

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT CHIMIE

N° :



DOMAINE : Sciences de la matière

FILIERE : Chimie

OPTION : Chimie pharmaceutique

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

PAR : SARA SAOULI

Intitulé

TAXONOMIES ET PRINCIPES ACTIFS
DES PLANTES MEDICINALES

Soutenu publiquement le : 14/07/2019 devant le jury composé de :

| | | |
|-----------------------------|-------------------|--|
| S. Teorchi | Examineur | Université Mohamed Boudiaf - M'sila |
| M. Ladghem Chikouche | Rapporteur | Université Mohamed Boudiaf - M'sila |
| N.Benzaggouta | Présidente | Université Mohamed Boudiaf - M'sila |

Année universitaire : 2018/2019

DÉDICACE

*Je dédie ce travail à mes chers parents, ma mère Hada et mon père
Mohamed pour leurs sacrifices et leurs soutiens tout au long de mes
études et durant ce mémoire*

A mon oncle Razik.

A mon très cher fiancé Hichem.

Ainsi qu'à tous mes proches de la famille

A tous mes amis de chimie pharmaceutique

Sara.

Remerciement

Avant toute chose nous remercions Allah le tout puissant donner la force et la patience, pour son aide et son guide qui m'ont permis de réaliser ce travail.

Je tiens vivement à remercier Ladghem chikouche Mohamed Djamel, d'avoir accepté de m'encadrer et de m'orienter vers un sujet qu'il a su rendre plus que plaisant avec sa patience sa bienveillance et surtout ses conseils plus que précieux ! Merci pour la bonne humeur et la confiance que vous nous donniez chaque jour. Je vous en serai toujours reconnaissante et veuillez accepter ma considération la plus sincère.

Mes très vifs remerciements vont à macamarade Zemmit nourelhouda, monsieur Sabre Benamara, Dr Benzaggouta.N pour leur aide du travail de ce travail.

Un remerciement très spécial à mes parents et à ma famille qui m'ont soutenu depuis le premier jour de la réalisation de ce travail.

Sans oublier, à la fin, de dédier mes cordiaux remerciements à mes collègues Sara, Rime, Imen, Ahlame, Soumia, Fatiha, Noura, et Nassira.

Un grand merci à toutes et à tous

Remerciement

Avant toute chose nous remercions Allah le tout puissant donner la force et la patience, pour son aide et son guide qui m'ont permis de réaliser ce travail.

Je tiens vivement à remercier Ladghem chikouche Mohamed Djamel, d'avoir accepté de m'encadrer et de m'orienter vers un sujet qu'il a su rendre plus que plaisant avec sa patience sa bienveillance et surtout ses conseils plus que précieux ! Merci pour la bonne humeur et la confiance que vous nous donniez chaque jour. Je vous en serai toujours reconnaissante et veuillez accepter ma considération la plus sincère.

Mes très vifs remerciements vont à ma camarade Zemmit nourelhouda, monsieur Sabre Benamara, Dr Benzaggouta.N pour leur aide du travail de ce travail.

Un remerciement très spécial à mes parents et à ma famille qui m'ont soutenu depuis le premier jour de la réalisation de ce travail.

Sans oublier, à la fin, de dédier mes cordiaux remerciements à mes collègues Sara, Rime, Imen, Ahlame, Soumia, Fatiha, Noura, et Nassira.

Un grand merci à toutes et à tous

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| Dédicace | |
| Remerciements | |
| Sommaire | |
| Liste des tableaux | |
| Liste des figures | |
| Liste des abréviations | |
| Introduction générale | |
| Chapitre I: Les plantes médicinales et leurs principes | |
| I.1.Les plantes médicinales | 02 |
| I.2.Métabolites secondaires des plantes..... | 02 |
| I.3.Définition des principes actifs..... | 04 |
| I.4. Les hétérosides ou glycosides..... | 04 |
| I.4.1.Les glycosides cardiaques (cardiotonique)..... | 05 |
| I.4.1.1.Définition..... | 05 |
| I.4.1.2.Action pharmacologique..... | 06 |
| I.4.1.3.Distribution..... | 07 |
| I.4.2.Les glycosides cyanogénétiques..... | 08 |
| I.4.2.1.Définition..... | 08 |
| I.4.2.2.Action pharmacologique..... | 10 |
| I.4.2.3.Utilisation en pharmacie..... | 10 |
| I.4.2.4.Distribution..... | 11 |
| I.4.3.Les glycosides saponosides..... | 11 |
| I.4.3.1.Définition..... | 11 |
| I.4.3.2.Les types de saponis..... | 12 |
| I.4.3.3.Propriétés pharmacologiques des saponines..... | 13 |
| I.4.3.4.Action pharmacologique..... | 14 |
| I.4.3.5.Distribution..... | 14 |
| I.4.4.Les glycosides Anthraquinoniques..... | 15 |
| I.4.4.1.Définition..... | 15 |
| I.4.4.2.Action pharmacologique..... | 16 |
| I.4.4.3.Distribution..... | 17 |
| I.4.5. Les glycosides sénévoles..... | 18 |
| I.4.5.1.Définition..... | 18 |
| I.4.5.2.Distribution..... | 18 |
| I.4.6.Les glycosides amers..... | 19 |
| I.4.6.1. Définition..... | 19 |
| I.4.6.2.Action pharmacologique..... | 19 |
| I.4.6.3.Distribution..... | 20 |
| I.3.2. Les composés phénoliques..... | 20 |
| I.5. Les composés phénoliques simples..... | 21 |
| I.5.1. Les coumarines..... | 21 |
| I.5.1.1.Définition..... | 21 |
| I.5.1.2.Classification de coumarine | 22 |
| I.5.1.3Action pharmacologique..... | 22 |
| I.5.1.4.Distribution..... | 22 |

| | |
|--|----|
| I.5.2. Flavonoïdes..... | 23 |
| I.5.2.1.Définition..... | 23 |
| I.5.2.1.Histoire..... | 24 |
| I.5.2.2.Classification des flavonoïdes..... | 25 |
| I.5.2.3.Action pharmacologique..... | 25 |
| I.5.2.4.Distribution..... | 26 |
| I.5.3. Les tanins..... | 26 |
| I.5.3.1.Definition..... | 26 |
| I.5.3.2.Classification de tanin..... | 27 |
| a) Les tanins hydrolysables..... | 27 |
| b) Les tanins condensés..... | 28 |
| I.5.3.3.Action pharmacologique..... | 29 |
| I.5.3.4.Distributions..... | 30 |
| I.6.Les alcaloïdes..... | 31 |
| I.6.1.Definition..... | 31 |
| I.6.2.Classification selon la structure chimique..... | 32 |
| I.6.3. Exemples de quelques structures chimiques des alcaloides..... | 32 |
| I.6.4.L'effet pharmacologique..... | 33 |
| I.6.5.Distribution..... | 34 |
| I.7.Mucilage..... | 35 |
| I.7.1.Définition..... | 35 |
| I.7.2.Action pharmacologique..... | 36 |
| I.7.3.Utilisation..... | 36 |
| I.7.3.Distribution..... | 36 |
| Chapitre II. Les taxonomies | |
| II.1 Les taxonomies..... | 38 |
| II.1.1.Définition..... | 38 |
| II.1.2.Généralité sur les taxonomies..... | 38 |
| II.1.3.Classification botanique des plantes..... | 38 |
| II.2. Classification traditionnelle ou classique..... | 38 |
| II.2.1. Classification traditionnelle..... | 39 |
| II.2.2.La classification classique..... | 39 |
| II.3.Historique..... | 40 |
| II.3.1.La classification des plantes en europe jusqu'à Linné..... | 40 |
| II.3.2.La hiérarchie botanique et sa nomenclature..... | 42 |
| II.3.3. Les catégories supérieures..... | 42 |
| II.3.4 Le poids des traditions..... | 43 |
| II.3.5.La nomenclature..... | 43 |
| II.3.6.L'origine dès La nomenclature..... | 44 |
| II.3.6.1.L'origine des noms | 44 |
| II.3.6.2.L'origine des noms latins..... | 44 |
| II.4.Les classifications végétales..... | 45 |
| II.5.Les classifications phylogénétiques..... | 47 |
| II.5. 1.Champignon..... | 49 |
| a) Définition..... | 49 |
| b) Classification..... | 50 |

| | |
|--|-----------|
| II.5.2.Plantes chlorophylliennes..... | 52 |
| II.5.2.1.Algues..... | 52 |
| II.5.3.Plantes terrestres..... | 55 |
| II.5.3.1.Mousses..... | 55 |
| II.5.3.2. Trachéophytes..... | 56 |
| A) Ptéridophytes..... | 56 |
| A.a) Classification..... | 57 |
| B) Spermatophytes..... | 58 |
| C) Gymnospermes..... | 58 |
| C.a) Les grandes divisions des gymnospermes..... | 59 |
| D) Angiospermes..... | 61 |
| II.6.Systématique des Angiospermes..... | 61 |
| II.6.1.Systématique "CLASSIQUE"..... | 61 |
| II.6.1.1.Angiospermes..... | 61 |
| A) Définition..... | 61 |
| B) Classification..... | 62 |
| II.6.2.Systématique contemporaine d'après APG II, 2003 (AngiospermPhylogeny Group)..... | 63 |
| II.6.3.APG II..... | 65 |
| II.6.3.1. Protoangiospermes..... | 67 |
| II.6.3.2.Euangiospermes..... | 67 |
| 2.1. Euangiospermes monoaperturées..... | 67 |
| 2.1.1. Monocotylédones ou Liliopsidées..... | 67 |
| 2.1.1. a. Monocotylédones archaïques..... | 67 |
| 2.1.1. b. Monocotylédones évoluées..... | 68 |
| 2.1.2. Dicotylédones primitives ou Magnoliidées..... | 70 |
| 2.2. Euangiospermes triaperturées ou Eudicotylédones..... | 70 |
| 2.2.1. Eudicotylédones archaïques..... | 70 |
| 2.2.2. Eudicotylédones évoluées..... | 71 |
| 2.2.2. a. Eudicotylédones Atypiques..... | 71 |
| 2.2.2.b. Eudicotylédones Supérieures Dialypétales..... | 72 |
| 2.2.2.c. Eudicotylédones Supérieures Gamopétales..... | 73 |
| Conclusion | 76 |
| Références bibliographiques | |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau I.1 : La distribution des glycosides cardiaques..... | 07 |
| Tableau I.2 : La distribution de Les glycosides cyanogénétiques..... | 10 |
| Tableau I.3 : La distribution des saponines..... | 14 |
| Tableau I.4 : La distribution des anthraquinoniques..... | 16 |
| Tableau I.5 : La distribution d'amer..... | 19 |
| Tableau I.6 : La distribution des coumarines..... | 21 |
| Tableau I.7 : La distribution des flavonoïdes..... | 24 |
| Tableau I.8 : La distribution de Les tannins..... | 29 |
| Tableau.I.9: Structures chimiques des alcaloides..... | 30 |
| Tableau I.10 : La distribution de L'alcaloides..... | 33 |
| Tableau I.11 : La distribution dès Les mucilages..... | 35 |
| Tableau II.1: Classification des Monocotylédones archaïques..... | 68 |
| Tableau II.2: Classification des Monocotylédones évoluées..... | 68 |
| Tableau II.3: Classification des Dicotylédones primitives..... | 70 |
| Tableau II.4: Classification des Eudicotylédones..... | 71 |
| Tableau II.5: Classification eudicotylédones atypiques..... | 71 |
| Tableau II.6: Classification eudicotylédones supérieures dialypétales..... | 72 |
| Tableau II.7: Classification eudicotylédones supérieures gamopétales..... | 73 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|-----------|
| Figure I.1 : Manifeste le Métabolisme des plantes..... | 03 |
| Figure I.2 :Structure de glycoside..... | 05 |
| Figure I.3 : Exemples de quelques cardiotoniques..... | 06 |
| Figure I.4 : La structure de Digitoxine..... | 06 |
| Figure I.5 : Exemple de médicament et digitale lanata des (Digitoxine, Digitoxoside.)..... | 07 |
| Figure I.6 : De dissociation d'une molécule de glycoside cyanogène..... | 09 |
| Figure I.7 :Structure chimique d'un glycoside cyanogénétique | 10 |
| Figure I.8 : Exemples de quelques hétérosides cyanogènes..... | 10 |
| Figure I.9 :Structure de la solanine..... | 12 |
| Figure I.10 : La structure chimique de types saponis..... | 12 |
| Figure I.11 :Structure chimique de quelque saponoside..... | 13 |
| Figure I.12 : Exemple de médicament et le plante extrait de saponoside..... | 14 |
| Figure I.13 : Réaction chimique d'anthraquinone..... | 15 |
| Figure I.14 :Structure chimique des glycosides anthraquinoniques..... | 16 |
| Figure I.15 :Exemple de médicament et de plante d'anthraquinone..... | 16 |
| Figure I.16 :Structure chimique d'un sénévol..... | 18 |
| Figure I.17 :Distribution botanique des sénévols..... | 18 |
| Figure I.18 : Structure des groupes d'amer..... | 19 |
| Figure I.19 : Origine des coumarines par l'actinisation des acides "cinnamiques"..... | 21 |
| Figure I.20 : Structures des classes de coumarine..... | 21 |
| Figure I. 21 : Structure chimique des flavonoïdes..... | 23 |
| Figure I. 22 : Squelette de base des flavonoïdes..... | 24 |
| Figure I. 23 : La classe de flavonoïde..... | 24 |
| Figure I.24 : Exemple de médicament et de plantes à flavonoïdes..... | 25 |
| Figure.I.25 : Classification de tanins..... | 26 |
| Figure I.26 : Les structures chimiques des composés de l'acide gallique et l'acide ellagique..... | 27 |
| Figure I.27 : Les structures chimiques des composés de tanins condensées et hydrolysables.... | 28 |
| Figure I.28 : Exemple de médicament et de plante à tannins..... | 29 |
| Figure I.29 : Les structures chimiques de quelques Alcaloides..... | 32 |
| Figure I.30 : Exemple de médicament et le plante à alcaloides..... | 33 |
| Figure I.31 : Structures chimiques de Mucilage..... | 35 |
| Figure II.1 :Exemple d'arbre phylogénétique obtenu à partir des séquences partielles de nucléotides. (D'après J. Mugnier, modifié et simplifié.)..... | 46 |
| Figure II.2 :La classification des végétaux..... | 48 |
| Figure II.3 :Levure et mycelium..... | 49 |
| Figure II.4 : les chytridiomycetes..... | 50 |
| Figure II.5 : Les Zygomycètes..... | 51 |
| Figure II.6 :Basidiomycete du corpin..... | 51 |
| Figure II.7 : Ascomycotina..... | 52 |

| | |
|---|-----------|
| Figure II.8 : Ascomycètes exemple de Pezizes..... | 52 |
| Figure II.9 : Les algues vertes..... | 53 |
| Figure II.10 :Les algues rouges..... | 54 |
| Figure II.11 :Les algues brunes..... | 54 |
| Figure II.12 : Les algues bleues..... | 54 |
| Figure II.13 :Les mousses..... | 55 |
| Figure II.14 :Les bryales..... | 55 |
| Figure II.15 : Les sphagnales..... | 56 |
| Figure II.16 : Les bryophytes et les sporophytes..... | 56 |
| Figure II.17 :Origine des Ptéridophytes..... | 57 |
| Figure II.18 :Psilotales... .. | 57 |
| Figure II.19 :Rhyniales..... | 57 |
| Figure II.20 :Psilophytales..... | 58 |
| Figure II.21 : Le ginkgo biloba..... | 59 |
| Figure II.22 : Cycas Revoluta..... | 60 |
| Figure II.23 : Ephedra distachya..... | 60 |
| Figure II.24 : APG III..... | 65 |
| Figure II.25 : Schema général de classification APG II..... | 66 |
| Figure II.26 : Schema detailer de classification APG II..... | 66 |

LISTE DES ABRÉVIATIONS

| | |
|-------------------|---|
| PA: | Principe Actif |
| L'ECG : | Electro Cardio Gramme |
| HCN : | L'acide cyanhydrique |
| CN: | Ion de cyanure |
| UV: | Ultra-Violet |
| N.D.T : | Not Du Traducteur |
| L'ATPase : | Adénosine Triphosphate Ph hydrolase |
| % : | Pourcentage |
| K : | Symbole de Potassium |
| P : | Symbole de Phosphore |
| N.F: | Nom Feminine |
| Gr: | Grec |
| PCR : | Polymérase Chain Réaction |
| L'ADN : | Acide Désoxy Ribonucléique |
| L'APG : | Angiosperm Phylogenetic Group |
| L.: | Linné |
| ARN: | Acide Désoxy Ribonucléique Acide Ribo Nucléique |

INTRODUCTION

On sait que plus de 60% des médicaments sont d'origine végétale, soit issus directement de végétaux, ou synthétisés à l'identique en copiant des P.A du végétal, ou s'inspirant de molécules de plantes et par synthèse organique, les chimistes ont synthétisé des molécules plus efficaces que celles-ci (anti-cancéreux).

Dans tous ces trois cas, les pharmaco chimistes ou les étudiants volant le devenir. Doivent avoir un minimum de connaissances sur les plantes, de ce monde végétale si vaste, de sa taxonomie (classification des plantes), des familles de végétaux, de leurs principes actifs.....

Bien plus encore, plus on maîtrise ce monde végétal, meilleurs seront les compétences du chimiste en pharmacie.

Mais, hélas ceci est loin d'être le cas pour les étudiants en master, bon nombre d'entre eux deviendra chercheur, ce monde végétal leur statut est très inconnu, ce qui freine, entrave et pire encore nuit à leur statut et à leur formation. On doit même différencier les différentes espèces du même genre, car une espèce est d'intérêt à l'opposé de l'autre, aussi dans les bibliographies, une plante est évoquée avec sa famille dans la taxonomie classique mais aussi cladistique (APG) ; D'autres part, un principe actif bien des fois (ex : mucilage, amer,...) est souvent bien propre à une famille plutôt qu'à toutes les autres, ou restreint à un nombre réduit de ces familles botaniques (ex :des cardiotoniques se trouvent surtout chez les scrofulariacées, apocynacées, renonculacées....).Donc, si l'on veut étudier ce principe actif, il faut différencier des genres de ces familles et les identifier, comme le font les botanistes (forme de feuille, floraison....).

Pour pallier à ce manque, nous avons jugé qu'il est de notre devoir de réaliser un outil pédagogique [intelligent, simple, claire, précis et global] qui nous espérons facilitera l'entame de la maîtrise du monde végétal, les caractères des végétaux, la taxonomie, surtout que celle-ci est en permanente évolution, les principes actifs

Cet outil, c'est un ensemble d'affiches géantes, bien décorées, intelligentes, organisées pour un meilleur et rapide apprentissage, elles orneront les couloirs, les salles de cours, mais aussi formeront l'ossature d'un musée de chimie pour tous les amateurs de la chimie pharmaceutique et des plantes.

Les planches couvriront deux thèmes :

-Le 1^{ère} les diffère principe actif des plantes, leurs effet et famille thérapeutique, mais aussi leurs structures et familles chimique.

-Le 2^{ème} : concerne, la classification des végétaux entre classique et cladistique, on a mis l'accent spécifiquement sur l'étymologie, car nous pensons que celle –ci un-son ambiguïté.

Est pour un grande partie responsable de la difficulté de ce monde végétal, qui fait tant peur [Angiospermes, digitalis purpurea, Brassicaceae,.....]

Ainsi, notre espoir est que de tels termes seront-plutôt que d'être une entrave surtout nos alliés, et que nous pourrons facilement associer les principaux principe actif des plantes aux principales familles, et deux classes thérapeutiques appropriées.

Chapitre I :
Les plantes médicinales
et leurs principes

Chapitre I: Les plantes médicinales et leurs principes

I-1- Les plantes médicinales:

La pharmacopée française dans sa note 1 définit une plante médicinale comme une « drogue végétale au sens de la pharmacopée européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses ». Une « **drogue végétale** » est une plante ou une partie de plante, utilisées en l'état, soit à l'état frais, ou soit le plus souvent sous la forme desséchée. L'expression drogue végétale ou, plus couramment, drogue, désigne donc une matière première naturelle qui sert à la fabrication de médicaments.

Il n'existe pas de définition légale d'une plante médicinale au sens juridique dans le code de la Santé publique. En France par contre « une plante » est dite médicinale lorsqu'elle est inscrite à la pharmacopée et qu'elle est d'usage exclusivement médical. Cela veut 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. Elles puisent leur action de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés réunies[1].

I.2.Métabolites secondaires des plantes:

Le métabolisme primaire fournit à tous les êtres vivants les molécules de base (acides aminés, acides nucléiques, glucides, lipides, protéines, etc.). Les plantes produisent un nombre important de composés non issus directement à partir de la photosynthèse, mais grâce à des réactions chimiques ultérieures. Ce sont celles qu'on appelle métabolites secondaires. Aujourd'hui, un grand nombre de ces métabolites est utilisé en médecine moderne, mais surtout en usage traditionnel. Ci-dessous, on cite quelques importants groupes phytochimiques, source de molécules biologiquement actives[2].

