

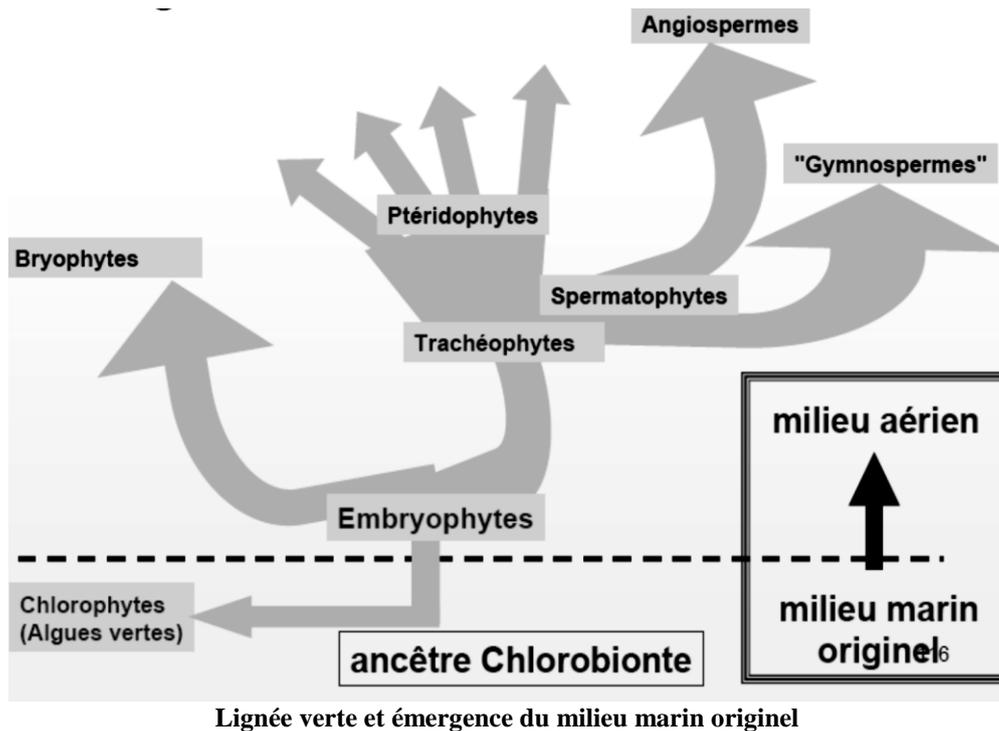
Département de Biologie

Filière des Sciences de la Vie

S4

Cours

**FLORISTIQUE  
ou  
BOTANIQUE SYSTEMATIQUE**



Par  
Mme F. E. El Alaoui-Faris

## Introduction

La floristique ou botanique systématique relève de la biosytématique. Cette dernière 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 d'embryophytes 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 concepts, principes et méthodes adoptés en botanique systématique

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

#### Chapitre II. EVOLUTION ET CLASSIFICATION DES EMBRYOPHYTES

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 d'Embryophytes spontanées dans la flore du Maroc.

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

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

### 1- Embryophytes non vasculaires ou Bryophytes s.l.

- a. Mousse ou Bryophytes s.s.
- b. Hépatiques
- c. Anthocérotes

### 2- Embryophytes vasculaires ou plantes vasculaires ou Trachéophytes

#### 2.1. Trachéophytes à spores ou Ptéridophytes

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

#### 2.2. Trachéophytes à graines ou Spermaphytes

##### 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 Caryophylliidés** (*Caryophyllaceae*, ...) + **Clade des Rosidés** (*Fabaceae* s. l. ; *Brassicaceae* ; ...) + **Clade des Astéridés** (*Lamiaceae* ; *Scrophulariaceae* ; *Apiaceae* ; *Asteraceae* ; ...)

**B. Travaux dirigés et pratiques** : ils seront consacrés aux principes et méthodes d'analyse morphologique chez les embryophytes

**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**

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.

**- Flores**

**FLORE PRATIQUE DU MAROC** : Manuel de détermination des plantes vasculaires, Vol. 1, 2 et 3 Ed. Institut Scientifique, Université Mohammed V, 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.tela-botanica.net](http://www.tela-botanica.net) ; [www.botanique.org](http://www.botanique.org) ; [www.botany.hawaii.edu](http://www.botany.hawaii.edu) ; [www.bgci.org.canada](http://www.bgci.org.canada) ; [www.wikipédia.fr](http://www.wikipédia.fr)

## Chapitre I

### NOTIONS GENERALES SUR LA BOTANIQUE SYSTEMATIQUE

#### Préambule

- **Importance de connaître les plantes : Notion de phytochimie**

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 tous les herbivores et les omnivores y compris l'Homme, elles offrent différents types de composés à usages multiples :

- \* alimentaire : différentes farines, féculs, légumes, fruits, ...
- \* différentes huiles, ...
- \* colorants, fibres, bois, ...
- \* divers médicaments : vitamines, antibiotiques, substances actives contre divers maladies, ...
- \* houille ou charbon des plantes fossiles, ....
- \* ....

**La systématique est la science de la classification qui cherche à regrouper, entre eux, tous les individus présentant des taux de ressemblance plus ou moins élevé en taxons c'est-à-dire des groupes hiérarchisés.**

#### 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. Décrire un taxon revient à une analyse fine de **tous ses caractères** ;
- de les nommer : leur donner un nom dépourvu d'ambiguïté. Nommer un taxon c'est lui donner un **nom scientifique correct** selon les priorités du Code Internationale de la Nomenclature Botanique (CINB) ;
- de les classer, c'est-à-dire de les ranger suivant leurs ressemblances en groupes hiérarchisés appelées **taxons**.

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

a. CINB définit les différentes unités taxonomiques : **espèce, genre, famille, ordre, classe, embranchement, règne et domaine**, 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 taxinomiques, ou **diagnostiques**.

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

\* 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

### Exp. de terminaison latine des rangs supra génériques

Rang \ Règne	Plantes = <i>Plantae</i>
<b>Embranchement, Division</b> ou <b>Phylum</b>	-phyta
<b>Classe</b>	-opsida
<b>Ordre</b>	-ales
<b>Famille</b>	-aceae
<b>Sous-famille</b>	-oideae
<b>Tribu</b>	-eae, ae

d. La reconnaissance d'une nouvelle espèce, ou bien les taxons de rangs inférieurs ou infraspécifiques (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. **Divers rangs taxonomiques : Le rang taxonomique de base est l'espèce**

- Actuellement on envisage **2 empires avec 6 règnes**

▶ **Empire des Procaryotes (unicellulaires sans noyau)**

● **Eubactéries + Cyanobactéries**  
(paroi avec acide muramique)

● **Archées**  
(paroi sans acide muramique)

▶ **Empire des Eucaryotes (avec noyau)**

● **Protozoaires** : unicell. non chloro., mobiles, phagocytose

● **Végétaux = *Plantae*** : uni ou pluricell., autotrophes (chlorophylles)

● **Champignons + Lichens** : uni ou pluricell., hétérotrophes, paroi cell. à chétine, absorption

● **Animaux** : pluricell., hétérotrophes, ingestion

## 3. Notions d'espèce, individu, population

### a. Espèce en biologie

L'unité de base sur laquelle s'appuie la classification ou la systématique est l'espèce.

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 végétaux interspécifiques sont fertiles.

Ainsi en **botanique**, l'espèce est une collection d'individus ou de populations entre lesquels les **différences sont faibles**. Tous les caractères : morphologiques, biochimiques, physiologiques, cytologiques, sexuels, chromosomiques, palynologiques, phytodermologiques, écologiques, moléculaires, ... 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.

## **4. 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** (cf ; **TD et TP**) 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.

## ***Bref rappel des caractères morphologiques***

Famille : .....

Genre : .....

Espèce : .....

**Type biologique** : Phanérophyte, Chaméphyte, Hémicryptophyte, Cryptophyte (Hydrophyte, Géophyte (à bulbe, à tubercule, à rhizome)), Thérophyte.

### **Organographie**

#### **I. Appareil végétatif**

##### **Caractère général**

Ligneux (arbre, arbuste, etc.) ou herbacé (herbe vivace ou herbe annuelle).

##### **A. Appareil souterrain**

###### **1. Racine :**

- Consistance : fibreuse, tubéreuse.
- Forme : pivotante (verticale), horizontale (latérale), fasciculée.

###### **2. Tiges souterraines :**

- + Rhizome, bulbe, tubercule.
- + Racines adventives

##### **B. Appareil aérien**

###### **1. Tige :**

- Ramification : ramifiée ou non ramifiée
- Croissance : monopodiale ou sympodiale
- Forme : cylindrique, quadrangulaire, triangulaire, côtelée ou sillonnée
- Section : pleine ou creuse
- Pilosité : glabre ou poilue
- Latex : si présent

###### **2. Feuilles :**

- Disposition : alternes, opposées (parfois opposées-décussées), verticillées, imbriquées, ou radicales (en rosettes ou radicantes).
- Insertion : pétiolées ou sessiles
- Structure : complète (gaine + pétiole + limbe) ou incomplète
- Type : simple (à limbe entier ou découpé) ou composé (à limbe composé de nombreux folioles)
- Description du limbe :

\*Forme générale, formes de la base et du sommet

\*Marge : entière ou découpée.

\*Nervation : pennée, palmée, etc.

- Stipules : présentes ou absentes.
- Pilosité : poilue ou glabre.

### 3. Racines adventives :

Présentes ou absentes.

## II. Appareil reproducteur

Fleurs solitaires (1 fleur à l'aisselle d'une feuille) ou groupées en inflorescences (plusieurs fleurs par feuille).

### A. Inflorescences :

#### 1. Inflorescences simples :

- Grappe : grappe (s.s.), ombelle, corymbe, épi ou capitule.
- Cyme : bipare, multipare ou unipare (scorpioïde ou hélicoïde).

#### 2. Inflorescences composées :

- Panicule (grappe de grappes), thyrses (gramme de cymes), etc.

#### 3. Inflorescences particulières :

- Glomérule, cyathe, épillet, spadice, chaton, sycone, etc.

### B. Fleur :

#### 1. Caractères généraux

#### 2. Étude de chaque verticille

#### 3. Fruit et graine

#### 4. Formule florale

#### 5. Diagramme floral

#### 6. Coupe florale

#### 7. Détermination

**Mais**, 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**.

**Un caractère analogue a une fonction commune, mais l'origine évolutive est différente**

**Exp.** le caractère **succulent de tige** est une adaptation à la sécheresse.

Pour classer les plantes, on utilise les caractères homologues.

**Un caractère homologue à une origine commune, mais la fonction ne l'est pas nécessairement**

**Exp.** les **cotylédons** et les **pièces florales** ont des fonctions différentes. Mais à l'origine ces pièces sont des feuilles. Cotylédons et pièces florales 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 paires de bases (pb)) et se trouve en **très grande quantité** dans les cellules végétales.

l'ADN chloroplastique contient plusieurs gènes dont un est le plus utilisé le gène **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, le 18S du génome nucléaire, ...

## 5. Récolte, 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. Étude morphologique de l'échantillon, ce qui permet son identification (famille, genre, espèce) à l'aide d'une clé de détermination appelée également Flore. Exp. Les 3 volumes de la Flore du Maroc, cf. TP
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 ...

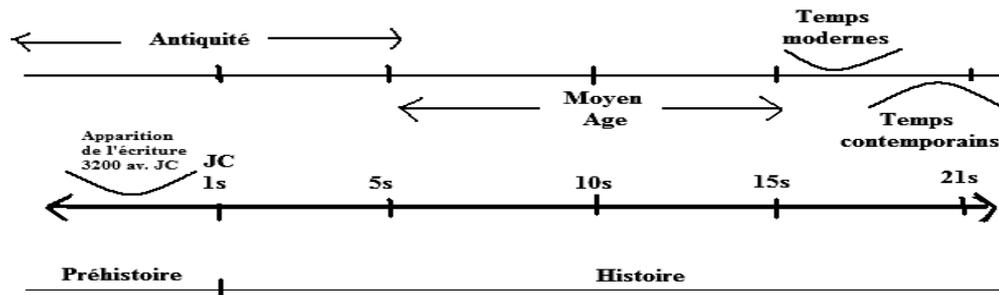
L'identification de l'échantillon ou du **spécimen** se fait grâce à des clés dichotomiques regroupées dans des livres spéciaux nommés « flores ».

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).

## 6. 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 dont le but ultime est de représenter le monde vivant de la manière la plus naturellement possible. Autrement, de classer les êtres vivants en fonction de leur lien de parenté ce qui est l'objectif des classifications phylogénétiques (phénétique et cladistique).



Les grandes périodes conventionnelles de l'histoire

### a. De l'antiquité jusqu'au 17<sup>e</sup> siècle

#### & Exp. le début des classifications avec les naturalistes de l'Antiquité

\* **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<sup>e</sup> 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

\* **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

\* **Ibn Sinâ** ou Avicenne (980-1037) et « Le canon en médecine » (1020), médecin et scientifique iranien du Xe siècle, son livre servira de base de **l'enseignement de la médecine en Europe jusqu'au 17<sup>e</sup> 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 habilité en médecine), **Ibn al Baytar** (médecin et botaniste), ...

#### & Renaissance (15<sup>e</sup>me et 16<sup>e</sup>me 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<sup>e</sup>me siècle de nombreux essais de mise en place d'une classification scientifique sont apparus

& Exp. La classification de **Linné (1707-1778)**, naturaliste suédois, il propose une classification universelle des végétaux basée sur leur "système sexuel" publiée sous le nom de *Systema Naturae* en 1749. Le père la nomenclature binomiale : Genre espèce. Mais, Linné en 1753 publie, *Species plantarum* (les espèces de plantes) où il décrit environ 8000 végétaux différents.

**& A partir du 19<sup>e</sup> siècle** l'étude des fossiles a permis une meilleure **démonstration de l'idée de l'évolution du monde vivant.**

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...". Il est également précurseur des clés dichotomiques de détermination moderne.

**Charles Darwin** (1809-1882), naturaliste anglais, 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". Et donc le mécanisme de la sélection est à la base de la diversité des êtres vivants, il en résulte que la classification du vivant doit refléter l'évolution des espèces.

**& Depuis les travaux de Darwin des apports scientifiques nouveaux apparaîtront :**

- 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 hélicoïdale 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.

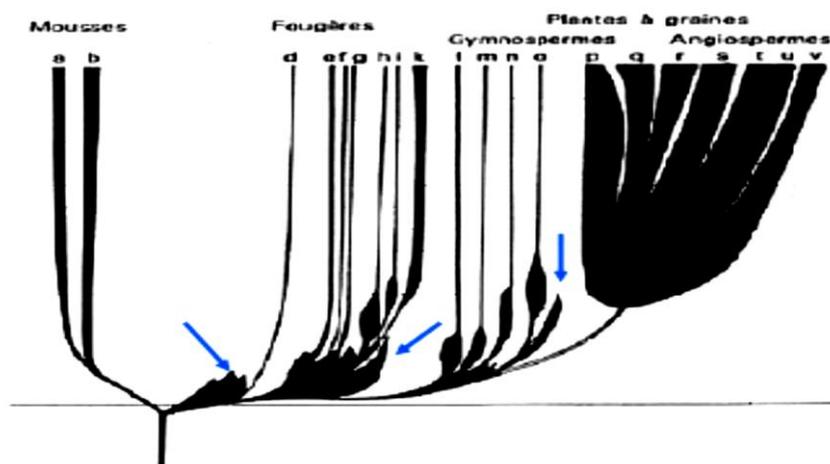
### c. Classifications botaniques du fin 18<sup>ème</sup> siècle – début 19<sup>ème</sup> siècle

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). Elle regroupe les espèces par lien de parenté à l'aide d'outils génétiques et moléculaires.

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.**

**& 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.



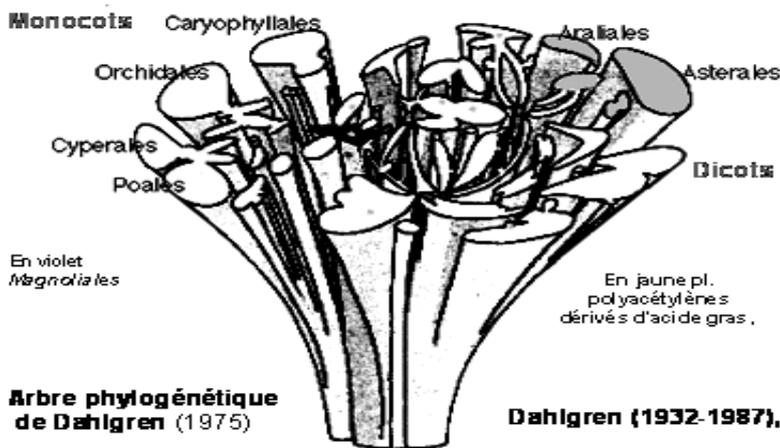
**Exemple de classification phylogénétique des Embryophytes**

### d. Classifications botaniques contemporaines

A partir du début du 20<sup>ème</sup> siècle des classifications phylogénétiques de plus en plus complexes basées sur la synthèse de 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**

Aussi, 3 botanistes à la démarche traditionnelle ont révisé la classification botanique : **Takhtajan** de Leningrad en 1997, **Thorne** en 1992 et **Cronquist** tous deux du Jardin Botanique de New York en 1988.

