**Chapitre 1 : Définitions et Aperçu historique et évolution de la classification botanique**

**Introduction**

Ce cours, conformément à l’intitulé de la matière, ne concerne que les plantes angiospermes cultivées de manière précise et qui s’intègrent dans la diversité actuelle du vivant d’une manière générale (la biodiversité).

Cette diversité est d'une importance vitale pour la santé et le bien-être de la vie sur terre. Pourtant les habitats naturels se font détruire à une vitesse alarmante, menaçant cette ressource sur laquelle nous dépendons. En protégeant la biodiversité, l'importance des végétaux ne doit pas être ignorée d’autant plus qu’elle occupe la plus grande part en raison de son poids et de son rôle dans l’écosystème en tant que composante biotique la plus importante et la plus grande **(Ozenda, 1982)**.

Avec leur capacité d'exploiter l'énergie du soleil, émettre de l'oxygène et de produire du glucose (biocarburant métabolique) les plantes sont à la base de la vie sur terre.

Ces plantes, qu’elles soient spontanées (sauvages, naturelles…) ou domestiquées (cultivées) offrent des potentiels de développement et de maintient dans leurs habitats où lieu de culture des milieux (biotopes) propices à la biodiversité (dans une certaine limite dans les agro-écosystèmes).

Donc la connaissance des plantes est nécessaire pour une utilisation comestible, fourragère, agricole (nettoyantes, étouffantes, fixatrices d’azote …), médicinale, utilitaire (tannage, coloration …), indicatrices de biotopes perturbés ou non (pollution, sols mal drainés, salinité, ensablement …) et vénéneuse (toxique) d’où l’intérêt de la classification botanique.

Dans ce cours on se fixe la connaissance des principes de base de la classification botanique où on ne va s’intéresser qu’aux plantes supérieures (Angiospermes) qui ont attrait avec la production végétale et qui présentent en même temps un intérêt économique comme production ou produit agricole mais aussi comme plantes concurrentes (adventices) des cultures **(Choukri Ibrahim, 1999)**.

**1- Définitions**

* Botanique systématique : c’est la systématique des plantes. La systématique végétale est la science d’identification, de description, de nomination et de classement des plantes.
* La systématique est la science qui s’intéresse à la diversité des organismes. Elle implique la découverte, la description et l’interprétation de la diversité biologique ainsi que la synthèse des informations sur la diversité et leur présentation sous forme de systèmes de classification prédictive **(Judd et al., 2002)**.
* La systématique est l’étude scientifique de la diversité biologique et de son histoire évolutive **(Raven et al. , 2008)**.
* La systématique ou biosystématique est la science qui a pour objectif de décrire les organismes vivants, les regrouper en entités appelées taxons, les nommer et les classer(\*).
* La **systématique** a pour objectifs l’étude de la diversité des organismes et la compréhension des relations entre les organismes vivants et fossiles, c’est-à-dire leurs degrés de parenté. Ce que l’on appelle actuellement **biosystématique**, est une approche moderne de la systématique qui fait appel à des informations de différentes origines: morphologie, génétique, biologie, comportement, écologie, etc.
* Taxonomie ou taxinomie : science de la classification, ses principes et méthodes.
* La taxonomie consiste plus précisément à déterminer et à nommer les plantes en les référant à un taxon **(Spichiger et al., 2004)**.
* Un taxon est une unité d’un certain rang systématique **(Spichiger et al., 2004)**. Une unité systématique porte, quel que soit son rang, le nom de taxon **(Lejoly, 2005)**.
* Les unités systématiques ou unités de classification sont appelés *taxons* ce qui a l’avantage de ne pas préciser le niveau hiérarchique du groupe que l’on considère **(Guignard et Dupont, 2004 ; Dupont et Guignard, 2012)**. De cette manière ce ci est intéressant dont la mesure où lorsqu’on est devant un genre inconnu ou un genre connu mais on n’arrive pas à déterminer l’espèce (faute de fruit ou de graine ou d’autre détail indisponible sur place etc.) où même face à une espèce connue (voir même cultivée) mais on n’a pas encore déterminé la sous espèce ou la variété : dans ces cas là il est plus juste de dire taxon.
* un taxon est un regroupement d’organismes reconnu en tant qu’unité formelle dans la classification (\*\*).
* *Prunus armeniaca* L. est un taxon de rang spécifique.
* *Prunus* est un taxon de rang générique.
* Les Rosaceae est un taxon de rang familial.
* Les Rosales est un taxon de rang ordinal.
* Définition de la taxonomie (ou taxinomie) végétale : c’est la science qui a pour objet de décrire les organismes vivants et de les regrouper en entités appelées taxons afin de les identifier puis de les nommer et enfin les classer suivant les instructions de codes internationaux de nomenclature.