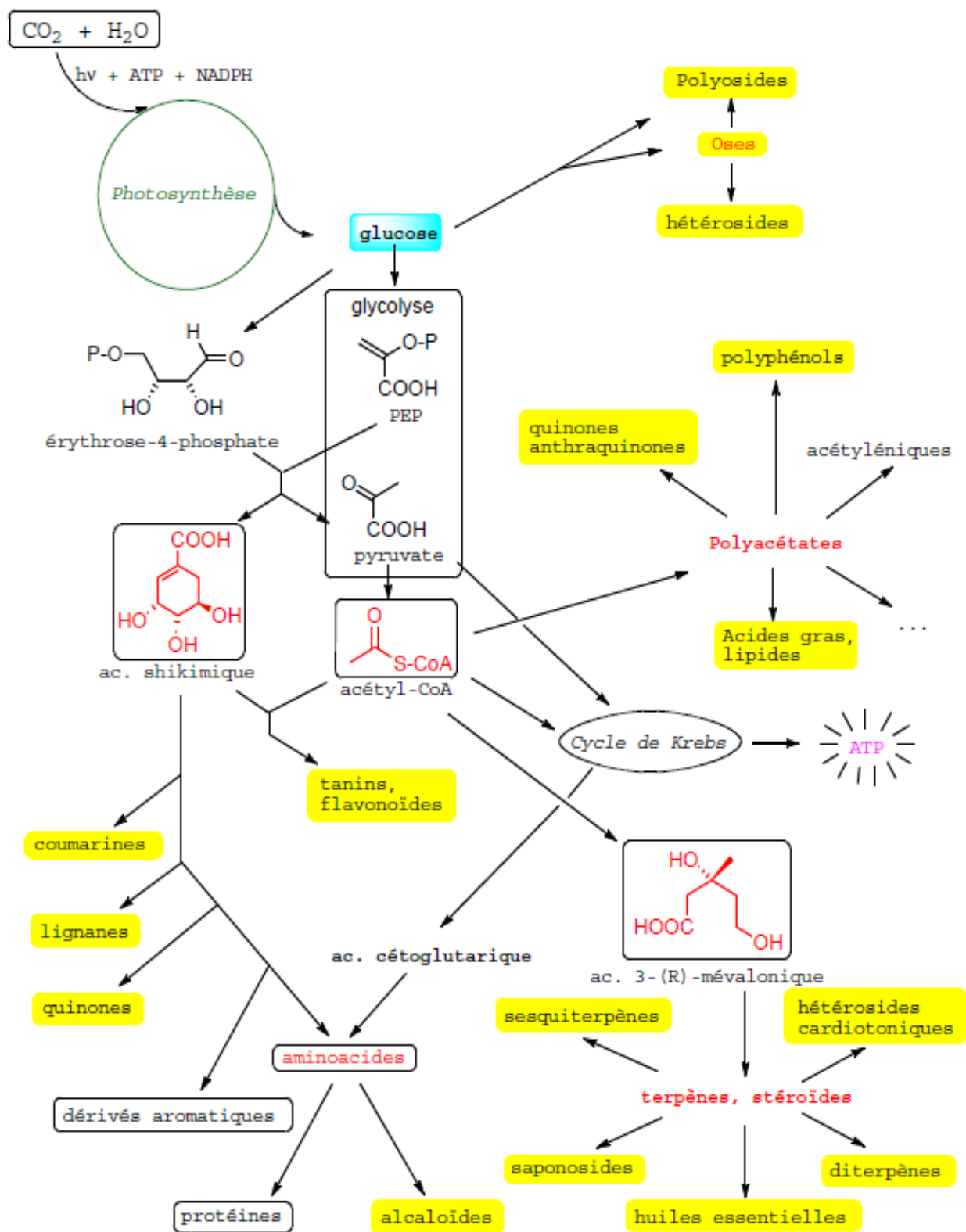


Figure I.1 :Le Métabolisme des plantes[3].

I.3. Définition des principes actifs:

Le principe actif (P.A) est une molécule contenue dans une drogue végétale ou dans une préparation à base d'une drogue végétale et qui est utilisée dans la fabrication des médicaments[4].

Les principes actifs ou le principe actif d'une plante médicinale sont des composants naturels présents dans celle-ci. Ils confèrent à la plante son activité thérapeutique. Bien que souvent en quantité extrêmement faible dans la plante (ne représentant à peine que quelques % du poids total de celle-ci), ces composants en sont l'élément essentiel. On retrouve les principes actifs dans toutes les parties de la plante, mais de manière inégale. Et dans une même plante, tous les PA n'ont pas les mêmes propriétés. L'orange en est l'exemple type, pendant que ses fleurs sont sédatives; son écorce est par contre apéritive. Chez certaines plantes, une partie de la plante seulement peut être utilisée. Exemple: seule la racine du ginseng contient des substances tonifiantes.

Le P.A. présente un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal. Il est issu de des plantes fraîches ou des séchées. Parmi les parties utilisées: les feuilles, fleurs, , racines, écorces, sommités fleuries ou encore les graines[5]. Par opposition aux métabolites primaires - essentiels dans le développement et la croissance de la plante-, les métabolites secondaires participent quant à elle à l'adaptation de la plante avec son environnement, ainsi qu'à la tolérance contre les chocs (variation de la température , rayons UV de la lumière , insectes nocifs, ...)[6].

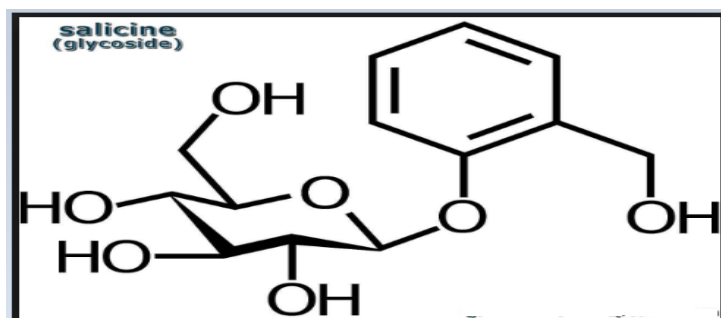
I.4. Les hétérosides ou glycosides :

Les hétérosides, composés extrêmement intéressants sont des dérivés secondaires synthétisés par les plantes. Alors que la terminologie française utilise le terme d'hétéroside, les auteurs anglosaxons utilisent eux le terme glycosides[7].

Ce terme glycoside s'applique lorsqu'une molécule de glucide établit une liaison en se condensant avec un radical hydroxyle. Les glucides peuvent former une liaison glycosidique (**du grec glyKos= doux**) avec d'autres molécules non glucidiques. Le plus fréquemment des glucides rencontrés dans les hétérosides est le glucose, bien que des hétérosides spéciaux renferment des glucides rares autres que le glucose. C'est le cas par exemple des **saponosides, des glycosides cardiotoniques et des glycosides cyanogènes** qui constituent trois familles d'hétérosides[4].

Un glycoside (qu'hétéroside) (**Figure I.2**) est une substance composée de deux parties. L'une - le plus souvent inactive- contient un sucre (et ne sert qu'au transport de la matière active) tout en exerçant un effet favorable sur l'absorption et la distribution dans le corps, et une partie active du

glycoside (appelée aglycone ou génine) nommée aglycone qui est souvent toxique.[8]. L'aglycone est responsable de l'effet pharmacologique ou thérapeutique d'un glycoside.



, Figure I.2 :Structure de glycoside

On distingue plusieurs groupes de glucosides utilisés en médecine et pharmacie, et ce selon leur composition chimique:

I.4.1. Les glycosides cardiaques (cardiotoniques) :

I.4.1.1. Définition :

Les **hétérosides** cardiotoniques sont présents dans plus de 200 espèces appartenant à 55 genres et 12 familles. La digitaline cardiotonique la mieux connue actuellement est sans doute la **digitoxine**. Elle est abondante surtout dans les graines, les feuilles et les fleurs de la digitale pourpre (*Digitalis purpurea*). Les graines de la digitale pourpre contiennent également un autre saponoside, **digitonine**. *Digitalis lanata* (une digitale d'origine grecque), renferme de la **digoxine** dont l'utilisation a supplanté celle de la digitoxine.

Les glycosides cardiotoniques sont utilisés lors d'insuffisance cardiaque présentant un trouble du rythme et une cardiopathie. Ils sont **inotropes** (voir action pharmacologique) cardiaques et agissent par inhibition de l'ATPase membranaire, enzyme responsable du fonctionnement au niveau de toutes les cellules vivantes de la pompe à sodium[2].

Ces glycosides cardiaques sont composés de deux parties: une fraction glucidique-composée de plusieurs sucres (glucose, pentose...)-insérée en position 3 sur le noyau stéroïdique et une fraction aglycone, ou génine représentant un noyau stéroïdique substitué en 17C par un cycle **lactonique**.

On distingue deux groupes d'hétérosides cardiotoniques: les cardénolides en 23C (gamma-lactone) et les bufadiénolides en 24C (delta-lactone) (**figure I.4**) [9].

Ces substances ont une action directe sur le cœur (régulant l'activité cardiaque à des doses infinitésimales, en cas d'affaiblissement de ce dernier) comme la digoxine. Ils sont par contre dangereux chez les individus non atteints de cardiopathie. On les retrouve dans de nombreuses

plantes: la Digitale, l'Adonis et le Muguet. Leur consommation par l'homme et par les animaux peut leur être fatale.

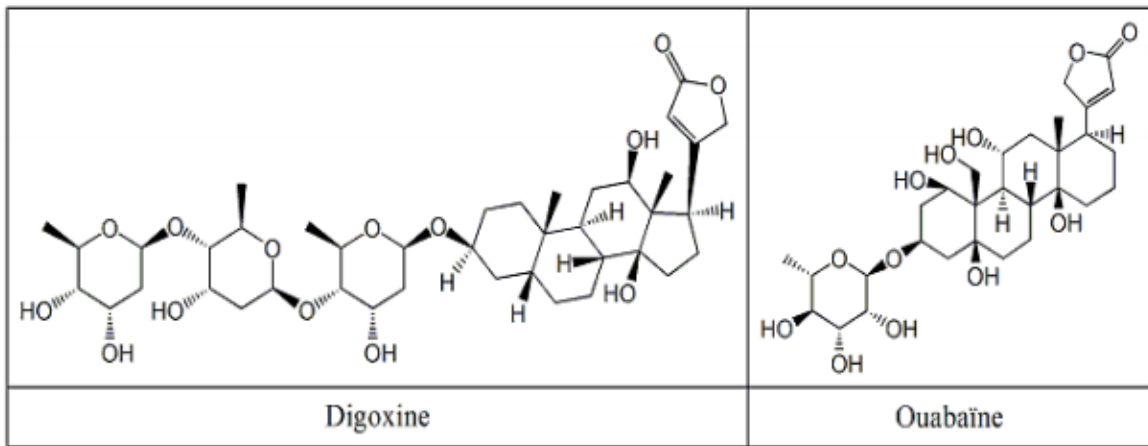


Figure I.3 :Exemples de quelques cardiotoniques.

• Structure chimique:

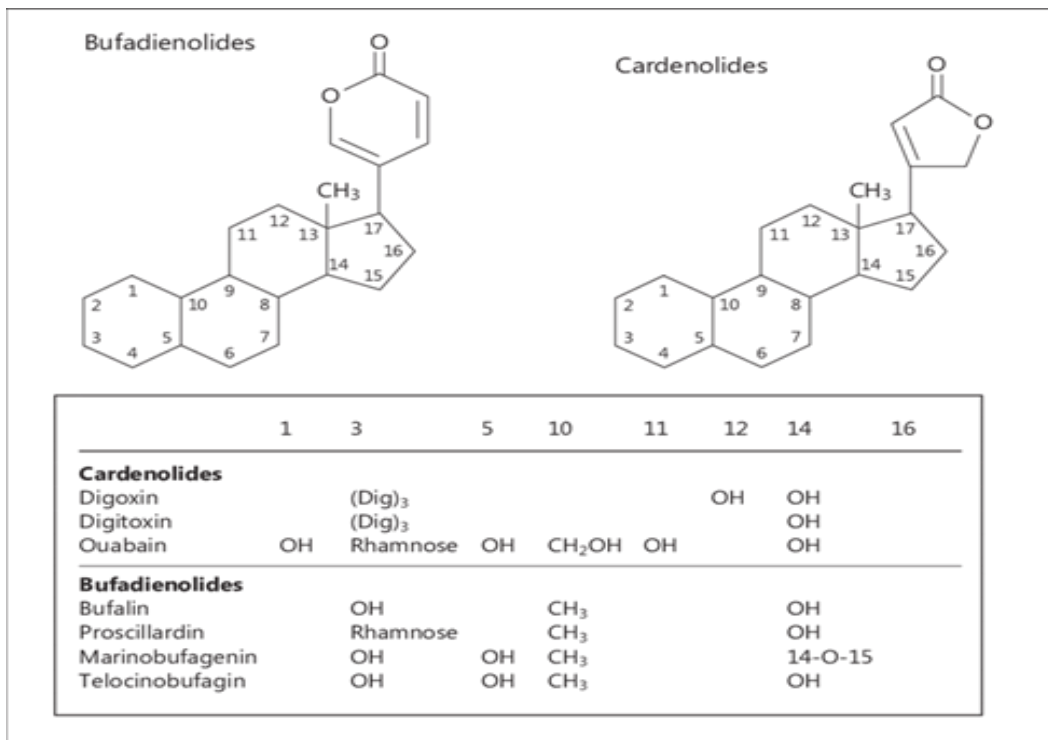


Figure I.4 : Les deux catégories de cardiotoniques

I.4.1.2.Action pharmacologique:

La règle des "3 R" de Pottain : renforce, régularise, ralentit le cœur malade.

- ✓ Sur la contractilité. "Inotrope +" (inos en grec = fibre) : renforce l'inotropie. Action sur le myocarde. Contraction est augmentée en force et diminuée en vitesse.

- ✓ Sur la conductibilité "Dromotrope –" (dromos en grec = course). Action sur le tissu nodal. Tous les HC diminuent la vitesse de conduction de l'influx au niveau du faisceau de Hiss (auriculo-ventriculaire). S'observe à l'ECG (allongement de la période réfractaire → bénéfique contre les troubles du rythme supraventriculaires).
- ✓ Sur l'automatisme. • "Chronotrope –" (chronos en grec = temps, rythme) : abaissent la fréquence sinusale (20 à 40%). Synergie avec AcCholine : action vagotonique directe (parasymphomimétique) + effet antiadrénergique indirect (amélioration débit cardiaque). "Bathmotrope –" (excitabilité anormale du myocarde est diminuée). Attention, cet effet peut s'inverser facilement (hypokaliémie, calcithérapie IV, ...) → favorise les foyers ectopiques « automatiques » → troubles du rythme en cas de surdosage (extrasystoles ventriculaires).[3]
- Exemple :

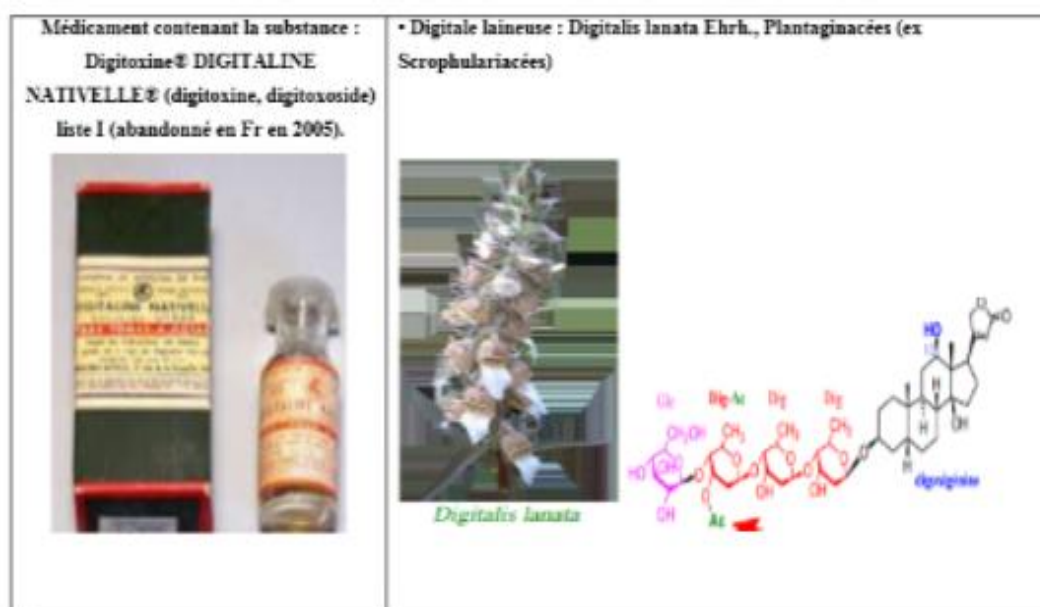







Figure I.5 : Exemple du médicament Digitoxine et la plante digitale lanata.

I.4.1.3. Distribution:

Les familles les plus importantes qui contiennent les digitoxines sont : les scrophulariacées, les apocynacées et renonculacées[9].

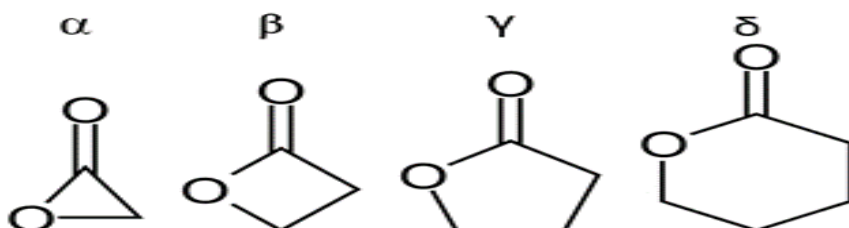
Tableau I.1 : La distribution botanique des glycosides cardiaques

| | | | | |
|--|---|---|--|--|
| <i>Digitalis purpurea</i> digitale pourpre | <i>Strophantus kombe et gratus</i> | <i>Convallaria majalis/muguet de mai</i> | <i>Helleborus niger/hellebore noire</i> | <i>Nerium oleander/laurier rose</i> |
|  |  |  |  |  |
| Principe actif: digitoxigénine, purpuréaglucoïde A, digitoxine, purpuréaglucoïde B, gitoxine et digitalinum verum. | Principe actif: strophantoside et ouabaine. | Principe actif: Convallatoxine | Principe actif: Bufadiénolides | Principe actif: cardénolides un peu moins actifs que les autres digitaliques. |

N.B : Lactone :

Le Lactone est un **estercyclique**, dérivé des hydroxydes (A. Lactique, A. Hydroxy butyque.) par estérification interne donc une cyclisation (Lactonisation) pour obtenir un hétérocycle oxygéné.

Type de lactones :

**I.4.2.Les glycosides cyanogénétiques:****I.4.2.1.Définition :**

Le mot cyanogène est formé de deux parties : Cyano faisant référence au cyanure (CN-) et gène(=ver. produit). Ce sont des molécules liées à un sucre et susceptibles de libérer l'acide cyanhydrique (HCN) par hydrolyse (Figure I.6). Il s'agit potentiellement de substances toxiques - à base de cyanure-, mais à faibles doses ont un effet sédatif et relaxant sur le cœur et les muscles ; Ils sont en outre dotés d'un pouvoir antispasmodique et calmant. Différents Lauriers, ainsi que des

Prunus et autres Rosacées, le Manioc, etc... sont des plantes riches en hétérosides cyanogènes. Les feuilles de Sureau noir, l'écorce du Cerisier sauvage, qui contiennent toutes les deux des glycosides cyanogénétiques, peuvent supprimer ou calmer les toux sèches et irritantes.

Les glycosides cyanogénétiques sont des métabolites secondaires de la plante, ils dérivent de cinq acides aminés hydrophobes :L-isoleucine (ile), L-leucine (leu), L-phénylalanine (phe), L-tyrosine (tyr) et L-valine (val). Les composés Cyclopentenoides proviennent probablement d'un acide aminé non protéique l'acide L-2-(20-cyclopentenyl) glycine (cpg) [4].

L'acide cyanhydrique (HCN) la plupart d'entre eux sont dérivés de quatre acides aminés (phénylalanine, tyrosine, valine et isoleucine) et de l'acide nicotinique.

Les hétérosides cyanogènes ne sont pas des composés toxiques. La toxicité vient du fait que lorsque la plante se blesse par un herbivore, l'hétéroside est hydrolysé par des enzymes de l'être l'ayant absorbé, libérant du cyanure qui est toxique .C'est cette réaction qui est à l'origine du goût typique des différentes espèces contenant de l'amygdaline (anciennement connue par la vitamine B17).

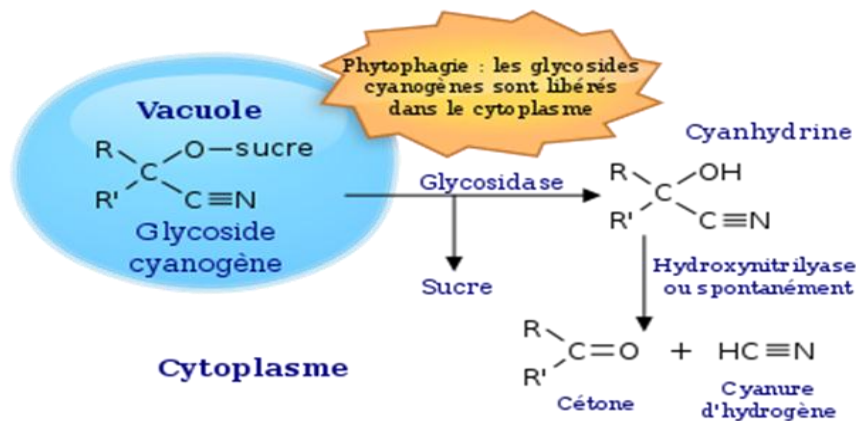


Figure I.6 : Dissociation d'une molécule de glycoside cyanogène [20]

- **Structure chimique:**

Leur structure chimique de base, comme le montre la figure suivante, est composée d'une partie osidique (glycone=sucre), branchée sur le carbone central par une liaison éther, et d'une partie non osidique : aglycone, et enfin d'un groupement cyanure $-\text{C}\equiv\text{N}$.

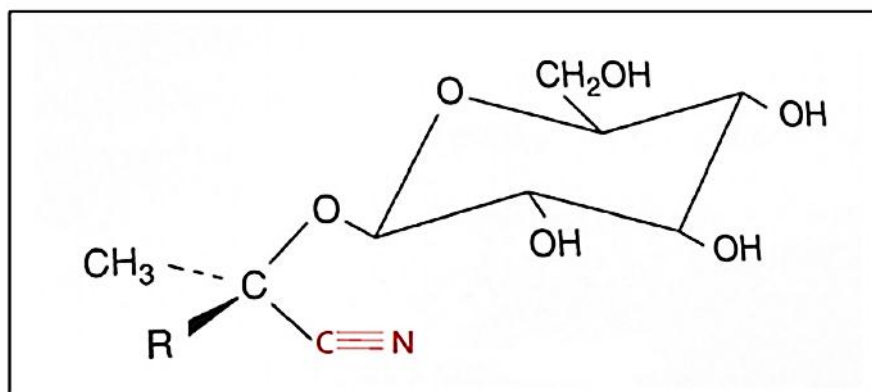


Figure I.7 :Structure chimique d'un glycoside cyanogénétique .