<i>Magnoliophyta</i> (Angiospermes)	
classe <u>Magnoliopsida</u> (= Dicotylédones) sous-classe I. <u>Magnoliidae</u> sous-classe II. <u>Hamamelidae</u> sous-classe III. <u>Caryophyllidae</u> sous-classe IV. <u>Dilleniidae</u> sous-classe VI. <u>Asteridae</u>	classe <u>Liliopsida</u> (= Monocotylédones) sous-classe I. <u>Alismatidae</u> sous-classe II. <u>Arecidae</u> sous-classe III. <u>Commelinidae</u> sous-classe IV. <u>Zingiberidae</u> sous-classe V. <u>Liliidae</u>
<b>Système de classification de Cronquist 1988</b>	

**Durant le 20ème siècle et jusqu'à nos jours les systématiciens cherchent à établir des liens de parentés sur la base de caractères variés : morphologiques, anatomiques, ... caryologiques et moléculaires.**

En effet, depuis *l'Origine* des espèces de Darwin, il est admis que la classification doit être **phylogénétique**. Contrairement aux classifications classiques, la classification phylogénétique permet de classer le vivant à partir des liens de parenté entre les différents organismes vivants.

La phylogénie consiste à retracer l'histoire et à retrouver les liens de parenté entre les organismes, en mesurant les distances évolutives entre des groupes de taxons.

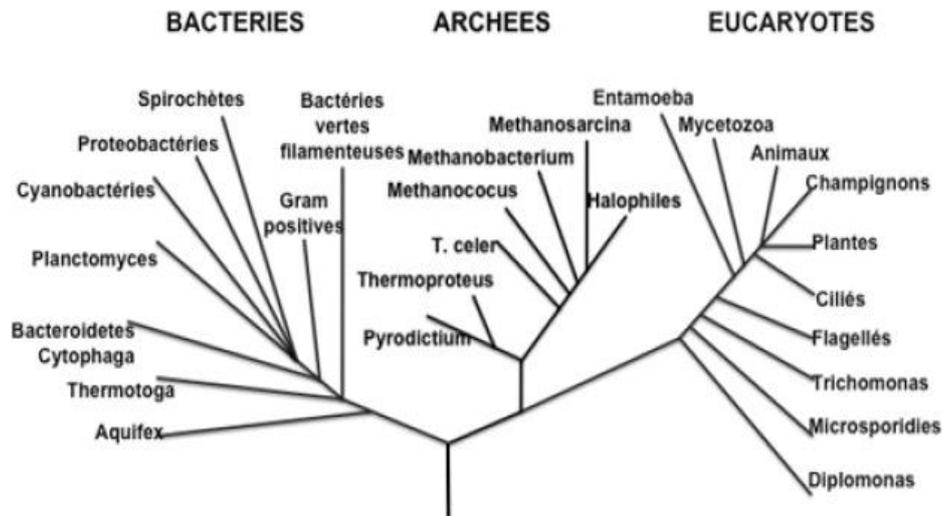
Le traitement de ces données peut se faire selon des méthodes fondées principalement soit sur le principe de la cladistique, soit sur un principe phénéétique.

**\* Phénéétique 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 phénéétique ou phénogramme exprimant les degrés de similitude ou ressemblance entre les espèces examinées.

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

Ces méthodes 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). 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 (Cactacées, Euphorbiacées, Asclepiadacées), plantes carnivores (*Nepenthes sp.*, *Drosera sp.*, *Drosophyllum sp.*, ...)

- de la **réversion** : retour d'un caractère dérivé à l'état ancestral. **Exp.** angiospermes aquatiques (exp. *Zostera sp.*, *Posidonia sp.*, mammifères aquatiques (= Cétacées : balene, dauphin, ...)

### \* Cladistique

Mise au point dans les années 1940 par l'entomologiste allemand **Hennig** et publiée en 1950. 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.

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 **apomorphe ou 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.

### 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 <sup>1</sup> ( <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 <sup>2</sup> ( <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 <sup>3</sup>	Inflorescences de fleurs oligomères <sup>3</sup>
Fleurs spiralées <sup>3</sup>	Fleurs verticillées (cycliques)
Hermaphrodites	Unisexuées <sup>4</sup>
Monoïques	Dioïques
Actinomorphes (symétrie radiale)	Zygomorphes (symétrie bilatérale)
Homoïochlamydie	Hétérochlamydie
Dialy- pétalic, sépalie, carpellie, stémonie	Gamo- (syn-) pétalic, sépalie, carpellie, stémonie
Polystémonie	Oligo- (méio-, pauci-) stémonie
Grains de pollen indépendants	Grains de pollen réunis en tétrades <sup>5</sup>
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

<sup>1</sup> Parasitisme ou symbiose avec des champignons saprophytes.

<sup>2</sup> Les premières Angiospermes pourraient néanmoins être des plantes aquatiques telles que *Ceratophyllum*.

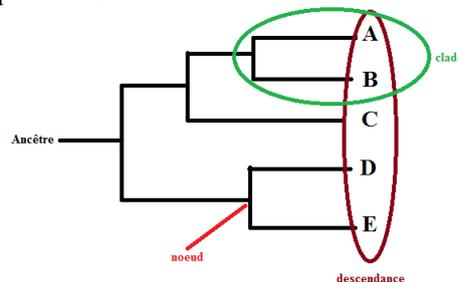
<sup>3</sup> Les premières Angiospermes pourraient aussi posséder des inflorescences de petites fleurs apérianthées (*Piperaceae*) et non pas de grandes fleurs spiralées (*Magnolia*).

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

<sup>5</sup> Les premiers pollens fossiles attribués aux plantes terrestres auraient aussi formé des tétrades.

### Caractères plésiomorphes et apomorphes

En cladistique on définit des **clades** (= **rameaux**) ou groupes monophylétiques comprenant un ancêtre et tous ses descendants. Un cladogramme correspond à plusieurs clades successivement emboîtés. Les bifurcations (ou nœuds) correspondent à l'acquisition d'un nouveau caractère chez un ancêtre commun. Par exemple l'apparition de **chlorophylle b**, pour les **chlorobiontes**. Ces bifurcations doivent être les moins nombreuses possibles (principe de parcimonie) de façon à rechercher le cladogramme le plus simple donnant de l'évolution l'idée la plus efficace. Lorsqu'un nœud possède plus de deux branches filles, cela signifie que les parentés phylogénétiques précises ne sont pas résolues.

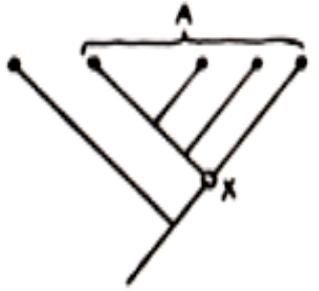
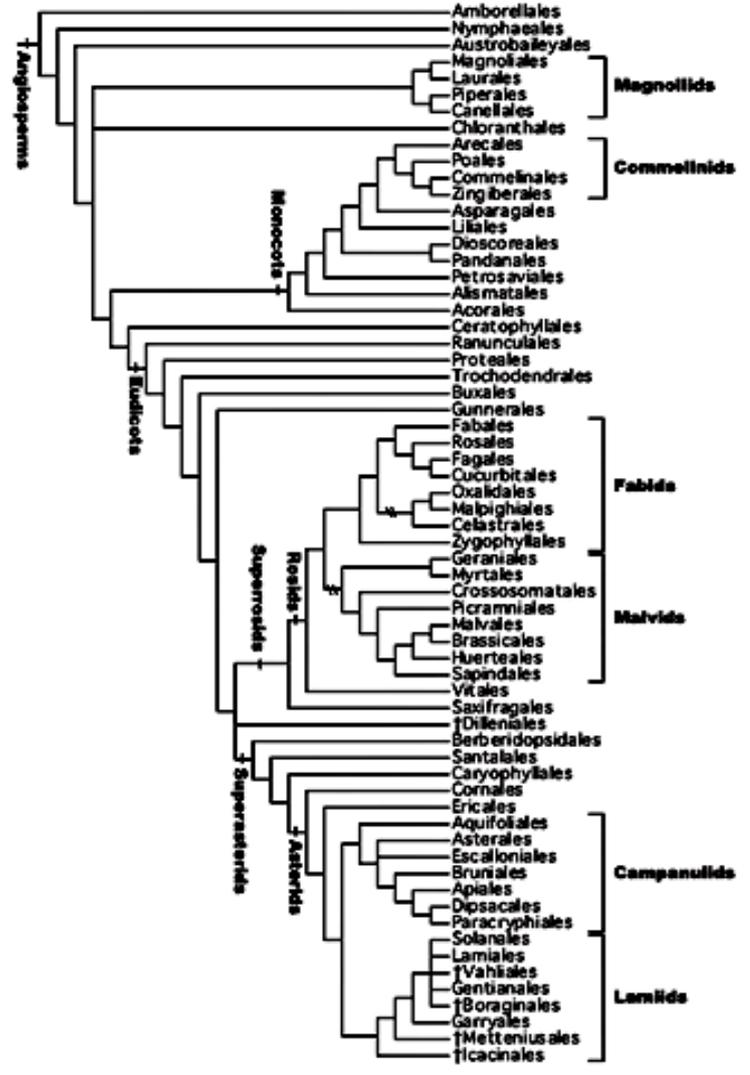
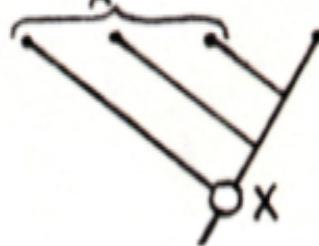
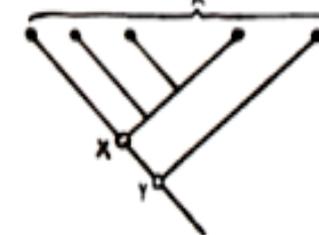


### Exemple de cladogramme

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 de systématiciens internationaux regroupés sur l'étude des angiospermes : la deuxième est la classification phylogénétique APG II (2003), la troisième est la classification phylogénétique APG III (2009) et l'APG IV a été publié en 2016. D'autres classifications verront le jour, elles traduisent, dans le domaine des angiospermes, les efforts faits en systématique 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.

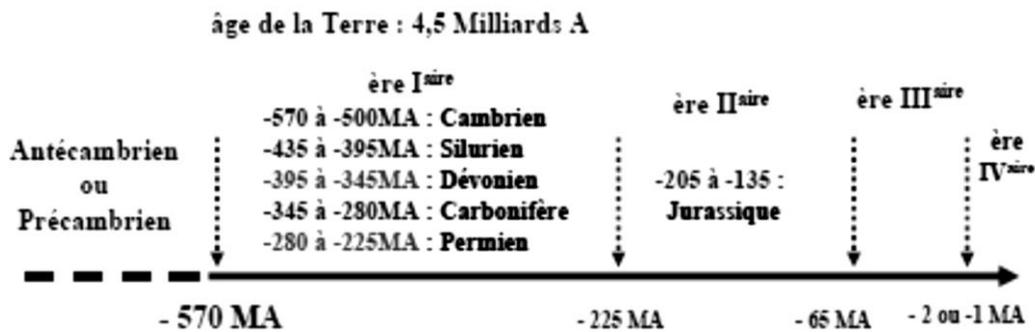
**La cladistique met en évidence 3 types de groupes de taxons :**

<p><b>Groupe monophylétique</b></p> 	
<p>Il se dit d'un groupe (exp. A) qui comprend tous les descendants d'une espèce ancestrale (ici X).</p>	
<p><b>Groupe paraphylétique</b></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><b>Groupe polyphylétique</b></p>	
	
<p>Il se dit d'un groupe (exp. A) qui comprend les descendants de deux espèces ancestrales (ici X et Y).</p>	<p><b>Exemple de cladogramme proposé par l'Angiosperm Phylogeny Group : APG IV (2016)</b></p>

## Chapitre II

### EVOLUTION ET CLASSIFICATION DES EMBRYOPHYTES

– Notion d'évolution du monde végétal

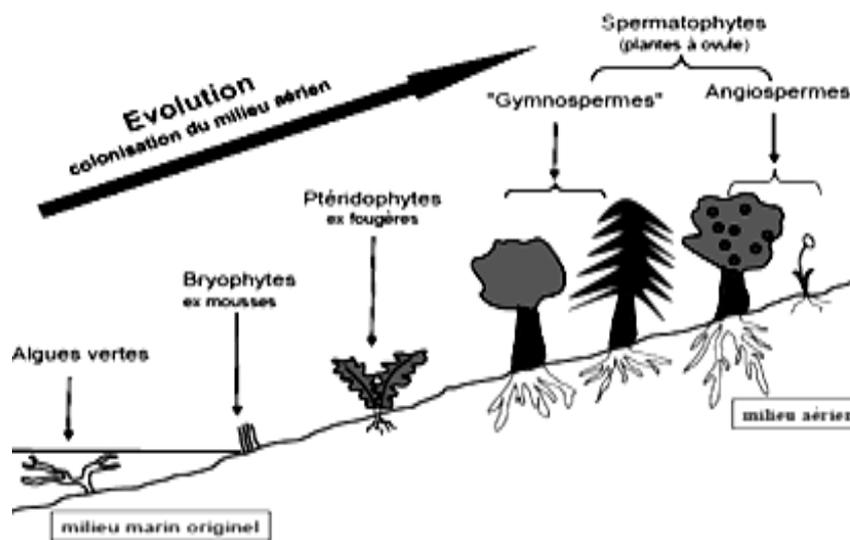


#### Différentes périodes géologiques

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 l'apparition de la vie sur terre.

