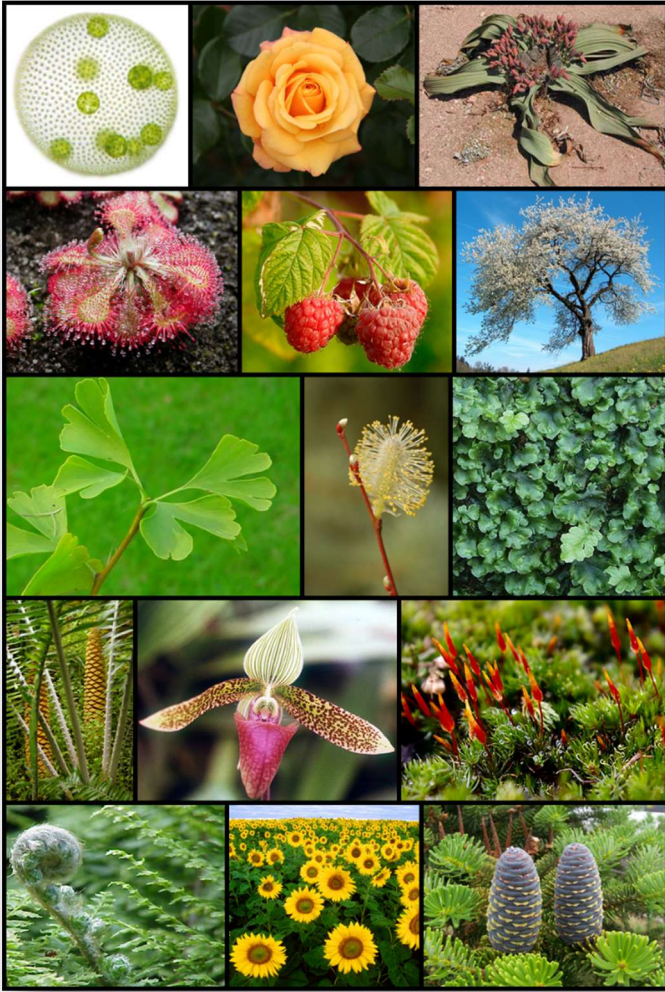


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
معهد علوم الطبيعة والحياة
Institut des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم العلوم البيولوجية والفلاحية
Département des sciences des Sciences biologiques et agricoles



Cours de Botanique

Dr. Y. Torche

Année 2023/2024

Fiche Matière

Matière : Botanique.

Unité d'Enseignement : UE Fondamentale.

Semestre : 4^{ème} Semestre (2^{ème} année Tronc Commun, Sciences biologiques).

- Crédit : 06 - Coefficient : 03

Volume horaire d'enseignement hebdomadaire :

- 3h Cours.
- 3h TP.

Évaluation : Continue, Examen final

Pour toute information vous pouvez joindre le responsable de la matière :

- ❖ **Par email : torche.yacine@yahoo.fr**
- ❖ **Institut SNV les Dimanches de 11h00 à 12h00.**

Objectifs du cours et prérequis

❖ *Objectif de l'enseignement :*

a. La Botanique générale :

- ☞ Connaître les grands groupes du règne végétal.
- ☞ Connaître les anciens groupes appartenant au règne végétal.
- ☞ Se familiariser avec la systématique botanique.
- ☞ Connaître les grandes familles botaniques.
- ☞ Connaître les différentes classifications du vivant.
- ☞ Assimiler la biosystématique moléculaire.

b. La Botanique pure et la botanique appliquée :

- ☞ Apprendre à reconnaître les principaux embranchements du règne végétal.
- ☞ Différencier les plantes selon leurs morphologies.
- ☞ Intérêt des plantes pour les humains.
- ☞ Les composées biochimiques des plantes et leurs intérêts.
- ☞ Usages de la botanique en agriculture, sylviculture, aquaculture et la technologie pharmaceutique.

❖ *Prérequis :*

Pour que l'apprenant soit en mesure de suivre ce cours il doit préalablement avoir des connaissances sûres :

- ☞ La chimie organique.
- ☞ La biologie cellulaire.
- ☞ La biologie végétale.
- ☞ L'écologie générale.

Table des matières

Aucune entrée de table des matières n'a été trouvée.

I. Généralités

1. Botanique : qu'est-ce que c'est ?

Dans la littérature on trouve plusieurs définitions de la botanique qui tendent vers le même sens on verra quelques définitions dans ce cours.

➤ **Déf.1**

La botanique est la science qui étudie les plantes, y compris leur structure, leur croissance, leur reproduction, leur physiologie, leur classification, leur distribution, leur écologie et leur utilisation par les êtres humains. Elle englobe un large éventail de disciplines, allant de l'anatomie et de la physiologie des plantes à l'écologie végétale en passant par la taxonomie et la génétique des plantes.

➤ **Déf.2**

La botanique est une branche de la biologie qui traite des plantes (phytologie). Elle étudie le cycle de vie, le métabolisme, la croissance et la composition des plantes, avec leurs ingrédients (science médicale), leur écologie (biocénose) et leurs avantages économiques (culture) et leur classification.

