

Deuxième partie:

**INTRODUCTION**  
**aux ANGIOSPERMES**

# **INTRODUCTION aux angiospermes**

## **Plantes à fleurs**

**Plus de 90% des espèces de plantes existantes sont des plantes à fleurs; elles présentent une incroyable variabilité.**

## L'évolution des angiospermes

**L'évolution des angiospermes a commencé au Mésozoïque.** Les plus anciennes plantes à graines fossiles sont apparues il y a environ 365 millions d'années au cours de la dernière période du Dévonien. La première trace des angiospermes fossiles date de la première période du Crétacé, il y a environ 142 millions d'années ( une fleur de nénuphar figure 23.5).

Cependant, quelques caractéristiques des angiospermes apparaissent chez des fossiles datés de 200 millions d'années et les données concernant les séquences d'ARN et D'ADN suggèrent que la lignée à l'origine des plantes à fleurs s'est séparée de celle d'autres plantes à graines depuis au moins 280 millions d'années.

Les relations évolutives entre les angiospermes et les gymnospermes demeurent incertaines. Les groupes de gymnospermes supposés les plus proches des angiospermes sont les Bennettitales et les gnotophytes. Les gnotophytes qui comptent actuellement trois genres, *Ephedra*, *Gnetum* et *Welwitschia*, sont presque des angiospermes basales.

.- L'existence de fleurs fossiles n'apporte pas d'éléments nouveaux en ce qui concerne l'évolution des angiospermes.

- La structure du grain de pollen est un des caractères utiles pour retracer l'évolution des angiospermes. Comme chez certaines gymno et chez toutes les mono , les grains de pollen de la plupart des angio basales possèdent un seul pore germinatif, ou aperture et sont aussi *monoaperturés*

Au contraire, toutes les eudicotylédones -la grande majorité des angiospermes possèdent des grains de pollen triaperturés (trois pores), qui facilitent la fécondation en fournissant trois voies possibles de sortie du tube pollinique. Si l'aperture se présente comme une fente, on dit que le grain de pollen est **colpé**; s'il y a trois fentes, il est dit **tricolpé**.

D'après l'étude moléculaire les Bennettiales, les gnétophytes et les angiospermes ont toutes des ancêtres communs très proches.

## **Les angiospermes se sont propagées rapidement à travers le monde durant le Crétacé.**

La période crétacée a débuté il y a 144 millions d'années et s'est terminée il y a 65 millions d'années. La plupart des angiospermes ne sont pas apparues qu'au cours des trente dernières millions d'années de cette période, ce qui représente une courte durée évolutive.

Donc, en termes d'évolution, l'origine et la diversification des angiospermes sont plutôt soudaines; Darwin lui-même décrivait ce développement comme « un abominable mystère ». Nous ne savons pas exactement où est apparue la première angiosperme, ni exactement pourquoi les premières angiospermes étaient mieux adaptées à différents environnements que les gymnospermes et les plantes sans fleurs.

Le nombre de gymnospermes commence à décliner. Cependant, environ 760 espèces existent encore de nos jours.

La prétendue propagation adaptative primaires des plantes à fleurs est comparable à la propagation rapide des gymnospermes lors de leurs implantation réussie comme plantes à graines.

Quand les angiospermes apparurent pour la première fois, il y a environ 130 millions d'années, la plupart des continents de l'hémisphère Sud-Afrique, Amérique du Sud, Inde et Australie- étaient reliés en un continent unique. Un grand continent comprenant l'Amérique du Nord, l'Europe et Asie, était connecté au Gondwana par l'extrémité nord de l'Afrique et par l'Amérique centrale. Les climats étaient très variés, les liens continentaux ont permis la propagation de la majeure partie des angiospermes sur une grande partie des continents. Tandis que ces grands continents se séparaient en vastes ensembles pendant la période crétacée, les changements de climats sur ces différents continents entraînaient une vaste harmonisation évolutive de la diversité au cours de l'adaptation des angiospermes.