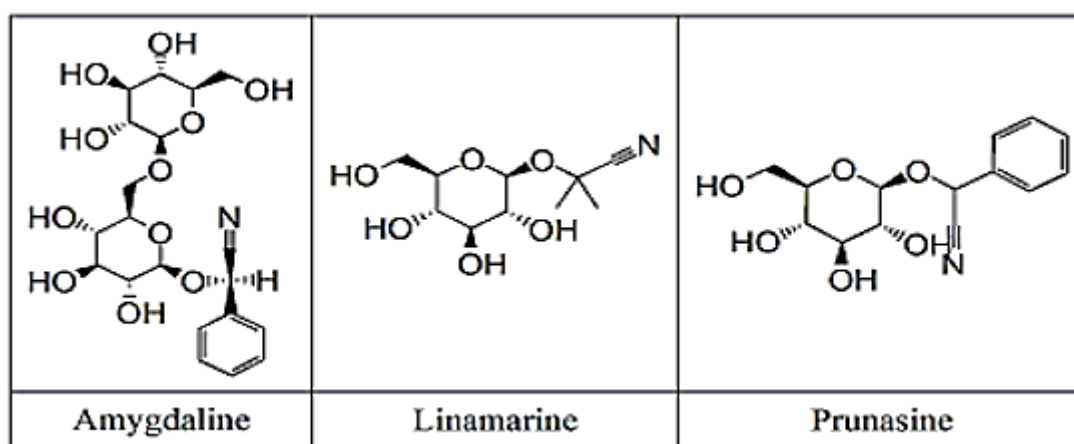


Figure I.8 :Exemples de quelques hétérosides cyanogènes

I.4.2.2.Action pharmacologique:

Les glycosides cyanogénétiques sont capables de libérer de l'acide cyanhydrique par hydrolyse, (composé hautement toxique), car possédant l'anion cyanure, le groupe CN^- . Le premier symptôme d'une intoxication au cyanure est l'anoxie (manqué d'oxygène): L'ion cyanure ne fait pas diminuer la quantité d'oxygène dans le sang, mais empêche l'utilisation de cet oxygène au niveau des cellules[9].

I. 4.2.3.Utilisation en pharmacie :

- Stimulant respiratoire.
- Antispasmodique
- Autre utilisation : Aromatisant.

I.4.2.4. Distribution :

On rencontre les glycosides cyanogénétiques le plus souvent dans la famille des Rosaceae

Tableau I.2 : distribution botanique des glycosides cyanogénétiques [9]

| | | | | | |
|--|--|---|--|---|--|
| <u>Prunus amygdalus</u>  | <u>Sorghum bicolor, Sorghum album</u>  | <u>Phaseolus lunatus</u>  | <u>Manihot carthaginensis</u>  | <u>Prunus macrophylla</u>  | <u>Bambusa vulgaris</u>  |
| <u>Amygdaline</u> | <u>Dhurrine</u> | <u>Linamarine</u> | <u>Lotaustraline</u> | <u>Prunasine</u> | <u>Taxiphylline</u> |

N.B.

Cyanure :

Cyan : Cyano (=Kyanos=bleu en grec) car il permet la synthèse ou provoque des bleus, des cyanoses et gène ghenao=créer en latin ou qui engendre). Ce pigment « Bleu de Prusse » a été synthétisé pour la 1^{ère} fois par Gay Lussac en 1815, isolé par le chimiste Carle Willems Scheele, puis sa formule empirique a été déterminée plus tard

L'amygdaline :

Du grec amugdal (=amande). L'amygdaloside est un hétéroside (ou nitriloside) végétal (dont sa partie glucidique est la gentiobiose) et sa partie aglycone (la cyanhydrine (du benzaldéhyde)), et est souvent référencié come vitamine B17 qui n'existe d'ailleurs pas.

I.4.3. Les glycosides saponosides :

I.4.3.1. Définition:

La saponaire (saponaria officinalis) du latin sapo, saponis =savon et oside=sucre), a été largement utilisée en Europe et pendant très longtemps comme détergent ménager, sous les tropiques [10].

L'aglycone actif des saponosides est la sapogénine. Ces PA ont la particularité de « mousser », lorsqu'on les met en contact avec de l'eau, produisant une mousse persistante et on les retrouve chez beaucoup de plantes (ginseng ; lierre, marron ; d'Inde, réglisse, petit houx....)[11].

Les saponosides (parfois encore appelés sapogénines ;(N.D.T) [2] sont des classes d'hétérosides très répandues chez les plantes ainsi que chez certains animaux marins. Ce sont des glycosides stéroïdiques ou triterpéniques qui ont la propriété en plus de former des solutions moussantes en présence d'eau,de faire aussi précipiter le cholestérol[12].

Ce sont donc des hétérosides à génine stéroïdique. Les oses sont typiquement l'acide glucuronique, le glucose et le rhamnose. La figure ci- dessous est celle de la primulagénine.

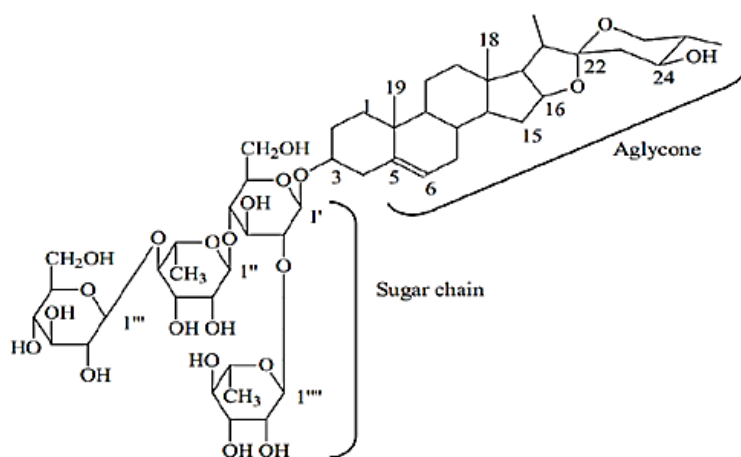


Figure I.9 :Structure de la saponoside

I.4.3.2.Les types de saponis:

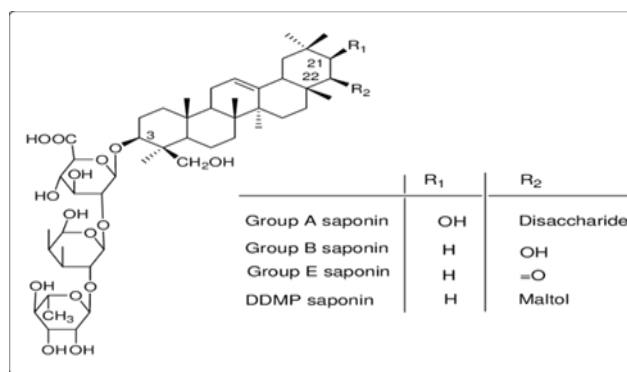
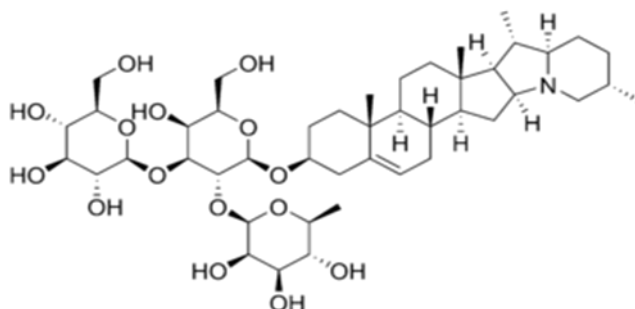


Figure I.10 :La structure chimique de types saponis

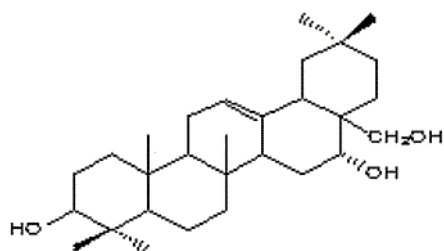
Les exemples de quelque saponosides :

Formule chimique de la solanine, une saponine rencontrée chez toutes les Solanaceae.

La solanine :



Des hétérosides à génine stéroïdique :



primulagénine A (de *Primula officinalis*)

Figure I.11 :Structure chimique de quelque saponoside

I.4.3.3. Propriétés pharmacologiques des saponines :

-Les saponosides ont un gout amer et acre et provoquent, une fois ingérés, d'importantes irritations gastriques.

-Elles sont injectés dans le circuit sanguin, elles provoquent l'hémolyse des globules rouges, libèrent leur hémoglobine.

-Les saponosides qui sont très toxiques pour les poissons ont été utilisés pour la pêche.

Exemple : les saponosides de luzerne, peuvent provoquer des problèmes digestifs et des ballonnements chez les animaux qui les consomment[2].

Elles sont employées comme diurétiques et comme désinfectantes des voies urinaires[13].

I.4.3.4.Action pharmacologique:

Des saponosides produits par l'écorce du bois de panama (*Quillaja saponaria*) ont été commercialisées et utilisés comme agents tensioactifs dans la fabrication des films photographiques, des shampoings, des détergents liquides, des dentifrices et des boissons (agents émulsifiants).

Un saponoside, la glycyrrhizine, extrait de la réglisse (*Glycyrrhiza glabra*) a été utilisé dans des médicaments, mais aussi comme édulcorant et arôme dans des aliments et les cigarettes[2].

En pharmacie les saponines sont utilisées comme tensio-actifs et agents mouillants. Elles ont de des propriétés hémolytiques, expectorantes et antitussives, parfois même anti-inflammatoires[9].

- Exemple :



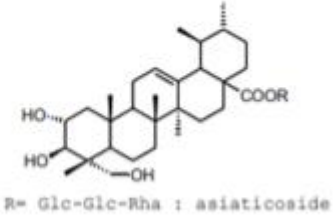





| | |
|---|--|
| <p>Médicament contenant la substance : asiaticoside® MADECASSOL 1% Cr : T/10g ,MADECASSOL 1% Cr : T/25g ,MADECASSOL 10mg Cpr : E/25</p>  | <p>Hydrocotyle, <i>Centella asiatica</i> (L.) Urban, Ombellifères (plante)</p>   <p>R= Glc-Glc-Rha : asiaticoside</p> |
|---|--|

Figure I.12 :Exemple de médicament et le plante extrait de saponoside

I.4.3.5.Distribution:

Les familles concernées, appartiennent aux Angiospermes (monocotylédones): Liliaceae (*Allium*, *Smilax*, *Asparag*), Agavaceae (agave, *Yucca*), et dioscoreaceae (*dioscorea*), et quelques autres familles: fabaceae (fenugrec) Solanaceae (tobacco) Scrophulariaceae (foxgloves) [9].

Tableau I.3 :La distribution des saponines

| | | | | |
|--|---|---|--|--|
| Primula veris et elatior/primevère  | Quillaja saponaria/quillaya  | Glycyrrhiza glabra/réglisse  | Hedera helix/lierre  | Aesculus hippocastanum/marronnier d'Inde  |
| Principes actifs: saponines. | Principes actifs: quillajasaponine jusqu'à 10%, acide quillajique. | saponines triterpéniques (2.5-20%). glycyrrhizine, acide glycyrrhétique, Sapogénines triterpéniques. | saponines, saponosides. | Principes actifs: saponines dont l'aescine à raison de 3 à 10%. |

I.4.4. Les anthraquinoniques :

I.4.4.1. Définition:

Anthraquinone : *Anthra* (anthracite : charbon) et quinone (**Espagnol : quinone=5**). L'anthraquinone appartient à la famille chimique des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

C'est un dérivé de l'oxydation de l'anthracène. Présent à l'état naturel chez un certain nombre d'animaux et de plantes, il est aussi une substance active de produit phytosanitaire (ou produit phytopharmaceutique, ou pesticide). Il présente un effet répulsif à l'égard des oiseaux. Isolé, il a l'apparence d'une poudre cristalline solide, et sa couleur varie du jaune et du gris-clair au gris-vert. D'une manière plus générale, une anthraquinone est un composé chimique possédant ce motif dans sa structure [14].

- **Structure chimique:** Les anthraquinones (états d'oxydation de l'anthracène) [3]:

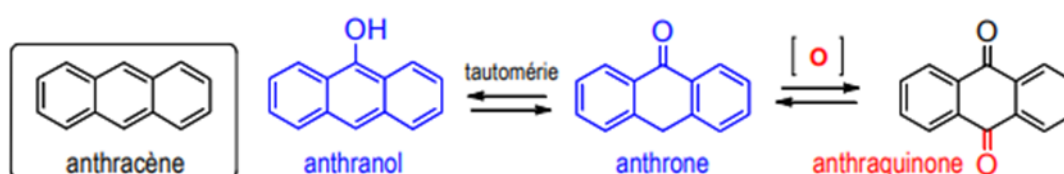


Figure I.13 : Réaction chimique d'anthraquinone

Ces glycosides sont le plus souvent, des pigments cristallins, facilement labiles. Ils sont les constituants principaux des plantes telles que le Séné et la Rhubarbe de Chine qui ont, toutes les deux, un effet laxatif et purgatif[15].

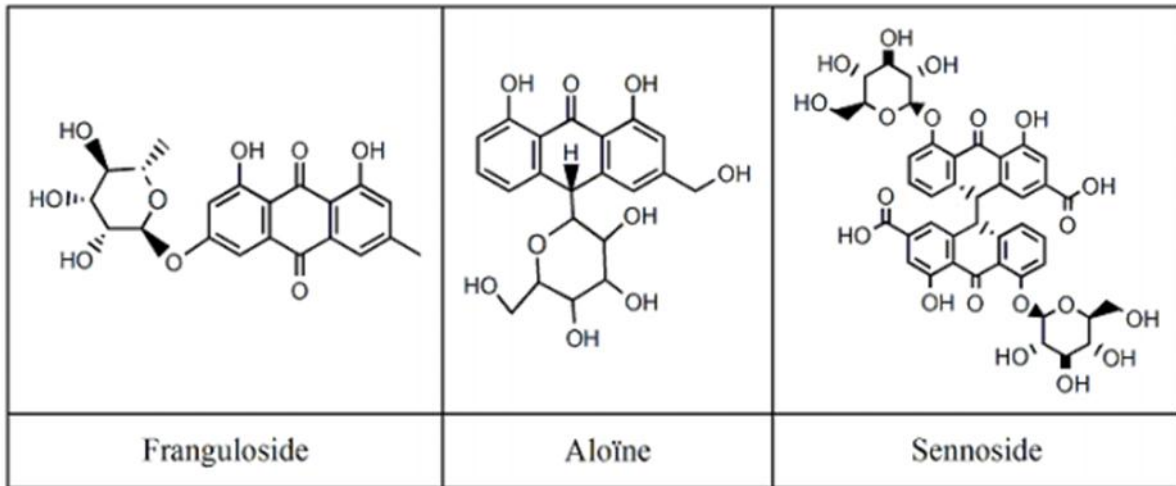


Figure I.14 :Structure chimique des glycosides anthraquinoniques

I.4.4.2. Action pharmacologique:

Les glycosides atteignent le colon où ils seront hydrolysés dans ce milieu basique par la flore bactérienne. Une fois réduits en anthrone et anthranol, ils réduisent par inhibition de l'ATPase sodium-potassium la résorption du sodium et de l'eau. Ils stimulent à l'inverse la sécrétion d'eau et d'électrolytes vers la lumière intestinale suite à une augmentation de la perméabilité des zones de contact intercellulaire (tight junctions). Leur utilisation ne doit pas être sur une longue période[9].

- Exemple :



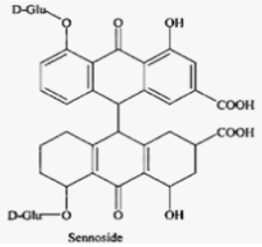
| | |
|--|--|
| <p>Liste des médicaments contenant la</p>  <p>substance : Séné AFRA tisane en sachet.</p> | <p>Séné de Khartoum (Séné d'Alexandrie), <i>Cassia acutifolia</i> Del. (= <i>C. senna</i> L.)</p>   <p>Senna Alexandrina</p> |
|--|--|





Figure I.15 : Exemple de médicament et de plante d'anthraquinone

I.4.4.3. Distribution:

On trouve des anthraquinones et ses dérivés dans les familles des Fabacées et Rhamnacées.

La plupart de ces plantes sont officinales et inscrites dans la pharmacopée.

Tableau I.4 : La distribution des anthraquinoniques

| Cassia angustifolia | Frangula alnus/bourdainne officinale | Rheum palmatum et officinale/rhubarbe médicinale | Aloe/aloe |
|---|--|--|---|
|  |  |  |  |
| <p><i>Principes actifs:</i> dérivés anthraquinoniques (2-3%) dont sennoside A et B, C et D.</p> | <p><i>Principes actifs:</i> dérivés anthraquinoniques: glucosides d'anthraquinone (glucofranguline franguline, anthrones et anthraquinones libres.</p> | <p><i>Principes actifs:</i> dérivés anthraquinoniques : rhéine, émodyne et aloémodyne (3-7%)</p> | <p><i>Principes actifs:</i> dérivés anthraquinoniques pouvant aller jusqu'à 34%: aloïne et aloïnosides A et B, aloé-émodyne (< 0.05%).</p> |

I.4.5. Les glycosides sénévoles:

I.4.5.1. Définition :

De l'allemand Senf (« moutarde ») et de l'allemand Oef (« essence »), Sénévé (latin populaire sinapatum), du latin classique sinapis, grain de moutarde.

Un sénévol est un hétéroside dont l'aglycone est responsable de l'odeur et saveur piquante des légumes de la famille des Brassicacées (choux fleur, radis : crucifères, liliacées et Tropéolacées [16].

Les sénévoles sont des essences sulfurées, en général volatiles et à action piquante sur les muqueuses, qui se trouvent libérées par l'hydrolyse d'un des hétérosides soufrés existant chez les crucifères (sinigroside de la moutarde) et les familles voisines (capparidacées : câprier) [17]. Ils sont présents dans toute la plante et surtout les graines. Les produits de l'hydrolyse (isothiocyanates) sont

des glucosinolates rubéfiants et vésicants. On utilise la farine de moutarde en cataplasme, comme révulsif (diminution d'inflammation et de congestion) [9].

- **Structure chimique:**

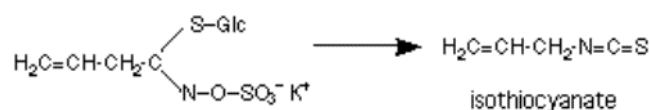


Figure I.16 :Structure chimique d'un sénévol

La structure de base comporte un glucose et un groupe sulfate sur une génine variable, le tout existant sous forme de sel de potassium, par exemple le sinigroside (**allylglucosinolate**). Lorsque les tissus sont lésés, les glucosinolates sont hydrolysés par une thioglucosidase spécifique ("**myrosinase**"), toujours présente dans les plantes à glucosinolates, avec la libération de glucose, de sulfate de potassium et d'un isothiocyanate. Ce dernier est responsable du goût piquant des Brassicaceae[9].

I.4.5.2.Distribution:

Les sénévoles sont présents exclusivement dans la famille des Brassicacées, Liliacées, et Tropaéolacées.



Figure I.17 :Distribution botanique des sénévoles [9]

I.4.6. Les glycosides Amers :

I.4.6.1. Définition :

Ces substances en présentant un goût amer (amara), excitent les cellules gustatives, et donc stimulent l'appétit en augmentant la sécrétion des sucs gastriques. La pharmacologie regroupe sous le nom de principes amers des substances végétales terpéniques précurseurs de l'azulène, ainsi que des glucosides de diverses structures biochimiques[9]

- **Structure chimique:**

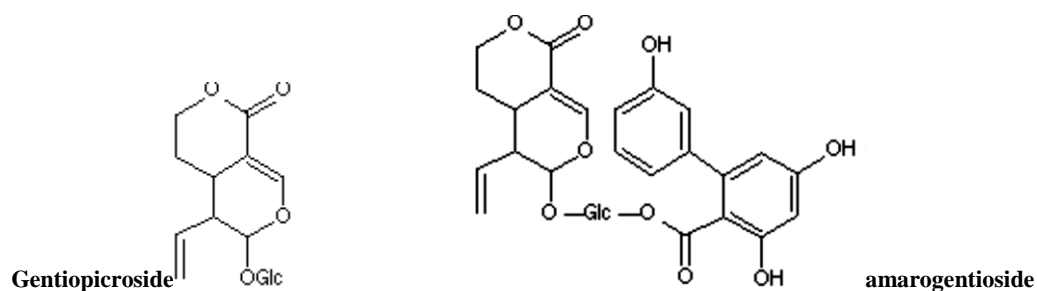


Figure I.18 :Structure des groupes d'amer

I.4.6.2. Action pharmacologique:


Les substances amères ont un goût amer, même à des dilutions élevées et dont l'utilisation thérapeutique repose sur elle(cette amertume).

Le principe amer induit une augmentation de la libération des sucs digestifs, et ainsi favorise la digestion. (Exemple : gentiane, absinthe, centaurée) [9].

I.4.6.3. Distribution:

Ils sont présents dans deux groupes botaniques. Le premier groupe comporte par exemple les sucs amers de l'absinthe et du chardon béni. Le deuxième groupe est le plus commun : il regroupe les sucs des gentianacées (gentiane, trèfle d'eau).