➤ **Déf.3**

La botanique, ou phytologie, est la science qui regroupe l'ensemble des disciplines étudiant les végétaux, la science de la biologie de la plante. Cette biologie végétale est une branche de la biologie impliquant l'étude scientifique des plantes vivantes ; l'étude des plantes mortes est la paléobotanique. Un organisme botanique est relatif aux végétaux.

Traditionnellement, la botanique inclut également l'étude des champignons (mycologie), des algues (algologie, phycologie) et les virus (microbiologie, phytopathologie). Le spécialiste est le botaniste, ou phytologiste. La botanique intègre la phyllotaxie, la science des feuilles.

Aujourd'hui, les botanistes étudient plus de 550 000 espèces d'organismes vivants, en pratiquant à la fois un inventaire de la végétation à l'aide d'un relevé botanique, en étudiant les raisons de la distribution des espèces en géographie botanique, avec la géobotanique, l'ethnobotanique et la phytosociologie.

La notion de région botanique permet ainsi de délimiter les espaces ou contrées incluant des plantes endémiques ou propres à quelques régions.

Souvent, il y a une division entre "botanique générale et spéciale" et "botanique appliquée". La botanique appliquée traite en particulier de l'utilisation de plantes dans l'agriculture et la sylviculture, l'horticulture, la gestion des paysages et la protection de l'environnement (et des plantes médicinales en phytothérapie).

➤ *La botanique est une discipline fondamentale qui joue un rôle crucial dans notre compréhension de la vie sur Terre et dans notre utilisation durable des ressources végétales.*

2. Les principaux domaines couverts par la botanique

2.1 Anatomie végétale : Étude de la structure interne des plantes, y compris les tissus et les organes végétaux.

2.2 Physiologie végétale : Étude des processus métaboliques et physiologiques des plantes, tels que la photosynthèse, la respiration, l'absorption d'eau et de nutriments, la transpiration, etc.

2.3 Reproduction végétale : Étude des mécanismes de reproduction des plantes, y compris la pollinisation, la formation des gamètes, la fécondation et la reproduction sexuée et asexuée.

2.4 La palynologie : Étude des grains de pollen et les spores, à la fois dans leur forme vivante et fossile. Ces grains sont de petite taille et sont produits par les organes reproducteurs des plantes, notamment les fleurs, les cônes et les sporanges des fougères et des plantes à graines.

2.5 Taxonomie végétale : Classification et identification des plantes en groupes taxonomiques basés sur leurs caractéristiques morphologiques, anatomiques, génétiques et évolutives.

2.6 Systématique végétale : Organisation et classification des plantes en groupes évolutifs basés sur des preuves phylogénétiques, utilisant des techniques telles que la cladistique et la génétique moléculaire.

2.7 Phytochimie : Étude des composés chimiques produits par les plantes. Ce domaine examine les substances chimiques naturelles présentes dans les plantes, telles que les alcaloïdes, les flavonoïdes, les terpènes, les tanins, les lignanes, les saponines, les glucosinolates, les huiles essentielles.

2.8 Écologie végétale : Étude des interactions entre les plantes et leur environnement, y compris les interactions avec d'autres organismes vivants, la répartition géographique des espèces végétales, les communautés végétales et les écosystèmes.

2.9 Biogéographie végétale : Étude de la distribution des plantes à travers le monde et des facteurs qui influencent cette distribution, tels que le climat, le sol et les perturbations environnementales.

2.10 Génétique végétale : Étude de la variation génétique, de l'hérédité et de l'évolution des plantes, ainsi que de l'application de la génétique à l'amélioration des plantes cultivées.

2.11 Ethnobotanique : Étude des utilisations des plantes par les êtres humains, y compris l'agriculture, l'horticulture, la pharmacologie, l'alimentation, la foresterie, la biotechnologie et d'autres applications pratiques.

3. Histoire de la botanique

3.1 L'antiquité

La première classification à connotation biologique est celle d'*Aristote* (384-322 av. J.-C.). Aristote à classer ses substances dans « le buissonnement gigantesque des êtres ». Il affirmait que les plantes constituent la transition entre le monde inanimé et le monde animé et croyait en de possibles transitions des plantes aux animaux.

Théophraste (371-287 av. J. -C.) a décrit environ 500 plantes. Il fut le premier à nommer les plantes et à réfléchir à la manière dont elles devraient être ordonnées en utilisant plusieurs caractères. D'ailleurs il utilisera ces caractères pour écrire ces 9 livres composant le « *Historia Plantarum* », la classification des plantes étudiées par ce dernier repose de façon importante sur le caractère utilitaire des plantes décrites : 1) L'anatomie des plantes, 2) Les plantes domestiquées et leur culture, 3) les plantes sauvages, 4) Les arbres et les arbrisseaux, 5) les caractéristiques des différents bois, 6) les herbes vivaces, 7) les légumes et leur culture, 8) les céréales, 9) les drogues médicinales. Après que les livres d'Alexandrie eurent été brûlés, la contribution de Théophraste fut largement ignorée pendant plus de 1 500 ans, jusqu'à ce que son Enquête sur les plantes soit retraduite en latin par Teodoro de Gaza au XVe siècle à partir d'un manuscrit arabe découvert dans la bibliothèque du Vatican.