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 :



#### Colonisation du milieu aérien

- \* 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

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

## b) les tissus végétaux

## Tissus conducteurs de sève

Multiplication cellulaire (par mitose)



méristèmes

cellules indifférenciées mitoses permanentes

méristèmes I<sup>mes</sup> : tissus initiaux de la plante

méristèmes II<sup>mes</sup> : tissus permettant l'accroissement en épaisseur (non obligatoires)

Différenciation et spécialisation

- tissus de protection : épiderme, suber
- tissus de soutien : collenchyme, sclérenchyme
- tissus d'assimilation (chlorophyllienne)
- tissus de réserve : stockage d'amidon par exemple
- tissus conducteurs de sève
- tissus de sécrétion (latex, essences ou huiles essentielles)

Sève brute : eau + sels minéraux → BOIS ou XYLEME

- \* sève "montante"
- \* cellules mortes, en files
- \* parois + ou - imprégnées de lignine

Sève élaborée : solution + ou - sucrée (photosynthèse) → LIBER ou PHLOEME

- \* sève "descendante"
- \* cellules vivantes, en files
- \* parois transversales perforées

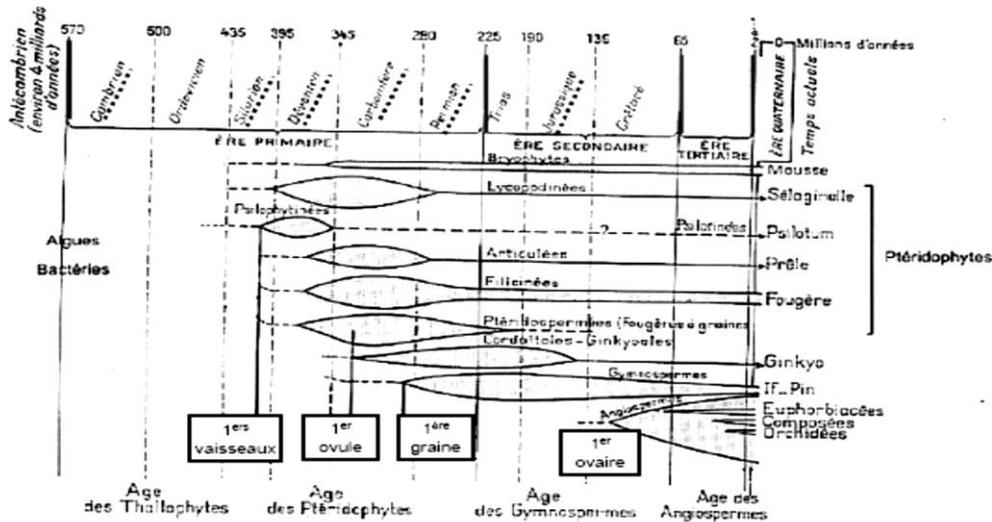
## Diversité des tissus végétaux

### 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 apparaît polyphylétique et non pas monophylétique

### L'évolution du monde végétal (suite)

Représentation schématique de la succession des différentes flores terrestres



## Succession des différentes flores

### - Systématique des embryophytes & Emergence et évolution

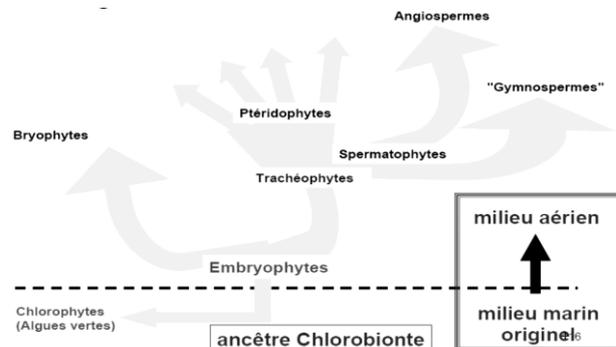
Les **embryophytes** : appartient à la "lignée verte" et aux Chlorobiontes

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

Les **bryophytes** : Plantes non vasculaires

Les **tarchéophytes** : Plantes vasculaires

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



## Emergence et évolution

## & Eléments sur la flore marocaine

### \* Flore marocaine en chiffre

La <b>flore macroscopique naturelle</b> du Maroc compte au moins <b>7000 espèces</b> . 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 <b>flore vasculaire</b> comprend un millier de genres et près de 150 familles ; <b>les plus riches, comptant plus de 100 espèces chacune, sont les suivantes :</b>	
- Plantes à fleurs (4500)	- Lichens (760)	<i>Asteraceae</i> (500)	<i>Brassicaceae</i> (190)
- Fougères (60)	- Algues pluricellulaires (500)	<i>Fabaceae</i> (400)	<i>Apiaceae</i> (160)
- Bryophytes (environ 500)	- Champignons supérieurs (830)	<i>Poaceae</i> (300)	<i>Scrophulariaceae</i> (130)
		<i>Caryophyllaceae</i> (220)	<i>Liliaceae</i> au sens large (environ 100 espèces)
		<i>Lamiaceae</i> (210)	

### \*Plantes à fleurs du Maroc en chiffres

Notre pays compte **environ 4560 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires**, réparties entre **940 genres et 135 familles**.

-Le genre *Silene* (*Caryophyllaceae*) 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 60 à 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 *Hanonnia* (*Liliaceae*).

**Notre flore est essentiellement méditerranéenne**. 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. L'originalité de notre flore est exprimée par un taux d'endémisme assez élevé, environ 19%.

## Systematique

### 1. Embryophytes non vasculaires ou Bryophytes au sens large (s.l.)

Les **bryophytes s.l.** sont des plantes terrestres thalloïdes ou feuillées et non vasculaires. Parmi les plantes actuelles, les **bryophytes terrestres** et les bryophytes aquatiques sont celles qui ont conservé le plus de caractères des premières plantes ayant colonisé la terre ferme.

Composants importants de différents biotopes, elles sont une source majeure de la biodiversité et contribuent à la structure et au fonctionnement des écosystèmes. Les bryophytes s.l. regroupent en fait 3 lignées différentes : les bryophytes s.s. (mousses et sphaignes), les hépatiques et les anthocérotes. Au sens strict botanique, l'embranchement actuel des *Bryophyta* ne concerne que les mousses et les sphaignes (à l'exception donc des *Hepaticophyta* et des *Anthocerotophyta*).

#### & Généralités

\* Plante peut être "feuillée" ou thalloïde = gamétophyte (n chromosomes)

\* Sporophyte (2n) jamais feuillée, non chlorophyllien, parasite du gamétophyte (n)

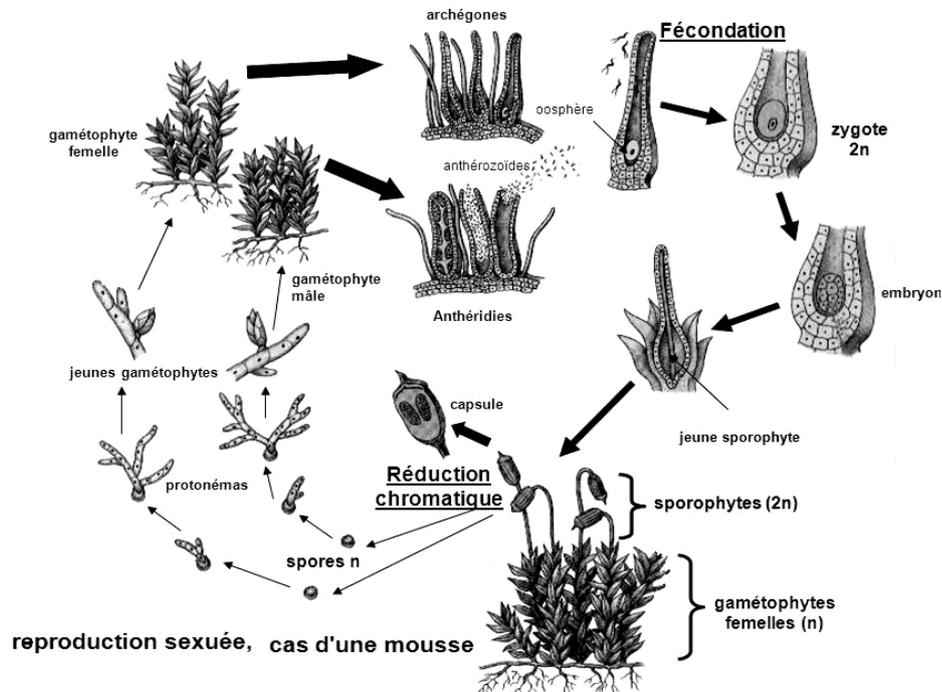
\* Gamètes mâles transportés par l'eau du milieu extérieur

\* Probablement les bryophytes forment les premières plantes terrestres (Emergence).

## Biologie

- \* Pas de racines : présence de rhizoïdes pluricellulaires
- \* Pas de vrais tissus conducteurs de sève
- \* Absorption de l'eau et des sels minéraux par toute leur surface foliaire
- \* Présence de phénomène de reviviscence
- \* Souvent confinées dans des lieux très humides
- \* Plantes toujours de petite taille (pas de lignine)

## Cycle de reproduction



## Reproduction sexuée, cas d'une mousse

### & Classification

- \* Peu d'évolution depuis leur apparition, peu diversifiées, imparfaitement adaptées à la vie terrestre aérienne
- \* 25 000 espèces en 3 phylums : bryophytes s.s, hépatiques et anthocérotes.

#### a. Bryophytes s.s. ou Mousses

Le **gamétophyte** à **symétrie axiale**. Feuilles souvent à nervures. Le **sporophyte** se forme d'une soie portant à son **sommet une capsule** dans laquelle se différencient les spores après méiose.

Certaines espèces de mousses présentent des **tissus conducteurs** dans le gamétophyte et le sporophyte : **hydroïdes** (à fonction de xylème) et **leptoïdes** (à fonction de phloème).

#### Deux ordres :

- \* Ordre des **Bryales** (= Mousses)

Les **Bryales** sont des mousses **acrocarpes** (archégonie portée au sommet des tiges).

**Exp.** *Polytrichum sp.*

- \* Ordre des **Sphagnales**

Les mousses de cet ordre regroupent des **sphaignes**, à **capsule sans soie**, notamment avec le genre *Sphagnum* présent dans les mousses de tourbières. La tourbe est un produit fossile résultant de la décomposition incomplète de sphaignes. Familles de l'ordre des **Sphagnales**, les **Sphagnaceae** avec un seul genre : *Sphagnum sp.*

#### b. Hépatiques ou Marchantiophytes

Les Hépatiques (Hép.) peuvent avoir le gamétophyte soit feuillé ou thalloïde.

**Hép. à gamétophyte feuillé :** tiges feuillées à symétrie bilatérale, souvent petites et ramifiées ; structure foliaire très variée, sans nervure ; capsule terminale s'ouvrant par 4 dents.

**Hép. à gamétophyte en forme de thalle :** groupe hétérogène ; thalle aplati souvent dichotomique

Dans les deux groupes les sporophytes sont très semblables : une soie et une capsule.

– Des inclusions **d'oléocorps** (protéo-lipides) sont présentes chez la plupart des Hépatiques. Leur rôle est discuté, probablement réserve ou déchets métaboliques.

Plantes généralement terrestres, très rarement flottantes à la surface des eaux douces (*Riccia fluitans*, par exemple) ou submergées et supportant alors l'eau saumâtre (*Riella sp.*).

**Exp.** *Marchantia sp.* ; *Jungermannia sp.*

### c. Anthocérotes

Les Anthocérotes ont un **gamétophyte thalloïde**, aplati à croissance dichotome, présence de stomates et de rhizoïdes sur la face inférieure. Le sporophyte est formé d'un pied enclavé dans les tissus du gamétophyte, caractère ne se retrouvant dans aucun autre groupe végétal.

**Exp.** *Phaeoceros sp.* ; *Anthoceros sp.*

**Au Maroc**, la flore bryologique est représentée par 619 espèces, variétés et formes. Elle est répartie dans 72 familles et 182 genres. Cette bryoflore se décompose en trois classes majeures :

- les mousses ou bryophytes s.s. comptent actuellement 507 espèces réparties dans 42 familles et 137 genres.
- les hépatiques sont représentés actuellement par 107 espèces réparties dans 29 familles et 42 genres.
- les anthocérotes sont représentés par 5 espèces réparties dans 1 famille et 3 genres.

### Intérêt des Bryophytes s.l.

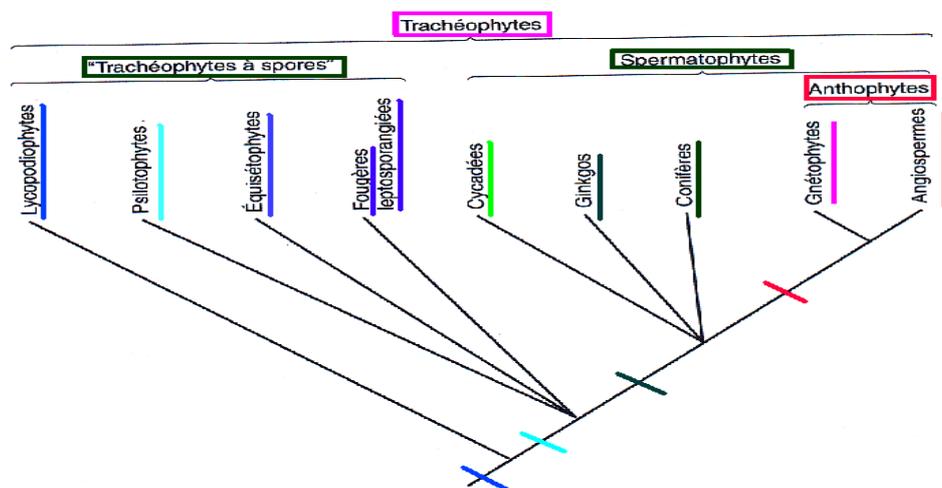
- \* aucun intérêt au niveau pharmaceutique !
- \* plantes colonisatrices
- \* régulation de la circulation des eaux de pluie : cas des Sphaignes dans les tourbières
- \* plantes bio-indicatrices

## 2. Embryophytes vasculaires ou trachéophytes

- \* présence de vrais tissus conducteurs de sève (bois et liber)
- \* synthèse de lignine
- \* phase diploïde dominante
- \* gamétophyte soit indépendant du sporophyte (ptéridophytes) ou bien gamétophyte parasite du sporophyte (spermaphytes)

### Les trachéophytes se répartissent en 9 groupes principaux :

- \* 4 lignées se reproduisant par dispersion de spores (Lycopodiophytes, Psilophytes, Equisétophytes et Filicophytes ou fougères leptosporangiées) ce sont les **ptéridophytes** ;
- \* 5 lignées se reproduisant par des **graines** (Cycadées, Ginkgos, Conifères, Gnétophytes et Angiospermes).



**Cladogramme des trachéophytes**

## 2.1. Ptéridophytes ou trachéophytes à spores

### & Caractères généraux

Les ptéridophytes sont tous vivaces à sporophyte indépendant du gamétophyte.

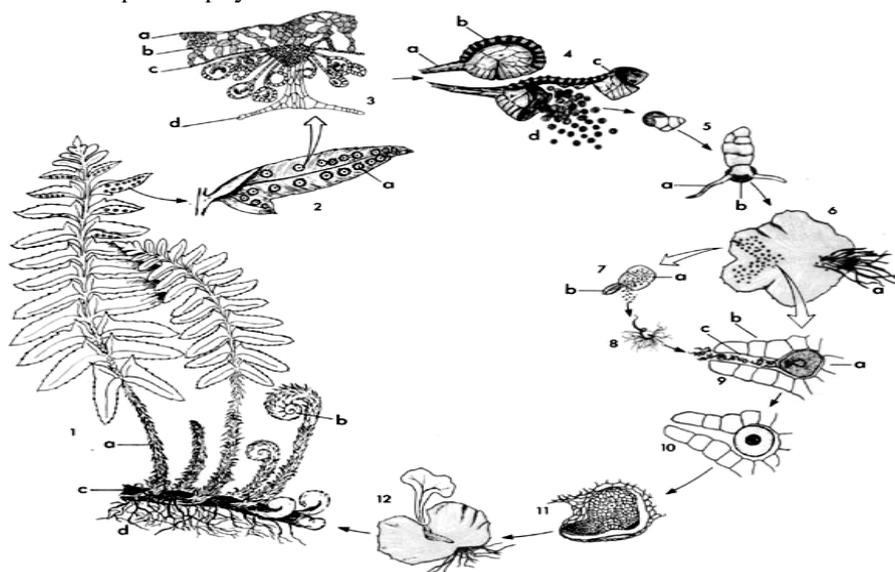
Ce sont des **géophytes à rhizomes**, ou bien avec **racines, tiges et feuilles (avec stomates)**. Cependant, leur fécondation nécessite encore la présence de l'eau puisque les gamètes mâles sont nageurs.

Leur bois est formé de **trachéides scalariformes** (sont des éléments conducteurs peu spécialisés, formés par des cellules vivantes, allongées, à section polygonale), 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). Quand les sporanges sont portés par les feuilles on parle alors de sporophylles.

Cycle de développement d'une ptéridophyte



Cycle de développement d'une fougère

### Biologie :

#### -Les sporanges

Les sporanges se différencient au niveau des feuilles du sporophyte. Ils peuvent être de type **eusporangié** (enveloppe du sporange est constituée de plusieurs assises de cellules, structure primitive que l'on rencontre chez les Sélaginelles et les Prêles), ou bien de type **leptosporangié** (enveloppe du sporange est constituée d'une seule couche de cellule, 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**.

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 **indusiées**,

-Les **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.

#### - Le gamétophyte

La germination des spores, en dehors du sporophyte, donne le **prothalle haploïde** ou gamétophyte, en forme de lame cordiforme de taille réduite. Il est muni de rhizoïdes, mais dépourvu d'organes (racines, tiges, feuilles) et de tissus conducteurs.

Les prothalles portent les organes de reproduction sexuée ou gamétanges : anthéridies et archégonés.

+ 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 libérés en dehors de l'anthéridie**. Donc la fécondation sera dépendante de l'eau.

+ Les archégonies 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 immobile et non disséminé** (l'oosphère reste dans l'archégonie et sera fécondé in situ).

### & Classification

Les ptéridophytes forment un **groupe non monophylétique** et classiquement se subdivisent en quatre groupes ou classes : **Psilophytes** ou Psilophytinées ; **Lycophytes** ou Lycopodinées ; **Equisetophytes** ou Equisétinées et **Filicophytes** ou Filicinées.

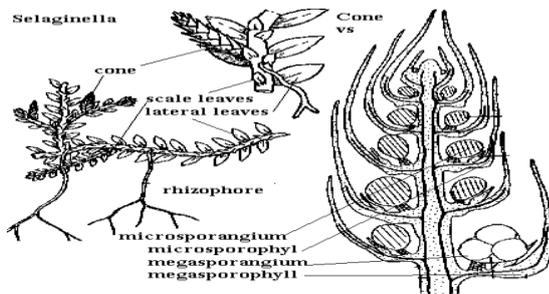
Au Maroc les ptéridophytes comptent environ soixante espèces, limitées aux régions ombragées et humides, dont la majorité fait partie des filicinées.

