

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE ZIANE ACHOUR - DJELFA
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT SCIENCES DE LA MATIERE**

FILIERE CHIMIE

Cours de principales sources naturelles

de substances actives

Spécialités

CHIMIE ORGANIQUE APPLIQUÉE

Niveau

MASTER II

Réalisé par

Dr. Benabdelaziz Imane

Année universitaire 2016/2017

Sommaire

Séance 01

| | |
|--|---|
| 1. Définition de la botanique | 1 |
| 2. Définition d'une plante | 1 |
| 3. Structure générale des plantes | 1 |
| 3. 1. Appareil végétatif | 1 |
| 3. 2. Appareil reproducteur | 2 |
| 4. Certaines branches de la botanique | 3 |
| 5. Historique de la classification des plantes | 3 |
| 5. 1. De l'antiquité jusqu'au 17 ^{ème} siècle | 3 |
| 5. 2. A partir du jusqu'au 17 ^{ème} siècle | 4 |

Séance 02

| | |
|--|---|
| 6. Travaux de Linné | 4 |
| 6. 1. Nomenclature binominale | 5 |
| 6. 2. Intérêt de la nomenclature binominale | 5 |
| 6. 3. Noms valides et taxons prélinnéens | 6 |
| 6. 4. Synonymes | 6 |
| 6. 5. Homonymes | 6 |
| 6. 6. Transfert d'une espèce dans un autre genre | 6 |

Séance 03

| | |
|--|---|
| 7. Taxonomie..... | 7 |
| 7. 1. Morphologie | 7 |
| 7. 2. Taxon | 7 |
| 8. Systématique | 7 |
| 9. Classification du 20 ^{ème} siècle | 8 |
| 10. Composés chimiotaxonomiques | 8 |
| 11. Principaux composés chimiques de la systématique | 8 |
| 12. Plantes médicinales | 9 |
| 13. Principes actifs | 9 |

Séance 04

| | |
|--|----|
| 14. Métabolites secondaires | 9 |
| 14. 1. Polyphénols | 9 |
| 14. 1. 1. Principaux groupes des polyphénols | 10 |
| 14. 1. 1. 1. Acides phénols | 10 |
| 14. 1. 1. 2. Phénols simples | 10 |
| 14. 1. 1. 3. Coumarines | 11 |
| 14. 1. 1. 4. Lignanes | 11 |
| 14. 1. 1. 5. Stilbènes | 12 |
| 14. 1. 1. 6. Flavonoïdes | 13 |
| 14. 1. 2. Distribution des polyphénols | 13 |
| 14. 2. Terpènes | 14 |
| 14. 2. 1. Principaux groupes des terpènes | 14 |
| 14. 2. 1. 1. Monoterpènes | 14 |
| 14. 2. 1. 2. Sesquiterpènes | 15 |
| 14. 2. 1. 3. Diterpènes | 15 |
| 14. 2. 1. 4. Triterpènes et stéroïdes | 16 |
| 14. 2. 2. Distribution des terpènes | 16 |
| 14. 3. Alcaloïdes | 17 |
| 14. 4. Huiles essentielles | 18 |
| 15. Phytochimie | 18 |
| 16. Etapes de l'étude phytochimique | 18 |

1. Définition de la botanique

La botanique est la science consacrée à l'étude des végétaux. Elle présente plusieurs facettes qui la rattachent aux autres sciences du vivant : écologie (est la science qui étudie les êtres vivants dans leur milieu et les interactions entre eux.), phytochimie, biologie, histologie (étudie les tissus biologiques), pharmacognosie (plantes ayant des propriétés médicinales)etc.

2. Définition d'une plante

Un végétal est un être vivant caractérisé par quatre critères, qui le différencient du monde minéral et du monde animal :

1. Une organisation complexe, basée sur une structure élaborée à partir de cellules végétales, qui présentent un certain nombre de spécificités.
2. Une croissance continue, contrairement à celle, limitée, du règne animal, depuis un "germe" primitif, jusqu'à un organisme adulte, qui finit par mourir.
3. Une nutrition caractérisée par l'incorporation et l'assimilation d'éléments extérieurs, indispensable à la croissance et au maintien des fonctions vitales.
4. Une reproduction aboutissant à la production d'individus similaires au sein d'une même espèce.

3. Structure générale des plantes

Il existe deux appareils principaux : appareil végétatif et appareil reproducteur

3.1. Appareil végétatif

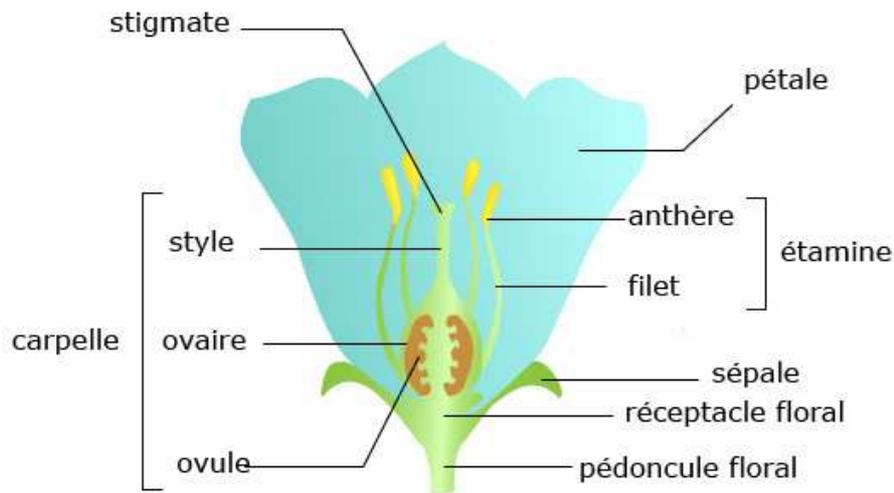
C'est l'ensemble des organes d'une plante racine + tige + feuille :