Un aspect important de la systématique est la taxonomie qui consiste à identifier, nommer et classer les espèces **(Raven et al. , 2008)**.

* (\*) : [www.fsr.ac.ma/cours/biologie/](http://www.fsr.ac.ma/cours/biologie/)
* (\*\*) : [www.vdsciences.com/](http://www.vdsciences.com/).

***Remarque****:*

* La difficulté en botanique est qu’il existe des termes techniques peu familiers qui ne peuvent et ne doivent pas être évités. Ces termes sont essentiels pour une description exacte des échantillons à identifier, à comparer ou même à classer (**El Alaoui Faris, 2014)**.
* Dans les sciences de la vie, systématique ou biosystématique, taxonomie (ou taxinomie) désignent souvent la même chose.
* Dans la pratique un taxon est parfois synonyme d’espèce.
* Pour éviter de préciser s’il s’agit d’espèces, de sous espèces ou de variétés on emploie le terme d’unité taxonomique ou de taxon et ainsi la flore est la liste des unités taxonomiques **(Dupont et Guignard, 2012)**.

**2- Aperçu historique et évolution de la classification botanique**

Selon **Spichiger et al. (2004)** l’évolution de la classification botanique se pressente comme suit :

**2-1- Classification vernaculaire : la parataxonomie**

Pour les chasseurs-cueilleurs, qu'ils soient du Paléolithique ou du XXe siècle, le monde végétal constitue la source où l'on s'approvisionne en nourriture, en fibres, en matériaux de construction, en médicaments, en produits toxiques divers, etc. Les plantes qui fournissant ces biens, produits et services font l'objet de classifications vernaculaires, c'est-à-dire basées sur des noms et des concepts locaux. Ces concepts descriptifs utilisent en priorité des caractères tels que l'usage potentiel, l'allure générale, l'écologie, l'odeur du bois ou des feuilles, les caractères des exsudats (sève, latex), la façon dont se desquame ou s'arrache l'écorce, la symbiose avec des animaux (fourmis). Ces classifications vernaculaires ou empiriques sont nommées *parataxonomies.*

Le défaut de ces taxonomies locales est qu'elles utilisent un langage régional, inadapté à une transmission globale de l'information.

Bien que délaissées par les scientifiques des XVIIIe et XIXe siècles, les classifications parataxonomiques ont légué aux floristes et aux monographes modernes de précieuses informations sur les usages médicinaux et autres utilisations traditionnelles.

**2-2- La classification botanique de l'antiquité au moyen âge**

**Aristote (384-322 av. J.-C.)** fut le précurseur de la biologie, et plus particulière­ment de la classification. Il a décrit l'ordre naturel sous forme d'une série qui commence avec des organismes simples et qui, en passant par des organismes plus complexes, aboutit à l'homme.

De l'Antiquité au Moyen Age, les classifications reposaient surtout sur l'utilisation de la plante, de ses propriétés alimentaires, aromatiques, médicinales ou toxiques.

* **Théophraste (370-285 Av. J.-C.)**. Philosophe grec, disciple d'Aristote, il fut appelé le «père de la botanique». Il établit une classification artificielle en quatre groupes principaux: herbes, sous-arbrisseaux, arbrisseaux et arbres. Il détermina 500 plantes, releva certaines différences morphologiques (corolle, position de l'ovaire, types d'inflorescences, etc.). Son oeuvre fit référence jusqu'à la fin du Moyen Age.