Théophraste a été suivi par *Dioscoride*, un médecin grec qui a produit un guide de terrain sur les plantes utiles, en particulier pour la médecine, et par *Pline*, un avocat romain qui a compilé la plupart des informations d'histoire naturelle accumulées jusqu'à son temps. « *La Materia Medica* » de Dioscoride (environ 600 plantes) et « *l'Histoire Naturelle de Pline* » (environ 800 plantes) ont été publiés presque en même temps (60-80 apr. J. -C) et sont devenus les principales références botaniques au Moyen Âge (Ve au XVe siècles apr. J. -C).

3.2 Le moyen âge

À l'époque médiévale, les contributions arabes à la connaissance des plantes se focalisaient aux innovations dans l'agriculture et la médecine, en plus des reproductions de manuscrits de l'antiquité, les érudits musulmans se sont intéressés à l'étude de la botanique et de ses nombreux aspects. Parmi les plus célèbres de leurs savants dans ce domaine se trouve *Ibn al-Bitar* (1197-1248 apr. J. -C), auteur du livre « *Al-Jami` fi al-Dawa' al-Mufradah* » principale œuvre d'Ibn al-Baytar, cette pharmacopée, classée par ordre alphabétique, s'appuyant notamment sur les œuvres de Dioscoride, *Galien*, *Al-Razi* et *Avicenne*, auxquelles il ajoute ses propres

observations et corrections, Ibn al-Bitar répertorie et décrit l'usage d'environ 1 400 substances d'origine végétale, animale et minérale. Son œuvre sera utilisée et traduite durant tout le Moyen Âge.

3.3 La classification morphologique

3.3.1 La renaissance

L'histoire naturelle croit à la Renaissance. Les herboristes allemands **Brunfels**, **Bock**, **Cordus** et **Fuchs** ont produit leurs propres livres botaniques et médicaux, et les plantes médicinales se sont répandues dans tout le pourtour méditerranéen. Avec les grands voyages exploratoires de cette période, de nombreuses nouvelles plantes curieuses sont arrivées en Europe en provenance d'Orient et du Nouveau Monde, et au XVI^e siècle, les universités ont commencé à s'intéresser à l'étude des plantes. Les planteurs étaient également intéressés à décrire les plantes et pas seulement leurs utilisations, comme le faisaient la plupart des herboristes. En Italie, **Luca Ghini** a créé le premier jardin botanique européen à Pise, et son élève **Andrea Cesalpino** a préparé un herbier (collection de plantes séchées) à Bologne, aujourd'hui conservé au Musée d'histoire naturelle de Florence.

Cesalpino (1519-1603) renouvelle la recherche d'ordre de Théophraste et prône une méthode pour organiser les plantes selon leurs affinités. Il a également utilisé la croissance des plantes, un caractère récurrent dans plusieurs systèmes, mais l'a associée aux propriétés des fruits et des graines.

La méthode de Cesalpino pour la classification des plantes a été encore améliorée par **John Ray**. Ray avait inclus plus de 18 500 « espèces » de plantes dans son « *Historia Plantarum* » (1686-1704), une méthode pour l'arrangement de ces plantes était donc nécessaire. Ray a utilisé la croissance des plantes comme critère principal, l'associant au nombre de cotylédons, un caractère influent dans les systèmes ultérieurs. Selon « *le Methodus Plantarum Emendata* » de Ray (1703), la méthode de classification doit être suggérée par les plantes et non imposée : les groupes doivent être ordonnés selon leurs affinités, et ils doivent être clairement reconnus et suffisamment stables pour éviter toute confusion. Ray établissait une nouvelle discipline scientifique pour les planteurs : la taxonomie (un terme introduit seulement par **Augustin Pyramus** de Candolle plus d'un siècle plus tard), établissant ainsi un cours pour les contributions de Linné.

3.3.2 Le 17^{ème} siècle, les bases de la botanique moderne

3.3.2.1 Linné, inventeur de la nomenclature moderne

Le grand mérite de Linné dans la classification des plantes est d'avoir synthétisé les données de ses prédécesseurs en reprenant la notion de genre (mise au point par **Tournefort**) ainsi que celle d'espèce (mise en place par Ray) afin d'établir une classification totalement artificielle ne tenant compte que d'un critère qu'il a basé sur les organes sexuels. Cela lui permet toutefois de classer l'ensemble du monde végétal connu à l'époque (Plantefol L, 2001).