Tableau I.5 :Distribution botanique des amers

| Artemisia absinthium/absinthe | Gentiane lutea/gentiane jaune | Menyanthes trifoliata/trèfle des marais |
|---|---|---|
|  |  |  |
| <p>Principes actifs: artabasine absinthine et anabsinthine. Azulène obtenu par distillation de L'artabasine. Stomachique, amer tonique, stimulant gastrique, bactéricide.</p> | <p>Principes actifs: amarogentoside et gentiopicroside.</p> | <p>Principes actifs: gentiopicroside et swertiamaroside. Amer et stomachique.</p> |

N.B

Adjectif : Du latin amarus (« pénible »et après), et de saveur désagréable au goût, comme la saveur que procurent le quinquina, la gentiane. (Antonymes doux).

I.3.2. Les composés phénoliques :

Le terme polyphénol a été introduit en 1980. Les composés phénoliques ou polyphénols constituent une famille de molécules organiques largement présentes dans le règne végétal [18].

Ce sont des métabolites secondaires, caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide [19].

Ils sont caractérisés par la présence de plusieurs groupements phénoliques associés en structures plus ou moins complexes et de haut poids moléculaires.

I.5. Les composés phénoliques simples :**I.5.1. Les coumarines :****I.5.1.1. Définition :**

La coumarine tire son nom de **kumarú**, (**fève tonka**) d'un arbre poussant en Amérique tropicale, le gaiac de Cayenne (**Dipteryx odorata**) de la famille des Fabacées. (Nom dans une langue amérindienne tupi de Guyane). Cette molécule, concentrée à 1-3 %, fut isolée en 1820 par Vogel[20].

Les coumarines constituent un groupe de lactones largement répandues, issues de la formation d'un cycle fermé à partir de l'acide hydroxy cinnamique[2].

Les coumarines sont des 2H-1-benzopyran-2-ones, considérées comme étant les lactones des acides 2-hydroxy-7-cinnamiques[21]. Elles se trouvent dans la nature soit :Etat libre ou combinés avec des sucres(=glycoside coumarine). Sous forme libres, elles sont solubles dans les alcools et dans les solvants organiques ou les solvants chlorés, ou sous formes encore liées à des sucres (hétérosides) elles sont plus ou moins solubles dans l'eau. [22].

- **Structure chimique [3]:**

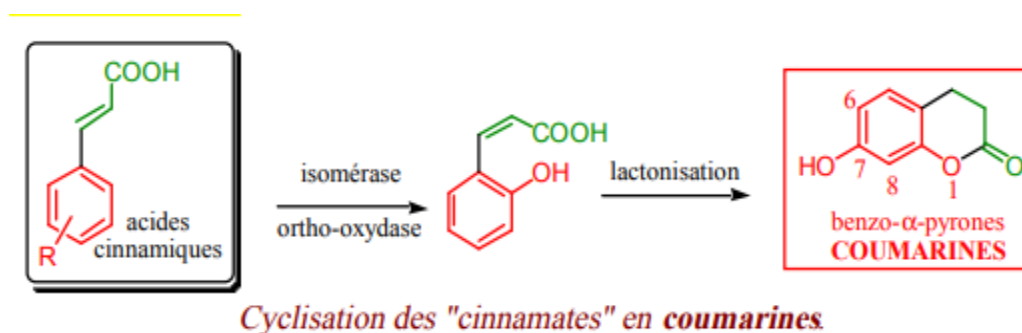
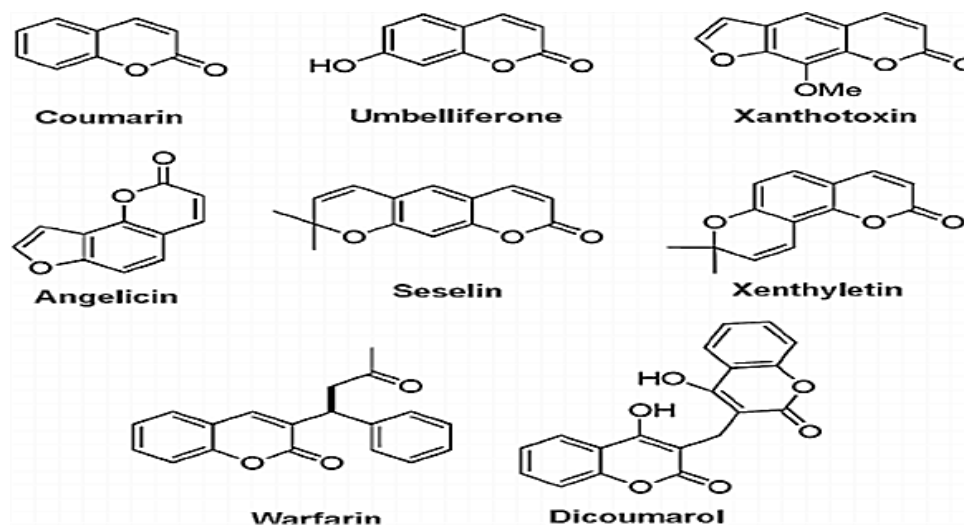


Figure I.19 : Origine des coumarines par l'actinisation des acides "cinnamiques"

I.5.1.2. Classification des coumarines :



I.5.1.3. Action pharmacologique:








La coumarine et ses dérivés ont des actions phyto biologiques,[23] bactériostatiques et anti fongiques, ils ont un effet antioedémateux[24].

La coumarine donne son odeur douceâtre caractéristique au foin fraîchement coupé. La coumarine est également un composant de l'huile de bergamote, et est utilisée pour parfumer le tabac de pipe, le thé et d'autres produits. La coumarine en soi n'est pas toxique, mais elle peut l'être lorsqu'elle est convertie par les champignons, en une toxine le dicoumarol qui est typiquement présent dans la foi moisi. Le dicoumarol provoque chez le bétail des hémorragies fatales en inhibant la vitamine K qui est un facteur essentiel de la coagulation du sang[2].

I.5.1.4. Distribution:

Les glycosides coumariniques sont présents chez les Poaceae (Gramineae), chez les Apiaceae(Apiaceae), chez les Rubiaceae et chez les Fabaceae. On rencontre surtout des coumarines polycycliques chez les champignons[9].

Tableau I.6 :La distribution des coumarines

| Levisticum officinale/livèche | Pimpinella saxifraga/saxifrage | Angelica archangelica/angélique | Galium odoratum/aspérule | Petroselinum sativum/persil | Melilotus officinale/mélilot officinal | Aspergillus flavus/Aspergillus |
|--|---|---|--|---|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
| Principes actifs: coumarine, umbelliférone et furocoumarine. | Principes actifs: surtout des huiles essentielles. Mais aussi des coumarines: umbelliférone et Furocoumarines: pimpinelline à raison de maximum 0.34% et isopimpinelline jusqu'à 0.12%. | Principes actifs: nombreuses coumarines : simples, furaniques et hydroxyisopropylidihydrofuraniques | Principes actifs: coumarine | Principes actifs: furanocoumarine | Principes actifs: mélitoside qui libère de l'acide coumarique actif si transformé en coumarine | Principes actifs: aflatoxines B1 (la plus importante), B2, G1 et G2. L'aflatoxine B1 est actuellement considérée comme le plus important agent carcinogène d'origine naturelle connu |

I.5.2. flavonoïdes:

I.5.2.1. Définition :

Les flavonoïdes sont la plupart des pigments jaunâtres (**en latin: flavus = jaune**). Ces composés sont caractérisés par une structure de type benzo- γ -pyrone (ou chromone).

Drogues à FLAVONOÏDES (au sens large) : sont des dérivés du noyau phényl-2 chromane, ils sont très répandus (chez les végétaux supérieurs) sous forme d'hétérosides (solubles)[25]. Ils sont stockés dans le suc vacuolaire des organes jeunes (épiderme de feuille, pellicule fruit). Rôle évident (dû à leur coloration dans le visible et aux fluorescences sous l'effet des UV solaires) : attraction des insectes pollinisateurs. Les flavonoïdes sont présentes dans toutes les parties des végétaux supérieurs : racines, tiges, feuilles fleurs, pollens, fruits, graines, bois. Leur fonction principale semble être la coloration des plantes (au-delà de la chlorophylle, des caroténoïdes et des bétalaines) même si leurs présences sont parfois masquées par leurs présences sous formes « leuco », ce qui explique leurs intérêts commerciaux dans l'industrie alimentaire [26].

Les plantes à flavonoïdes contiennent un polyphénol naturel jaune appelé *FLAVONE*.

On appelle les flavonoïdes qui possèdent une action pharmacologique indubitable des bioflavonoïdes.

Les flavonoïdes (ou bioflavonoïdes) les plus connus sont le rutoside et la quercétine. Ce sont des métabolites secondaires des plantes, partageant tous une même structure de base formée par deux cycles aromatiques reliés par trois carbones : $C_6-C_3-C_6$, chaîne souvent fermée en un hétérocycle oxygéné hexa- ou pentagonal [27].

I.5.2.2. Histoire :

Albert Szent-Gyorgyi découvrit par hasard les « bioflavonoïdes » en traitant un patient d'une fragilité capillaire sous-cutanée.

D'abord une préparation impure de vitamine C, de citron un facteur nommé « citrine », il la nomma aussi vitamine P, avec la lettre P pour « perméabilité » d'hespéridine et de glycoside d'ériodictyol [28].

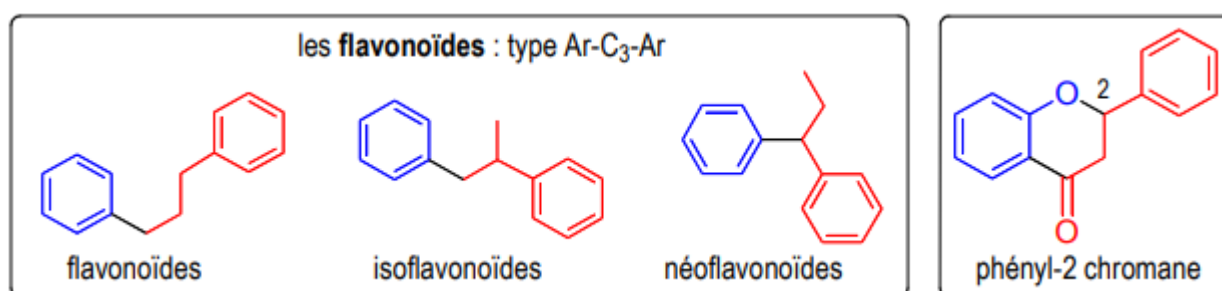


Figure I. 21 : Structure chimique des flavonoïdes

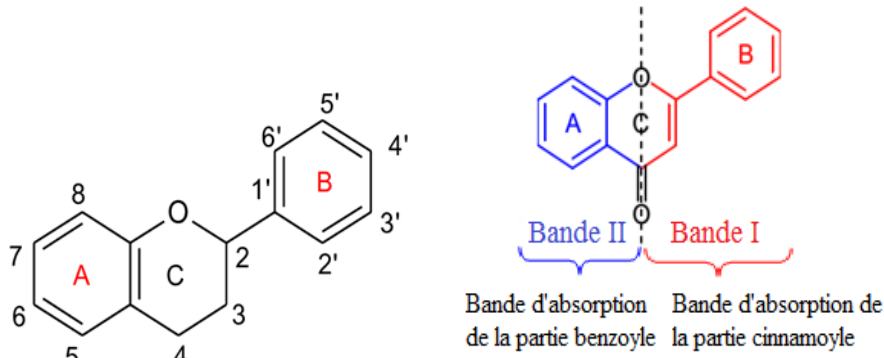


Figure I. 22 : Squelette de base des flavonoïdes

Les flavonoïdes appartiennent à la famille des composés phénoliques simples. Ce sont des composés à trois cycles, nommés A, B et C [2]. On les trouve dissoutes dans la vacuole à l'état d'hétérosides ou existent sous forme libre dite aglycone [29].

I.5.2.3. Classification des flavonoïdes :

Il ya six classes des flavonoïdes, différentes par leurs chimiques : flavonols, flavones, flavanone, Isoflavones et Anthocyanidines. [3]

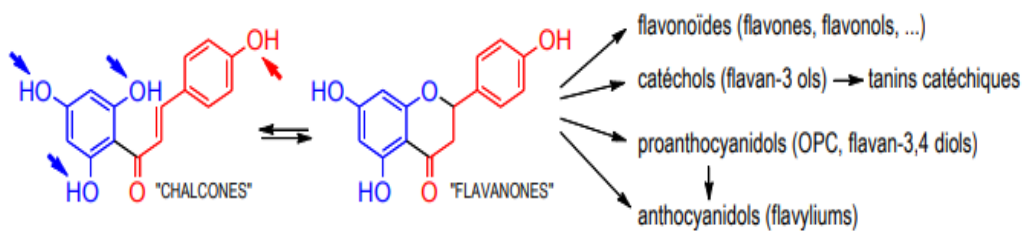


Figure I. 23 :La classe de flavonoïde

I.5.2.4. Action pharmacologique:

De nos jours, les propriétés des flavonoïdes sont largement étudiées dans le domaine médical ou on leur reconnait des activités antivirales, anti -tumoraux, anti-inflammatoires, antiallergiques et anticancéreuses[30]. Les flavonoïdes peuvent réduire le diabète ou aussi empêcher, et cela en inhibant l'enzyme aldose réductase. Certains flavonoïdes peuvent entraver l'athérosclérose et par conséquent réduire le risque des maladies cardiovasculaires [31]. Les flavonoïdes sont présents presque dans tous les organes de la plantes et jouent un rôle important en attaquant les radicaux libres comme antioxydants dans le système de défense[32].

- Exemple :








Figure I.24 : Exemple de médicament et de plantes à flavonoïdes

I.5.2.4. Distribution:

Les flavonoïdes sont des pigments (le plus souvent de couleur jaune) qui sont présents chez presque tous les végétaux. Ce sont des composés très répandus et plus de 3000 d'entre eux sont répertoriés et connus. Ces composés sont dotés pour leur majorité d'une activité thérapeutique. On ne mentionnera que les plantes médicinales et officinales les plus utilisées[9].

Tableau I.7 :Distribution botanique des flavonoïdes

| Betula pendula/bouleau | Crataegus oxyacantha et monogyna/aubépine | Sambucus nigra/sureau | Filipendula ulmaria/reine des prés | Arnica montana/arnica/arnika |
|--|--|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
| <p>Principes actifs: flavonoïdes (1.6-1.9%): hyperoside et quercétine-D-galactoside. Diurétique et désinfectant des voies urinaires.</p> | <p>Principes actifs: flavonoïdes (0.5%) principalement de la vitexine-4-rhamnoside et acétylvitexine-4-Rhamnoside. Hyperoside: vitexine et rutine. Cardiotonique, antiarythmique, hypotenseur et Vasodilatateur.</p> | <p>Principes actifs: flavonoïdes</p> | <p>Principes actifs: entre autres, flavonoïdes. Diurétique et antirhumatismal</p> | <p>Principes actifs: flavonoïdes dont 3-mono-glucoside de kaempférol et de quercétine. en interne: Analeptique et spasmolytique. Principes actifs: entre autres, flavonoïdes. Diurétique et antirhumatismal</p> |

I.5.3. Les tanins :

I.5.3.1. Définition:

Tanin dérive de tan et le suffixe **-in**. Le **tan** est la poudre extraite de l'écorce du chêne qui sert à tanner les peaux. Ce terme de tan est très probablement issu du goulois –tanno-signifiant « chêne » que l'on peut restituer d'après le breton tann « chêne rouvre », et le mot peut prendre un « n » simple ou double tanin ou tannin, mais tous les dérivés s'écrivent avec deux « n », tannage, tannerie tanner, etc [33].

Le mot tanins vient d'anciennes pratiques utilisant des extraits de plantes pour « tanner » les peaux d'animaux, c'est-à-dire pour transformer une peau en cuir[2].

Les tanins sont des métabolites secondaires de certaines plantes terrestres vasculaires. On le trouve dans toutes les parties du végétal (, racine, écorce, enveloppe de graines, liège, les fruits : (datte, café, cacao....) non mûrs, galles ; etc). Les tanins sont des molécules de nature phénolique (polyphénols hydrosolubles) [33]. Mais elles sont particulièrement abondantes dans certaines familles comme les *conifères*, les *Rosacée*, *Aceraceae*, *Ericaceae*, *Fagaceae* (quercus) *Anacardiaceae*, *Genariaceae* (rhus) [34].

Ce sont des substances polyphénoliques, généralement amorphes, et ont pour effet de transformer la peau en cuir et de précipiter les sels de métaux lourds (plomb et mercure, ainsi que la plupart des alcaloïdes (antidote). Il existe deux groupes de tanins [35]:

les tanins galliques (qui sont solubles dans l'eau) = (hydrolysables) et les catéchiques (Non hydrolysables)=condensés[36].



Figure .I.25 : Classification de tanins

I.5.3.2. Classification de tanin :

a) Les tanins hydrolysables :

Ils ont une distribution taxonomique plus restreinte ; principalement dans les arbres et les plantes herbacées dicotylédones exemple (grenades, les fraises), ils proviennent principalement des acide phénoliques tels que l'acide gallique ou l'acide ellagique [Figure 23]. D'où leur subdivision en gallotanins ou tanins gallique et ellagitanins ou tanins ellagique[33].

Chimiquement :

Les tannins hydrolysables sont des phénols liés à un résidu sucré par un lien ester (donc hydrolysable). Si le phénol est l'acide gallique, ce sont les gallitannins; s'il s'agit de l'acide hexahydroxy-diphénique, ce sont les ellagitannins.[Figure 24]. Oxydations et autres polymérisations engendrent des structures variées. On trouve les tannins hydrolysables chez les dicotylédones et ils sont plus facilement hydrolysables par les microorganismes que les précédents[37].

b) Les tanins condensés :

Les tanins condensés, appelés aussi polyphénols ou proanthocyanidines, sont largement répandus dans l'alimentation humaine (fruits, légume, thé, dattes ...)[38].

Chimiquement :

Les tannins condensés sont des polymères (d'où leur nom) de dérivés de résidus flavonols[b] liés par des liens C-C (un exemple en mais de nombreuses autres combinaisons existent[a]) (figure24); ils sont produits par la plupart des végétaux terrestres[37].

- Structure chimique:

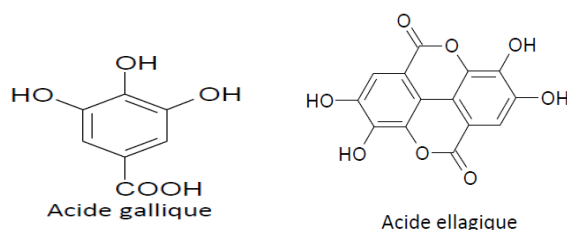


Figure I.26 : Les structures chimiques des composés de l'acide gallique et l'acide ellagique

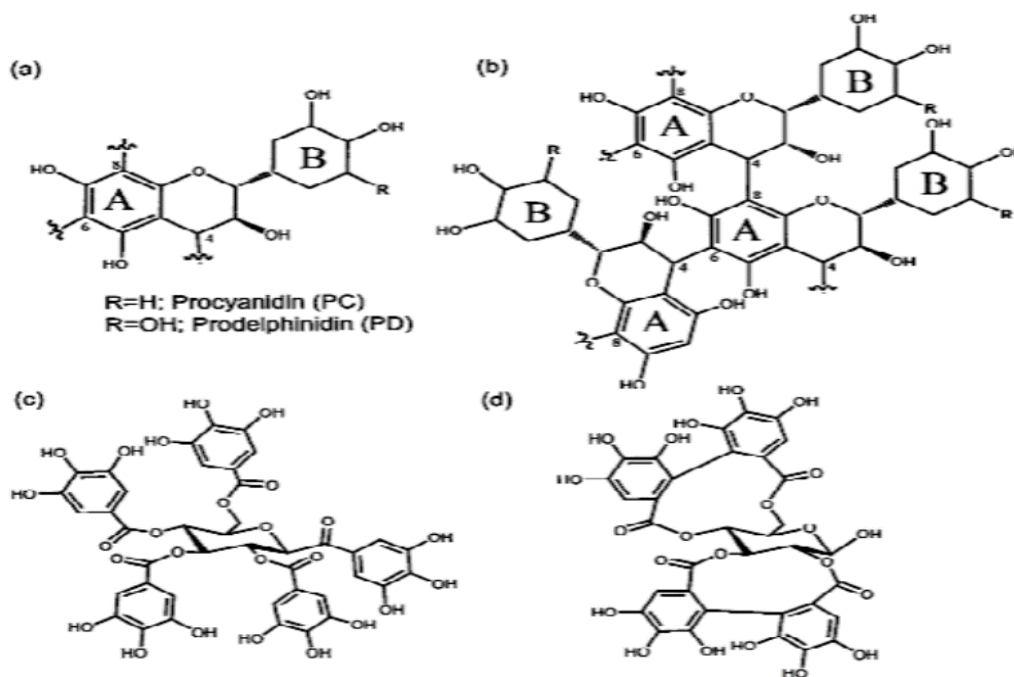


Figure I.27 :Les structures chimique des composés de tanins condensées et hydrolysables

I.5.3.3.Action pharmacologique:

Les décoctions et autres préparations à base de drogues en riches en tanins sont employées le plus souvent extérieurement contre les inflammations de la cavité buccale, les catarrhes, la bronchite, les hémorragies locales, sur les brulures et les engelures, les plaies, les inflammations dermiques, les hémorroïdes et la transpiration excessive[39].

Usage interne :on utilise les tanins dans des cas de catarrhe intestinal ; de diarrhée, d'affections de la vésicule, ainsi que lors d'empoisonnement par des alcaloïdes végétaux les tanins servent d'antidote (contrepoison) [40].