**Pline (23-79)**. Naturaliste romain, il écrivit une grande encyclopédie, son *Histo­ria naturalis,* en 37 volumes, dont neuf traitent des plantes médicinales. Pline s'est conformé à la botanique de Théophraste tout en compilant les informations d'autres auteurs romains. Les quelque 300 noms de plantes qu'il ajoute à ce qui était déjà connu relèvent plus de la poésie que de la réalité biologique.

**Dioscoride (1er siècle après JC.)**. Médecin militaire grec dans l'armée romaine, il transmit son savoir au travers de son *Materia medica.* L'ouvrage décrit 600 plantes médicinales, 100 plantes nouvelles par rapport au catalogue de Théophraste. L'ouvrage de **Dioscoride** fit référence dans le domaine de la médecine pendant 1500 ans.

Du début de l'ère chrétienne jusqu'au Xlle siècle, les sciences naturelles ont régressé en Occident, suspectées par l'Eglise de déviationnisme diabolique. Les bio­logistes étaient à la fois alchimistes et médecins. Citons par exemple **Albertus Magnus (Albert Le Grand) (1193-1280)**. Philosophe, il fut le maître de Saint Thomas d'Aquin et alchimiste, il décrivit de nombreuses plantes dans son *De vegetalis.* Il fut le premier à différencier les Monocotylédones des Dicotylédones à partir de la structure de la tige.

**2-3- Premières classifications scientifiques: les XVIe et XVIIe siècles**

Le besoin d'une classification plus précise se fait sentir, car on ne pouvait plus seulement nommer les nouvelles plantes du Nouveau Monde où la plante séchée, conservée et parfois dessinée, devient matériel de référence: l'œil, aidé parla loupe, remplace le toucher et l'odorat. La variabilité de l'appareil floral, qu'on peut mieux observer grâce à des instruments d'optique, permet de distinguer des plantes végétativement semblables. On décrit plus précisément les plantes, on les mesure. Parmi les botanistes qui ont marqué cette période:

**Otto Brunfels (1464-1534)**, herboriste allemand, décrit les plantes utilitaires et médicinales, qu'il illustre avec soin. Il distingue les plantes à fleurs des plantes sans fleur.

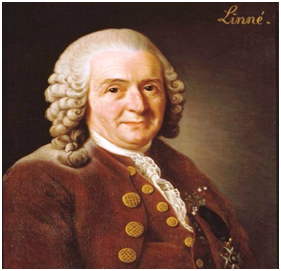
**Luca Ghini (1490-1556)** est considéré comme l'inventeur de l'herbier et participa à la création des Jardins botaniques européens.

**Andréa Caesalpino (1519-1603)**, proposa de nouvelles subdivisions: 1500 végétaux connus regroupés dans 15 classes, selon les habitats, certains caractères végétatifs, carpologiques, des graines et des fleurs. Il a été le premier botaniste à comprendre que l'embryon est un caractère fondamen­tal en systématique.

**Kaspar Bauhin (1560-1624**), pasteur et médecin genevois, fonde le premier Jardin botanique de cette ville. Il publie dans son *Pinax* (1623) une liste de 6000 plantes avec leur synonymie. Il invente un système binominal de nomenclature pour nommer les plantes qu'il décrit. Ce système sera repris et systématisé par Linné **(De Wit 1994 in Roodolphe et al. 2004)**.

**John Ray (1627-1705)**, a décrit 18 000 espèces. C'est l'inventeur du concept moderne d'espèce qu'il définit dans son *Historia plantarum* (1686-1704). Il met en évidence les Cryptogames sous le nom *d'Im­perfectae.* Il est le premier botaniste à utiliser les grandes divisions: Monocotylédones et Dicotylédones*.* Il est à l'origine de la classification naturelle, c'est-à-dire d'une classification utilisant de nombreux caractères. Il ne retient cependant pas le concept binominal de Bauhin.

**2-4- Linné: l'invention de la nomenclature moderne**



**Carl Von Linné** **(1707-1778)**, professeur de botanique et de médecine à l'Uni­versité d'Uppsala (Suède), est considéré comme le père de la taxonomie. Il inventa une classification basée qualifiée d'artificielle. Linné, dont l'ambition était de nommer tout le minéral, le végétal et l'animal existant, a utilisé ce système polynominal dans le *Spe­cies plantarum* (1753) en apportant une innovation qui allait être le fondement de la nomenclature binominale moderne: dans la marge des descriptions polynominales de chaque espèce du *Species plantarum,* il ajouta un résumé constitué d'un seul mot qui ,

combiné avec le nom générique, allait donner une abréviation en deux mots (binomi­nale) de la description polynominale. Le système nomenclatural moderne était né.