- ❖ **La racine** : organe en général souterrain, dont l'extrémité est protégée par la coiffe.
- ❖ **La tige** : le plus souvent aérienne, protégée quant à elle par les ébauches de feuilles du bourgeon terminal. La limite de séparation entre la racine et la tige constitue le collet.
- ❖ **Les feuilles** : souvent aplaties et de couleur verte, fixées à la tige au niveau des nœuds, sur lesquels on trouve aussi un bourgeon axillaire.

3.2. Appareil reproducteur

L'appareil reproducteur de la plante correspond à **la fleur**. Cette fleur est constituée par les éléments suivants :

Coupe schématique d'une fleur



- **Le pistil** : c'est la partie femelle de la fleur. Il est composé de différentes parties montrant chacune :
 - ✓ **Un stigmate** : dont le rôle est de recueillir le **pollen**.
 - ✓ **Un style** : sorte de tige supportant le stigmate, dans lequel se développe le **tube pollinique** lors de la fécondation.
 - ✓ **Un ovaire** : où sont les **ovules**, gonades femelles, dans lesquels se trouve une **oosphère** qui est le gamète femelle.
- **L'androcée** : constitué par l'ensemble des étamines. C'est la partie mâle de la fleur. Les étamines sont composées de différentes parties :
 - ✓ **L'anthère** : qui produit le **pollen**, ensemble des grains de pollen qui donneront, à l'extrémité de leur tube pollinique, les **spermatozoïdes** (noyaux gamétiques).
 - ✓ **Le filet** : sorte de tige supportant l'**anthère**.
- **Le périanthe** : stérile, qui a pour but la protection des autres pièces florales. Il est composé de différentes parties :

- ✓ **La corolle** : ensemble des **pétales**, généralement colorés, qui constitue la partie interne du périanthe. Elle attire et peut permettre l'atterrissage des pollinisateurs.
- ✓ **Le calice** : ensemble des **sépales**, généralement verts et plus épais que les pétales.

4. Certaines branches de la botanique

- **Taxonomie** : compare ces unités et délimite pour créer des taxons.
- **Systematique** : classe la multitude des taxons.
- **Morphologie** : description des organes ou parties des végétaux.
- **Phylogénie** : étude de l'origine des espèces végétales qui sont considérées comme issues de formes simples par évolution.
- **Taxonomie génétique** : s'intéresse au code génétique des espèces ; on se limite souvent à la concentration d'ADN.
- **Chimiotaxonomie** : on s'intéresse à la constitution chimique ; certains auteurs ont classé à partir de cela.
- **Cytotaxonomie** : s'intéresse à l'étude de la cellule et spécialement aux nombres chromosomiques.
- **Biogéographie** : les plantes et le milieu.

5. Historique de la classification des plantes

Depuis des siècles, les gens cherchent à nommer et à classer les plantes qu'ils utilisaient mais malheureusement, avec un nombre estimé de plusieurs millions d'espèces différentes sur terre, il n'y a eut ni règle universelle de nomenclature ni méthode universelle de classement.

5. 1. De l'antiquité jusqu'au 17^{ème} siècle

- Pas de règles universelles pour nommer et classer les plantes.
- Classification purement utilitaires, plantes alimentaires, médicinales, textiles, religion, magie, poisons végétaux....etc.
- Descriptions souvent incomplètes.
- Ouvrages très rares.

5. 2. A partir du 17^{ème} siècle

- Renaissance scientifique.
- Grandes explorations et découvertes géographiques.
- Nombreux essais de mise en place d'une **classification** et d'une **nomenclature** universelles. Les médecins qui avaient obligatoirement des connaissances botaniques utilisaient le latin pour nommer les plantes. Nombreux sont ceux qui utilisaient pour désigner une espèce deux termes, souvent trois, parfois plusieurs mot (on parle alors de polynômes), mais ce n'était pas une règle universelle et chaque auteur pouvait donner le nom de son choix.

Donc avant Linné (Charles Linné (1707-1778), botaniste suédois):

- Pas de système de classification universelle validé.
- Pas de règles de nomenclature universelle seulement des noms vernaculaires.

Problèmes des noms vernaculaires :

- Une même espèce peut avoir plusieurs noms vernaculaires différents suivant les pays, région, villageetc.
- Même nom pour plusieurs espèces : plusieurs espèces peuvent être désignées par le même nom, ce qui peut être dangereux si parmi elles il y en a qui comestibles et d'autres toxiques car il y a alors risques de confusion si on ne se base que sur le nom.

6. Travaux de Linné

Parfois, malheureusement, une même espèce a été décrite indépendamment par divers auteurs sous des noms différents (synonymes); ou au contraire, le même nom a été attribué à des espèces différentes (homonymes); ce qui nécessite une réglementation: **Règles de la Nomenclature.**

Linné a regroupé les plantes selon une méthode de classification par l'appareil reproducteur. Il a mis au point une nomenclature encore utilisée de nos jours:

- Analyse comparée des caractères morphologiques (les étamines) des espèces, ressemblances et affinités supposées.

- Mise en place d'une **taxinomie** et d'une **systematique** (classer).
- Mise en place d'un code formalisé de **nomenclature binominale**.

