

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ  
Abdelhamid Ibn Badis  
MOSTAGANEM

UNIVERSITÉ ABDELHAMID IBN BADIS DE MOSTAGANEM

FACULTÉ DE SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE

Département de biologie

---

# Mémoire fin d'études

Dans le cadre d'une formation d'un master académique en

Pharmacognosie et Phytothérapie

Sous le thème :

Etude phytochimique et activité antibactérienne de quatre plantes sahariennes (*Artemisa herba helba*, *Haloxylon scoparium*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum album*)

Soutenu le : 26/06/2018

Présenté Par :

BRAZ Imene

MOHAMED HANCHOUR Fatima

Devant le jury :

Président : KRIBI. S

MCB

Université de Mostaganem

Examineur : AMMARI. N

MCB

Université de Mostaganem

Encadreur : BOUABDELLI. F

MCB

Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2017/2018

## *Dédicace*

*Je m'incline devant Dieu tout puissant qui m'a ouvert la porte du savoir  
et m'a aidé la franchir.*

*Je dédie ce modeste travail:*

*A la mémoire de mes grands parents*

*Mes chers parents, pour leur endurance et leurs sacrifices sans limites*

*Ma sœur Meriem, Mes frères Mohamed et surtout mon petit  
yousoufa, en reconnaissance de leur affection toujours constante*

*Mr Amghar qui m'a toujours encouragé et soutenu*

*Ma confidente Badiia*

*Tous mes proches*

*Mes amis*

*Tous mes enseignants*

*tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire*

*Imène*

## *Remerciements*

*Alhamdo li allah, qui ma éclairé les voies de la science et de la connaissance et qui ma aidé à compléter cette recherche modeste. Premièrement, je remercie Madame Bouabdeli .F pour avoir accepté de m'encadrer et de me diriger, pour son soutien, ses encouragements ainsi que pour la confiance qu'elle ma accordé en réalisant ce travail, je la remercie profondément pour sa compréhension, sa patience et sa politesse incomparable. Comme je ne pouvais pas oublier à remercier les membres du jury "Krübi. S" et "Ammari. N" pour avoir accepté d'évaluer ce travail. Je remercie vont également à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, et notamment à Toutes les personnes qui travaillent dans le laboratoire de chimie « Mr Djillali et Mm Hafida » au département des sciences de la nature et de la vie.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail a la mémoire de mon père*

*A ma mere qui ma soutenu durant toutes mes études et que dieu la*

*bénisse*

*A mon Mari Mohamed El Amine*

*A mes frères et Mes sœurs Zohra et Hafida et ma chère amie Nawel*

*A tout ma famille*

*Et surtout mon fils Ayman Abdessamad*

*A tout mes amis et mes collègues de travail*

*A tout mes enseignants*

*Fatima*

# Table des matières

Introduction.....	01
-------------------	----

## Partie théorique

### Chapitre I : La Phytothérapie

1. Généralités.....	03
2. Définition de la phytothérapie.....	03
3. Historique.....	03
4. Les plantes médicinales.....	05
5. Métabolites secondaire des plantes .....	06
5.1. Définition.....	06
5.2. Biosynthèse .....	07
5.3. Les huiles essentielles.....	07
5.3.1. Composition chimique des HES .....	08
5.3.1.1. Composés terpéniques .....	08
5.3.1.2. Composés aromatiques .....	08
5.4. Les alcaloïdes.....	09
5.4.1. Définition .....	09
5.4.2. Classement .....	10
5.4.3. Localisation .....	10
5.4.4. Rôle .....	10
5.4.5. Propriétés physico-chimiques.....	11
5.5. Les composés phénoliques.....	12
5.5.1. Flavonoïdes .....	13

5.5.1.1. Généralités.....	13
5.5.1.2. Structure chimique et classification.....	13
5.5.1.3. Localisation et distribution des flavonoïdes.....	13
5.5.1.4. Biodisponibilité des flavonoïdes.....	14
5.5.1.5 Quelques propriétés des flavonoïdes .....	14
5.5.2. Tanins.....	15
5.5.2.1. Généralités .....	15
5.5.2.2. Types et structures .....	15
5.5.2.2.1. Les tannins hydrolysables.....	15
5.5.2.2.2. Les tannins condensés .....	16
5.5.2.3. Propriétés pharmacologiques.....	16
5.5.3. Les coumarines.....	16
5.5.4. Les lignanes et les lignines.....	17
5.5.4.1. Les lignanes.....	17
5.5.5. Rôle des polyphénols.....	18
1/ Chez les plantes.....	18
2/ Chez l'homme.....	18
6. Monographie des plantes étudiées .....	19
6.1. Artemisia herba-alba.....	19
6.1.1. Introduction.....	19
6.1.2. origine et répartition géographique .....	19
6.1.2.1. Origine.....	20
6.1.2.2. Répartition géographique .....	20
6.1.3. Description botanique.....	20
6.1.3.1. Partie aérienne.....	20
6.1.3.2. Partie souterraine ou racine.....	21
6.1.4. Ecologie de la plante .....	21
6.1.5. Systématique et classification.....	23

6.1.6. Usage de la plante .....	24
6.1.6.1. Usage phyto-thérapeutique .....	24
6.1.6.2. Usage alimentaire.....	24
6.1.7. Activité antimicrobienne .....	24
6.1.8. Composition chimique.....	24
6.2.Hammadascoparia.....	25
6.2.1. Position systématique.....	25
6.2.2. Description botanique .....	25
6.2.3. Phytochimie .....	25
6.2.4. Activité biologique.....	27
6.3.Zygophyllum album.....	28
6.3.1.Classification de Zygophyllum album L.....	28
6.3.2. La famille des zygophylacées.....	28
6.3.2.1. Classification de la famille de zygophylacées.....	29
6.3.3.Description botanique.....	29
6.3.4.Utilisation médicinales.....	30
6.4.Peganumharmala.....	30
6.4.1.Classification de Peganumharmala L.....	30
6.4.2.Description botanique.....	31
6.4.3.Composition chimique.....	32
6.4.4.D'autres compositions.....	33
6.4.5.Utilisation médicinales.....	33
6.4.6. Autre utilisation.....	34
6.4.7.Toxicité de Peganumharamala.....	34
7. Les différentes façons d'utiliser les plantes.....	34
7.1.L'infusion.....	35
7.2. La décoction .....	35
7.3.La macération.....	35
7.4.La teinture .....	36

7.5. Infusion à l'huile froide .....	36
7.6. Infusion à l'huile chaude .....	36
7.7. Les onguents .....	36
7.8. Les crèmes.....	37
7.9. Les compresses.....	37
7.10. Le cataplasme.....	37
8. Précaution d'emploi .....	37
9. Interactions .....	38
10. Indications.....	38
11. Contre indications .....	39

## **Chapitre II : Activité antibactérienne**

1. Généralités sur les bactéries.....	40
2. La découverte du monde microbien.....	40
3. Morphologie et Structure des bactéries .....	40
4. Bactérie pathogène .....	44
4.1. bactéries à gram négatif.....	44
4.2. bactéries à gram positif.....	45
5. Activités biologiques des huiles essentielles.....	46
5.1. Activité liée à la composition chimique .....	47
5.2. Le mode d'action des huiles essentielles.....	47
6. Méthodes de détermination de l'activité antibactérienne .....	48
6.1. Aromatogramme.....	48
6.2. Méthode de diffusion en puits .....	49
6.3. Méthode de dilution .....	49
6.4. Méthode de micro-atmosphère.....	49
7. Détermination de l'effet bactériostatique ou bactéricide.....	50

<b>8. Méthodes de détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice .....</b>	<b>50</b>
8.1. Technique en milieu solide (méthode de la diffusion en disque) .....	50
8.2. Technique en milieu liquide (méthode de dilution) .....	50
8.2.1. La dilution en bouillon .....	51
8.2.2. La dilution en gélose .....	51
<b>9. Facteurs influençant l'activité antimicrobienne .....</b>	<b>51</b>

## **Partie pratique**

### **Chapitre III : Matériels et méthodes**

<b>1. Généralités.....</b>	<b>53</b>
<b>2. Objectifs.....</b>	<b>53</b>
<b>3. Matériels et méthodes.....</b>	<b>53</b>
3.1. Matériels de laboratoire.....	53
3.2. Réactifs chimiques et solvants.....	54
3.3. Souches bactériennes testées.....	54
3.4. Milieu de culture.....	55
<b>4. Méthode.....</b>	<b>56</b>
4.1. Screening chimique.....	56
4.1.1. La recherche des alcaloïdes.....	56
4.1.2. La recherche des flavonoïdes.....	56
4.1.3. La recherche des tanins.....	56
4.1.4. La recherche des sucres réducteurs.....	56
4.1.5. La recherche des saponines.....	56
4.2. Méthodes d'extractions.....	56
4.2.1. Extraction assistée par macération (EAM).....	57
4.2.1.1. Principe.....	57
4.2.1.2. Mode d'opération.....	57

4.3. Activité antibactérienne.....	58
4.3.1. Détermination de DI (diamètre d'inhibition).....	58
4.3.2. Vérification de la pureté des souches.....	58
4.3.3. Examens microscopiques.....	58
4.3.3.1. Examen à l'état frais.....	58
4.3.3.2. Coloration de Gram.....	59
4.3.3.3. Lecture Les bactéries.....	59
4.3.4. Préparation des disques.....	59
4.3.5. Préparation le milieu du culture.....	60
4.3.6. Méthode de diffusion en milieu gélosé.....	60
4.3.7. Incubation et Lecture.....	61

## **Résultats et interprétation**

1. Résultats .....	62
1.1. Scrining chimique .....	62
1.1.1. Flavonoides, Composées réducteurs et Tanins .....	63
1.1.1.1. Flavonoides.....	63
1.1.1.2. Composées réducteurs.....	64
1.1.1.3. Tanins .....	64
1.1.2. Saponosides.....	64
1.1.2. Alcaloïdes .....	64
1.2. Activité antibactérienne .....	64
1.2.1. Observation microscopique .....	64
1.2.2. l'aromatogramme.....	65
1.2.2. l'effet des extraits sur les bactéries .....	66

**Discussion Conclusion**

**Références bibliographiques**

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

EAM: Extraction Assisté par macération

EM: Extrait par macération EU

HEs: Huiles essentielles FPP: Farnésyldiphosphate

MeOH: Méthanol

mg: Miligramme

mm: Millimètre

MeOH: Méthanol mg

DMSO: Diméthylsulfoxyde

%: Pourcentage

C°: Degré Celsius

DXP: Desoxyxylulose-5- phosphate

AlCl<sub>3</sub>: Trichlorure d'aluminium

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: Carbonate de sodium

ATB: Antibiotique

MH: milieu de Mueller Hinton

min : minute

ml : millilitre

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

## Liste des figures

N°	Figures	Page
01	Structures chimiques des alcaloïdes	09
02	Structure chimique des composés phénolique	12
03	les principaux composés des coumarines	17
04	Armoise blanche ( <i>Artemisia herba alba</i> )	21
05	Morphologie général de plante <i>Artemisa Herba Alba</i>	22
06	Morphologie de la fleur	23
07	Morphologie de la feuille	23
08	<i>Hammada scoparia</i>	25
09	<i>Zygophyllum album</i>	29
10	<i>Zygophyllum album</i>	30
11	<i>Peganum harmala</i>	32
12	Morphologie des bactéries	41
13	Structure d'une bactéries	42
14	Schéma de la paroi des bactéries à GRAM négatif	43
15	Schéma de la paroi des bactéries à GRAM positif	43
16	Principe de la méthode de diffusion par disque	48
17	Principe de la méthode de micro-atmosphère	49
18	Les deux souches bactérienne utilisées	55
19	Gélose nutritive Muller Hinton	55
20	Extraction assiste par macération (EAM)	57
21	Boîtes de pétri remplis avec milieu de culture	60
22	Application des disques	61
23	Détection chimique des anthraquinone	63

24	Détection chimique du saponosides et détection l'indice de mousse	63
25	Observation microscopique d'une entérobactérie <i>staphylococcus</i> après une coloration de Gram (×100)	65
26	Observation microscopique de <i>aureus</i> après une coloration de Gram (×100)	65
27	L'effet des extraits de l' <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Hammada scoparia</i> , <i>Peganum harmala</i> et <i>Zygophyllum album</i> sur <i>S.aureus</i>	68
28	L'effet des extraits de l' <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Hammada scoparia</i> , <i>Peganum harmala</i> et <i>Zygophyllum album</i> sur <i>E.coli</i>	68
29	L'effet des extraits de l' <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Hammada scoparia</i> , <i>Peganum harmala</i> et <i>Zygophyllum album</i> sur <i>S.aureus</i>	69
30	L'effet des extraits de l' <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Hammada scoparia</i> , <i>Peganum harmala</i> et <i>Zygophyllum album</i> sur <i>E.coli</i>	69

### Liste des tableaux

N°	Tableaux	Pages
01	Les principaux composés phénolique	12
02	La composition chimique de <i>Hammada scoparia</i> .	26
03	Résultats des tests phytochimiques des quatre plantes	62
04	Résultats des examens microscopiques à l'état frais et après coloration de Gram	65
05	Diamètre d'inhibition des extraits méthanolique des plantes de l' <i>Artemisia herba halba</i> , <i>Hmmada scoparia</i> , <i>Peganum harmala</i> et <i>Zygophyllum album</i> sur <i>S.aureus</i> et <i>E.coli</i>	67

Les plantes ont occupé une place prépondérante dans la vie de l'homme. Toutes les civilisations connues ont utilisé les plantes soit sauvages soit cultivées pour se nourrir, se défendre, se vêtir ou se soigner.

Ces utilisations se sont diversifiées au fil des temps pour s'adapter aux besoins. Les plantes médicinales ont connu les mêmes modifications. Elles sont employées parfois de façon sélective grâce à la tradition.

Au fil des siècles, une première distinction a pu être faite entre plantes comestibles et toxiques. Les connaissances empiriques accumulées ont permis aux différentes civilisations de prendre les plantes comme source essentielle de médicaments. Jusqu'au début du 20ème siècle, presque tous les médicaments étaient à base de plantes.

De nos jours, et surtout dans les pays du tiers monde, la phytothérapie occupe encore une place importante. La flore de ces pays reste assurément riche et prometteuse, tant dans la perspective de découvrir de nouvelles espèces botaniques que de trouver de nouvelles molécules ayant une activité thérapeutique, pour la mise au point de nouveaux médicaments .

Quelles que soient les parties et les formes sous lesquelles elles sont utilisées, les plantes sont extrêmement riches, elles contiennent de structures chimiques complexes. Le métabolisme des plantes contient de milliers de différents constituants dont l'effet thérapeutique n'est évidemment pas lié à tous les composés, de même pour ce qui est d'effet nocif ou toxique.

L'Algérie est considérée parmi les pays connus pour leur diversité taxonomique vu sa position biogéographique privilégiée et son étendu entre la Méditerranée et l'Afrique subsaharienne. La flore algérienne est potentiellement riche, beaucoup d'espèces endémiques peuvent y être.

Nous partageons avec les méditerranéens et les pays du Sahel un large éventail de composés et d'éléments phytochimiques d'un intérêt grandissant d'où la nécessité et l'importance de ce travail de recherche.

Ce brassage d'espèces constitue pour notre pays une véritable richesse qui doit être préservée et gérée rationnellement et durablement dans le but de maintenir les équilibres écologiques déjà fragiles et de conserver notre diversité biologique .