Actuellement , le blé, la pomme de terre, le fraisier, entre autres, sont cultivés dans le monde entier. Cependant , chacune des ces cultures est apparue à partir d'une zone géographique spécifique. L'agriculture s'est développée partout il y a de 5 000 à 12 000 ans, quand les populations ont commencé à cultiver les plantes.

Par exemple, la culture du blé et l'orge a débuté il y a environ 11 000 ans , dans une région qui comprend actuellement une partie de la Turquie, de l'Irak, de l'Iran, de la Syrie, de la Jordanie, D'Israël et de l'Egypte. Puis progressivement à l'Ouest et au Nord de l'Europe , plus tardivement en Chine, en Inde , en Amérique du Sud et en Afrique.

Les êtres humains ont initié le processus de sélection artificielle dans lequel les graines, les plantules ou les fragments de meilleures plantes sont sauvegardés pour les plantations ultérieures. Ce processus fut l'origine d'une migration des angiospermes sélectionnées.

En 1916, le botaniste Russe N.I. Vavilov développa le travail des botanistes qui l'avaient précédé pour tenter d'identifier les premières régions dans lesquelles les plantes cultivées furent acclimatées pour la première fois.

Il rechercha les régions dans lesquelles poussent les parents sauvages des plantes cultivées et proposa huit foyers majeurs de diversité culturelle (fig 23.10). Plus tard, Vavilov augmenta le nombre de foyers et proposa qu'une région avec la plus grande diversité d'espèces soit également son foyer d'origine.

Des chercheurs se sont interrogés sur ces conclusions et ont affirmés que « les foyers d'origine » peuvent simplement se situer à l'endroit où a lieu la majorité des recombinaisons génétiques. De plus, retracer les origines des espèces cultivées est d'autant plus difficile qu'elles se sont propagées à travers le monde.

Bien que le débat se poursuive sur la localisation et le nombre de foyers de diversité, les chercheurs de Vavilov et des études similaires restent utiles afin de préserver la diversité des plantes alimentaire.

Dans le monde entier, les trois cultures les plus importantes sont le riz, le blé et le maïs.

## La diversité des angiospermes

Les angiospermes représentent un groupe végétal performant. Ce groupe est une indication au succès des adaptations concernant la structure et la fonction reproductrice rencontrées dans l'embranchement des Anthophytes qui est divisé en deux classes principales:

les monocotylédones et les dicotylédones. Les deux classes sont les plus importantes de plantes à fleurs, typiquement et historiquement désignés comme sous embranchements ou classes, de récentes données moléculaires indiquent que l'embranchement consiste en au moins quatre groupes essentiels:

- les angiospermes basales (Amborellales, Nymphéales et Austrobaileyales),
- les magnoliales,
- les monocotylédones,
- les eudicotylédones.

### **Les angiospermes basales:**

Comprennent des membres des ordres des Amborellales, des Nymphéales et des Austrobaileyales. Le seul membre actuel de l'ordre des Amborellales est *Amborella trichopodia*, un arbuste que l'on trouve uniquement en Nouvelle-Calédonie. L'analyse moléculaire a montré que ce genre appartient à une lignée évolutive qui est apparue avant les angiospermes basales, faisant de lui un descendant des angiospermes les plus primitives. ( pas de vaisseaux et son pollen ne possède qu'un pore germinatif. **0.5% des espèces d'angiospermes actuelles.**

### **Les magnoliales**

constituent un groupe monophylétique qui comprend environ vingt familles: Lauraceae et Magnoliaceae (ligneuses et arborescentes) les herbacées F: Piperaceae.( Un seul pore, les huiles étherées).**2.5% des espèces actuelles d'angiospermes.**

### **Monocotylédones:**

Possèdent un pollen avec un pore germinatif, représentent environ 28% des angiospermes actuelles.

### **Ceratophyllaceae:**

unique genre *Ceratophyllum* ce sont des herbes aquatiques, sans racines à petites feuilles dépourvues de stomates, assurant elles- mêmes les échanges gazeux. Les études du séquençage moléculaire ne permettent pas de relier ces plantes avec les autres groupes d'angiospermes.

