales</i> f. <i>Campanulaceae</i> f. <u><i>Asteraceae</i></u></p>

- Familles en gras et soulignées correspondent aux 9 principales familles d'angiospermes marocaines.

* Familles incluses dans les *Liliaceae s. l.* dans le système de classification classique.

**Familles au Maroc à titre de plantes condimentaires et/ou ornementales.

& Familles d'angiospermes traitées dans ce cours, les 9 principales familles marocaines sont soulignées (càd familles dont le nombre d'espèces est égale à 100 ou plus de 100 taxons)

<p>Monosulqués = Ancinennes dicots + Monocots</p> <p>* Anciennes dicots = Magnoliidées - Paléohérbes : <i>Nymphaeaceae</i>, <i>Aristolochiaceae</i>, <i>Piperaceae</i> - Paléoarbres : <i>Magnoliaceae</i>, <i>Lauraceae</i></p> <p>* Monocotylédones - Liliopsidées: <i>Araceae</i>, <u><i>Liliaceae</i></u>, <i>Iridaceae</i>, <i>Orchidaceae</i>, <i>Lemnaceae</i> - Commelinidées: <i>Arecaceae</i>, <i>Poaceae</i>, <i>Cyperaceae</i>, <i>Juncaceae</i>, <i>Zingiberaceae</i>, <i>Musaceae</i></p>	<p>Tricolpés = Eudicotylédones</p> <p>* Dicots primitifs : <i>Ranunculaceae</i>, <i>Papaveraceae</i></p> <p>* Caryophyllidées : <u><i>Caryophyllaceae</i></u>, <i>Cactaceae</i>, <i>Amaranthaceae</i>, <i>Chenopodiaceae</i>, <i>Droseraceae</i>, <i>Plumbaginaceae</i></p> <p>* Rosidées : <i>Fabaceae</i>, <u><i>Brassicaceae</i></u>, <i>Euphorbiaceae</i>, <i>Rosaceae</i>, <i>Malvaceae</i>, <i>Rutaceae</i>, <i>Geraniaceae</i>, <i>Violaceae</i>, <i>Oxalidaceae</i>, <i>Cannabaceae</i>, <i>Moraceae</i>, <i>Urticaceae</i>, <i>Fagaceae</i>, <i>Juglandaceae</i>, <i>Myrtaceae</i>, <i>Cistaceae</i></p> <p>* Asteridées : <u><i>Lamiaceae</i></u>, <u><i>Scrophulariaceae</i></u>, <u><i>Apiaceae</i></u>, <u><i>Asteraceae</i></u>, <i>Solanaceae</i>, <i>Boraginaceae</i>, <i>Sapotaceae</i>, <i>Oleaceae</i>, <i>Campanulaceae</i>, <i>Theaceae</i>, <i>Convolvulaceae</i></p>
<p>Exemples de familles d'angiospermes traitées dans ce cours, les 9 principales familles marocaines sont soulignées</p>	

d. Systématique de quelques familles d'angiospermes dans la flore spontanée marocaine

I. Monosulqués

A. Anciennes dicots = Magnoliidées

Ce sont des plantes herbacées ou ligneuses à fl. svt. à C ± nombreux libres ou soudés. Le pollen est uniaperturé. Les fl. trimères à pièces en disposition spiralee ; et montrent une absence de spécialisation au niveau du périanthe. La graine cependant à deux cotylédons.

- Paléoherbes

- * soudure incomplète des carpelles, fermés par une sécrétion
- * plantes aquatiques ou arbustes
- * le plus souvent insertion spiralée des pièces florales

& *Nymphaeaceae*

Famille présente au Maroc par une seule espèce : *Nymphaea alba*. C'est une pl. aquatique à grandes f. nageantes et à grandes fl. solitaires émergées et blanches. Les pétales nombreux passent progressivement aux étamines par l'apparition, au sommet du pétale, de sacs polliniques

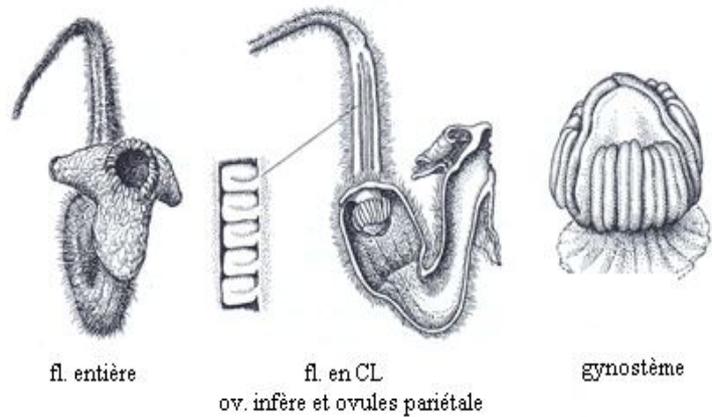
& *Aristolochiaceae*

Herbes vivaces ou lianes à feuilles similaires à certaines Monocots. Les fl. sont à **périanthe réduit à 3 S, soudés, colorés** et en forme de pipe ou en U ; andro. à 6 E ± soudées aux styles en un **gynostème**. Gynécée à 4-6 C soudés dont l'ovaire est infère.

Au Maroc un g. *Aristolochia* et 4 esp. dont l'*A. baetica* (Aristolochie, « berreztem ») est une plante dangereuse à racines utilisées en médecine traditionnelle.



Nymphaea alba



Aristolochiaceae

& *Piperaceae*

Le Poivre (« lebzar »), graines du *Piper nigrum* est un condiment importé d'Asie, c'est une liane ; le fruit est une baie à saveur piquante due à des amides (composés organiques dérivés d'un acide carboxylique, ils sont responsables de la liaison peptidique entre les différents acides aminés qui forment les protéines).

- Paléoarbres :

- * fleur trimère ou à disposition spiralée
- * calice et corolle indistincts (tépales) ou absents
- * pollen **monoaperturé**
- * graine à **2 cotylédons**

& *Magnoliaceae*

Arbres ou arbustes à cellules riches en essences ; fl. solitaires et de grandes tailles. La fl. présente de nombreux caractères archaïques intermédiaires entre monocotylédones et dicotylédones classiques. Exp. de ces caractères : grande taille de la fl., pièces florales nombreuses, libres, spiralées et portées par un réceptacle floral convexe (thalamus), indifférenciation entre cal. et coro., filets des étam. courts, épais et peu différenciés des anthères, styles ventrales ou parfois terminales, etc.

Au Maroc on rencontre quelques esp. de *Magnolia* ornementales.

& *Lauraceae*

Arbustes ou arbres à feuilles simples des régions chaudes à fleurs petites à 3S + 3P + (3+3+3)E + 1C ; pétales sépaloides ; fruit : baie (parfois drupe) ; nombreuses cellules à essences. La fam. montre une très grande diversité en Amérique du Sud et à Madagascar.

Laurier (*Laurus*), Cannelier (*Cinnamomum verum*), Camphrier (*Cinnamomum camphora*), Avocatier (*Persea americana*), tous font parties de cette fam.

Au Maroc seul le g. *Laurus* est spontané et représenté par 2 esp. dont *L. nobilis* (Laurier sauce, « rrand ou warkat moussa ») à usage condimentaire.

B. Monocotylédones s. l.

*fleurs trimères *apétales ou à périanthe formé de tépales *parfois insertion spiralée des pièces florales *pollen à une seule ouverture *carpelles parfaitement fermés

B.1. Monocotylédones s. s. ou Liliopsidées

* racines de type fasciculé * tige rarement ramifiée * pas de formations secondaires dans tige et racine * faisceaux libéroligneux dispersés dans la tige * en général pas de vraies feuilles : Phyllodes ou Cladodes souvent à nervation parallèle *fleur de type 3 (trimère) *graine à 1 seul cotylédon

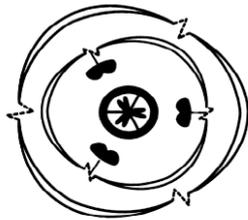


Diagramme floral à androcée isostémone

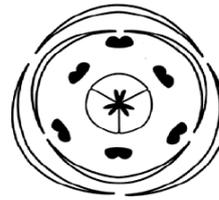
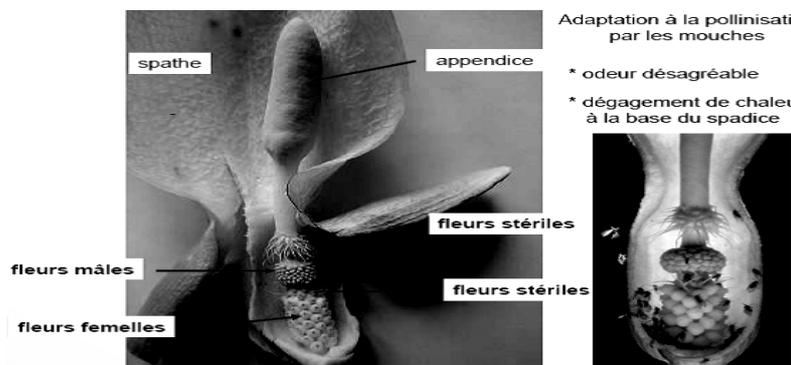


Diagramme floral à androcée diplostémone

B.1.a. Monocotylédones archaïques

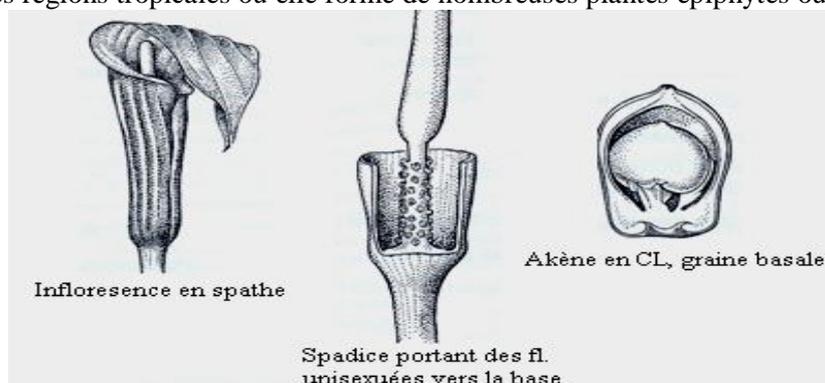
*fleurs souvent apérianthées * plantes des régions tropicales * très nombreuses espèces ornementales * spadice simple avec spathe membraneuse * feuilles souvent plus ou moins triangulaires * fruit : baie * toxiques par saponosides



Flours en spadice

& Araceae

Fam. concentrée dans les régions tropicales où elle forme de nombreuses plantes épiphytes ou grimpantes.



Araceae

Au Maroc, la fam compte 5 à 6 esp. Réparties en 3 ou 4 genres : *Arum*, *Arisarum*, *Biarum* et peut être *Colocasia*. Ce sont des pl. herbacées à f. basales et inflorescence en **spadice**. Le spadice consiste en un axe ± épais qui porte dans sa partie inf. des fl. sessiles, nues et unisexuées. Les fl. femelles sont basales et surmontées de fl. mâles. L'inflorescence est enveloppée d'une ample bractée en forme de cornet = **spathe**. Exp. *Arisarum vulgare*, très commune des bioclimats humides et nitrophiles, se reconnaît par ses f. sagittées luisantes et la spathe maculée de brun-pourpre ou de noir, forme au sommet un capuchon mucroné caractéristique.

B.1.b. Monocotylédones évoluées

*périanthe **tépaloïde**

*fleurs **trimères**, souvent bien développées

& **Liliaceae s. l.** = *Agavaceae* + *Alliaceae* + *Asparagaceae* + *Asphodelaceae* + *Liliaceae* s.s. + *Smilacaceae* + *Amaryllidaceae*, *Colchicaceae*, ...

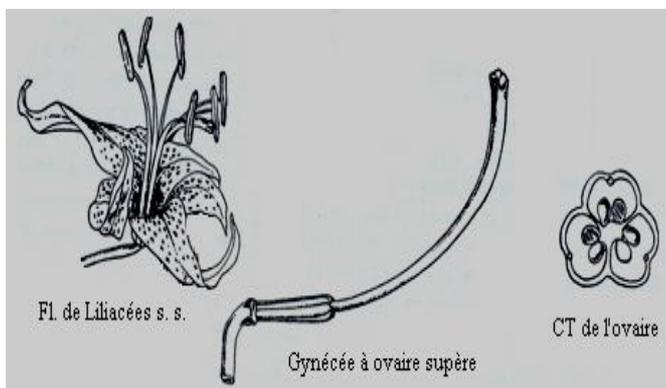
La fam. des Liliacées est prise ici dans son ancienne acceptation en systématique classique, càd Liliacées à ovaire supère, auxquelles est incluse la famille des Amaryllidacées (famille de plantes à ovaire infère).

Actuellement cette famille est éclatée en plusieurs familles souvent monotypiques (famille composée d'un genre unique).

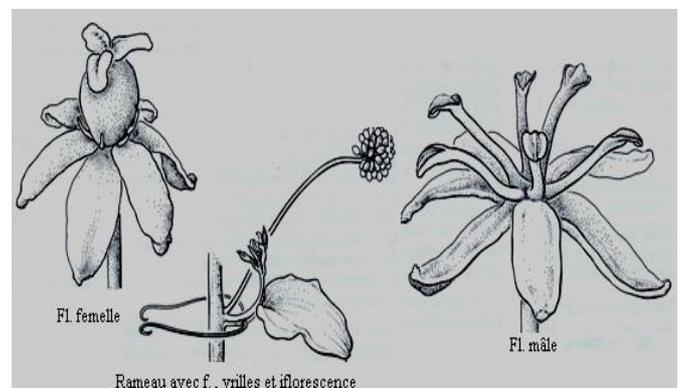
Les Liliacées marocaines sont surtout des plantes herbacées, généralement vivaces par des organes de réserves souterrains. Ces organes peuvent être de type bulbe tunique (*Allium*, *Dipcadi*, *Tulipa*, etc.) ou écailleux (*Scilla*, *Urginea*, etc.), bulbe plein = corme (*Colchicum*, *Androcymbium*, *Merendera*, etc.) ou un rhizome (*Asphodelus*). Certaines espèces du genre *Asphodelus* sont annuelles. La fam. compte quelques espèces ligneuses grimpantes (*Smilax aspera*, *Asparagus altissimus*) ou dressées (*Ruscus*, *Asparagus*).

Les **feuilles** sont généralement alternes, en rosette, sessiles et sont svt. engainantes à la base. La nervation du limbe est normalement parallèle. Chez *Smilax*, elle est partiellement réticulée entre les nervures parallèles. Le limbe est svt. rubané. Celui d'*Allium* est cylindrique et creux.

Parfois les f. sont réduites à des écailles à peine visibles (*Aphyllanthes*, *Asparagus*, *Ruscus*). La fonction de photosynthèse est alors assurée soit par la tige verte soit par des rameaux naissant à l'aisselle de ses écailles et développés en **cladodes**. Ces derniers prennent la forme d'aiguilles ± longues (*Asparagus*) ou s'aplatissent en faux limbe (*Ruscus*).



Liliaceae s. s.