Pour la botanique, Linné est l'auteur de trois ouvrages encyclopédiques:

* le *Systema naturae* (1735) (présentation de son système de classification des trois règnes de la nature, minéral, végétal et animal);
* le *Genera plantarum* (1737) (description des genres de plantes); dans l'appendice de la sixième édition (1764), il fait la liste de 58 «ordres naturels»;
* le *Species plantarum* (1753) (catalogue et manuel pour l'identification des plantes connues à son époque).

Avec le dernier ouvrage, Linné a été le premier auteur d'un travail qui représente le point de départ de la nomenclature moderne de la plupart des végétaux.

**2-5- Classifications naturelles et fondements de la systématique moderne**: l'Ecole française, Candolle, Bentham & Hooker

**Augustin-Pyramus De Candolle (1778-1841)**, à l'intérieur des Dicotylédones, créa des subdivisions basées sur des concepts qui sont encore d'actualité: *Thalamiflorae, Caliciflorae, Corolliflorae, Monochlamy­dae.* Ses *Corolliflorae* allaient être reprises sous les noms de Gamopétales, Sympétales ou *Metachlamydae* par les systèmes postérieurs, et généralement considérées comme le sommet évolutif des Dicotylédones. Comme Goethe, Candolle désigne les Polycarpiques *(Ranales)* comme le groupe originel des Angiospermes. Il décrivit les plantes par séries représentant les modifications logiques par rapport à un plan ori­ginel de base. Ayant travaillé avec Lamarck (il est son coauteur pour la troisième édi­tion de la *Flore française,* 1805-1815), il a probablement été confronté à ses idées. La systématique de Candolle est établie sur la morphologie florale (calice, corolle, étamines, ovaire), principe adopté ultérieurement par tous les chercheurs.

Cette classification, déjà très moderne, allait influencer tous les grands systèmes du XXe siècle.

**George Bentham (1800-1884)** et **Joseph Dalton Hooker (1817-1911)** sont les auteurs du *Genera plantarum* (1862-­1883). Leur classification est inspirée des Jussieu et Candolle. Contemporains de Darwin, ils n'intègrent pas la notion d'évolution dans leur classifi­cation, bien que **J. D. Hooker** ait été convaincu de la pertinence du concept phylo­génétique. Malheureusement, le plan du *Genera plantarum* étant déjà établi au moment de la parution de l'ouvrage de Darwin, ils décidèrent de ne pas le changer **(De Wit 1994 in Spichiger 2004)**.

Ils proposèrent trois grands groupes d'Angiospermes: *Polypetalae* (pétales libres), *Gamopetalae* (pétales soudés) et *Monochlamydeae* (apétales). Le système de Bentham & Hooker est proche de celui de Candolle. Ils insèrent cependant entre les *Thalami­florae* et *Caliciflorae* un nouveau groupe, les *Disciflorae.*

Les classifications des Candolle et de Bentham & Hooker reproduisent à tel point la réalité des filiations qu'elles sont d'excellentes ébauches de systèmes phylogéné­tiques.

**2-6- Premières classifications évolutives** : Engler et l'Ecole allemande, Bessey et l'Ecole anglo-saxonne

Si les concepts d'hérédité et d'évolution ont déjà été pressentis par certains visionnaires comme Ray, Lamarck, au début du XIXe siècle, émet clairement l'hypothèse que les taxons peuvent changer au cours du temps, en donnant naissance à de nouveaux groupes. Il ajoute ainsi aux piliers traditionnels de la systématique - morphologie, anatomie et milieu - le facteur temps.

La théorie de l'évolution développée par Darwin dans *the Origin of species* (1859) cite : par sélection naturelle, de nou­velles espèces sont créées. Les notions d'espèces dynamiques et de lignées d'orga­nismes apparentés dominent désormais la classification.