Le présent travail est une contribution dans la valorisation des principes actifs contenus dans la flore algérienne peu connue jusqu'à présent, et qui sera présenté comme suit:

## *Introduction générale*

---

Un premier chapitre comprend un rappel sur La phytothérapie, les grandes caractéristiques des plantes, la classification des plantes, et les différentes classes des produits (naturels) issus des plantes.

Un deuxième chapitre s'intéresse à l'activité antibactérienne, la découverte du monde microbien, Le role des microorganismes dans les maladies, les différents types de bactéries.

Le troisième chapitre comporte deux parties la première est consacrée au Matériel et aux méthodes utilisées la deuxième à l'ensemble des résultats obtenus suite aux investigations phytochimiques et activités biologiques antibactérienne de l'*Artemisia herba-alba* et *Hammada scoparia*.

Enfin, une conclusion générale qui portera sur une lecture attentive des différents résultats obtenus.

## 1. Généralités

La phytothérapie est l'art de se soigner avec les produits issus de notre belle nature. Sur notre planète sont recensées près de 95000 plantes reconnues pour leurs vertus médicinales. Aussi diverses et nombreuses soient-elles, les « simples » telles qu'elles se font appeler, offrent un important panel de vertus pour soigner les maux et les petits bobos. Les bienfaits des plantes et de leurs extraits ont forgé leur réputation depuis des millénaires. Dans nos sociétés modernes, nous les appelons souvent les remèdes de grands-mères (CAVALIER C et al., 2015).

## 2. Définition de la phytothérapie

Le mot phytothérapie provient de deux mots grecs qui signifient essentiellement « soigner avec les plantes ».

Il s'agit d'une pratique millénaire basée sur un savoir empirique qui s'est transmis et enrichi au fil d'innombrables générations.

La phytothérapie, étymologiquement le traitement par les plantes, est une méthode thérapeutique qui utilise l'action des plantes médicinales.

On peut distinguer deux types de phytothérapie :

- Une pratique traditionnelle, parfois très ancienne basée sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement. Selon l'OMS, cette phytothérapie est considérée comme une médecine traditionnelle et encore massivement employée dans certains pays dont les pays en voie de développement. C'est une médecine non conventionnelle du fait de l'absence d'étude clinique.
- Une pratique basée sur les avancées scientifiques qui recherche (SADOK G.,2009) des extraits actifs des plantes. Les extraits actifs identifiés sont standardisés. Cette pratique conduit aux phytomédicaments et selon la réglementation en vigueur dans le pays, la circulation des phytomédicaments est soumise à l'autorisation de mise sur le marché (AMM). On parle alors de pharmacognosie ou de biologie pharmaceutique (SADOK G.,2009).

## 3. Historique

L'histoire de la phytothérapie se confond avec celle de la médecine. Dès les origines, l'homme a su puiser dans le monde végétal qui l'entourait des aliments, des remèdes, et sans

aucun doute des poisons. Cependant, le simple fait d'avoir utilisé quelques plantes à usage thérapeutique ne confère pas à l'homme préhistorique le privilège d'avoir fondé la phytothérapie. Il existe une longue période, depuis plusieurs dizaines de milliers d'années, jusqu'à « - 4000 ans environs », au cours de laquelle « le savoir » se constitue peu à peu.

L'empirisme a joué un grand rôle dans le développement de la phytothérapie. En effet, c'est un savoir fondé sur l'expérience, par opposition à celui qui découle de l'instinct, basé sur des essais et des erreurs successifs. Ainsi, l'observation et l'expérimentation, non sans de fréquents incidents et accidents sans doute, ont pu fournir les premiers éléments d'une mise en mémoire collective des fondements de la phytothérapie.

Les premiers textes médicaux mésopotamiens, égyptiens, indiens, chinois remontent à « - 3000, - 4000 ans » avant l'époque actuelle. Avec Hippocrate (V<sup>ème</sup> siècle avant J-C), commence la médecine scientifique. Considéré comme le « père de la médecine », il consacra une grande partie de son existence à l'étude de la médecine par les plantes : le « Corpus Hippocraticum » fut publié en 280 avant J-C, et traitait de 250 « simples ».

Diocorides, au début de l'ère Chrétienne, écrivit un ouvrage « De Materia Medica », véritable « best-seller » médical, où il décrit la préparation et les propriétés de plus de mille substances naturelles, dont 600 « simples », et reste à l'origine des Pharmacopées.

A Rome, la grande figure médicale, fut sans conteste Galien. En effet, il dominera la pensée médicale jusqu'à la Renaissance, et donnera son nom à la « Galénique », qui correspond à l'art de confectionner des médicaments.

Puis, vint Paracelse, médecin alchimiste, qui s'efforça à décrypter les analogies mystiques unissant l'homme au végétal (et au minéral). Ainsi, naissait la fameuse « théorie des signatures ».

L'héritage de la Grèce Antique est également parvenu au Moyen-Orient, en Perse et chez les Arabes, et sans doute jusqu'en Inde. Avant la Renaissance, l'Occident ne connaissait d'ailleurs la science médicale Grecque qu'au travers d'ouvrages arabes, traduits en latin.

A partir du XIX<sup>ème</sup> siècle, la recherche vise à isoler de la plante, le principe actif, c'est-à-dire la substance active pour une pathologie donnée. C'est une nouvelle ère des médicaments qui commence, avec le développement de la synthèse chimique à partir des végétaux, qui permet d'obtenir des molécules de plus en plus complexes et de plus en plus actives.

Puis, survint au début de notre siècle, une longue période de désaffectation de la Phytothérapie. La médecine accorda de plus en plus d'importance aux nouvelles molécules, comme les antibiotiques. Ainsi, progressivement, la Botanique fut écartée des études de médecine et les pharmaciens se détournèrent eux aussi de cette discipline.

Depuis quelques années, la phytothérapie connaît un regain d'intérêt. Ceci s'explique d'une part par l'évolution des mentalités. Certes, l'écologie est dans l'air du temps, mais on craint surtout les effets indésirables à long terme des médicaments allopathiques. Or, les plantes sont efficaces, et leur utilisation est pour un grand nombre d'entre elles sans danger du fait de l'ancienneté de l'expérimentation. Ainsi, aujourd'hui, près d'une personne sur quatre se dit intéressée par la Phytothérapie.

Ainsi, la Phytothérapie peut revendiquer le titre de « plus ancienne des disciplines médicales », les plantes médicinales ayant été employées depuis la nuit des temps, et surtout, partout sur la planète, ce qui constitue une convergence étonnante. Aujourd'hui encore, partout où sont les hommes, on retrouve la plante médicinale. On pouvait la penser oublier, elle est belle et bien présente.

De tous temps, et dans tous les pays, la matière première principale de la pharmacopée est restée végétale. En effet, environ 40 % des médicaments du Vidal sont directement tirés des plantes, et de très nombreux autres sont fabriqués par héli synthèse (VACHERON ; 2011).

## **4. Les plantes médicinales**

La plante, organisme vivant, marque son identité par des spécificités morphologiques, à l'origine de la classification botanique, mais aussi biochimiques, liées à des voies de biosynthèses inédites, représentant l'intérêt de l'usage des plantes médicinales (BRUNETON J., 1987).

D'après la Xème édition de la Pharmacopée française, les plantes médicinales "sont des drogues végétales au sens de la Pharmacopée européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses". Ces plantes médicinales peuvent également avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques (DEBUIGNE G., 1974).

En d'autres termes nous pouvons dire qu'une plante médicinale regroupe l'ensemble des plantes dont un ou plusieurs de leurs organes sont utilisés pour leurs vertus thérapeutiques. Il peut s'agir de la tige, des feuilles, de l'écorce ou encore des racines qui sont employées à des

fins curatives. Parmi les principales plantes médicinales les plus connues figurent, entre autres, l'absinthe qui facilite la digestion, le cacao qui régule l'humeur ou encore l'eucalyptus très apprécié pour lutter contre la toux (HORDE P., 2014).

Dans le Code de la Santé Publique, il n'existe pas de définition légale d'une plante médicinale au sens juridique. C'est une plante, non mentionnée en tant que médicinale, qui est en vente libre par les pharmaciens (DEBUIGNE G., 1974).

On peut distinguer deux types de plantes médicinales :

En premier lieu se trouve l'allopathie dans laquelle les plantes ont une action importante et immédiate. Beaucoup des plantes utilisées dans ce mode de traitement peuvent s'avérer toxiques. En effet deux tiers des médicaments sur le marché sont d'origine naturelle, principalement végétale.

Puis on différencie les plantes dépourvues d'effet iatrogène mais ayant une activité faible. Elles sont utilisées en l'état ou dans des fractions réalisant le totum de la plante, soit la totalité des constituants (MOREAU B., 2003).

## **5. Métabolites secondaire des plantes**

### **5.1. Définition**

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées par les plantes autotrophes (BOUDJOUREF, 2011). Ce sont caractérisés généralement par de faible concentration dans les tissus végétaux (généralement quelques pourcent du carbone total, si on exclue la lignine de cette catégorie) (NEWMAN et CRAGG, 2012). Aussi n'exercent pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de la plante (GUIGNARD, 1996).

Les métabolites secondaires bio synthétisés à partir de métabolites primaires et jouent un rôle majeur dans les interactions de la plante avec son environnement, contribuant ainsi à la survie de l'organisme dans son écosystème (PEEKING et al., 1987). En 1987 Plus de 8500 métabolites secondaires sont déjà connus. Les plus grands groupes sont les alcaloïdes, les terpénoïdes, les stéroïdes et les composés phénoliques. Ils présentent une énorme valeur économique (en particulier pour l'industrie pharmaceutique et la cosmétique) (PEEKING et al., 1987).

## 5.2. Biosynthèse

La production des métabolites secondaires est étroitement liée au métabolisme primaire, résultent généralement de trois voies de biosynthèse: la voie de shikimate, la voie de mévalonate et du pyruvate (VERPOORTE et ALFERMANN, 2000). La plupart des précurseurs sont issus de la glycolyse (pyruvate, phosphoénolpyruvate, acétylCoA), de la voie des pentoses phosphate (glycéraldéhyde-3-P, Erythrose-4-P) et du métabolisme des lipides (glycéraldéhyde-3-P et acétyl-CoA). Ces précurseurs sont à l'origine de la diversité structurale observée au niveau des métabolites secondaires (MAYER, 2004).

Du point de vue synthétique, ces métabolites secondaires peuvent aussi être subdivisés en deux catégories : ils peuvent être de type phyto anticipines ou de constitution, C'est-à-dire synthétisés par la plante de manière permanente même en absence d'un facteur de stress par opposition aux métabolites induits ou phytoalexines qui sont synthétisés uniquement en cas de stress et sont donc formés de novo (LITVAK et MONSON, 1998).

## 5.3. Les huiles essentielles

Les huiles essentielles HES Les molécules actives impliquées dans les mécanismes de défense des plantes, sont issues du métabolisme secondaire. Elles ne participent pas directement à la croissance des plantes, mais ont évolué pour leur fournir une protection naturelle contre les attaques de microbes ou d'insectes. Une partie de ces métabolites secondaires se concentre dans les sacs oléifères, qui sont des poches sécrétrices d'huiles essentielles (Guinoiseau, 2010).

Pour la 8e édition de la pharmacopée française (1965), les HES (=essences=huiles volatiles) sont : « des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation » (Bruneton, 1993).

Les HES extraites des plantes par distillation comptent parmi les plus importants principes actifs des plantes. Elles sont largement employées en parfumerie. Les huiles essentielles contenues telles quelles dans les plantes sont des composés oxygénés, parfois d'origine trapénoïde et possédant un noyau aromatique (Iserin, 2001).

### 5.3.1. Composition chimique des HES

Les HES sont des produits du métabolisme secondaire des plantes (Hatanaka et al., 1987). Elles sont un mélange, complexe et éminemment variable, de constituants qui appartiennent de façon quasi-exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distincts

\*Le groupe des terpénoïdes d'une part ;

\*Le groupe des composées aromatiques dérivées du phényl-propane d'autre part (Bruneton, 1993).

Les monoterpènes sont classés en différentes catégories selon la structure et leur squelette carboné, on distingue aussi les types réguliers et irréguliers, les premiers sont eux mêmes subdivisés en terpènes acycliques, cyclopentanoïdes et cyclohexanoïdes, ces derniers étant de loin, les plus représentés (Croteau, 1981).

Tous ces composés existent sous forme d'hydrocarbures ou de dérivés oxygénés : alcools, aldéhydes, cétones, oxydes, estères ou lactones (Paris et Hurabielle, 1981).

#### 5.3.1.1. Composés terpéniques

→ Les monoterpènes ( $C_{10}H_{16}$ ) : sont issues du couplage de deux unités « isopréniques ». Ils peuvent être acycliques (myrcènes, ocimène) monocyclique ( $\alpha$  et  $\gamma$ - terpinène, p-cymène) ou bicycliques (pinène, camphène, sabinène). Ils constituent parfois plus de 90% de l'huile essentielle (citrus...) (Bruneton, 1999).

→ Les sesquiterpènes ( $C_{15}H_{24}$ ) : un grand nombre de sesquiterpènes sont des constituants habituels des HES des végétaux supérieurs attribués à ces fractions volatiles. (Bruneton, 1999).

La variation structurale justifie l'existence de nombreux alcools (géraniol,  $\alpha$ - terpinéol, bornéol, trans farnésol), phénols (thymol) aldéhydes (citronnelle) cétones (carvone,  $\beta$ -vetivone), esters (Acétate de cédryle), éthers (1,8-cinéole).

#### 5.3.1.2. Composés aromatiques

Les dérivés du phénylpropane ( $C_6-C_6$ ) sont beaucoup moins fréquents que les précédents, ce sont très souvent des allyles et propénylphénols, parfois des aldéhydes, on peut également rencontrer dans les HES des composés en ( $C_6-H_1$ ) comme la vanilline ou comme l'anthranilate de méthyle (Bruneton, 1999).

## 5.4. les alcaloïdes

### 5.4.1. Définition

Le terme d'alcaloïde a été introduit par W. Meisner au début du 19<sup>ème</sup> siècle pour désigner des substances naturelles réagissant comme des bases, ce terme est dérivé de l'arabe al kaly qui signifie la soude et de grec eidos qui signifie l'aspect (Bruneton., 1999).

Les alcaloïdes sont des substances organiques le plus souvent d'origine végétale, azotées, basiques et douées à faible dose de propriétés physiologiques marquées (Zenk et Juenger., 2007).

Ils portent tous la terminaison « ine » (Paris et Hurabielle., 1981).

A l'état normal, ils sont généralement salifiés par les acides organiques (tartrates, malates...) ou combinés à des tanins (Guignard et al., 1985).