- Exemples :

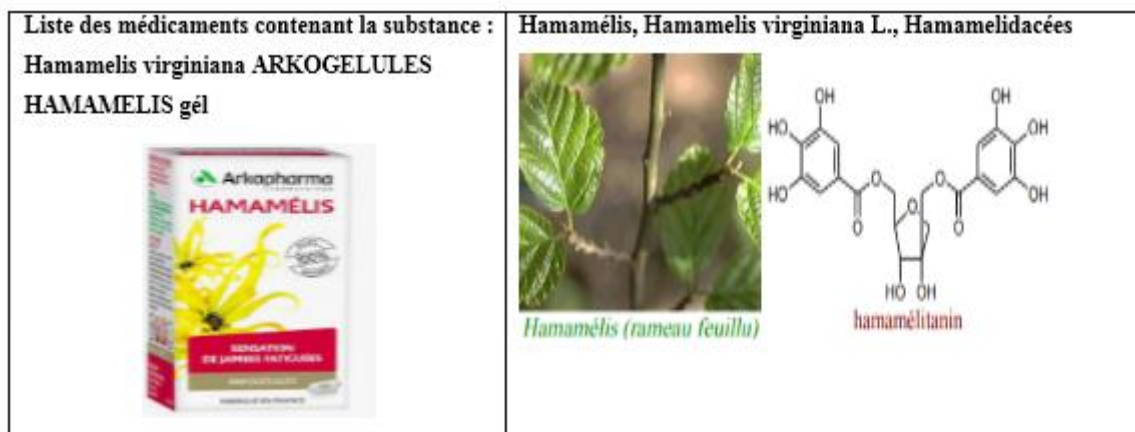








Figure I.28 : Exemple de médicament et de plante à tannins [3]

I.5.3.4. Distributions :

En (1993) une étude a été faite sur la distribution des plantes à tanin chez 180 familles des Dicotylédones et 44 familles des Monocotylédones. La majorité des familles de Dicotylédones contiennent des espèces dépourvues de tanin.

Les familles les plus connues dont toutes les espèces testées contiennent du tanin sont les : Aceraceae, Actinidiaceae, Anacardiaceae, Bixaceae, Burseraceae, Combretaceae, Dipterocarpaceae, Ericaceae, Grossulariaceae, Myricaceae pour les Dicotylédones et les Najadaceae et Typhaceae pour les Monocotylédones. Pour la famille du chêne, les Fagaceae. Quelques familles comme les Boraginaceae, Cucurbitaceae, Papaveraceae n'en contiennent aucune[41].

Tableau I.8. Distribution botanique des tannins

| Hamamelis virginiana/hamélis | Juglans regia/noyer | Vaccinium myrtillus/myrtille | Quercus robur/chêne | Alchemilla vulgaris: alchémille | Potentilla rectal/potentille |
|---|--|--|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |
| Principes actifs: tanins à raison de 8% dont le principal l'hamamélitanin. | Principes actifs: des tannins. En pharmacie le sirop de brou de noix est utilisé pour soigner la toux. | Principes actifs: tanin entre 5 et 12%. Le fruit est utilisé comme antidiarrhéique | Principes actifs: tannins sous forme de phlobotanins à raison de 8 à 10% contenus uniquement dans l'écorce jeune. | Principes actifs: les feuilles sont riches en tannins et utilisées en médecine populaire. | Principes actifs: les tanins sont contenus dans la partie souterraine de la plante. |

I.6. Les alcaloïdes :

I.6.1. Définition:

Le mot « **alcaloïde** » est pratiquement synonyme du mot « **drogue** » ; tellement 10 des 12 drogues qui ont pour origine une plante et qui sont commercialement les plus importantes sont des alcaloïdes (balandrin et al. 1985). Le terme « **alcaloïde** » fut créé en 1819 par Wilhelm Meissner un pharmacien de Halle (1792-1853) [2].

L'origine de la dénomination vient de l'Arabe « alcali » alcali qui a donné et du grec oïde (forme) [42]. La seule caractéristique commune aux alcaloïdes est la terminaison de leur nom par le suffixe « ine » (sauf : comptohecine) [43].

Les alcaloïdes sont des composés azotés complexes de nature basique, ayant en général de puissants effets physiologiques. Pour la plupart d'entre eux, ce sont des poisons végétaux très actifs, pourvus d'action spécifique [40].

Les alcaloïdes sont à caractère alcalin présents essentiellement dans les plantes [44].

I.6.2. Classification selon la structure chimique :

Selon leur structure chimique et surtout leur structure moléculaire, on divise les alcaloïdes en plusieurs groupes :

Des phénylalanines : capsaïcine du piment, colchicine du colchique.

- Des alcaloïdes iso-quinoléiques : morphine, éthylmorphine, codéine et papavérine contenues dans l'opium du pavot.
- Des alcaloïdes quinoléiques : tige feuillée de rue commune.
- Des alcaloïdes pyridiques et pipéridiques : ricinine du ricin, trigonelline du fenugrec.
- Des alcaloïdes dérivés du tropane : scopolamine et atropine de la belladone.

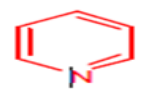
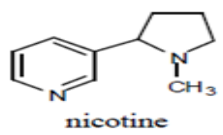
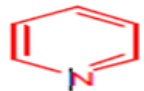
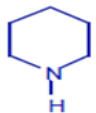
Des alcaloïdes stéroïdes : racine de vératre, douce-amère ou aconit (aconitine) par exemple

On distingue alors trois grandes classes :

- ✓ Alcaloïdes vrais : Dérivé d'acide aminé et Hétérocycle azoté.
- ✓ Proto-alcaloïdes : Dérivé d'acide aminé.
- ✓ Dérivé d'acide aminé : Hétérocycle azoté[40].

- **Exemple des quelques structures chimique des alcaloïdes :**

Tableau .I.9.3. quelques structures chimiques des alcaloïdes [3]

| Alcaloïde | Dérivés |
|---|---|
|  <p>pyridine</p> |  <p>nicotine</p> |
|  <p>pyridine</p> |  <p>piperidine</p> |

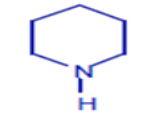
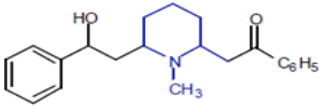
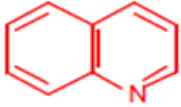
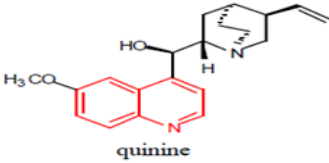
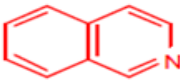
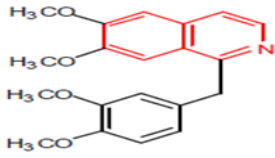
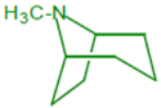
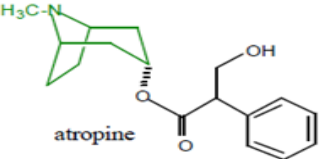
| | |
|--|--|
|  <p>piperidine</p> |  <p>lobéline</p> |
|  <p>quinoléine</p> |  <p>quinine</p> |
|  <p>isoquinoléine</p> |  <p>papavérine</p> |
|  <p>tropane</p> |  <p>atropine</p> |

Figure I.29 :Les structures chimiques de quelques Alcaloïdes

I.6.4.L'effet pharmacologique :

Les alcaloïdes ont une activité biologique et donc entrent dans la composition de nombreux médicaments. Leurs P.A. sont doués de propriétés physiologiques et toxicologiques remarquables. Ils sont utilisés comme antalgiques majeurs (morphine), qui est le produit de référence des analgésiques (médicaments de la douleur : niveau 3).

La codéine (méthyl morphine), est un calmant de la toux (antitussif). Des alcaloïdes hémi synthétiques comme la naloxone (Alcaloïde shémi synthétiques se rattachant à la morphine), et sont utilisées dans le traitement des toxicomanies[45].

La codéine et la morphine sont deux dépresseurs du système nerveux central, alors que la caféine en est un bon stimulant. Au niveau du système nerveux autonome sympathomimétique (éphédrine) ou sympatholytique (ésérine), anticholinergiques (atropine), ganglioplégiques (nicotine) [46,47].

D'autres ont des propriétés anesthésiques locales (cocaïne), antibrônchiques (quinidine), antioxydants

(émétine).[48] Les plantes les utilisent pour la plupart d'entre eux dans le système de défense contre les herbivores et les pathogènes[49]. La vinblastine et la vincristine ces alcaloïdes sont produits utilisés dans le traitement du lymphome de Hodgkin, de leucémies ainsi que dans le traitement d'autres formes de cancers[2].

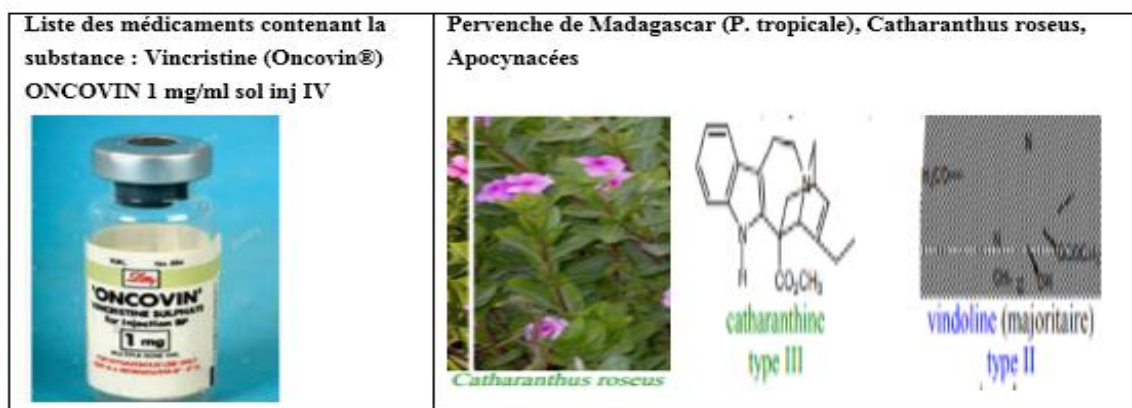






Figure I.30 : Exemple de médicament et le plante à alcaloïdes

I.6.4. Distribution:

Les alcaloïdes sont extraits de plantes appartenant principalement à quatre familles botaniques : Les papavéracées, les papilionacées, les renonculacées, et les solanacées.

Tableau I.10. Distribution des alcaloïdes

| | | | |
|---|--|---|--|
| <p>Cortex cinchonae/Chinarinde</p>  | <p>Veratrum album/vératre blanc</p>  | <p>Colchicum officinale/colchique d'automne</p>  | <p>Aconitum napellus/Aconit</p>  |
| <p>Principes actifs: alcaloïdes (3-15%): quinine, quinidine, cinchonine, cinchonidine</p> | <p>Principes actifs: alcaloïdes stéroïdiques</p> | <p>Principes actifs: colchicine (=alcaloïde tricyclique). Elle utilisée pour soigner la goutte.</p> | <p>Principes actifs: esters alcaloïdes à raison de 0.2 à 3% faisant partie des dérivés triterpéniques: Aconitine, méaconitine, aconïne, napelline</p> |

I.7.Mucilage

I.7.1.Définition:

Du latin « **mucilago** » qui est un mot dérivé du lat. **mucus**, sur le modèle de cartilage ; prov .mucilage. Espagn. **Muscilago** ; ital. **Mucilagine**. Mucilage est une substance visqueuse qui se trouve dans beaucoup de végétaux, en plus grande quantité dans les racines et dans les semences que dans les autres parties[50].

- **Structure chimique :**

Les mucilages sont constitués de polysaccharides qui gonflent au contact de l'eau :

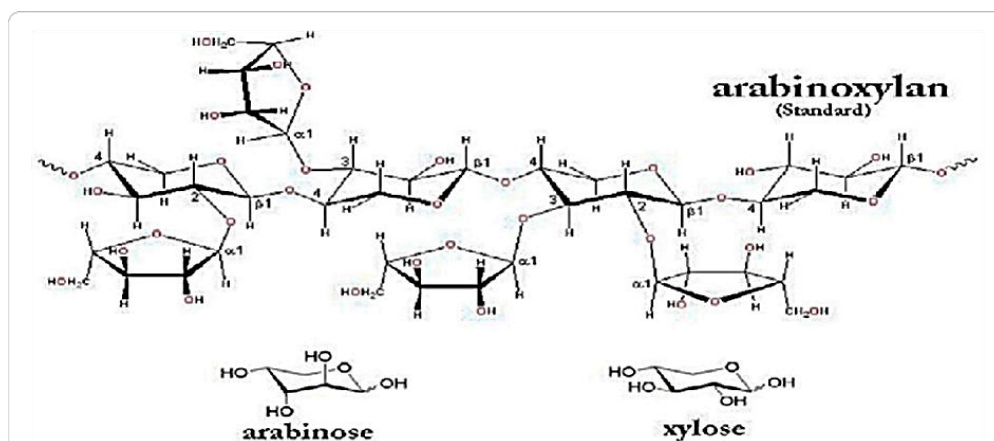


Figure I.31 : Structures chimiques de Mucilage

I.7.2. Action pharmacologique:

Les propriétés physicochimiques sont conséquence des structures chimiques. Ils sont utilisés comme régulateurs intestinaux et à dose plus élevée, comme laxatifs. Ils agissent en gonflant dans l'intestin. Conséquences: les selles se ramollissent et le transit est activé. Certains sont utilisés comme expectorants et dans la fabrication de pastilles à sucer[51].

I.7.3. Utilisation :

Ses propriétés en font un laxatif : les graines de lin et de plantain (psyllium).

Sont également laxatives, et toujours utilisées dans ce but.

Les mucilages végétaux sont également utilisés comme produits de coiffure (base principale dans des défrisants).

Exemple : "le spagulax mucilage" Pur Contenant de l'ispaghul, est un médicament utilisé en dans le traitement symptomatique de la constipation[52].







I.7.4.Distribution:

La mauve (*Malva sylvestris*)- photo ci-dessous-la guimauve (*Althaea officinalis*) avec la guimauve en tête de liste, la racine en particulier.la racine de guimauve est le meilleur représentant de la famille des mucilagineuses.

Le plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*) ou le grand plantain (*Plantago major*).

Le bouillon-blanc (*Verbascum thapsus*), la fleur en particulier, le tussilage (*Tussilago farfara*).[53]

Tableau I.11. La distribution botanique des mucilages

| Linum usitatissimum/lin | Plantago psyllium/ plantain | Plantago lanceolata/plantain lancéolé | Tussilago farfara/tussilage (plantes médicinales) | Malva sylvestris/mauve | Pulmonaria officinalis/pulmonaire |
|--|---|--|---|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
| <p>Principes actifs: mucilages localisés dans la membrane de l'épiderme (20-30%). émoullient, laxatif doux et en cataplasme en utilisation externe</p> | <p>Principes actifs: mucilage déposé dans la membrane de l'épiderme à raison de 16%. Il se décompose par hydrolyse en acide d-galacturonique. Laxatif doux, émoullient.</p> | <p>Principes actifs: glucoside aucuboside à raison de 0.5 à 1.6%. Il se décompose par hydrolyse en aucubigénine, acide chlorogénique et ursolique. Béchique et antiseptique externe.</p> | <p>Principes actifs: mucilages. Antiinflammatoire, antibactérien, antitussif et spasmolytique</p> | <p>Principes actifs: pigment anthocyane malvoside qui est un anthocyane-glycoside qui par hydrolyse forme de l'éther delphinidine-méthylque (malvidine).</p> | <p>Principes actifs : mucilages contenus dans toutes les parties supérieures de la plante.</p> |

Chapitre II:

Les taxonomies

II.1 Les taxonomies:**II.1.1.Définition:**

Mot créé par le botaniste suisse Augustin Pyrame de Candolle en **1813**, alors professeur à l'université de Montpellier[54].

Cette classification en espèce, genre, famille paraît simple, mais devant la diversité du monde vivant, bon nombre de naturalistes, dans un souci initialement louable de précision, ont pris l'habitude de subdiviser les familles en sous-familles, les variétés en sous-variétés, il devient parfois bien difficile de s'y retrouver. C'est pourquoi a été introduite voici quelques années, la notion de taxa (singulier taxon). C'est l'unité occupant un rang défini dans la classification. Elle présente l'avantage de ne pas préciser le niveau où l'on se trouve. Toujours pour le commun trèfle rampant on parlera du taxon des *Fabaceae* ou du taxon des trèfles[55].

II.1.2.Généralité sur les taxonomies:

Taxonomie : Science du classement des êtres vivants.

- **Classification** : Arrangement des êtres vivants en groupes ou taxons d'après l'étude comparative de leurs caractères.
- **Systématique** : Terme plus large recouvrant tous les aspects de la classification du vivant, y compris les aspects évolutifs [56].

II.1.3.Classification botanique des plantes:

La botanique N.F. (Gr. botanikos, qui concerne les herbes), discipline scientifique composite puisque elle regroupe l'ensemble des sciences étudiant les végétaux [57].

Les premières classifications classaient les plantes selon leurs propriétés médicinales (thérapeutiques) ex : plantes la fois.

Actuellement la classification des angiospermes se base sur les travaux du groupe de Mark CHASE de 1998-2003 de l'APG (Angiosperme Phylogénie Group).

II.2. Classification traditionnelle ou classique :**II.2.1. Classification traditionnelle :**

Elle repose sur une hiérarchie fixe de catégories (les rangs de taxon), définie de la façon suivante:

(vivant) → Règne → embranchement → classe → ordre → famille → genre espèce.

Un moyen mémotechnique connu permettant de retenir cette classification est le suivant:

« **R**este **E**n **C**lasse **O**u **F**ais **G**randes **É**tudes ». La première lettre de chacun des mots permet de retrouver respectivement:

- **R**este → Règne
- **E**n → Embranchement
- **C**lasse → Classe
- **O**u → Ordre
- **F**ais → Famille
- **G**randes → Genre
- **E**tudes → Espèce[58].

II.2.2. La classification classique :

La classification classique évolue en tenant compte des avancées en systématique phylogénétique.

Règne: bactéries, archées, protiste, plante, animaux, champignons.

Sous-règne : Trachéophyte

Embranchement : Spermatophytes ou phanérogames

Sous-embranchement: gymnospermes, chlamydospermes et angiospermes[59].

On parle maintenant d'empire (bien que souvent non présenté dans les arbres

phénétiques car implicite et largement documenté par ailleurs):

Classe : Deux monocotylédones et dicotylédones

Sous classe : Terminaison en **IDAÉ** (ex : Magnoliidae)

Ordre : Terminaison en **ALES** (ex : Solanales)

Famille : Terminaison en **ACEES (ACEAE)** (ex : Solanacées ou Solanaceae)

Genre: Ex, chez Solanacées 102 Genres : Nicotiana, Atropa, Datura, Solanum, Lycopersicon...

Espèce : Ex dans le genre Solanum, 1500 espèces (2500 dans la famille) dont : Solanum tuberosum, Solanum melongena, Solanum nigrum.. [60].

II.3. Historique :

Le but de la nomenclature végétale est de nommer et de désigner les innombrables plantes qui poussent à la surface du globe, ainsi que de les regrouper en groupes plus ou moins vastes, en mettant en évidence leurs caractères communs, leurs ressemblances ou alors leurs différences. Les premières classifications ont été établies sur des bases purement morphologiques. L'étude de l'anatomie, des phénomènes de reproduction, et plus récemment les caractères biochimiques et moléculaires, ne sont venus que bien plus tard et n'ont fait, le plus souvent, que confirmer les classifications classiques. Ceci donne plus de confiance aux systèmes actuels [55].

II.3.1. La classification des plantes en Europe jusqu'à Linné :

Bien peu de choses nous sont parvenues des œuvres de Théophraste (IV^e siècle), ou de Dioscoride (médecin grec de I^{er} siècle). Pourtant, ils connaissaient quelques centaines de plantes qu'ils divisaient simplement en arbres, arbustes et herbes. La botanique moderne date de la Renaissance. Les premiers botanistes descripteurs comme Brunfels (*Herbarum Vivae Eicones*, 1530), Fuchs (*De Herboria Stirpiu* 1532), établirent les catalogues descriptifs des plantes cultivées ou connues dans leurs pays respectifs.

Les plantes leur paraissant voisines sont groupées ensemble, et formèrent souvent l'ébauche des premières familles végétales comme les Ombellifères, les Composées,

les Lamiacées ou les Légumineuses, qui ont d'ailleurs gardé de tels noms. Pendant le XVII^e siècle, les progrès de la botanique générale, l'emploi du microscope, la découverte de la bisexualité des fleurs et du rôle de leurs diverses parties progressivement les classifications.

L'Anglais John Ray (1623-1703) fut le premier à édifier la classification d'allure moderne, basée sur le nombre de cotylédons de la graine.

C'est en effet de lui que date la distinction entre Monocotylédones et Dicotylédones.

Au milieu XVIII^e siècle, les travaux et les découvertes d'éminents botanistes ont amené la botanique au niveau d'aujourd'hui, trois d'entre eux se distinguent.

Tournefort, né à Aix-en-Provence, le 5 juin 1656 a eu le mérite de tracer avec une admirable précision les caractères de toutes les plantes connues à cette époque[2].

Le système binominal de nomenclature a été utilisé pour la première fois de manière permanente par **linné (Carl von Linné)** dans son ouvrage « Species Plantarum 1^{er} mai 1753 » dans lequel on plus de 6000 espèces du monde entier[61].

Le premier mot du nom de l'espèce est un substantif singulier qui est le nom du genre auquel l'espèce appartient. Le second mot est un adjectif désignant l'espèce.

On écrit en Italique (ou en souligné) les noms des genres et les épithètes spécifiques; le nom de genre prend une majuscule et les épithètes spécifiques débutent par une minuscule. L'épithète spécifique est suivi d'un ou plusieurs noms d'auteurs: le nom (ou les noms) de la personne (ou les personnes) qui ont décrit l'espèce à l'origine.

L'espèce est considérée comme une collection d'individus entre lesquels les différences sont faibles, alors qu'entre deux espèces les différences sont plus ou moins profondes [57].

Né le 23 mai 1707 à Roeskild en Suède, il précisa les caractères des plantes et grâce à un système binaire d'appellation, il donna les moyens et facilita ainsi la reconnaissance et l'identification des plantes répertoriées jusqu'alors. Enfin **Jussieu**, ou plus exactement les frères Jussieu, puisqu'il s'agit de Bernard de Jussieu et son frère Laurent fondèrent la méthode des familles naturelles.