## Le groupe le plus important des eudicotylédones/

Les systématiciens en se fondant sur l'anatomie, le développement et les données moléculaires divisent actuellement **les 150 000 espèces d'eudicotylédones en deux groupes principaux (68%): les eudicotylédones basales et les eudicotylédones dérivées.** Les eudicotylédones basales, ainsi appelées parce qu'elles sont les premières eudicotylédones, sont ordinairement divisées en une douzaines de familles appartenant aux ordres des **Ranunculales** et des **Protéales**. Les eudicotylédones dérivées comprennent la plupart des familles d'eudicotylédones et sont actuellement divisées en trois groupes. Les **caryophyllales**, les **rosales** et les **astérales**.

Les caryophyllales, avec deux ordres, représentent un groupe monophylétique fondé notamment sur des caractéristiques des téguments de la graine, des vaisseaux et du pollen; les cactus et les œillets en font partie.

Les rosales comprennent plusieurs groupes de plantes qui forment des nodosités racinaires contenant des bactéries fixatrices de l'azote atmosphérique. Les données moléculaires suggèrent que les rosales ne constituent pas un groupe monophylétique et peuvent probablement être divisées en plusieurs groupes.

Les astérales, les résultats de la biologie moléculaires suggèrent que les **astérales** forment un groupe monophylétique.

Le classement par catégories du grand nombre d'eudicotylédones dérivées en trois groupes est un moyen pratique pour classer plus de 450 familles, dans le futur , le nombre de groupes augmentera.

Au-dessus de la famille et de l'ordre, il n'existe pas de termes officiels pour désigner les différents groupes. La plupart des systématiciens essaient simplement d'identifier des clades sans chercher à déterminer si les groupes sont des sous-embancements, des divisions, des classes ou des sous –classes.

Les espèces d'angiospermes sont classées dans de nombreuses familles, chacune d'elles présentant ces propres caractéristiques; elles peuvent se rencontrer dans de nombreux habitats spécifiques.

Les principales différences des angiospermes sont relatives à l'anatomie florales et à la structure du fruit, à la taille et à la forme du sporophyte, au degré d'adaptation aux différentes conditions environnementales. Elles peuvent présenter des similitudes, résultant d'une évolution convergente plutôt que d'un ancêtre commun.

Le séquençage moléculaire a été d'une aide considérable pour déterminer les relations phytogénétiques.



## **Les fleurs ont évolué comme des ensembles de feuilles modifiées**

Chez les plantes vasculaires, la plupart des structures produisant des spores proviennent de feuilles transformées appelées sporophylles. Les sporophylles se développèrent d'abord chez les plantes dépourvues de fleurs .

- Chez les plantes vasculaires sans graines , les sporanges apparaissent typiquement à la surface de la sporophylle.
- Chez les gymnospermes, les sporanges se développent à l'intérieur des sporophylles et de feuilles modifiées qui évoluent en écailles généralement regroupées en cônes.
- Chez les angiospermes , les sporophylles évoluent de façon différente, aussi bien en ce qui concerne leur structure que leur organisation. Les sporophylles contenant les microsporangies deviennent des étamines, alors que les sporophylles qui portent les mégasporanges se développent en carpelles. Les sépales et les pétales évoluent comme des feuilles modifiées.

Selon les espèces d'angiospermes, un ou plusieurs des quatre types de feuilles modifiées – **étamines, carpelles, pétales ou sépales**- peut ne pas être présent sur une fleur. Cependant, toutes les fleurs ont au moins un type de sporophylles, étamines ou carpelles, les méristèmes reproducteurs ont un fonctionnement défini dans le temps: **lorsqu'une fleur arrive à maturité, elle cesse de croître et produit des graines**. Tandis que chaque ovule à l'intérieur du carpelle se développe en graine, les étamines, les pétales et les sépales fanent.

Pendant ce temps, chaque ovaire, souvent fusionné avec d'autres parties de la fleur, se développe en un fruit qui entoure la ou les graines.