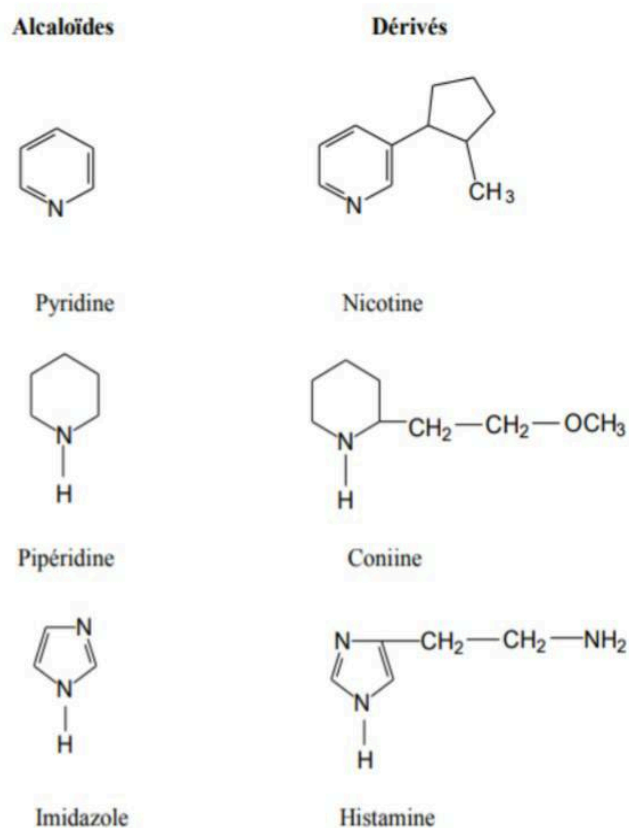


Fig 01 : Structures chimiques des alcaloïdes

### 5.4.2. Classement

On les classe sous trois groupes:

1. Les alcaloïdes vrais: l'azote inclus dans un hétérocycle, ce groupe représente la majorité des alcaloïdes.
2. Les proto-alcaloïdes: ils ne possèdent pas un azote intra-cyclique, ils ont une structure proche des amines (Guignard., 2000).
3. Les pseudo-alcaloïdes: ils présentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais ne sont pas des dérivés des acides aminés (Bruneton., 1999).

### 5.4.3. Localisation

Les alcaloïdes se rencontrent surtout chez les angiospermes; mais les monocotylédones, à l'exception des liliacées, sont pauvres en alcaloïdes et ils sont très répandus chez les dicotylédones (Guignard et al., 1985). Ils sont exceptionnels chez les bactéries et assez rares chez les champignons et il existe des structures alcaloïdiques chez les animaux (Bruneton, 1999).

La répartition des alcaloïdes dans les plantes, ce fait différemment suivant les espèces; par exemple: racine (Ipéca), feuille (Coca), fruit (Pavot), écorce (Quinquinas), graine (Colchique) ...etc. (Paris et Hurabielle., 1981). Les alcaloïdes se rencontrent surtout au niveau des épidermes, des laticifères et de façon générale dans tous les tissus en voie de croissance et ils s'accumulent surtout dans les vacuoles. Concernant leur synthèse, celle-ci se fait au niveau du réticulum endoplasmique (Guignard et al., 1985).

### 5.4.4. Rôle

A cause de l'amertume et de la toxicité des alcaloïdes, ils pourraient jouer un rôle de protection vis-à-vis des prédateurs et des herbivores (Guignard., 2000; Chintapakorn et Hamill., 2007). Comme d'autres fonctions, ils pourraient être des produits d'excrétion du métabolisme azoté; les alcaloïdes jouant chez les plantes le rôle de l'urée ou de l'acide urique chez les animaux et pourraient servir de réserves d'azote (Merghem., 2009). Ils trouvent cependant plusieurs applications pharmaceutiques chez l'homme, anti tumoraux (taxol), spasmolytiques (papaverine), antalgiques (morphine), vasodilatateurs (vincamine), émétiques (émétine) et anti arythmiques (quinidine) (Kone., 2009).

### 5.4.5. Propriétés physico-chimiques

Les alcaloïdes sont des corps de masses moléculaires faibles et de fonction basique (Facchini et Pierre., 2005). Cette dernière est un facteur d'instabilité pour ces molécules qui à l'état de base et en solution, sont sensibles à la chaleur, à la lumière et à l'oxygène (Bruneton., 1999).

-Les alcaloïdes non oxygénés (nicotine), sont des liquides huileux volatils, fréquemment odorants, par contre les alcaloïdes oxygénés sont en général solides, cristallisés, inodores et de saveur amère.

-Ils peuvent être fixés sur certains agents adsorbants tels que les charbons actifs ou les argiles du type bentonite (Fabre et Truhaut., 1961).

-Ils se combinent avec les acides et forment des sels, généralement solubles dans l'eau (Badiaga., 2012).

La solubilité des alcaloïdes dans les solvants organiques tels que: l'alcool, l'éther, le benzène et le chloroforme est en général élevée par rapport à la solubilité dans l'eau, puisque la plupart de ces substances sont insolubles ou peu solubles dans l'eau (Merghem., 2009).

-Les procédés d'extraction des alcaloïdes sont basés sur la solubilité différentielle dans divers solvants (Awa., 2003).

-Les alcaloïdes précipitent avec certains réactifs spécifiques appelés « réactifs des alcaloïdes ». Les plus importants sont les réactifs iodés tels que:

1. Solution neutre de mercuriiodure de potassium ou réactif de Mayer (précipité blanc jaunâtre).
2. Solution acide d'iodobismuthite de potassium ou réactif de Dragendorff (précipité rouge orangé).
3. Solution d'iodure de potassium iodé ou réactif de Bouchardat (précipité brun) (Paris et Hurabielle., 1981).

La majorité des alcaloïdes sont dérivés à partir des acides aminés (Ford et al., 1996) tels que: ornithine, lysine, phénylalanine, tyrosine et tryptophane (Guignard et al., 1985; Luca et Pierre., 2000).

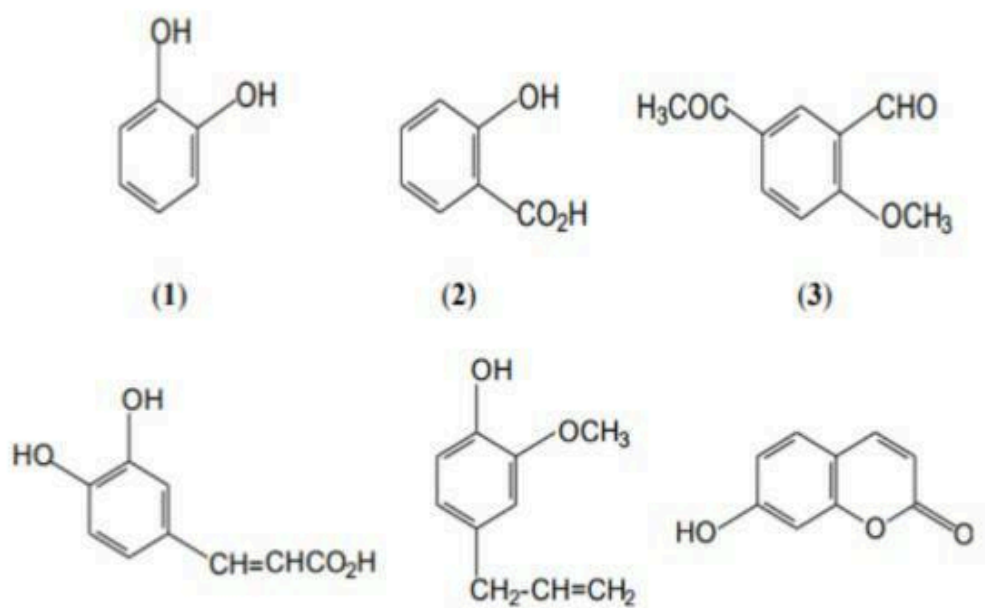
## 5.5. Les composés phénoliques

Près de 8000 composés naturels appartiennent à cette famille; ils ont en commun un noyau benzénique portant au moins un groupement hydroxyl.

Selon le nombre d'unités phénoliques présents, on les classe en composés phénoliques simples et polyphénols. Par abus, on les appelle indifféremment composés phénoliques ou polyphénols et comprennent essentiellement les phénols simples, les acides phénoliques, les stilbènes, les flavonoïdes, les tanins hydrolysables et condensés, les coumarines, les lignanes les lignines et les xanthones (Stalikas, 2007).

**Tableau01** : Les principaux composés phénolique

N°de Carbone	Squelette de base	Classe	Exemple
6	C <sub>6</sub>	Phénol simple	- Catéchol (1)
7	C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>	Acides phénoliques	- Acide Salicylique (2)
8	C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub>	Acétophénones	- 3-acetyl-6-méthoxybenzaldéhyde (3)
9	C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	- Acide hydroxycinnamique - Phénylpropènes - Coumarines	- Acide caféique (4) - Eugénol (5) - Ombelliférone (6)
10	C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub>	Naphtoquinones	- Juglone (7)



**Fig 02** : structure chimique des composés phénolique

### 5.5.1. Flavonoïdes

#### 5.5.1.1. Généralités

Le nom flavonoïde proviendrait du terme flavedo, désignant la couche externe des écorces d'orange (Piquemal, 2008), cependant d'autres auteurs supposaient que le terme flavonoïde a été plutôt prêté du flavus ; (flavus = jaune) (Male\_Év et Kunti\_ç, 2007). Les flavonoïdes ont été désignés sous le nom de vitamine P, en raison de leur efficacité à normaliser la perméabilité des vaisseaux sanguins, cette dénomination fut abandonnée lorsqu'on se rendit compte que ces substances ne correspondaient pas à la définition officielle des vitamines, il devient clair que ces substances appartiennent aux flavonoïdes (Nijveldt et al., 2001)

Les travaux relatifs aux flavonoïdes sont multiples depuis la découverte du célèbre "french paradox" correspondant à un bas taux de mortalité cardiovasculaire observé chez les habitants des régions méditerranéennes, associant une consommation de vin rouge à une prise importante de graisses saturées, Près de 4000 flavonoïdes ont été décrits (Ghedira, 2005).

#### 5.5.1.2. Structure chimique et classification

La structure de base des flavonoïdes est le noyau du flavone (2-phenyl-benzo- $\gamma$ -pyrane) mais de point de vue classification, le groupe des flavonoïdes peut être divisé en plusieurs catégories. Cette division dépend de l'hydroxylation du noyau du flavonoïde aussi bien que du sucre lié.

Tous les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune, et de ce fait, possèdent le même élément structural de base, à savoir l'enchaînement phenyl-2 chromane. (Fig. 7) Ils peuvent être regroupés en différentes classes selon le degré d'oxydation de noyau pyranique central (Krishna et al., 2001).

#### 5.5.1.3. Localisation et distribution des flavonoides

Les flavonoïdes sont largement rencontrés dans le règne végétal. On signale environ 2% de la proportion du carbone photosynthétique global incorporé dans la biosynthèse flavonique. Ils sont cependant rares chez les végétaux inférieurs. De plus, leur localisation au sein de la plante est caractéristique. En effet, les flavonoïdes sont omniprésents dans les organes aériens jeunes où ils sont localisés dans les tissus superficiels (Remy et al., 1996). Au niveau

cellulaire, on a observé que les flavonoïdes, sous forme d'hétérosides, sont dissous dans le suc vacuolaire ou localisés dans les chloroplastes et les membranes des végétaux. Lorsque les flavonoïdes sont présents dans la cuticule foliaire, il s'agit presque toujours de génines libres dont la lipophilie est accrue par la méthylation partielle ou totale des groupes hydroxyles (Bruneton, 1993).

En définitive, les flavonoïdes possèdent une large répartition dans le monde végétal. Ils sont largement abondants dans les légumes feuillés (salade, choux, épinards, etc.), ainsi que dans les téguments externes des fruits. On les trouve principalement dans les agrumes : citrons, orange, pamplemousses et dans une moindre mesure : abricots, cerises, mûres, raisins, papayes, tomates et sarrasin. On en trouve également en quantité importante dans nombreuses plantes médicinales et très spécifiquement dans les herbes aromatiques comme le thym, le persil, le romarin et le céleri (Bronner et Beecher, 1995)

#### **5.5.1.4. Biodisponibilité des flavonoïdes**

Les effets des flavonoïdes sur la santé ne dépendent pas seulement de leurs niveaux de consommation mais aussi de leur biodisponibilité. Peu d'études systématiques ont été menées sur la pharmacocinétique des flavonoïdes chez l'homme. Toutefois, d'après des expériences menées sur des flavonoïdes provenant de l'alimentation, il apparaît que seuls les flavonoïdes sous forme de génines (ou aglycones) sont susceptibles d'être absorbés. L'hydrolyse des liaisons hétérosidiques (reliant la génine à la chaîne sucrée) n'intervient que dans le côlon où les micro-organismes dégradent simultanément les flavonoïdes d'origine alimentaire. Le foie est largement impliqué dans le métabolisme des flavonoïdes absorbés, Une meilleure connaissance de la biodisponibilité des flavonoïdes est indispensable pour expliquer leurs effets protecteurs sur la santé (Walle, 2004).

#### **5.5.1.5 Quelques propriétés des flavonoïdes**

Les flavonoïdes protègent les plantes contre les radiations UV, elles sont également impliquées dans les processus de défense de la plante contre les infections bactériennes et virales. Agissent comme des pigments ou des co-pigments. Peuvent moduler la distribution d'auxine, comme elles fonctionnent comme des signaux moléculaires de reconnaissance entre les bactéries symbiotiques et les légumineuses afin de faciliter la fixation de l'azote moléculaire. Agis sur la régulation de l'élongation des tiges et interviennent dans la maturité

des fruits. Sont à l'origine des goûts amers et astringents afin de repousser les animaux herbivores (Subramanian et al., 2007).

## **5.5.2 Tanins**

### **5.5.2.1. Généralités**

Les tannins sont des composés phénoliques très abondants chez les angiospermes, les gymnospermes (tannins condensés) et les dicotylédones (tannins hydrolysables). Ces composés ont la capacité de se combiner et de précipiter les protéines. Ces combinaisons varient d'une protéine à une autre selon les degrés d'affinités (Harborne, 1997).

Le terme tannin vient de la source de tannins utilisée pour le tannage des peaux d'animaux en cuir. Dans ce processus, les molécules de tannins se lient aux protéines par des liaisons résistantes aux attaques fongiques et bactériennes. Le poids moléculaire des tannins varie entre 500 et 2000 K Da (3000 pour les structures les plus complexes) (Hagerman et Butler, 1981).

Dans notre alimentation, l'astringence est la qualité organoleptique qui indique la présence des tannins. Elle a un rôle important dans le choix des aliments (corrélation inverse entre les espèces végétales choisies et leur teneur en tannins) (Larwence et al., 1984).

### **5.5.2.2. Types et structures**

Selon la structure, on a deux types de tannins : les tannins hydrolysables et les tannins condensés, dits aussi : proanthocyanidines

#### **5.5.2.2.1. Les tannins hydrolysables**

Sont formés par liaison de plusieurs acides galliques à un carbohydrate (généralement le glucose). On parle de gallotannins. Aussi des unités galloyles peuvent être ajoutées par liaisons esters, généralement en position C3 de l'acide gallique. Et les unités d'acide gallique voisines s'accouplent formant les esters d'acide hexahydroxydiphénique, dits : ellagitannins.

Ces deux groupes, les gallotannins et les ellagitannins sont appelés tannins hydrolysables. Comme leur nom l'indique, ces composés peuvent être dégradés en fragments simples (acides phénols et sucres).

L'acide gallique provient de la  $\beta$ -oxydation des composés C6-C3, comme l'acide coumarique ou les acides oxygénés correspondants. Mais, l'acide shikimique est considéré comme le meilleur précurseur (Seigler, 1998).

#### **5.5.2.2.2. Les tannins condensés**

Ce sont des proanthocyanidines, composés phénoliques hétérogènes : dimères, oligomères ou polymères du flavanes, flavan-3-ols, 5-flavanols, 5-deoxy-3-flavanols et flavan-3,4-diols (Sarni-Manchado et Cheynier, 2006).