6. 1. Nomenclature binominale

En fait, Linné a le plus souvent repris les binômes créés par les auteurs qui l'ont précédé mais il a eu le mérite d'en faire une règle obligatoire qui encore de nos jours fait loi.

Le système de nomenclature binominale de Linné (1753), permet de désigner toutes les espèces grâce à une combinaison de deux noms latins (Genre + espèce):

- Binôme toujours latinisé quelle que soit la langue d'origine.
- Genre toujours avec une majuscule.
- Espèce toujours avec une minuscule.
- Les deux termes en *italiques*.
- Binôme suivi du nom complet ou plus ou moins abrégé du 1^{er} descripteur (ayant publié après 1753) en écriture normale, suivi d'un point quand le nom est abrégé.

Remarque : Les taxons au-dessous de l'espèce ont un nom trinomial

Genre + espèce + abréviation (ssp., subsp., var.) + épithète infra-spécifique.

Ex : Blé dur : *Scorzonera undulata ssp. alexandrina*

6. 2. Intérêt de la nomenclature binominale

Dans un article scientifique, quelle que soit la langue utilisée, les plantes doivent toujours être citées selon la nomenclature binominale.

Cette nomenclature botanique scientifique obéit à des règles très précises et très strictes qu'il est impératif de respecter dans toute publication scientifique.

Ces règles sont édictées et révisées tous les 6 ans par un congrès international de botanique qui réunit plusieurs milliers de botanistes du monde entier.

- 1867** Paris – France
1993 Yokohama – Japan
1999 Saint Louis – France
2005 Vienne – Autriche
2011 Melbourne – Australie
2017 Shenzhen – Chine

6. 3. Noms valides et taxons prélinnéens

Le 1^{er} volume a été publié courant **Mai 1753** et le 2^{er} volume en **Aout 1753**, les noms donnés depuis cette date (s'ils sont justes) sont dites **noms valides**.

Les noms donnés avant cette date définissent des **taxons prélinnéens**, non valides.

6. 4. Synonymes

Très souvent, depuis 1753 plusieurs noms latins ont été attribués à des espèces qui ont été décrites par différents auteurs ignorant que ces espèces avaient déjà été nommées.

On parle alors de **synonymes**, le nom valide est alors le premier nom donné à partir de 1753 à condition qu'il soit juste.

6. 5. Homonymes

Homonymes c.à.d. on a les mêmes noms de genre et d'espèce pour des espèces en fait différentes.

Ex : *Convallaria bracteata* Thomas et *Convallaria bracteata* Dulac

La plante nommée par Thomas est différente de celle nommée pareillement par Dulac.

6. 6. Transfert d'une espèce dans un autre genre

Quand il y a des initiales entre parenthèses elles indiquent qu'il y a eu un transfert, l'auteur qui avait donné le nom spécifique le premier n'avait pas placé l'espèce dans le bon genre, il a fallu la déplacer.

Ex : *Geranium cicutarium* L. → *Erodium cicutarium* (L.) L'hér

7. Taxonomie

C'est une branche de la biologie qui a pour objet de décrire les organismes vivants et de les regrouper en entités appelées **taxons**.

La première approche de la taxonomie des plantes selon Linné est celle qui repose sur la morphologie comparée d'abord de l'appareil reproducteur et ensuite de l'appareil végétatif.

7. 1. Morphologie

Les caractères morphologiques concernent la forme extérieure ou l'apparence des appareils végétatifs et reproducteurs des plantes.

7. 2. Taxon

Un taxon est un ensemble des plantes partagent certaines caractéristiques à partir desquelles est établie leur classification.

Ex : Taxon → Genre Taxon → Espèce

8. Systématique

C'est la science pure de la classification des taxons via un système permettant de les classer en les organisant dans certain ordre sur la base de certains principes.

Le classement des principaux taxons botaniques sont :

| Taxon | Suffixe | Exemple |
|------------------------|----------------|----------------|
| Le règne | | Plantae |
| L'embranchement | -ophyta | Magnoliophyta |
| La classe | -opsida | Rosaopsida |
| L'ordre | -ales | Rosales |
| La famille | -aceae | Resaceae |
| Le genre | | <i>Rosa</i> |
| L'espèce | | <i>canina</i> |

Cette gamme n'étant pas toujours suffisante on peut la compléter par des unités intermédiaires.

Règne, Embranchement, Classe, **Sous-classe**, Ordre, **Sous-ordre**, **Super-famille**, Famille, **Sous-famille**, Genre, Espèce, **Sous-espèce**.

9. Classification du 20^{ème} siècle

A partir du début du 20^{ème} siècle la classification phylogénétique de plus en plus complexes basées sur la synthèse de très nombreux caractères telles que :

- Macroscopiques : fleurs, feuilleetc.
- Microscopiques : pollen, grain.....etc.
- Caryologiques : chromosomes.
- Composés chimiotaxonomiques : classes chimiques et métabolites secondaires.

10. Composés chimiotaxonomiques

On utilise les caractères biochimiques des plantes en taxonomie depuis plus de 100 ans et, indirectement, par l'utilisation des odeurs, des goûts et de caractéristiques médicinales, depuis bien plus longtemps.

Les composés chimiotaxonomique sont des substances chimiques spécifiques de certains taxons et sont utilisées pour établir des liens de parenté.

Ex : Inuline chez les **Asteraceae**, huile de chaulmoogra chez les **Flacourtiaceae**.

Certaines substances ne sont pas spécifiques d'un groupe systématique homogène mais apparaissent dans des taxons différents.