Dans « *Species Plantarum* », publié en 1753, le botaniste suédois **Carl Linné** a nommé 5 890 espèces de plantes et 1 097 genres de différentes parties du monde. Linné fut le premier à appliquer les binômes latins de manière cohérente et à utiliser un système de classification hiérarchique prenant en compte cinq catégories : espèces, genres, ordres, classes et royaumes ; la plupart des traitements antérieurs utilisaient des étiquettes polynomiales décrivant des

caractéristiques diagnostiques et des catégories à peine reconnues au-dessus du genre. Son concept d'espèce était dérivé de John Ray, tandis que son concept de genre était basé sur les près de 700 genres considérés par Joseph Pitton de Tournefort dans les années 1700.

Jusque-là, les plantes étaient décrites par de courtes phrases latines rappelant leurs principales caractéristiques (polynômes). Linné invente et fixe la nomenclature binomiale (2 termes) en faisant suivre le nom du genre par celui de l'espèce.

Exemple : La pâquerette, par exemple, qui était décrite par le polynôme suivant « *Bellis scapo nudo unifloro* » devint « *Bellis perennis* » (*Bellis* étant le genre, *Bellis perennis* l'espèce) nom encore utilisé actuellement.

La standardisation simple promue par Linné pour nommer les taxons a été incorporée dans la botanique depuis et est toujours utilisée aujourd'hui. Son système sexuel a été l'un des premiers à mettre l'accent sur les caractéristiques florales dans la classification, reconnaissant 24 classes basées sur le nombre et la disposition des étamines et subdivisant ces classes en ordres selon le nombre de pistils. Néanmoins, Linné n'était pas strict avec sa propre méthode artificielle et a finalement inclus des espèces avec différents nombres d'étamines dans le même genre, espèces qui autrement seraient traitées comme des classes différentes. A la suite de Ray, Linné pensait aussi que les caractères devaient être désignés par taxons, et non le contraire, et croyait que des groupes naturels existaient, bien qu'il soit impossible que ces groupes soient révélés à cette époque. Une avancée dans ce sens devra attendre « *Genera Plantarum* », qui fut publié par *Antoine Laurent de Jussieu* en 1789.

3.3.3 Le 18^{ème} et le 19^{ème} siècle

Décrire les genres et les ordres (actuellement appelés familles) et en les regroupant en classes (maintenant, des ordres), le travail de de Jussieu sur 100 familles est la base de notre système actuel. Il a reconnu les groupes de plus de 1 et de moins de 100 membres, une fourchette raisonnable pour favoriser la mémorisation. De Jussieu a également proposé un système synthétique basé sur des similitudes générales, définissant des groupes basés sur une combinaison de caractères différents ; il considérait les caractéristiques au sein des groupes comme invariables, une classification naturelle faisant intervenir un maximum de caractères en les hiérarchisant. Il crée trois grands groupes acotylédones, monocotylédones et dicotylédones divisés en 15 classes et 100 sous-groupes.

Le système de De Jussieu a été suivi par d'autres systèmes naturels. Le professeur suisse de botanique *Augustin Pyramus de Candolle*, par exemple, a essayé de décrire les plantes vasculaires dans son « *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis* ». Ce travail a commencé en 1824 et a été poursuivi par son fils et son petit-fils, *Alphonse* et *Casimir de Candolle*, respectivement, pour ne pas avoir terminé les dicotylédones jusqu'en 1873. À cette époque, le nombre d'espèces approchait dix fois le nombre que Linné avait considéré. Des systèmes naturels ont également été construits, par exemple, par les Anglais *Bentham* et *Hooker*, qui ont préparé le « *Genera Plantarum* » en 3 volumes (1862-1883), et plus tard, par les Allemands *Engler* et *Prantl* dans leurs 23 volumes « *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* » (1887–1915).

3.4 Les classifications évolutives

3.4.1 Fixisme et transformisme

En 1800, **Lamarck** (1744-1829) remit en cause, devant l'Académie des Sciences de Paris, le fixisme adopté depuis Aristote et défend l'idée selon laquelle les espèces peuvent dans leur descendance subir des transformations et être à l'origine d'autres espèces (théorie du transformisme). Cette notion d'évolution qui provoqua de très violents débats avec les tenants du fixisme allait s'imposer quelques années plus tard avec **Charles Darwin**.

Ce dernier dans son ouvrage controversé « *On the origin of species* » allait exposer ses thèses et révolutionner la pensée naturaliste. Il met fin à la théorie du fixisme en proposant l'idée d'évolution des espèces par la sélection naturelle (celle que dicte le milieu). Pour Darwin, de nouvelles espèces apparaissent alors que d'autres disparaissent. C'est le milieu naturel qui sélectionne les espèces possédant les nouveaux caractères qui permettent qu'elles perdurent ou au contraire les fassent disparaître. Darwin n'était pas d'accord avec les systèmes naturels de son temps car ils ne tenaient pas compte des relations généalogiques dans leurs classifications. Pour lui, les degrés de similitude ne devraient être utilisés que pour révéler un descendant d'un ancêtre commun sur lequel les taxons devraient être basés. Si Darwin faisait déjà appel à un type de classification phylogénétique, il faudrait plus d'un siècle pour qu'il se consolide en botanique (Padian K, 1999 ; Goujet D., Le Thomas A, 2001)

Cette théorie n'est pas tout à fait la même que celle de Lamarck dont Darwin avait étudié les travaux. En effet, pour Lamarck, c'est l'être vivant qui s'adapte au milieu par la survenue d'un nouveau caractère qu'il transmet ensuite à sa descendance alors que pour Darwin, c'est le milieu qui sélectionne les êtres vivants chez lesquels l'apparition d'un nouveau caractère favorise l'adaptation d'une espèce (Piroux A, 2002).