Smilacaceae

Les **fleurs** de taille variables sont solitaires ou groupées en grappes ou en « ombelle ». Chez *Allium* les fl. forment une « ombelle » contenue au départ dans une grande **spathe** (= bractée d'inflorescence) complètement fermée. Chez *Ruscus* et *Smilax* les fl. de petite taille naissent sur les cladodes. Les fl. sont **svt. hermaphrodites**, parfois uniquement sexuées (*Smilax*, *Ruscus*). Elles sont **actinomorphes** et présentent l'organisation **trimère** de leurs pièces florales.

* Le **périanthe** simple présente 6 tépales sur 2 verticilles, libres ou ± soudées en tube (*Muscari*, *Dipcadi*, *Colchicum*, *Narcissus*, etc.). Chez certains taxons exp. *Narcissus*, le périanthe est pourvu d'une **paracorolle** (enveloppe supplémentaire au sommet du tube du périanthe) svt. bien évidente.

* L'**androcée** est formé de 6 étamines habituellement libres. Celui des fl. de *Ruscus* présente des filets soudés en une colonne sombre.

* Le **gynécée** est formé de 3 carpelles soudés en un ovaire supère (*Allium*, *Colchicum*, *Scilla*, *Urginea*, *Dipcadi*, *Asphodelus*, etc.) ou infère (*Narcissus*, *Leucojum*, etc.). L'ovaire triloculaire est surmonté de 3 styles soudés rarement libres (*Colchicum*, *Androcymbium*, *Merendera*). Ovules généralement nombreux en placentation axile.

Le **fruit** est soit une capsule loculicide ou septicide, plus rarement baie (*Asparagus*, *Polygonatum*, *Ruscus*, *Smilax*).

Graines albuminées à embryon droit ou courbe.

La fam. ainsi définie est représentée au Maroc par env. 110 espèces réparties entre 30 genres. Le g. le plus riche est *Allium* (env. 20 esp.). *Hannonia* est un g. monotype endémique du Maroc.

Les Liliacées sont des pl. à fl. surtout printanières. On les rencontre en plaines et en montagnes et sous des bioclimats variés. Certaines Liliacées montrent cependant une préférence écologique particulière exp. *Scilla latifolia* colonise les falaises maritimes depuis Safi jusqu'à Agadir ainsi que les basses montagnes de l'Anti-Atlas occidental. Alors que l'*Asphodelus tenuifolius* et *As. refractus* poussent sur les sables et les dunes des bioclimats semi-aride, aride et saharien.

La fam. offre à l'homme de nombreuses plantes alimentaires et condimentaires exp. *Asparagus* (Asperge, « sekkoum »), mais surtout les espèces cultivées du g. *Allium* (Oignon : *Allium cepa* ; Ail : *A. sativum* ; Echalotte : *A. schoenoprasum* ; Poireau : *A. porrum*). Certaines Liliacées sont médicinales : les graines et les bulbes de Colchique (*Colchicum*) sont utilisés contre la goutte ; les bulbes d'*Urginea* contiennent des glucosides toxiques cardiotoniques et raticides. La Colchicine, alcaloïde mitoclasique connu est extrait des bulbes de *Colchicum autumnale*. De nombreuses Liliacées sont ornementales : *Narcissus*, *Scilla*, *Muscari*, *Ruscus*, *Asparagus*, et. L'Agave, plante ornementale très connue, était cultivée pour ces fibres...

& Iridaceae

Géophytes souvent à rhizome ; **fl. à ovaire infère et androcée réduit à 3 étam.** Au Maroc 5 g. : *Iris*, *Romulea*, *Gladiolus byzantinus* (Glaïeul) à fl. zygom. groupées en épi unilatéral, *Crocus sativus* dont les stigmates des fl. offrent ce condiment très prisé, le safran (« zaafran »).



Amaryllidaceae



Iridaceae

& Orchidaceae

La famille se distingue par la **mycotrophie**, c'ad symbiose avec un champignon du genre *Rhizoctonia*, pour permettre la bonne croissance de l'embryon. En effet, les graines de la famille sans albumen ne peuvent germer que si elles sont envahies par le mycélium de ce champignon duquel elles tirent les premiers aliments organiques nécessaires à l'activation métabolique de leur processus germinatif.

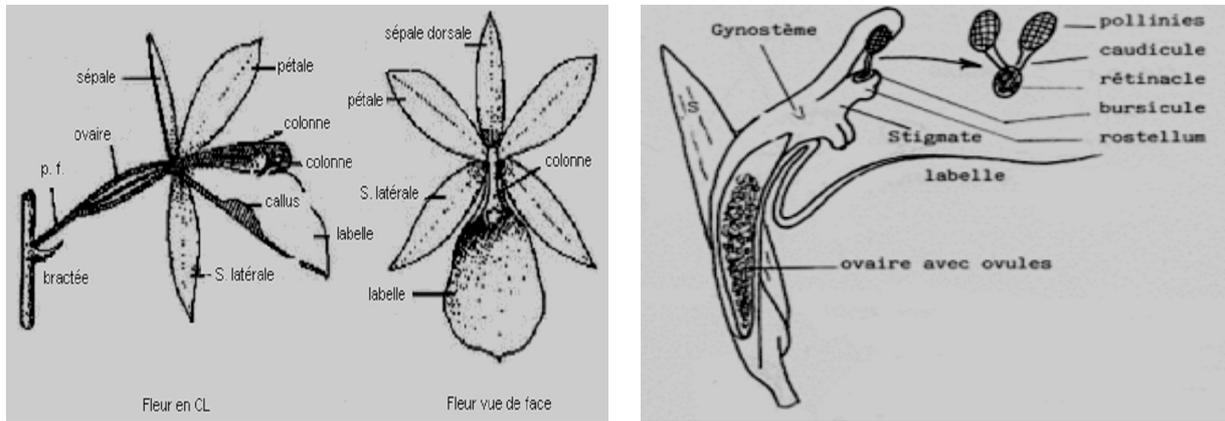
La fam. est riche d'env. 20 000 esp., concentrées essentiellement en régions tropicales. Sa réussite sur le plan de la diversification n'a de comparable que ce qu'offre la fam. des *Asteraceae* (Composées).

Au Maroc une quarantaine d'espèces réparties en 14 genres. Plantes vivaces à rhizomes ou tubercules. Feuilles simples engainantes parfois en rosettes basales. Fleurs zygomorphes, trimères à périanthe différencié en 3 sépales libres ou soudés souvent pétales, et 3 pétales libres dont le médian est éperonné ou non et transformé en une sorte de lèvre nommée **labelle** très remarquable par sa taille, sa couleur et son ornementation. Etamine fertile 1 (ou 2) est adnée au style et stigmate formant un gynostème ; grains de pollen agrégés en masses appelées pollinie ; les staminodes et une partie des stigmates sont soudés et forment le rostellum. Gynécée à 3 carpelles soudés, ovaire infère. Fruit une capsule à graines très petites et nombreuses et sans albumen.

Exp. *Orchis italica* et *Ophrys ciliata*. L'*Ophrys dyris* est en endémisme maroc-ibérienne.

Le pétale médian ou **labelle** montre de nombreuses variations spécifiques.

N. B. La **vanille** est une épice constituée par le fruit de certaines orchidées lianescentes tropicales du g. *Vanilla*, principalement de l'espèce *Vanilla planifolia*.



Orchidaceae

-Autres Liliopsidées

& *Lemnaceae* : La classification phylogénétique inclut cette fam. dans les **Aracées**. Ce sont des plantes aquatiques, flottantes, des eaux calmes d'une grande partie du monde. L'appareil végétatif est réduit à des frondes lenticulaires (de nature caulinaire malgré leur aspect laminaire), avec chez certaines espèces quelques racines filiformes à la face inférieure. L'appareil floral peut être interprété de deux façons : fleur à deux étamines et un pistil ou inflorescence de deux fleurs mâles et une fleur femelle. Plusieurs espèces de plusieurs genres (notamment *Lemna* et *Wolffia*) sont appelées couramment « lentille d'eau ».

& *Potamogetonaceae* : Au Maroc *Potamogeton* est une herbe vivace dans les eaux douces des mares, lacs et daya. Ces plantes ont des rameaux dressés à f. linéaires, submergées ou en parties flottantes. Les fl. en épi sont hemaphrodites et tétramères (4 T + 4 E + 4 C). Les fr. sont des akènes.

& *Amarylidaceae* : Ce sont des plantes qui montrent de nombreux caractères des *Liliaceae s. l.*, cependant leur ovaire est infère. Pour cette raison elles sont traitées dans ce cours avec les Liliacées au sens large.

B. 2. Commelinidées

& *Arecaceae* ou *Palmaceae* (Palmiers)

*Ce sont des « arbres » monocotylédoniens pour certains! * tige formée par la base des feuilles tombées, diamètre uniforme de la base au sommet = **stipe** * feuilles en bouquet terminal * **spadice** ramifié * trimèrie ou dimèrie (3 pièces ou 2 pièces par verticille floral) * fruit : drupe ou baie * plantes des régions chaudes * très grande importance économique : alimentation (palmier dattier, cocotier) ; huile (palmier à huile) ; fibres (raphia, rotin, crin végétal) Au Maroc 2 esp. très familières : *Chamaerops humilis* (Palmier nain, « doum ») et *Phoenix dactylifera* (Palmier dattier, « nrhal »). La tige appelée **stipe** est solide mais souple, svt. non ramifiée, porte à son sommet une rosette de grandes f. pétiolées et engainantes. Les fl. sont unisexuées et protégées par de grandes spathes. Les **fr. sont des baies monospermes**.

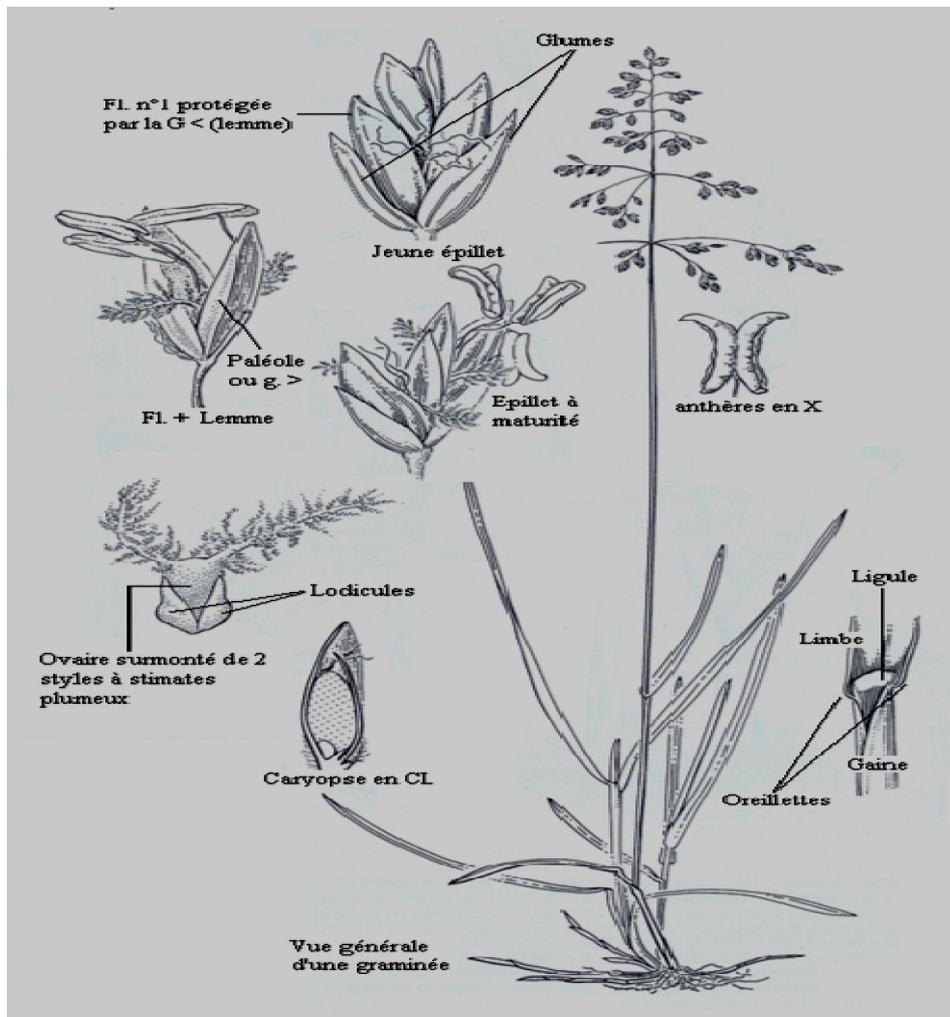
& *Poaceae* ou Graminées

Ce sont des plantes en général herbacées, annuelles ou vivaces à tige cylindrique, creuse et cloisonnée au niveau des noeuds, cette tige particulière est le **chaume** ; généralement non ramifié sauf au niveau du sol où se produit souvent le phénomène du **tallage**, qui conduit à la formation de touffes caractéristiques.

La racine principale avorte, mise en place de racines très ramifiées, notamment grâce à la formation de nombreuses **racines adventives** naissant à la base des tiges.

Les feuilles sont **alternes et distiques**. Le limbe, en général linéaire à **nervation parallèle**, se prolonge inférieurement en une **gaine fendue**. Au niveau de la jonction du limbe et de la gaine, la f. peut présenter ou non une **ligule** et/ou 2 **oreillettes**. La ligule quand elle est présent, prend soit la forme d'un étui membraneux, soit celle d'une ligne de poils, cependant elle est rarement absente.

Les fleurs, de petites tailles, sont généralement groupées en inflorescences particulières appelées **épillets**. Ces derniers sont rarement solitaires. Ils sont svt. groupés au niveau d'un **rachis** (axe principale de l'inflorescence générale) soit en **grappes = panicules**, soit en **épis**. Le rachis est de forme variable parfois excavé. A la suite d'avortement, les fl. habituellement hermaph., peuvent devenir unisexuées ou complètement stériles. La combinaison et la disposition au sein d'un épillet de ces types de fl. sont caractéristiques.



Poaceae

Un épillet typique comporte une paire (rarement plus) d'écailles appelées **glumes (G)** (une G inférieure = G < externe et une G sup. = G >) avec au-dessus une à plusieurs **fl. distiques** alternant le long de 2 côtés d'un axe secondaire (**rachéole**) svt. en zig-zag. A maturité, la rachéole se désarticule svt au-dessus des G et entre les fl. Les 2 G peuvent être égales ou inégales et sont svt. parcourues par un nombre caractéristiques de nervures. Certains genres présentent à la base de l'épillet une des 2 G seulement. Rarement les G sont absentes. Parfois les G sont doublées d'un involucre supplémentaires à la base de 1 ou de plusieurs épillets.

En allant de l'extérieur vers l'intérieur, une fl. comporte les organes suivants :

*Une paire d'écailles subopposées appelées **glumelles (gl)** : la **gl < ou lemme** couvre ± complètement la **gl > ou paléole**. La lemme est svt égale ou plus longue que la paléole, rarement plus courte. La paléole est svt parcourue par 2 nervures. Elle est interprétée de ce fait comme le reste du cycle externe trimère d'un périanthe ancestral dont il ne reste que 2 éléments soudés. Selon ce point de vue, **la lemme représenterait la bractée florale**.

La lemme peut être pourvue, sur sa face externe, d'une arête dont la position et la forme sont variables. L'arête peut être terminale, subterminale ou dorsale ; aussi elle peut être droite, genouillée ou tortillée. Parfois l'arête est trifide ou 9-fides.

