

Partie 1 :

Diversité des cormophytes (bryophytes, ptéridophytes, spermaphytes).

Le *cormus* est l'appareil végétatif, constitué d'une tige différenciée.

Les végétaux apparaissent il y a 2 milliards d'années. Les premiers « végétaux » sont les cyanophycées (chlorophylliennes). Grâce à la photosynthèse, elles permettent de faire diminuer la concentration en CO₂ et d'augmenter la concentration en O₂.

Il y aurait un milliard d'années seraient apparus les eucaryotes. On explique cette apparition par la **théorie de l'endosymbiose** : procaryote pris par un eucaryote. Les végétaux deviennent pluricellulaires, mais toujours marins.

La conquête du milieu terrestre a eu lieu vers -600 millions d'années. Il y a alors obligation de s'adapter : *modifications des organes reproducteurs et apparitions de vaisseaux conducteurs*. Peu à peu, apparaissent alors des plantes vasculaires (ptéridophytes : cryptogames vasculaires).

Le développement des fougères se fait surtout durant l'ère primaire. Elles seront remplacées, durant le secondaire, par les gymnospermes.

Il y a 130 millions d'années apparaissent les angiospermes (graine enveloppée). De -130 à -90 millions d'années, on assiste à un big-bang des angiospermes. A la fin du créacé, c'est la domination des angiospermes qui dure jusqu'à l'actuel. Le succès des angiospermes est du aux facultés d'adaptation, de migration...

I\ Evolution des végétaux.

A\ Les thallophytes.

Des *algues unicellulaires*, on passe aux *algues pluricellulaires* avec apparition de thalle. Il n'y a *pas d'organe bien différencié* sauf chez les *laminaires* qui ont des *organes rudimentaires* avec spécialisation d'organes reproducteurs.

B\ Les bryophytes.

Chez les bryophytes apparaissent des organes permettant la conquête du milieu terrestre : **folioles** et **tige rudimentaire**. Ce sont les *premiers cormophytes*, bien que leur cas soit litigieux car ils n'ont *pas de racine* mais des *rhizoïdes*. Il existe encore des bryophytes à structure avec thalle.

C\ Les ptéridophytes.

Les **ptéridophytes** ont de **vraies tiges** avec des *vaisseaux conducteurs de sève* (→ **trachéophytes**). Ce type de végétaux est *apparu dès le dévonien*. Il y avait des forêts constituées de *Rhynia* (disparus aujourd'hui). Ces derniers **ont des crampons mais pas de racine**. Il existait des **fungi symbiotiques** avec les *Rhynia* (→ **endomycorhizes**).

Le *Psilotum* ressemble aux *Rhynia* : ils présentent toujours un appareil conducteur mais avec une *tige simplifiée* : **le télome**.

Les *Lépidodendrons* constituèrent des forêts. Ils pouvaient atteindre une hauteur de 40 mètres. Ils ont eu une apogée au carbonifère.

Ce groupe présente une *grande diversité de l'appareil végétatif*.

D\ Les gymnospermes.

Les gymnospermes remplacèrent les ptéridophytes à la fin du primaire. Ils **sont uniquement ligneux**, avec un **développement de xylème secondaire** (→ « bois »). Au niveau du xylème, on trouve des *trachéides qui ont un rôle de transport et de soutien*.

E\ Les angiospermes.

Les angiospermes ont un développement maximal entre -130 et -90 millions d'années. Il y a apparition de *vaisseaux dont le rôle est uniquement de conduire les sèves*. Il y a un **partage des tâches** (**vaisseaux + cellules à lignine**).

II\ Evolution de l'appareil reproducteur.

La **méiose** donne des **spores haploïdes** qui ne sont *pas directement des gamètes*. Les spores subissent donc une *phase de développement et de croissance*. Une fois apparue, le *gamétophyte produira des gamètes*.

Il y a donc développement d'un *gamétophyte qui est haploïde*. Il est issu d'une *méiospore* et va produire les gamètes.

Les *méiospores viennent du sporophyte* qui est *diploïde* et qui, en subissant la méiose, va donner les méiospores.

On trouve une *part respective au sporophyte* et une *respective au gamétophyte*.

A\ Les bryophytes.

La **partie visible, chlorophyllienne est un gamétophyte** (à N chromosomes).

Les *spores donnent un protonéma* (≈ thalle) à courte durée de vie où se développent une *tige avec des rhizoïdes* (= **gamétophyte**).

Il y a *développement de gamétanges sur le gamétophyte* : ce sont les organes qui produisent les gamètes. Les *gamétanges mâles donnent les anthéridies* alors que les *gamétanges femelles donnent les archégonies*. Selon les cas, les organes mâles et femelles sont portés par des pieds différents ou bien par le même pied. Les *anthérozoïdes sont les gamètes mâles, ciliés*. *L'oosphère est le gamète femelle*.

L'anthérozoïde est porté par une goutte d'eau, attiré par **chimiotactisme**. Il y a ensuite rencontre puis fusion des gamètes au sein de l'archégonie : le développement du **sporophyte** est constitué par l'ensemble : **soie + capsule + coiffe**.

Ce sporophyte donne alors des méiospores et le cycle peut recommencer.

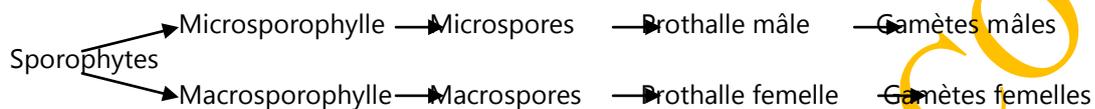
→ C'est un **cycle digénétique, haplodiplophasique** avec une **dominance de la phase haploïde gamétophytique**.

B\ Les ptéridophytes.

Visuellement, **on observe le sporophyte** (à 2N). Sur la *face inférieure des frondes*, on a des **amas de sporanges**. Ces derniers donneront les **spores qui eux, donneront un gamétophyte** de quelques millimètres. Le *gamétophyte donne des gamétanges mâles et femelles*. Les gamétanges mâles forment des anthérozoïdes ciliés qui iront féconder l'oosphère. Il y a apparition d'un **zygote qui donne un sporophyte**. Ce dernier se développe sur le gamétophyte.

→ C'est un **cycle digénétique, diplohaplophasique**, avec **dominance de la phase sporophytique** (homosporie et homo-prothallie).

Chez les *Sélaginelles*, il y a une *évolution supplémentaire*. A l'aisselle de certaines feuilles, on peut voir des *organes reproducteurs* : les *hétérosporophylles*.



Les gamètes mâles (anthérozoïdes) et femelles vont fusionner (fécondation) et redonner un sporophyte. Le **prothalle femelle** reste au niveau de au **niveau du sporophyte** (est donc *dépendant*) : C'est l'**endoprothallie**.

C\ Les gymnospermes.

Les *gymnospermes* sont des *arbres à 2N chromosomes*. Ils présentent des *macrosporophylles* ou des *microsporophylles*. L'appareil femelle est au niveau des « *pommes de pin* » ; l'appareil mâle est au niveau des organes mâles.

Les *macrosporangies* sont formés par une *enveloppe qui entoure la macrospore* → l'**ovule**. La macrospore va se diviser de nombreuses fois et donner l'**endosperme** où se forment les *archégonies* et les *oosphères* (le *prothalle femelle* est l'*endosperme*).

Les **microsporophylles** donnent des **microsporangies** (*sacs polliniques*). Ils vont subir la **réduction chromatique** et donner des **grains de pollen** (= *prothalle mâle*).

La *fécondation* est réalisée avec *élaboration d'un tube pollinique* qui permet un *affranchissement du milieu aqueux*. Il va y avoir fusion des noyaux puis formation de la graine.

D\ Les pré-spermaphytes, exemple de *Ginkgo biloba*.

Le *Ginkgo* est appelé « *fossile vivant* » ; c'est une *espèce dioïque*.

La fécondation a lieu après la séparation de l'ovule avec la plante mère. *L'ovule et l'endosperme se développent sans qu'il y ait obligatoirement fécondation*.

Les *anthérozoïdes* sont *ciliés*. Ils entrent en contact avec l'ovule et pénètrent dans la chambre pollinique. La fécondation peut avoir lieu dès que l'ovule est tombé par terre.

Après la fécondation, il n'y a **pas de dormance**, mais développement.

→ On trouve encore des *anthérozoïdes ciliés* et on note l'*absence de tube pollinique*.

E\ Les angiospermes.

Chez les angiospermes, *la plante est le sporophyte à 2N*. Il va produire des spores qui vont se développer en *microsporophylles* (étamines) ou en *macrosporophylles*.

Les **étamines** donnent des **microsporanges** (**sacs polliniques**) qui libèrent des **microspores**. Les **macrosporophylles** donneront un **ovule** entouré d'un **ovaire** ou d'un **carpelle** (l'appareil reproducteur).