#### a. Lycophytes ou Lycopodinées

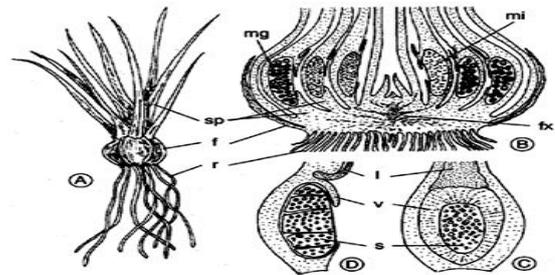
Ce groupe est réduit aujourd'hui à l'échelle mondiale à environ 850 espèces, réparties en cinq genres dont les genres *Selaginella*, *Lycopodium* et *Isoetes*. On retrouve parmi les végétaux fossiles de cette classe des stades préovulaires.

Au Maroc seuls les genres *Selaginella*, *Selaginellaceae* (exp. *S. balansae*) et *Isoetes*, *Isoetaceae* (exp. *I. histrix*) sont présents. Ce sont des plantes rhizomateuses (*Selaginella*) ou bulbeuses (*Isoetes*). Leurs feuilles sont de **microphylls ligulés**. Les **sporangies** sessiles, sont **portés sur la face supérieure** des sporophylles et sont hétérospores et regroupés en épi sporangial chez *Selaginella* ou à la base des feuilles chez *Isoetes*.

Chez *Selaginella* la macrospore germe in situ dans le macrosporangie.



*Selaginella* sp.



*Isoetes* sp.

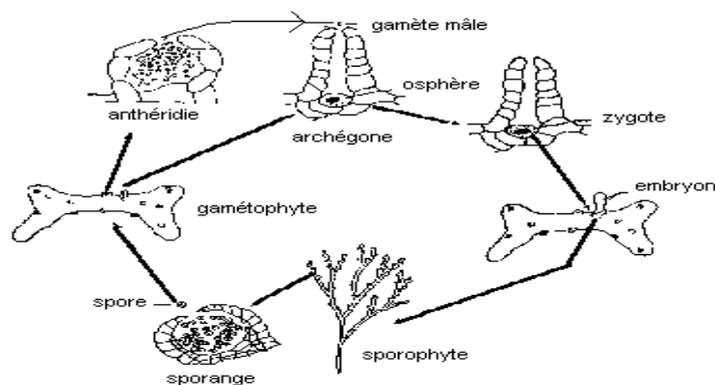
#### b. Psilophytes ou Psilophytinées

Représentés aujourd'hui par seulement trois espèces appartenant à deux genres *Psilotum* et *Tmesipteris*.

Ces plantes sont très primitives, et 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 sessiles réunis par 3 et en fructification présentent 3 lobes. Ce sont des espèces épiphytes ou saxicoles.



*Psilotum*

### c. Equisetophytes ou Articulées ou Sphénophytes

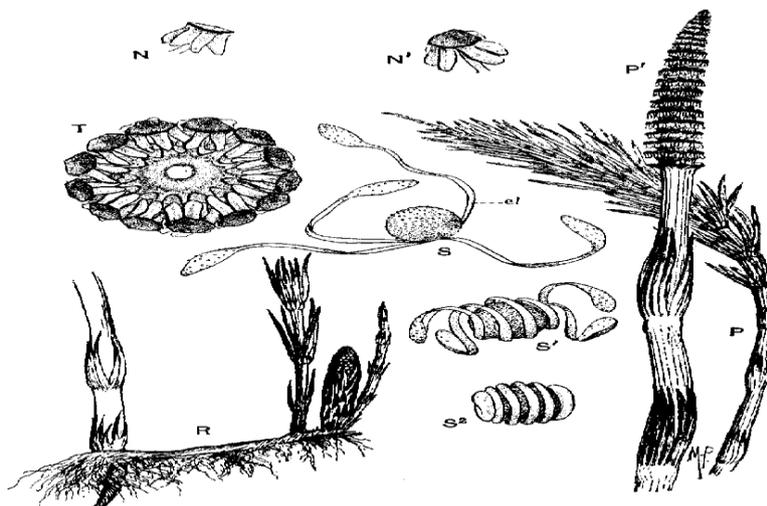
Plantes à tiges et rameaux articulés (tige et rameaux formés par l'empilement d'articles identiques). Au Paléozoïque existait des formes arborescentes aujourd'hui disparues.

Un seul genre vivant : *Equisetum* (prêles). Ce sont des plantes herbacées, vivaces à rhizomes. Tiges et rameaux chlorophylliens creux, cannelés, rugueux et incrustés de silice. Les rameaux sont verticillés et les feuilles des microphylls verticillés et soudées en gaine.

Les sporanges sont verticillés sur la face inférieure d'écailles peltées. Les écailles sont verticillées et regroupées 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*.

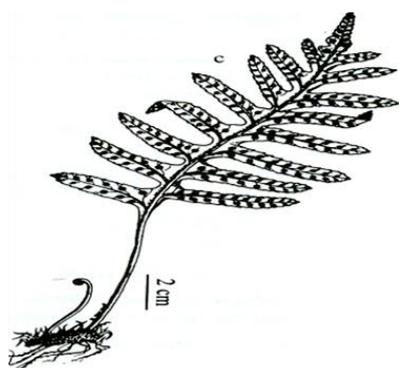


*Equisetum* sp.

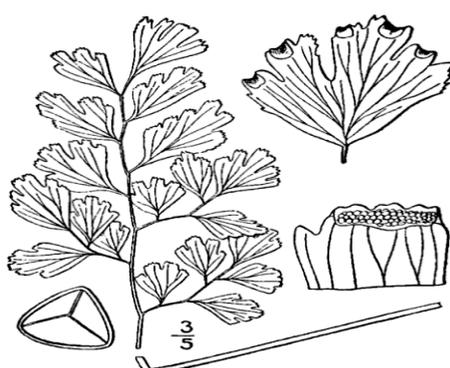
### d. Filicinées, filicophytes ou fougères leptosporangées

Ce sont les fougères à **frondes** ou mégaphylles. C'est le groupe de ptéridophytes le plus diversifié 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.



*Polypodium vulgare*



*Adiantum capillus-veneris*



*Osmunda regalis*

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.

Les sporangies sont pédicellés, à anneaux mécaniques de déhiscence, et sont souvent **groupés en sores nus** ou indusiées.

## Intérêts des Ptéridophytes

Groupe important dans la connaissance de la biodiversité des régions tropicales et humides. La **révolution industrielle** du XIX<sup>ème</sup> siècle (passage d'une société à dominante agraire et artisanale vers une société commerciale et industrielle) on la doit en grande partie au charbon **des ptéridophytes fossiles du carbonifère**. Dans leur pays d'origine de nombreuses plantes sont utilisées dans la **médecine traditionnelle**, souvent sont des **plantes ornementales**, les **spores** de certains lycopodes sont utilisées comme **champoing sec**.

### 2.2. 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, parasitant le sporophyte**, sera protégé par des enveloppes et **constitue l'ovule**, il y a donc **endoprothallie**.

Tandis que le **gamétophyte mâle**, miniature est **réduit au grain de pollen** qui sera **libéré en dehors du sporophyte**.

La fécondation demeure dépendante de l'élément liquide (eau) chez les **prespermatophytes** (*Cycadales* et *Ginkgoales*) à **graine non encore véritable** (après fécondation l'embryon germe sans phase de repos).

Chez les **spermatophytes** (*gymnospermes s.s.* + *gnétophytes* + *angiospermes*) la **graine est véritable** (après fécondation la germination ne peut avoir lieu qu'après un **temps de repos souvent nommé dormance**); et la fécondation met en jeu un **tube pollinique** avec production de **gamètes mâles dépourvus de flagelles et donc de mobilités**.

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

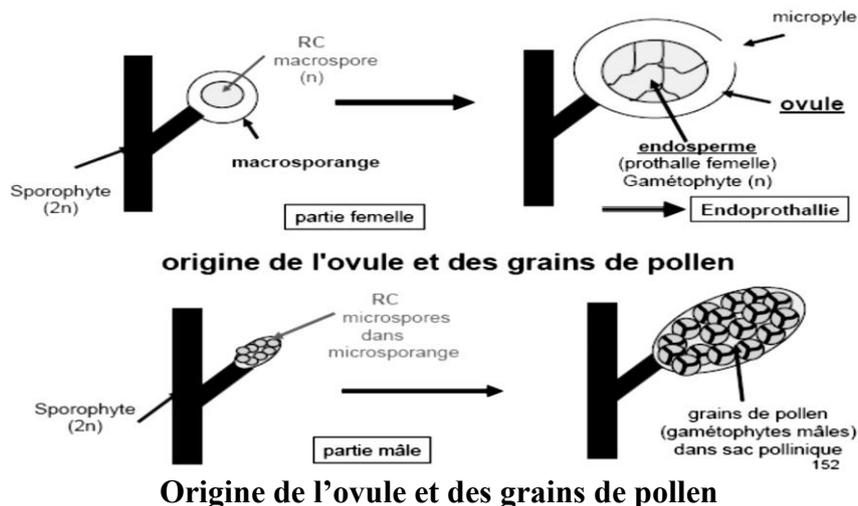
#### a. Prespermatophytes

C'est un groupe de plantes qui constitua, avec les **ptéridophytes**, l'un des éléments essentiels de la flore de l'aire 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 **spermatophytes**.

Les prespermatophytes dériveraient du groupe des **psilophytinées** (ptéridophytes).

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 hétérospores et hétéroprothallés du type Selaginelles. Il conduit à la formation de structures reproductrices particulières : **l'ovule**, les **étamines** et les **grains de pollen**.



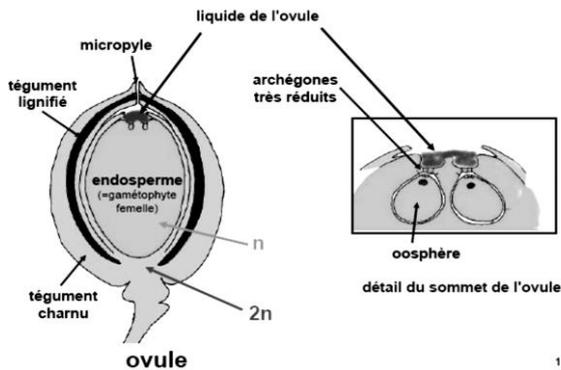
#### Caractères généraux

- \* apparition : fin de l'ère primaire (Permien) – Plantes encore dioïques (les 2 sexes sur des  **pieds différents**)
- \* **gamétophytes réduits** : désormais on parle **ovule** (gamétophyte femelle) et **grain de pollen** (gamétophyte mâle)
- \* bois **homoxylé** (que des **trachéïdes**)
- \* plantes **anémophiles** (pollen transporté par le **vent**) et arrive à l'oosphère par **micropyle** de l'ovule
- \* grains de pollen **germent** et libèrent des **gamètes encore ciliés qui nagent dans un liquide sécrété par l'ovule**
- \* ovules de grande taille car **réserves faites avant la fécondation**

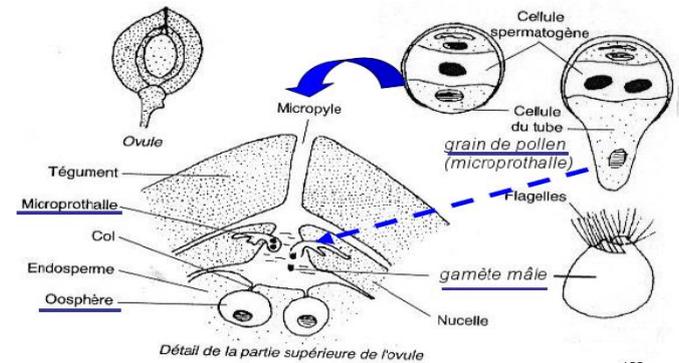
\*ovules vierge et fécondé sont identiques en tout : forme, taille, structure. Seule différence absence ou présence de l'embryon

\* réserves de l'ovule faites avant la fécondation. Il n'y a plus de relations entre plante-mère et ovule au moment de la fécondation. Donc **pas de vraie graine** (pas de phase de repos ou de dormance) : d'où autrefois le terme de préspermaphyte donné à ce groupe de plantes

\* ovule fécondé démarre immédiatement son développement en jeune plantule (pas de période de repos)



154

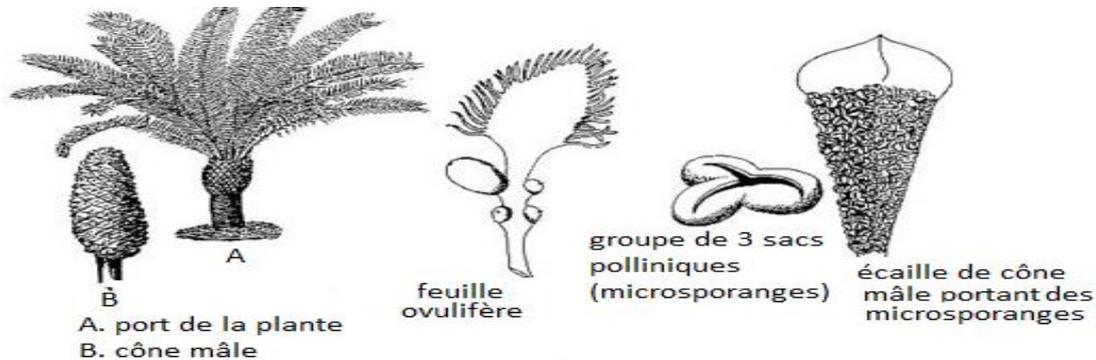


Sur la base de leur morphologie les prespermaphytes se divisent en deux groupes :

### a.1. Cycadophytes

Les **cycadophytes** regroupent des plantes à appareil végétatif semblable à celui des fougères arborescentes avec des frondes circinées. Exp. au Maroc du *Cycas revoluta*, plante décorative survivantes de ce groupe, elle est originaire du Japon. Le cycas est :

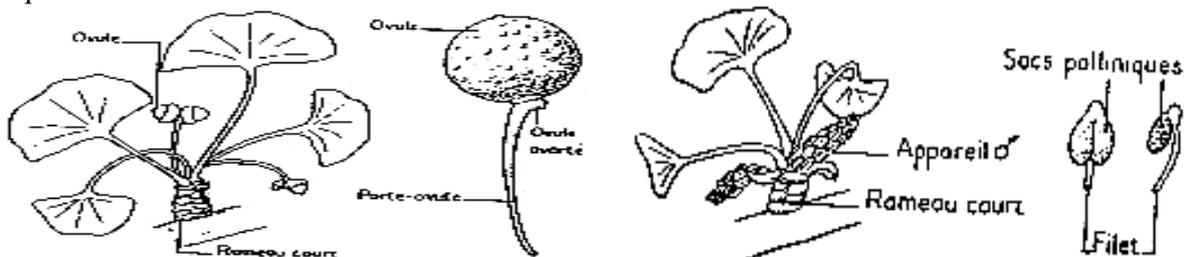
- plante de régions chaudes, dioïque à port de palmier
- cône mâle grand à écailles spiralées portant sur leur face inférieure des sacs polliniques
- ovules disposés en 2 rangées sur des **feuilles ovulifères** regroupées en **cônes**
- feuilles composées pennées, au stade jeune les divisions sont enroulées en crosse
- vrai tronc avec **accroissement secondaire** ( $\neq$  palmiers)
- **pas de bourgeons axillaires**



*Cycas revoluta*

### a.2. Ginkgophytes

Les **ginkgophytes** sont représentées par une seule espèce : *Ginkgo biloba*, originaire de Chine. Cette plante possède un appareil végétatif arborescent, dioïque, à rameaux feuillés. Feuilles en éventail, bilobées et à nervation dichotomique.