*Deux ou trois (rarement plus) petites écailles appelées **glumellules (γ) ou lodicules**, habituellement libres vésiculeux avant fécondation. Elles représenteraient le verticille interne du périanthe.

*Un androcée à 3 E (en fait le nombre varie entre 1 et 6, rarement plus) libres, à **anthères dorsifixes versatiles**. En effet, lorsque les E sont mûres, les fl. s'ouvrent afin de permettre aux anthères versatiles (mobiles et oscillantes) de s'exposer à l'air libre donc c'est une adaptation à la dissémination des grains de pollen par le vent.

*Un gynécée à ovaire supère formé d'une loge uniovulée, surmonté au sommet par 2 ou 3 **stigmates plumeux** ; autre caractère d'adaptation afin de permettre la récolte maximum des grains de pollen.

Le fruit est un caryopse (fr. sec indéhiscent dont la graine est soudée au péricarpe). Il est svt. contenu dans les gl. persistantes (exp. orge, riz, ...). La plus grande masse de la graine correspond à l'albumen (farine) riche en

amidon ; l'embryon étant petit et latéral. Une fois écrasés ou moulus les céréales donnent de la farine (albumen) et le son (péricarpe).

Avec environ 300 esp., cette famille occupe au Maroc le **troisième rang parmi les angiospermes**. Cette fam. est cosmopolite et présente une large gamme d'habitats : depuis les milieux littoraux jusqu'aux prairies de hautes montagnes. Certaines graminées supportent des conditions environnementales extrêmes (humidité, sécheresse ou salinité excessive). Au niveau mondial on les trouve sur tous les continents (à l'exception des pôles) depuis les zones équatoriales jusqu'aux cercles polaires et depuis les bords de mer jusqu'au sommet des montagnes.

Cette famille de plantes très « sociables » représente environ 20% de la couverture végétale du globe terrestre. Elles sont l'élément dominant de plusieurs formations végétales très étendues comme la **steppe** et la **savane** en Afrique, la **prairie** américaine et la **pelouse** alpine. Elles ont permis le développement de toute une faune herbivore.

La famille des graminées est l'une des plus importantes économiquement. Elle fournit à l'homme toutes ses plantes céréalières et de nombreuses autres plantes utiles.

Parmi les Poacées, on trouve des espèces essentielles dans l'économie mondiale, et dont l'utilisation est vitale pour l'alimentation de l'homme et de son bétail :

- la canne à sucre, première culture mondiale par l'importance des tonnages récoltés (1,3 milliard de tonnes) et première source de sucre;

- culture de blé tendre ;

- les céréales cultivées : maïs (*Zea mays*), riz (*Oriza sativum*), blé (*Triticum aestivum*), orge (*Hordeum vulgare*), avoine (*Avean sativa*), seigle (*Secale cereale*), millet (*Pennisetum glaucum*), etc., qui occupent la moitié du total des terres arables et produisent annuellement 2 milliards de tonnes ;

- les céréales fournissent aussi des matières premières pour l'industrie : dérivés de l'amidon et de la fermentation alcoolique.

- des plantes exploitées pour leurs fibres comme l'alfa, « halfa » *Macrochloa tenacissima* (synonyme : *Stipa tenacissima*) qui fournit autrefois de la pâte à papier ; des plantes à usages variés, comme les bambous (*Bambusa*) et le roseau (*Phragmites communis*) ou l'oyat (*Ammophila arenaria*) qui fixent les dunes.

- plantes utilisées pour l'agrément : graminées pour gazons, terrains de sport, etc.,

& Cyperaceae

Fam. d'env. 64 esp. réparties en 10 g. (*Carex*, *Cyperus*, *Scirpus*, etc.) dont *Carex* est la plus riche (34 esp.). Ce sont des plantes herbacées svt. vivaces à **tiges pleines et trigone**. Les f. basales ou caulinaires, alternes et tristiques. Les fl. distiques sont groupées en épillets solitaires ou groupés en inflorescences diverses. Fl. à périanthe absent ou réduit à des soies. L'androcée est à 2-3 E. L'ovaire est uniloculaire surmonté de stigmates bi ou trifides. Le **fr. est un akène trigone ou lenticulaire**.

N. B. Les anciens égyptiens fabriquaient du papier à partir de la moelle des tiges de *Cyperus papyrus*. Cette dernière est svt. cultivée comme plante ornementale.

& Juncaceae

Au Maroc 2 g. *Luzula* et *Juncus*. Ce dernier le jonc compte env. 25 esp. Les Juncacées sont des plantes vivaces rhizomateuses formant svt. des touffes, à f. basales ou caulinaires et fl. de petites tailles à périanthe formé de 2 verticilles de 3 tépales, andro. à 6 E ou parfois 3 E. Le **fr. est une capsule à 1 ou 3 loges**.

Les tiges de certains joncs (*J. acutus* « smar ») sont utilisées pour la fabrication artisanale des nattes.

- Autres Commelinidées

& Typhaceae : Famille monotypique. *Typha* est un genre de plantes monocotylédones appelées communément **massettes** qui sont des plantes répandues typiques des milieux humides.

& Zingiberaceae : *Zingiber officinale*, son rhizome offre un condiment, le gingembre (« skingbir »).

& Cannaceae : Plusieurs variétés de *Canna* ornementales.

& Strelitziaceae : 2 esp. de *Strelitzia* sont ornementales.

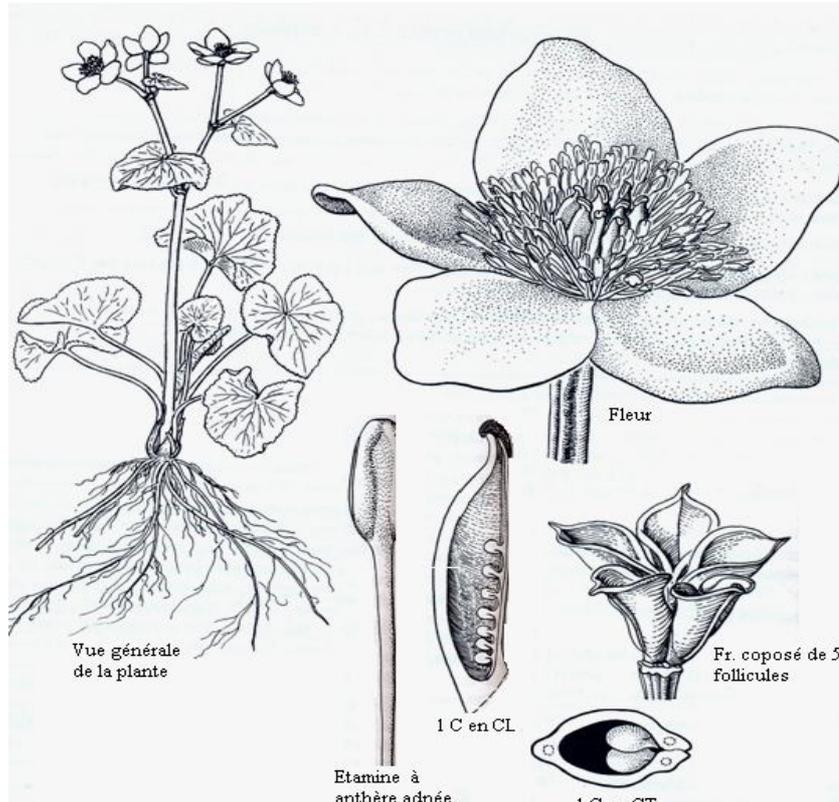
& Musaceae : L'hybride naturel entre deux esp. du g. *Musa* produit la **banane**, **fr. asperme**.

II. Tricolpés = Eudicotylédones

1. Dicots primitifs

& *Ranunculaceae*

Cette fam., bien que naturelle, **ne comporte pas de plante-type**, tant ses représentants sont divers. Dans la flore marocaine les Renonculacées occupent des habitats variés et sont en majorité des herbes à f. en rosette, sauf *Clematis*, qui est une liane grimpante à f. opposées. Les fl. sont hermaph., **pentamères**, entomophiles : donc de grande taille et colorées. Les fl. généralement actinomo. (*Ranunculus*, *Clematis*, *Anemone*, *Aquilegia*...) peuvent laisser apparaître une zygomo. (*Delphinium*, *Aconitum*). Aussi les fl. sont hémicycliques ou acycliques. Sur le périanthe, le calice est souvent coloré (concolore), pétaloïde (ce qui le rend difficile à distinguer à coté de la corolle). Certaines pièces sont transformées en glandes nectarifères exp. chez *Ranunculus* les péta. possèdent à leur base une fossette nectarifère protégé par une écaille (du fait de l'entomophilie).



Ranunculaceae

L'androcée est **polystémone** à anthères adnées et extrorses. Le gynécée est primitif, **dialycarpellé** à ovaire supère, chaque carpelle donnant un **fruit sec** : tantôt un **akène** si le carpelle est uniovulé exp. la Clématite (*Clematis cirrhosa*) est une liane à feuille **opposée** ; pour faciliter sa dissémination, l'akène porte un prolongement plumeux. Tantôt un **follicule** qui contient plusieurs graines, exp. chez *Delphinium*. Excepté chez *Nigella damascena* (Nigelle, « sanouj ») où le gynécée est à **5 C**, **gamocarpe soudés**, le fr. est une **capsule polysperme**.

La graine contient un **embryon droit** et un albumen. Le fruit, un **akène ou un follicule**, permet de distinguer **2 tribus** **Exp** de tribu à akène, la Renoncule (*Ranunculus bullatus*), comme le bouton d'or, sont généralement jaunes.

-Autres *Ranunculales*

& ***Berberidaceae*** : *Berberis hispanica* (Epine-vinette, « aghris »), arbuste buissonnant, épineux à fl. jaunes. Plante de montagne dont l'écorce des racines est une drogue médicinale.

& ***Papaveraceae*** : dans la classification phylogénétique y sont inclus les ***Fumariaceae***, ce sont des plantes herbacées avec latex, cas des ***Papaveraceae*** ou sans latex chez les ***Fumariaceae***. Exp. *Papaver rhoeas* (pavot ou Coquelicot, « bellaâman ») ; *Papaver somniferum* (Pavot à opium, « kharkhasha ») est riche en latex (opium), utilisés comme narcotique en médecine traditionnelle, ils sont très dangereux ; *Fumaria ouezzanensis* (Fumeterre) est une endémique du Maroc septentrional des milieux ouverts, bordures des champs et bords des routes.

2. Caryophyllidées

Les Caryophyllidées sont des plantes herbacées ou ligneuses, à inflo. généralement cymeuse. Les fl. actino., ont des pétales libres ou absents ; des E ± nombreuses ; un gynécée gamocarpe à ovaire supère et ovules svt. en placentation pariétale, parfois basale. Les graines sont caractérisées par un embryon généralement courbe autour du péricarpe central.

- Ordre des Caryophyllales

C'est l'ordre le plus homogène morphologiquement ; la dénomination plus ancienne de « **centrospermée** » fait référence à l'embryon courbe autour du péricarpe central.

Caractères principaux:

- La placentation basale. - L'embryon courbe (du fait de l'ovule campylotrope).

- Une anomalie dans la consommation de l'albumen, avec un péricarpe abondant.

(Les cellules à 2 n chr. du nucelle de l'ovule sont normalement consommées par l'albumen. Or ici, le développement de l'albumen est plus limité ; les cellules initiales à 2 n demeurent et forment le péricarpe.)

Dans la graine on rencontre ainsi 3 tissus différents, d'origine différente : l'embryon, le péricarpe (à 2 n chromosomes) et l'albumen à 3 n chromo. L'embryon va alors dans la graine occuper une position périphérique.

- L'inflorescence est presque essentiellement en cyme.

De plus des caractères communs classiques, d'autres s'y ajoutent pour prouver l'homogénéité de cet ordre :- En chimie, les anthocyanes (1) (pigments naturels des feuilles, des pétales et des fruits, situés dans les vacuoles des cellules, solubles dans l'eau, allant du rouge orangé au bleu pourpre dans le spectre du visible) sont remplacés par les bétalaïnes (2). - Par l'étude des tubes criblés, on note l'existence de plastes (rôle dans la photosynthèse et dans l'assimilation) particuliers qui sont annulaires et seulement retrouvés dans cet ordre. - Le métabolisme en C4 (chez 7 des 11 familles), au lieu d'être en C3, provient du fait que l'intermédiaire est en 4 atomes de carbone pour la formation de molécules organiques ; pendant la phase sombre la plante est alimentée avec des pièges en CO₂.

(1) Les **anthocyanes** ou **anthocyanines** (du grec anthos = fleur, kuanos = bleu sombre) appartiennent aux **flavonoïdes**. Les anthocyanines sont abondants chez certains végétaux tels : aubergine, myrtille, mûre, raisin noir, prune, etc . Ils donnent leur couleur aussi bien aux feuilles d'automne qu'aux fruits rouges. On conseille souvent de manger des fruits rouges pour que l'organisme puisse bénéficier de leur forte teneur en antioxydants. Toutefois, la majorité des antioxydants (et d'autres éléments intéressants comme les vitamines par exemple) sont localisés dans la peau du fruit. Ainsi, manger une pomme rouge **épluchée** n'apportera quasiment aucun antioxydant à l'organisme.

(2) Les **bétanines** (ou bétacyanine), est un pigment de couleur rouge qui n'appartient pas au groupe des anthocyanes mais à la classe des bétalaïnes. Les bétalaïnes sont des pigments rouges qui présentent la particularité d'être azotés (donc quaternaire avec H, C, O et N). Ils sont considérés comme un antioxydant alimentaire et est très bien assimilée par le corps humain. La bétanine est le colorant majoritaire du jus de betterave, *Beta vulgaris* (de 75 à 95 %), on en trouve aussi dans le figuier de barbarie, *Opuntia ficus indica*. Habituellement, la plante fait l'économie d'utiliser de l'azote dans les métabolites secondaires tels que les pigments (puisque l'azote est généralement un facteur limitant pour le développement et la croissance de la plante). Ces bétalaïnes ne se retrouvent que dans les caryophyllales (et chez certains champignons comme l'Amanite tue-mouche) excepté la famille des Caryophyllacées.

& Caryophyllaceae

Bien qu'elle constitue, par sa richesse spécifique, la quatrième famille végétale marocaine, elle occupe cependant un faible volume du paysage. Sur la base de certains caractères végétatifs et reproducteurs on distingue 3 sous-familles (tableau suivant).