Les deux groupes majeurs des proanthocyanidines sont les procyanidines et les prodelphinidines. Les monomères constitutifs des procyanidines sont la catéchine et l'épicatéchine qui peuvent être substituées par l'acide gallique ou des sucres, généralement en position 3 ou plus rarement en position 7. Ces monomères de prodelphinidines sont la gallocatéchine et l'épigallocatéchine, mais on distingue également des monomères de quercétine et de myricétine (Andersen et Markham, 2006).

En s'hydrolysant, les tannins condensés ne donnent pas de composés simples comme le glucose ou les acides phénols comme c'est le cas pour les tannins hydrolysables, mais plutôt des anthocyanidines (Andersen et Markham, 2006).

#### **5.5.2.3. Propriétés pharmacologiques**

des tannins Plusieurs observations, chez les humains comme chez les animaux de laboratoires suggèrent que les tannins exhibent un large spectre de propriétés pharmaceutiques, thérapeutiques et chimioprotectrices dues à leur propriété antiradicalaire (Tohge et al., 2005).

En effet, les tannins protègent contre les toxicités induites par différents agents (hydrogène peroxyde, acétaminophène, extraits contenus dans la fumée du tabac...), contre l'hypercholestérolémie et les changements de la formule sanguine (ALT, BUN et CK). Ils jouent aussi un rôle dans la prévention contre les deux formes de mort cellulaire connues, apoptose et nécrose, diminuant ainsi les dommages causés dans l'ADN lors de ces deux dernières. L'action cytoprotectrice des proanthocyanidines est supérieure à celle des vitamines C, B et bêta-carotène (Ray et al., 2000).

#### **5.5.3. Les coumarines**

Ce sont des hétérocycles oxygénés ayant comme structure de base le benzo-2-pyrone. Isolées la première fois de *Coumarouna odorata* par Vogel en 1820, aujourd'hui, près

de 1000 composés coumariniques sont isolés dans plus de 800 espèces de plantes et dans les micro-organismes. Dans les plantes, on les rencontre dans les Apiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Rutaceae et Solanaceae. Du point de vue structural, on les classe en coumarines simples avec des substituants sur le cycle du benzène, les furanocoumarines, les pyranocoumarines, ceux substitués en position 3 et ou 4 et le dernier groupe serait celui des dimères (Smyth et al., 2009).

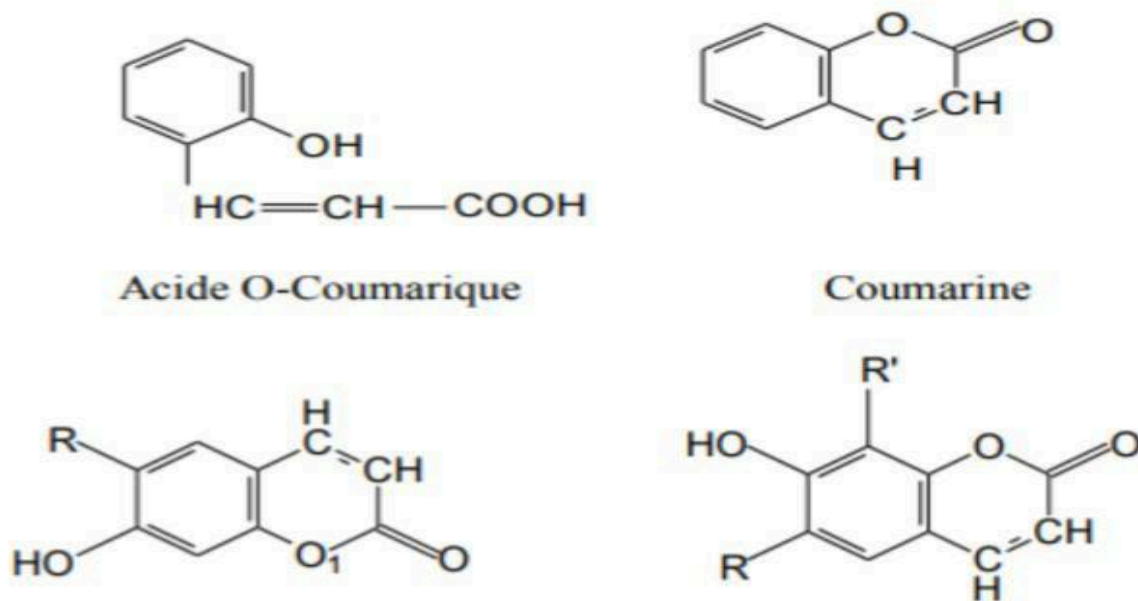


Fig 03 : les principaux composés des coumarines

#### 5.5.4. Les lignanes et les lignines

Les monolignols sont les dérivés de l'acide cinnamique et servent de précurseurs pour les composés de type phénylpropanoïde tels que les lignanes et les lignines.

##### 5.5.4.1. Les lignanes

Ils répondent à une représentation structurale de type  $(C_6C_3)_2$  ; l'unité  $C_6C_3$  est considérée comme un propylbenzène. Les plantes les élaborent par dimérisation oxydante de deux unités d'alcool coniférique. Quand cette dimérisation implique une liaison oxydante par les C-8 des chaînes latérales propényles de deux unités d'alcool coniférique

liées, formant la liaison C8 –C8', les métabolites résultants portent le nom de lignane. Le terme neolignane est employé pour définir tous les autres types de liaison. Lorsqu'il n'y a pas de liaison directe C–C entre les unités C6C3 mais liés par un atome d'oxygène d'éther, le composé est appelé oxynéolignane. Il existe d'autres types de lignanes tels que les sesquinéolignanes (ayant trois unités de C6C3) et les dinéolignanes (contenant quatre unités de C6C3).

Les lignanes matairesinol, secoisolariciresinol et d'autres lignanes auraient été détectés dans le vin rouge donc dans les vitidaceae (Nurmi et al., 2003), les neolignanes biphenyles sont isolés de *Magnolia officinalis* (Fukuyama et al., 2002) et les oxynéolignanes, de *Bursera tonkinensis* Guillaum (Burseraceae) (Jutiviboonsuk et al., 2005).

### 5.5.5. Rôle des polyphénols

#### 1/ Chez les plantes

Les composés phénoliques en particulier les flavonoïdes seraient impliqués dans un certain nombre de fonctions :

- ils assurent la pigmentation des fleurs, des fruits et des graines pour attirer les pollinisateurs et les disperseurs de graine,
- représentent un système de défense contre les organismes micro pathogènes,
- protègent les plantes contre les radiations UV en absorbant à la fois ces radiations et les espèces réactives de l'oxygène formées,
- interviendraient dans la fertilité des plantes et la germination du pollen (Schijlen et al., 2004 ; Stalikas, 2007).

#### 2/ Chez l'homme

Plusieurs propriétés biologiques ont été attribuées aux polyphénols:

- Anticancérogènes : flavonoïdes (Ko et al., 2000 ; Tripoli et al., 2007; Li et al., 2008 ;Hirata et al., 2009) coumarines (Ito et al., 2005 ; Win, et al., 2008; Hirata et al., 2009)
- anti-ulcéreuses : flavonoïdes et acides phénoliques (Martin et al., 1993 ; Sannomiya et al., 2005 ; De Barros et al., 2008 ; Gurbuz et al., 2009) ;
- anti-inflammatoires : flavonoïdes (Nowakowska, 2007 ; Sutradhar et al., 2008 ; Rao et al., 2009 ; Vafeiadou et al., 2009) les lignanes (Hwang et al., 2003 ; Küpeli et al., 2003 ; da Silva et al., 2005 ; da Silva et al., 2008, Kim et al., 2009), coumarines (Kalkhambkar et al., 2007 ; Melagraki et al., 2009) ;
- analgésiques : flavonoïdes (Küpeli, Yesilada, 2007 ; Sutradhar et al., 2008 ; lignanes

(Borsato et al., 2000 ; Kùpeli et al., 2003 ; da Silva et al., 2005), coumarines (Lino et al., 1997 ; Kalkhambkar et al., 2007

- antiparasitaires : les composés phénoliques manifestent des activités contre un spectre de parasites.
- Vasodilatatoires : flavonoïdes (Padilla et al., 2005), les lignanes (Raimundo et al., 2009)
- L'activité antivirale des flavonoïdes est connue (Choi et al., 2009).
- Ostéogène : flavonoïdes (Trivedi et al., 2008 ; Sheng et al., 2008 ; Maurya et al. 2009)
- anti-atherogéniques, antithrombotique, anti-allergénique (Wollgast & Anklam, 2000).

## 6. Monographie des plantes étudiées

### 6.1 *Artemisia herba-alba*

#### 6.1.1. Introduction

Des plantes du genre *Artemisia* (*Asteraceae*) ont été employées dans la médecine traditionnelle par beaucoup de cultures depuis les périodes antiques. Des thés de fines herbes de ces espèces ont été employées comme agents analgésiques, antibactériens, anti-plasmodique, et hémostatiques, anthelminthique, anti-diarrhéique et diurétique [23, 24] alors que plusieurs extraits et huiles essentiels montraient un certain nombre d'activités biologiques telles que antihyperglycémique (Darias, V. ; 1986), antimicrobien (Dhingra, V., 2000), antioxydant (El-Massry et al 2002) et anti-inflammatoire (Kim, K.S., 2003). En outre, quelques espèces du genre sont fréquemment utilisées pour le traitement de certaines maladies telles que la malaria, l'hépatite, le cancer et les infections par des champignons, des bactéries, et des virus [24]. Historiquement, l'armoise a été un genre productif dans la recherche de nouveaux composés biologiquement actifs. Les investigations phytochimiques ont montré que ce genre est riche en sesquiterpènes, monoterpènes, flavonoïdes et coumarines (Tan, R.X et al. ; 1998).

#### 6.1.2. origine et répartition géographique

Connue depuis des millénaires, l'armoise blanche a été décrite par l'historien grec Xénophon au début du IV<sup>e</sup> siècle avant J-C, dans les steppes de la mésopotamie (FRANCIS J, 2001). Elle a été ensuite répertoriée en 1779 par le botaniste espagnol Ignacio Claudio de Asso y del Rio (2). C'est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail, elle présente une odeur caractéristique d'huile de thymol et un goût amer d'où son caractère astringent (NABLI. MA. 1989).

### 6.1.2.1. Origine

L'*Artémisia* est le nom de guerre des armoises, il provient de celui de la déesse grecque de la chasse Artémis, la diane des romains, patronne des vierges à cause des bienfaits de cette herbe. *Herba alba* signifie herbe blanche. Plusieurs noms sont attribués à l'armoise blanche tels le thym des steppes, absinthe du désert. En Afrique du nord et en moyen orient, on l'appelle communément Shih"ou "Chih" (ELOUKILI M.,2013)

### 6.1.2.2 Répartition géographique

*L'artémisia herba alba* est une plante spontanée très répandue en Afrique du nord et au moyen orient, elle affectionne les climats secs et chauds, et existe sous forme de peuplements importants dans les zones désertiques (HURABIELLE. M.,1981). C'est une plante steppique des régions irano-touraniennes, prédominante dans les steppes d'Espagne ainsi que dans le désert de Sināï (SEGAL .R ;,1987). Au Maroc, *L'artémisia herba alba* se rencontre à l'état spontané, il n'est pas rare de trouver des zones de plusieurs dizaines de kilomètres de rayon où seule l'armoise blanche règne dans un paysage quasi-désertique. Le Maroc attache beaucoup d'importance à cette plante qui constitue un excellent moyen naturel de lutte contre l'érosion et la désertification (BENDJILAL ;,1980). En Algérie, *l'artémisia herba alba*, connue sous le nom de « chih » ou encore appelé semen-contra de barbarie, couvre près de six millions d'hectares dans les steppes, elle se présente sous forme de buissons blancs, laineux et espacés (BOUTEKJENET.C ;,1987).

### 6.1.3 Description botanique

#### 6.1.3.1 Partie aérienne

-Tige :(fig 05), ou partie ligneuse, ramifiée de 30à 50 centimètres de long, très feuillée avec une couche épaisse.la touffe des tiges est plus importante selon la pluviométrie (OZENDA.P ;,1985).

-Feuilles : (fig 07), elles sont courtes, alternées, très divisées, laineuses, blanches, pubescentes et pennatipartites. Elles diminuent de taille au fur et à mesure que les rameaux s'allongent. Cette diminution de taille des feuilles entraîne une réduction considérable de la surface transparente, et par conséquent, permet à la plante de résister à la sécheresse (POURRAT.Y ;.1974).

-Fleurs (fig 06), elles sont groupées en grappes, à capitules très petites (3/1.5mm) et ovoïdes. L'involucre est à bractées imbriquées, le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites (POTTIER.G,1981). La formule florale correspondante est :  $5S+5P+5E+2C$ . Le calice est pentamère et est toujours réduit, la corolle est gamopétale et pentamère et peut se présenter sous trois formes différentes : tubuleuse, bilabiée ou ligulée (GORIS. A., 1967).

### 6.1.3.2 Partie souterraine ou racine

Elle se présente sous forme d'une racine principale, ligneuse et épaisse, bien distincte des racines secondaires et qui s'enfonce dans le sol tel un pivot. La racine pénètre profondément jusqu'à 40 à 50 centimètres et ne se ramifie qu'à cette profondeur (AIDOUD.A, 1983).



**Fig 04** : Armoise blanche (*Artemisia herba alba*)

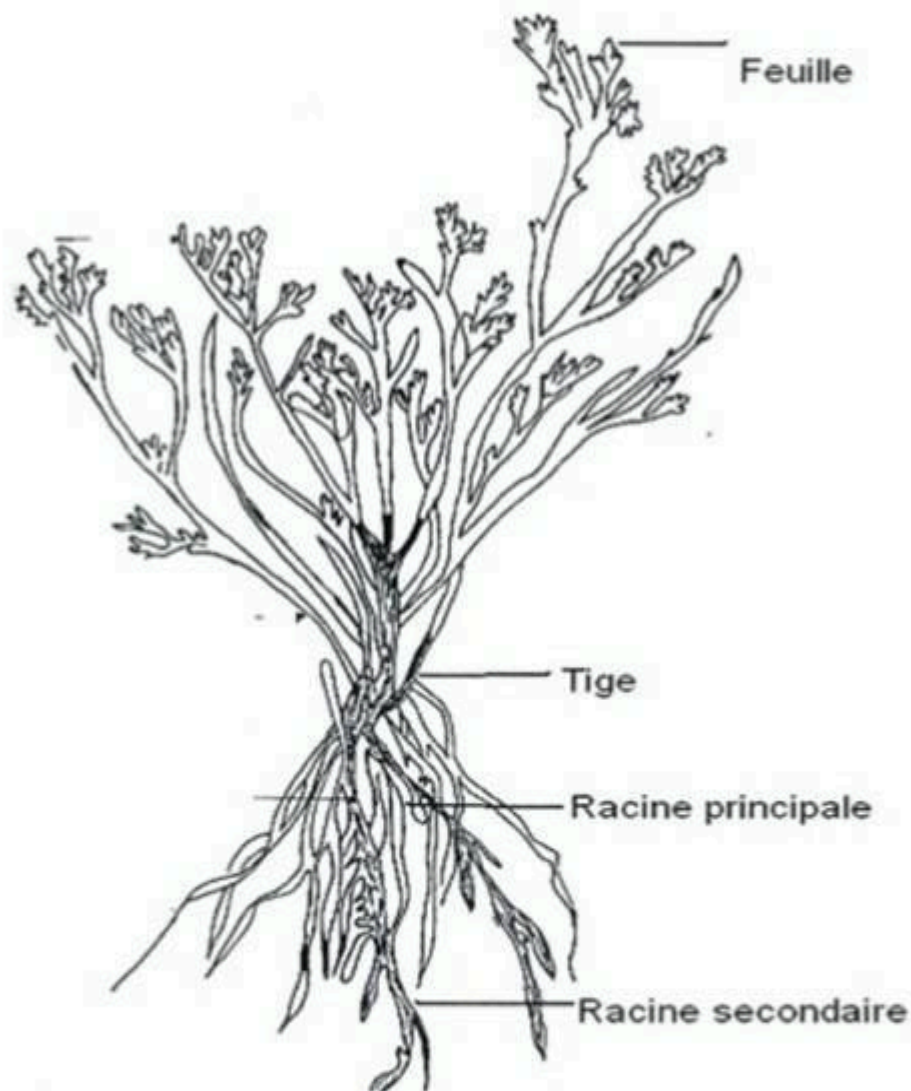
### 6.1.4 Ecologie de la plante

*L'armoïse blanche* existe dans les bioclimats allant du semi-aride jusqu'au saharien. Elle semble indifférente aux altitudes et peut vivre dans les régions d'hiver chaud à frais.