*Ginkgo biloba*

- Pied femelle : **ovules groupés par 2** (dont un avorte)
- Pied mâle : **chatons formés de nombreuses étamines à 2 sacs polliniques**
- feuilles utilisées dans la pharmacopée chinoise depuis 5000 ans
- les extraits de feuilles sont des antioxydants, 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 plantation de cette espèce dans certains pays

## b. Spermaphytes

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

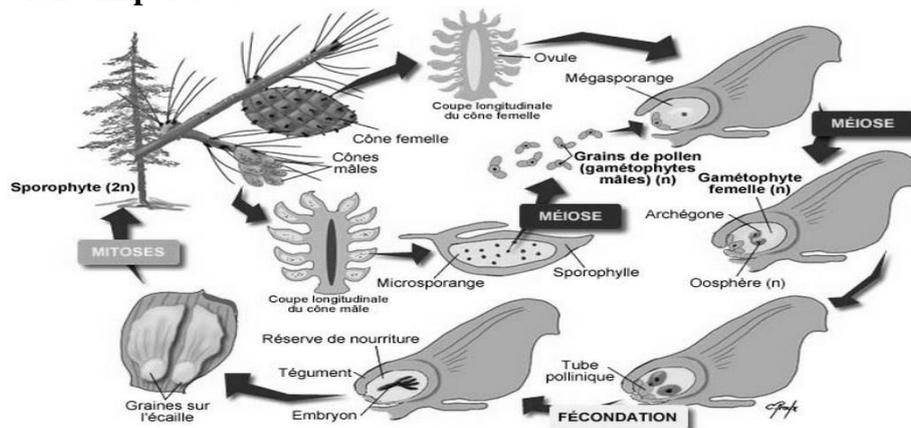
- \*Les conifères ou gymnospermes sens stricte (s.s.) sont actuellement représentés par environ 600 espèces vivantes.
- \*Les gnétophytes ou chlamydospermes, constituant un groupe certainement artificiel, sont considérés comme intermédiaires entre les gymnospermes et les angiospermes. Leur ovule est 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 250 000 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.

### b.1. Conifères ou gymnospermes s.s.

#### Caractères généraux

- **fécondation par tube pollinique** : le pollen germe et forme un tube qui apporte les gamètes mâles au contact de l'ovule. Donc fécondation complètement indépendante de l'eau du milieu extérieur
- **fécondation déclenche la mise en réserve** : donc liens étroits entre formation de la graine et la plante-mère : 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**
- présence de **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 actuellement
- **groupe moins compétitif que les angiospermes car** : organes reproducteurs peu protégés ; fécondation et maturation des graines très lentes (2 à 3 ans) ; conduction de sève plus difficile

#### Cycle de reproduction : Exp. *Pinaceae*



Cycle de reproduction d'une gymnosperme cas d'une *Pinaceae*

### \* 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 4000 ans (plus de 4700 ans pour le plus vieux) et poussent sous climat désertique à 3 500 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)

### Classification

Les conifères actuels regroupent plusieurs familles, **au Maroc seules les *Pinaceae*, *Cupressaceae* et *Taxaceae* sont représentées**. L'*Araucaria heterophylla* = *Araucaria excelsa* (*Araucariaceae*) est une plante ornementale

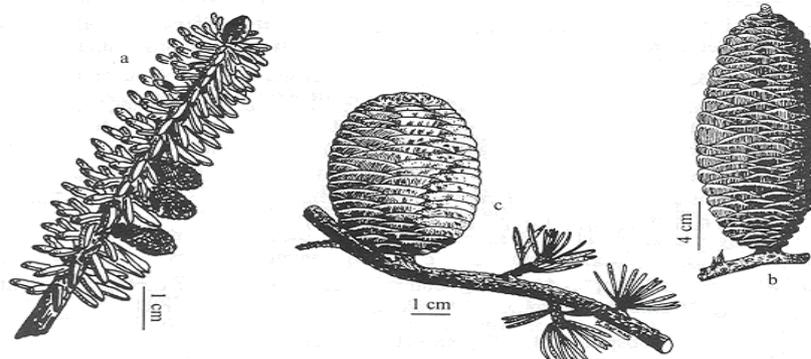
#### b.1.1. Famille des *Pinaceae*

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 (sempervirents) et feuilles soit toutes semblables aplaties (*Abies* et *Cedrus*), soit de deux sortes (*Pinus*) : en écailles (sur rameaux longs = auxiblastes et courts = mésoblastes) et en aiguilles (sur rameaux nains = brachyblastes).

Les cônes mâles groupés en chatons ou portés à l'extrémité des rameaux longs. Écailles foliacées portant 2 sacs polliniques à sur sa face inférieure. Pollen à 2 ballonnets aérifères

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, le cône femelle correspond au « fruit » car porte les graines. Les écailles ligneuses s'écartent et laissent tomber les graines (*Pinus*), ou tombent avec les graines et les bractées (*Cedrus* et *Abies*). Graines ailées. Le cône femelle mature est nécessaire pour la détermination notamment des espèces du genre *Pinus*.

& *Abies marocana* (Sapin ; « chohh ») : arbre d'environ 20 m de haut, à feuilles aplaties étalées le long des rameaux. C'est une espèce endémique des montagnes de la région de Chaouène (Rif).



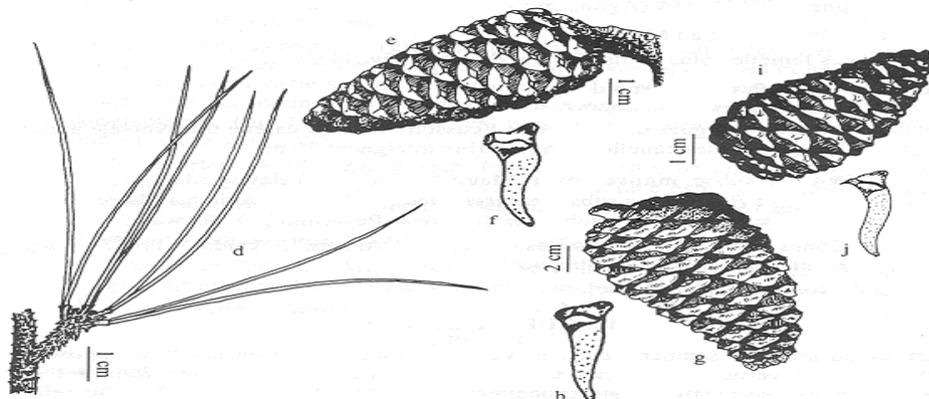
***Abies marocana* (a : rameau ; b : cône fructifère). *Cedrus libani* (c : rameau avec fascicules de feuilles et cône fructifère)**

& *Cedrus libani* subsp. *atlantica* (Cèdre de l'Atlas ; « arz », « idil ») : arbre à cyme conique à l'état jeune puis tabulaire chez les vieux sujets. Feuilles aplaties en rosettes ou bouquets sur les rameaux courts. C'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. 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* :**

- \* 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)



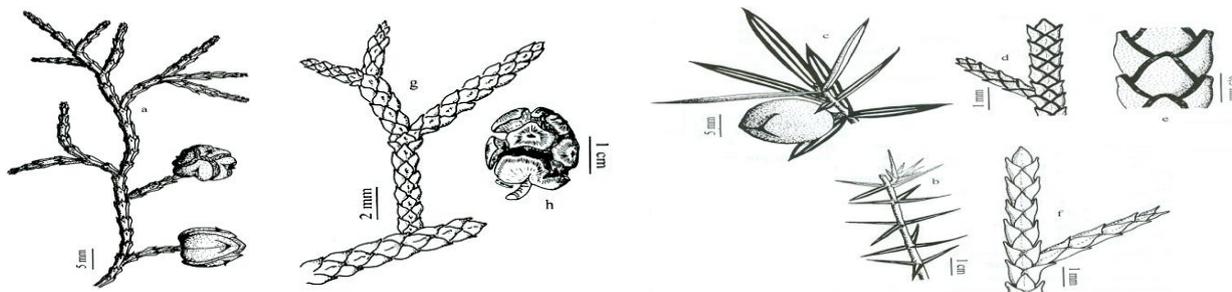
*Pinus halepensis* (d : rameau feuillé ; e : cône fructifère ; f : écaille fructifère). *P. pinaster* (g : cône fructifère ; h : écaille fructifère). *P. nigra* (i : cône fructifère ; j : écaille fructifère)

**b.1.2-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 chlorophylliennes ou rarement aplaties, opposées-décussées ou verticillées. Cônes mâles solitaires ou groupés. Écailles ou « étamines » foliacées ou peltées, à 2-7 sacs polliniques chacune. Pollen sans ballonnets aérifères.

Cônes femelles comportant un nombre réduits d'écailles. A bractées entièrement soudées aux écailles ovulifères. A maturité, les écailles du cône femelle soient deviennent ligneuses (*Tetraclinis* et *Cupressus*), ou restent charnues et concrescentes en galbules « fausses baies » on parle de fruit bacciforme (*Juniperus*).

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



*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)

& *Cupressus atlantica* (Cyprès de l'Atlas ; «sarou») : arbre à feuilles opposées-décussées imbriquées. Cône femelle globuleux à graines peu ailées. Plusieurs espèces appartenant au genre *Cupressus* sont ornementales ou utilisées comme brises vent et nommées cyprès. Exp. *Cupressus sempervirens*, plantes à petites feuilles en écailles triangulaires ; cônes femelles globuleux, 8-12 écailles. Plantes 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 charnues et concrescents. 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

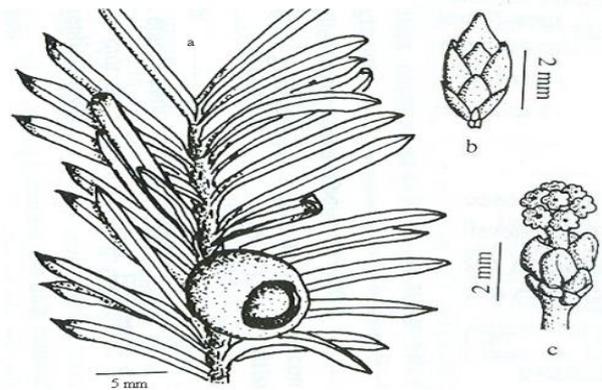
& *Juniperus oxycedrus*, Cadier :

- \* 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

### b.1.3-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



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

\* 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

### b.2. Gnétophytes ou chlamydospermes

#### Généralités

- \* plantes dioïques
- \* 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 :**

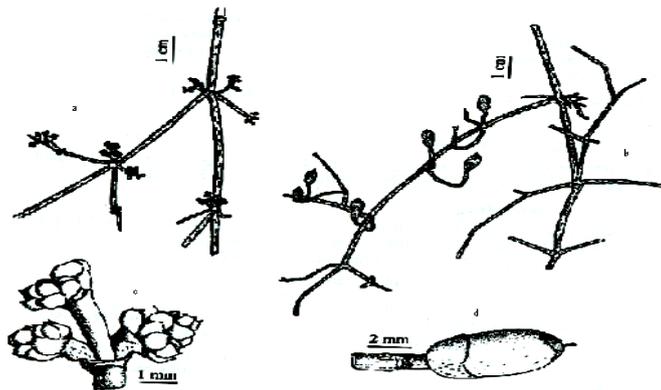
**b.2.1-Famille des *Ephedraceae***

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. Pied femelle à fleurs 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 : le **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. Pied mâles à fleurs en glomérules, protégées d'une paire de bractées chacune qui entoure un filet portant 2 à 3 anthères.



*Ephedra altissima* : a, pied mâle ; b, pied femelle ; c, inflorescence mâle ; d, galbule ou fruit

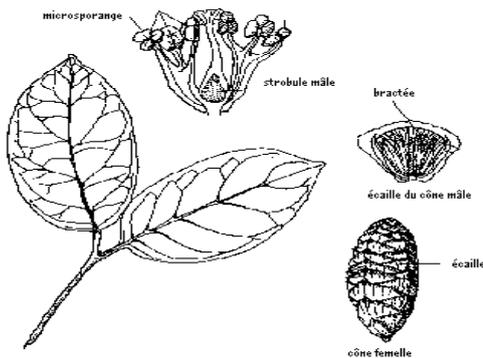
.....

**b.2.2-Familles des Gnétacées**

Un seul genre : *Gnetum*, lianes des forêts tropicales (30 espèces) à feuilles le long des rameaux et aplaties. N'existe pas au Maroc.

**b.2.3-Famille des *Welwitschiaceae***

*Welwitschia* : 1 seule espèce : *Welwitschia mirabilis*, 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 xérophiles du monde végétal. N'existe pas au Maroc.



*Gnetum* sp.



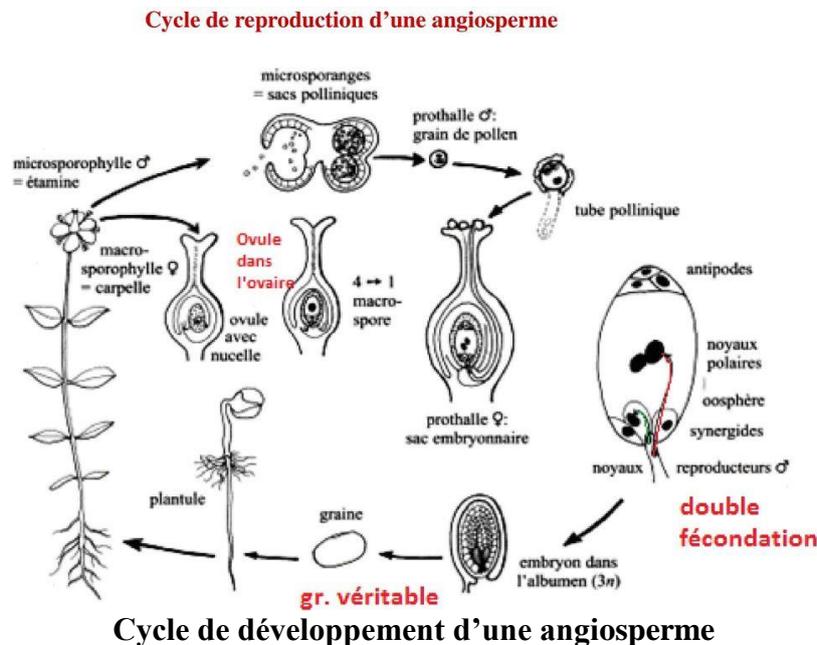
*Welwitschia mirabilis* : plusieurs pieds femelles

### b.3. Angiospermes

#### Généralités

- \*groupe « apparu » à la fin du Jurassique (ère secondaire), en expansion depuis (plus anciens fossiles : grains de pollen datant de moins 135 MA)
- \*appareil végétatif très variable : de moins de 1mm : *Wolffia* (*Wolffia arrhiza*) à plus de 100 m (*Eucalyptus*)
- \* acquisition de **vaisseaux vrais** dans le xylème
- \* phloème composé de **tubes criblés et de cellules compagnes**
- acquisition de la **fleur** : fréquemment hermaphrodite. Elle est constituée de pièces stériles externes (**périanthe** = calice (ensemble des sépales) + corolle (ensemble des pétales) et de pièces fertiles internes (**androcée** = ensemble des étamines ; gynécée = ensemble des carpelles)
- acquisition du **carpelle** : ovule(s) dans une cavité close : **ovaire** (formé de 1 ou plusieurs carpelles) surmonté de style(s) et stigmat(e)s)
- acquisition des **étamines**, formées chacune d'un filet portant une anthère portant 4 sacs polliniques
- **siphonogamie**
- **double fécondation réelle**
- \*graine(s) dans un fruit
- \*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).

#### Cycle de reproduction



#### Diversité morphologique des angiospermes voir TD et TP

#### Systématique des angiospermes

Les angiospermes sont les plantes à fleurs, et donc les végétaux qui portent des fruits. A l'échelle mondiale on compte plus de **220 000 espèces**.

Selon la **classification phylogénétique** publié 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**.

	<b>Monosulqués</b> (voir ci-dessous)	<b>Tricolpés ou Eudicotylédones</b> (voir ci-dessous)
<b>Grains de pollen</b>	Monosulqué ou monoaperturé (pollen à 1 pore)	Tricolpé (pollen à 3 pores parfois plus)
<b>Graine</b>	graine à 1 cotylédon (Monocotylédones) ou graine à 2 cotylédons (Anciens dicotylédones)	graine à 2 cotylédons
<b>Caractères principaux distinctifs entre Monosulqués et Tricolpés</b>		

### Clade des Monosulqués

Monosulqués		
Anciennes dicots = Magnoliidées	Monocots s. l.	
<p>= O. <i>Nymphaeales</i> f. <i>Nymphaeaceae</i></p> <p><b>Paléohérbes</b> = O. <i>Piperales</i> f. <i>Piperaceae</i> ** = O. <i>Aristolochiales</i> f. <i>Aristolochiaceae</i></p> <p><b>Paléoarbres</b> = O. <i>Magnoliales</i> f. <i>Magnoliaceae</i> ** = O. <i>Laurales</i> f. <i>Lauraceae</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>Monocots</b></p> <p>= O. <i>Alismatales</i> f. <i>Araceae</i> + f. <i>Lemnaceae</i> f. <i>Potamogetonaceae</i> = O. <i>Liliales</i> f. <b><i>Liliaceae</i></b> * f. <i>Smilacaceae</i> * = 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 style="text-align: center;"><b>Clade des Commelinidées</b></p> <p>= O. <i>Arecales</i> f. <i>Areaceae</i></p> <p>= O. <i>Poales</i> f. <b><i>Poaceae</i></b> f. <i>Typhaceae</i> f. <i>Cyperaceae</i> f. <i>Juncaceae</i></p> <p>= O. <i>Zingiberales</i> f. <i>Zingiberaceae</i> ** f. <i>Cannaceae</i> ** f. <i>Strelitziaceae</i> ** f. <i>Musaceae</i> **</p>

### Clade des Tricolpés, partie I

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

### Clade des Tricolpés, partie II

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

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

\* Familles incluses dans les *Liliaceae s.l.* selon la classification classique.