Après une série de divisions, suivies de la méiose, le *gamétophyte mâle* (ou *prothalle*) donne les *grains de pollen* (ce sont aussi le gamétophyte). Ce gamétophyte est très réduit. La **paroi** est constituée de **deux parties** : **l'exine** et **l'intime**. *L'exine est résistante* et forme des ornements qui permettent de déterminer les genres et familles de végétaux. A l'intérieur, on trouve **une cellule spermatogène et une cellule végétative**.

Au moment de la pollinisation, la **cellule végétative donnera le tube pollinique** et la **cellule spermatogène donnera deux noyaux reproducteurs** (deux spermatozoïdes).

Chez l'appareil femelle, le *carpelle se met en place avec une macrospore* qui se divise en *sacs embryonnaires* qui constituent le *prothalle femelle* (le gamétophyte femelle). Ce prothalle reste inclut dans la *sporophyte*. Dans la **partie supérieure**, on trouve **trois cellules** : les **antipodes**. Au **milieu**, on trouve **deux noyaux polaires**. A la **base**, on a **l'oosphère et deux synergides** (deux cellules proches).

Au moment de la fécondation, quand le tube pollinique atteint le sac embryonnaire, il y a **double fécondation**. Les deux anthérozoïdes pénètrent dans le sac embryonnaire. L'un d'eux va **fusionner avec l'oosphère** et donner l'*œuf embryon*. Le second, **fusionne avec les deux noyaux polaires** et donne une *cellule à 3N*.

→ C'est l'**œuf albumen**.

La double fécondation est caractéristique des angiospermes. Elle permet l'obtention d'un **embryon et de réserves, synthétisées par l'œuf**.

L'ovule va évoluer en téguments (durcissement des téguments de la graine) et le *sac embryonnaire en embryon et albumen*.

L'ovule des végétaux est différent de l'ovule des animaux.

III\ Les bases de la classification (classe, ordre, famille, genre, espèce).

La classification vient de la nomenclature binomiale, officialisée par un suédois. Il a mis en place un système de classification, différent pour les végétaux et pour les animaux :

Pour les végétaux, **il y a prise en compte des appareils reproducteurs** (surtout des étamines).

→ Ce système est artificiel car on regroupe des espèces qui ne se ressemblent pas au niveau végétatif.

Par exemple, les plantes grasses peuvent appartenir à des familles très diverses car leur appareil sexuel est distinct même si elles possèdent un appareil végétatif très comparable.

IV\ Les bryophytes : classification, écologie, utilisation.

Les bryophytes sont divisées en **deux groupes** :

- **Les hépatiques**. Ces plantes présentent une sorte de *lame foliacée* ou *une tige feuillée à symétrie bilatérale*.
- **Les mousses**. La *tige est foliée, à symétrie axiale*. Les **sporogones** sont bien développés.

A\ Les Hépatiques.

1\ Hépatiques à tige feuillée. (Ordre des Jungermanniales).

On observe une **symétrie bilatérale** car les *feuilles sont incluses dans un plan*. Elles vivent dans les *milieux humides* (environ 7500 espèces).

2\ Hépatiques à thalle. (Ordre des Marchantiales).

Exemple de *Marchantia polymorpha*.

Cette plante vit au bord des ruisseaux, des fontaines. L'appareil végétatif est constitué d'une **tige foliacée**. C'est une des premières plantes à recoloniser les sites incendiés. Elle peut se reproduire, soit par multiplication végétative, soit par reproduction sexuée.

- La multiplication végétative. Il y a **élaboration de corbeilles à propagules** (avec des *morceaux de thalle* qui seront disséminés par le vent ou par l'eau).
- La reproduction sexuée. Le thalle va former des **gamétophytes** qui donnent des **gamétanges** (les « parapluies »). Les gamétanges mâles donnent des *anthéridies qui vont féconder les archégones* produits par les gamétanges femelles. Cette **fécondation donne un sporophyte à 2N qui reste sous le « parapluie »**.

B\ Les Mousses.

Les **mousses** présentent une **symétrie axiale**. Elles sont regroupées en deux ordres principaux : les **sphagnales** avec *deux sortes de feuilles* et les **bryales** avec *une seule sorte de feuilles*.

1\ Les Sphagnales.

On ne trouve *qu'une famille*, les **Sphagnaceae**, et *un seul genre*, *Sphagnum* (sphaigne). Les espèces sont environ 300 et 35 sont présentes en France. Ce sont des *plantes typiques des tourbières*.

Ce sont les *Sphagnum* qui sont à l'origine de la tourbe.

Les tourbières sont un *biotope avec des eaux stagnantes*. Le milieu montre une minéralisation extrêmement lente de la matière organique. Très peu de végétaux peuvent coloniser ces milieux. Les *sphaignes ont une croissance apicale*. La partie inférieure de la tige se dessèche, meurt, mais reste présente et s'accumule. → Il y a un *épaississement de la tourbe au fil du temps*. Les tourbières sont généralement présentes dans les milieux de hautes latitudes. Les tourbières sont riches en azote et le pH des eaux est acide.

Dans les tissus des Sphaignes, on distingue **deux types cellulaires** :

- Des cellules allongées qui vont donner un **réseau chlorophyllien**.
- Des cellules particulières, les **hyalocystes** (ou hydrocystes), qui sont de *grandes cellules mortes rigidifiées par un épaississement*. Elles ont la *capacité de se remplir d'eau* (par capillarité). → Elles sont l'explication de la qualité de réservoirs d'eau des sphaignes.

Les *feuilles vont avoir un développement le long de la tige ou perpendiculaire à la tige*.

2\ Les Bryales.

Les bryales sont divisées en **deux familles** : les **bryales acrocarpes** et les **bryales pleurocarpes**.

Chez les *acrocarpes*, les **archéogones sont en position terminale**. Chez les *pleurocarpes*, les **archéogones sont latéraux**, sur la tige. Ces dernières ont aussi, généralement, des tiges couchées, contrairement aux **acrocarpes qui ont des tiges dressées**.

La famille des polytriches ou des *Polytrichaceae*. Genre *Polytrichum*.

Les plantes de ce genre sont souvent de bons indicateurs des conditions d'un milieu. Par exemple :

- *Polytrichum commune* vit dans les milieux humides, voir tourbeux. Elle est d'assez grande taille.
- *Polytrichum juniperinum*. Cette plante est typique des sols secs, voir très secs.
- *Polytrichum formosum* est une espèce des milieux humides, qui se dessèche rapidement.

V\ Les ptéridophytes : classification, écologie, utilisation.

Les **Psilophytinées** sont des cas très primitifs. Il n'en reste **qu'un seul genre** (*Psilotum*).

Les **Lycopodinées**. Elles ont une *tige aérienne rampante et un aspect mousseux*. Elles existent aussi sous forme aquatique.

A\ Les Lycopodinées.

Elles ont des **sporangies regroupés à la base des feuilles**.

La famille des **Isoètes** est généralement immergée. Elles ont des *allures de graminées*. A la base des frondes, on a un *renflement* qui correspond au *sporange*. Ce dernier donne un microsporange ou un macrosporange. Dans les deux cas, **le gamétophyte reste dans les feuilles**.

Chez certaines espèces d'Isoètes, il y a *peu de stomates* et la *cuticule est très épaisse* au niveau des feuilles. Le CO_2 pour la photosynthèse est pris dans les sédiments.

Tous les lycopodinées ont un aspect de mousse.

1\ Les Lycopodiaceae.

Tous les sporangies sont semblables. Le genre *Lycopodium* est dominant. Les *sporangies sont regroupés à une extrémité et forment des épis*.

Ces plantes sont beaucoup utilisées en pharmacie ; pour les poudres de lycopodes, faites à partir des spores. Elles ont des propriétés adoucissantes et anti-inflammatoires. Elles sont aussi utilisées pour faire des pilules.

Au XVII^{ème} et au XVIII^{ème} siècle, les lycopodes étaient employés pour les feux d'artifices.

2\ Les Sélaginellaceae.

Les **sporangies sont à l'aisselle des feuilles**. Il va s'en différencier des macrosporangies et des microsporangies.

B\ Les Equisetinées.

La tige souterraine porte des tiges aériennes, articulées, dressées, avec des **feuilles verticillées**.

Les *Equisetaceae* sont un ordre des Equisétinées. On trouve par exemple *Equisetum arvena*, la **prêle**. Les **feuilles sont extrêmement réduites** et forment une **gaine autour de la tige** (articulée).

On trouve des **tiges fertiles** (*vernales et printanières*) qui ont des sortes d'épis à l'extrémité, contenant des sporanges. Les **autres tiges sont stériles**. Les deux types de tiges sont riches en silice.

C\ Les Filicinées.