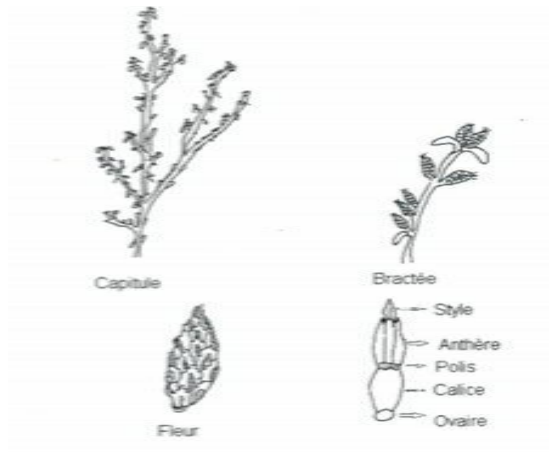
Dans le sud, cette plante pousse sur les sols bruns steppiques de texture moyenne et en extrême sud sur les sols sableux. Elle résiste à la sécheresse, supporte le gypse et des niveaux

de salinité modérément élevés (NABLI. MA. 1989) Elle se développe dans les steppes argileuses ou les précipitations sont de l'ordre de 200mm/an. Son développement est lié à la nature du sol.

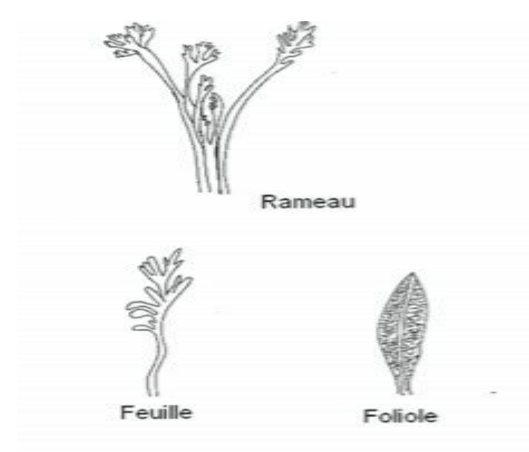
En effet, il faut qu'il soit peu perméable, tassé et colmaté (CELLES. J. C ;1980) Accompagnée de l'alfa « *stippa tenassissima* », elle couvre souvent de très grandes superficies dans les hauts plateaux. Sa présence est plus fréquente en bordure des oueds et dans les dayas (dépression de la steppe à sol imperméable qui sont des secteurs plus ou moins humides (POUGET. M).



**Fig 05** : Morphologie général de plante Artemisa Herba Alba



**Fig 06** : Morphologie de la fleur



**Fig 07** : Morphologie de la feuille

### 6.1.5 Systématique et classification

Le genre *Artémisia* appartient à la famille des composés, il comprend environ 400 espèces regroupées en quatre sections : Abrotanum, Absinthium, Seriphidium et dracunculus.

La classification de l'*artémisia herba alba* la plus utilisée dans la systématique du genre *Artémisia* est celle donnée par Quenzel et Santa (QUENZEL. P.,1963) et que nous pouvons résumer comme suit:

Embranchement : Phanérogames

Sous-embranchement Angiospermes

Classe: Dicotylédones gamopétales

Sous-classe : Gamopétale Epigynes Isotémones

Ordre : Astérales

Famille : Syntherées ou composées

Sous-famille : Tubiliflores

Tribu : Anthémidées

Genre *Artemisia*

Espèce : *Artémisia herba alba osso* (chih)

D'autres noms vernaculaires lui sont attribués comme : Alala, Chih, Abelbel, Toumgalle, Zen, Ifsi, et Odessir (OZENDA.P ;1985).

### **6.1.6. Usage de la plante**

#### **6.1.6.1. Usage phyto-thérapeutique**

En pharmacopée traditionnelle, l'armoise blanche était reconnue depuis longtemps par les populations pastorales et nomades pour ses vertus purgatives. On l'utilise notamment comme vermifuge chez les ovins (NABLI. MA. 1989). FREIDMAN et cool.(1986), ont rapporté que l'infusion de *l'armoise blanche* est assez employée par les bédouins du Neguev (Israël) pour soulager les maux gastro-intestinaux (FRIEDMAN. J et al ;1986) En Irak, elle est préparée avec le thé et constitue l'une des formes d'automédication contre le diabète non insu lino-dépendant (DNID)( AL-WAILI N S, 198).

#### **6.1.6.2 Usage alimentaire**

En alimentation, l'armoise blanche est considérée comme l'arôme de certaines boissons comme le thé ou le café (BENDJILAL et al ;1984). Néanmoins, son usage dans l'industrie alimentaire reste très limité à cause de la toxicité de la bêta thujone dont le taux ne doit pas dépasser 5mg/kg (BENDJILAL et al ;1984).

### **6.1.7 Activité antimicrobienne**

Il a été prouvé par des chercheurs israéliens en 1979 que l'huile essentielle de *l'artémisia herba alba* est active contre quatre souches bactériennes : deux Gram+ (staphylocoques et 5 streptocoques) et deux Gram-(E coli et Salmonella typhosa) et ceci en inhibant leur croissance (activité bactériostatique).

### **6.1.8 Composition chimique**

la plante présente un taux de cellulose beaucoup moins élevé malgré que son aspect extérieur indique l'inverse (17 à 33%). La matière sèche (MS) apporte entre 6 et 11% de matière protéique brute dont 72% est constituée d'acides aminés. Le taux de  $\beta$ -carotène varie entre 1,3 et 7mg/kg selon les saisons [POURRAT.Y ;1974]. La valeur énergétique de *l'armoise herbe blanche*, très faible en hiver (0,2 à 0,4 UF/kg MS), augmente rapidement au printemps (0,92 UF/kg MS) pour diminuer de nouveau en été (0,6 UF/kg MS). En automne, les pluies de

septembre provoquent une nouvelle période de croissance et la valeur énergétique augmente de nouveau (0,8 UF/kg MS) (POTTIER. G, 1981).

## 6.2. *Hammada scoparia*

### 6.2.1. Position systématique

Règne : Végétal

Embranchement : Phanérogames

Sous Embranchement : Angiospermes

Classe : Eudicots    Ordre :  
Caryophyllales

Famille : Amaranthaceae

Genre : *Hammada*

Espèce : *H. scoparia*

### 6.2.2. Description botanique

*Haloxylon scoparium* POMEL appartient à la famille des Amaranthaceae, qui est composée de 800 espèces répartis sur 75 genres.

C'est un arbrisseau à tiges grêles, très nombreuses, qui noircissent en séchant, avec des épis floraux courts, des fruits à ailes vivement colorées, souvent rose ou rouge.

C'est une plante qui se trouve dans les régions arides et semi-arides de l'Algérie, et d'autres régions de la méditerranée, et aussi en proche orient.

### 6.2.3. Phytochimie

La composition chimique de *H. scoparia*, a été bien étudiée, les structures des principaux métabolites secondaires ont été identifiées.

C'est une plante surtout très riche en alcaloïdes et en flavonoïdes. Les principales molécules isolées et identifiées sont montrées dans le tableau n°1.



**Fig 08 :** *Hammada scoparia*

**Tableau 02** : La composition chimique de *Hammada scoparia*.

Métabolites secondaires	Classe	Nom chimique	Références
Alcaloïdes	Tétrahydroisoquinolines	- Carnéguine N-methylisosalsoline	Benkrief et al., 1989. El-Shazly, 2003.
	Isoquinolines	Isosalsoline -Salsolidine -Dehydrosalsolidine	
	Indole	-Tryptamine méthyltryptamine -N-	
	Isoquinolone	N-méthylcorydaldine	
	β-carboline	2-Méthyl-1,2,3,4- tétrahydro-β- carboline	
Composés phénoliques	Flavonol triglycosides	Isorhamnetin 3-O-β -D-xylopyranosyl- (1'''→3''')-α -L-rhamnopyranosyl- (1'''→6'')-β -D galactopyranoside	Ben Salah et al., 2002.
		Isorhamnetin 3-O-β-D-apiofuranosyl- (1'''→2'')[α -L-rhamnopyranosyl- (1'''→6'')]-β -D-galactopyranoside	
		Isorhamnetin 3-O-α -L-rhamnopyranosyl-(1'''→2'')[α -L-rhamnopyranosyl- (1'''→6'')]-β -Dgalactopyranoside	
	Flavone	Chrysoeriol	Chao et al., 2013.
	Phénol simple	Catéchol	
Acides phénols	Acide coumarique -Acide cinnamique -Acide cafféoylquinique		

#### 6.2.4. Activité biologique

*Hammada scoparia* appartient à un groupe de plantes appelées les halophytes. Ces plantes ont la capacité de croître dans des conditions de stress abiotique comme la haute salinité et la haute température. Cette capacité remarquable résulte du développement de mécanismes de défense et la synthèse de molécules conçues pour résister aux conditions extrêmes de l'environnement. De ce fait ces plantes sont très riches en molécules bioactives, et sont considérées comme une potentielle source de nouveaux médicaments (Ksouri et al., 2012).

*H. scoparia* est connue sous le nom vernaculaire de « *Remth* » en Algérie, Maroc et en Tunisie. C'est une plante utilisée en médecine traditionnelle comme remède pour le traitement des désordres de l'œil et de la vision, des maladies de la peau, du diabète sucré (Bellakhdar, 1997 ; Allali et al., 2008) et de l'hypertension (Eddouks et al., 2002), mais aussi pour le traitement du cancer, des hépatites, des inflammations, et de l'obésité.

En revanche, plusieurs travaux ont été réalisés sur différents extraits de *H. scoparia*, et différentes activités biologiques ont été prouvées. Des extraits aqueux et méthanolique, administrés à des rats traités par l'éthanol, ont diminué d'une façon importante, le stress oxydative et l'altération hépatique engendrés par la toxicité de l'éthanol (Bourogaa et al., 2013 ; Bourogaa et al., 2014).

Ces activités hépato-protective et antioxydante, ont été reliées à la présence de composés phénoliques dans la plante (Bourogaa et al., 2014). De plus dans un autre travail, l'équipe de Bourogaa a aussi démontré que *H. scoparia* est efficace contre les cellules leucémiques, et les molécules responsables sont les flavonols triglycosides (Bourogaa et al., 2011).

D'autre part *H. scoparia* s'est révélée aussi puissante contre les mollusques, plusieurs extraits ont été testés, et leur activité molluscicide a été prouvée. Ces travaux ont aussi identifié la molécule ayant la plus importante activité, il s'agit d'un alcaloïde, le N- methylisosalsoline (Mezghani-Jarraya et al., 2009). Récemment un extrait éthanolique de *H. scoparia*, a montré une activité d'inhibition de la mélanogénèse in vitro, cette activité a été attribuée au catéchol et à des dérivés tétrahydroisoquinoliniques (Chao et al., 2013).

### 6.3. *Zygophyllum album*

#### 6.3.1. Classification de *Zygophyllum album* L

La classification de *Zygophyllum album* la plus utilisée dans la systématique du genre *Zygophyllum* est celle donnée par (P. Quezel ; 1963) et que nous pouvons résumer comme suit:

Règne : plantae

Division : magnoliophyta

Classe : magnoliopsida

Ordre : zygophyllales

Famille : Zygophyllaceae

Genre : *Zygophyllum*

Espèce : *Zygophyllum album* L (Aggaya)

#### 6.3.2. La famille des *Zygophyllacées*

Cette famille comprend environ 25 genres et 500 espèces ; elle est représentée dans tous les continents mais principalement dans les régions arides : ainsi au Sahara on observe 7 genres et 27 espèces, c'est-à-dire que les *Zygophyllacées* forment plus de 3% de la flore de notre désert. Parmi ces *Zygophyllacées* sahariennes, plus de tiers des espèces et de nombreuses variétés sont des endémiques du Sahara ; c'est, sous le rapport de l'endémisme, le groupe le plus intéressant de toute la flore nord-africaine (P. Ozenda ; 1977 ). Les plantes appartenant à cette famille, sont très reconnaissables à l'aspect de ses herbes, arbustes, ou arbres, elles ont des feuilles stipulées, très polymorphes. Les fleurs de 4 à 5 mères, isolées ou inflorescences, la corolle, est également de 4 à 5 mères, et parfois nulle. Généralement, ces plantes renferment 10 étamines, le plus souvent, à stipules unies, un ovaire de 4 à 5 carpelles, à un ou plusieurs ovules par loge. Ses fruits, sont en général, capsulés, loculicides, ou septicides, se dissociant en coques, parfois bacciformes, ou drupacés (P. Quezel, S. Santa ; 1963).

### 6.3.2.1. Classification de la famille de *Zygophyllacées*

Les *Zygophyllacées* ont été placés par différents auteurs dans pas moins de cinq ordres différents (M.C.Sheahan, M.W.Chasz ;1996). D'après la classification d'OZENDA, Les *Zygophyllacées* constituent une famille avec environ 500 espèces et 25 genres (P.Ozenda ; 1977). En utilisant les caractères de fleurs, de fruits et de graines qui ont formé la base de son système, Engler a divisé les *Zygophyllacées* en sept sous-familles (et un certain nombre de tribus et sous-tribus): *Peganoideae*, *Tetradiclidoideae*, *Chitonioideae* (maintenant *Morkillioideae*), *Augeoideae*, *Zygophylloideae*, *Nitrarioideae* et *Balanitoideae* (M.C.Sheahan, M.W.Chasz ;1996). Les *Zygophylloideae*, constituent la sous famille la plus large avec 180 espèces, regroupées en quatre genres :

*Augea* (monotypique), *Tetraena* (monotypique), *Fagonia* (30 espèces), et *Zygophyllum* (150 espèces) (R.Ayad ;2008).