Elle est toujours appliquée à la botanique mais aussi à toutes les branches des sciences naturelles [55].

II.3.2. La hiérarchie botanique et sa nomenclature :

Les premiers botanistes désignaient les plantes soit par leurs noms populaires (on appelle aussi nom vernaculaire), ou alors par une suite de mots latins difficilement utilisables quand il faut classer, ou même seulement répertorier, un grand nombre de plantes.

Progressivement dans le temps, ont été employés des repères hiérarchiques.

❖ L'individu :

Le nom d'individu s'applique à chaque être distinct formant un tout et que l'on ne peut diviser sans lui faire perdre une partie de ses caractères et de ses propriétés.

❖ L'espèce :

L'espèce est l'ensemble de tous les individus qui ont sensiblement les mêmes caractères.

❖ Le genre :

De même manière que la réunion des individus forme l'espèce, les différentes espèces ayant une ressemblance évidente entre elles constituent le genre.

❖ La famille :

Les biologistes regroupent dans une famille toutes les espèces ayant un certain nombre de caractères communs comme par exemple la forme des fleurs. Les trèfles, les pois, les fèves se ressemblent aussi bien dans leur morphologie que dans la forme de leurs fleurs. Ils appartiennent à une même famille, la famille des *Fabaceae* (*Fabacées en Français*).

II.3.3. Les catégories supérieures :

Les familles proches les unes des autres sont groupées en **ordre**, les ordres proches en **classes**, elles-mêmes assemblées en **divisions** (appelées aussi **phylum**) avec la possibilité de créer des sous-divisions, des sur-ordres, des sous-phylums, etc. Un embranchement constitue l'ensemble des divisions puis enfin le règne végétal.

Le premier texte des règles de nomenclature a été adopté en 1867, puis régulièrement les lois sont réactualisées. Heureusement les anciennes dénominations comme

Angiospermae, voire Angiospermes pour *Magnoliophytina*, Dicotylédones pour *Magnolitaе*, Fabacées (ex: Papilionacées) pour *Fabaceae* sont encore tolérées pour l'usage local.

II.3.4. Le poids des traditions :

Il est encore toléré que huit familles portent des noms plus traditionnels :

Compositae = Asteraceae

Cruciferae = Brassicaceae

Gramineae = Poaceae

Labiatae = Lamiaceae

Umbelliferae = Apiaceae

Guttiferae = Clusiaceae

Palmeae = Arecaceae

Leguminosae = Fabaceae

II.3.5. La nomenclature :

- **La nomenclature horticole a ses propres règles qui sont codifiées**

Exemples :

- ✓ Une plante hybride est précédée du signe ¥.
- ✓ Une plante chimère du signe +.

- **La nomenclature binaire de Linné : une simplification**

Cette classification est universellement utilisée aussi bien dans le monde végétal qu'animal [55].

II.3.6.L'origine des La nomenclature :**II.3.6.1.L'origine des noms :[61]**

- ✚ De la Grèce antique
- ✚ Des herboristes
- ✚ Des moines
- ✚ Des botanistes explorateurs
- ✚ Carl Von Linné
- ✚ Des noms latins

II.3.6.2.L'origine des noms latins :

Le nom de genre correspond bien souvent aux noms qu'ils portent dans la langue **latine** : Quercus (chêne), Pinus (pin), Prunus (prunier), Rosa (rose) ou Triticum (blé).

Le nom d'espèce exprime souvent un caractère saillant : repens (rampant), pratense (des champs), odoratum (odorant), à moins qu'il ne soit forgé de toutes pièces par le botaniste qui le premier a décrit cette espèce et qui veut honorer sa famille ou un botaniste célèbre ou un(e) ami(e). La rose Rosa serafini Viviani, a été décrite en 1824 par Viviani et dédiée à Sérafini, botaniste italien.

Ces noms spécifiques sont souvent d'origine latine ou latinisée. Ceci leur confère l'universalité et explique qu'ils soient écrits soit en italique, soit soulignés, règles typographiques habituelles quand on utilise en français un mot d'origine étrangère. A ces deux noms de genre et d'espèce, on ajoute traditionnellement les initiales du botaniste qui a décrit cette espèce. Bien des noms de plantes sont suivis de L., et font incontestablement de Linné le plus célèbre des botanistes. Ainsi, on dénombre plus de 300 initiales dans les flores les plus récentes. Par exemple chez les pins qui appartiennent à la famille des Abietineaceae, Pinus silvestris L. correspond au pin sylvestre décrit par Linné, et Pinus maritima Lam. au pin maritime décrit par Lamarck (1744-1829).

Dans un texte écrit, il est d'usage de ne donner le nom d'auteur que lors de la première citation [55].

II.4. Les classifications végétales :

A partir du XIXe siècle, simultanément aux débats sur les notions d'évolution, les naturalistes ont tenté d'établir les enchaînements des groupes en allant des plus primitifs aux plus évolués. Il s'agit alors de classifications phylogénétiques.

La taxonomie Science d'observation, (science de la classification des taxons) a aussi fait appel parfois à la paléontologie (science qui étudie les fossiles) afin de retrouver des ancêtres disparus parfois.

Actuellement, elle fait recours aux techniques les plus modernes de biologie moléculaire (analyse des protéines et des acides nucléiques) pour préciser les liens de parenté entre les différents groupes de plantes.

Les classifications ne cessent de changer, elles se modifient rapidement. C'est la conséquence de l'important travail incessant qu'effectuent des scientifiques d'une part, mais aussi de la complexité du problème à vouloir classer systématiquement la nature dans des « petites boîtes- des étagères ».

Dans le cadre de cet ouvrage, quelques classifications de végétaux seront évoquées. Bien que les classifications phylogénétiques soient plus rigoureuses et plus satisfaisantes pour l'esprit, les classifications naturelles classiques demeurent beaucoup plus didactiques, malgré leurs imprécisions, car plus proches de la biologie végétale.

Depuis une vingtaine d'années et grâce aux études moléculaires, les botanistes ont acquis une nouvelle méthode d'études permettant une meilleure comparaison entre genres, familles et ordres. Elle est basée uniquement sur la biologie moléculaire et particulièrement sur l'amplification des gènes par PCR (Polymerase Chain Reaction ou réaction en chaîne par l'ADN polymérase). Elle consiste à répliquer de nombreuses fois un fragment d'ADN et d'en étudier ensuite l'ordre des bases d'acides nucléiques. Pour déterminer la parenté entre deux plantes, il suffit de comparer les séquences d'un extrait d'un même gène et de convertir en indices de divergence ou de convergence les différences en travaillant sur le gène de la RubisCo situé dans les chloroplastes. Le botaniste anglais Mark Chase du jardin Botanique de Kew et son équipe, ont inventé en 1998, une nouvelle classification des Angiospermes en 462 familles qui maintenant fait mondialement référence à quelques détails près.

Ces dernières années, la phylogénie moléculaire est de plus en plus utilisée, étudiée et toujours améliorée par l'APG (Angiosperm Phylogenetic Group). Elle dénote les efforts consentis en systématique pour que le système de classification des êtres vivants reflète au plus la parenté des végétaux d'une même famille ou classe.

Exemple : séquences partielles(a) obtenues par Mugnier et al. (2000) d'une région d'ADN



Pour montrer Voiciun exemple de cette nouvelle classification,sur quatres plantes differentes .

Les séquences partielles obtenues par Mugnier et al. (2000) d'une région non codante de l'ADN ribosomique de ces 4 plantes,antérieurement classées dans le même ordre des Liliales (Monocotylédones) et leurs nucléotides communs (identifiées par les bases). A : adénine, T : Thymines, G : Guanine, C : Cytosine. Les tirets indique l'absence de base et les ombres permettent de visualiser les taux de bases communes aux 4 plantes : □100 %, ■75 %, ▒50 % .

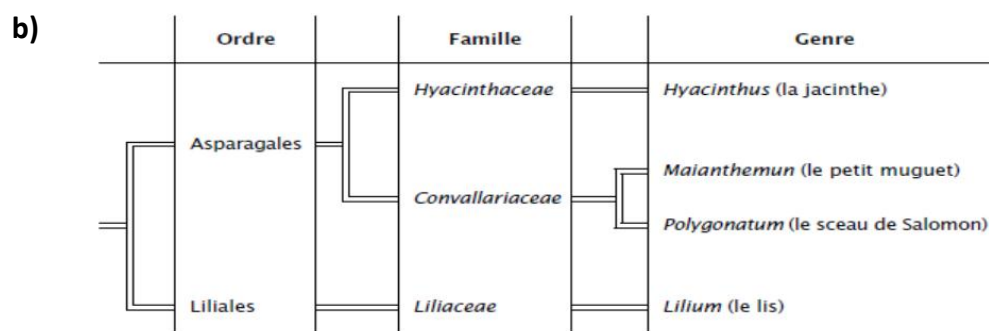


Figure II.1 :Exemple d'arbre phylogénétique(b) obtenu à partir des séquences partielles(a) de nucléotides. (D'après J. Mugnier, modifié et simplifié.)

C'est en 1789, qu'Antoine-Laurent de Jussieu présenta la première classification naturelle des végétaux dans son ouvrage Genera plantarum.

Il réunissait en 15 classes des familles végétales, les plantes ayant des points communs. Les critères de classement sont pris dans les organes les plus importants.

En première ligne, il considérait la structure de l'embryon (cotylédon en particulier), puis en seconde considération la position relative des organes sexuels entre eux. Il a ainsi divisé les végétaux en trois grands embranchements: les Acotylédones auxquelles manque l'embryon, les Monocotylédones à un seul cotylédon et les Dicotylédones à deux. Une seconde série de caractères ensuite, permet d'établir les classes, fondée sur l'insertion relative des étamines, ou de la corolle par rapport aux organes femels de la reproduction. Parce que les dicotylédones étant les plus nombreuses, chaque classe a été subdivisée selon le fait que les anthères soient libres ou soudées entre elles.

Le choix judicieux des critères de classement permit à Jussieu de placer les plantes de manière qu'elles soient précédées et suivies de celles qui avaient le plus d'affinité avec la plante étudiée.

Consciemment ou inconsciemment, il introduisait l'idée d'une progression naturelle entre les familles, concept à la base même des classifications phylogénétiques actuelles.

Cette classification naturelle et celles qui vinrent après telle que celle du botaniste suisse de Candolle (1778-1841), eurent de très grands succès dans les applications pratiques, car elles sont à la base des flores couramment utilisées, depuis les plus simples comme les noms des fleurs trouvés par méthode simple de Gaston Bonnier au début du XXe siècle, jusqu'à la Flore de Marcel Guinochet et René de Vilmorin en 5 volumes publiée en 1983[51].

II.5. Les classifications phylogénétiques :

Les classifications actuelles, dites **classifications phylogénétiques** tentent d'enchaîner les groupes de plantes des plus primitives aux plus évoluées. Elle sont commencées à se développer au XIXe siècle bien que d'une manière différente de ce qui se fait aujourd'hui ; C'est ainsi Haeckel un Allemand.

Proposait dès 1866 une classification où toutes les plantes avaient un ancêtre commun et que celles-ci en dériveraient par l'action de diversifications multiples.

Depuis donc près de 150 ans que les botanistes recherchent une classification universelle, qui doit refléter les ressemblances entre les espèces et doit résumer les étapes de l'évolution. Pour y arriver, ils se basent sur des critères morphologiques

(comme les classifications naturelles antérieures), et sur les résultats de sciences nouvelles telles que : la biochimie, la palynologie, la taxonomie expérimentale...

Depuis la fin du XXe siècle, plusieurs grandes classifications phylogénétiques

ont été proposées. On en cite deux des plus importantes même Citons seulement celles de l'américain Arthur Cronquist de 1988 et du russe Armen Thakhtajan de 1997. Loin d'être immuables, les classifications sont modifiées en fonction des progrès des connaissances permettant de proposer de nouvelles hypothèses.

de nombreuses difficultés restent à surmonter, difficultés provenant du fait que très peu de formes actuellement vivantes sont réellement primitives, et qu'il arrive que des plantes partagent un caractère qui n'est pas dû à une parenté proche mais à une simple convergence évolutive.

L'utilisation ces dernières années de la biologie moléculaire, a pourvu et donné aux botanistes une nouvelle méthode de comparaison entre familles et ordres, permettant par ce fait de préciser plusieurs points encore obscurs ou imprécis de la classification des végétaux [55].

Les grands critères de classification du monde végétal :

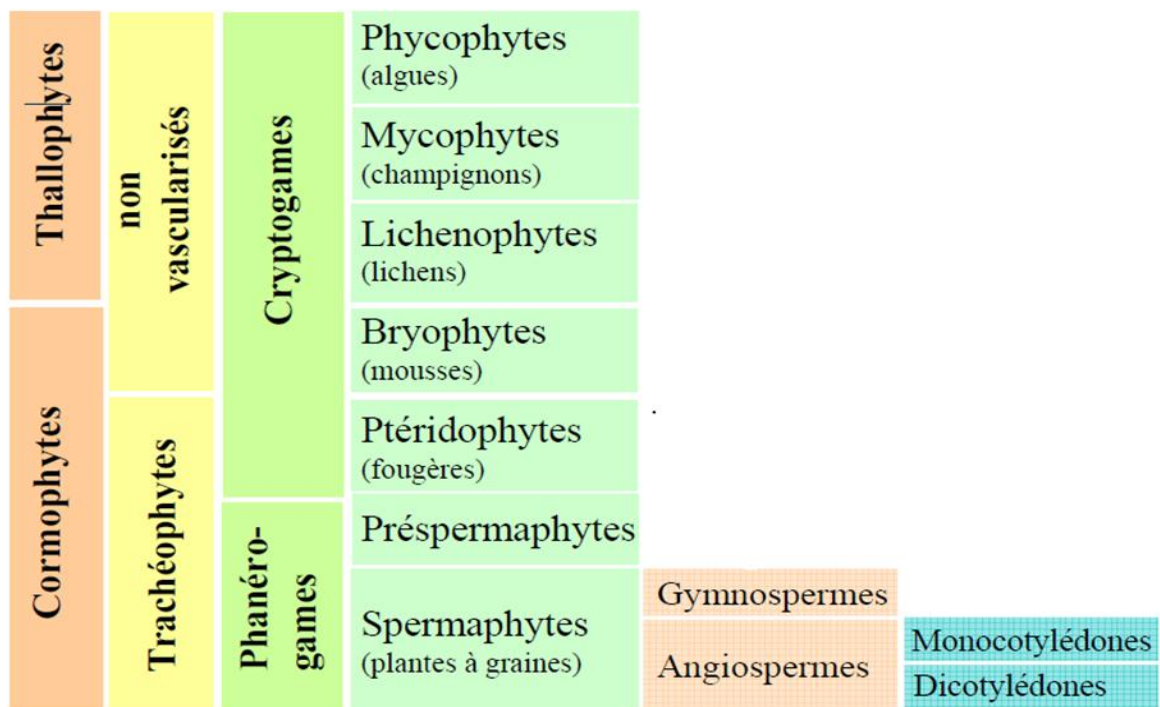


Figure.II.2 : la classification des végétaux.

II.5.1.Champignon:**a) Définition:**

On définit un champignon comme étant un organisme eucaryote uni ou pluricellulaire, dépourvu de chlorophylle, et constitué d'un thalle unicellulaire (comme pour certaines levures) ou pluricellulaire (mycélium) comme la plupart des micromycètes ou des macromycètes.

C'est le thalle ou le filament mycélien qui assure la nutrition, celle-ci se fait par absorption et non par phagocytose.

Les champignons sont des organismes hétérotrophes, qui vivent principalement en saprophyte aux dépens de matières organiques en décomposition.

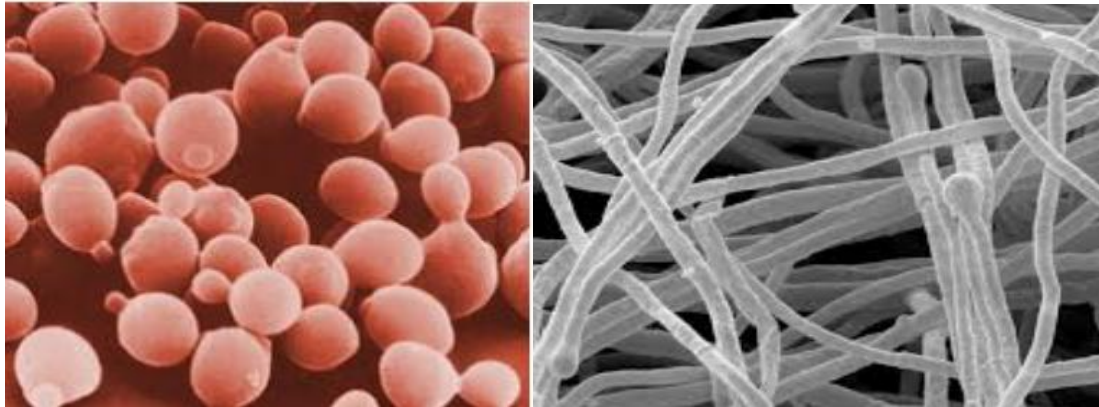


Figure II.3: Levure et mycélium

Certains champignons vivent aussi en symbiose avec certains végétaux, mais parfois aussi en parasite avec tous les êtres du monde vivant. Les champignons parce qu'ils sont des êtres immobiles, vont à compenser cet handicap à l'instar du règne végétal, par la production d'un nombre important de spores.

Les champignons sont capables de produire d'énormes quantités de spores, ce qu'ils leur assurent par là, un pouvoir de dispersion très important. On identifie les champignons principalement sur la base de critères morphologiques liés à leurs modes de reproduction.

Les champignons ne sont plus placés à part entière dans le règne végétal, ils ont un règne autonome: le règne fongique[62].

b) Classification:

La classification (ou taxinomie) des champignons est comme tous les autres du vivant en constante évolution.

On aboutit ici à quatre divisions différentes selon les modalités de reproduction sexuée: les Mastigomycotina, les Zygomycotina, les Basidiomycète, et les Ascomycotina.

De plus, lorsque la reproduction sexuée n'est pas connue, la division est nommée Deuteromycotina ou fungi imperfecti.

La division des Mastigomycotina disparaît, seuls sont conservés les Chytridiomycètes. Ceux-ci occupent maintenant le rang d'une division chez les Eufungi (les vrais champignons).

✚ Chytridiomycotina

Les Chytridiomycètes sont des champignons d'origine aquatique. Ils sont les seuls « vrais champignons », qui possèdent des cellules mobiles au cours de leur cycle. Ils n'ont pas en pratique pathologique pour l'homme.



Figure II.4 : les chytridiomycetes

✚ Zygomycotina

Deux ordres de Zygomycotina concernent la pathologie humaine et animale: les Mucorales et les Entomophthorales.

Les Zygomycètes sont essentiellement des saprophytes du sol et des végétaux.



Figure II.5 :Les Zygomycètes

Les Basidiomycotina

Les Basidiomycotina sont caractérisés par une production sexuée de spores (appelées basidiospores) formées par bourgeonnement à l'apex des cellules allongées. Les Basidiomycotina sont divisées en deux principales classes:

Les Hétérobasidiomycètes, et les Holobasidiomycètes, macromycètes avec carpophore. Ils regroupent près de 20 000 espèces, soit en mode saprophyte dans le sol, soit en mode parasite de végétaux.



Figure II.6 :Basidiomycete du corpin

Ascomycotina

Plus de la moitié de l'ensemble des champignons répertoriés sont regroupés dans cette division. Il est de loin le phylum le plus important, avec plus des trois quarts des espèces observées chez l'homme sont des Ascomycètes.



Figure II.7 :Ascomycotina

La division des Ascomycotina comprend deux classes principales:

➤ **Les Hémiасcomycètes ou Endomycètes:**

Les champignons de cette classe ont des asques libres qui ne sont pas protégés par une structure épaisse (ascocarpe).

➤ **Les Euасcomycètes ou Ascomycètes vrais:**

Toutes ces espèces possèdent des ascocarpes formant des regroupements intitulés: prototunique (asque arrondi), unitunique (asque avec une seule paroi) et operculé (avec ouverture), unitunique sans opercule et bitunique (asques à double paroi).



Figure II.8 : Ascomycètes exemple de Pezizes.

II.5.2.Plantes chlorophylliennes:

II.5.2.1.Algues:

Les Algues (ou phycophytes) sont des thallophytes autotrophes photosynthétiques ayant une organisation simple, et formant un groupe très hétérogène du point de vue de leur origine évolutive. Leur classification est pour cette raison controversée, est d'une grande complexité. Ils peuvent avoir un mode de vie pélagique c'est à dire

mobile dans leur milieu ou fixe. Les algues colonisent les eaux douces et les eaux marines.

Il existe trois groupes principaux d'algues:

- Les chlorophycophytes (elles furent les premières plantes terrestres), ce sont les algues vertes.
- Les chromophycophytes (ou phéophycophytes), les algues brunes.
- Les rhodophycophytes, les algues rouges.