Les **filicinées sont les fougères actuelles**. Elles n'ont **pas de feuilles mais des frondes**.

A l'intérieur, on peut distinguer les **Ophioglossaceae**, à *fronde solitaire* ; les **Polypodiaceae** à *frondes plus nombreuses* ; les **Osmundaceae** et les **Hydroptérydales**, *plantes aquatiques ou semi-aquatiques*.

1\ Les Ophioglossaceae.

Deux cas sont possibles.

- Soit, **une fronde entière** : c'est le genre *Ophioglossum*, relativement rare. Les plantes de ce genre mesurent 10 à 20 centimètres de haut et *poussent dans les prairies humides*. Elles sont *rare* car les prairies humides sont rares.

- Soit, on trouve **une fronde stérile découpée et une fronde fertile** avec des sporanges. C'est le genre *Botrychum*. Ces plantes mesurent 10 centimètre de haut et *sont en montagnes* (exemple : *Botrychum lunaria*). *Botrychum loeselatum* est une espèce disparue de France. En 1926, elle était observée dans toute la région du Mont Blanc. En 1943, il n'en restait qu'un seul pied. Elle a disparu à cause des botanistes. *Botrychum multifidum* est la plante la plus rare de France. Elle n'existe qu'en un endroit et présente un ou deux pieds tous les deux ans.

2\ Les Polypodiaceae.

Parmi les Polypodiaceae, on trouve la **fougère aigle** (*Ptéridium aquilinum*) qui existe sur les 5 continents. Ce sont des *plantes qui repartent après les feux*.

3\ Les Osmundaceae.

Osmunda regalis est la **plus grande fougère de France** : elle mesure entre deux mètre et deux mètre cinquante. Elle *pousse en milieu humide, au bord des ruisseaux*.

4\ Les Hydroptérydales.

Ce sont des **fougères aquatiques**.

La famille des Marsileacées, genre *Marsilea*. Les espèces de ce genre *ressemblent à des trèfles à quatre feuilles* mais n'en sont pas.

Il y a **existence de sporocarpes au niveau du rhizome** qui permettent la reproduction de ces fougères.

Exemple : *Marsilea quadrifolia strigosa*, est une espèce que l'on ne trouve que dans l'Hérault, avec seulement trois populations.

VI\ Les gymnospermes.

Les gymnospermes font parti de l'embranchement des spermaphytes. Ils n'ont **pas de fruit**.

Ce sont des **végétaux ligneux**, souvent arborescents. Toutefois, il existe des genévriers rampants, de 10 centimètres de haut.

Le limbe des feuilles est généralement peu développé : **petites feuilles en aiguilles ou en écailles**.

Les gymnospermes sont très minoritaires par rapport aux angiospermes. Toutefois, ce sont des arbres de ce sous-embranchement qui possèdent divers records :

- Record de hauteur : Séquoia, 120 mètres.
- Record de taille : Taxodium, 6 mètre de diamètre.
- Record de longévité : Pin de 4600 ans aux USA, *Pinus longaeva*.

Ce sous-embranchement est divisé en :

- **Cycadophytes** : pré-spermaphytes, avec Ginkgo.
- **Coniférophytes** : les vrais gymnospermes sensu stricto.
- **Gnétophytes** : ce sont des clamidospermes, des intermédiaires entre les gymnospermes et les angiospermes.

A\ Les Cycadophytes.

Chez les cycadophytes, il y a encore **zoïdogamie** : la fécondation peut encore avoir lieu alors que l'ovule présente déjà des réserves.

On se trouve chez des **espèces dioïques** (pied mâle et pied femelle).

La « fleur » male constitue un cône, constitué de centaines de **microsporophylles**. A la surface inférieure de ces microsporophylles, on trouve des **microsporangies** qui libèrent des **grains de pollen**.

Le « cône » femelle est constitué de **mégasporophylles** qui portent à leur base, des ovules. **Le cône femelle est l'équivalent de la fleur femelle des angiospermes.**

Au moment de la fécondation, les grains de pollen nagent dans le liquide sécrété par l'ovule. Après cette fécondation, il y a **développement embryonnaire, formation de la plantule** → On n'a **pas de véritable graine car on n'assiste pas à une quelconque dormance.**

Les Cycadopsides.

Ordre : Cycadales ; Famille ; Cycadacées.

- Le genre des *Cycas*.

L'allure des *Cycas* est proche de celle du palmier. Ce sont des plantes de petite taille ; le tronc est court et les feuilles sont pennées.

Les Bennettiales.

Les bennettiales sont un groupe de fossiles, éteints au crétacé.

B\ Les Ginkopsides.

Les ginkopsidés sont des arbres dioïques. Les étamines sont portées par un pédoncule. La **fleur femelle est extrêmement réduite**. Les plantes de ce groupe ont conservé une certaine dichotomie.

C\ Les Coniféropsides.

1\ F : Pinales / O : Pinacées.

Ces végétaux ont des **feuilles en aiguilles alternes**. Elles sont en aiguilles ou linéaires, **généralement persistantes** (exception pour le mélèze).

Les **cônes femelles sont ligneux**. Les *macrosporophylles portent deux ovules*. Une écaïlle porte deux ovules, avec une *bractée indépendante de l'écaïlle*.

Cette bractée est importante car elle montre que cet ensemble correspond à une fleur. Le **cône femelle de pin est une inflorescence**.

Organisation de l'appareil végétatif.

Un *Abies* (sapin) montre une organisation différente de celle d'un cèdre ou d'un pin : on a trois types différents. **Les différences portent sur les rameaux et les feuilles**.

L'organisation la plus originale est celle des **pins**. Les *rameaux courts (brachiblastes)* portent les *aiguilles (les pseudophylles)* qui sont des **rameaux transformés**. *Les vraies feuilles sont sur les brachiblastes (en écaïlles)* mais **ne sont pas chlorophylliennes**.

Le genre *Pinus*.

- *Pinus sylvestris*.

Ce pin a une **écorce typique**. La **partie supérieure du tronc est orangée**. *Les pseudophylles sont de petite taille*. Les cônes sont très petits.

C'est une espèce majeure car **elle est l'espèce principale de la taïga** (forêts boréales de hautes altitudes). *Cela représente le tiers de la surface forestière mondiale*.

Un peu plus haut vers le nord, il n'y a pas d'arbre, c'est la toundra.

- *Pinus uncinata* (Le pin à crochets).

Ce pin porte de **petites aiguilles** et de **petits cônes**. Le tronc n'est jamais orangé. Au niveau des cônes, **l'écusson possède un crochet** (écusson recourbé en crochet).

Pinus uncinata est parfois introgressé avec *Pinus sylvestris* → zones d'hybridation.

Pinus uncinata est uniquement présent en haute montagne. → Il **constitue la limite supérieure de la forêt** (entre 2,5 et 3 kilomètres).

- *Pinus cembra* (Le pin cembro ou arolle).

Ce pin est *caractéristique des alpes*. Il est reconnaissable car *il présente des pseudophylles aux brachiblastes*. Il monte jusqu'à 2,5km d'altitude. (*P. cembra* = *P. siberica*).

Les **graines de ce pin sont relativement lourdes** et ont donc un problème de dissémination. Les **oiseaux de type *Nucifraga*** servent à leur dissémination (80 à 90% des graines). Ils tapent sur les pédoncules et détachent les cônes de l'arbre qu'ils vont emporter à une certaine distance, sur une « enclume » naturelle. Ils décortiquent les cônes. Ils avalent les graines ou les stockent en les enfouissant par paquet, dans l'humus du sol. Il reste toujours des stocks oubliés qui permettront la germination de nouveaux individus.

- *Pinus longaeva* (USA).

Ces pins *se développent entre 3000 et 3500 mètres d'altitude, dans les environnements arides*. Le plus vieux des *P. longaeva* est âgé de 4767 ans. Le plus grand d'entre eux fait 11 mètres de circonférence.

Les aiguilles peuvent vivre une trentaine d'années, ce qui est une considérable *économie d'énergie* : **métabolisme restreint**. On observe que **peu de xylème (bois) est fonctionnel** : les besoins énergétiques sont donc moins importants. Ces arbres ne connaissent pas les invasions de bactéries, d'insectes, de champignons grâce à la **grande quantité de résine**. Ils sont très espacés les uns des autres et ceci leur permet d'avoir un **système racinaire très développé**.

Les *fleurs et les fruits ne sont formés que lorsque l'arbre est relativement âgé*.

- Pinus pinaster : le pin maritime.

Ce pin est **de couleur vert foncé, piquant et extrêmement gros**. Il existe à l'état spontané et a beaucoup été planté dans la forêt landaise. Cette forêt fait environ un million d'hectares (100km × 100km). C'est une forêt artificielle (à l'origine c'était une chênaie). Elle fut plantée au 19^{ème} siècle. En 1945 et 1949 elle subit des incendies.