3.4.2 L'adaptatisme

Avec l'idée de sélection naturelle et donc l'adaptation et la réponse des espèces à leurs milieu apparaît une nouvelle façon de considérer la classification botanique. A côté des classifications naturelles de plus en plus élaborées (car tenant compte d'un nombre de plus en plus important de critères, notamment avec l'apparition de nouveaux matériels tel que les microscope) vont apparaître des classifications évolutives, c'est à dire basées sur la filiation des espèces en fonction de leur degré à s'adapter et à évoluer dans un milieu donné.

En 1915, l'Américain **Charles Bessey**, proposa un système influent, dans sa « *Phylogenetic Taxonomy of Flowering Plants* ». Malgré le titre, son système était évolutionniste. À la suite de Ray et de Jussieu, Bessey a également utilisé le nombre de cotylédons comme caractères important, et la plupart des systèmes évolutifs ultérieurs jusqu'à la fin du XXe siècle, tels que ceux proposés par **Armen Takhtajan**, **Arthur Cronquist**, **Robert Thorne** et **Rolf Dahlgren**, ont continué à diviser les plantes à fleurs en dicotylédones et monocotylédones. Ces auteurs évolutionnistes ont utilisé une énorme quantité d'informations, de la phytochimie et de l'anatomie à la morphologie et à l'écologie ordinaires, pour déduire des relations évolutives. Les taxons ont ensuite été construits sur la base de groupes, comme le révèle une combinaison d'évolution commune et de degré de similitudes et de différences.

3.4.3 La phénétique

La phénétique est une méthode de classification fondée sur l'évaluation mathématique de la ressemblance globale entre les organismes et prenant en compte, de manière équivalente, le maximum de caractères (Dictionnaire LAROUSSE). Cette méthode regroupe des plantes ayant

en commun une partie de leur génome, et donc plusieurs caractères, ces plantes présentent un taux de ressemblance phénotypique élevé. Tous les caractères étant susceptibles de varier, le nombre de caractères étudiés est donc infini.

On pourrait penser qu'une telle classification refléterait la généalogie si le degré de ressemblance était une fonction linéaire du temps (Piroux A, 2002), la différence morphologique suffirait alors à rendre compte de la proximité ou de l'éloignement généalogique entre les organismes. Cependant, l'expérience a montré que les similitudes entre deux organismes ne témoignent pas systématiquement d'un passé commun.

Les classifications naturelles (expliquées plus haut dans le cours) furent souvent basées sur la variation de critères morphologiques, elles sont aujourd'hui basées en partie encore sur ceux-ci (en effet c'est ce qu'on voit en premier chez une plante) mais aussi sur de nouveaux critères observables grâce aux progrès des sciences biologiques (biologie cellulaire, biochimie, et surtout la biologie moléculaire).

Parmi les critères utilisés, citons :

- Les caractères morphologiques (anatomie des feuilles, des tiges, des racines).
- Les caractères palynologiques (la taille, la forme et l'ornementation des grains de pollen)
- Les caractères cytologiques (forme et nombre des chromosomes par exemple).
- Les caractères physiologiques (différents modes de photosynthèse et de métabolisme).
- Les caractères écologiques (aptitudes des espèces à se développer dans des milieux précis).
- Les caractères chimiques : de nombreuses substances ne sont en effet synthétisées que par un groupe bien particulier de plantes, par exemple les hétérosides cardiotoniques (utilisés dans l'insuffisance cardiaque) de la digitale ne se trouvent que dans le genre *Digitalis*.
- Les caractères moléculaires : Bases des classifications modernes. (Piroux A, 2002).

3.5 La classification phylogénétique (ou cladistique)

Bien que l'entomologiste allemand *Willi Hennig* ait publié le livre « *Phylogenetic Systematics* » au milieu des années 1950, la phylogénétique n'est devenue populaire en botanique que des décennies plus tard.

Introduite par *Bremer* et *Wantorp*, l'approche phylogénétique a rapidement changé la façon dont les plantes étaient classées. Dans un système phylogénétique, les classifications ne doivent considérer que les taxons monophylétiques (également traités comme « holophylétiques » par certains). Les groupes monophylétiques (ou **clades**, puis cladistiques) sont ceux qui comprennent un ancêtre commun et tous ses descendants ; par conséquent, ces groupes sont reconnus par des synapomorphies, c'est-à-dire des caractéristiques partagées en raison de leur ascendance commune.