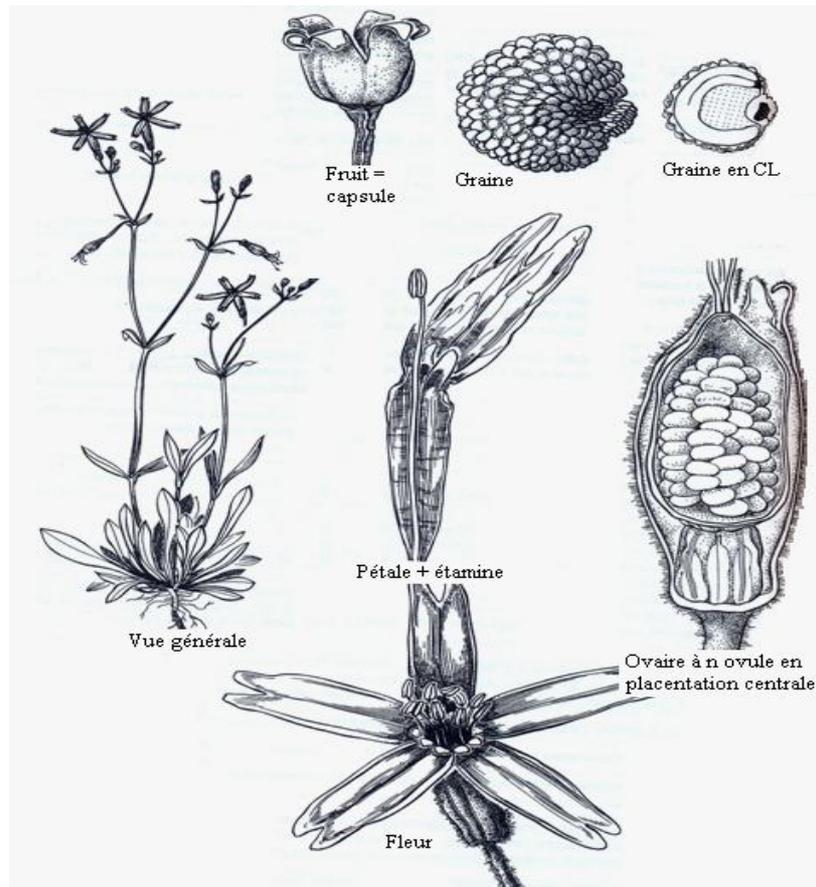
Caractères distinctifs des Caryophyllacées marocaines						
Caractères Sous-familles	Stipules	Feuilles	Calice	Corolle	Fruit	Genres
Paronychioïdées	Présentes	Opposées ou parfois alternes	S libres ou peu soudés à la base	Présente parfois absente	Svt Akène (ou capsule)	<i>Paronychia, Spergularia, Spargula, Illecebrum</i>
Alsinoïdées	Absentes	Opposées	S libres	Présente	Capsule	<i>Cerastium, Stellaria, Sagina, Buffonia</i>
Silenoïdées	Absentes	Opposées	S soudés en tube	Présente (P svt ligulé)	Capsule	<i>Silene, Dianthus, Lychnis, Agrostemma</i>

La fam. des Caryophyllacées regroupe des plantes herbacées dont la tige à noeuds renflés portant des f. généralement opposées décussées. Les fl., cycliques, de type 5 sont groupées en cymes svt. bipares et ont 5 S + 5 P + 5 E + 5 E + 3 ou 5 C : calice dialy ou gamosépale (détermine le type de fruit). Coro. à pétales à onglet et P svt. bifides ou laciniés. Androcée obdiplosténome. Gynécée à 3, 5, 4 ou 2 C soudés, ovaire supère, uniloculaire et porté par un podogyne ; ovules en placentation centrale ; styles libres. Graines à embryon courbe autour d'un péricarpe central. Le fruit est une capsule s'ouvrant par des dents si fl. gamosépale ou s'ouvrant par des valves si fl. dialysépale ; parfois le fr. est de type akène.

Les Caryophyllacées renferment des saponines (glucosides moussants en présence de l'eau) dont certains sont toxiques. Les racines et les feuilles contiennent parfois des hétérosides ou des alcaloïdes.

Le 1/3 des espèces (68), dont 23 endémiques appartient au seul g. *Silene*, qui est d'ailleurs le g. le plus important de la flore marocaine.

Certains Caryophyllacées sont des plantes ornementales très recherchées (*Dianthus*, Œillet, « kronfel » ; *Silene* ; *Stellaria*).



Caryophyllaceae

-Autres Caryophyllidées

& ***Aizoaceae*** : *Aizoon*, *Mesembryanthemum* et *Aptenia acinaciformis*, plantes ornementales gazonnantes

& ***Amaranthaceae*** : *Achyranthes sicula* et *Amaranthus* (pl. ornementales à f. et t. rougeâtres).

& ***Cactaceae*** : *Opuntia ficus indica* (Figuier de Barbarie, "lhandia"), la seul esp. spontanée

& ***Chenopodiaceae*** : plusieurs esp. de la fam. sont grasses, à petites fl. verdâtres apétales et à ovaire uniloculaire, adaptées à des sols salés, riches en chlorures et nitrates : *Chenopodium*, *Salicornia*, *Arthrocnemum*, *Suaeda*, certains *Salsola* et *Atriplex*, etc. (plantes halophiles). L'une des variétés de *Beta vulgaris* est importante économiquement, elle offre la betterave sucrière (« chmender ») ; une autre variété comestible est la betterave rouge.

& **Droseraceae** : fam. de plantes carnivores (Il s'agit de plantes qui compensent les manques de leur environnement par l'ingestion de proie (insectes,...), au Maroc 1 esp. = *Drosophyllum lusitanicum*.

& **Frankeniaceae** : Fam. monotypique, un seul g. *Frankenia* regroupant des plantes annuelles et vivaces ligneuses à f. opposées. Fl. à cal gamosépale à côtes saillantes.

& **Plumbaginaceae** : exp. *Limonium* (pl. surtout de littoral à f. en rosette et fl. groupées en cymes ont un cal. coloré et persistant), *Armeria*, *Plumbago europaea*.

& **Polygonaceae** : La présence d'un **ochrea**, c-à-d d'un étui membraneux enveloppant la tige au dessus de chaque insertion de f., caractérise les plantes de cette famille. Les Polygonacées sont svt des herbes, à f. alternes, lisses et à saveur ± acides. Exp. *Emex spinosa* (fl. à cal. persistant et épineux), *Rumex* (Oseilles, « lhameda »), *Polygonum*.

& **Portulacaceae** : *Portulaca oleracea* (pl. charnue, rameaux couchés et charnus, f. et t. consommées (Pourpier, « terejla » ou « rejla »)

& **Tamaricaceae** : *Tamarix* (Tamaris, « tarfa ») : arbres ou arbustes à f. alternes et réduites ; les fl. de petites tailles sont groupées en chatons, *T. aphylla* fournit le « takaout », une galle causée par un inscte, riche en tanin d'excellente qualité.

& **Crassulaceae** : Pl. ± charnues des endroits secs et rocheux, fortement adaptées à la sécheresse ; en outre, ces plantes montrent une grande aptitude à la multiplication végétative. Exp. *Aeonium*, *Crassula*, *Kalanchoe*, *Sedum*, *Sempervivum*, *Umbilicus*, dont de nombreuses esp. sont svt. utilisées comme plantes d'ornements.

& **Paeoniaceae** : *Paeonia macula* est la seule esp. au Maroc.

& **Saxifragaceae** : Plantes herbacées (*Saxifraga*) ou arbustes (*Ribes*).

3. Rosidées

& Super famille des ***Leguminosae*** ou famille des ***Fabaceae*** s.l.

La super famille des *Leguminosae* (ou Légumineuses) groupent 3 familles : *Mimosaceae*, *Caesalpinaceae* et *Fabaceae* s.s. (ou *Papilionaceae*). Quand on parle de la famille des *Fabaceae* s.l. on considère 3 sous-familles (**S/F**) : *Mimosoideae*, *Caesalpinioideae* et *Faboideae*. Ces trois taxons ont les caractères communs suivant :

- **Au niveau de leurs racines** (en particulier *Papilionaceae* et *Mimosaceae*) il y a des **nodosités**. Les nodosités sont de petites boursofflures se formant sur les racines de nombreuses espèces de plantes, notamment les Fabacées.

Les nodosités se formant sur les racines des Fabacées, sous l'action de bactéries du genre *Rhizobium* vivant en symbiose avec la plante. Dans cette association symbiotique, la plante fournit les substances carbonées et les bactéries les substances azotées synthétisées à partir de l'azote atmosphérique. D'où l'importance capitale des légumineuses dans l'enrichissement du sol en azote et dans l'alimentation aussi bien humaine qu'animal.

- **Leur fruit** de type **gousse** encore appelé « légume » d'où l'autre appellation de ce groupe : les légumineuses ou *Leguminosae*. La gousse étant un vrai fr. sec déhiscent dérivant d'un gynécée à un seul C. Ce fruit s'ouvre par deux types de fentes : une dorsale et une ventrale. Rarement, la famille présente des structures indéhiscentes.

Les Légumineuses ont une grande importance économique, étant une source de protéines végétales (graines en particulier des *Papilionaceae*) pour **l'alimentation** animale ou humaine dont la culture ne nécessite pas d'engrais azotés. C'est aussi une source de matières grasses (huile d'arachide) et de bois (légumineuses des régions tropicales). On y rencontre aussi des espèces qui présentent un intérêt en plus que plantes alimentaires comme plantes **fourragères, pharmaceutiques, industriels** et **ornementales**.

*S/F *Caesalpinioideae* ou Fam des *Caesalpinaceae*

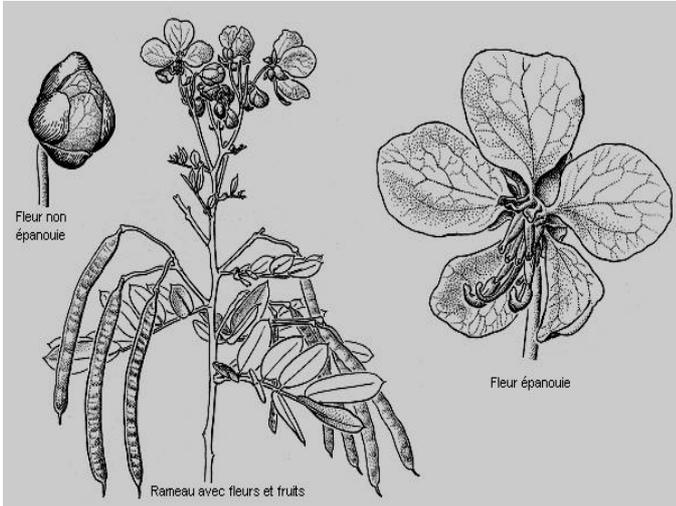
Les Caesalpiniales sont des plantes de type lianes, arbustes ou arbres, la plupart se rencontrent dans les tropiques et sous-tropiques.

Au Maroc, une esp. : *Ceratonia siliqua* (Caroubier, « kharoub ») est un arbre, à f. persistantes, **composées pennées** ; à fl. apétales, uni et bisexuées. Le fr. est une gousse charnue, indéhiscente et sucrée.

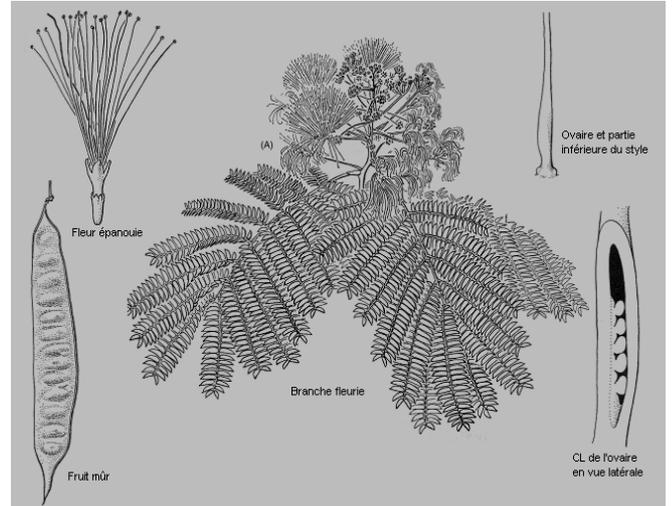
***S/F Mimosoideae** ou Fam des **Mimosaceae**

Ces sont des arbres ou arbustes à **f. composées bipennées** ou réduites à des **phyllodes.**, à stipules épineuses ou nulles. **Fl. petites, actinomorphes** groupées en **glomérules**. Coro. à pétales libres ou concrescents. Androcée polystémone et dialystémone. La gousse peut être droite, falciforme ou spiralée, cylindrique ou comprimée, déhiscente ou indéhiscente.

Au Maroc, le genre *Acacia* est spontané et représenté par 5 esp. dont une endémique : *A. gummifera* (Gommier du Maroc, « talh », « taddut »). On y inclut l'*A. saligna*, espèce en voie de naturalisation, elle est inerme, à phyllodes, et cultivée comme plante de reboisement, d'ornement, producteur de tanin ou fixateur de sols particulièrement les dunes littorales



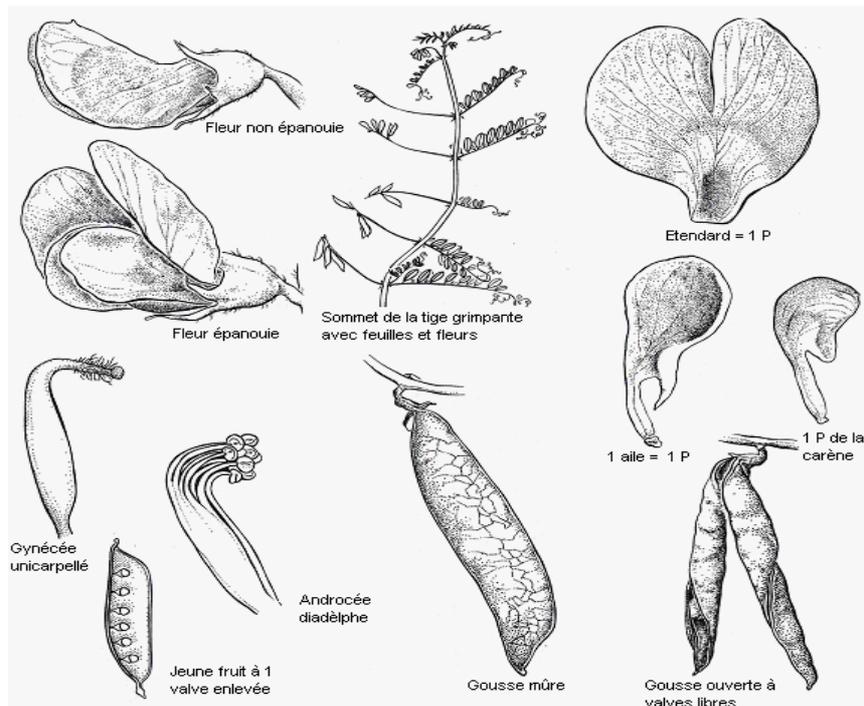
Caesalpinioideae



Mimosoideae

***S/F Faboideae** ou Fam des **Fabaceae s.s. (= Fam Papilionaceae)**

Par leur richesse spécifique (environ 400 espèces), les *Papilionaceae* ou *Faboideae* constituent la deuxième fm., après celle des Asteracées. Ce sont surtout des plantes herbacées facilement reconnaissables par leur **coro. de forme papilionacée**.



Faboideae = Fabaceae s.s. ou Papilionacées

Selon les caractères de f. et de l'androcée, la S/F. se subdivise en 8 tribus.

La tribu étant une subdivision en plusieurs groupes de genres. Exp. tribu des Génistées (*Retama*, *Cytisus*, *Lupinus*, ...), tribu des Trifoliées (*Trifolium*, *Ononis*, *Trigonella*, ...), tribu des Viciées (*Cicer*, *Lens*, *Vicia*, *Pisum*, ...), etc.