- Pinus halopensis (le pin d'Alep).

Ce pin est méditerranéen, adapté à ce climat. *Il est reconnaissable à ses aiguilles et son feuillage léger*. Les **cônes sont groupés par deux ou trois**. Les pins sont des espèces héliophiles.

- Pinus coultheri.

Ce pin présente des **cônes très longs, entre 30 et 40 centimètres de long**.

Le genre *Abies* (sapin).

• En France, on a une espèce spontanée : *Abies alba* aussi appelée *Abies pectinata*. C'est une espèce typique de l'étage montagnard (sapin et hêtre). Les sapins sont fréquemment utilisés pour faire des bateaux, d'où les diverses sapinières.

Remarque : En Andalousie, *Abies pinsape* pousse sur la sierra.

- Picea abies (Épicéa).

Cette espèce n'est pas spontanée dans les Pyrénées mais il en a existé il y a 20 000 à 30 000 ans. Les pessières sont des plantations d'épicéa (qui existent dans la montagne noire). L'épicéa est classique dans les alpes et les vosges.

Les différences entre l'épicéa et les sapins :

- Les **sapins ont des branches beaucoup plus horizontales**.
- Les cônes restant, s'ils sont entiers et allongés, proviennent sûrement d'un épicéa car les **cônes de sapins se désagrègent sur l'arbre** et il *n'en reste que des écailles*. Le **cône est dressé chez l'épicéa**, pendant chez les sapins.
- Le **feuillage montre deux ramifications latérales chez les sapins** et six chez l'épicéa.
- Les *rameaux ont un aspect rugueux chez l'épicéa* car il reste les coussinets qui portaient les aiguilles.

L'**épicéa** est comme le pin sylvestre, **typique de la forêt boréale (taïga)** : *les aiguilles d'épicéa restent vivantes en dessous de -30°C et peuvent assimiler jusqu'à -10°C*.

Dans les alpes, l'épicéa permet de donner des *populations clonales par marcottage* (multiplication végétative).

Le genre *Cedrus*.

- *Cedrus deodora* (Himalaya) ; *Cedrus atlantica* (Maroc, Algérie) ; *Cedrus libani* (Liban).

Les caractères de différenciation des cèdres sont la longueur des aiguilles et la grosseur du cône. Le cèdre du Liban n'existe plus que sur 70 à 80 hectares et a des problèmes de régénération.

2\ F : Pinales, O : Cupressacées.

Le genre *Juniperus*.

Les cupressacées sont à *feuilles opposées ou verticillées, en écailles ou en aiguilles/cône bacciforme ou arrondi-cubique*.

On trouve des **cônes en forme de baies**. Les **cônes charnus** (les **galbules**) sont caractéristiques du genre *Juniperus*. Les *écailles deviennent charnues*.

Le passage de ces galbules par le tube digestif d'animaux est obligatoire pour la dissémination.

- *Juniperus communis*.

Il possède des **feuilles en aiguilles piquantes**. On le trouve un peu partout. Ses *galbules sont bleutées à maturité*. La **feuille** montre **une bande de stomates**.

- *Juniperus oxycedrus*.

Il possède les mêmes **feuilles piquantes** que le genévrier commun. Une différence tout de même, on trouve **deux bandes de stomates et non une**. Les **galbules sont rouges**. Ce sont des plantes méditerranéennes. Elles servaient à faire de l'huile de cade.

- *Juniperus thurifera*.

C'est un arbre aux **dimensions impressionnantes**. Il participe à la constitution de la *limite supérieure de la forêt* (≈ 2800 mètres d'altitude). Ces *Juniperus thurifera* peuvent atteindre plus de 2 mètres de diamètre. Ils n'ont **pas de feuilles en aiguilles mais en écailles**, identiques aux feuilles de cyprès. Les **feuilles ne sont jamais alternes**. Le **cône est charnu**.

Le genre *Cupressus*.

Ce sont les **cyprès**. On trouve *Cupressus sempervirens* (dans les cimetières); *Cupressus dupreziana* qui n'existent que dans le sud de l'Algérie, il n'en reste que quelques centaines d'individus.

3\ F : Pinales ; O : Taxodiacées.

Exemple : *Taxodium distichum*. C'est le **cyprès chauve** : *il perd ses feuilles en hiver*. On note la **présence de pneumatophores** (racines aériennes).

D\ Les Taxopsides.

Le genre *Taxus*.

Ce genre est parfois classé avec les conifères, pourtant, il **n'a pas de canaux sécréteurs de résine**.

L'appareil végétatif est comparable à celui d'Abies. Par contre, la **graine est complètement différente** : *l'arille, enveloppe charnue rouge, porte la graine*.

C'est une espèce **très toxique** (des feuilles et des graines).

Le taxol en est extrait ; c'est une substance anticancéreuse. Elle est présente chez *Taxus breviflora*, dans l'écorce.

Chez *Taxus baccata*, le taxotère peut être isolé du feuillage et il est encore plus puissant que le taxol.

E\ Les Gnétopsides.

Ces **gnétopsides** sont *parfois complètement exclus des gymnospermes* et forment alors le *groupe des Clamidospermes*.

La *graine commence à être entourée par une sorte d'enveloppe*.

On y trouve **trois familles importantes**.

1\ Les Gnétacées ; genre *Gnetum*.

On trouve ces plantes dans les forêts tropicales humides. Leurs **feuilles ressemblent à celles d'angiospermes**.

2\ Les Ephedracées ; genre *Ephédra*.

On les trouve *sur l'arrière des dunes des plages*. Leurs **rameaux sont articulés**. Elles *peuvent être des espèces rupicoles* (poussant sur les rochers).

3\ Les Welwitschiacées ; genre *Welwitschia*.

Il n'existe ici **qu'un genre avec une unique espèce** : *Welwitschia mirabilis*.

Elle n'existe **que dans le désert du Kalahari** (au sud de l'Afrique) : milieu extrêmement sec. *L'appareil végétatif ne présente que feuilles dilacérées*. Elle peut aller chercher l'eau jusqu'à 75 centimètres de profondeur. Grâce à ses deux feuilles, très larges, elle peut capter l'eau des rosées.

VII\ Les angiospermes.

A\ La classification des Angiospermes.

Les analyses moléculaires ont montré que l'ancienne classification mettait ensemble des plantes sans grand rapport génétique.

On différencie maintenant les angiospermes en Eudicotylédones et Monocotylédones. *Certaines dicotylédones se sont retrouvées avec les monocotylédones*.

B\ La classe des monocotylédones.

On trouve **sept super-ordres**.

α Morphologie foliaire.

Dans la grande majorité, les **feuilles sont simples, à nervures parallèles**. Dans certains cas, on trouve des feuilles proches de celles des dicotylédones.

Les *dioscoréacées* et le palmier (*palmeacées*) ont des *feuilles composées complexes*.

β Caractère embryonnaire et plantule.

Les monocotylédones n'ont **qu'un cotylédon**.

γ Anatomie.

Les **vaisseaux vasculaires sont nombreux** et répartis uniformément dans le cylindre central (= **atactostèle**).

Il n'y a **jamais de cambium**, donc **pas de formations secondaires** (enfin, presque jamais).

Remarque : *certaines dicotylédones sont aussi atactostèles* (les **Pipérales**).

δ Morphologie florale.

Les **fleurs sont généralement trimères**. L'**ovaire est supère, altère**.

Ce type de fleurs trimères existe aussi chez les magnoliales, dicotylédones primitifs, ne faisant pas parti des eudicotylédones.

ε\ Les ouvertures polliniques.

L'ouverture pollinique est un amincissement de la paroi qui permettra la pollinisation. Chez les monocotylédones, les **sacs polliniques sont mono-aperturés**.

1\ Le super-ordre des Liliiflorae.

Ce super-ordre regroupe beaucoup de plantes ornementales et alimentaires. Avant on distinguait deux ordres : les Liliales (Liliaceae) et les Orchidales (Orchidiaceae).

Les **Liliales** ont des **fleurs actinomorphes**. Les *étamines* sont normales, *non soudées au gynécée*. La **graine est grosse**, avec **beaucoup d'albumen**.

Les **Orchidales** ont des **fleurs zygomorphes**. Les *étamines* sont *gymnostèmes* (soudées) et la **graine est minuscule, sans albumen**.

Les Liliales sont divisées en Iridaceae ou Amaryllidaceae (ovaire inférieur) et en Liliaceae (six étamines et ovaire supère).

a\ L'ordre des Asparagales.

Exemple de la **famille des Agavaceae**.