Les algues étant des organismes photosynthétiques, ils contiennent donc de la chlorophylle qui leur donne la couleur verte. On retrouve des algues vertes dans les deux clades, les plantes terrestres étant toutes regroupées chez les Streptophytes [63].

l'exemple *Ulva lactuca* (Chlorophycée)
Algue verte (Chlorophyte)
2 générations isomorphes



Figure II.9 : Les algues vertes

La chlorophylle est en association avec d'autres pigments, ce qui peut masquer parfois la couleur verte, on parle de pigments surnuméraires:

Chez les algues rouges par exemple, la chlorophylle est associée à la phycoérythrine, pigment responsable de la couleur rouge de ces algues.

l'exemple de *Antithamnion plumula* (Rhodophycée)
Algue rouge (Rhodophyte)



Figure II.10:Les algues rouges

Chez les algues brunes, c'est la phycoxanthine qui est associée à la chlorophylle donnant couleur brune à ces algues.

l'exemple *Fucus vesiculatus* (Phéophycée)
Algue brune (Chromophyte)

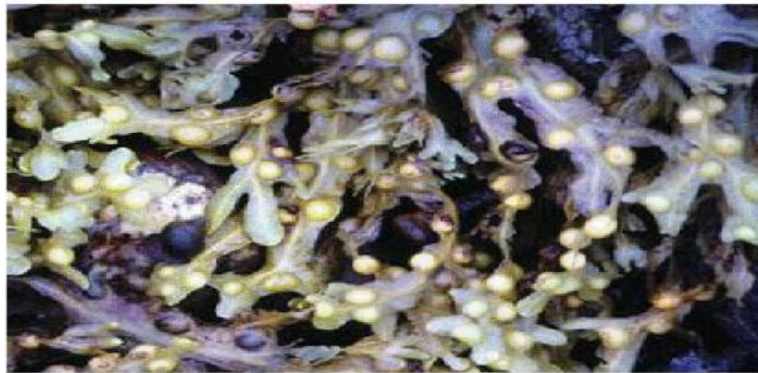


Figure II.11:Les algues brunes

Chez les algues bleues, la chlorophylle est associée à la phycocyanine qui est responsable de la couleur bleue de ces algues. Les Algues bleues (cyanophytes) diffèrent des autres végétaux, dans le sens qu'elles n'ont pas de vrai noyau, mais ont un noyau sans membrane nucléaire[64].



Figure II.12:Les algues bleues

Les algues vertes dans l'environnement, sont les plus proches de la côte, puis viennent les algues brunes et plus profondément encore arrivent les algues rouges.

II.5.3.Plantes terrestres:

La colonisation du milieu terrestre par les plantes (Bryophytes et plantes vasculaires) a représenté une évolution majeure de la lignée verte, et de l'évolution du vivant en général.

II.5.3.1.Mousses:

Leur tige est dressée et porte latéralement des feuilles vertes assimilatrices. Pas encore de système racinaire complet observé. On parle de Rhizoïdes. Ces dernières sont unicellulaires. Chez les deux premières classes elle est pluricellulaire avec des cellules de mêmes natures chez les mousses[65].



Figure II.13:Les mousses

Chez les mousses, on distingue les ordres suivants:

les bryales, ce sont les vraies mousses.



Figure II.14:Les bryales

Les sphagnales. C'est un ordre très homogène avec un seul genre les sphaignes qui interviennent dans l'éducation des tourbières.



Figure II.15 : Les sphagnales

Les andréales. C'est l'ordre le moins connu des trois. Il comporte un seul genre, qui vit sur les rochers siliceux en montagnes.



Figure II.16: Les bryophytes et les sporophytes

II.5.3.2. Trachéophytes:

Les plantes vasculaires, ou trachéophytes, comprennent quatre groupes:

Les Lycophytes, dont *Selaginella moellendorffii*, les Monilophytes comme *Pteridium* ou *Ceratopteris*, les Gymnospermes (Cycads, Gingko et Conifères) et les Angiospermes monocotylédones ou dicotylédones. Ces trois derniers groupes (Monilophytes, Gymnospermes et Angiospermes) forment les Euphyllophytes[66].

A) Ptéridophytes:

Les ptéridophytes (Ptéros= ailes) sont un groupe de végétaux polyphylétiques apparus il y'a moins de 400 millions d'années. Ce sont des cryptogames vasculaires à l'origine d'une lignée évolutive, basée sur la miniaturisation extrême de la génération gamétophytique et un développement important de la génération sporophytique, ayant évolué, ce qui a conduit aux plantes à fleurs actuelles[67].

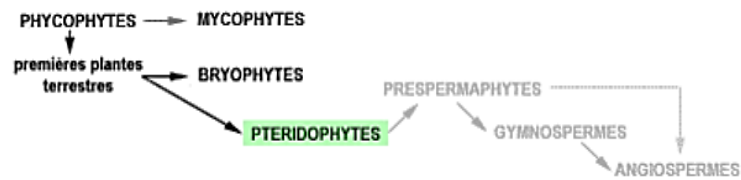


Figure II.17: Origine des ptéridophytes

A.a) Classification:

Pour les Ptéridophytes, la classification s'est d'abord inspirée de Pichi-Sermolli (1958) qui prenait déjà des aspects évolutifs en compte, (Lambinon et al. 1992) suivi des travaux de Derrick et al. L'embranchement des ptéridophytes comprend quatre classes (psilophytinées, lycopodinées, articulées, filicinées) [67].

Exemple:

- **Psilophytinées:**

Les plantes vasculaires les plus anciennes ayant apparues il y a 420 M.A. Ce sont des plantes herbacées dépourvues de racines (exemples: Rhynia, Psilophyton, Zosterophyllum, Asteroxylon). 3 ordres;

- * **Psilotales**



Figure II.18: Psilotales

- * **Rhyniales**

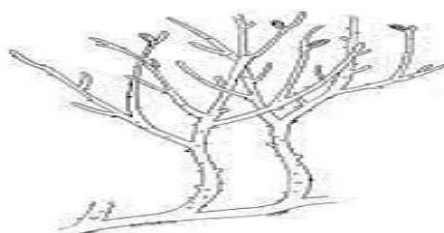


Figure II.19 : Rhyniales

*** Psilophytales I**

Figure II.20:Psilophytales I

B) Spermatophytes:

Du grec (Sperma = graine et python=plante), regroupant les gymnospermes et les angiospermes (synonyme = phanérogames).

Ce sont les végétaux les plus perfectionnés et les plus adaptés à la vie terrestre; Ce sont des plantes à graine = phanérogames (phanéros:visible, game: mariage), les phénomènes de reproduction deviennent visibles(cône et fleur); Présence de la graine: (embryon/plantule: jeune sporophyte, réserves, tégument qui permet la conservation de l'espèce et sa dissémination; Les spermaphytes se distinguent par la production de la graine ⇒ une fécondation indépendante de l'élément liquide.

Les Spermatophytes ou Spermaphytes, encore appelés Phanérogames (= plantes à fleurs) sont divisés en deux groupes:

- Les Gymnospermes (plantes à ovules nus)
- Les Angiospermes (plantes à ovules enfermés dans des carpelles) [68].

C) Gymnospermes:

Gimno veut dire nu, donc les gymnospermes sont caractérisées par un ovule et une graine non protégée. Les espèces les plus importantes sont le sapin et le pin(pinacées).

Ils sont représentés par environ 700 espèces, beaucoup sont des arbres constituant les grandes forêts. Elles comprennent 7 classes, la plus importante est la classe des conifères comptant environ 550 espèces. Donc les gymnospermes sont des plantes à graines.

La Fleur des gymnospermes est réduite aux pièces reproductrices. Chez les angiospermes, la fleur est complète.

Les gymnospermes portent des ovules qui ne se trouvent pas dans un organe clos comme le carpelle (gymno = nu).

C.a) Les grandes divisions des gymnospermes:

Les Gymnospermes comprennent quatre divisions

1. Pinophyta (coniferophytes):

La division ou embranchement des pinophytes (ou conifères), anciennement connue sous le nom de coniférophytes (ou Coniferophyta), compte près de 650

especes ,bien qu'elle ne comprend qu'une classe : celle des Pinopsida. Tous les conifères existants sont des plantes ligneuses dont la grande majorité sont des arbres, les autres étant des arbustes. Les conifères les plus connus et les plus répandus sont les cèdres, cyprès, sapin, genévrier, mélèze, pin, séquoia, agathis, épicéa, douglas, et l'if. Les feuilles de conifères sont en majorité longues, fines et aciculaires et pour cette raison appelées « aiguilles ».

2. Ginkgophyta

L'embranchement des Ginkgophyta ne comprend à présent qu'une seule classe, les Ginkgopsida, elle-même ne comprenant d'un seul ordre, les Ginkgoales, et de deux familles connues, la famille actuelle des Ginkgoaceae (*Ginkgo biloba*), et la famille fossile des Trichopityaceae.

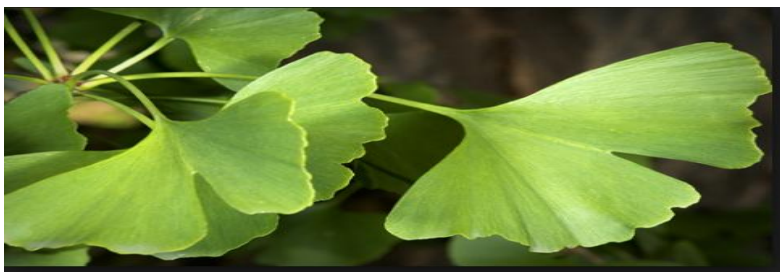


Figure II.21:Le ginkgo biloba

3. Les cycadophyta

Les Cycadophyta (ou Cycadophytes) representant un embranchement de plantes gymnospermes, comptant actuellement 360 espèces environ rassemblées dans l'ordre des Cycadales et dans la classe des Cycadopsida.

Comme: **Le Cycas revoluta**



Figure II.22:Cycas Revoluta

4. Les gnetophytes

Les Gnétophytes (Gnetophyta) sont une division des végétaux vasculaires qui se divise en trois genres ou familles. Ce sont des plantes ligneuses.

Elles sont voisines des Pinales ou Pinacées, Welwitschia ce genre ne comprend qu'une seule espèce Wmirabilis de morphologie étrange vivant dans le désert de la Namibie, d'Afrique du sud et d'Angola. Sa longévité peut atteindre plusieurs siècles[69].



Figure II.23:Ephedra distachya

D) Angiospermes:

Les angiospermes sont des phanérogames (ou spermatophytes: plantes à fleurs ou à cône par opposition aux cryptogames où les organes de reproduction sont cachés). Ils possèdent une graine enfermée dans un fruit (Angiosperme signifie «graine dans un récipient» en grec). Les angiospermes constituent un groupe par opposition aux gymnospermes (qui signifie « graine nue ». C'est un groupe paraphylétique comprenant: conifères, cycadophytes, ginkgophytes et gnétales).

Ils sont caractérisés par l'apparition d'une structure, qu'on a nommé ovaire qui protège les ovules. Chaque macrosporophylle participe à la formation de l'ovaire (= carpelle qui est un critère de classification des végétaux). Par rapport aux gymnospermes, les ovules ne sont plus nus mais cachés ou compris dans un ovaire pour raison de protection. Les appareils reproducteurs se trouvent dans un organe appelé fleur[68].

II.6.Systématique des Angiospermes:**II.6.1.Systématique "CLASSIQUE":**

Basée presque uniquement sur des caractères morphologiques visibles: très pratique sur le terrain. Cette classification est très didactique, relativement artificielle, ne tient pas vraiment compte de la phylogénie mais plutôt des ressemblances[60].

La **Systématique** est un outil permettant de déterminer très facilement une plante et de la classer dans un groupe (utilisée dans jardins botaniques), mais elle est figée car les différents niveaux ont été définis une fois pour toutes.

II.6.1.1.Angiospermes:**A) Définition:**

Du grec (Angi =enveloppe, Sperma= graine).

Les angiospermes sont des plantes à fleurs. Les caractéristiques des fleurs sont variables.

B) Classification:

Ils sont un critère essentiel de la classification des angiospermes, Il ya deux classes :

➤ Monocotylédones:

Les monocotylédones ont les caractéristiques générales suivantes :

Pièces florales (sépalés, pétales, étamines, carpelles) souvent au nombre de 3, de ses multiples, ou de moins de 3, des feuilles à nervation généralement non ramifiée, souvent parallèle, 1 cotylédon dans la graine.

On trouve deux series(supérovaariées, inférovariées).

➤ Dicotylédones:

Les dicotylédones ont les caractéristiques générales suivantes :

Des pièces florales (sépalés, pétales, étamines, carpelles) souvent au nombre de 4, 5 ou de leurs multiples, des feuilles à nervation ramifiée, 2 cotylédons dans la graine.

Il ya trois sous-classes :

• Apétales:

Les dicotylédones Apétales ont des fleurs sans pétales, du moins initialement (chez certaines apétales, il y a au cours de la formation de la fleur, transformatio d'étamines en pétales) à deux series :

- ✓ Unisexuées (apérianthées):sans sépalés
- ✓ Hermaphrodites (périantées):avec sépalés

• Dialypétales:

Les Dicotylédones Dialypétales ont leurs fleurs à pétales libres. Il ya à trois series :

- ✓ Thalamiflores:un réceptacle floral convexe ou plan, sans disque glandulaire.
- ✓ Disciflores:un réceptacle floral porteur d'un disque nectarifère.
- ✓ Caliciflores:un réceptacle floral concave.

- **Gamopétales:**

Les Dicotylédones Gamopétales ont leurs fleurs à pétales plus ou moins soudés. Il ya trois series :

- ✓ supérovariées pentacycliques
- ✓ supérovariées tétracycliques
- ✓ inférovariées tétracycliques

II.6.2. Systématique contemporaine d'après APG II, 2003 (Angiosperm Phylogeny Group)

Malgré que la classification classique présente beaucoup d'avantages tels que :

- * classification très didactique

* outil permettant de déterminer très facilement une plante et de la classer dans un groupe (utilisée dans jardins botaniques), elle présente néanmoins des inconvénients dont :

- * relativement artificielle

- * ne tient pas vraiment compte de la phylogénie mais plutôt des ressemblances

- * Figée car les différents niveaux ont été définis une fois pour toutes.

C'est ainsi est née vers 1998 nouvelle classification, appelée classification phylogénétique (APG). C'est une systématique moderne basée de plus en plus sur des comparaisons de fragments du génome (ADN ARN) [70].

- * Certainement plus proche de la réalité de l'évolution. Elle est de plus en plus utilisée dans les ouvrages et monde scientifiques.

- * Elle a de plus un grand avantage, est qu'elle est en constante evolution.

Les quelques inconvénients (voir ci-dessous) n'altèrent en rien le grand succès de cette taxonomie:

- *Manque souvent de critères morphologiques communs pour un groupe, et donc ne se traduit pas forcément au niveau morphologique.

*Les taxons supérieurs aux ordres n'ont pas forcément de titre précis, coïncident souvent avec la classification morphologique classique[60].

La première classification APGI a été lancée en 1998, suivie et améliorée par l'APG II en 2003, l'APGIII est la troisième classification publiée par ce groupe en 2009, la quatrième et la dernière étant la classification phylogénétique APG IV (2016) [69].

A la différence de la classification classique -qui s'appuie principalement sur des similarités morphologiques et physiologiques, notamment sexuelles, des êtres vivants, APG II est construite à la base de deux gènes chloroplastiques et un gène nucléaire de ribosome, mais ces données sont complétées dans quelques cas par d'autres données.

Mais parcequ'il est difficile de traiter toutes les classifications phylogéniques, nous nous sommes contentés de n'étudier que l'APGII à titre d'exemple.

En effet il n'y a généralement pas de grands bouleversements entre les différents APG. C'est ainsi par exemple que les groupes principaux établis par les clades monophylétiques de l'APGII, n'ont pas été remis en cause par APG III (A comparer entre les deux (**Figure II.24**) qui suit celle d'APGIII et (**Figure II.26**). celle d'APGII).

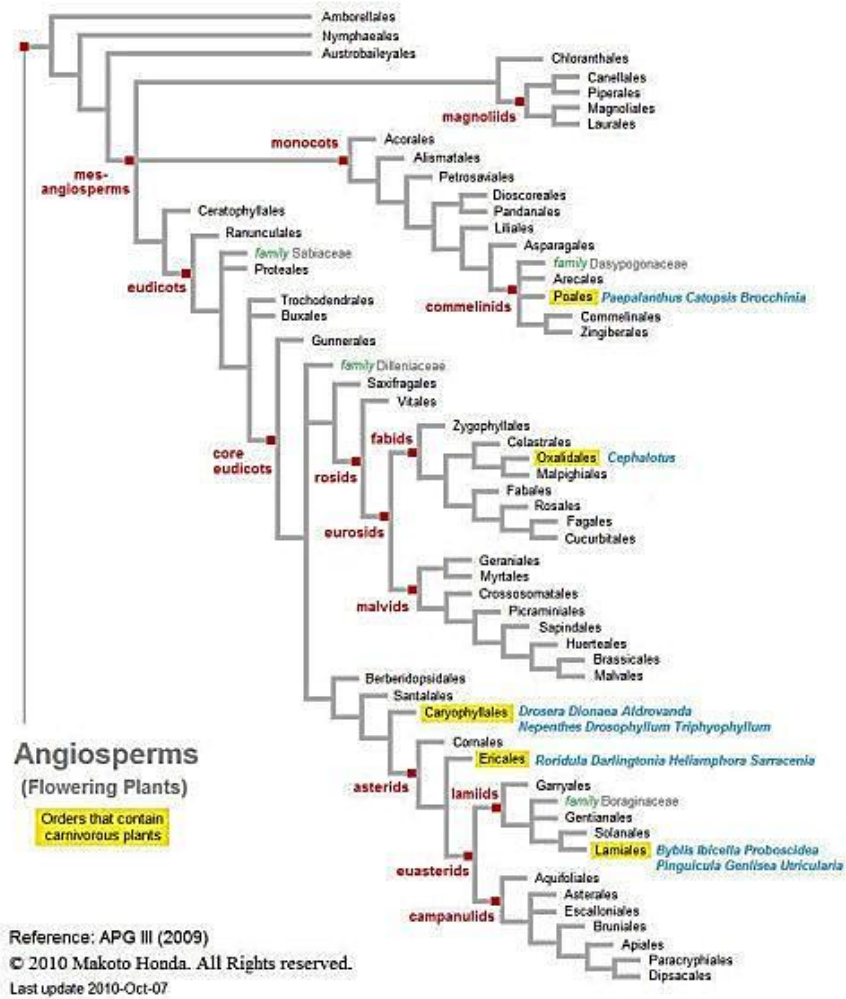


Figure.II.24: APG III

II.6.3.APG II:

Il faut savoir que seule la classe des angiospermes est concernée par cette classification. On peut la schématiser sommairement l'APGII dans la (figure II.25), ou plus en détails dans (figure II.26) [70].

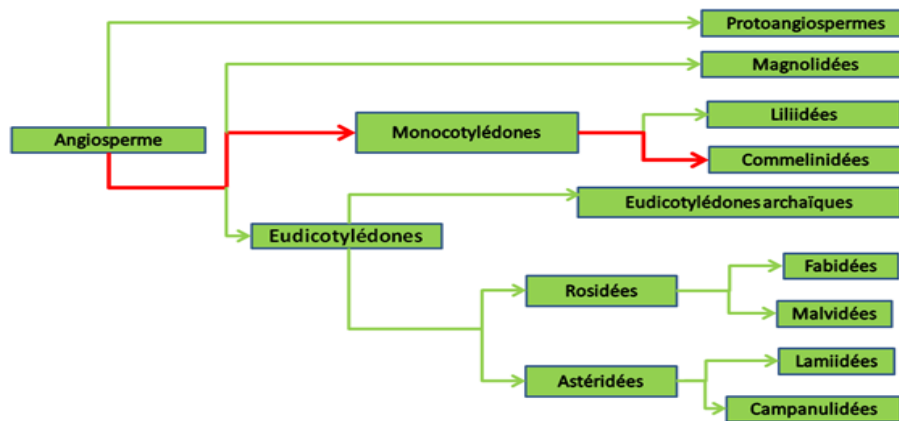


Figure II.25: Schéma général de classification APGII

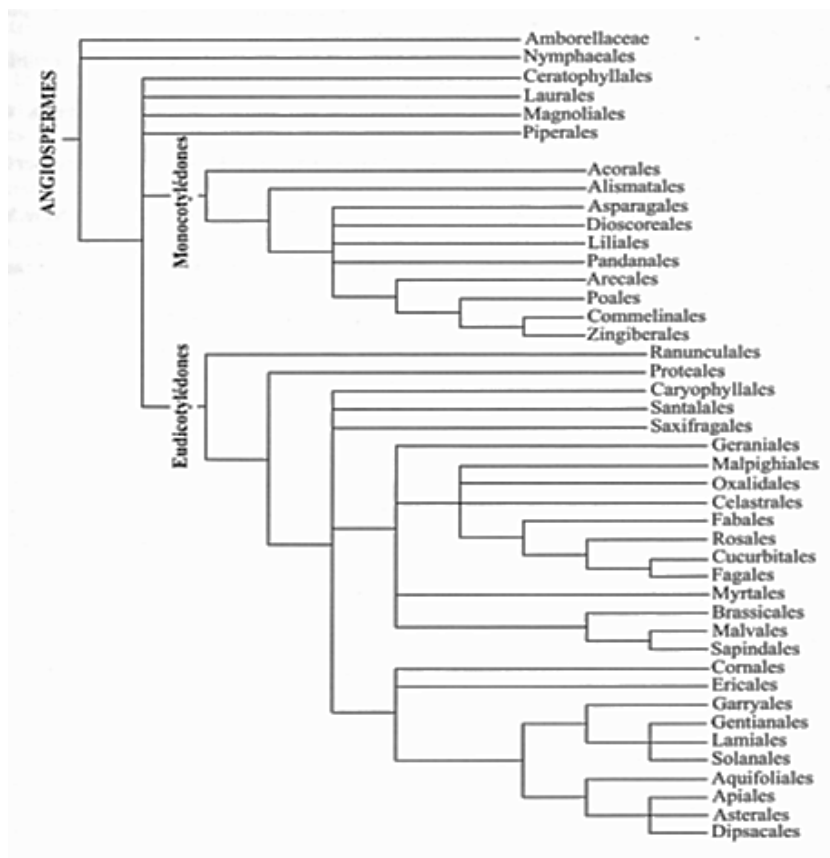


Figure II.26: Schéma détaillé de classification APGII

Cette classification est divisée en deux principaux groupes les Protoangiospermes et les euangiospermes.

II.6.3.1. Protoangiospermes:

Appelées aussi Paléohérbes (soudure incomplète des carpelles), fermés par une sécrétion, plantes aquatiques ou arbustes (175 espèces), le plus souvent insertion spiralée des pièces florales[70].

II.6.3.2. Euangiospermes:

Parmi ces caractères : Carpelles parfaitement fermés

2.1. Euangiospermes monoaperturés:

Pollen à une seule ouverture fleurs trimères, apétales ou à périanthe formé de tépales parfois et insertion spiralée des pièces florales.