**Adolphe Théodore Brongniart (1801-1876)** suggère l'utilisation des formes fossiles pour l'élaboration d'un système phylogénétique; il est le fondateur de la paléo­botanique. Son système très clair influencera l'Ecole englérienne qui reprendra ses concepts de Monocotylédones avec ou sans albumen, ainsi que les notions de Dicoty­lédones dialy- ou gamopétales.

**Adolf Engler (1844-1930)**, Professeur à l'Université de Berlin et directeur du jardin botanique de cette ville au temps de l'apothéose coloniale du IIe Reich, il pro­pose le premier système complet partiellement évolutionniste. Dans ce système, il organise les groupes du plus simple au plus complexe. Il plaça les *Cycadales* au début de sa classification des Spermaphytes. Il classe les Amentifères parmi les groupes primitifs. Les Monocotylédones et Dicotylédones descendraient de Gymnospermes disparues, les deux lignées ayant évolué séparément. Les Monocotylédones seraient apparues avant les Dicotylédones qu'il divise en *Archichlamydae* et *Sympetalae* ou *Metachlamydae.* C'est le système de classification le plus universel. Il n'a pas encore été égalé dans sa couverture encyclopédique du monde végétal.

**Charles E. Bessey (1845-1915)** est un botaniste américain fervent partisan de Darwin et Wallace. Il publie un système phylogénétique et monophylétique, basé sur ceux de Candolle, Bentham & Hooker et Hallier. Selon lui, la taxonomie doit refléter la séquence évolutive et les interrelations entre chaque taxon *(Phylogeny and taxo­nomy of the Angiosperms,* 1893). Les *Ranales* et leurs ancêtres sont considérés comme les Angiospermes primitifs, desquels seraient dérivées les Monocotylédones et les Dicotylédones.

**Hans Hallier (1868-1932)** associe taxonomie et phylogénie intégrant dans sa classification un maximum d'éléments morphologiques, anatomiques, biologiques et phytochimiques. Il considère le genre *Gnetum* comme le plus proche parent des Angiospermes.

**John Hutchinson (1884-1972)**, son système est basé sur Candolle, Bessey et Bentham & Hooker. Mais il y apporte des modifications importantes: subdivision fondamentale des Dicotylédones entre ligneux et herbacés. Les ligneux dériveraient des *Magnoliales* ligneuses, les herbacées des *Ranales* herbacées, l'archétype des Angiospermes étant la fleur de *Magnolia.*

**Alfred B. Rendle (1865-1938)** propose un système basé sur celui d'Engler, avec des modifications le rapprochant de Bessey. Il divise les Dicotylédones en trois groupes: les *Monochlamydeae,* les *Dialypetalae* et les *Sympetalae.* Il considère les ligneux comme plus primitifs que les herbacées, hypothèse partiellement confortée par la biologie moléculaire. Ses descriptions et son argumentation sont particulièrement claires *(The classification of flowering plants,* 1904 et 1925).

**Auguste A. Pulle (1878-1955)**, connu surtout pour son *Flora of Suriname* (1932), a influencé fortement la botanique néerlandaise en proposant un système intermédiaire entre celui d'Engler et celui de l'Ecole anglo-saxonne. Il classe les plantes à graines dans quatre lignées évolutives indépendantes: Ptéridospermes, Gym­nospermes, Chlamydospermes et Angiospermes.

En résumé, c'est à **Brongniart** que l'on doit l'utilisation des fossiles et de la paléo­botanique pour la reconstitution des lignées évolutives. Il est, avec Lamarck, Wallace et Darwin, l'un des précurseurs de la classification phylogénétique. Le concept d'évo­lution n'a pas invalidé les systèmes de Candolle et Bentham & Hooker grâce à la qualité monophylétique des groupes proposés par ces auteurs. Suivant l'origine attribuée aux Angiospermes, deux écoles vont se distinguer:

* *L'Ecole allemande,* inspirée par Eichler, Engler et Von Wettstein, considère l'ar­chétype de la fleur angiospermienne comme un pseudanthe dérivé du cône gym­nospermien, c'est-à-dire une inflorescence condensée de petites fleurs imparfaites et entourée par des bractées basales.
* *L'Ecole anglo-saxonne* de Bessey s'organise sur le principe de l'euanthe, c'est-à-dire la grande fleur originelle de type magnoliidien. Cette hypothèse se base sur la découverte de la *Wielandiella,* Bennettitale fossile dont le cône floral ressemble à la fleur de *Magnolia* et qui serait l'ancêtre des Angiospermes actuels.