### 6.3.3. Description botanique

*Zygophyllum album* c'est une plante vivace, en petit buisson très dense, pouvant dépasser les 50 cm de haut et 1 m de large, de couleur vert blanchâtre. Tiges très ramifiées. Feuilles opposés, charnues, composée, à deux folioles. Fleurs blanchâtres. Fruits dilatés en lobe au sommet. Elles se rencontrent, en pieds isolés dans les zones sableuses un peu salées, et en colonies sur de grandes surfaces, sur sols salés. Elles sont communes dans tout le sahara septentrional (A.Chema ;2006).

*Z. album* L : pédoncule fructifère bien plus court que le fruit, la partie libre des carpelles sensiblement aussi longue que la partie soudée. Commun dans le sud-tunisien, plus rare dans le sud-algérien (Illizi) (P.Ozenda ;1977).

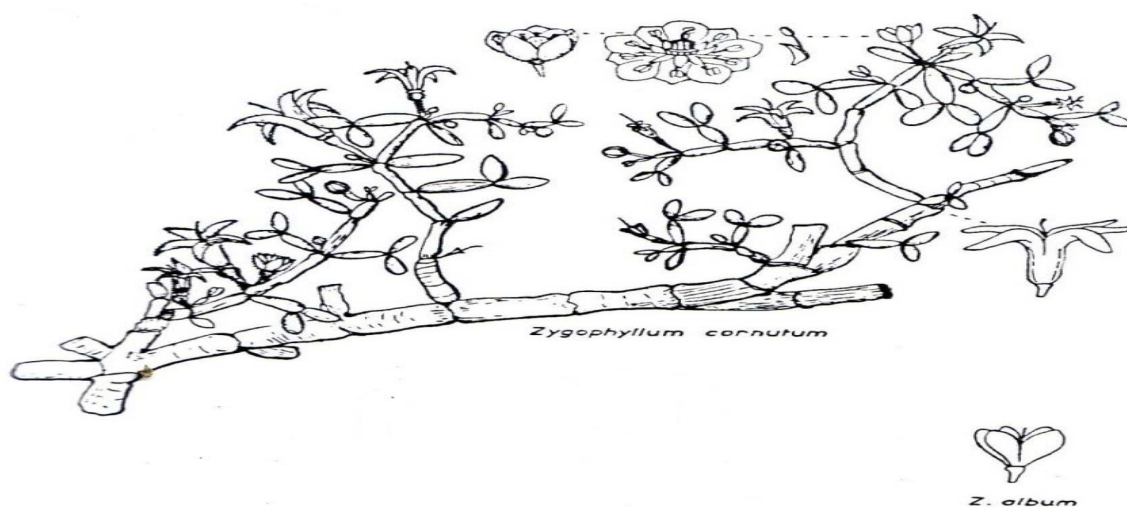


Fig 09 : *Zygophyllum album* (P.Ozenda)



**Fig 10 :** *Zygophyllum album* (Hammiche, H. & K. Maiza ;2006).

#### **6.3.4. Utilisations médicinales**

Pharmacopée : elles sont utilisées, en décoction, en poudre ou en pommade pour les traitements des diabètes, des indigestions et des dermatoses (A.Chema ;2006).

Les deux plantes sont utilisées dans la médecine traditionnelle comme un remède pour les rhumatismes, la goutte, asthme et comme diurétique (L.F.Amal,M.Y.Moustafa ;2007)

Beaucoup d'espèces de ce genre ont des propriétés thérapeutiques remarquables, et sont utilisées en médecine traditionnelle. Nous allons citer quelques exemples d'espèces de très grande importance thérapeutique :

*Zygophyllum album* : ses extraits aqueux sont utilisés dans le traitement des diarrhées (K.maiza, V .Hammiche ; 1993) et du diabète (X.L.Atta,S.M.Moustafa ;2007). Ils sont carminatifs, anti-septiques, et stimulants (A.Chema ;2006).

#### **6.4. *Peganum harmala***

##### **6.4.1 Classification de *Paganum harmala* L**

La classification de *Peganum harmala* la plus utilisée dans la systématique du genre *Peganum* est celle donnée par (OZANDA P ;1991) et que nous pouvons résumer comme suit:

Règne :plantae

Division :magnoliophyta

Classe :magnoliopsida

Ordre :sapindales

Famille :Zygophylaceae

Genre :*Peganum*

Espèce :*Peganum harmala* L (Elharmal)

#### 6.4.2. Description botanique

*Peganum harmala*, également connue comme la rue *harmal* ou syrienne qui pousse dans les conditions semi-arides, des zones steppiques et les sols sableux, originaire de la méditerranée orientale et largement distribué en Asie centrale, Afrique du nord et Moyen-Orient (Bellakhdar J et all ;1976 ;1997 ;20002).

Le *harmel* est une plante herbacée, vivace, glabre, buissonnante de 30 à 90 cm de hauteur à rhizome épais, à odeur forte, désagréable qui rappelle celle de la rue. Les tiges dressées, très rameuses disparaissent l'hiver ; elles portent des feuilles alternes découpées en lanières étroites.

Les fleurs solitaires, assez grandes (25 à 30mm), d'un blanc jaunâtre veinées de vert sont formées de :

Cinq sépales verte, linaires, persistants qui dépassent la corolle.

Cinq pétales elliptique.

Dix à quinze étamines à filet très élargi dans leur partie inférieure.

L'ovaire, globuleux, repose sur un disque charnu et aboutit à un fruit qui est une capsule sphérique, à trois loges, de 6 à 8 mm déprimée au sommet, entourée des sépales persistants et s'ouvrant par 3 ou 4 valves pour libérer les graines.

Les graines : nombreuses, petites, anguleuses, subtriangulaires, de couleur marron foncé, dont le tégument externe est réticulé, ont une saveur amère ; on les récolte en été (BRUNETON ,J ;2009)



**Fig 11 :** *Peganum harmala* (Zargari A ;1988)

### 6.4.3.Composition chimique

Les alcaloïdes

Harmaline . (harmidine)  $C_{13} H_{15} ON_2$  – D’abord isolé par Gobel à partir des graines et des racine de *P.harmala*, c’est le principal de cette plante.il cristallise en prismes incolores ou jaune pale jaune et est optiquement inactif.(Glasbay JS ;1978)

Harmine. (banisterine)  $C_{13} H_{12} ON_2$  – Il est présent dans *P.harmala* et dans certaines espèces de Banisteria, à savoir, *B. lutea* et *B. metallicolor*. L’alcaloïde est optiquement inactif et forme prismes rhomboïdaux incolores à de méthanol. Solutions de ses sels montrent une fluorescence d’un bleu profond. Le chlorhydrate a été jugé actif contre *Mycobacterium tuberculosis*.(Glasby JS ;1978)

Harmalol. $C_{12}H_{12}ON_2$ -qui se produit dans *P.harmala* cristallise à partir de l’eau sous forme de trihydrate. Il est soluble dans l’eau, l’acétone ou le chloroforme chaud, mais seulement très peu soluble dans le benzène. L’alcaloïde est instable lorsqu’il est exposé à l’air. Son éther de méthyle est harmaline.(Glasby JS ;1978)

Harman. $C_{12}H_{10}N_2$ -cette situation est liée  $\beta$ -carboline, un alcaloïde qui d’abord isolé de l’écorce de *Arariba rubra*, originaire du Brésil, mais son existence dans *P.harmala* n’est pas signalé. Cet alcaloïde est cristallisé à partir de plusieurs solvants organiques tels que des prismes incolores. Il est facilement soluble dans le méthanol, l’alcool, l’acétone, le

chloroforme ou l'éther, mais seulement modérément dans l'eau chaud. Il se dissout dans les acides minéraux et présente une fluorescence bleue-violet (Glasby JS ;1978).

Vasicine (peganine).  $C_{13} H_{15} N_2$  - Cette quinazoline alcaloïde a été isolé à partir des feuilles de *Adhatoda vasica nees* par Hooper et par la suite découvert en *P.harmala* sous le nom de paganine. La base est optiquement inactif bien l'isolement des (-)-forme à partir des feuilles fraîches de *A. vasica* et des fleurs et des tiges de *P.harmala* a été rapporté (Glasby JS ;1978).

Vasicinone.  $C_{11} H_{10} O_2 N_2$  - Un présente en outre en alcaloïdes *Adhatoda vasica nees* et *Peganum harmala* (Glasby JS ;1978).

#### 6.4.4. D'autres compositions

Acides aminés : phénylalanine, valine, proline, thréonine, histidine, acide glutamique et carbohydrates.

Flavonoïdes, coumarines, bases volatiles, tanins, stérols/triterpènes (Medie-Sorié M et all ;2004)

#### 6.4.5. Utilisations médicinales

Les fruits et les graines sont digestives, diurétiques, stimulants hallucinogènes, narcotiques et de l'utérus (Emboden.W, Bown.D ;1979-1995).

Ils sont pris à l'intérieur dans le traitement des maux d'es

+tomac, les troubles urinaires et sexuels, l'épilepsie, problèmes menstruels, les maladies mentales et nerveuses (Bown.D ;1995).

La graine a également été utilisée comme vermifuge, afin de débarrasser le corps des ténias (Chopra.RN, Nayar.SL et Chopra.IC ;1986).

Ce remède devrait être utilisé avec prudence et de préférence sous la direction d'un praticien qualifié depuis des doses excessives causer des vomissements et des hallucinations (Bown.D ;1995).

Les graines contiennent de la substance harmine qui est utilisé dans la recherche sur la maladie mentale, l'encéphalite et l'inflammation du cerveau. De petites quantités de stimuler le cerveau et on dit avoir un effet thérapeutique, mais au-delà harmine déprime la système

nerveux central. Une préparation brute de la graine est plus efficace que d'un extrait en raison de la présence d'indoles connexes (Emboden.w ;1979).

L'huile obtenue à partir de la graine est dite aphrodisiaque. L'huile est également dite avoir galactagogue, ophtalmique, soporifique et propriétés vermifuges (Emboden.w ;1979).

La graine est utilisée à l'extérieur dans le traitement des hémorroïdes et la calvitie (Bown.D ;1995).

La plante entière est dite abortive, aphrodisiaque, emménagogue. Une décoction de feuilles est utilisé dans le traitement des rhumatismes. La racine a été utilisées comme un antiparasitaire afin de tuer les poux de corp (Chopra.RN ;et all ;1986).

#### **6.4.6. Autre utilisations**

La plante *Peganum harmala* est active sous forme de vapeur, où il est efficace contre les algues, dans de concentrations plus élevées pour les animaux d'eau et mortel pour les moisissures, les bactéries et les parasites intestinaux (Chopra.RN ;et all ;1986).

#### **6.4.7. Toxicité de *P.Harmala***

Bien que cette plante est traditionnellement utilisée en médecine traditionnelle comme emménagogue et comme agent abortif (Boulus L ;1983), il ya peu de rapports sur ses effets toxiques de l'homme et le syndrome. On croit que les alcaloïdes de quinazoline (par exzmples : vasicine et vasicinone) sont responsables de l'activité abortive des extraits de *P.harmala* (Shapira Z ;et all ;1989).

Quelques minutes après l'ingestion de graines d'intoxication pourraient être observées. Les signes de surdosage *P.harmala* comprend des hallucinations et des syndromes neurosensorielles, bradycardie et gastro-intestinaux (GI), des troubles tels que nausées et vomissements (Madadkar Sobhani A et all ;2002).harmaline et harmine sont caractérisés alcaloïdes toxique dans les graines de *P.harmala* (Budavari S,O ;1996).

### **7. Les différentes façons d'utiliser les plantes**

En phytothérapie traditionnelle les plantes peuvent être utilisées fraîches, ce qui n'est pas toujours possible, ou séchées, entrant ensuite éventuellement dans des préparations diverses préservant leurs principes actifs.

### 7.1. L'infusion

La préparation la plus connue est sans doute l'infusion : qui n'a jamais bu sa tisane de camomille avant d'aller se coucher ? Une infusion se fait généralement avec les fleurs et les feuilles des plantes, mais dans certains cas, il est possible de faire également infuser des racines et des écorces. Le principe est simple : vous versez de l'eau bouillante sur la plante (il faut compter une cuillerée à café de plante par tasse), et vous laissez infuser entre dix et vingt minutes. Une infusion peut se conserver au réfrigérateur pendant 48 heures maximum. En principe, il est préférable de ne pas sucrer les tisanes. Comme toutes les plantes ne sont pas également agréables au goût, vous pouvez adoucir votre tisane d'une cuillerée de miel.

### 7.2. La décoction

Cette méthode s'applique essentiellement aux parties souterraines de la plante, comme les racines, et aux écorces, qui libèrent difficilement leurs principes actifs lors d'une infusion. La réglisse, les racines de ginseng, ou de pissenlit sont fréquemment utilisées en décoctions. Cette méthode consiste à extraire les propriétés des plantes en les laissant « infuser » dans de l'eau que vous portez à ébullition. Comptez une cuillerée à soupe de plantes par tasse. Vous pouvez hacher ou mouliner les plantes, en utilisant un mixeur, ou encore tout simplement un bon vieux moulin à café familial ! Vous déposez donc les plantes dans une casserole, puis vous les couvrez d'eau froide. Portez ensuite à ébullition, et laissez le tout mijoter sur le feu pendant une vingtaine de minutes jusqu'à ce que le liquide ait réduit d'un tiers. Retirez du feu, puis laissez infuser (et refroidir) pendant une heure, avant de filtrer. Vous pouvez conserver une décoction pendant trois jours au réfrigérateur.

### 7.3. La macération

La macération consiste à faire tremper les plantes dans de l'eau froide pendant plusieurs heures. Pour ce qui est des quantités, il faut prévoir une cuillère à café de plantes pour une tasse d'eau, une cuillerée à soupe pour un bol, et trois cuillerées à soupe pour un litre. Les plantes peuvent également macérer dans l'alcool, dans la glycérine, ou dans un autre solvant. Un solvant est un liquide qui retient les principes actifs de la plante. Il convient de bien sélectionner le solvant en fonction de la plante que l'on utilise.

#### **7.4. La teinture**

Les teintures présentent essentiellement deux avantages : elles peuvent se conserver pendant trois ans, et les principes actifs qu'elles contiennent sont rapidement absorbés par l'organisme. Le principe de la teinture consiste à capter les principes actifs de la plante en la faisant macérer, généralement dans de l'alcool. Vous pouvez utiliser de l'alcool éthylique vendu en pharmacie, mais vous pouvez aussi utiliser de la vodka. Les plantes sont donc mises dans de l'alcool à 60 degrés ou dans un mélange d'alcool et d'eau, pendant plusieurs semaines (entre deux et cinq). Le produit obtenu est ce que l'on appelle la teinture-mère. Il vaut mieux mettre des plantes sèches à macérer, car certaines plantes fraîches peuvent être toxiques. Placez les plantes dans un bocal en verre, et versez l'alcool (ou le mélange alcool-eau) dessus. Fermez le bocal et conservez-le dans un endroit frais pendant quelques semaines, en secouant le pot de temps en temps. Filtrez ensuite le mélange et versez-le dans une carafe avant de mettre le liquide obtenu dans de petites bouteilles que vous étiquetterez. Si la teinture a plus de trois ans, il faut la refiltrer.

Mode d'emploi : comptez 200 grammes d'herbes fraîches ou 40 grammes d'herbes sèches pour un litre de mélange d'eau et d'alcool à 25°. Pour obtenir un alcool à 25° à partir de vodka à 40 °, ajoutez 37,5 cl d'eau à 60 cl d'alcool.

#### **7.5. Infusion à l'huile froide**

Cette technique consiste à remplir de plantes un grand bocal en verre, puis à les couvrir d'huile.