Les Papilionacées sont des plantes plutôt herbacées à **f. alternes, composées palmées ou pennées, stipulées**.

Inflorescence: grappe, épi ou en tête (= glomérules). La fleur est zygomorphe, cyclique, hermaphrodite, pentamère et à périanthe double. Cal. à 5 S soudés (svt. bilabié 2/3). Coro à 5 P libres : 1 P sup.= étendard, 2 P latéraux = ailes, 2 P inf. = la carène ; coro de forme papilionacée et en préfloraison papilionacée ascendantes. Andro. diplostémone à 10 E, **monadèphe** (tube soudé de 10 E) ou **diadèphe** (tube ouvert de 9E + 1E libre). Gyn. à 1 C, ovaire supère à 1 ou une dizaine d'ovules pariétales, 1 style et 1 stigmat.

Le fr. est une **gousse ou un légume** (haricot, petit pois, fève, lentille, pois chiche,...), parfois des structures indéhiscentes (*Medicago*). Le fruit peut être sujet à de nombreuses variations : par sa forme: linéaire, ovoïde, globuleuse, arquée ou spiralé. Egalement, le fr. peut être formé d'une seule cavité ou de cavités divisées en plusieurs articles. Le péricarpe peut être coriace, membraneux ou charnu et le fr. peut être inerme (non épineux) ou bien fruit à surface rugueuse et couverte de tubercules.

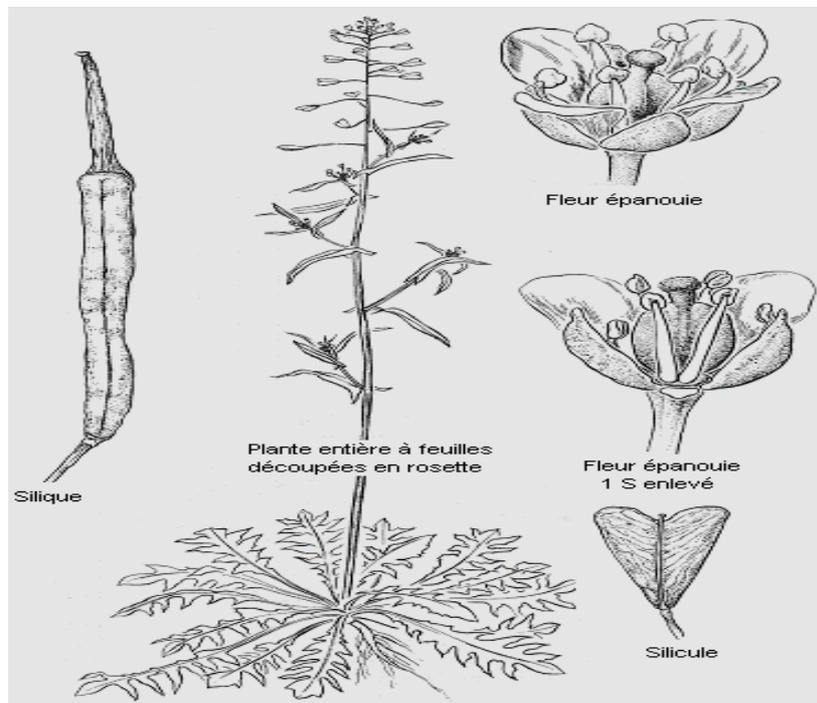
Graines exalbuminées à cotylédons riches en réserves protidiques.

Les **Faboidées** offrent des plantes à nombreuses utilisations :

- Alimentaire : de nombreuses plantes cultivées fournissent des graines à réserves lipidique amylicées ou protéiques ou des «légumes» (cas des fruits encore verts): Fève (*Vicia faba*), Lentille (*Lens esculenta*), Pois (*Pisum sativum*), Pois chiche (*Cicer arietinum*), Haricot (*Phaseolus vulgaris*).
- Fourragères : Trèfles (*Trifolium*), Luzerne (*Medicago*).
- Pharmaceutiques : les fleurs des Cytises sont riches en alcaloïdes cardiotoniques, graines du Fenugrec (*Trigonella foenum-graecum*, « halba ») présentent de nombreuses propriétés anti-oxydantes, hypoglycémiantes, etc... mais pour les femmes enceintes dangereuses car toxiques pour le fœtus.
- Industrielles : on extrait de certaines plantes des colorants, du baume, etc.
- Ornementales : *Lupinus*, *Colutea*, *Retama monosperma*, *Erythrina caffra*, *Tipuana tipu*, *Parkinsonia*, *Wisteria* (Glycine),...

& **Brassicaceae ou Cruciferae**

La famille compte 187 esp. et se place ainsi au 6ème rang parmi les angiospermes marocaines. Cependant 50 genres parmi les 83 que compte la fm. sont monospécifiques.



Brassicaceae ou Cruciferae

La reconnaissance de la fm. est simple, grâce à sa **morphologie florale constante**. Cependant, la détermination des différents genres et espèces est svt. délicate, et utilise la morphologie du fruit.

Les Brassicacées sont de plantes herbacées annuelles, bisannuelles ou vivaces. A f. alternes et limbe simple entier ou découpé, astipulées. Les fl. svt en grappe corymbiforme n'ont ni bractée ni préfeuilles. Les fl. sont actinomorphes, hermaphrodites, hexacycliques, tétramères : 2 S + 2 S + 4 P + 2 e + 4 E + 2 C. Le cal. à 4 S sur 2 cycles ; la coro. en forme de croix = cruciforme à 4 P à onglet développé ; l'androcée tétradyname (4 grandes étamines internes extrorses + 2 petites étamines externes introrses) accompagné de 4 glandes nectarifères intrastaminales ; le gynécée à 2 C soudés à ovaire supère biloculaire par une fausse cloison, et ovules pariétales, styles et stigmates soudés et persistants. Fruit : Vrai fruit, sec et déhiscent nommé **silique** quand il est plus long que large : c'est une capsule qui s'ouvre par 4 fentes paraplacentaires en isolant la fausse cloison centrale portant les graines. Quand le fruit est plus large que long c'est une **silicule**.

La fm. offre de nombreuses plantes importantes économiquement: Alimentaires: *Brassica oleracea*, différents Choux ; *B. oleracea var. botrytis* donne le Chou-fleur ; *Brassica rapa*, le Navet dont les graines fournissent l'huile de colza ; *Raphanus sativus*, donne le Radis.

Médicinales: stimulantes, antiscorbiques exp. les graines de *Lepidium sativum* (« hab rchad »).

Condimentaires : *Brassica nigra* et *Sinapis alba* leurs graines macérées donnent la moutarde, utilisées également en thérapeutique ;

Industrielles: *Isatis tinctoria*, colorant naturel = Pastel, il fournit l'indigo blanc qui oxydé, devient l'indigo bleu.

Ornementales: *Malcolmia maritima*, *M. littoralis*, *Lobularia maritima*. La classification phylogénétique inclut dans cette famille les *Capparaceae* dont le Câpre, "cabbar" (*Capparis spinosa*) correspond aux boutons floraux macérés dans le vinaigre.

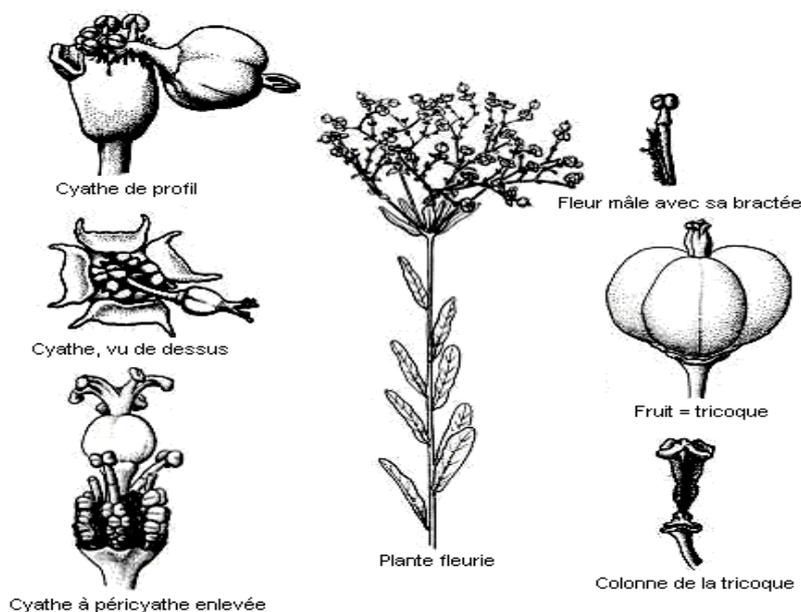
& *Euphorbiaceae*

Cette fm. compte environ 50 espèces réparties en 5 g. dont 45 au seul g. *Euphorbia*. C'est un exemple de fm. par enchaînement. En effet, la fm. ne présente pas de plante type comme dans le cas des fm. naturelles facilement identifiables; au contraire à l'intérieur des *Euphorbiaceae*, les genres ont tenté tous plusieurs lignes évolutives (= essais au niveau génétique).

La fm. regroupe des plantes herbacées ou ligneuses, à port parfois cactiforme (*Euphorbia resinifera*) sans pour autant être des cactus. Les **fl. unisexuées** sont indépendantes et peuvent être solitaires ou groupées en inflo. variées : épi, grappe, cyme, etc. à l'exception du genre *Euphorbia*.

Chez *Euphorbia*, les fl. des deux sexes sont groupées dans une inflorescence particulière appelée **cyathe** qui simule une fleur.

Chaque cyathe contient une fl. femelle nue, centrale, réduite au gynécée porté par un pédoncule ± long, entourée de 5 inflorescences (cymes) de fl. mâles nues ; chaque fl. mâle est réduite à une étamine articulée. L'ensemble est entourée par un involucre (péricyathe) formé de 5 bractées soudées en une sorte de coupe de forme variable, portant à son sommet 4 ou 5 glandes nectarifères plus ou moins colorées, de formes très diverses et pourvus ou non d'appendices (cornes).



Euphorbiaceae

Le fr. est un **tricoque** = capsule qui s'ouvre par 9 fentes : 3 septicides, 3 loculicides et 3 septifrages., ou parfois un dicoque.

Graine particulière, elle présente svt. à son sommet une excroissance tégumentaire nommée **caroncule**.

Les plantes de la fam. des Euphorbiacées montrent svt. des glandes nectarifères sur différents organes (tiges, feuilles, fleurs, ...) et pas uniquement sur les fleurs.

Les plantes de la fm. ont de nombreuses utilisations médicinales (*Euphorbia resinifera* (Euphorbe à résine, « tikiout » est une endémique marocaine), industrielles et ornementales.

Exp. de pl. ornementales : *Ricinus communis* (Ricin, « kharouaa »), *Euphorbia pulcherrima* (Poinsettia), *Euphorbia milii*.

& Rosaceae

Il s'agit d'une famille par enchaînement (c-à-d qu'à l'intérieur, les genres ont tenté tous plusieurs lignes évolutives.

Ce sont des arbres, arbustes ou herbes à f. simples ou composées, stipulées. Les plantes sont à poils épineux (*Rosa*) ou rameaux épineux (*Prunus*, *Pyrus*). Les fl. sont svt. en corymbe chez les Rosacées arborescents. L'architecture florale est très diversifiée. Le cal. à 5 S soudés au réceptacle floral peut être parfois doublé d'un **calicule** (*Fragaria*). La coro. à 5 P libres, rotacée. L'androcée à 10-n E libres, médifixes et introrses. Le gynécée est à 1-n C libres ou incomplètement soudés entre eux mais soudés au réceptacle floral (*Pyrus*, *Malus*, *Cydonia* (Cognassier dont le fr. est le Coing, « chferjel »), *Eryobotria japonica* ou *Mespilus germanica* leur fr. donne la Nèfle, « lemezah », ...).

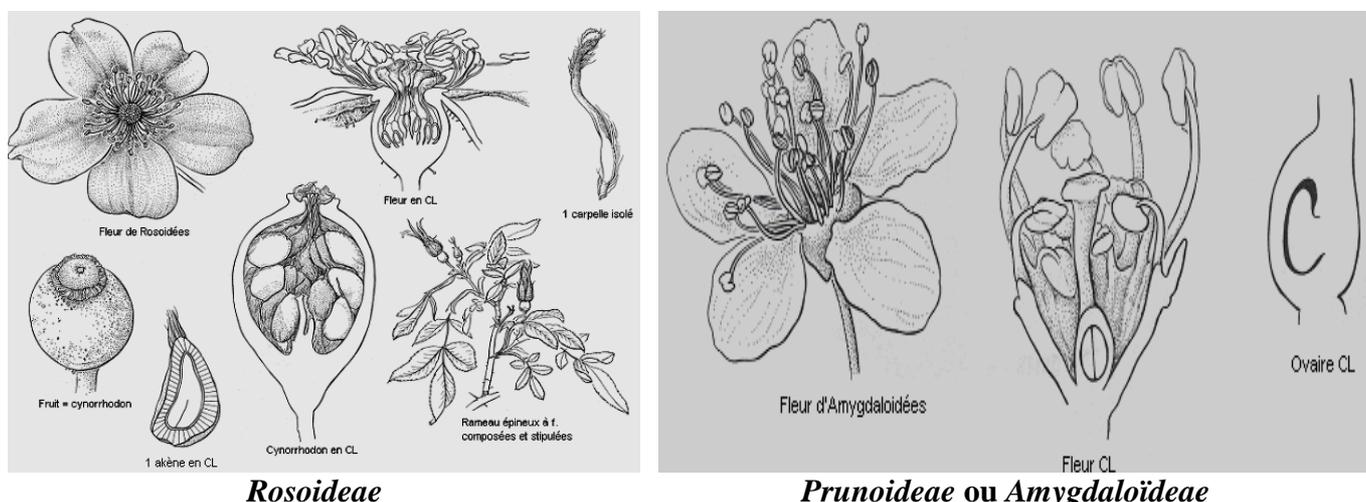
Fruit: Très variés : drupes simples ou soudées au réceptacle floral, akènes, follicules.

La fm. offre de nombreuses plantes cultivées pour leur fr. comestible.

Sur la base des caractères relatifs au réceptacle floral, au gynécée, au fruit et aux nombres chromosomiques on distingue 4 sous-familles chez les Rosacées :

***S/F Rosoideae** : n = 7 et 9. Gynécée à ovaire soit supère est formé de n C libres, uniovulés et produisant des drupéoles ou des akènes. Exp. *Potentilla*, *Rubus*, *Fragaria* (chez ce dernier g. le récep. floral convexe = thalamus et persistant) ; soit il est infère à n C, libres, uniovulés et produisant des **akènes**. Exp. *Rosa* (récep. floral concave, persistant, appelé **cynorrhodon** et renferme n akènes).

***S/F Prunoideae = Amygdaloïdeae** : n = 8. Gynécée à ovaire infère, formé d'un seul C, uniovulé et produisant une drupe. Exp. *Prunus* (récep. floral caduc).