2.1.1. Monocotylédones ou Liliopsidées:

Cette classe enferme 52 000 espèces et caractérisée par:



Un seul cotylédon, tige rarement ramifiée, fleur de type 3 (trimère), et pas de formations secondaires dans la tige et la racine

2.1.1. a. Monocotylédones archaïques:

Fleurs souvent apérianthées.






Des exemples ont été traités et choisis, pour mieux éclaircir cette classification et récapitulés dans les tableaux suivants[60].








Tableau II.1: Classification des Monocotylédones archaïques

| | |
|---|--|
| Ordre des Acorales | Ordre des Alismatales |
| Famille des Acoracées | Famille des Aracées |
|  |  |
| (Acorus calamus) | Arum maculatum |

2.1.1. b. Monocotylédones évoluées:

Tableau II.2: Classification des Monocotylédones évoluées



| Arécales | Poales | Asparagales | Liliales | Dioscoréales |
|---|---|---|--|--|
| Arécales | Poacées Maïs (Zea mays) | Alliacées Allium sativum | Colchicacées Colchique Colchicum autumnale | Dioscoréacées Tameris, herbe à la femme battue (Dioscorea communis) |
|  |  |  Asparagacées  Asperge (Asparagus officinalis) |  | |

| | | | |
|--------------------------------|--|--|---|
| Cocotir (Cocos nucifera) | <p>Ruscacées</p>  <p>Petit houx, Fragon (Ruscus aculeatus)</p> | <p>Mélanthiacées</p> <p>Verâtre, Varaire (Veratrum album)</p>  |  |
| | <p>Amaryllidacées</p>  <p>Jonquille (Narcissus pseudonarcissus)</p> | | |
| | <p>Iridacées</p>  <p>Safran (Crocus sativus)</p> | <p>Liliacées (s.str.)</p> <p>Lysblanc (Lilium candidum)</p>  | |
| | <p>Orchidacées</p>  <p>Vanille (Vanilla planifolia)</p> | | |

2.1.2. Dicotylédones primitives ou Magnoliidées:

Pollen monoaperturé calice et corolle indistincts (tépalés) ou absents fleur trimère ou à disposition spiralée.

Tableau II.3: Classification des Dicotylédones primitives



| Ordre des Magnoliales | Ordre des Laurales |
|--|---|
| Famille des Magnoliacées | Famille des Lauracées |
|  <p data-bbox="284 1099 762 1189">Tulipier de Virginie (<i>Liriodendron tulipifera</i>)</p> |  <p data-bbox="826 1093 1230 1126">Avocatier (<i>Persea gratissima</i>)</p> |

2.2. Euangiospermes triaperturées ou Eudicotylédones:

2.2.1. Eudicotylédones archaïques:

Souvent périanthe tépaloïdedialycarpie fréquente.






Tableau II.4: Classification des Eudicotylédones

| Ordre des Ranunculales | |
|---|--|
| <p>Famille des Renonculacées</p>  <p>Aconit napel (<i>Aconitum napellus</i>)</p> | <p>Famille des Papavéracées</p>  <p>Pavot à opium (<i>Papaver somniferum</i> var. album)</p> |

2.2.2. Eudicotylédones évoluées:







2.2.2. a. Eudicotylédones Atypiques: Caryophyllidées:


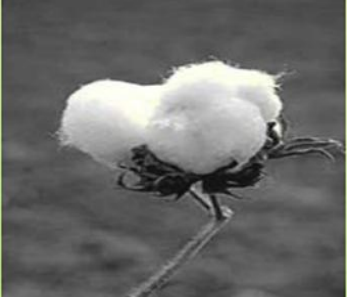

Tableau II.5: Classification eudicotylédones atypiques

| Ordre des Caryophyllales | | | | Ordre des Santalales |
|--|---|--|--|--|
| Famille des Amaranthacées | Famille des Cactacées | Famille des Caryophyllacées | Famille des Polygonacées | Famille des Santalacées |
|  <p>Epinard sauvage (<i>Chenopodium bonus-henricus</i>)</p> |  <p>Figuier de Barbarie, nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>)</p> |  <p>les œillets (genre <i>Dianthus</i>)</p> |  <p>Rhubarbe alimentaire (<i>R. rhaponticum</i> et hybrides)</p> |  <p>Gui (<i>Viscum album</i>)</p> |

2.2.2. b. Eudicotylédones supérieures dialypétales: Rosidées








Tableau II.6: Classification eudicotylédones supérieures dialypétales










| Rosales | Fabales | Cucurbitales | Malpighiales |
|---|---|---|--|
| <p>Rosacées</p>  <p>Les pyracanthas ou buissons ardents (<i>Pyracantha</i> sp.)</p> | <p>Fabacées</p> <p>Cercidées Sous famille</p>  <p>(<i>Cercis siliquastrum</i>)</p> | <p>Cucurbitacées</p>  <p>Cucurbita pepo</p> | <p>Euphorbiacées</p>  <p>Hévéa (<i>Hevea brasiliensis</i>)</p> |
| <p>Rhamnacées</p>  <p>Nerprun (<i>Rhamnus cathartica</i>)</p> | <p>Césalpinioïdées Sous famille</p>  <p><u>Caesalpinia pulcherrima</u></p> | | |
| <p>Cannabacées</p>  <p>Chanvre cultivé (<i>Cannabis sativa</i>)</p> | <p>Mimosoïdées Sous famille</p>  <p><u>Acacia howittii</u></p> <p>Faboïdées Sous famille</p> | | <p>Hypéricacées</p>  |
| <p>Moracées</p> | | | |

| | | |
|--|---|---|
| Ordere | | |
| Sapindales | Malvales | Brassicales |
| Rutacées | Malvacées | Brassicacées |
|  <p>Rue fétide (Ruta graveolens)</p> |  <p>Cotonnier (Gossypium sp.)</p> |  <p>Arabette des dames (Arabidopsis thaliana)</p> |
| Famille | | |

2.2.2.c. Eudicotylédones Supérieures Gamopétales: Astéridées

Tableau II.7: Classification eudicotylédones Supérieures Gamopétales

| | | |
|---|--|---|
| Ericales | Gentianales | Dipsacales |
| Ericacées  <p>(Erica herbacea)</p> | Gentianacées  <p>Gentiane jaune (Gentiana lutea)</p> | Caprifoliacées  <p>Les Chèvrefeuilles (Genre Lonicera)</p> |
|  <p>Arbousier ou arbre aux fraises (Arbutus unedo)</p> | Apocynacées  <p>Laurier rose (Nerium oleander)</p> | Adoxacées  <p>Sureau à grappes (Sambucus racemosa)</p> |
| | Rubiacées  <p>Garance des teinturiers (Rubia tinctorum)</p> | |

| Lamiales | Apiales | Solanales | Astérales |
|---|---|---|---|
| <p>Lamiacées</p>  <p>Sauge officinale (<i>Salvia officinalis</i>)</p> | <p>Apiacées</p>  <p>Grande berce (<i>Heracleum sphondylium</i>)</p> | <p>Solanacées</p>  <p>Tabac, herbe à Nicot, petun.... (<i>Nicotiana tabacum</i>)</p> | <p>Astéracées</p>  <p>Armoise annuelle (<i>Artemisia annua</i>)</p> |
| <p>Verbénacées</p>  <p>Verveine odorante (<i>Aloysia citrodora</i>)</p> | | | |
| <p>Plantaginacées</p>  <p>Plantain lancéolé (<i>Plantago lanceolata</i>)</p> | <p>Araliacées</p>  <p>Ginseng (<i>Panax ginseng</i>)</p> | <p>Borraginacées</p>  <p>Bourrache (<i>Borago officinalis</i>)</p> | |
| <p>Scrophulariacées</p>  <p>Bouillon blanc ou Molène (<i>Verbascum thapsus</i>)</p> | | | |

CONCLUSION

Face à la problématique évoquée antérieurement, nous pouvons dire que les solutions préconisées, et la stratégie de remède mise en œuvre a atteint ses objectifs à plus de 90%.

Bien plus, les planches réalisées ont été d'un bon look, très claires, pédagogiques facilitant la mémorisation d'un nombre pourtant énorme d'informations, et ce par la méthodologie de son organisation, ça sous entend l'historique étymologie, son évolution du plus général (essentiel) au plus précis.

Aussi, on a réalisé des modèles 3D de molécules de principe actif et ce pour faciliter leur mémorisation, mais aussi par leurs formes, on peut comprendre leur action pharmacologique via leurs liaisons aux sites actifs, cibles (protéines, enzymes....).

Ainsi, des termes très spécialisés étaient vus au départ très difficiles (Angiospermes, spermaphytes, lamiacées, dicotylédones, mucilages.....), sont devenus grâce à ce travail plus que faciles, mais plutôt familiers voire indispensables pour cette science qu'est la botanique et la pharmacognosie.

Nous montrons par la même, que devenue nécessaire, voire indispensable une nouvelle approche concernant les P.F.E soit établie.

Ainsi, un taux bien étudié et bien déterminé de ces P.F.E soit consacré aux réalisations pédagogiques et qui vont de pair avec les P.F.E jusqu'à la classiques, jusqu'à un jour. Et d'une pierre deux coups, un jour ces réalisations seront en plus d'outils dédiés à la didactique, mais seront des outils d'innovation en pratique surtout la voie est donc bien ouverte, et on attendra impatiemment ce qu'il en a deviendra.

Références

bibliographiques

Bibliographie

- [1] **SANAGO R., 2006.** Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université Bamako(Mali): 53.
- [2] **William G.HOPKINS 1995,1999** physiologie végétale 138-283.
- [3] **Professeur J. Vercauteren.Années (2012).**Livre Plan, Formules et illustrations du cours UNCPF de pharmacognosie 2ème cycle des études de Pharmacie .Université Montpellier Laboratoire de Pharmacognosie.
- [4] **PELT J. M., 1980.** Les drogues, leur histoire et leurs effets. Édition Doin, Paris: 221.
- [5] **BENGHANOU M., 2012.** La phytothérapie entre la confiance et mefiance. Memoire professionnel infirmier de la sante publique, institut de formation paramédical CHETTIA (Alger): 56.
- [6] **SARNI-MANCHADO P., VERONIQUE C., 2006.** Les polyphénols en agroalimentaires.Collection sciences et techniques agroalimentaires, édition TEC et DOC, Paris (France):398.
- [7] **Bruneton.1993 pharmacolognosie Masson; P.Sauenberg et F paris.**Guide des plantes médicinales.
- [8] **Lamnaouer Driss,** Plantes médicinales du Maroc : Usages et toxicité, (2002)
- [9] **C.Chkarnat. SP2013.** Plantes Médicinales et vénéneuses
- [10] **Jean BRUNE ton** « pharmacognoxy phytochemistry « Medicinal plants » (672-673)
- [11] Principe actifs en phytothrapie /creapharma 4page
- [12] **Malné,J .F.Parve, M., kam,A., Mckevy,A .Ahmed,I .and Bhatti,M . ,1980 .**
- [13] **Vola'k,J., et st dola, . J ,1983.** « Plantes médicinales ». GRUND, Paris.
- [14] **Apocynacea, Logoniacea and Rubiaceaby their indole alkaloid content in : Alkaloids**

Bibliographie

chemical and biological perspectives, 368.

[15] **CarLL.yaws**, Hnand book of thermodynamicDiagrams,vol.3, Huston, Texas,Gulf Pub.Co. 1996 (ISBN-88 415-859-4)

[16] **Sénévol**,wiki,https://fr,m .Wikipedia.org.

[17] **Jacques DAUTA**, «séNEVOL », Encyclopediainiversalis [en ligne], consulté le 3 mai

[18] **Dave-Oomah. B, 2003**, Bulletin IBP, numéro 1, Canada.

[19] **Boizot. N et Charpentier J. P, 2006**, Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier, INRA - Amélioration génétique et physiologie Forestières, Laboratoire d'analyses biochimiques, le cahier des technique de l'INRA, 79- 80.

[20] **George S .clark**, « coumarine »,perfumer& Flavorist,vol.20,1995,p.23-34

[21] **Bruneton J.1999**.Pharmacognosie .phytochimie. Plantes médicinales .3eme édition .édition lavoisirer. Paris.

[22] **Brunton J.1999**.Pharmacognosie .Phytochimie . Plantes médicinales, 3éme édition .Paris : Edition

[23] **Paul Iserin**, Encyclopédie des plantes médicinales, Larousse-Bordas Paris, 14 (2001)

[24] **Poulton JE**.Cyanogenesis in plants. Plant physiology 1990; 94:401-405.

[25] **Guingard J. ,1996** .Biochimie végétale lavoisier, paris 175,192

[26] **G àborM,codyV,Middtetion E J, Harbone .J .B, bertza,liss AR, 1988** .PLANTES Flavonoides in Biology and Médecine II ; Biochemical.celluar and Medicinalproperties.New york, 1-15.

[27] **Bruneton, J.**, *Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales*, 4^e éd., revue et augmentée, Paris, Tec & Doc - Éditions médicales internationales, 2009, 1288 p

[28] [**Les tannins**] fiche de Marc-André Selosse, Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris.

Bibliographie

- [29] **HELLER W., FORKMANN G., 1993**- The flavonoids. Advances in research since 1986. In Harborne JB. Secondary Plant Products. Encyclopedia of plant physiology. Ed. Chapman et Hall London. UK. Pp 399-425.
- [30] **Cohen H.J., Chovaniec M.E., 1978** . « superoxide generation by digitonin stimulated guinea pig granulocytes A basis for continuous assay for monitoring superoxide production and for the study of generating system » *Journal . Clin . Invest*, 61, 1081-1087 .
- [31] **Signal P .K , petk au A , Gerrad J.M, Mol CELL , Biochem, 1988** . « Free Radical in health and disease » . 121-122 .
- [32] Les tannins , fiche de Marc-André Selosse, Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris.
- [33] **Brillouet J ,M , Romieu C , schoefs B , solymosik, cheynier v., Flucrand h., Verdeil J.L , conejero G (2013)** *Annals of botany* ; 112 (6) : 1003-1014
- [34] **GHESTEM A., SEGUIN E., PARIS M., ORECCHIONI A.M., 2001**- Le préparateur en Pharmacie. 2ème ed. Ed. Tec et Doc, Paris. France. 275p.
- [35] **NOVEL METHOD FOR PRODUCING THERMOSETTING EPOXY RESINS,**
WO2010136725 (A1)2010-12-02
- [36] **Karamali Khanbabaee, Teunis van Ree,** « Tannins : classification and definition », *Nat. Prod. Rep.*, vol. 18, 2001, p. 641-649
- [37] **k issu de krauss et al, 2003** *plant* 8 soil 256.41-66.
- [38] **Guingard J ., 1996.** *Biochimie végétale*. Lavoisier, paris, 175-192.
- [39] **François Couplan, Eva Styner,** *Guide des plantes sauvages comestibles et toxiques*, Delachaux et Niestlé, 1994, p. 32-33
- [40] **volak, J., et stdola. J., 1983.** « plantes médicinales ». GRUND, paris.

Bibliographie

- [41] **Simon Mole**, « The Systematic Distribution of Tannins in the Leaves of Angiosperms: A Tool for Ecological Studies », *Biochemical Systematics and Ecology*, vol. 21, n° 8, 1993, p. 833-846
- [42] **BROSSI A. (1988)** - The alkaloids. Chemistry and pharmacology, Academic Press
- [43] **PELLETIER S. W. (1983)** - Chemotaxonomic investigation of the plant a des families of Apocynacea, Logoniacea and Rubiaceae by their indole alkaloid content in : Alkaloids chemical and biological perspectives, 368.
- [44] **Ouahas.c. ,1996.** « chimie organique, sciences biomédicales et science de la nature » office des publication universitaires, Alger, 413.
- [45] **SCMITT H. (1976)** - Elément de pharmacologie médecine-sciences, Paris
(en) Carl L. Yaws, *Handbook of Thermodynamic Diagrams*, vol. 3, Huston, Texas, Gulf Pub.Co., 1996
- [46] **Bruneton J. ,1987** Eléments de phytochimie et pharmacognosie. Technique et documentation. éd .lavoisier.paris
- [47] **Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie phytochimie, plantes .Plantes médicinales. 3^{ème} édition. Lavoisier .Paris.
- [48] **Bruneton J., 1993.** Pharmacognosie. Phytochimie. plantes médicinales 1^{ère} éd. lavoisier .Paris.
- [49] **Moreau F. , 1964.** Alcaloides et plantes alcaloïdées .séries ; que sais-je ?. Point de connaissances actuelles. Press universitaires de frances .éd n° 27600.
- [50] Article a été extrait du Dictionnaire de l'Académie française, huitième édition, 1932-1935 .(musculage), mais l'article a pu être modifié depuis .
- [51] **Tadeusz Anisewski, Alkaloides – secrets of life, Alkaloid chemistry, biological Significance, Applications and Ecological Role, Elsevier, 2007.**

Bibliographie

[52] Cet article reprend une partie des contenus de la page <https://fr.wikipedia.org/wiki/Mucilage> diffusés sous CC BY-SA 3.0.

[53] **Christophe BERNARD-HERBAUSTE** 26 commentaires ALTHEA PROVENCE. **15 mai 2018**

[54] «Taxinmoie, dans les Grand Robert de la langue française de Paul Robert, Deuxième édition entièrement revue et enrichie par Alain REY Tome IX: Suc-z, Dictionnaires Le Robert, Paris, 1985, p.188

[55] **Jean-Claude Laberche**. Livre BIOLOGIE VÉGÉTALE 3^{ème} édition Professeur des Universités à l'IUT d'Amiens, p 45-54.

[56] **Willi Hennig**, *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik*, Deutscher Zentralverlag, Berlin, 1950.

[57] **INTRODUCTION, Dir.:** Bouatrous Yamina, Université Mohamed kheider Biskra faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie Department de SNV

[58] https://fr.wikipedia.org/wiki/Classification_scientifique_des_esp%C3%A8ces

[59] http://w.w.w.animateu_nature.com/Autres_sujet/classification_PHP.

[60] **REYNAUD Joël**. Comprendre la botanique Histoire, évolution, systématique. « Systématique des Angiospermes ».

[61] **Professeur J. Vercauteren. Années (2012)**. Livre Plan, Formules et illustrations du cours UNCPF de pharmacognosie 2ème cycle des études de Pharmacie .Université Montpellier

[62] **II. Les champignons Thallophytes Mycophytes. Enseignement de Biologie des Organismes 1ère année de Licence STS – BGS**

[63] **Floyd SK, Bowman JL. 2007**. The Ancestral Developmental Tool Kit of Land Plants. International Journal of Plant Sciences 168: 1-35.

[64] Botanique - Encyclopédie de la Pleiades p. 28 à 47

Bibliographie

- [65] **McCourt Richard M, Delwiche Charles F, Karol Kenneth G. 2004.** Charophyte algae and land plant origins. *Trends in Ecology & Evolution (Personal Edition)* 19: 661-666
- [66] **Langdale JA. 2008.** Evolution of developmental mechanisms in plants. *Current Opinion in Genetics & Development* 18: 368-373.
- [67] Les Ptéridophytes, UNIIERSITE HADJ LAKHDAR- BATNA 2014/2015 Faculté des Sciences Médicales Département de Pharmacie, K BAZIZ
- [68] La place des Gymnospermes dans une classification des végétaux vascularizes.
- [69] **C.Chkarnat. SP2013.** Plantes Médicinales et vénéneuses
- [70] **APG II. 2003.** An update of the AngiospermPhylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141: 399–436.

Résumé

Cette étude a concerné le monde complexe mais merveilleux des plantes, une étude sur la taxonomie (Cronquist ancienne et moderne APG) des plantes ainsi que sur les principes actifs les plus utilisés en médecine.

Le tout a été résumé sur des planches géantes, bien décorées, très pédagogiques, englobant l'essentiel sans pour autant négliger mêmes les petits détails, des connaissances sur les plantes et leurs relations dans la fabrication de médicaments.

L'ensemble de cette étude, formera un outil pédagogique en pharmacognosie, avec lequel les étudiants en chimie pharmaceutique, compléteront leur formation surtout que les plantes représentent 60% des médicaments vendus dans le monde.

Cet outil pédagogique, nous en faisons don à l'institut, qui j'espère ouvrira une ère où l'enseignement utilisera en plus du matériel pédagogique, de nouveaux autres outils.

Mots clés: taxonomie, principes actif, plantes médicinales.

ملخص

خصت هذه الدراسة العالم الرائع والمعقد للنباتات، دراسة حول محورين أساسيين: التصنيف الدولي للنباتات (الكلاسيكي الحديث AGP)، وكذلك مختلف الأكثر استعمالاً.

كل هذا لخص على ملصقات عملاقة، جميلة بيداغوجية، تشمل خلاصة الدراسة دون إهمال الدقة للمعارف التي تخص النباتات وعلاقتها بصناعة الأدوية.

خلاصة هذه الدراسة، تشكل وسيلة بيداغوجية حول الصيدلانية النباتية، والتي سيستعملها طلبة الماستر كيمياء صيدلانية لتحسين تكوينهم ومستواهم، خاصة أن 60% من الأدوية مصدرها نباتي.

الكلمات المفتاحية: علم تقسيم الكائنات الحية، المكونات النشطة، النباتات الطبية.

Abstract:

This study has concerned the complex but wonderful world of plants, a study on the taxonomy (Cronquist ancient and modern APG) of plants as well as on the most used active ingredients in medicine.

Everything has been summarized on giant boards, well decorated, very educational, encompassing the essential without neglecting even the small details; knowledge about plants and their relationship in the manufacture of medicines.

The whole of this study, will form a teaching tool in pharmacognosy, with which students in pharmaceutical chemistry, will complete their training especially that plants represent 60% of drugs sailed in the world.

This educational tool, we donate to the institute, which we hope will open an era where the teaching will use in addition to the teaching materials, other new tools.

Key words: taxonomy, active principles, medicinal plants.