**2-7- Classifications contemporaines prémoléculaires**

Le dualisme entre approche phylogénétique et approche morphologique subsiste. Des systèmes basés uniquement sur des caractères morphologiques, anatomiques ou phytochimiques permettraient de déterminer aisément les taxons mais ne refléteraient que très imparfaitement les affinités entre les groupes.

**Louis Emberger (1897-1969**), chef de file de l'école française contemporaine, met en place un système basé sur six lignées distinctes à partir des Gymnospermes (polyphylétisme des Angiospermes). Ses préoccupations sont d'ordre phylogénétique, bien qu'il maintienne des divisions qu'il considère n'être que des paliers phylogéné­tiques. Ses six grandes lignées étaient originales, appuyées par de nombreuses disci­plines dont la paléontologie.

**Armen Takhtajan (1910-2009)** développe un système phylogénétique pour les Angio­spermes. D'abord publié en russe, il a été traduit en anglais en 1961, puis modifié en 1964 et 1969. Son système est basé sur celui de Bessey et est influencé par Hallier. Ses groupes sont définis étroitement, d'où la nécessité de multiplier les taxons. Il divise les *Magnoliophyta* en deux classes: les *Magnoliopsida* et les *Liliopsida* eux-mêmes parta­gés en sous-classes. Les *Magnoliopsida* (Dicotylédones) regroupent sept sous-classes, 20 superordres et 71 ordres, les *Liliopsida* (Monocotylédones) trois sous-classes, huit superordres et 21 ordres. Il considère les plantes à fleurs comme monophylétiques. Selon lui, les *Magnoliales* constituent l'ordre le plus primitif à partir duquel les autres groupes d'Angiospermes auraient évolué. Quant aux *Liliopsida,* ils dériveraient d'un précurseur ressortissant des *Nymphaeales.*

**Arthur Cronquist (1919-1992)**, du Jardin botanique de New York, présente un système de classification pour les Dicotylédones, en 1957, dont la base est celui de Bessey, puis, pour l'ensemble des plantes à fleurs en 1966 et 1968. Son système très cohérent et très bien documenté intègre les travaux de Takhtajan et d'autres botanistes contemporains. Son arbre évolutif est représenté par deux branches, les *Magnoliopsida* et les *Liliopsida,* qui dérivent du groupe primitif des *Ranales.* Il divise les *Magnoliop­sida* en six sous-classes *(Magnoliidae, Hamamelidae, Caryophyllidae, Dillleniidae, Rosidae, Asteridae)* et 55 ordres et les *Liliopsida* en cinq sous-classes *(Alismatidae, Arecidae, Commelinidae, Zingiberidae, Liliidae)* et 18 ordres.

**Rolph Dahlgren (1932-1987)** travaille sur la chimiotaxonomie et etablit un diagramme phylogénétique, où les *Magnoliidae* sont divisées en 25 superordres, et les *Liliidae* en dix.

**2-8- Classifications phylogénétiques moléculaires**

Les grands systèmes de classification évoqués sont encore largement utilisés. Ils traduisent l'idée que se faisaient leurs auteurs de l'évolution des organismes. Ces savants ont sélectionné les caractères qu'ils considéraient importants pour délimiter les taxons. Il existe donc plusieurs systèmes de classifications selon le poids respectif donné par chaque spécialiste aux différents caractères. Ces grands systèmes ne sont pas contradictoires, loin de là, et les convergences entre eux sont nombreuses. De plus, grâce à l'expérience et à l'intuition des grands botanistes, ces méthodes ont débouché sur des systèmes réalistes qui sont globalement confortés par la phylogénétique moderne par le recours aux outils de calcul et d'analyse moléculaire.