11. Principaux composés chimiques de la systématique

On peut distinguer deux types principaux de composés chimiques utiles en systématique :

- Les métabolites secondaires, substances dont les fonctions ne sont pas indispensables à la plante.
- Les protéines, l'ADN et l'ARN, qui sont porteurs d'une information.

12. Plantes médicinales

Une plante est dite médicinale lorsqu'elle est inscrite à la pharmacopée et que son usage est exclusivement médicinal. C'est-à-dire qu'elles sont présentées pour leurs propriétés préventives ou curatives à l'égard des maladies humaines ou animales.

Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents.

13. Principes actifs

Le principe actif c'est une molécule contenu dans une drogue végétale ou dans une préparation à base de drogue végétale et utilisé pour la fabrication des médicaments. Cette molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animale, elle est issue de plantes fraîches ou des séchées, nous pouvons citer comme des parties utilisées: racines, feuilles, fleurs, fruits, ou encore graines.

14. Métabolites secondaires

Les plantes contiennent des métabolites secondaires peuvent être considérées comme des substances indirectement essentiels à la vie des plantes par contre aux métabolites primaires qu'ils sont les principales dans le développement et la croissance de la plante, les métabolites secondaires participent à l'adaptation de la plante avec l'environnement, ainsi à la tolérance contre les chocs (lumière UV, les insectes nocifs, variation de la température ...). Ces composés sont des composés phénoliques, des terpènes et stéroïdes et des composés azotés comme les alcaloïdes.

14. 1. Polyphénols

Les polyphénols, également dénommés composés phénoliques, forment un très vaste ensemble de substances naturelles aux structures extrêmement variées. L'élément structural de base qui les caractérise est la présence d'au moins d'un noyau benzénique auquel sont directement liés un ou plusieurs groupes hydroxyles libres ou engagés dans une autre fonction chimique (éther, ester ou encore hétéroside).

A l'heure actuelle, plus de 10000 composés naturels satisfaisant à ces critères ont été isolés et identifiés. Selon leurs caractéristiques structurales, ils se répartissent en différentes familles : anthocyanes, coumarines, lignanes, flavonoïdes, tanins, quinones, acides phénoliques, xanthones, stilbènes..... etc.

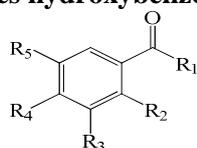
14. 1. 1. Principaux groupes des polyphénols

La structure, le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux sont les caractères dominants de la classification des polyphénols dont on peut distinguer les principaux groupes suivants :

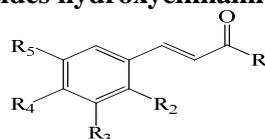
14. 1. 1. 1. Acides phénols

Le terme acide phénol peut s'appliquer à tous les composés aromatiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Ces composés se séparent en deux grands groupes dérivant de l'acide benzoïque ou de l'acide cinnamique.

Acides hydroxybenzoïques

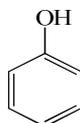


Acides hydroxycinnamiques

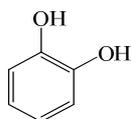


14. 1. 1. 2. Phénols simples

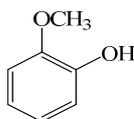
Les phénols simples sont la série des composés qui renferment un ou plusieurs groupements hydroxyles liés à un noyau aromatique dont l'acide phénique ou phénol est le représentant le plus simple.



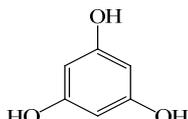
Acide phénique



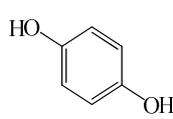
Catéchol



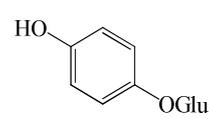
Guaiacol



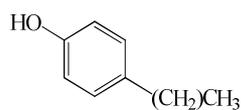
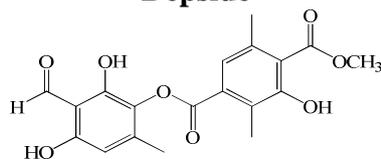
Phloroglucinol



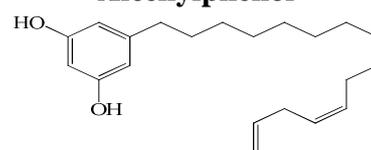
Hydroquinone



Arbutoside

Alkylphénol4-*n*-nonylphénol**Depside**

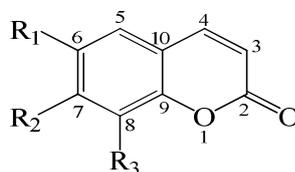
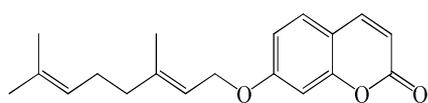
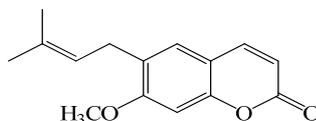
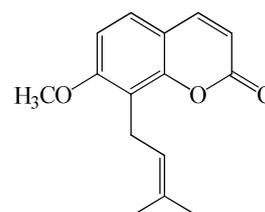
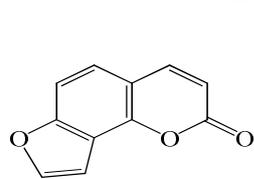
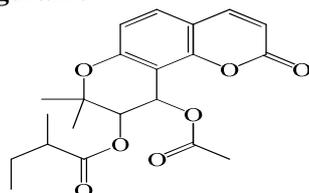
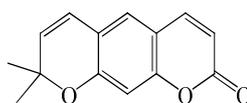
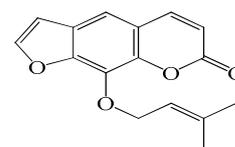
Atranorine