Par conséquent, une classification phylogénétique nécessite avant tout des hypothèses de relations ancestrales, qui sont généralement représentées dans un arbre phylogénétique : un diagramme ramifié composé de nœuds internes, représentant des ancêtres hypothétiques, et de terminaux, représentant des organismes. Semblable à un système artificiel, les classifications phylogénétiques reposent également sur une propriété unique de leurs membres, également

établie a priori : l'ascendance exclusive commune, même si de nombreux caractères sont habituellement considérés pour reconstituer cette relation.

3.5.1 Les clades

Un clade (du grec ancien κλάδος (kládos) « branche »), également connu sous le nom de groupe monophylétique ou groupe naturel, est un groupe d'organismes monophylétiques, c'est-à-dire composé d'un ancêtre commun et de tous ses descendants en ligne directe. - sur un arbre phylogénétique.[2] Plutôt que le terme anglais, le terme latin équivalent clade (pluriel cladus) est souvent utilisé dans la littérature taxonomique.

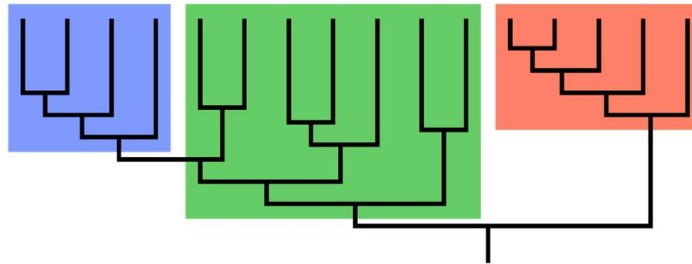


Figure 1.1 : Cladogramme (arbre généalogique) d'un groupe biologique. Le dernier ancêtre commun est la tige de la ligne verticale en bas. Les sous-groupes bleu et rouge sont des clades ; chacun montre sa tige ancêtre commune au bas de la branche du sous-groupe. Le sous-groupe vert n'est pas un clade ; c'est un groupe paraphylétique (réuni sur d'autres considérations), car il exclut la branche bleue qui descend du même ancêtre commun. Les sous-groupes vert et bleu forment à nouveau un clade.

L'ancêtre commun peut être un individu, une population ou une espèce (éteinte ou existante). Les clades sont imbriqués les uns dans les autres, chaque branche se scindant à son tour en branches plus petites. Ces divisions reflètent l'histoire de l'adaptation alors que les populations ont divergé et évolué indépendamment. Les clades sont appelés groupes monophylétiques (en grec : « un clan »).

3.5.2 Les groupes polyphylétiques et paraphylétiques

Les systèmes évolutifs et phylogénétiques ne reconnaissent que les groupes dérivés d'un ancêtre commun, empêchant ainsi la reconnaissance de groupes polyphylétiques, ceux reconnus par homoplasies (convergences ou réversions), c'est-à-dire des traits qui apparaissent plus d'une fois indépendamment. Néanmoins, en plus des clades, les systèmes évolutifs reconnaissent également des grades (groupes paraphylétiques), qui sont commodément découplés des clades immédiatement imbriqués en raison de leur degré de dissemblance.

Les grades sont reconnus par des symplesiomorphies (ou l'absence de synapomorphies), c'est-à-dire des caractéristiques qui étaient présentes chez leur ancêtre commun mais dérivées seulement dans certains de ses descendants. Les membres de grade ne sont pas nécessairement étroitement liés les uns aux autres et peuvent partager un ancêtre plus récent avec les membres d'un autre groupe. En n'acceptant que des groupes monophylétiques, les systèmes phylogénétiques réduisent la subjectivité de la reconnaissance des notes en fonction de leur degré de similitude. Néanmoins, de nombreuses classifications alternatives de clade sont également possibles sur la base d'un arbre phylogénétique. Ainsi, les principes secondaires de classification doivent être pris en compte pour aider les décisions taxonomiques.