L'adoption du principe de l'évolution a permis la mise au point d'une méthode phylogénétique basée sur la reconnaissance de caractères primitifs et dérivés. La ***cladistique,*** véritable révolution systématique, est une approche philosophique et méthodologique, acceptée depuis longtemps par les zoologues, mais adoptée plus tardivement par les botanistes. Son principe fondamental est que la preuve d'une parenté phylogénétique entre différents taxons n'est fournie que lorsqu'ils partagent les mêmes caractères dérivés. Ces caractères dérivés partagés sont nommés synapomorphies. Les caractères ancestraux partagés par lesdits taxons sont qualifiés de symplésiomorphies. La construction des arbres phylogénétiques en cla­distique est basée sur les changements d'états relatifs des caractères (d'ancestral ou plésiomorphe, à dérivé ou apomorphe). Le critère du maximum de parcimonie (d'économie d'hypothèses) est ensuite généralement appliqué pour reconstruire un arbre phylogénétique qui minimise les changements évolutifs. La cladistique met en évidence trois types de groupes: les groupes monophylétiques, dont les membres sont issus d'un seul ancêtre commun; les lignées polyphylétiques regroupant des taxons issus de plusieurs ancêtres; les groupes paraphylétiques incluant seulement une partie des descendants d'un ancêtre commun. Tous les systématiciens modernes rejettent les groupes polyphylétiques et paraphylétiques parce qu'ils sont artificiels. La cladistique est donc une méthode systématique qui cherche à produire des classifications naturelles, les taxons étant l'ensemble des dérivés d'un ancêtre (groupe monophylétique), et qui rationalise les procédures par le codage des caractères et l'application du critère de parcimonie. Les auteurs traditionnels appliquent les principes de la cladistique plus ou moins consciemment, mais la force de la méthode réside dans sa transparence et sa reproductibilité.

Les premiers cladogrammes ont été produits en codant une petite centaine de caractères morphologiques (par exemple la position de l'ovaire qui pouvait avoir trois états: 0 = supère, 1 = semi-infère, et 2 = infère). Mais il y a une dizaine d'années, les séquences d'acides nucléiques ont commencé à être utilisées. Dans ce cas, chaque caractère est un site dans un alignement de plusieurs séquences homologues, et quatre états sont possibles pour les quatre nucléotides formant la molécule d'ADN (en fait les quatre bases azotées A-adénine, C-cytosine, G-guanine, et T-thymine). L'utilisation de ces molécules en systématique a alors donné naissance à une nouvelle révolution, celle de la systématique moléculaire. On lui reproche de n'analyser qu'une portion infime du génome alors que les morphologistes étudient l'organisme entier. Cependant, en comparant les séquences d'un gène d'environ 1500 paires de bases, ce sont plusieurs centaines de caractères qui sont analysés, soit beaucoup plus que dans une analyse morphologique. La phylogénétique moléculaire est devenue une science en soi, accomplissant des progrès rapides tant théoriques qu'analytiques.

En botanique, l'ADN chloroplastique est largement utilisé. Il a une petite taille (environ 150000 paires de bases), mais se trouve en très grande quantité dans les cellules végétales. Il contient plusieurs gènes et inter-gènes évoluant de manière différente. Le gène le plus utilisé est rbcL, qui code pour la grande (L = large) sous-unité de Rubisco, une des enzymes les plus importantes de la photosynthèse. Grace à la bioinformatique, il existe actuellement près de 10 000 séquences de rbcL à disposition pour l'ensemble des plantes à fleurs et ce nombre continue d'augmenter. D'autres gènes sont aussi utilisés, appartenant aux trois génomes des plantes (plastidique, nucléaire et mitochondrial).

En **1993**, **Chase, Soltis, Olmstead & *al.***ont ainsi fait une analyse cladistique de 500 séquences d'ADN représentant l'ensemble des plantes à graines. Leurs résultats marquent un tournant décisif en botanique et permettent de reconsidérer la phylogénie des plantes. Ce ci a abouti à la formation d'un groupe de botanistes, le « Angiosperm Phylogeny Group ». Ce groupe publie en 1998 une classification ordinale des plantes à fleurs **(APG, 1998)** puis, en **2002 (APG II)**, en **2009** **(APG III)** et en **2016 (APG IV)**