Alcénylphénol

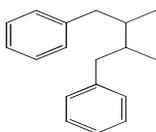
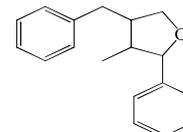
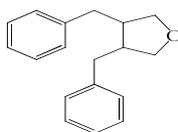
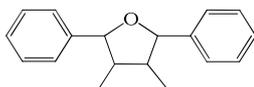
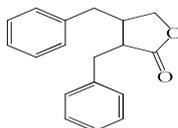
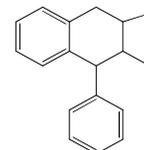
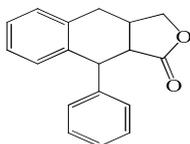
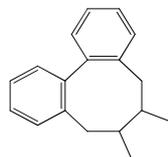
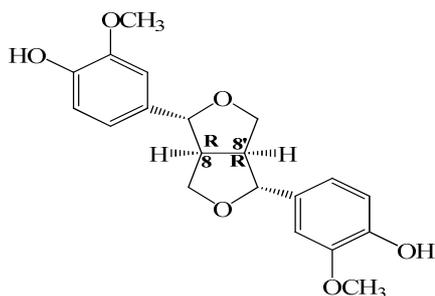
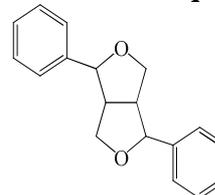
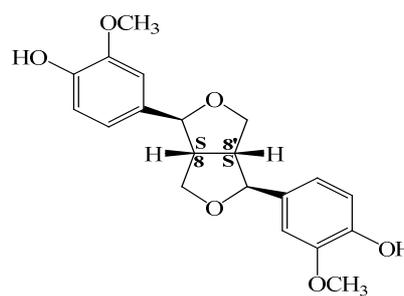
8Z,11Z,14-pentadécatriénylrésorcinol

14. 1. 1. 3. Coumarines

Les structures des coumarines sont très diverses dont les substituants du cycle benzénique peuvent être des hydroxyles (plus fréquent en C-7), méthoxyles, alkyles, glucosyles... etc.

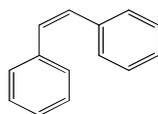
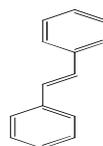
**Structure générale des coumarines****Auraptène****Subérosine****Osthol****Angulaire****Angélicine****Visnadine****Linéaire****Xanthylétine****Impérorine****14. 1. 1. 4. Lignanes**

Lignane est le terme générique d'un vaste groupe de produits naturels dont le squelette. Cette diversité de couplage mène à une large variété de squelettes où l'on distingue habituellement six groupes structuraux fondamentaux.

Dibenzylbutane**Monofuranique****Monofuranique****Butyrolactone****Arylnaphtalène****Arylnaphtalène****Dibenzocyclooctane****Furanofuranique****(+)-Pinorésinol****(-)-Pinorésinol**

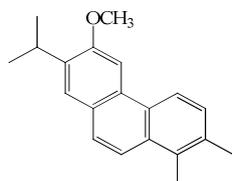
14. 1. 1. 5. Stilbènes

Il est d'usage de regrouper sous ce nom les composés phénoliques qui possèdent deux noyaux benzéniques séparés par un pont éthane ou éthène où il peut y avoir deux formes *cis* et *trans*. Cette dernière étant la forme la plus stable et bioactive est retrouvée en général plus abondamment dans les différentes espèces végétales productrices de stilbènes.

**Forme *cis*****Forme *trans***

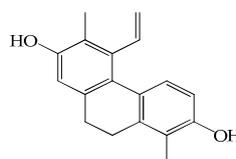
Ex :

Phénanthrène



Multicauline

9,10-dihydrophénanthrène

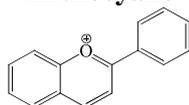


Juncusol

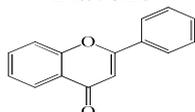
14. 1. 1. 6. Flavonoïdes

Les flavonoïdes forment le groupe le plus répandu de métabolites secondaires des plantes dont l'on aurait à l'heure actuelle recensé près de 9000 représentants différents et leur nombre ne cesse d'accroître.

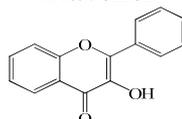
Anthocyane



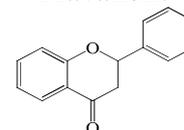
Flavone



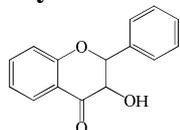
Flavonol



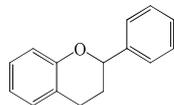
Flavanone



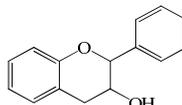
Dihydroflavonol



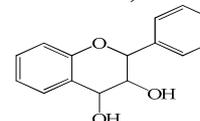
Flavane



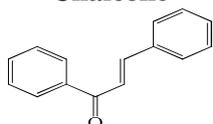
Flavan-3-ol



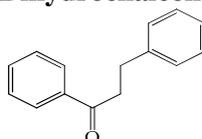
Flavan-3,4-diol



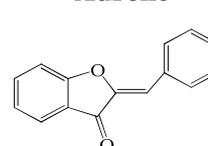
Chalcone



Dihydrochalcone



Aurone



Principaux types de flavonoïdes

14. 1. 2. Distribution des polyphénols

Les polyphénols sont présents partout dans les tiges, les fleurs, les feuilles et les racines de tous les végétaux où certaines familles renferment un type de composés particuliers. Les principales sources alimentaires sont les fruits et légumes, les boissons (vin rouge, thé, café, jus de fruits), les céréales, les graines oléagineuses et les légumes secs.