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

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

	<b>Monocotylédones</b>	<b>Dicotylédones</b>
<b>App. vég.</b>		
Racine principale	R. principale svt avorte, mise en place de racines adventives	R. principale persistante
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)
<b>App. rep.</b>		
Inflorescence	Variable parfois 1 bractée + 1 préfeuille	Variable parfois 1 bractée + 2 préfeuilles
Mérisse des fleurs	Trimère (fl. de type 3)	Pentamère (fl. de type 5) ou tétramère (fl. de type 4)
Périanthe	Simple à tépales ou périanthe glumacé	Double à sépales + pétales
Grains de pollen	Monosulqué ou monoaperturé (pollen à 1 pore)	Tricolpé (pollen à 3 pores parfois plus)
Fruit et graine	Svt baie, capsule, akène ou caryopse, graine à 1 cotylédon	Variable parfois faux fr., graine à 2 cotylédons
<b>Caractères principaux distinctifs entre Monocots et Dicots</b>		

*Les familles d'angiospermes traitées dans ce cours seront les 9 principales (c.à.d. dont le nombre d'espèces est égale ou supérieur à 100) aux quelles seront ajoutées d'autres à cause d'une particularité systématique ou d'une utilisation particulière :*

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

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

### b.3.1. 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 spiralée ; et montrent une absence de spécialisation au niveau du périanthe. La **graine cependant à deux cotylédons**.

#### & *Nymphaeaceae*

Famille présente au Maroc par une seule espèce : *Nymphaea alba*. C'est une pl. aquatique à grandes f. flottantes 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.

#### - Paléohérbes

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

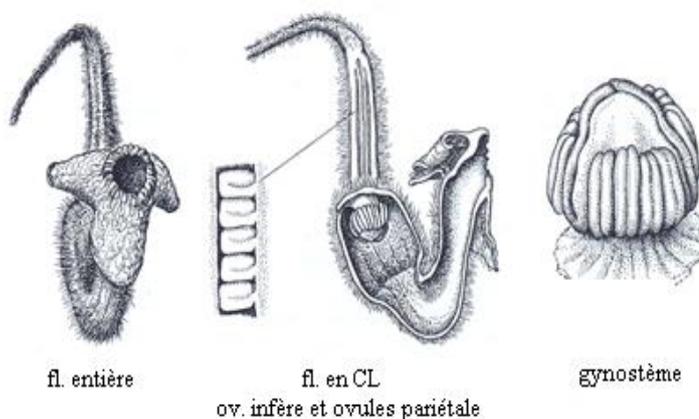
### & Aristolochiaceae

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 ± soudés 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.



*Nyphaea 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 cyclique trimère ou fl. spiralée à pièces nombreuses

\*calice et corolle indistincts (tépaies) ou absents

\*plantes svt riches en huiles essentielles

### & 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 sépaloïdes ; 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.

### & Myristicaceae

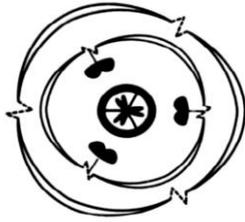
La graine albuminée de *Myristica fragrans* donne la noix de muscade (« lghouza »). *M. fragrans* est un arbre dioïque à feuilles persistantes aromatiques. Le fruit est une capsule monosperme à graine entourée d'une excroissance rouge vif nommée arille.

### B. Monocotylédones s. l.

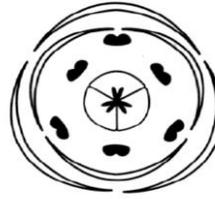
\*fleurs trimères \*apétales ou à périanthe formé de tépaies \*parfois insertion spiralée des pièces florales \*pollen à une seule ouverture \*graine à un cotylédon

### B.1. Monocotylédones s.s.

\* racines de type fasciculé \* tige rarement ramifiée \* pas de formations secondaires dans la tige et la racine \* faisceaux libéroligneux dispersés dans la tige \* parfois feuilles remplacées par des phylloides (pétioles aplatis) ou cladodes (rameaux aplatis) mimant des feuilles à nervation parallèle \* fleur de type 3 (trimère)



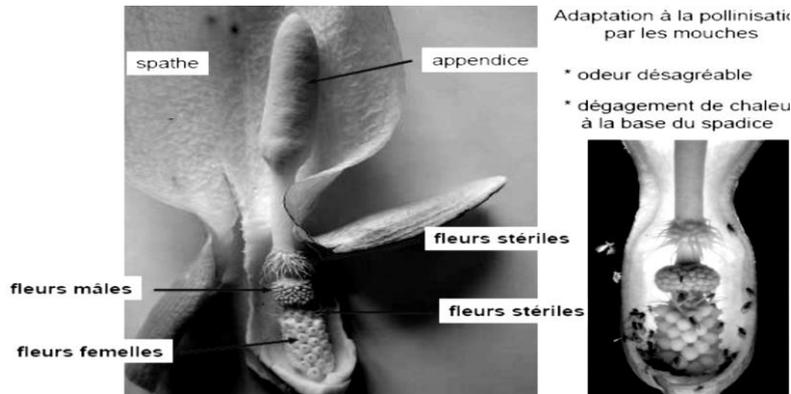
**Diagramme floral à androcée isostémone**



**Diagramme floral à androcée diplostémone**

### B.1.a. Monocotylédones archaïques

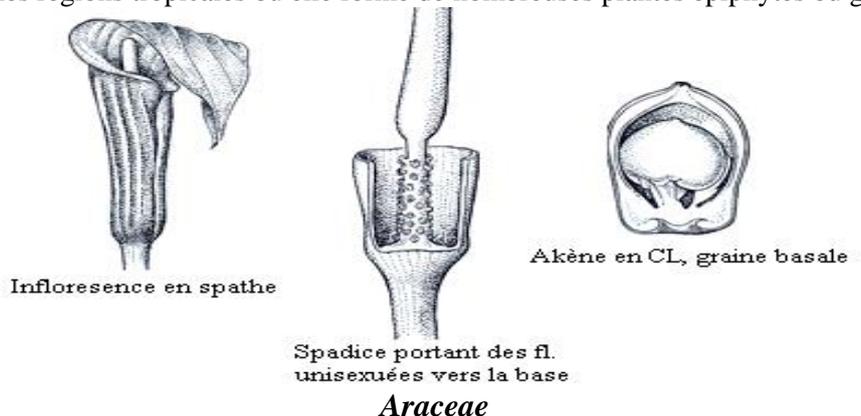
\* fleurs souvent apérianthées \* plantes des régions tropicales \* très nombreuses espèces ornementales \* spadice simple avec spathe membraneuse \* feuilles souvent plus ou moins triangulaires \* fruit : baie \* plantes toxiques par saponosides



**Fleurs groupées 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

\*périclanthe **tépalloïde** \*fleurs **trimères**, souvent bien développées

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

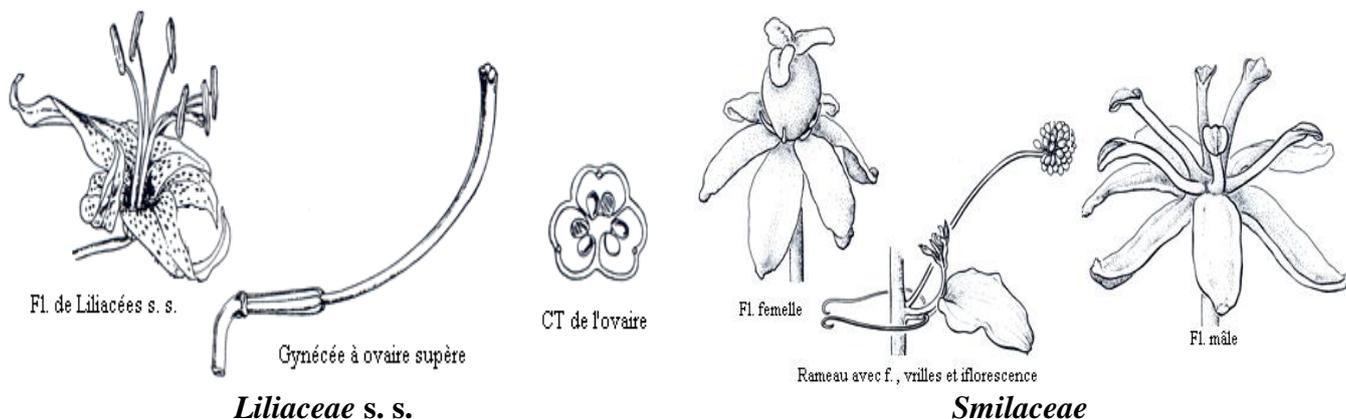
La fam. des Liliacées est prise ici dans son ancienne acceptation en systématique classique, c'ad Liliacées à ovaire supère, auxquelles est incluse la famille des Amaryllidacées (famille de plantes à ovaire infère).

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 = corne (*Colchicum*, *Androcymbium*, *Merendera*, etc.) ou un rhizome portant de nombreux tubercules (*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*).



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 **périclanthe** simple présente 6 tépales sur 2 verticilles, libres ou ± soudées en tube (*Muscari*, *Dipcadi*, *Colchicum*, *Narcissus*, etc.). Chez certains taxons exp. *Narcissus*, le périclanthe est pourvu d'une **paracorolle** (enveloppe supplémentaire au sommet du tube du périclanthe) 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 utilisées 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. : **Exp.** *Iris* et *Romulea*, *Gladiolus byzantinus* (Glaïeul) à fl. zygom. groupées en épi unilatéral. Les stigmates des fl. du *Crocus sativus* offrent ce condiment très prisé, le safran (« zaafran »).



Liliacée à bulbe

### Amarylidaceae

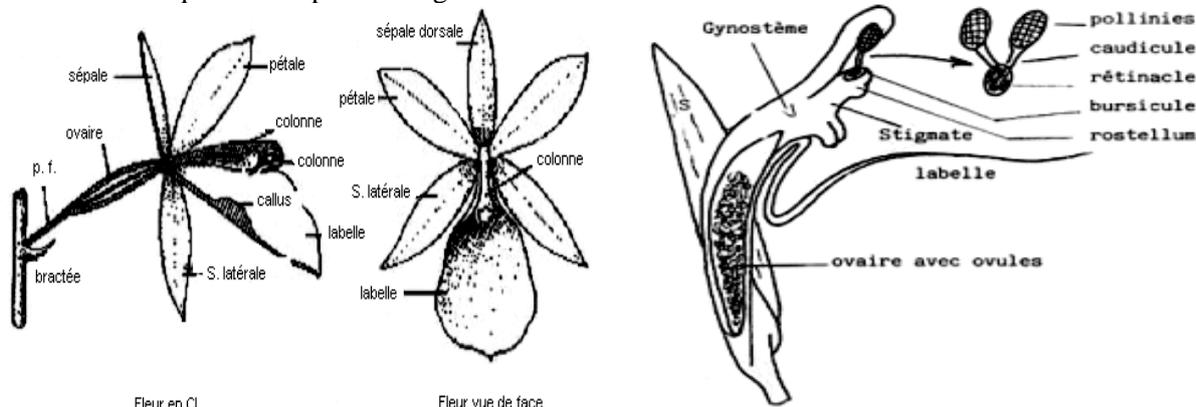


Iridacée à bulbe plein (cornus)

### Iridaceae

### & Orchidaceae

La famille se distingue par la **mycotrophie**, c.à.d. 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.



### Orchidaceae

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 stigmaté 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, nombreuses et sans albumen.

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

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*.

## -Autres Monocots

### & 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 hermaphrodites et tétramères (4 T + 4 E + 4 C). Les fr. sont des akènes.

### & Amaryllidaceae

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

\* les plantes de ce groupe sont anémophyles (transport du pollen par le vent)

### & Arecaceae ou Palmaceae (Palmiers)

Ce sont des « arbres » monocotylédons pour certains ! Plantes des régions chaudes. Tige herbacée d'aspect rigide due à la base des feuilles persistantes, donnant un diamètre uniforme de sa base au sommet, on parle dans ce cas de **stipe**. Feuilles svt de grande taille, palmées ou pennées, sont groupées en bouquet terminal. Inflorescence de type **spadice** ramifié. Fleurs trimères ou dimères (3 pièces ou 2 pièces par verticille floral). Fruit : drupe ou baie. Graine à albumen très dur (corné) dans la datte ou bien chez le cocotier il est en partie solide = coprah, et liquide = lait de coco. Plantes d'une 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 ») à feuilles palmées et *Phoenix dactylifera* (Palmier dattier, « nrhal ») originaire d'Arabie est à feuilles pennées. La 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.

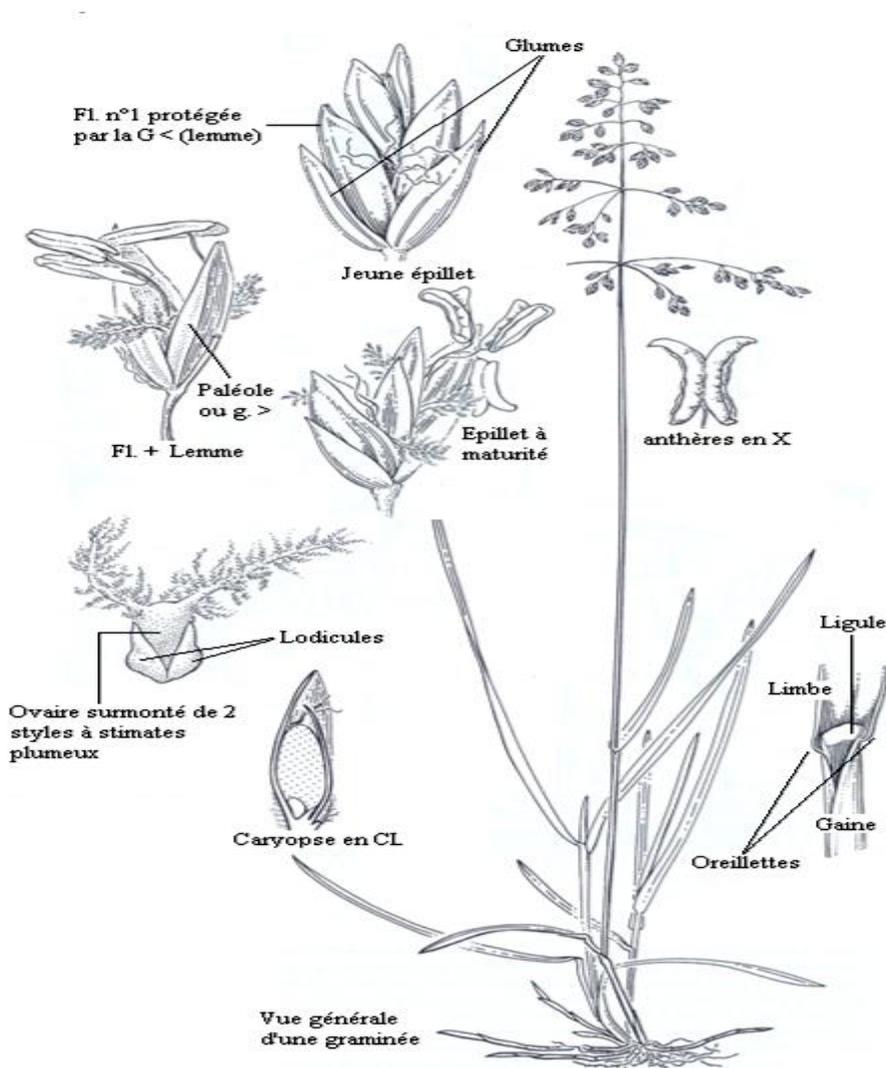
### & Poaceae ou Graminées

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 présente, 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'écaillés 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'écaillés 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 périlanthe 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 écaillés appelées **glumellules (γ) ou lodicules**, habituellement libres vésiculeux avant fécondation. Elles représenteraient le verticille interne du périlanthe.