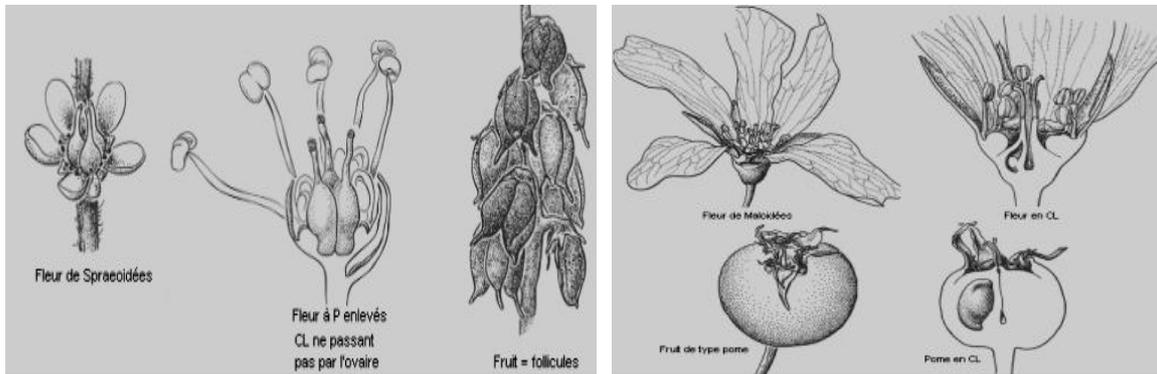


Rosoideae

Prunoideae ou Amygdaloïdeae

***S/F Spiraeoideae** : n = 9. Gynécée à ovaire supère, formé de 1- 5 C, libres à ovules nombreux et produisant des follicules. Exp. *Spiraea* (récep. floral légèrement convexe).

***S/F Maloideae** : n = 17. Gynécée à ovaire infère, formée de 5 C, incomplètement soudés entre eux et produisant 5 drupes soudés au récep. floral. L'ensemble forme le faux fruit nommé « **pome** » et contient 5 vrais fr. de type drupe. Exp. *Malus*, *Eryobothrya*, *Mespilus*, *Pyrus*, *Cydonia*, (dans tous ces g. le récep. flo. concave = conceptacle floral, persistant et soudé au C).



Spiraeoideae

Maloideae

& *Cucurbitaceae*

Souvent sont des lianes, dioïques (présence de pied mâle et femelle) à vrilles, parfois plantes rampantes. Fl. mâle à 5 S libres, 5 P svt. soudés, 5 E ± soudés en colonne massive autour du gynécée formant ainsi un **gynostème**. Fl. femelle à 5 S libres, 5 P svt. soudés, 3 C soudés et ovaire infère, uniloculaire à n ovules en placentation pariétale. Le fr. est une **baie** particulière appelé **péponide ou pepo** (baie à épicarpe coriace et charnu). Ils sont d'excellents aliments, servent à construire des instruments de musique ou des ustensiles de cuisine (Afrique).

& *Malvaceae*

Arbustes ou herbes riches en cellules à mucilages et à poils étoilés. F. simples à limbe découpées et nervation palmées. Fl. peuvent être solitaires, de grande taille et actinomorphes. Cal. gamosépale et doublé d'un calicule. Coro. dialypétale et tordue, visible sur la fl. épanouie. Androcée à n ½ étam., gamaostémone, méristémone (les étam. dérivent de la multiplication et la réduction de 5 méristèmes primitifs), monadèphe = **tube staminal**, ce dernier est soudé aux P. Gynécée à 5 C soudés ou à n C libres ; ovaire supère. **Fr. capsule loculicide ou scyzocarpes** (akènes ou méricarpes dérivant de carpelles soudés au départ et qui à maturité se séparent).

& *Rutaceae*

Au Maroc: *Ruta chalepensis* et *R. montana* sont des plantes médicinales. Tandis que le g. *Citrus*, originaire de Chine, renferme toutes les **agrumes** : oranger, mandarinier, citronnier, bigaradier, pamplemoussier, etc.

Le g. *Citrus* groupe des arbustes, souvent épineux à f. réduites à la foliole terminale et à pétiole ailé. F. et peau de fruit sont riches en **ponctuations pellucides** = **poches sécrétrices aromatiques**. Exp. orange, mandarine, citron, bigarade, etc.

Chaque fl. à 5 S réduits, soudés et persistants ; 5 P libres, charnus, riches en ponctuations pellucides ; 10-n E groupées en phalanges (filets aplaties, charnus colées les uns aux autres en groupes ou faisceaux de 3 à 5 E) ; présence d'un disque nectarifère à l'intérieur ; 4-5-n C soudés et ovaire supère. Le **fruit est une hespéride**, c à d une **baie** où les C restent cloisonnés au niveau de l'endocarpe ce dernier est membraneux est tapissé intérieurement de poils vésiculeux remplis de liquide riche en eau, sucres, vitamines...

-Autres Rosidées

& *Zygophyllaceae* : Plantes surtout des régions désertiques et arides, svt. épineuses à rameaux articulés. Exp. *Zygophyllum*, *Balanites*,... Les graines du *Peganum harmala* « harmal » contiennent des alcaloïdes toxiques.

& *Geraniaceae* : Au Maroc 3 g. *Erodium* (f. pennées et androcée à 5 E fertiles et 5 staminodes) ; *Monsonia* se distingue par son androcée à 15 E à filets soudés par 3 en 5 groupes ; *Geranium* (f. palmées et androcée à 10 E). Le g. *Pelargonium* est ornemental dont une esp. est cultivée pour extraire une essence à parfum.

& *Violaceae* : Un g. au Maroc : *Viola* dont plusieurs plantes ornementales.

& *Salicaceae* : Plantes ligneuses à f. alternes et fl. petites, unisexuées et groupés en chaton. Exp. Saule, « swalf laadra » *Salix babylonica* ; plusieurs esp. du g. *Salix* ont une écorce riche en acide salicylique (principe actif de l'aspirine). Le Peuplier, « safsaf » *Populus nigra* et *P. alba* sont des plantes des ripisylves (plantes qui poussent sur les rives des cours d'eau).

& *Oxalidaceae* : *Oxalis cernua*, plantes herbacées vivaces à f. longuement pétiolées, trifoliées et fl. jaunes à androcée obdiplostémone

& Polygalaceae : Fam. proche des *Fabaceae* en particulier la S /F des *Faboïdeae* dont la coro. est semblable. Un g. au Maroc : *Polygala* dont 2 esp. endémiques.

& Rhamnaceae : *Rhamnus lycioides* (« admam »), arbuste épineux.

& Ulmaceae : *Celtis australis* (Micocoulier, « tghzaz ») est un arbre à drupes comestibles.

& Cannabaceae : *Cannabis sativa* (Chanvre, « kif » ou « zariaet lkaneb) originaire d'Asie, cultivé est à tiges riches en fibres textiles.

& Moraceae : *Morus alba* et *M. nigra* (Murier, « toute ») ; *Ficus carica* (Figuier, « lkrem ») dont l'inflorescence se transforme en fruit = infrutescence nommé **sycone** c'est la Figue. Cette même espèce présente trois types d'individus : le premier type est le caprifiguier « doukar » ses inflorescences hébergent les œufs de l'insecte pollinisateur. Après éclosion des œufs les insectes quittent l'inflorescence et transportent les grains de pollens vers un deuxième type d'individus où l'entrée de l'insecte permet la pollinisation et la maturation de l'inflorescence en sycone = Figue qui se prête bien à la dessiccation et donne les figues sèches « chriha ». Le troisième type d'individus sans pollinisation est capable, par parthénogenèse, de devenir mûre, charnu et sucré c'est ce fruit qui porte le nom de « bakkour » et qui ne peut être jamais séché.

& Urticaceae : L'Ortie, « herigha » appartient au g. *Urtia*. Plantes à f. opposées et à poils urticants.

& Begoniaceae : Plusieurs esp. du g. *Begonia* sont ornementales.

& Casuarinaceae : *Casuarina sp.* (Filao) est une plante ornementale à rameaux articulés et fr. ressemblant à des cônes de gymnospermes.

& Fagaceae : *Quercus sube* (Chêne liège, l'écorce offre le liège (ferchi » et le fr. le gland « ballout »), *Q. ilex* (chêne vert, « kerrouch »), *Castanea sativa* (Châtaignier, « kasdane »).

& Juglandaceae : *Juglans regia* est le Noyer, « gargaa ». Le fruit est une drupe dont les graines sont comestibles. L'écorce des racines est « swak » à usage buccal (gencive et dents).

& Lythraceae : *Lythrum*. Le Henné, « hanna » est fourni par une espèce du g. *Lawsonia*, de la même famille qui croît dans le nord-est africain. La Grenade, « remmane » est le fruit du *Punica granatum*.

& Onagraceae : Plantes d'habitats humides exp. *Oenothera* et *Epilobium*.

& Myrtaceae : Le Myrte, « rihane » (*Myrtus communis*) est la seule esp. spontanée de cette fam. le g. *Eucalyptus*, dont plusieurs esp. sont cultivées au Maroc fait partie également de la famille.

& Resedaceae : Fam. proche des Crucifères. Elle en diffère par l'ovaire qui reste ± ouvert à son sommet (caractère de Gymnospermes) et par l'androcée, polystémone chez ses représentants.

& Tropaeoliaceae : une espèce *Tropaeolium majus* (Capucine) est une herbacée à f. longuement pétiolées, peltées à limbe orbiculaire et à fl. oranges rougeâtres et solitaires.

& Cistaceae : arbustes à fl. présentant des pétales froissés exp. *Cistus salviifolius*, *C. monspeliensis*, ... ou herbe annuelle : *Tuberaria guttata* dont les fl. présentent des P jaunes guttés de noir ; les racines de cette espèce forment une association symbiotique avec un champignon. Ce dernier est consommé sous le nom de Truffe blanche, «terfass ».

& Thymeleaceae : *Thymeleae lythroides* (« metnane ») et *Daphne gnidium* (« azzaz » ou « alzas ») deux plantes médicinales.

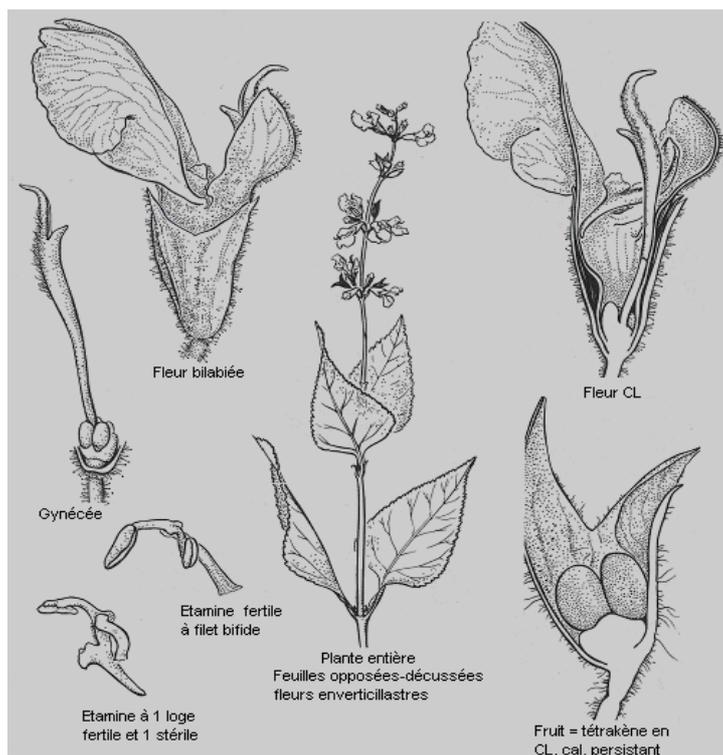
& **Anacardiaceae** : *Pistacia lentiscus* (Lentisque, « drou ») et *P. atlantica* (Pistachier de l'Atlas, « btem ») ; *Pistacia vera*. (Pistachier) est actuellement planté au Maroc pour ces graines comestibles (Pistache). Le fruit de cette esp. est une drupe à noyau, une fois torréfié s'ouvre sous l'effet de la chaleur et libère la graine ± verdâtre.

& **Sapindaceae** : exp. *Acer sp.* (Erable), souvent arbres ou arbustes à feuilles opposées et palmatilobées. Fruit un disamare. La sève de l'*Acer saccharum*, originaire d'Amérique du Nord, fournit le sirop d'érable,

4. Astéridées

& **Lamiaceae**

Dans la flore marocaine la fam. des Lamiacées ou Labiées compte 207 espèces (dont plus de 70 taxons sont endémiques) et occupe ainsi le 5ème rang après les Caryophyllacées. Le g. le plus riche est *Teucrium* il compte 45 espèces dont 23 endémiques.



Lamiaceae

Les Labiées constituent une **famille homogène, aisément identifiable**. Ce sont généralement des plantes herbacées ou arbustes à **tige quadrangulaire** portant des **f. simples et opposées-décussées**. Les fl. sont groupées en faux verticilles nommé **verticillastres** (en fait chaque verticille correspond à 2 cymes contractées). Elles sont hermaphrodites, zygomorphes, tétracycliques, pentamères. Cal. à **5 S** soudés, **bilabié 3/2**. Coro. à **5 P** soudés, **bilabié 2/3**. Andro. **didyname**, formé d'un verticille de 2 grandes étam. (E) et de 2 petites étam. (e), corolliflores parfois réduites ou bien certaines étam. sont stériles = **staminodes** ; les étam. peuvent être exsertes ou incluses. Gynécée est identique à celui des Boraginacées. Il est formé, au départ de 2 C soudés à ovaire supère et tétraloculaire, ovaire porté par un disque nectarifère développé ; au cours de l'évolution les loges deviennent indépendantes. Chaque loge à un ovule. Styles soudés et de type **gynobasique**. Les stigmates sont libres.

A maturité, chaque loge donne un akène, parfois à péricarpe dur est appelé **nucule**, donc le fr. est un **tétrakène ou tétranucule, rarement tétradrupe**.

La fm. des Labiées offre de nombreuses plantes pharmaceutiques et aromatiques car toutes les plantes de la famille ont des poils et des glandes sécréteurs riches en essences diverses : menthol, thymol, etc. Les abeilles butinant les fl. des Labiées confectionnent un miel de qualité, riche en arômes et doué de vertus médicinales. Certaines espèces sont aussi condimentaires et ornementales.

Exp. de Labiées : *Rosmarinus officinalis* (Romarin, « azir »), *Lavandula stoechas* et *L. multifida* (Lavande, « rhzama »), *Thymus ciliatus* (Thym, « zaëtra »), *Origanum compactum* (Origan, « zaatar »), *Mentha pulegium*

(« fliou »), *Mentha viridis* (Menthe, « naanaa »), *Ocimum basilicum* (Basilic, « lahbaq »), *Salvia officinalis* (Sauge, « salmia »), etc.

& *Scrophulariaceae*

La famille des *Scrophulariaceae* est un autre exp. de famille homogène malgré la diversité de formes florales rencontrée. Elle compte 130 esp. et occupe le huitième rang parmi les principales familles d'angiospermes marocaines ; dont 20 esp. sont endémiques et 4 g. groupes à eux seuls 100 esp., il s'agit de *Linaria*, *Verbascum*, *Veronica*, *Scrophularia*.