Mais leur distribution n'est pas homogène au sein du règne végétal à l'instar des coumarines et stilbènes. Ces derniers sont présents d'une façon très limitée dans quelques dizaines d'espèces végétales où il existe en tout 12 familles botaniques connues pour leur capacité de synthétiser les stilbènes. Les coumarines se rencontrent au sein de 4 familles à savoir : **Fabaceae, Asteraceae, Apiaceae et Rutaceae.**

Par contre la distribution des lignanes, phénols simples et surtout acides phénols est large et plusieurs centaines de ces composés ont été isolés dans diverses familles botaniques. Toutefois, les lignanes sont remarqués par leur présence notable dans les bois chez les **Gymnospermae**, alors que les acides phénols sont très abondants dans les aliments notamment les fruits et les épices.

En ce qui concerne les flavonoïdes, ces composés constituent un groupe de phytoconstituants d'une extrême diversité structurale. Ils sont les métabolites secondaires les plus abondants parmi tous les composés polyphénols et possèdent une large répartition dans le monde végétal.

14. 2. Terpènes

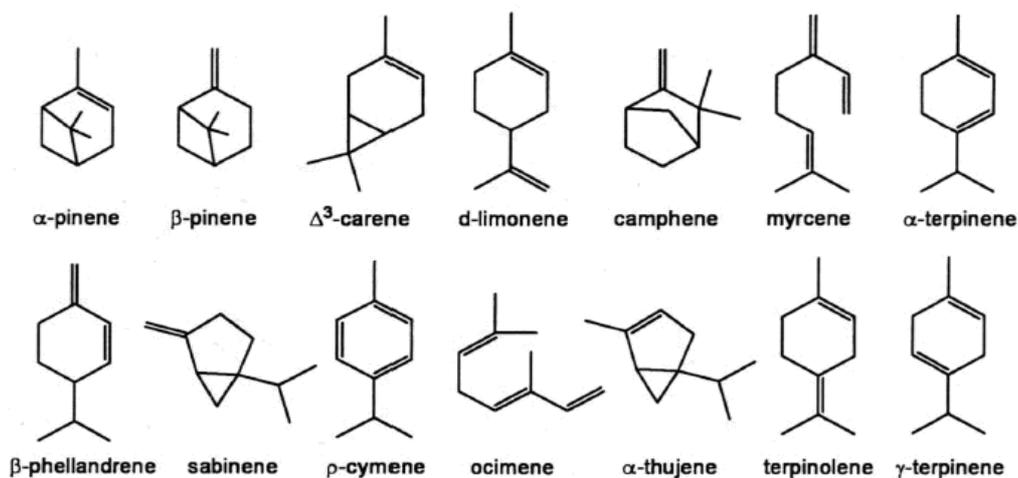
Les terpènes ont une présence généralisée et peuvent être trouvés dans tous les organismes vivants. Toutefois, la plupart des terpènes bioactifs ont été détectés chez les plantes supérieures. Avec plus de 23000 composés connus, les terpènes sont la catégorie la plus importante de produits naturels.

14. 2. 1. Groupes des terpènes

Selon le nombre de carbones les terpènes sont classés en :

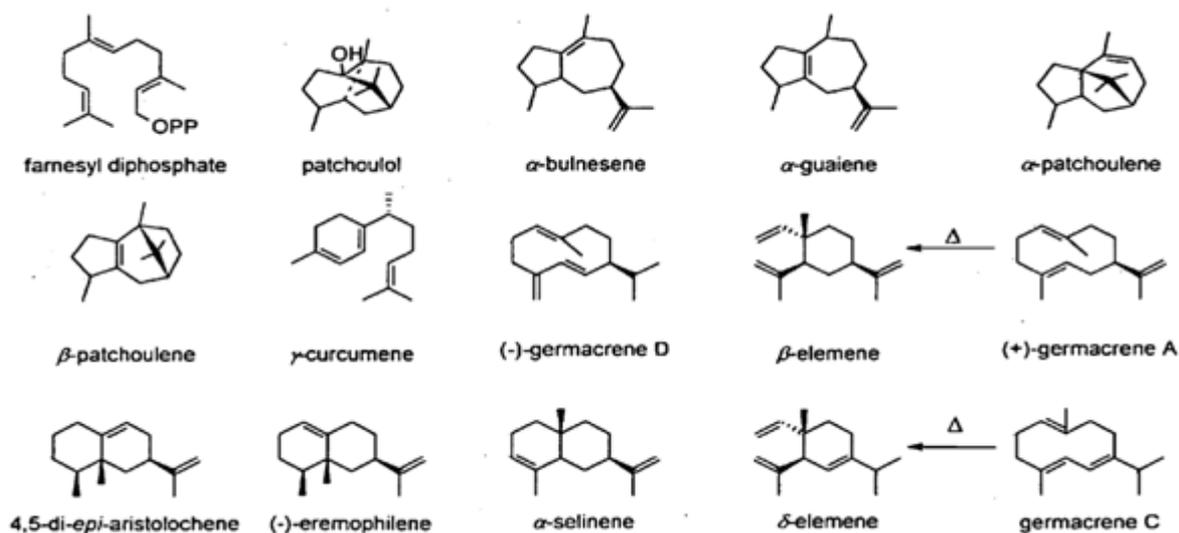
14. 2. 1. 1. Monoterpènes

Comportent 10 atomes de carbone et sont pourvus d'une grande diversité structurale.