#### **7.6. Infusion à l'huile chaude**

Pour fabriquer des crèmes, des onguents, ou des huiles de massage, vous pouvez faire infuser les herbes dans de l'huile chaude. Les huiles de tournesol, d'amande douce ou de carthame sont conseillées.

#### **7.7. Les onguents**

Les onguents sont très faciles à préparer : ils contiennent de l'huile végétale (huile d'amande douce, par exemple), de la cire d'abeille et des huiles essentielles. Les corps gras recouvrent la peau d'une fine couche protectrice

### 7.8. Les crèmes

Le principe est le même que pour la préparation de l'onguent, puisqu'on utilise la même méthode et les mêmes ingrédients. Seule différence : on y ajoute de l'eau.

### 7.9. Les compresses

Pour faire une compresse, on utilise une infusion ou une décoction de plantes, dans laquelle on trempe un linge propre que l'on place ensuite sur l'endroit douloureux. Vous pouvez l'attacher à l'aide d'une serviette ou d'une bande.

### 7.10. Le cataplasme

C'est le même principe que pour les compresses, à la différence que ce sont ici les herbes qui sont directement utilisées, et non pas une infusion. Les plantes sont hachées grossièrement, puis mises à chauffer dans une casserole, recouvertes d'un peu d'eau. Laissez frémir deux à trois minutes. Pressez les herbes, puis placez-les sur l'endroit à soigner. Couvrez d'une bande ou d'un morceau de gaze. Un cataplasme se garde pendant trois ou quatre heures, en changeant les herbes toutes les heures si besoin est (Anne S ;.2003).

## 8.Précaution d'emploi

Certaines plantes contiennent des principes actifs qui peuvent être extrêmement puissants, d'autres sont toxiques à faible dose. Le fait que l'on n'utilise que des plantes ne signifie pas que cela est sans danger, la culture libre de certaines plantes est interdite dans certains pays, le cas le plus courant étant le pavot dont la culture est réglementée en France et destinée à la seule industrie pharmaceutique.

La pharmacologie reconnaît l'action bénéfique de certaines plantes et s'attache donc à extraire le principe actif de ces plantes. La consommation « brute » de la plante induit la consommation d'autres produits contenus dans la plante que le principe actif, ne permettant ainsi pas de connaître la dose exacte de principe actif ingéré entraînant un risque de sous-dosage ou de surdosage.

Pour certains médecins phytothérapeutes, les autres principes vont atténuer les effets secondaires en entrant en interaction. Un exemple : la distillation de la lavande permet de dénominer plus de 200 molécules différentes, dont des cétones et coumarines, dont la toxicité est moindre que s'ils étaient utilisés seuls.

La composition d'une plante peut varier d'un spécimen à l'autre, dépendant du terrain, des conditions de croissance, humidité, température, ensoleillement, qui vont déterminer ce que l'on appelle en aromathérapie le chémotype. De même, il ne faut pas utiliser des plantes d'origine douteuse, puisque les facteurs de pollution, la cueillette et les méthodes de conservation, de stockage... peuvent altérer les propriétés des plantes.

### **9. Interactions**

La prise simultanée de plantes médicinales et de médicaments peut entraîner l'interaction des deux remèdes et l'apparition d'effets secondaires, parfois graves. Par exemple, le millepertuis peut inhiber l'effet de médicaments comme la digoxine, la théophylline, les anticoagulants à base d'anti-vitamine K, des contraceptifs oraux et certains antidépresseurs, ou d'autres moins utilisés comme la ciclosporine, des traitements contre l'infection à VIH (sida) comme l'amprénavir ou l'indinavir, ou certains anticancéreux.

Notons enfin que certains présentent la phytothérapie comme méthode « naturelle ». Cet argument du naturel est souvent de type publicitaire ou d'effet de mode jouant sur une ambiguïté : naturel équivaudrait « bénéfique » et « inoffensif » (alors que la nature n'est ni bonne, ni mauvaise, la mort, la maladie, les venins ou les toxines étant naturels...). On estime que 5 % des intoxications sont dues aux plantes, parfois par des préparations phytothérapeutiques comme les aconites.

### **10. Indications**

Toutefois, on développe maintenant de nouveaux protocoles de recherche rigoureux qui respectent les particularités des plantes (synergie, prise en compte des éléments traces, action vibratoire, etc.). Par exemple, on songe à étudier les réponses physiologiques à des traitements par les plantes (stimulation de la circulation sanguine, expectoration, effets diurétiques, influence sur la digestion, etc.) plutôt que d'évaluer statistiquement leurs effets sur la morbidité<sup>2</sup>.

- Les beta-carotènes pour le bronzage - Le blé et le soja contre le vieillissement - Les jambes lourdes - La constipation - La diarrhée - Les céphalées - Les troubles urinaires - Les syndromes bronchiques - Les dorsalgies - Les arthroses - Les rhumatismes - Les rhinites - L'amaigrissement - Le stress - La dépression - Les migraines - Les insomnies - L'hypertension artérielle - Drainage lymphatique

## **11. Contre indications**

Tout ce qui est « naturel » n'est pas inoffensif. Certaines plantes sont tout bonnement toxiques et d'autres peuvent être nocives en interaction avec d'autres plantes, des médicaments ou des suppléments. La plupart des monographies des plantes médicinales indiquent les interactions nuisibles potentielles pour chacune.

### **1. Généralités sur les bactéries**

L'Homme vit dans un environnement peuplé de microorganismes qui sont présents dans l'air, dans le sol, dans les eaux douces, dans les eaux marines, à la surface de la peau et sur les muqueuses ainsi qu'au niveau du tube digestif, de l'arbre respiratoire et de l'appareil urinaire. Ces microorganismes sont constitués par les bactéries, les virus, les champignons et les parasites. Ce sont soit des hôtes naturels de l'Homme et donc saprophytes (flore digestive par exemple), soit ils déterminent une infection et donc pathogènes.

Les bactériens assurent à la surface du globe, sur le sol et dans les eaux d'innombrables fonctions; elles exercent des actions bénéfiques, mais d'autres peuvent provoquer des infections chez les plantes, les animaux et également chez l'Homme (Khiati,1998).

### **2. La découverte du monde microbien**

C'est au cours du XVII<sup>e</sup> siècle qu'Antony van Leeuwenhoek<sup>1</sup> révèle au monde scientifique la prodigieuse diversité des microorganismes et l'incroyable richesse des milieux naturels en protozoaires, algues, levures et bactéries. Ses observations et ses magnifiques descriptions sont d'une précision telle qu'aujourd'hui encore elles forcent l'admiration et permettent l'identification.

Entre-temps, les médecins continuent d'attribuer les maladies à des "miasmes" ou à des causes mystiques, et ils demeurent à peu près imperméables à la notion de contagion.

C'est par dizaines de milliers que se comptent les victimes de cette ignorance, fondée sur des croyances philosophiques. Il faut attendre pourtant le XIX<sup>e</sup> siècle et les expériences de Pasteur pour que ce monde microbien soit exploré et que les différents caractères des microorganismes inventoriés apparaissent dans leur immense variété

### **3. Morphologie et Structure des bactéries (Figure 12)**

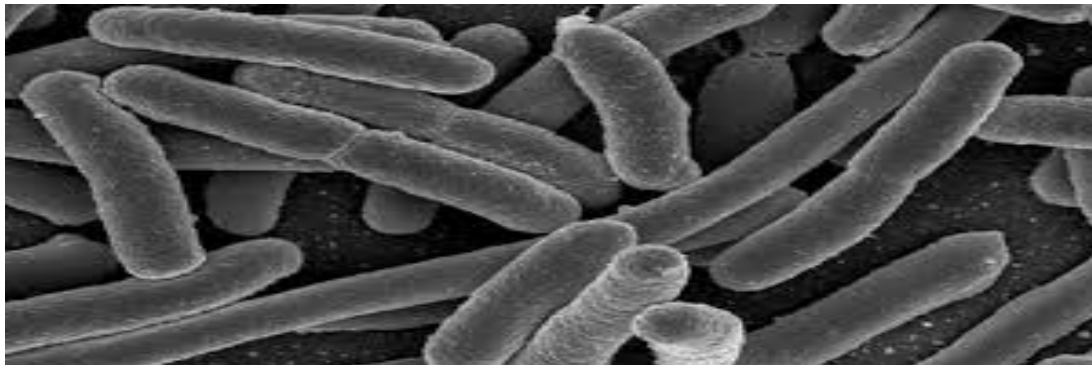
Durant de longues années, la bactérie a été considérée comme "un sac d'enzymes" car le pouvoir de résolution du microscope optique était insuffisant pour révéler les détails de structure.

L'observation des bactéries, permet seulement de reconnaître la forme des cellules (sphérique ou coccoïde, cylindrique ou bâtonnet, spiralée ou hélicoïdale), leurs dimensions (qui varient selon les espèces de 0.1µm à 600µm) et les arrangements ou les groupements qu'elles constituent entre elles (en grappe, en chaînette, en paire ou diplocoque). Ce sont les

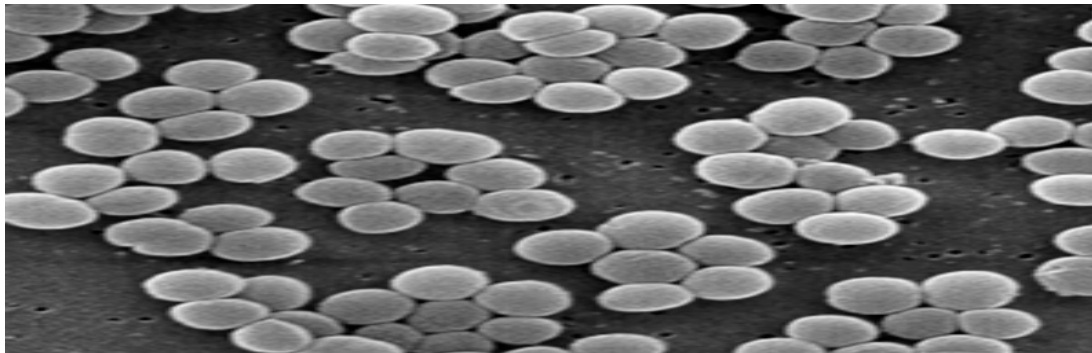
caractéristiques qui définissent la morphologie bactérienne, et qui étaient les critères essentiels de reconnaissance et d'identification, et qui ont un rôle très important dans le diagnostic (Leclerc et al., 1995, Madigan et al., 1997).

Les caractères morphologiques sont des stratégies d'adaptation et de survie; dans l'environnement aquatique ou tellurique il existe des bactéries qui sont amorphes, cubiques, étoilées, filamenteuses; elles peuvent être groupées en amas, en paires, et aussi en rosettes en réseau, en cubes (Leclerc et al., 1995).

A. des bacilles.



B. des cocci.



C. Autre forme : Mycoplasme .

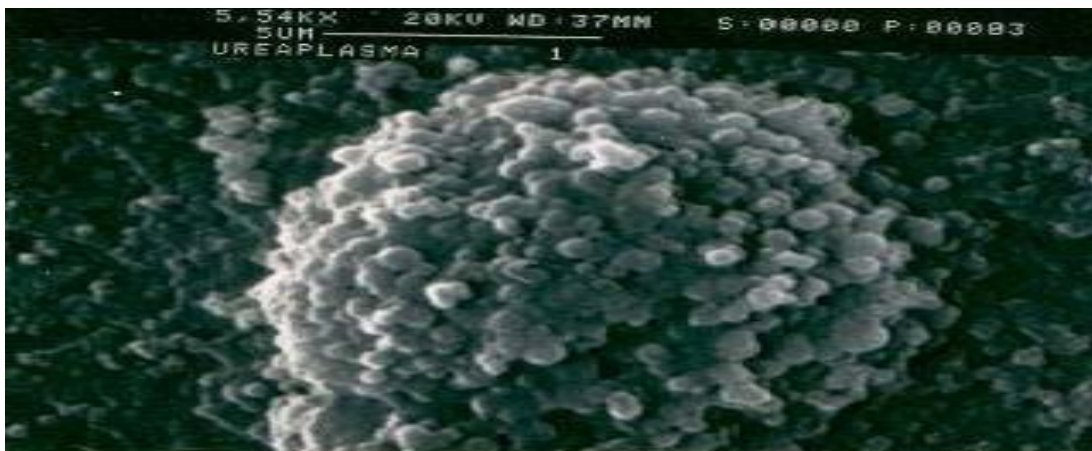
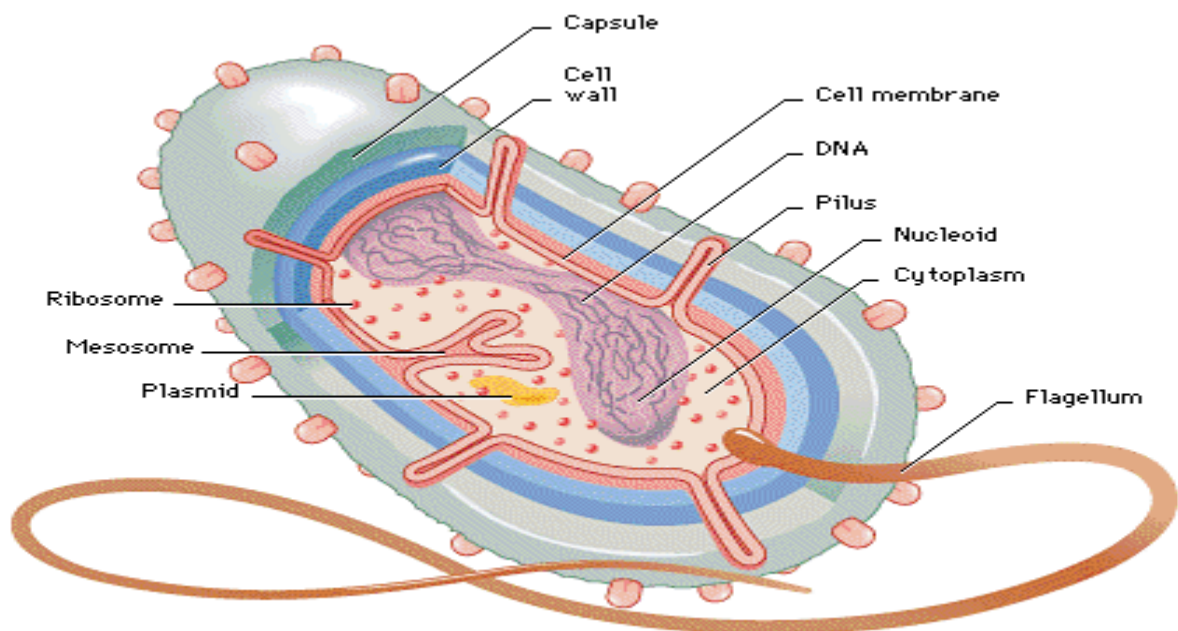


Fig 12 : Morphologie des bactéries

Pour distinguer entre les bactéries au microscope optique, une méthode importante et largement utilisée en bactériologie, c'est "la coloration de GRAM". Après leur réaction avec les différents colorants utilisés par cette méthode, les bactéries se divisent en deux groupes majeurs: bactéries à GRAM positif (colorées en violet) et bactéries à GRAM négatif (colorées en rose). Cette distinction de réponse à la coloration de gram est due à la différence qui existe dans la composition des parois bactériennes, celles des bactéries à gram négatif laissent passer la solution alcoolique, tandis que celles des bactéries à gram positif représentent une véritable barrière que la solution alcoolique ne peut franchir (Leclerc et al 1995, Madigan et al 1997). C'est la microscopie électronique, avec ses différents modes d'exploitation, qui a mis en lumière l'architecture interne de la bactérie telle qu'elle est représentée ci-dessous (Figure 13).