Les représentants marocains de cette famille sont surtout des herbes annuelles ou vivaces à feuilles opposées ou alternes. Les fl. généralement zygomorphes sauf chez *Veronica* (coro. à 4 lobes subégaux), *Verbascum* (coro. à 5 lobes subégaux) et *Erinus* (coro. 5 lobes égaux). Les fl. zygomorphes ont une coro. à un tube ± long portant à son sommet deux lèvres (coro. bilabiée). Une saillie (**palais**) émis par la lèvre inférieure peut, en plus, fermer la bouche du tube de la coro. chez *Antirrhinum*, *Misopates*, *Linaria*. Le cal. est à 5 S soudés (à tube ± long). L'androcée est généralement à **4 étam. didynames**. Le gynécée est à 2 C soudés, ovaire supère biloculaires à n ovules axiles. Présence d'un disque nectarifère sous l'ovaire bien développé et parfois asymétrique. Le fruit est une **capsule** qui s'ouvre par des **valves** ou par des **pores** (*Misopates*, *Antirrhinum*, *Anarrhinum*).



1-4 : *Veronica*, 1. Plante fleurie ; 2. Fleur ; 3. CL de la fleur ; 4. Fruit contenu dans le calice persistant.
5-10 : *Scrophularia*, 5. Fleur ; 6. CL de la fleur ; 7. Gynécée ; 8. CT ovaire ; 9. fruit ; 10. graine.

Scrophulariaceae

La famille présente peu d'intérêt économique. Certaines Scrophulariacées sont ornementales (*Verbascum*, *Antirrhinum*, ...). La digitaline (glucoside à propriété cardiotonique), extrait de *Digitalis* (Digitale) est médicinale. Quelques autres esp. sont utilisées en pharmacopée populaire. Cependant les plantes de cette fam. ne produisent pas d'alcaloïdes.

& *Apiaceae* ou *Umbelliferae*

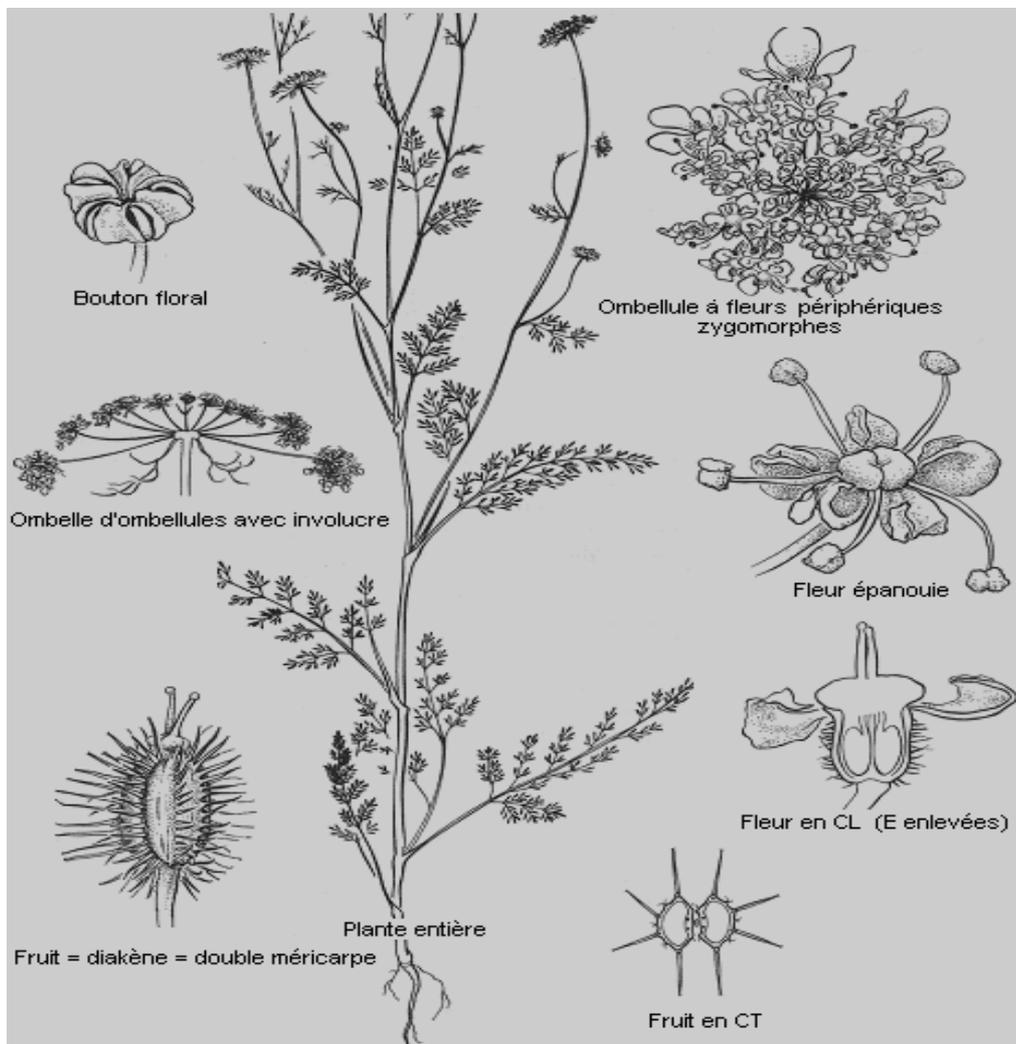
Les Apiacées ou Ombellifères constituent une fm. homogène, facilement identifiable. Elle occupe le septième rang et compte 160 espèces et 56 genres dont peu sont relativement riches en espèces : *Bupleurum* (23 esp.), *Euryngium* (19 esp.) et *Daucus* (11 esp.). **Par contre une trentaine de g. sont monospécifiques.**

Les Ombellifères sont des plantes herbacées, riches en canaux sécréteurs résinifères qui traversent tous les organes de la plante (de la racine ou rhizome jusqu'au fruit), qui dégagent une forte odeur caractéristique des plantes de cette famille et sont riches en divers composés chimiques témoignant de l'usage ancienne des certaines espèces de la famille en médecine traditionnelle, pharmacopée, ... Aux canaux sécréteurs s'ajoutent des poches sécrétrices néoformées dans le fruit d'où l'odeur caractéristiques de ces derniers chez certaines espèces d'Apiacées (Cumin, « kamoun » ; Anis, « habat hlawa » ; Carvi « karwiya » ; « nafaa » ; « kamoun soufi » ; ...

Les feuilles sont alternes, svt complètes à gaine développée et limbe généralement très découpé. Les fleurs sont de petite taille, groupées en **ombelles, simples ou composées** (ombelle d'ombellules) **avec ou sans involucre** (ensemble de bractées) **et involucrelle** (ensemble de bractéoles).

Fleurs généralement **protandres** (androcée arrive à maturité avant le gynécée), toutes hermaphrodites (ou bien parfois celles de ombelles secondaires sont mâles), actinomorphes ou parfois zygomorphes en particulier dans les fleurs périphériques, tétracycliques, pentamères. Le cal. à **5 S très réduits** et persistants ou nuls. La coro. à **5 P libres en apparence** (selon la classification moléculaire on doit admettre que cette « déchirure » s'effectue après ouverture, ce sont donc de fausses dialypétales), **avec apex recourbé vers l'intérieur**. L'androcée à 5 E, isostémone, dialystémone, alternipétales, médifixes et introrses. Le gynécée est à 2 C, gamocarpe à ovaire infère, biloculaire à loges uniovulés. **Les styles libres présentent une base élargie en un disque nectarifère bien développé en général**. Le fruit est un **diakène ou un double méricarpe** (ou schizocarpe). En effet, à maturité les 2 C se séparent et restent attachés par une columelle centrale = le carpophore.

La famille est de grand intérêt économique contenant des plantes alimentaires comme la carotte (*Daucus carota*) ; le Céleri, « krafas » (*Apium graveolens*) ; le Fenouil, « basbas roumis pour les feuilles et « habt hlawa » pour les fruits (*Foeniculum vulgare*) etc. des plantes condimentaires comme la Coriandre, « kazbour pour les feuilles et « kazbour yabes » pour les fruits (*Coriandrum sativum*), l'Aneth (*Anethum graveolens*), l'Anis vrai (*Pimpinella anisum*), le Cumin (*Cuminum cyminum*), le Carvi (*Carum carvi*) etc. Ce sont aussi des poisons violents comme la Grande Ciguë (*Conium maculatum*) qui tua Socrate en son temps ; ou *Ferula communis* (Férule ou faux fenouil, « lboubal »), source de nombreuses pertes de bétail par son latex à effet fluidifiant du sang (Férule) et entraînant des hémorragies internes chez les animaux ; etc.



Apiaceae ou Umbelliferae

Dans la classification phylogénétique moléculaire on inclut dans les *Apiaceae* la famille des *Araliaceae*. Cette dernière est représentée au Maroc par une espèce : *Hedera helix* (Lierre, « louwaya »). C'est une liane à crampons formés de racines adventives portées par la tige et qui servent à la fixation de la plante à son support.

& Asteraceae, Compositae ou Synantheraceae

Il s'agit de la famille la plus vaste dans toutes les flores du monde. A l'échelle de notre planète, la fm. occupe le premier rang avec 20 000 espèces place qu'elle dispute à la fm. la plus mystérieuse parmi les plantes à fleurs: les Orchidées.

Au Maroc, la fm d'Asteraceae compte **environ 500 espèces et occupe donc la première place** parmi la flore vasculaire marocaine. Le premier genre est *Centaurea* (50 esp.), viennent ensuite plusieurs genres cas du *Artemisia*, *Carduus* et *Leontodon* qui comptent entre 10 et 20 esp. Environ 50 genres sont monospécifiques.

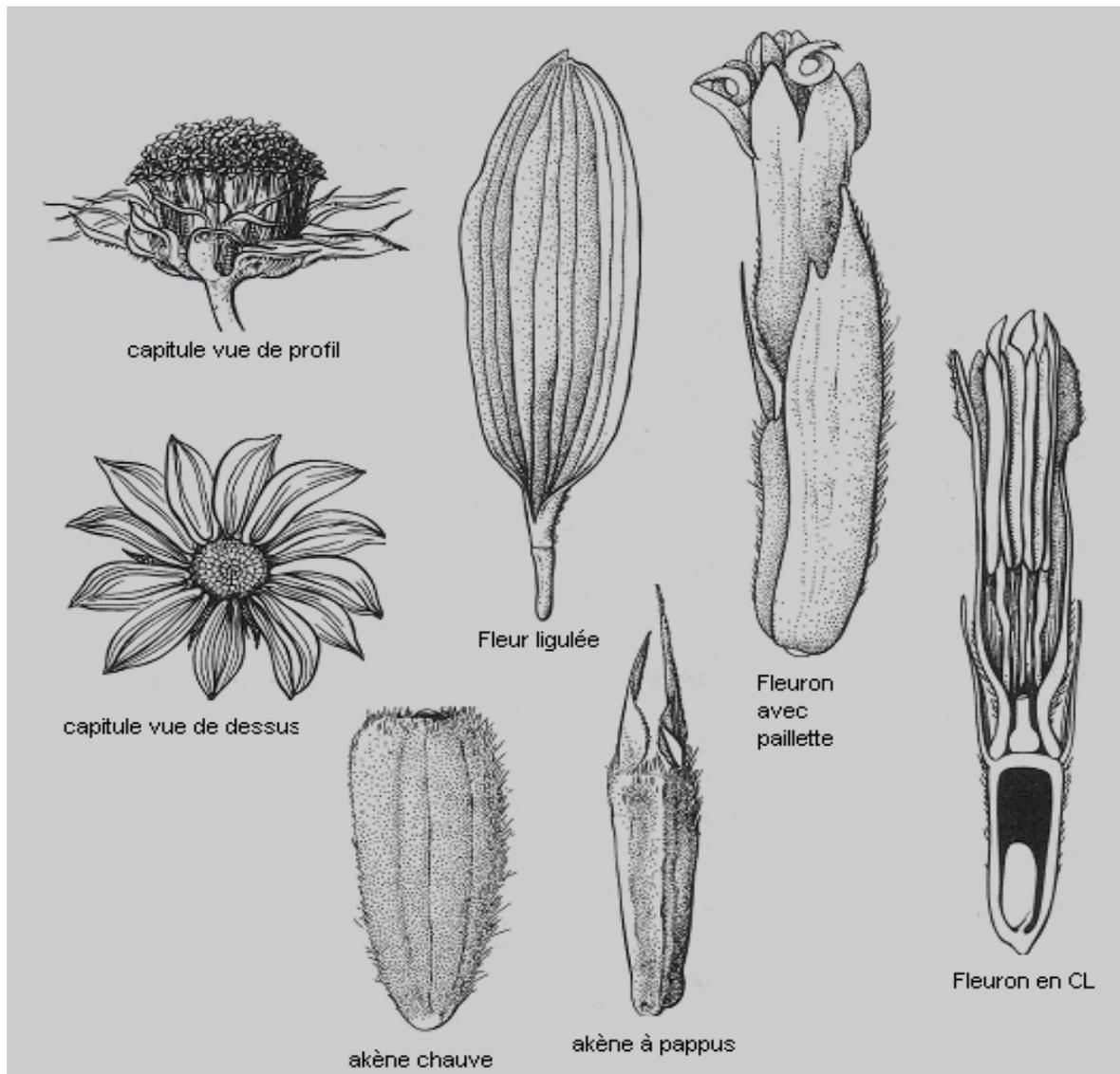
Cette fm. naturelle a réussi le pari de **s'adapter à toutes les conditions du milieu**: depuis les régions désertiques jusqu'aux régions polaires. On y rencontre **tous les types biologiques** (excepté les grands arbres), mais les types herbacés prédominent.

La réussite des Composées est en fait le résultat d'une organisation florale très élaborée, dont la marque essentielle est la condensation d'un ensemble de fleurs dans une structure mimant la fleur: le **capitule**.

La réalisation du capitule est rendu possible par: - d'une part, la contraction de l'axe de l'inflorescence en plateau ; - d'autre part, la réduction de la taille des fleurs associée à une spécialisation sexuelle des fl.

Le capitule montre une organisation svt. homogène, de l'extérieur vers l'intérieur on distingue :

- Un **involucre**, formé de plusieurs bractées stériles dont le nombre et la forme sont spécifique.
- Un **réceptacle de l'inflorescence**, organe portant les fleurs, de forme variable : plan, concave ou convexe ; à surface soit lisse ou alvéolée ; aussi la présence ou l'absence de **bractées florales (paillettes)** permettent de différencier des capitules à surface nue ou à paillettes.



Asteraceae

- Des fleurs dont la couleur permet de distinguer des **capitules concolores** (fl. toutes de même couleur) et **des capitules discolores** (fl. périphérique de couleur différentes de celles du centre du capitule) ; la symétrie permet de distinguer des **capitule discoïde** (fl. toutes de même symétrie soit actinomorphes = fleurons ou fl. tubuleuses soit zygomorphes = ligules ou fl. ligulées) et des **capitules radiés** (fl. périphérique ligulées et celles du centre des fleurons) et le sexe permet de séparer des **capitules homogames** (fl. toutes de même sexe) et des **capitules hétérogames** (fl. périphérique de sexe femelle et celles du centre de sexe hermaphrodite).

L'organisation florale permet de retenir les caractères suivant :

Le calice peut être présent est nommé **pappus**. Il est formé de n soies de morphologie variable, parfois il correspond à une couronne membraneuse. Il est persistant sur le fruit = **akène à pappus**. Il aura le rôle de transporter le fruit et un rôle de protection. Le cal. peut être absent, au stade fruit on parle d'**akènes chauves**.