Cette famille contient des **yuccas** et des **agaves**. Avant, le yucca faisait parti des Liliacées et les agaves des amaryllidaceae. Ce classement était fait car **les yuccas ont un ovaire supère** et les **agaves l'ont infère**. Maintenant, ils sont regroupés car

- L'appareil végétatif est composé de *feuilles un peu grasses, épineuses, charnues*.
 - L'écologie est assez proche : *milieu aride*.
 - Ils ont tous deux des *formations secondaires*.
 - Leur *garniture chromosomique est originale* : $N=30$.
- La position de l'ovaire semble, dans ce cas, un mauvais marqueur phylogénique.

Les **agaves ont une unique floraison**. Après celle-ci, c'est la mort de la plante. Le mescal est une boisson obtenue à partir de la sève de certains agaves.

b\ L'ordre des Dioscoreales.

Cet ordre est original dans les monocotylédones : les *feuilles sont différentes* des autres monocotylédones → **elles sont cordiformes**.

Les dioscoreales **sont presque toujours des lianes** (*plantes volubiles*). Les **espèces sont dioïques**.

Remarque : Sur 13500 genres de plantes à fleur, 7% des genres contiennent des espèces dioïques. Sur 240 000 espèces, 6% sont dioïques. Parmi les espèces dioïques, beaucoup sont des lianes.

Les dioscoréales contiennent **trois genres principaux**.

α\ Le genre *Tamus*.

Exemple : *Tamus communis*, « **l'herbe aux femmes battues** ». Cette plante a des *propriétés anti-contusions venant du rhizome*. Elle provoque des traces rouges si elle est appliquée sur la peau.

β\ Le genre *Dioscorea*.

Les **fleurs mâles** sont composées de **6 tépales**, **6 étamines**. Les **fleurs femelles** portent **6 tépales**, **six étamines vestigiales** et un **ovaire divisé en trois loges**.

On a une **trimérie** : 3+3 tépales.

γ\ Le genre *Borderea*.

Le genre *Borderea* est plutôt tropical. C'est une **plante rupicole**.

Les espèces de *Borderea* sont des survivances du tertiaire (climat tropical).

Elles **sont herbacées**, perdent leurs feuilles et laissent des **écailles sur le haut du bulbe**.

On trouve deux exceptions : *Borderea pyrenaica* et *Borderea chouardii* qui n'existent que dans les Pyrénées.

→ Les dioscoreales comprennent environ 60 espèces.

L'igname est utilisée pour la consommation (son tubercule) et pour la synthèse de DHEA (enzymes, protéines).

c\ L'ordre des Liliales.

Les **liliales** sont des **herbes vivaces**, possédant des **organes souterrains de réserves** (*rhizomes, bulbes ou tubercules*).

Au niveau de la **fleur**, par exemple chez les **muguets**, on a **6 tépales** (3+3 *tépales pétaloïdes*), **6 étamines** et **3 carpelles** à **ovaire supère**. La fleur est régulière : **actinomorphe**.

L'espèce *Fritillaria meleagris* présente une corolle en damier.

c1\ La famille des Liliaceae.

α\ Le genre *Tulipa*.

Toutes ces plantes sont des **espèces originaires du proche orient**. *Tulipa gesneriana* est la tulipe cultivée classique. On trouve quelques tulipes « sauvages » qui deviennent de plus en plus rares. Les tulipes cultivées ont été introduites au 16^{ème} siècle.

Les formes sauvages sont différentes : elles sont soit indigènes, soit furent introduites plus tôt que l'espèce cultivée (invasion sarrasine, croisades...)

Les trois espèces suivantes sont des espèces menacées :

- *Tulipa platystigma* : il n'en reste que *quelques pieds dans les Hautes Alpes*.
- *Tulipa agenensis* : ce sont des *adventices des cultures*, c'est à dire, des plantes qui se développent en association avec les cultures (dans les champs cultivés). Cela correspondait à des pratiques culturelles traditionnelles maintenant abandonnées. → *forte régression*.
- *Tulipa praecox* : c'est aussi une *espèce adventice*. Elles furent combattues car elles étaient trop envahissantes. Maintenant, elles sont *prêtes à disparaître*.

→ Ce sont des **plantes liées à l'Homme**.

β\ Le genre *Lilium*.

Le lys.

c2\ La famille des Iridaceae (Iris, glaïeuls, crocus).

Les **Iridaceae** sont généralement des **herbes vivaces**, avec des **rhizomes**, des **bulbes** ou des **tubercules**. La fleur peut être **actinomorphe** ou **zygomorphe**. **L'ovaire est infère**. On trouve **3 étamines et 3+3 tépales**. La fleur d'**Iris** a des **stigmates pétales**.

Exemple : *Crocus sativus* (le safran).

Le condiment correspond aux stigmates. La culture de cette plante est longue (une livre de safran = 35 000FF). *Crocus sativus* est originaire d'Asie mineure. Le safran était cultivé 500 à 600 avant JC. Il fut introduit en Europe par l'intermédiaire des conquêtes arabes. *La forme sexuée ne se reproduit que par multiplication végétative* → La fleur est stérile.

Au moyen-âge, la fraude au safran valait la pendaison. Cette fraude se fait avec du carthame (*Cartamus*) car la fleur ressemble aux stigmates de safran.

c3\ La famille des Orchidaceae.

Les **orchidaceae** sont des **herbes terrestres ou épiphytes** (vivant dans les arbres). Elles peuvent être saprophytes.

La fleur est **zygomorphe**. On trouve **3+3 pétales** dont un qui forme **l'éperon**. L'éperon va avoir un rôle dans la pollinisation. Le filet des étamines, le style, le stigmate sont soudés et constituent le **gymnostème**.

Les grains de pollen sont groupés au niveau de **pollinies (deux)**.

Les **graines sont minuscules, sans albumen** → La double fécondation ne fonctionne pas.

Il va y avoir **mycotrophie** : symbiose avec un champignon qui permet le développement de l'embryon pendant la germination. Le champignon concerné est du genre *Rhizoctonia*.

La graine est constituée d'environ 100 à 150 cellules indifférenciées, infestées par les filaments du champignon.

La **mycorhize est nécessaire pour la croissance de la plante** et aide le champignon par les apports de substances carbonées.

Les **pièces florales sont adaptées à la pollinisation entomophile** (par les insectes).

On trouve **deux groupes principaux** : **Orchis** et **Ophrys** (un pétale ressemble à un insecte).

D'un point de vue alimentaire, chez la vanille, la « gousse » vient du développement de l'ovaire infère.

2\ Le super-Ordre des Commeliniflorae.

a\ L'ordre des Poales.

La famille des Graminées (gramineae).

Les **graminées** ont une **tige particulière (chaume) creuse** sauf au niveau des nœuds. Elle est **cylindrique**.

Les **feuilles sont distiques** (insérées sur deux rangs). **L'inflorescence de base est un épillet**. L'épillet est un ensemble de feuilles réduites, situées au dessus de deux pièces (les **glumes**). Le fruit est particulier : c'est un **caryopse**, un fruit sec indéhiscent où le péricarde adhère à la graine.

Un certain nombre de formations comme les steppes, les savanes, les prairies, les pelouses et les pampas sont dominées par les graminées. **Ce sont souvent des formations de dégradation**.

Par exemple, dans le bassin méditerranéen, on a des steppes à Alfa (*Stipa stenacissima*) qui couvrent des millions de km². Cet Alfa sert à la fabrication de pâte à papier, de tapis... Dans les steppes, on a des touffes de graminées séparées (discontinues). Il y aurait des arbres dans ces zones (Afrique du nord) de plus les steppes sont sur-exploitées.

Les dunes littorales. Ce sont des dunes mouvantes avec une graminée bien adaptée : *Ammophila arenaria* (l'oyat). Ce sont des milieux peu dépendants du climat général. L'oyat va former un système de rhizomes très performant (réseau dans la dune) qui filtre et ralentit les mouvements des dunes.

Les pelouses calcaires sont des formations de dégradation, dominées par les graminées.

Les graines de graminées constituent l'essentiel des céréales. Le sarrasin (ou blé noir) n'est pas une graminée mais un Polygonacées (*Fagopyrum*), un dicotylédone.

La canne à sucre est *Saccharus officinarum* ; *Zea mais* est le maïs.

α1\ Le genre *Triticum* (les blés).

On trouve trois groupes différents.

- Les engrains, *Triticum monococcum*.

Ce sont les blés les plus anciens. Ils ont $2N = 14$ chromosomes. Ils sont diploïdes.

- Les blés durs, *Triticum durum*.

Ils ont $2N = 28$ chromosomes. Ils sont largement cultivés ; servent aux pâtes alimentaires.

- Les blés tendres, *Triticum aestivum* ou *T. vulgare*.

Ils ont $2N = 42$ chromosomes. Ils sont utilisés pour la fabrication du pain.

Trois graminées sauvages seraient à l'origine de ce blé actuel, dont deux du genre *Aegilops*.

α2\ Le genre *Oryza*, le riz : *Oryza sativa*.