\*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 le plus riches (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

### & *Thyphaceae*

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*

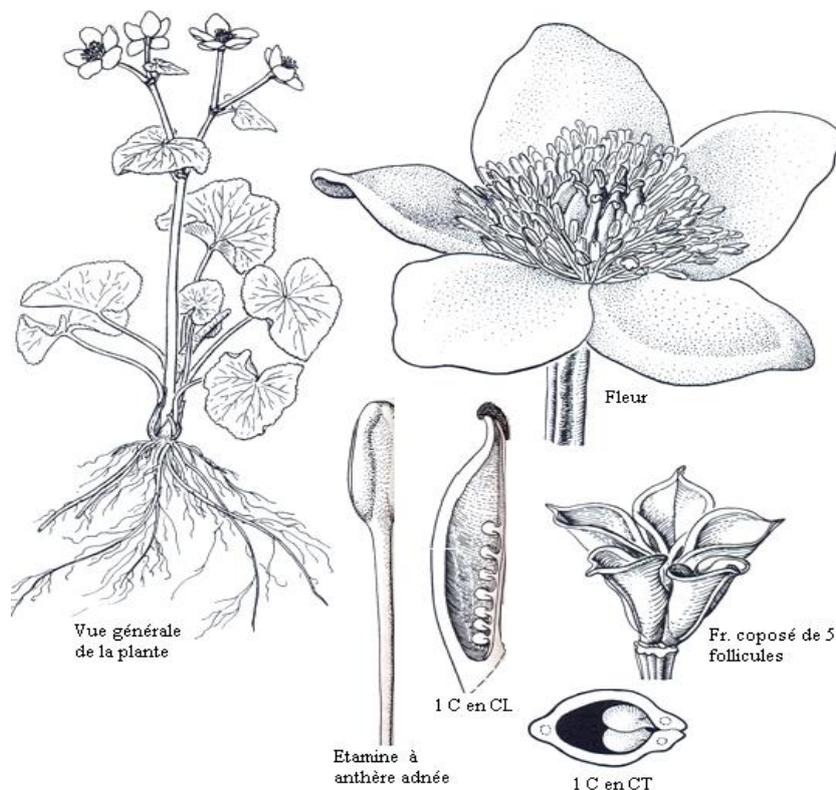
L'hybride naturel entre deux esp. du g. *Musa* produit la **banane**, **fr. asperme**.

## b.3.2. Tricolpés = Eudicotylédones

### 1. Eudicots 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 zygom. (*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 côté 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 Eudicots primitifs

#### & 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 des « **centrospermées** » 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. En effet, les cellules à 2 n chrom. du nucelle de l'ovule sont normalement consommées par l'albumen. Or ici, le développement de l'albumen est plus limité et ainsi les cellules initiales à 2 n demeurent et forment le péricarpe.

**Dans la graine on rencontre ainsi 3 tissus différents** et donc d'origine différente : **l'embryon** (à 2 n chrom. issu de la fécondation), le **péricarpe** (c'est le nucelle à 2 n chrom. issu du sporophyte est rencontré dans l'ovule) et **l'albumen** (à 3 n chrom. issu de la double fécondation : fusion des 2 noyaux polaires du sac embryonnaire avec le deuxième noyau ou gamète mâle). A cause de cette architecture structurale 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 CO<sub>2</sub>.

.....  
(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.

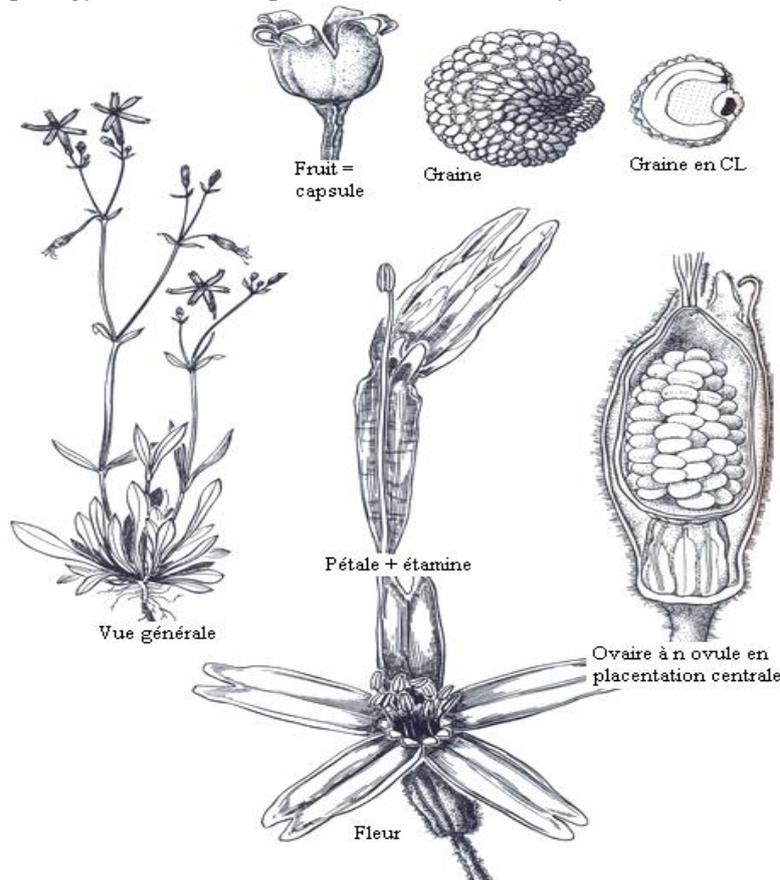
(2) Les **bétanines** ou **bétacyanines**, est un pigment de couleur rouge qui n'appartient pas au groupe des **anthocyanes** mais à la classe des **bétalaïnes**. Les bétalaïnes sont des pigments rouges qui présentent la particularité d'être azotés (donc quaternaire avec H, C, O et N). Ils sont considérés 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
<b>Paronychioïdées</b>	Présentes	Opposées ou parfois alternes	S libres ou peu soudés à la base	Présente parfois absente	Svt Akène (ou capsule)	<i>Paronychia, Spargularia, Spargula, Illecebrum</i>
<b>Alsinoïdées</b>	Absentes	Opposées	S libres	Présente	Capsule	<i>Cerastium, Stellaria, Sagina, Buffonia</i>
<b>Silenoïdées</b>	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 ou un autre cycle + 5 E + 2-5 C : calice dialy ou gamosépale (détermine le type de fruit). Coro. à pétales à onglet et P svt. bifides ou laciniés. Androcée obdiplosténome parfois isostémone. Gynécée à 3, 5, 4 ou 2 C soudés, ovaire supère, uniloculaire et porté par un podogyne ; ovules en placentation centrale ; styles libres.



**Caryophyllaceae**

Le fruit est une capsule s'ouvrant par des dents si calice gamosépale ou s'ouvrant par des valves si calice dialysépale ; parfois le fr. est de type akène.

Graines souvent noires réniformes à embryon courbe autour d'un périsperme central, à tégument rugueux et peuvent être aptères ou ailées.

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*).

## **-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 seule 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 insecte, 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*, *Caesalpinioideae* et *Faboideae* 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 boursouflures se formant sur les racines de nombreuses espèces de plantes, notamment les Fabacées.

Les nodosités se forment 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.

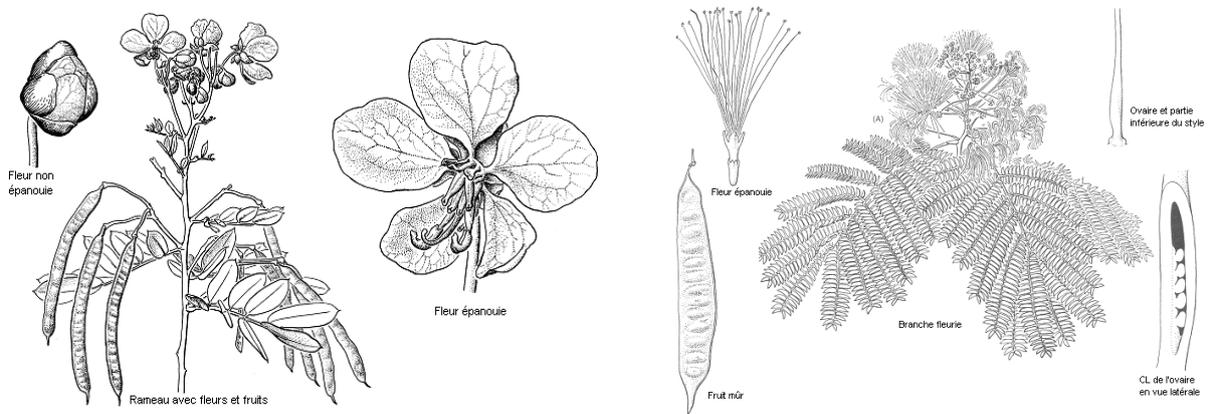
Les Légumineuses ont une grande importance économique, étant une source de protéines végétales (graines en particulier des *Papilionaceae*) pour **l'alimentation** animale ou humaine dont la culture ne nécessite pas d'engrais azotés. C'est aussi une source de matières grasses (huile d'arachide) et de 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 Caesalpinioideae

Les Caesalpinioïdes 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



*Caesalpinioideae*

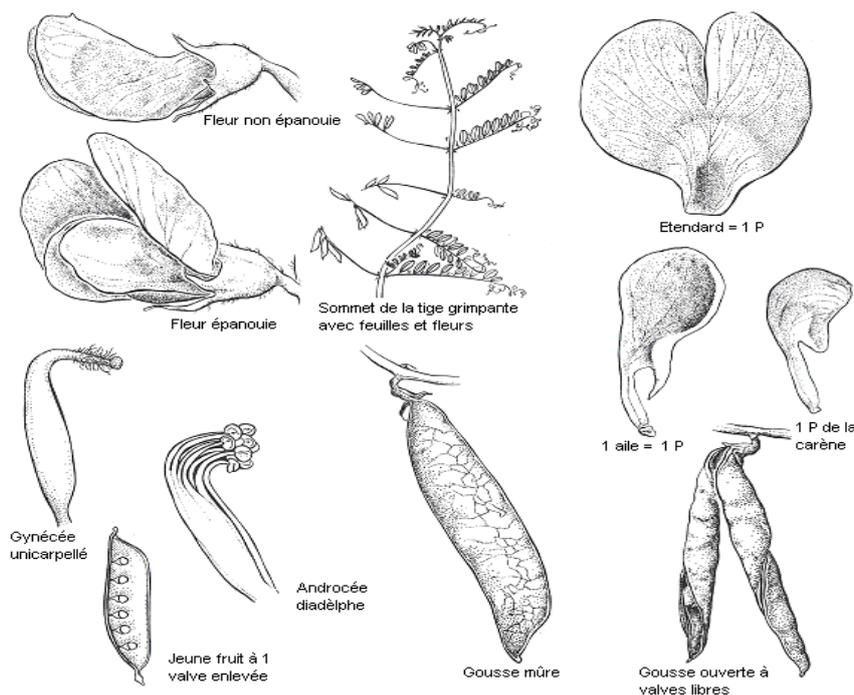
*Mimosoideae*

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

**\*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, **monadélphe** (tube soudé de 10 E) ou **diadélphe** (tube ouvert de 9E + 1E libre). Gyn. à 1 C, ovaire supère à 1 ou une dizaine d'ovules pariétales, 1 style et 1 stigmate.

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.

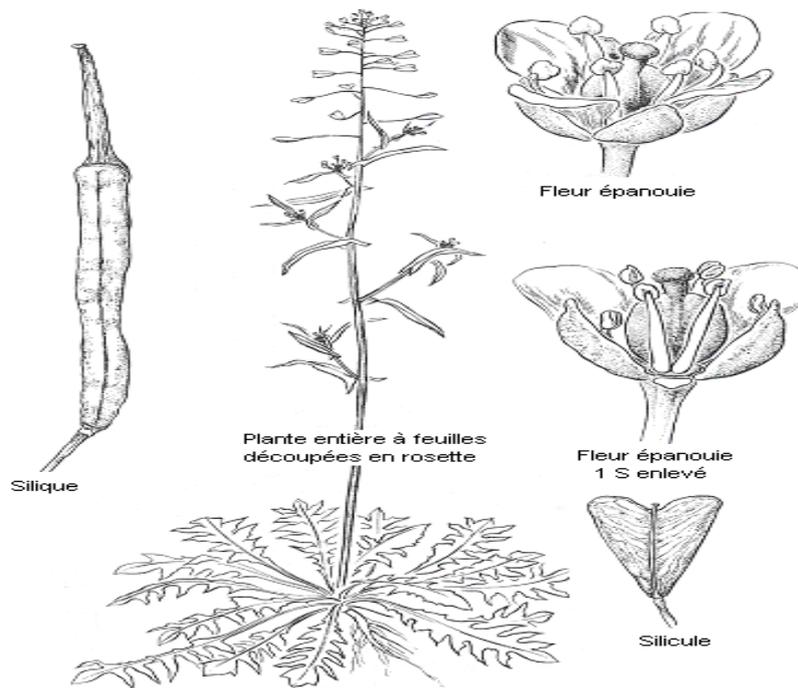
Graines exalbuminées à cotylédons riches en réserves protidiques.

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 tétradynome (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.

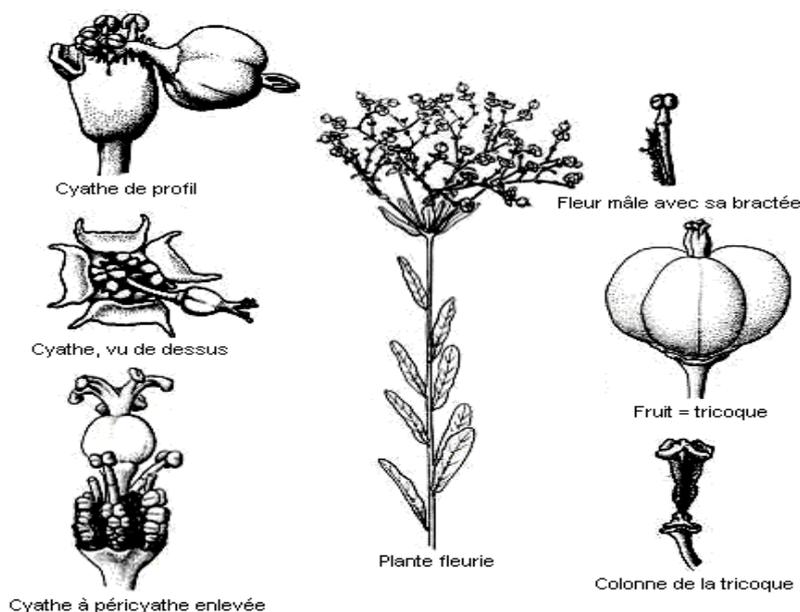
### & *Euphorbiaceae*

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.

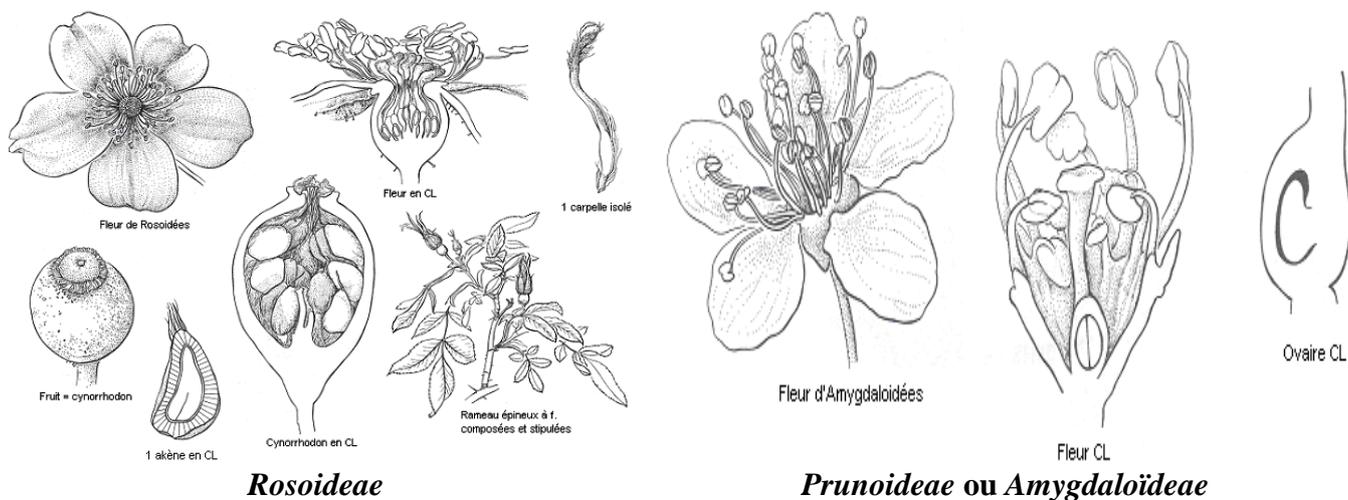
Sur la base des caractères relatifs au réceptacle floral, au gynécée, au fruit et aux nombres chromosomiques on distingue 4 sous-familles chez les Rosacées :

**\*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).

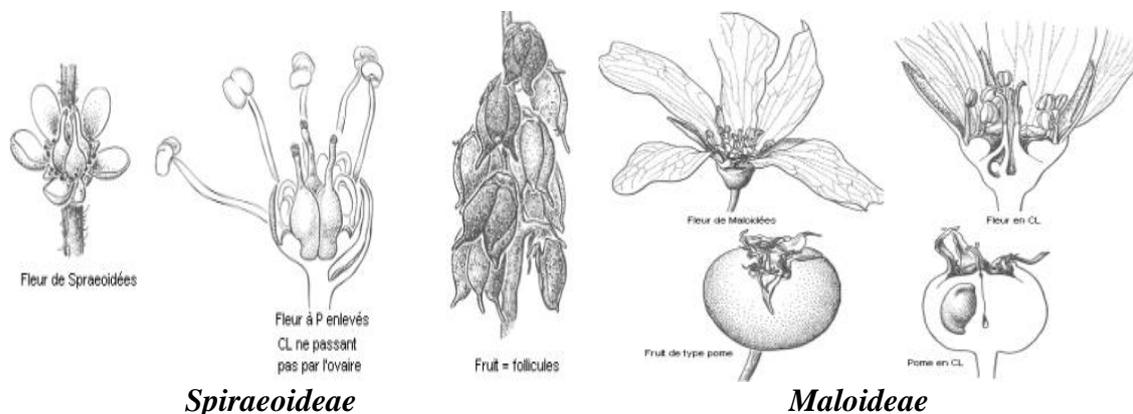


**\*S/F *Spiraeoideae***

$n = 9$ . 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).