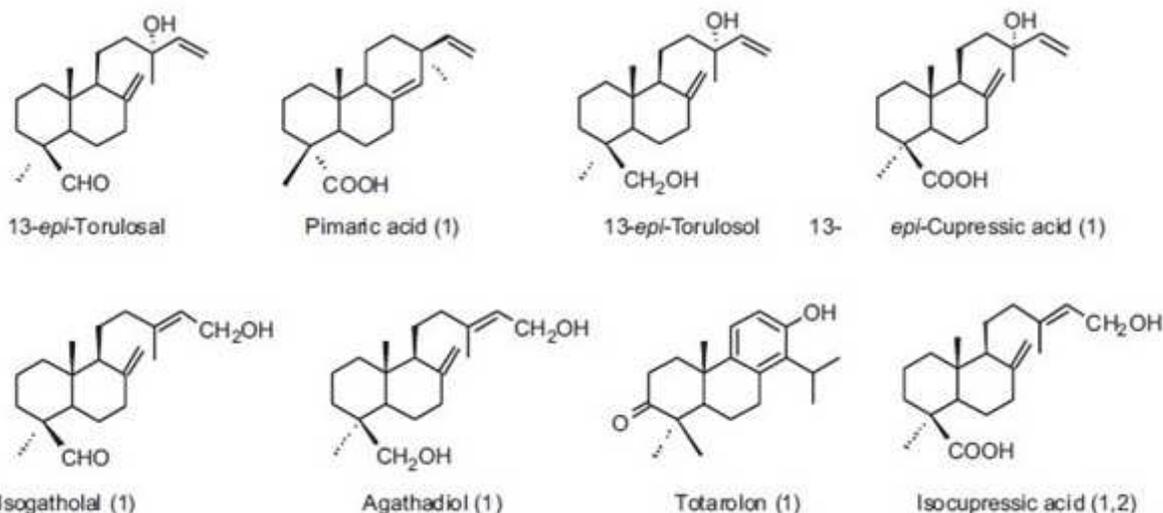
14. 2. 1. 2. Sesquiterpènes

Constituent un groupe de structures très diversifiées, plus de 200 squelettes carbonés ont été identifiés.



14. 2. 1. 3. Diterpènes

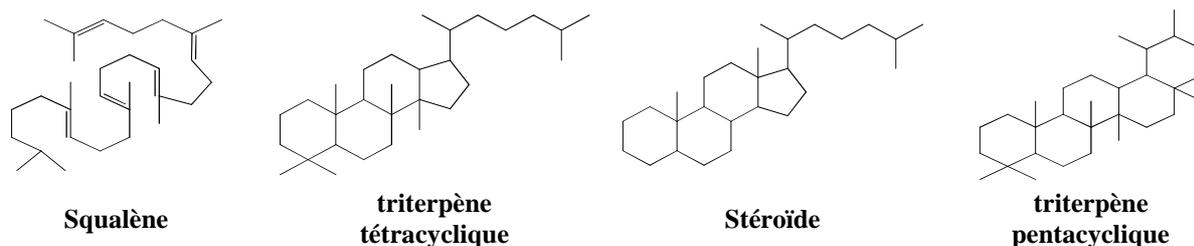
Ce sont des dérivés des hydrocarbures en 20 atomes de carbone. Ces composés sont particulièrement abondants chez les **Lamiaceae** et les **Asteraceae**.



14. 2. 1. 4. Triterpènes et stéroïdes

Les triterpènes sont des composés en C₃₀, ils sont très répandus à l'état libre, estérifié, ou sous forme hétérosidique. Ils peuvent être :

- **Composés aliphatiques** : tel que le squalène, surtout rencontré dans le règne animal, se trouve également dans les huiles végétales (Olive, Lin, Arachide).
- **Composés tétracycliques** : tel que les stéroïdes et les phytostérols. Les stéroïdes peuvent être considérés comme des triterpènes tétracycliques ayant perdu au moins trois méthyles.
- **Composés pentacycliques** : sont très fréquents chez les plantes tel que α -amyrine et β -Amyrine.