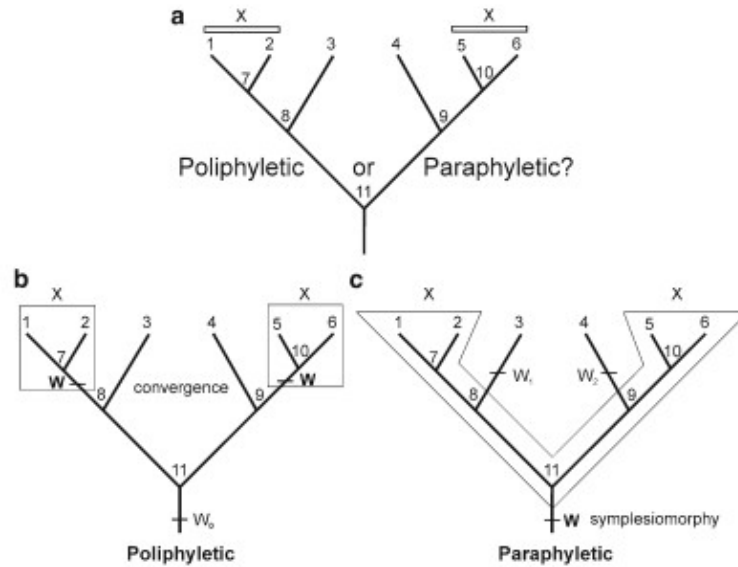


Figure 1.2 : Arbre phylogénétique, avec les bornes (1 – 6) et les nœuds internes (7 – 11) numérotés. Le taxon X est reconnu par la caractéristique W et comprend les bornes 1, 2, 5 et 6 (a). Grâce à ces informations, il est possible de conclure que X n'est pas monophylétique. Cependant, pour décider de la nature phylogénétique d'un taxon, il est nécessaire de vérifier si l'ancêtre commun de ses membres (11, dans cet exemple) est inclus, auquel on ne peut accéder que par convention ou en comprenant l'évolution de l'intention du taxon (W, dans cet exemple). Si la caractéristique W est apparue deux fois indépendamment (convergence), alors le taxon X est polyphylétique (b). Cependant, si le trait W n'est apparu qu'une seule fois, le Taxon X est reconnu par un trait présent dans l'ancêtre mais pas dans toutes ses descendance (symplesiomorphie) ; c'est-à-dire que X est reconnu par l'absence de W 1 et W 2 (c).

3.5.3 Limites de la phylogénie

Bien que différentes hypothèses, analyses et sources de données puissent être utilisées pour reconstituer la phylogénie d'un groupe, rien ne peut garantir que la véritable phylogénie sera complètement révélée. L'ajout de données et l'amélioration des procédures analytiques sont des stratégies évidentes pour obtenir des résultats proches des bons, et les progrès dans notre connaissance des relations avec les plantes affectent directement la taxonomie de ces groupes. Jusqu'aux années 1980, la plupart des études phylogénétiques avec des plantes incluaient peu de terminaux et étaient principalement basées sur des données morphologiques utilisant la parcimonie.

☞ **La parcimonie, définition :** En phylogénétique, la parcimonie maximale est un critère d'optimalité sous lequel l'arbre phylogénétique qui minimise le nombre total de changements d'état de caractère doit être préféré. Sous le critère de parcimonie maximale, l'arbre optimal minimisera la quantité d'homoplasie (c'est-à-dire l'évolution convergente, l'évolution parallèle et les inversions évolutives). En d'autres termes, selon ce critère, l'arbre le plus court possible qui explique les données est considéré comme le meilleur. Certaines des idées de base derrière la parcimonie maximale ont été présentées par James S. Farris en 1970 et Walter M. Fitch en 1971.

Selon le critère de parcimonie, devant des hypothèses alternatives, la plus simple doit être préférée ; phylogénétiquement parlant, cela signifie des arbres avec moins d'homoplasie. Cependant, la parcimonie est un critère philosophique et non biologique : la nature n'est pas forcément simple, et la parcimonie, dans plusieurs situations, peut être inconsistante (Felsestein J, 1978). Quoi qu'il en soit, la morphologie est une source de données extrêmement complexe, et différents auteurs l'interprètent souvent différemment. De plus, les comparaisons morphologiques ne sont pas possibles ou sont discutables entre des groupes distants, et les caractéristiques sont souvent affectées par l'environnement, offrant des preuves falsifiées de relations. En effet, les arbres phylogénétiques basés uniquement sur la morphologie sont généralement mal résolus, et les quelques clades sont à peine supportés.

3.5.4 *Apport de la biologie moléculaire*

Dans les années 1990, les données moléculaires ont commencé à prendre le pas sur la morphologie dans les études phylogénétiques, marquant une transition significative dans la manière dont les scientifiques comprenaient les relations évolutives entre les espèces. Ce changement était rendu possible grâce aux progrès technologiques dans le domaine du séquençage moléculaire, qui ont permis de cartographier et de comparer les séquences d'ADN à un niveau sans précédent.

L'émergence des données moléculaires a ouvert de nouvelles perspectives dans la systématique des plantes. Les séquences nucléotidiques, stockées dans des bases de données électroniques comme GenBank, ont fourni une preuve directe des liens ancestraux entre les espèces, offrant ainsi un éclairage précieux sur leur évolution et leur diversification.

Parallèlement, les analyses phylogénétiques ont évolué pour adopter des modèles plus sophistiqués de substitution de nucléotides, permettant une meilleure reconstruction des arbres phylogénétiques et une compréhension plus précise des relations évolutives entre les différentes lignées de plantes.

L'impact de la systématique phylogénétique sur la taxonomie botanique a été profond. Les classifications des plantes ont été révisées pour refléter les nouvelles informations phylogénétiques, conduisant à des changements dans la manière dont les plantes sont regroupées et classées.