Le riz est l'espèce la plus cultivée après le blé. Environ 6000 variétés de riz sont connues. *Oryza glaberrima* est une espèce d'Afrique occidentale.

Le riz récolté est le riz paddy : c'est un caryopse (fruit) avec les glumes et les glumelles. Quand il n'y a que le caryopse, on parle de riz brun ; Le riz brun auquel on a enlevé le péricarpe est le riz blanc. Le péricarpe contient des vitamines A et B.

b\ L'ordre des Cypéales.

La famille des cypéraceae.

Les épis de cypéraceae sont généralement unisexués. Le genre principal est *Carex* (la laïche). On trouve aussi le genre *Cyperus* qui comprend des plantes de milieux humides (*Cyperus papyrus*).

3\ Le super-ordre des Areciflorae

L'ordre des Arecales

La famille des Palmae = Arecaceae.

C'est chez les Palmae que l'on trouve les palmiers. On trouve environ 2500 espèces.

Ils ont la taille d'arbres. Le tronc est formé par la soudure de la base des feuilles. Les feuilles sont dites palmées ou pennées.

Elæis guineensis est le palmier à huile.

Phoenix dactylifera est le palmier dattier (les dattes sont sur les pieds femelles). Dans les palmeraies cultivées, on trouve 90% de pieds femelles pour 10% de pieds mâles. Dans la nature, on trouve un équilibre de 50% de chaque sexe.

Le palmier nain (*Chamærops humilis*) sert pour fabriquer de la ficelle... Il est représentatif du thermo-méditerranéen : en dessous de Barcelone.

Le cocotier (*Cocos nucifera*) donne la noix de coco qui est une drupe dont la dissémination se fait par hydrochorie. Il sert aussi à donner le coprah.

4\ Conclusion sur les Monocotylédones.

Les monocotylédones ont des feuilles à nervures parallèles. La fleur est trimère.

Ils constituent une réussite extraordinaire au niveau morphologique, écologique (en biodiversité)... Par exemple, les Orchidaceae regroupent 750 genres différents et 18000 espèces distinctes.

Actuellement, les gymnospermes comprennent 800 espèces. A elles seules, les graminées présentent 660 genres pour 8000 à 10 000 espèces. Les cypérocées comprennent 90 genres pour 4000 espèces.

Les monocotylédones sont un groupe très diversifié, avec de fortes divergences :

- Les Orchidaceae présentent une fleur élaborée (pour la zoogamie), des graines minuscules et innombrables, des graines fragiles.
- Les Poaceae montrent des fleurs petites, discrètes avec une grande quantité de pollen (anémogamie). Les graines sont albuminées, souvent solitaires. L'inflorescence est particulière (épis et épillets). Les graines sont résistantes.

C\ Les quatre ordres de dicotylédones archaïques.

Ces dicotylédones archaïques (ou paléoarbres/paléohérbes) sont regroupés avec les monocotylédones. Ils sont dits archaïques car ils ont un pollen uni-aperturé, des vaisseaux imparfaits, des fleurs encore trimères et une disposition spiralée des pièces florales.

1\ Super-ordre des Magnoliales, Ordre des Magnoliaceae.

Magnolia/Liriodendron tulipifera.

Ce sont des espèces, introduites en France, qui possèdent des caractères archaïques :

- Disposition spiralée des pièces florales.
- Anthères à filet large qui donne des étamines lamellaires.
- Le nombre des étamines est non fixé.
- Le carpelle donne un follicule (fruit déhiscent) qui continue sur une graine suspendue au funicule.
- Il n'y a pas de différenciation entre mes sépales et les pétales : que des tépales. Le périanthe est homochlamydé.
- On ne trouve que des trachéides : le bois est homoxylé, comme les gymnospermes. (les espèces à bois hétéroxylé ont des vaisseaux parfaits et des fibres).

2\ Les Iliciaceae.

On trouve *Illicium anisatum* : la badine ou anis étoilé.

3\ Les Laurales/Ordre des Lauraceae.

C'est une famille d'arbres ou d'arbustes odorants des régions tropicales ou sub-tropicales. Les feuilles sont simples. On trouve entre autre *Laurus nobilis*, le laurier sauce.

Remarque sur les autres "Lauriers" :

- *Nerium oleander*, le laurier rose fait partie des Apocynaceae ;
- *Virburnum tinus*, le laurier tin fait partie des Caprifoliaceae ;
- *Prunus laurocerasus*, le laurier cerise, fait partie des Rosaceae.

Ce sont des plantes triplostémones : trois fois plus d'étamines que le nombre de base. Les étamines ont un clapet. La feuille est tétramère (*Laurus nobilis*). *Persea americana* est l'avocatier ; donne les avocats qui sont des baies. *Cinnamomum verum* est le cannellier : *Cinnamomum camphora* est le camphrier.

D\ Les Eudicotylédones.

Les eudicotylédones sont aussi appelés angiospermes supérieurs.

On trouve parmi eux, des cas à caractères archaïques, comme : la spiralisation, la présence de tépales, des cas de trimérisie et la dialycarpie.

→ L'évolution va dans le sens de la soudure des pièces.

1\ Les Ranunculales.

α \ Les Papaveraceae.

Les papaveraceae ont toujours du latex. Les fleurs sont tétramères, gamocarpellées.

Elles sont toujours herbacées et présentent deux sépales qui deviennent rapidement caduques.

Les quatre pétales ont une préfloraison chiffonnée.

L'ovaire est supère, uniloculaire à placentation pariétale.

Le fruit est particulier : c'est une pyxide. Il s'ouvre par des pores apicaux. La chélidoine (*Chelodonium majus*) a un fruit déhiscent, de type silique avec diminution du nombre de carpelles.

Coquelicot = *Papaver rheas* ; Pavot = *Papaver somniferum*.

L'opium est obtenu à partir d'une incision dans la capsule du pavot (trois semaines après la fécondation) : un latex va s'écouler et coaguler. On peut en faire de la morphine ou de la codéine. Si l'on rajoute deux groupements acétyles, on obtient de l'héroïne. Les graines de pavot sont consommables.

β \ Les Ranunculaceae.

Les ranunculaceae n'ont pas de latex. Les fleurs seront trimères ou pentamères et généralement dialycarpellées.

Ce sont des herbes pérennes (vivaces) ou annuelles. Les fleurs sont spiralo-cycliques : le périanthe a des pièces spiralées et/ou cycliques. Les fleurs sont actinomorphes ou zygomorphes (*Aconitum* est zygomorphe). Les ranunculaceae sont toujours dialytépales ou dialypétales/dialysépales.

On trouve de nombreuses étamines (polystémonie) en nombre non fixe.

Les carpelles sont plus ou moins nombreux ; l'ovaire est supère.

Les fruits sont des akènes ou des follicules.

Les ranunculaceae sont peu évoluées mais présente une tendance à la gamocarpellie (cas de *Nigella* : trois carpelles soudés) et à la diminution du nombre de carpelles.

Les plantes zygomorphes commencent à exister (exemple : *Aconitum*).

C'est une famille avec des plantes toxiques voir mortelles ; beaucoup de *Ranunculus* sont toxiques. *Aconitum vulparia* (aconit tue-loup) contient de l'aconitine (alcaloïde) dans les racines. Elle

est le cas le plus toxique en Europe. Toutes les parties de la plante sont toxiques. L'ingestion de 2 à 4 grammes de racines est mortelle.

L'Hellébore a des graines toxiques.

Le développement de nombreuses renoncules se fait en milieu humide.

2\ Les Caryophyllales.

Dans la graine, l'embryon est courbe, voir même enroulé, en fer à cheval. Il s'enroule autour des tissus de réserve → centrospermales (= Caryophyllales).

De nombreuses espèces sont des xérophytes.

On trouve aussi des plantes halophytes, comme la famille des chénopodiaceae.

α\ Les Cactaceae.

Les cactaceae sont une famille presque exclusivement américaine. En Europe, elles ont été introduites par l'Homme.

Cactus n'existe pas comme genre.

Ce sont toujours des plantes succulentes dont les tissus font de la rétention d'eau. Elles sont généralement épineuses. Elles peuvent être en forme de cierge, de raquette ou en « coussin de belle-mère ».

Seul le genre *Pereskia* possède des feuilles. Habituellement, elles sont transformées en épines.

Les tiges présentent des aréoles (petites dépressions) souvent remplies de poils, avec la sortie des épines.

Les fleurs sont à nombre indéfini de pièces : $nT + nE + 3$ à nC .

Opuntia ficus indica (figuier de barbarie) présente des raquettes charnues. Il joue un grand rôle dans les régions d'Afrique du nord. Sa fleur a la même formule que précédemment. L'ovaire est infère et, une fois fécondé, il donne un faux fruit. C'est un ovaire uniloculaire à placentation pariétale.