L'étude des fossiles a permis aux paléobotaniques de formuler des hypothèses concernant l'évolution des étamines, des carpelles, des pétales et des sépales en tant que feuilles modifiées. Les tendances suivantes sont évidentes pour les angiospermes évoluées:

⇒ Etamines et carpelles ressemblent de moins en moins à des feuilles; les carpelles fusionnent souvent pour former des carpelles composés.

La figure 23.4(a) illustre les étapes hypothétiques de l'évolution de l'étamine depuis le microsporange, situé sur la partie aplatie de la sporophylle, jusqu'à l'obtention de l'anthere.

La figure 23.4 (b) montre une possible évolution des carpelles, depuis le mégasporange situé à la surface de la sporophylle jusqu'à son inclusion dans l'ovaire du carpelle qui correspond à la sporophylle repliée sur elle-même et soudée sur les bords.

→ Sépales et pétales ont une origine similaire.

→ Le nombre de pièces florales n'évolue plus. Dans plusieurs grands groupes d'angiospermes, par exemple, le nombre d'étamines, qui était élevé à l'origine, est égal à quatre, cinq, ou un multiple de trois.

→ La disposition des pièces florales passe progressivement de spiralé, qui représente le type primitif comme les écailles des cônes, à verticillée ou toutes les pièces florales sont disposées sur un même niveau. Le nombre des verticilles est réduit, passant de quatre à trois, à deux et à un.

→ La symétrie radiale des fleurs devient bilatérales chez de nombreuses lignées évolutives indépendantes.

**Les avantages sélectifs des plantes à fleurs**, le succès des plantes à fleurs est en partie dû aux adaptations permettant une meilleure gestion d'eau:

- la présence de vaisseaux
- l'inclusion des graines dans les fruits les protègent de la dessiccation
- les fleurs attirent les pollinisateurs , ce qui facilite la pollinisation croisée
- les fruits attirent souvent les animaux, ce qui contribue à la dissémination des graines.

## **L'embranchement des Anthophytes comprend plus de 450 familles, classées essentiellement d'après la structure florale**

La structure du fruit et de la fleur est ordinairement utilisée, celle de la tiges et des feuilles moins fréquemment. Chaque famille possède un grand nombre de caractéristiques qui permettent de distinguer ses différents membres.

Pour certaines, un caractère, ou plus, peut facilement être utilisé pour la classification.

Chez d'autres, les critères sont difficiles à distinguer.

## **Plusieurs familles illustrent la diversité de la structure de la fleur et du fruit.**

Les Poaceae (graminées) sont des monocotylédones pollinisées par le vent ; on inclut dans ce groupe presque toutes les plantes qui produisent des grains. Les Orchidaceae (orchidées), la plus vaste famille, sont des monocotylédones avec de grands pétales très voyants qui attirent les pollinisateurs. Les Asteraceae (famille du tournesol), la plus importante famille des eudicotylédones, possèdent typiquement des fleurs groupées en capitules

Les Fabaceae ( légumineuses) se situe au troisième rang d'importance mondiale. Les cucurbitaceae, chez lesquelles on trouve les courges, le melon, les citrouilles, ont des fleurs unisexuées.

Les fleurs des Salicaceae ( famille du saule) sont typiquement disposées en chatons. Les Lamnaceae ( famille des lentilles d'eau) sont les plus petites plantes à fleurs du monde.

Quatre angiospermes très différentes: le pétunia, le tournesol, le maïs et un genre de plante grasse.

Les pétunias, tels que *Petunia axillaris*, appartiennent à un groupe familial qui fait une percée chaque été dans les jardins et les bacs à fleurs avec de nombreuses variations colorées. Les fleurs attirent les insectes qui se nourrissent du nectar et transportent involontairement le pollen de fleur en fleur.

Les tournesols, tels que *Helianthus*, sont facilement reconnaissables. Toutefois, il s'agit d'une fleur composée, le centre du capitule est formé de petites fleurs centrales tubulées tandis que la partie périphérique regroupe les fleurs ligulées, chaque capitule produit de nombreux fruit appelés *graines de tournesol*, bien que plus complexe que le pétunia, le tournesol fonctionne encore comme une fleur unique pour attirer les pollinisateurs (Figure).