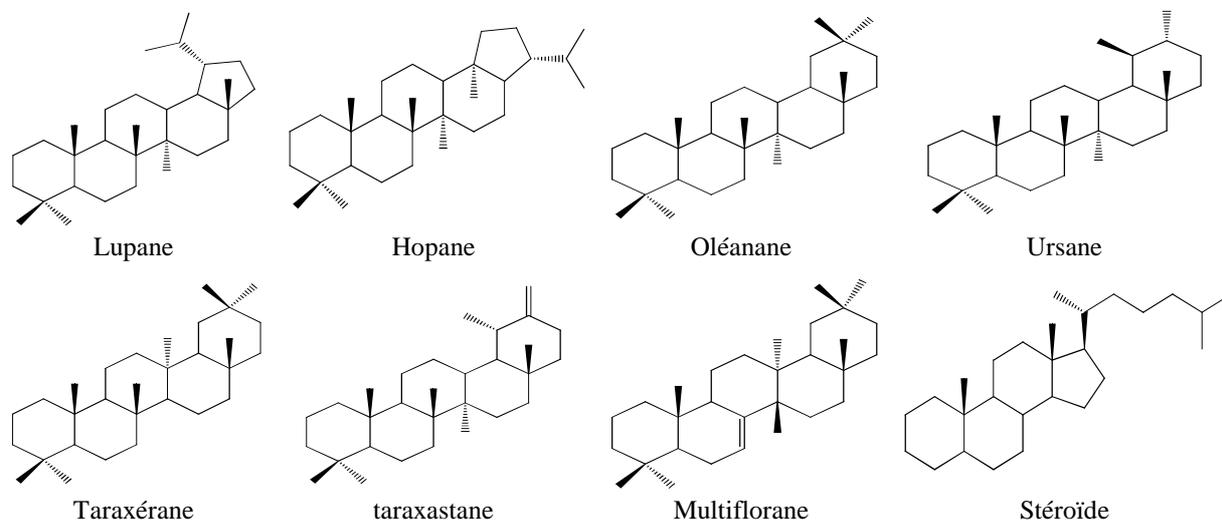


14. 2. 2. Distribution des terpènes

Les triterpènes peuvent être trouvés dans tous les organismes vivants : animaux, champignons, algues et végétaux supérieurs.

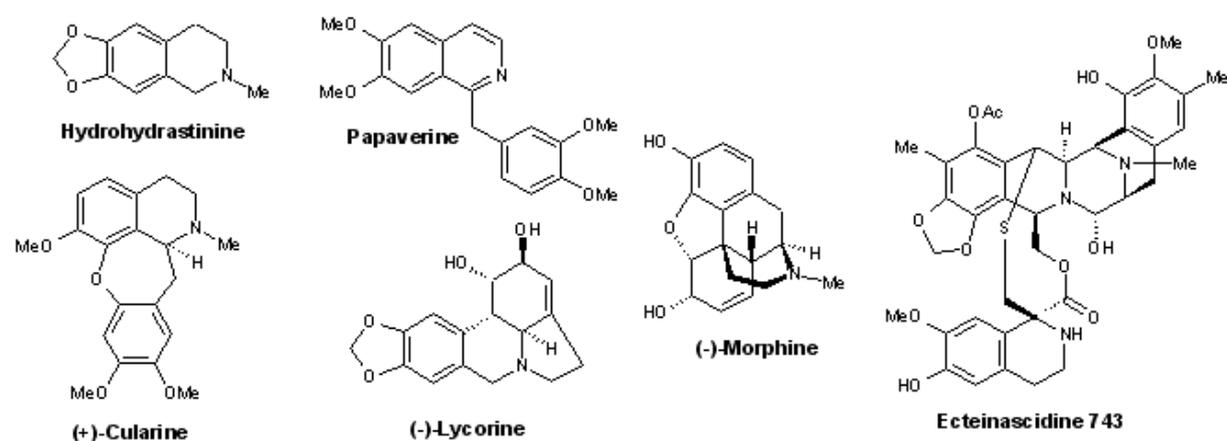
Les stéroïdes sont des molécules essentielles à tous les organismes. Ils ont toujours été fabriqués les plantes. Concernant la présence des composés stéroïdiques dans les tissus végétaux, celle-ci est connue beaucoup plus par une accumulation des stérols dans les plantes supérieures dont les plus abondants sont le stigmasterol et le sitostérol.

Les triterpènes pentacycliques sont représentatifs des végétaux supérieurs. Les composés appartenant aux séries de l'ursane, de l'oléanane et du lupane peuvent presque être considérés comme ubiquistes chez les plantes supérieures.



14. 3. Alcaloïdes

En général, ces composés possèdent au moins un atome d'azote hétérocyclique. Actuellement, la structure chimique d'environ 16 000 alcaloïdes est connue. Environ 20 % des espèces de plantes produisent des alcaloïdes.



Les alcaloïdes ont une nature basique, présentant généralement de puissants effets physiologiques. Ce sont pour la plupart des poisons végétaux très actifs, dotés d'une action spécifique. Les plantes les utilisent pour la plupart d'entre eux dans leur système de défense contre les herbivores et les pathogènes car ces composés sont toxiques.

14. 4. Huiles essentielles

Ce sont des molécules à noyau aromatique et caractère volatil offrant à la plante une odeur caractéristique et on les trouve dans les organes sécréteurs. Jouent un rôle de protection des plantes contre un excès de lumière et attirer les insectes pollinisateurs. Ils sont utilisés pour soigner des maladies inflammatoires comme les fleurs frais ou séchées de plante "camomille".

15. Phytochimie

La phytochimie, ou chimie des végétaux, est la science qui étudie la structure, le métabolisme et la fonction ainsi que les méthodes d'analyse, de purification et d'extraction des substances naturelles issues des plantes. Elle est indissociable d'autres disciplines telles que la pharmacognosie traitant des matières premières et des substances à potentialité médicamenteuse d'origine biologique.

Les végétaux sont des organismes peuvent synthétiser un grand nombre de molécules organiques complexes. Ces molécules sont toutefois utiles aux plantes elles-mêmes et aux consommateurs des chaînes alimentaires pour diverses raisons.

16. Etapes de l'étude phytochimique

1. Récolte de la plante avec données de lieu, date, état végétatif,etc.
2. Identification de la systématique de la plante à l'aide d'un botaniste.
3. Séchage entre papiers journaux à l'abri de la lumière.
4. Broyage de la plante en une poudre fine pour augmenter la surface du contact avec le solvant de la macération.
5. Macération et extraction de la plante par l'utilisation de différents solvants selon la méthode choisie.
6. Fractionnement et purification des extraits par les différentes techniques chromatographiques pour l'obtention des composés purs.
7. Réalisation des analyses spectroscopiques.
8. Elucidation des spectres et identification des structures des composés purifiés.