La corolle toujours présente est formée de 5 P soudés. La forme de la cor. est variable ; elle peut être **tubuleuse** (cas des fl. actinomorphes) est nommée **fleurons**. Ou bien la cor. est **ligulée** (cas des fl. zygomorphes). La **ligule à 3 dents** au sommet dans le cas d'un capitule radié (on aura des fl. ligulées à la périphérie et des fleurons dans le centre).

Dans un capitule **discoïde à fl. toutes zygomorphes** la **ligule porte 5 dents**.

L'androcée est présent uniquement dans les fl. hermaphrodites. Il est isostémone, isodyname, gamostémone, synanthérée, alternipétale, corolliflore, étam. introrses, basifixes, exsertes ou incluses.

Le gynécée est toujours présent, il est bicarpellé, gamocarpe, à ovaire infère, uniloculaire à 1 ovule basilaire. Les 2 styles sont soudés. **Les stigmates sont libres quand l'ovaire est fonctionnel** (formaton de fr.) et **soudés quand l'ovaire est non fonctionnel** (pas de fr.).

Dans la classification classique on subdivise la famille des Astéracées en 3 groupes (voir tableau ci-dessous).

Les 3 groupes d'Astéracées en systématique classique		
Tubuliflores	Liguliflores	Radiées
Cap. à fl. toutes tubuleuses à 5 lobes (fl. actinomorphes)	Cap. à fl. toutes ligulées et ligule à 5 dents (fl. zygomorphes)	Cap. à fl. périphérique ligulées (ligule à 3 dents), celles du centre tubuleuses

Actuellement on subdivise les *Asteraceae* en deux sous-familles :

- **S/F des Asterideae** (formée de 10 tribus) ce sont des **plantes sans latex** à capitules radiés (comportant des ligulées à 3 dents à la périphérie et des fleurons au centre) ou discoïde (comportant uniquement des fleurons, toutefois les fl. de la périphérie peuvent être femelles parfois stériles et réduites à leur corolle manifestement tubuleuse, développé et à lobes svt. inégaux, exp. Chez *Centaurea*).

- **S/F des Cichoriodeae** (1 tribu = *Lactuceae*) ce sont des **plantes avec latex** à capitule discoïde formé uniquement de ligules à 5 dents.

Les *Asteraceae* ont une grande importance économique par leurs nombreuses utilisations (alimentaires, médicinales, ornementales, etc.). On consomme la base des feuilles, le réceptacle d'inflorescence des Artichauts (« kok ») du g. *Cynara* ; les tubercules du Topinambour (« btata lkasbia ») de *Helianthus tuberosus*, les racines tubérisées du Salsifi (« laft lmafour ») de *Tragopogon* ; les feuilles des Laitues (« chlada » ou « khoss ») du *Lactuca*, etc. Les racines torréfiées d'une variété cultivée de *Cichorium intybus* fournissent la chicorée à café. Les graines du Tournesol (« nowart chemss ») de *Helianthus annuus* sont riches en huile végétale. Plusieurs Composées fournissent des essences vriées. Celles de l'Absinthe (« chiba ») de l'*Artemisia arborescens*, *A. absinthium*... et de l'Estragon (*Artemisia dracunculus*) sont odorantes. Celles de l'Armoise blanche (« chih ») d'*Artemisia herba-alba* sont vermifuges. Les Camomilles (« babounj »), les Matricaires, Anthemis... sont médicinales. Certaines Anacyclus et *Chrysanthemum* contiennent des pyréthrine qui sont des insecticides non polluants. Le latex de certaines esp. peut être utilisé pour fabrication du caoutchouc. D'autres espèces sont ornementales : *Aster*, *Tagetes*, *Chrysanthemum*, *Dahlia*, *Zinnia*...

& *Solanaceae*

Fm. importante par l'utilisation de ses plantes, représentée dans la flore marocaine uniquement par une vingtaine d'espèces spontanées. Ce sont des plantes herbacées ou ligneuses, à feuilles alternes et toxiques. Les fl. sont actinomorphes, hermaphrodites, tétracycliques, pentamères. Cal. à 5 soudés, persistant et svt. accrescents. Coro. à 5 P soudés, tubuleuses ou à tube courts. Androcée à 5 E, alternipétales, isostémone, isodyname, dialystémone, corolliflores, étam. à fentes longitudinales, introrses ou peu latérales, médifixes et exsertes. Gynécée à 2 C,

gamocarpe. Ovaire supère, biloculaire, à cloison oblique et placenta développé. Ovules nombreux en placentation axile. Présence d'un disque nectarifère développé sous l'ovaire. Fruit soit capsule ou baie.

Bien que la fam. ne comporte que peu de représentants spontanés dans notre pays soit entent que plantes herbacées : *Solanum* divers esp., *Mandragora autumnalis* ou ligneuses : *Withania*, *Nicotiana*, *Lyccium*, *Solanum sodomaeum*, etc. ; elle est cependant très intéressante par ses nombreuses utilisations :

- On cultive comme plante alimentaire : la Tomate (*Lycopersicum esculentum*), le Piment (*Capsicum annuum*), l'Aubergine (*Solanum melongena*), la Pomme de terre (*Solanum tuberosum*).

- Beaucoup de Solanées sont pharmaceutiques grâce à la présence dans leurs tissus de nombreux alcaloïdes toxiques. L'atropine, atropamine et l'hyoscyamine sont extrait de l'*Atropa belladonna* (Belladone) ; l'hyoscyamine et l'acopolamine proviennent de l' *Hyoscyamus* (Jusquiame) ; l'atropine, l'hyoscyamine et l'hyoscine du *Datura* ; la solanine du *Solanum* ; nicotine et d'autres alcaloïdes pyridiques très toxiques, utilisé également comme parasiticide proviennent du *Nicotiana tabacum* (Tabac).

- La fam. groupe de nombreuses plantes ornementales : *Cestrum*, *Datura*, *Lycium*, *Nicotiana*, etc.

& *Boraginaceae*

Famille proche des labiées par son gynécée à 2C soudés portés par un disque nectarifère, ovaire supère formé de 4 demi carpelles à 1 ovule chacun d'où le fruit typique de ces 2 fam. : **un tétrakène** ou **tétranucules**. Les plantes de cette fam. se distinguent par leurs tiges cylindriques à f. alternes et leurs fl. groupées en cyme svt. unipare scorpiode. Les fl. sont **actinomorphes, tétracycliques**. On observe souvent : des poils sur les fleurs, les feuilles, ... les inflorescences en cymes scorpioïdes. Les fl. généralement actinomorphes (sauf chez *Echium*), hermaphrodites, tétracycliques, pentamères. Cal. à 5 S libres, persistants. Coro. à 5 P soudés, à tube court. Androcée à 5 E corolliflores, exsertes. Gynécée identique aux *Lamiaceae*, formé de 2 C soudés, portés par un disque nectarifère. Ovaire supère tétraloculaires à loges indépendantes, et styles gynobasiques (styles soudés naissant à la base de l'ovaire). Le fr. indéhiscent de type tétrakène ou tétranucule. La famille offre peu d'utilisations. *Myosoti*, *Heliotropium* et *Echium* sont parfois cultivées comme plantes d'ornements. *Gynoglossum officinale* et *Borago officinalis* sont utilisées comme plantes pharmaceutiques. Une matière colorante rouge est extraite des racines d'*Alkanna tinctoria* et certains *Echium*.

& *Sapotaceae*

Fm. surtout tropicale est représentée au Maroc (Algérie et Lybie) par 1 genre monotypique : *Argania spinosa*, arganier « argane ». Arbustes de 5 - 7 m de haut du sud marocain, très épineux à f. coriaces, alternes et persistantes. Le fruit est une baie renfermant 2 ou 3 graines soudées en un faux noyau très résistant. Ces graines sont riches en huile qui extraite et consommée dans le sud marocain sous le nom d'*argan*.

& *Oleaceae*

Arbres ou arbustes assez représentés dans le paysage marocain parfois lianes à f. simples ou composées, alternes (*Jasminum*) ou opposées persistantes. Les fl. sont actinomorphes, hermaphrodites, cycliques, pentamères ou tétramères. Exp. de F. F. (4S) + [(4P) + 2E] + (2C) ov. supère ; ou (5S) + [(5P) + 2E] + (2C) ov. supère.

Le fruit est variable : drupe (*Olea*, *Phillyrea*), baie (*Jasminum*, « lyasmine » ; *Ligustrum*) ou samare (*Faxinus*).

& *Campanulaceae*

Herbes à latex. F. alternes et fl. groupées en cymes ou en grappes ou parfois fl. en inflorescence compact (*Jasione*, *Phyteuma*). Fleurs svt. bleues ou violettes généralement actinomorphe. L'ovaire infère évolue en « capsule ». Exp. *Campanula rapunculus*, *C. lusitanica*, *C. dichotoma*.

Autres Asteridées

& ***Primulaceae*** : De nombreuses esp. sont ornementales. Au Maroc on a 8 g. exp. *Primula*, *Cyclamen*, *Anagallis*, *Samolus*, *Coris*, les esp. les plus communes appartiennent à l'*Anagallis* : *A. arvensis* à fl. bleues ; et *A. monelli* à fl. rouges.

& ***Theaceae*** : Le Thé (« atay ») appartient au *Camellia sinensis* est originaire de Chine ; cultivé ailleurs, exp. région de Chaoun.

& ***Ericaceae*** : Pl. participant svt. à la formation des sous-bois des forêts. Exp. *Arbutus unedo* (Arbousier, « bkhanou » ou « sasnou ») ; *Erica arborea* (Bruyère) ; *Calluna vulgaris*. Cette dernière esp. est limité au tangerois, c'est un sous-arbrisseau qui se reconnaît par ses f. opposées et son cal. colorés plus longue que la coro.

& **Convolvulaceae** : Fam. des liserons : plantes svt. volubiles à f. hastées (en forme de flèche). Exp. *Convolvulus arvensis* commune et se reconnaît par ses f. hastées et ses fl. Rosâtre ou blachâtres ; *Ipomea batatas* (Patate douce, « btata lhlouwa ») est cultivée comme légume ; les racines de certains *Convolvulus* sont médicinales et nombreuses Convolvulacées sont ornementales. Dans cette fam. on inclut les Cuscutes (*Cuscutas*), plantes svt. non chlorophylliennes réduites à des tiges minces munies de suçoirs et portant des fl. très réduites, ce sont svt. des « mauvaises herbes » parfois très nuisibles.

& **Gentianaceae** : Centaurium, Gentiana, etc. Centaurium pulchellum (Petite Centaurée, « gassat lhayya ») est une plante utilisée en pharmacopée.

& **Rubiaceae** : Le Café est importé au Maroc, il appartient à plusieurs esp. du g. *Coffea*. Les graines torréfiés de cette plante, connues sous le nom de café, sont utilisées pour préparer le breuvage stimulant bien connu et universellement consommé. Il y a plusieurs espèces dans le genre *Coffea* propres à donner la boisson, mais *Coffea arabica* est la plus appréciée. La fam. des Rubiacées compte une dizaine de genres à f. sessiles, parfois verticillées (un verticille est en fait un mélange de f. et de stipules toutes de même taille t même forme). Le fl. très petites, sont actinomorphes à ovaire infère.. Exp. *Sherardia arvensis*, *Rubia perigrina* (Garance, « lfouwa »): *Galium* (Gaillets), etc.

& **Apocynaceae** : *Vinca difformis* et *Nerium oleander* (Laurier, « defla »). Cette dernière esp. forme des arbrisseaux très communs à latex, utilisés également pour ornement est formée de plantes à f. verticillées par 3 et produisent des fr. de type follicules. Selon la classification phylogénétique on inclut à cette fam. les *Asclépidaceae* : ce sont des plantes svt. à latex et fr. formé de 2 follicules ; exp. *Calotropis*, *Caralluma*, *Periploca*, *Asclepia*, etc. La dernière esp. svt. cultivée pour ornement.

& **Plantaginaceae** : Exp. *Plantago* (Plantain). Ce sont des pl. herbacées, à f. en rosettes, à nervation parallèles ou parfois caulinaires et opposées. Fl. de petite taille sont groupées en « capitules » ou en épis. Le périnthe double et tétramère. L'androcée à 4 E. Le fr. est une capsule.

& **Orobanchaceae** : Ce sont des plantes herbacées non chlorophylliennes, vivant en parasites sur les racines d'autres végétaux, à feuilles réduites en écailles alternes. Les fl. svt groupées en grappe. Divers Papilionacées sont parasitées par divers esp. d'*Orobanche*.

& **Bignoniaceae** : Fam. de pl. ornementales : *Jacaranda mimosifolia*, *Pyrostegia venusta*, *Podranea ricasoliana*, *Tecomaria capensis*, etc.

& **Verbenaceae** : Fam. très proche des Labiées. Pl. herbacées ou ligneuses à fl. zygomorphes. Exp. La Verveine, « lwiza » (*Lippia citriodora*) est cultivée au Maroc. *Lantana camara* est une plante ornementale à fl. groupées en faux capitules, multicolores.

& **Aquifoliaceae** : Le Houx commun (*Ilex aquifolium*) est un arbuste, parfois un petit arbre, à feuillage persistant de la couramment cultivé pour son aspect ornemental, notamment grâce à ses fruits rouge vif.

& **Pittosporaceae** : *Pittosporum tobira* est cultivée pour l'ornement.

& **Caprifoliaceae + f. Dipsacaceae + f. Valerianaceae** : Dans la nouvelle classification phylogénétique les Caprifoliacées regroupent également les anciennes **Dipsacacées** et **Valérianiacées**. Exp. *Lonicera biflora* (Chèvres feuilles), *Viburnum tinus* (Laurier tin), *Sambucus nigra* (Sureau) ; *Sisalix atropurpurea*, *Sisalix arenaria*, *Dipsacus* ; *Fedia*, *Valeriana*, *Valerianella*.

Exemples de questions d'examen écrit de Floristique

Chapitre introduction générale à la botanique systématique	Chapitre systématique des plantes vasculaires au Maroc
<p>a. Citer une des priorités du code international de la nomenclature botanique</p> <p>b. Citer les différents rangs taxonomiques supraspécifiques</p> <p>c. Citer les différents rangs taxonomiques infraspécifiques</p> <p>d. Citer les six règnes du vivant</p> <p>e. Signification de nomenclature binaire ou binomiale en sciences du vivant</p> <p>f. Notion d'espèce, individu et population en botanique</p> <p>g. Différence entre classification classique et phylogénétique</p> <p>h. Différence entre cladistique et phénétique</p> <p>i. Signification d'un groupe monophylétique en systématique botanique</p> <p>j. Citer trois caractères à l'usage en classification botanique</p> <p>k. Signification du terme flore</p>	<p>a. Schémas à titrer et légender</p> <p>b. Compléter un tableau comparatif des principales familles de plantes vasculaires au Maroc</p> <p>c. Etablir la formules et le diagramme floraux des 9 principales familles d'angiospermes</p> <p>d. Compléter des suggestions de caractères chez les plantes vasculaires soit par un mot ou uniquement par vrai ou faux</p> <p>e. Donnez un exemple de genre ou d'espèce de plante : naturelle, ornementale, alimentaire, médicinale, ...</p> <p>f. Etablir une clé d'identification à partir d'une liste de caractères</p> <p>...</p>