**& *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), monadèlphes = **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 aplatis, 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 lythroïdes* (« metnane ») et *Daphne gnidium* (« azzaz » ou « alzaz ») 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.

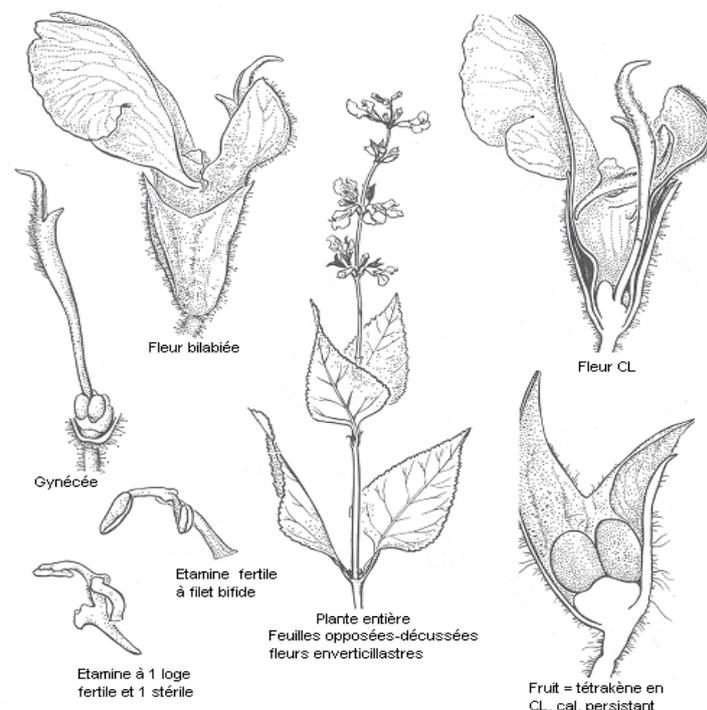
### & *Sapindaceae*

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, **bilabée 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**.

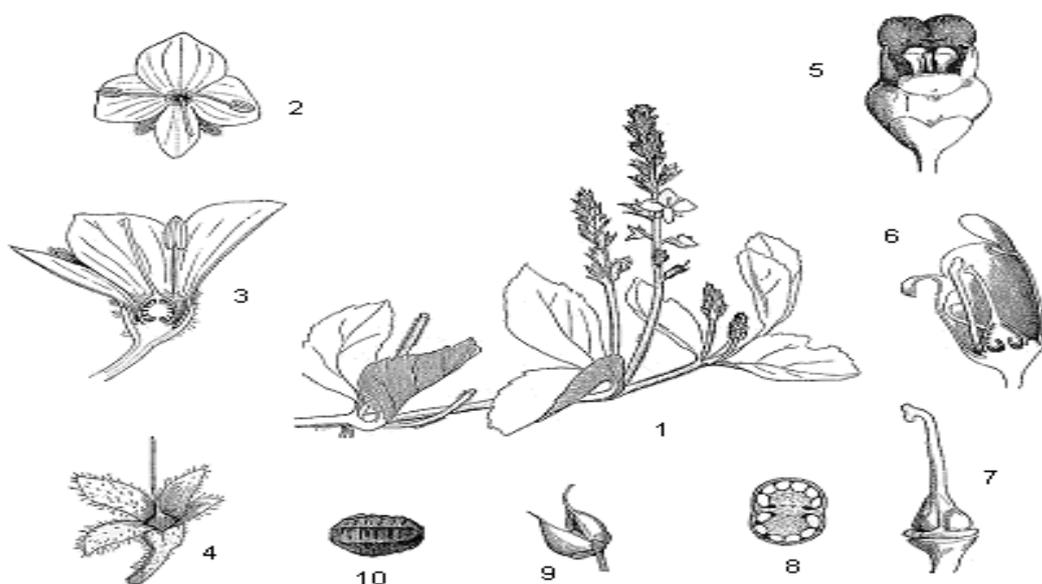
La fm. des Labiées offre de nombreuses plantes pharmaceutiques et aromatiques car toutes les plantes de la famille ont des poils et des glandes sécréteurs riches en essences diverses : menthol, thymol, etc. Les abeilles butinant les fl. des Labiées confectionnent un miel de qualité, riche en arômes et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

Exp. de Labiées : *Rosmarinus officinalis* (Romarin, « azir »), *Lavendula stoechas* et *L. multifida* (Lavande, « rhzama »), *Thymus ciliatus* (Thym, « zaêtra »), *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*

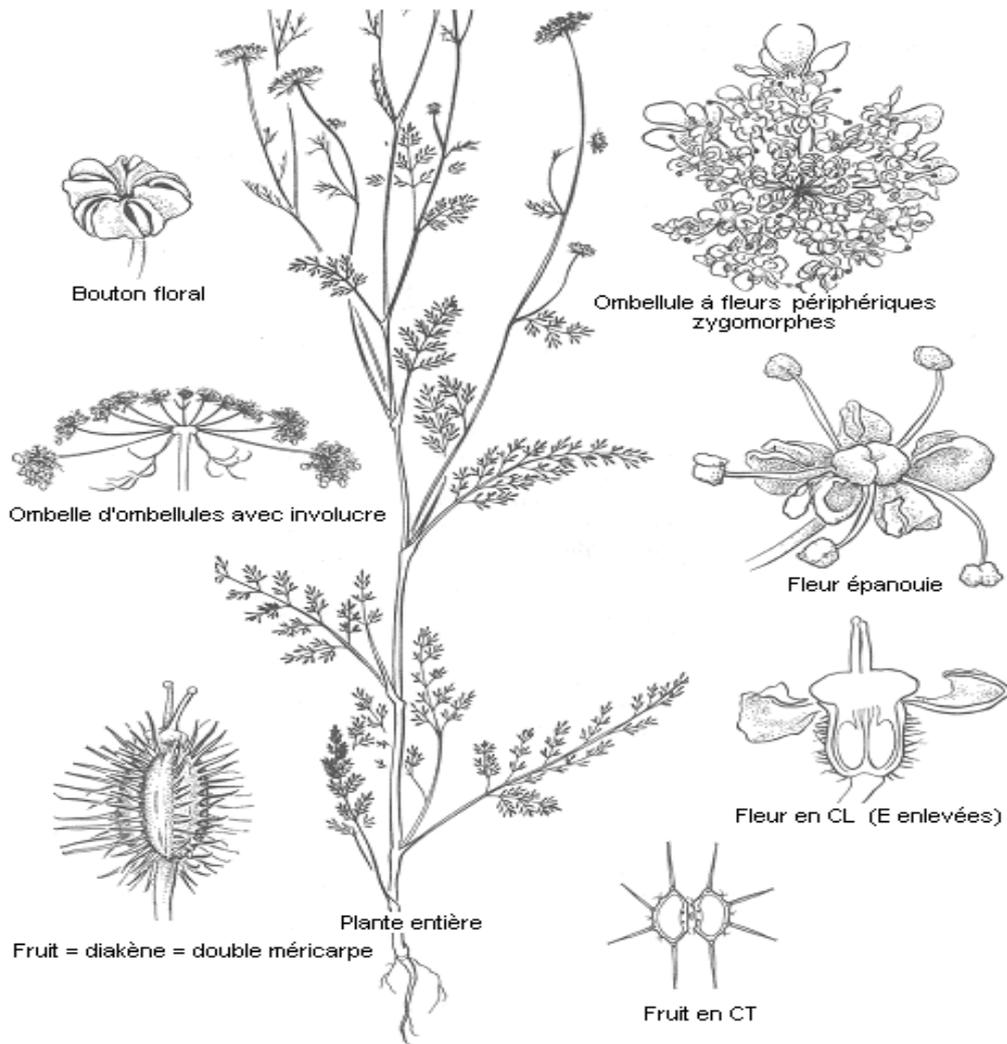
La famille présente peu d'intérêt économique. Certaines Scrophulariacées sont ornementales (*Verbascum*, *Antirrhinum*,...). La digitaline (glucoside à propriété cardiotonique), extrait de *Digitalis* (Digitale) est médicinale. Quelques autres esp. sont utilisées en pharmacopée populaire. Cependant les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



### *Apiaceae* ou *Umbelliferae*

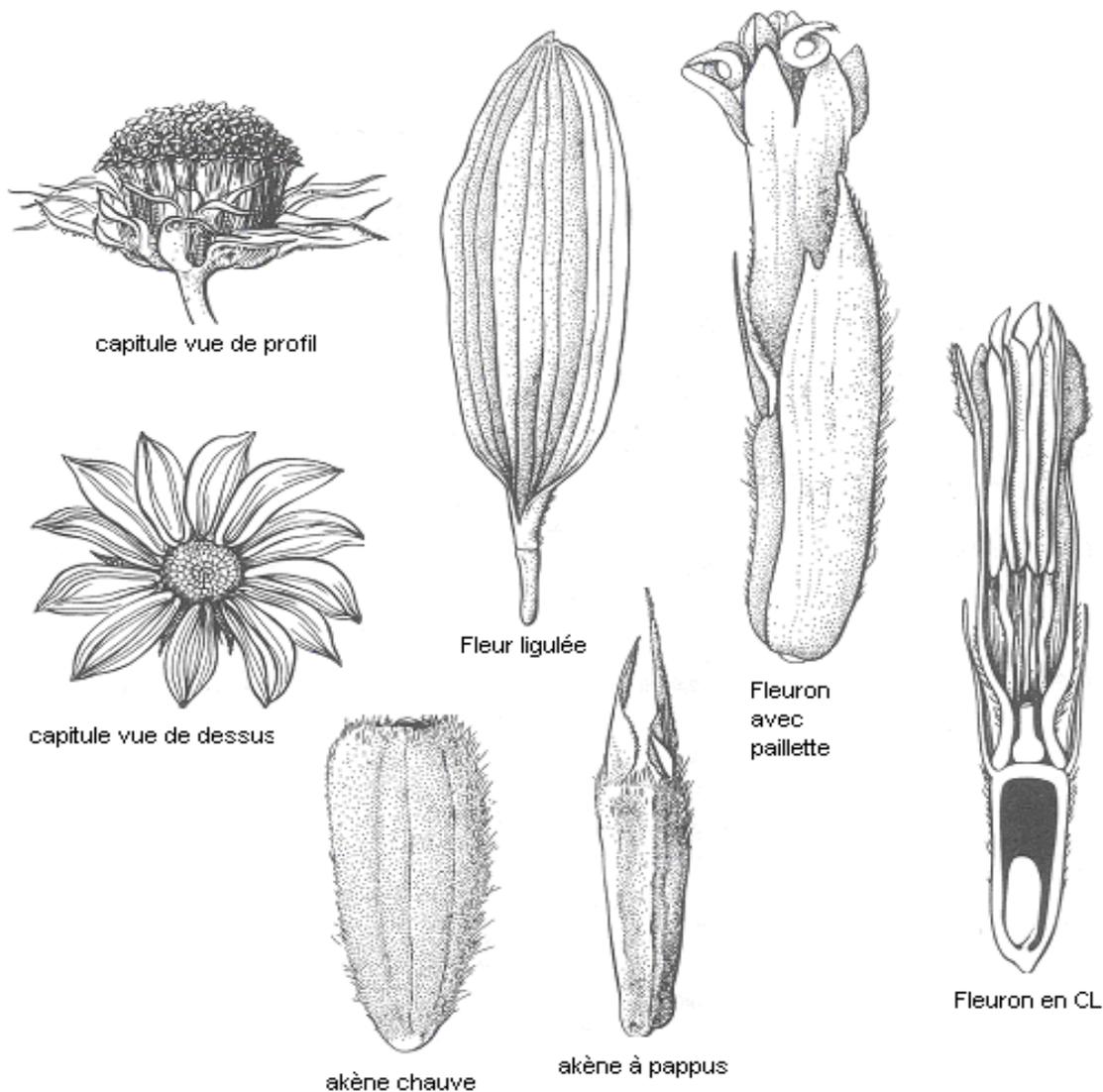
Fleurs généralement **protandres** (androcée arrive à maturité avant le gynécée), toutes hermaphrodites (ou bien parfois celles de ombelles secondaires sont mâles), actinomorphes ou parfois zygomorphes en particulier dans les fleurs périphériques, tétracycliques, pentamères. Le cal. à **5 S très réduits** 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.

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.



### *Asteraceae*

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 spécifiques.

- 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**.

- 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** des fl. 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). Le **sexe** des fl. permet de séparer des **capitules homogames** (fl. toutes de même sexe) et des **capitules hétérogames** (fl. périphériques de sexe femelle et celles du centre hermaphrodites).

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 non 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 coro. est variable ; elle peut être **tubuleuse** (cas des fl. actinomorphes) est nommée **fleurons**. Ou bien la coro. 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 capitule radié (comportant des ligules 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 dracuncululus*) 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 pyréthrinés qui sont des insecticides non polluants. Le latex de certaines esp. peut être utilisé pour fabriquer 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* (Jusquiane) ; 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 scorpioides. 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, « bkhannou » 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 teille 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 périanthe 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 + fam. Dipsacaceae + fam. Valerianaceae :** Dans la nouvelle classification phylogénétique les Caprifoliacées regroupent également les anciennes **Dipsacacées** et **Valérianacées**. 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**

<b>Chapitre introduction</b>	<b>Chapitre systématique</b>
<ul style="list-style-type: none"><li><b>a.</b> Citer une des priorités du code international de la nomenclature botanique</li><li><b>b.</b> Citer les différents rangs taxonomiques supraspécifiques</li><li><b>c.</b> Citer les différents rangs taxonomiques infraspécifiques</li><li><b>d.</b> Citer les six règnes du vivant</li><li><b>e.</b> Signification de nomenclature binaire ou binomiale en sciences du vivant</li><li><b>f.</b> Notion d'espèce, individu et population en botanique</li><li><b>g.</b> Différence entre classification phylogénétique et celle classique</li><li><b>h.</b> Définition de la cladistique</li><li><b>i.</b> Signification d'un groupe monophylétique en systématique botanique</li><li><b>j.</b> Citer trois caractères à l'usage en classification botanique</li><li><b>k.</b> Signification du terme flore</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><b>a.</b> Schémas à titrer et légènder</li><li><b>b.</b> Compléter un tableau comparatif des principales familles de plantes vasculaires au Maroc</li><li><b>c.</b> Etablir la formule et le diagramme floraux des 9 principales familles d'angiospermes</li><li><b>d.</b> Compléter des suggestions de caractères chez les plantes vasculaires soit par un mot ou uniquement par vrai ou faux</li><li><b>e.</b> Donnez un exemple de genre ou d'espèce de plante : naturelle, alimentaire, médicinale, ornementale, ...</li><li><b>f.</b> Etablir une clé d'identification à partir d'une liste de caractères</li><li>...</li></ul>