Dans cette famille, on trouve Peyotl : *Lophophoria échinocactus* qui contient de la mescaline : hallucinogène puissant. Le peyotl n'est pas épineux et pousse dans le nord de l'Amérique.

β\ Les Caryophyllaceae.

Ce sont des plantes herbacées à feuilles opposées, portées au niveau des nœuds, renflés. L'inflorescence est une cyme bipare. La fleur est pentamère avec dix étamines (double du nombre de base → diplostémonie). Le cycle externe d'étamines est en face des pétales → obdiplostémonie.

Les carpelles sont généralement au nombre de cinq, à placentation centrale : ovaire uniloculaire.

Dans cette famille, on distingue deux tribus (sous-familles) :

- Tribu à sépales libres : les Alsiniées. Exemples : *Stellaria*, *Cerastium*.
- Tribu à sépales soudés : les Silénées. Les sépales se soudent en un tube. Le limbe sort de ce tube par un onglet. Exemples : *Dianthus* (œillet), *Lychnis*, *Silène*, *Saponaria*.

Ce sont des plantes liées aux moissons (messicoles), comme par exemple, la nielle (*Agrostemma githago*).

3\ Les Fabales.

Les Fabaceae (= Légumineuses).

Les fabaceae sont une famille homogène car un caractère est typique : le fruit, ou le « légume », est une gousse. La gousse est un fruit dérivant d'un seul carpelle et s'ouvrant habituellement par deux valves (une ventrale et une dorsale).

Ces légumineuses abritent des bactéries, fixant l'azote atmosphérique, au niveau de racines : les nodosités (bactéries du genre *Rhizobium*).

Ce sont des plantes pouvant coloniser de nombreux milieux grâce à ces nodosités. Les feuilles sont composées.

α\ Première sous-famille.

La fleur est actinomorphe. Les fleurs sont petites, groupées en inflorescence compacte avec n étamines. → Mimosoïdae. Ce sont toujours des arbres ou des arbustes.

L'appareil végétatif est constitué de feuilles composées de nombreuses folioles. Dans certains cas, les feuilles arrivent à disparaître et ce sont les phylums – rachis aplatis – qui assurent la fonction chlorophyllienne. Chez certaines familles, on trouve souvent des stipules, petits appendices à la base des feuilles. Ces stipules peuvent être transformées en épines.

La fleur : Chaque petite boule correspond à une inflorescence. C'est une fleur actinomorphe régulière avec de nombreuses étamines.

Le genre *Acacia*.

Les Acacias sont africains et australiens. En France, ce que l'on appelle mimosa est du genre *Acacia*. On trouve des espèces africaines spontanées, typiques des milieux sub-désertiques. Quand il fait trop chaud et trop sec, les arbres perdent leurs feuilles.

Acacia senegal donne la gomme arabique.

Mimosa pudica a des folioles qui se referment quand on les touche.

On trouve aussi les albizzias.

La symbiose *Acacia*/fourmis ou myrmécophilie.

Certains Acacias hébergent, dans leurs stipules, des fourmis. *Acacia conigera* abrite des fourmis *Pseudomyrmex ferrugina*. Ces fourmis sont nourries par l'acacia. En retour, elles débarrassent l'arbre des plantes épiphytes et le protègent contre les herbivores.

Des Acacias proches de *conigera* existent mais sont sans fourmis ; ils ont des défenses chimiques (cyanogènes) à la place.

β\ Seconde et troisième sous-familles.

Dans les deux cas, les fleurs sont zygomorphes avec jusqu'à dix étamines.

• Les Faboïdae.

La préfloraison est vexillaire ; présence de dix étamines (diadelphes).

Les feuilles sont composées, pennées. On note la présence de stipules parfois modifiées en feuille ou vrille.

La fleur est zygomorphe avec une corolle papillonacée, typique de la préfloraison vexillaire. Cette fleur est pentamère avec : un pétale supérieur formant l'étendard, deux pétales latéraux (les ailes) et deux pétales inférieurs (la carène).

Les étamines sont au nombre de dix (diplostémonie). Elles sont soit toutes soudées entre par le filet et forment le tube : androcée monadelphie, soit neuf étamines sont soudées et une est libre (à côté de l'étendard) : androcée diadelphie.

On trouve un carpelle à ovaire supère qui donne une gousse pouvant avoir plusieurs allures différentes. Par exemple, la luzerne va donner des gousses enroulées sur elles-mêmes.

La cacahuète (*Arachis hypogea*), à maturité, montre un phototropisme négatif qui fait que le pédoncule se rapproche du sol et enfonce la gousse dans la terre. Le trèfle (*Trifolium*) a une gousse minuscule. Le genêt pour sa dissémination, pratique une ouverture violente de la gousse (autochorie).

Les Faboïdeae ont des rôles alimentaires importants :

- *Arachis* → huile et cacahuète.
- *Cicer arietinum* : le pois chiche.
- *Lens culinaris* : les lentilles.
- *Phaseolus* : les haricots.
- *Pisum sativum* : les pois.
- *Vicia faba* : les fèves.

Elles peuvent aussi avoir un rôle pour les fourrages : *Trifolium* (le trèfle), *Medicago* (la luzerne). Elles sont aussi utilisées pour les teintures avec Indigofera (l'indigo) et ont un rôle écologique en formant les landes à genêts et à ajoncs.

- Les Cesalpinoïdeae.

La préfloraison est carénaire et l'on a dix étamines libres.

Ce sont généralement des arbres, avec quelques arbustes. Au niveau de cette sous-famille, on a :

- *Cercis siliquastrum* : arbre de Judée. Cet arbre fleurit avant d'avoir des feuilles. Ces dernières ont leur pétale supérieur interne, contrairement aux papillonaceae. Les étamines sont libres.
- *Cassia gloditschia* : il peut former de grands arbres avec des épines regroupées par trois au niveau du tronc.

Le caroubier (*Ceratonia siliqua*) forme des gousses que l'on appelle « caroube ». Ce végétal est une espèce thermo-méditerranéenne (de basse altitude).

4\ Les Rosales.

Famille des Rosaceae.

Dans ce groupe, on trouve les fraisiers, les cerisiers... Ils peuvent être des arbres, arbustes ou des herbacés. Les feuilles sont alternes avec présence de stipules. La fleur est généralement cyclique, basée sur le type 5 (pentamère). Celle-ci est hétéroclamydée : pétales et sépales sont différenciés. C'est une fleur dialypétale, polystémone (nombreuses étamines).

L'ovaire peut être libre ou soudé au réceptacle. Les différentes sous-familles sont : les Rosoïdeae, les Prunoïdeae, les Spiracoïdeae, les Maloïdeae.

Les Rosoïdeae ont de nombreux carpelles avec un ovule. On distingue trois cas. Les carpelles sont portés par un thalamus : c'est le cas de la fraise. Chez *Rubus*, la ronce, on a un certain nombre de petites drupes. Le réceptacle s'est retourné et la partie basale de la fleur entoure les carpelles (périgyne) : c'est le cas de *Rosa*.

Les Prunoïdeae ont un carpelle unique (prunier, cerisier).

Les Spiracoïdeae ont cinq carpelles et les fruits sont appelés « follicules ». Ce sont des fruits secs déhiscents).

Les Maloïdeae sont caractérisés par un ovaire infère soudé au réceptacle (pommier, poirier).

On peut distinguer une tendance à l'apparition d'un ovaire infère et à la réduction du gynécée. C'est une famille majeure d'un point de vue alimentaire : *Malus* (pommier), *Cydonia vulgaris* (cognassier), *Prunus avium* (cerisier), *Pyrus communis* (poirier), *Fragaria vesca* (fraisier).

Ces Rosaceae contiennent un certain nombre d'hétérosides cyanogéniques (avec du cyanure) et sont, pour certaines, toxiques (notamment les noyaux mais aussi certains fruits).

Les Rosaceae ont aussi un rôle écologique important, puisque, un certain nombre d'espèces sont pionnières dans l'héliophilie (par exemple le Prunellier [*Prunus spinosa*] qui supporte la lumière directe).

Sorbus latifolia est une des seules espèces arborées protégée. Cette plante est intéressante car elle est un hybride entre deux espèces : *Sorbus aria* à feuilles non découpées et *Sorbus torminalis* à feuilles découpées.

5\ Les Fagales.

La famille des Fagaceae.

Cette famille comporte trois genres principaux qui constituent les forêts françaises : *Quercus* (chêne), *Fagus* (Hêtre), *Castanea* (Châtaignier).

Les Fagaceae appartiennent au groupe des arbres à chatons ou amentifères. On dit cela car les inflorescences mâles constituent des chatons.

Les espèces sont monoïques.