De nouvelles approches, telles que la taxonomie numérique et la cytotaxonomie, ont été adoptées pour résoudre les défis de classification. Ces méthodes permettent d'analyser de grandes quantités de données et d'exploiter différents types d'informations, notamment la structure chromosomique et les composants chimiques des plantes, pour éclairer les relations phylogénétiques.

En résumé, l'avènement des données moléculaires a révolutionné la systématique des plantes, offrant aux scientifiques de nouvelles perspectives sur leur évolution et leur diversité, et conduisant à des révisions majeures dans la classification et la compréhension des relations entre les différentes espèces végétales.

3.6 *La Nomenclature binomiale*

Le code de nomenclature des plantes est composé d'articles, recommandations, exemples et notes et est indépendant des codes pour les animaux, les bactéries, les virus et les plantes

cultivées. Les noms sont latins ou latinisés et doivent être valablement publiés pour être reconnus ; ils suivent **le système binomial**, hiérarchique, établi depuis Linné, il y a 260 ans.

Les taxons sont nommés en fonction de leur rang taxonomique. Les noms d'espèces sont binomiaux et composés de l'épithète spécifique suivant le nom du genre ; les noms au-dessus du niveau de l'espèce sont uninominaux et commencent par une majuscule. Les noms au niveau du genre et en dessous sont écrits en italique ; celles ci-dessous espèces comportent également une épithète infraspécifique et doivent avoir leur rang explicitement indiqué : **sous-espèce (subsp.)**, **variété (var.)** ou **forme (f.)**. Les cultivars peuvent être écrits en langage moderne en utilisant des guillemets simples. Les hybrides sont désignés par le signe de multiplication « × » ou le préfixe « Notho- » et peuvent être écrits sous forme de formule (ou comme sa propre combinaison), comme *Oenothera biennis* × *O. villosa* (ou *O. × tiroirtii*). Au-dessus du niveau du genre, les catégories sont généralement signalées par un suffixe x indiquant leur rang. Sept catégories taxonomiques sont obligatoires :

—espèce,

Genre,

Famille (-aceae),

Ordre (-ales),

Classe (-opsida),

Embranchement ou division (-phyta) et

Royaume (-bionta)—

Mais d'autres peuvent être reconnues à un niveau entre eux, en utilisant généralement le préfixe « sous » ou « super », tel que la sous-classe (-idae) et le super-ordre (-anae).

4. Taxonomie et systématique

La taxonomie et la systématique sont deux domaines étroitement liés de la biologie qui se concentrent sur la classification des organismes vivants, mais elles ont des objectifs et des approches légèrement différents.

4.1 La taxonomie

La taxonomie est la science de la classification des organismes vivants en groupes hiérarchiques appelés taxons.

Son objectif principal est de fournir un système cohérent de noms et de catégories pour les organismes vivants afin de faciliter leur identification et leur communication.

La taxonomie utilise des caractéristiques morphologiques, anatomiques, comportementales, génétiques et écologiques pour regrouper les organismes en taxons.

La nomenclature binomiale, avec des noms scientifiques attribués à chaque espèce selon le système de binôme latin (genre et espèce), est une composante importante de la taxonomie.

4.2 La systématique

La systématique est un domaine plus large qui englobe la classification des organismes vivants (taxonomie) ainsi que l'étude de leurs relations évolutives et de leur diversité.

Son objectif principal est de reconstruire les arbres phylogénétiques, qui représentent les relations évolutives entre les organismes, en se basant sur des similitudes et des différences dans leurs caractéristiques.

La systématique utilise des méthodes phylogénétiques pour analyser les données morphologiques, anatomiques, moléculaires et d'autres types de données afin de déterminer les liens de parenté entre les espèces et les groupes taxonomiques.

En plus de la classification, la systématique étudie également l'évolution, la biogéographie, la biodiversité et d'autres aspects de la biologie des organismes vivants.

4.3 But des taxonomistes

Quel que soit le terme choisi, les taxonomistes sont essentiellement impliqués dans :

- La détermination des espèces (ou leurs subdivisions, en tant que sous-espèce),
- Distinguer ces espèces des autres par des clés et des descriptions et des limites géographiques et cartographier leurs distributions,
- Enquêter sur leurs interrelations, et
- Déterminer les noms propres des espèces et les rangs d'ordre supérieur (en tant que genres ou familles) en utilisant les règles internationales de nomenclature. De plus, certains taxonomistes étudient les processus d'évolution qui conduisent au modèle existant des espèces et à leurs interrelations.

4.4 Intérêt de la systématique

Il existe de nombreuses justifications pour la systématique biologique, y compris la nécessité

- De comprendre le monde qui nous entoure et pour le conceptualiser et l'ordonner à travers des classifications les plus proches de la réalité.
- Avoir des classifications pour l'identification et la communication ;
- Pour un système de recherche d'informations pratique ;
- D'utiliser des noms stables qui maintiennent la continuité de la littérature ;
- Construire une classification prédictive ;
- Pour construire un cadre utile pour comprendre les relations phylogénétiques.
- Fournir un système de référence utile pour la conservation de la biodiversité.