Si l'on regarde un chaton mâle de châtaignier, on observe un épi de cymes de fleurs. Ce chaton possède un nombre constant d'éléments qui chacun donne une cyme bipare. Toutes ces cymes sont réduites à une seule fleur ; cette dernière étant elle-même très réduite.

La différenciation des trois genres principaux se fait au niveau des fleurs mâles et du fruit qui est toujours un akène monosperme.

Le châtaignier donne trois akènes monospermes car la cyme femelle possède trois fleurs. Chez le hêtre, on trouve deux akènes. Le chêne ne porte lui, qu'un akène car il n'y a qu'une seule fleur au niveau de la cyme femelle.

Ces akènes sont enveloppés par des bractées ligneuses soudées entre elles. Ces dernières constituent un organe : la cupule ; ce qui explique le nom de « cupulifère » donné à ces fagaceae.

On observe de nombreuses espèces de chênes différents. En France, on en a environ sept espèces importantes au niveau écologique qui se répartissent en deux groupes : les chênes à feuillage caduque et les chênes à feuillage persistant (sempervirent). Les quercus caduques sont composés du chêne pédonculé et du chêne sessile. Les quercus persistant regroupent les chênes verts (*Quercus ilex*), le chêne liège (*Quercus suber*) et le chêne kermès (*Quercus coccifera*).

Le chêne liège est une espèce intéressante : c'est une plante calcifuge (qui fuit le calcaire). On le trouve dans les régions méditerranéennes et sur le littoral atlantique. Ce chêne possède un suber provenant du fonctionnement de l'assise subéro-phélocodermique, ce qui constitue une bonne protection contre les incendies. On en fait entre autre, des bouchons pour les bouteilles de vin.

La subériculture : la première opération pour enlever le liège est le démusclage ; c'est comme avec les crêpes, la première est ratée.

6\ Les Brassicales.

On note une tendance à la zygomorphie chez les *Ibérís*.

Les Brassicaceae (Crucifères).

Les inflorescences miment une fleur unique : les pétales externes sont plus grands.

Les crucifères se mangent, notamment les brassica (*Napus*). *Napus esculenta* = navet ; *Napus oleifera* = colza.

Brassica oleaceae : c'est le chou. C'est une espèce spontanée sur les littoraux d'Europe du Nord. *Brassica sativus* est le radis.

Certaines crucifères ont des propriétés médicinales et elles sont souvent riches en vitamine C : ce sont des anti-scorbutiques.

Certaines crucifères sont ornementales, par exemple, *Lunaria biennis* aussi appelée, la monnaie du pape.

Cheranthus chereis est la giroflée.

Chez la moutarde, on note la présence de cellules à myrosine : c'est une enzyme qui dégrade les glucosides sulfurés (très présents dans les graines). C'est ce qui donne l'huile de moutarde. En fait, c'est un système de défense.

Lors de la mastication, il y a mélange des enzymes et de l'huile de moutarde, ce qui libère des composés sulfurés au goût de moutarde.

Le pastel (*Isatis tinctoria*) est utilisé comme plante tinctoriale pour sa couleur bleue. Elle était fortement cultivée au 16^{ème} siècle. Sa chute est due à la découverte de l'indigo (*Indigofera sulfructosia*). On récupère les feuilles de pastel, on les fait macérer, on les broie puis on en fait des boules : la cocagne.

La rose de Jéricho (*Anastatica hierochuntica*). Quand ses feuilles tombent, s'il fait sec, la plante se recroqueville en boule → elle se fait arracher par le vent et est transportée, ce qui est un bon moyen de dissémination.

7\ Les Ericales.

La famille des Ericaceae.

Les éricaceae forment la famille des bruyères, de la myrtille. Ce sont des plantes ligneuses, en arbustes dont les feuilles sont très variables ; généralement simples, plus ou moins développées. Elles sont du genre érocoïdes : feuilles en aiguille souvent persistantes.

Les landes à bruyère sont sur les sols pauvres.

La taille réduite des feuilles n'est pas explicable par le manque d'eau, mais peut-être à cause de la pauvreté des sols.

Les fleurs sont pentamères : 5S, 5P, 10^E, 5C. C'est une famille gamopétale. Les étamines sont à déhiscence poricide. Certaines étamines ont des petites « cornes », des appendices.

Les Ericaceae sont divisées en quatre tribus :

α\ Les Rhododendroideae.

La fleur est légèrement zygomorphe avec un ovaire supère. Les étamines sont sans appendice. Le rhododendron est typique de l'étage sub-alpin. En ce moment, il y a recolonisation de ce milieu.

β\ Les arbutoïdeae.

Arbutus unedo : l'arbousier. Le fruit est une baie ou drupe. Les feuilles sont bien développées. *Arctostaphylos uva ursi* est le « raisin d'ours ».

γ\ Les Vaccinoïdeae.

Dans ce groupe, on trouve la myrtille.

L'ovaire est infère ; la feuille développée ; les étamines cornues.

δ\ Les Ericoideae.

Le genre *Erica* est la bruyère.

Le périanthe est persistant → la fleur se dessèche sur l'arbre.

Le fruit est une capsule.

8\ Les Lamiales.

Les Lamiaceae.

Les lamiaceae sont des plantes aromatiques.

La tige est carrée (quadrangulaire), les feuilles sont opposées, décussées (perpendiculaire par rapport au niveau de la feuille).

Elles présentent des adaptations aux climats secs (thym, lavande).

On trouve des poils sécréteurs.

Les inflorescences sont généralement en cymes concentrées.

La fleur est : 5Ss, 5P (2 pour la lèvre inférieure et 3 pour la supérieure). La zygomorphie augmente. Ces plantes sont gamopétales, gamopétales.

Chez *Ajuga*, la lèvre supérieure a disparu.

On a quatre étamines soudées à la corolle. Chez *Salvia* (la sauge), on trouve un système de basculement qui permet de déposer le pollen sur le dos d'un insecte. On a deux carpelles mais qui donnent un tétrakène : il y a formation de fausses cloisons qui sépare les deux carpelles.

La pollinisation est entomophile.

Dans les lamiales, on trouve : *Lavandula*, la lavande ; *Rosmarinus*, le romarin ; *Thymus*, le thym ; *Salvia*, la sauge ; *Satureia*, a sarriette ; *Mentha*, la menthe.

9\ Les Apiales.

Les Apiaceae (anciennement Umbellifères).

Les apiaceae sont généralement herbacées sauf *Bupleurum* qui est ligneux.

Les feuilles sont composées, découpées (carotte, fenouil) sauf *Bupleurum* (feuilles simples).

L'inflorescence est en ombelle. On a soit une ombelle simple avec une bractée à la base du pédoncule de chaque fleur, soit une ombelle d'ombellule avec les bractées à la base des pédoncules fixés sur l'ombellule. Les ombelles, en se resserrant, vont imiter une fleur unique.

Chez *Seseli*, la formule florale est : 5S_i, 5P_i, 5E, 2C.

Le fruit est un schizocarpe (= 2 méricarpes) : exemples, graine de cumin, de carvi.

Exemples de plantes alimentaires :

Anethum graveolens, l'aneth ; *Antriscus cerofolium*, le cerfeuil ; *Coriandrum sativum*, la coriandre ; *Cuminum cyminum*, le cumin ; *Daucus carota*, la carotte ; *Foeniculum vulgare*, le fenouil.

Exemples de plantes dangereuses :

Conium maculatum, la grande ciguë ; *Cicuta virosa*, la ciguë aquatique.

10\ Les Astérales.

Les Asteraceae (anciennement Composées).

L'inflorescence est en capitule. Les fleurs sont insérées sur un réceptacle. Le tout simule une fleur unique. A la base de celle-ci, on a un involucre de bractées comme chez les apiaceae.

L'ovaire est nettement infère. Le fruit est un akène, souvent surmonté par un pappus (ensemble de poils aidant à la dissémination de la graine par le vent).

Ce sont des plantes à fort pouvoir de colonisation.

Exemple d'Asteraceae :

Cichorium endiva, l'endive ; *Lactuca sativa*, la laitue ; *Taraxacum officinale*, le pissenlit ; *Helianthus annuus*, le tournesol ; *Cynara scolymus*, l'artichaut ; *Artemisia absinthium*, l'absinthe ; *Artemisia glacialis*, le genépi ; *Arnica montana*, l'arnica.

α\ Les tubuliflores.

Les fleurs sont actinomorphes, tubuleuses. Exemple : le bleuet, *Centaurea*.

Les anthères sont soudées et forment un tube d'où émerge le style et deux stigmates.

β\ Les liguliflores.

La fleur est ligulée, zygomorphe, avec cinq dents.

γ\ Les radiées.

Les fleurs sont ligulées avec trois dents périphériques. Au centre, elles sont tubuleuses. On trouve chez les radiées, la marguerite, le chrysanthème.

→ C'est la meilleure simulation de fleur unique.