**Fig 13** : Structure d'une bactérie (Leclerc et al, 1995)

La cellule est enveloppée par une paroi rigide, qui lui donne sa forme et sa résistance. Epaisse chez les bactéries à GRAM positif (Figure 15) et plus mince chez les bactéries à GRAM négatif (Figure 14); la paroi entoure une membrane cytoplasmique, plus fine et plus délicate. Les bactéries à GRAM négatif possèdent une seconde membrane, qui est la membrane externe pour la distinguer de la membrane cytoplasmique, dite interne. Le cytoplasme sous-jacent contient essentiellement des granulations d'acide ribonucléique, les ribosomes, ainsi que des substances de réserve comme le glycogène. L'appareil nucléaire se distingue par son aspect fibrillaire, finement réticulé, et qui occupe une grande partie de l'espace cellulaire,

et il n'est pas entouré d'une membrane. Il existe des structures membranaires intracytoplasmiques appelées mésosomes qui sont le plus souvent étroitement associés à l'appareil nucléaire (rôle de fixation). D'autres composants peuvent être présents (éléments facultatifs), comme le glycocalyx (polymère de surface polysaccharidique), la capsule, les flagelles (mobilité), les fimbriae (fixation sur d'autres cellules), les pili sexuels (interviennent au cours des processus de conjugaison). Enfin, certaines bactéries peuvent contenir des éléments d'ADN circulaires extra chromosomique ou ADN mobile, qui sont les plasmides et qui portent des informations génétiques spécifiques (exemple résistance à certains antibiotiques) (Leclerc et al., 1995).

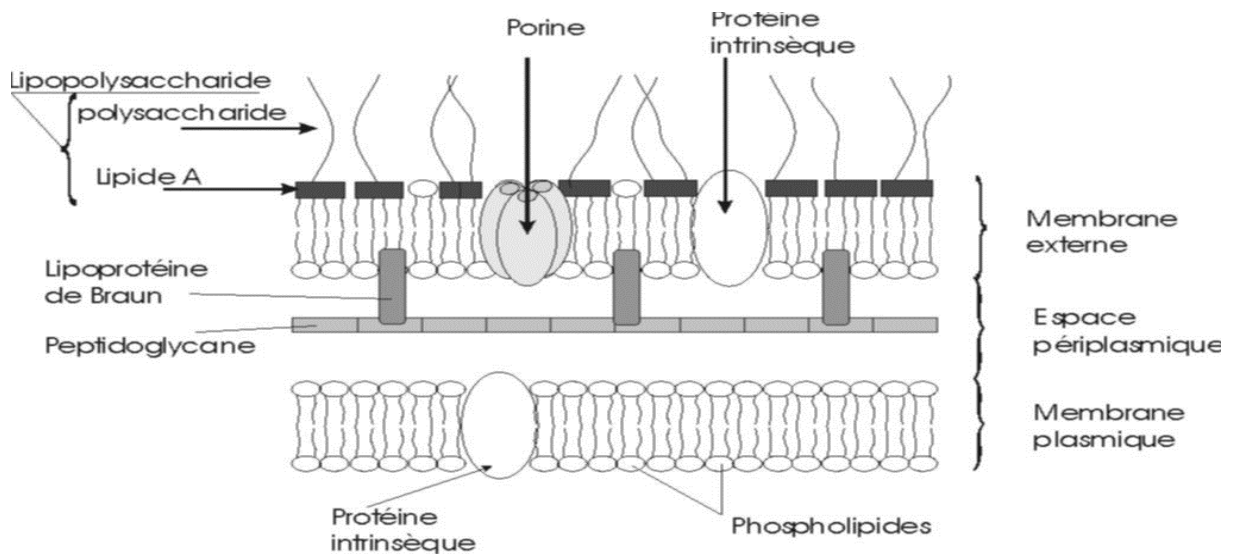


Fig 14 : Schéma de la paroi des bactéries à GRAM négatif

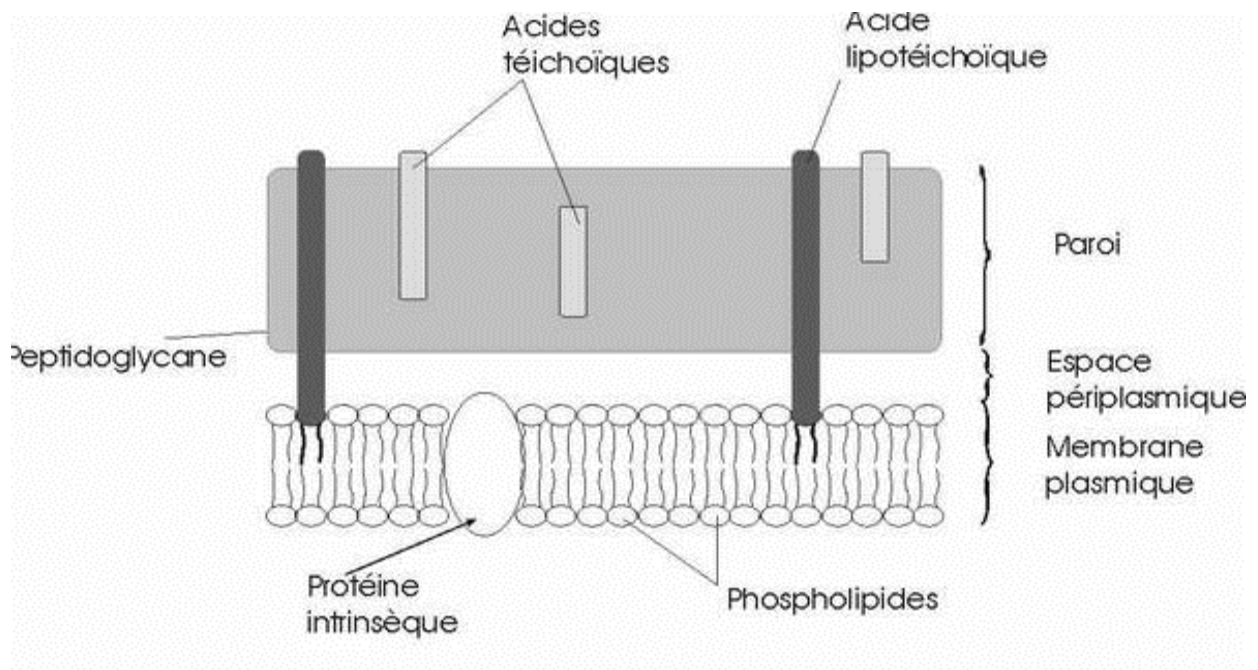


Fig 15 : Schéma de la paroi des bactéries à GRAM positif.

Les différentes enveloppes bactériennes, parois et membranes, ou autres structures tels les antigènes somatiques, capsulaires, flagellaires, représentent une architecture essentielle pour s'adapter aux situations de l'environnement, température, osmose, pH; pour se fixer sur des supports (cellules), se nourrir, coloniser et infecter; pour résister aux substances antibactériennes etc. (Leclerc et al 1995).

#### 4. Bactérie pathogène

Avec la diversité des bactéries responsables de maladies plus ou moins graves, il ne sera étudié que celles faisant l'objet des expérimentations pratiques.

##### 4.1. Bactéries à GRAM négatif

###### 4.1.1. Espèce *Escherichia coli*

Ce genre comprend 5 espèces, mais l'espèce *Escherichia coli* est la plus importante. Cette espèce est subdivisée en sérotypes sur la base des antigènes présents. *Escherichia coli*, un hôte commun de l'intestin de l'Homme (10<sup>8</sup> germes/g de selles), et des animaux; elle est recherchée à ce titre, comme germe témoin de contamination fécale, dans l'eau et les aliments. A l'intérieur de l'espèce, il y a des pathotypes souvent associés à des sérotypes particuliers. Certains de ces pathotypes sont responsables d'infections intestinales (gastroentérites et diarrhées), leur pouvoir pathogène est induit par des facteurs d'adhésion et/ou la production d'entérotoxines. *Escherichia coli* entéropathogène (diarrhées infantiles), *Escherichia coli* entérotoxigène (tourista), *Escherichia coli* entéroinvasif (invasion des cellules intestinales), *Escherichia coli* entérohémorragique (diarrhées sanglantes), *Escherichia coli* entéroadhérent (diarrhée du voyageur).

D'autres responsables de méningites néonatales, provoquent des infections du tractus urinaire, ou encore des septicémies qui correspondent à un nombre restreint de sérotypes (Leclerc et al., 1995).

###### b. Genre *Proteus*

Caractérisés par leur grande mobilité, et sont vraisemblablement d'origine tellurique. Certaines espèces d'intérêt médical tels *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *Morganella morganii* (ancien *Proteus morganii*), peuvent induire des infections des voies urinaires (dans 60% des cas d'infections urinaires), des infections cutanées (surinfections des plaies chirurgicales, brûlures), des infections des voies respiratoires (otites chroniques suppurées, sinusites ...), et même des septicémies (Berche et al., 1989).

### c. Genre *Klebsiella*

C'est l'un de groupe des acétoïnes positive (un métabolite de leur fermentation). Il rassemble des espèces considérées, depuis longtemps, comme commensales, et actuellement responsables d'un grand nombre de complications infectieuses en milieu hospitalier. Les infections broncho-pulmonaires souvent dues à *K. pneumoniae* (1 à 5% de toutes les pneumonies bactériennes). Il provoque un taux de 20% des infections urinaires nosocomiales avec une prédominance de *K. pneumoniae*. Autres infections secondaires dues à des soins ou à des gestes chirurgicaux: cutanées, vasculaires, péritonéales, vésiculaires ou des septicémies causées par un matériel souillé (la mortalité reste élevée malgré une antibiothérapie adaptée) (Berche et al., 1989).

## 4.2. Bactéries à GRAM positif

### a. Genre *Staphylococcus*

Les *staphylocoques* sont des bactéries sphériques, qui se divisent sur plusieurs plans pour former des amas réguliers ou irréguliers en grappe de raisin, d'où leur nom (en grec *staphylos*), ils sont immobiles et cultivent sur des milieux contenant 5% de NaCl et pour certains jusqu'à 10 et même 15%. Ils sont aérobies ou anaérobies facultatifs.

Les *staphylocoques* sont des germes ubiquistes largement distribués dans l'environnement naturel de l'homme, mais ils le sont plus fréquemment et en plus forte densité sur les surfaces cutano – muqueuses des mammifères. Il existe une certaine relation entre les espèces de *staphylocoques* et l'hôte qui les héberge. *S. epidermidis* est l'espèce la plus fréquente et la plus abondante sur les surfaces cutanées de l'Homme. *S. aureus* est l'espèce prédominante chez l'homme et autres mammifères, la cavité nasale de l'homme est sa niche préférentielle.

Les *staphylocoques* ont un pouvoir pathogène opportuniste extrêmement large qui s'exerce avec une grande fréquence en milieu hospitalier. L'espèce *S. aureus*, responsable d'infections pyogènes de la peau et des muqueuses (furoncle, impétigo, staphylococcie maligne de la face, staphylococcies bulleuses, etc.), mais aussi osseuses (ostéomyélite), digestives (entérocrites post-antibiotiques), septicémiques et la cause de plusieurs intoxications alimentaires et urinaires. *S. epidermidis* un agent de plus en plus fréquent d'infections nosocomiales (Leclerc et al., 1995).

### b. Genre *Streptocoques*

Ce sont des cocci de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chaînette S plus ou moins longues (2 et plus), non sporulés, aéro-anaérobie facultatif. Il y a trois grands genres :

- Le genre *Enterococcus* : regroupant les espèces principales des streptocoques du groupe D (streptocoques fécaux).
- Le genre *Lactococcus* : regroupant les *streptocoques* lactiques.
- Le genre *streptococcus* : Les *streptocoques* fécaux provoque plusieurs maladies pathogènes comme, l'infection urinaire génitale, l'infection des voies respiratoires, rhumatisme articulaire aigu et différents troubles de la grossesse.

### 5. Activités biologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles ont été jadis utilisées pour leurs propriétés antiseptiques. Dans l'Égypte ancienne, les techniques de l'embaumement utilisant les résines aromatiques, ainsi que l'huile essentielle, produisaient une inhibition puis une destruction de tous les microorganismes présents, en assurant une conservation pratiquement infinie du corps. Dans les anciens ouvrages de médecine, les résines aromatiques ou l'huile essentielle étaient les principes actifs qu'on peut retrouver dans les différentes drogues végétales ayant des propriétés antiseptiques significatives (Bandoniene et al., 2000). Les huiles essentielles possèdent plusieurs activités biologiques, parmi lesquelles on peut citer:

- Fongistatique
- Insecticide
- Nématicide
- Herbicide
- *Antioxydante*
- Bactériostatique

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne. Cependant, elles possèdent également, des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens.

Dans des préparations pharmaceutiques, les terpènes phénoliques, comme le thymol et le carvacrol, sont souvent utilisés comme antiseptiques antibactériens et antifongiques. Le thymol est très irritant, astringent et caustique. Dans les domaines phytosanitaires et agro-alimentaires, les huiles essentielles ou leurs composés actifs, pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant les denrées alimentaires.

Les huiles essentielles les plus étudiées dans la littérature pour leurs propriétés antibactériennes et antifongiques appartiennent à la famille des Lamiacées : thym, origan, lavande, menthe, romarin, sauge, etc. L'huile essentielle de thym d'Espagne (*Thymus capitatus*) est souvent rapporté comme étant parmi les huiles les plus actives.

### **5.1. Activité liée à la composition chimique**

L'efficacité d'une huile essentielle dépend de sa richesse en composés phytochimiques, plus l'huile essentielle est riche en substances actives, plus son activité est importante. L'activité biologique d'une huile essentielle est liée à sa composition chimique, aux groupements fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, les composés terpéniques et cétoniques). Les composés minoritaires jouent aussi un rôle important dans l'activité des huiles essentielles et semblent agir en synergie avec les composés principaux (Zhiri, 2006). Les composés chimiques qui ont plus d'efficacité et, à large spectre sont les phénols (thymol, carvacrol, eugénol), les alcools ( $\alpha$ -terpinéol, terpinen-4-ol, linalol), les aldéhydes, les cétones et rarement les terpènes (Dorman et Deans, 2000).

### **5.2. Le mode d'action des huiles essentielles**

Le mode d'action des huiles essentielles dépend du type de microorganismes. En général, les bactéries GRAM négatifs sont plus résistantes que les bactéries GRAM positifs grâce à la structure de leur membrane externe. Ainsi, la membrane extérieure des GRAM négatifs est plus riche en lipo-polysaccharides (LPS) la rendant plus hydrophile, ce qui empêche les terpènes hydrophobes d'y adhérer (Cristiani et al., 2007). Tout laisse à penser que ce mode d'action est assez complexe et difficile à cerner du point de vue moléculaire. Il est très probable que chacun des constituants des huiles essentielles ait son propre mécanisme d'action.

D'une manière générale, leur action se déroule en trois phases :

- attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie.

## 6. Méthodes de détermination de l'activité antibactérienne

La technique utilisée pour déterminer le pouvoir antibactérien des huiles essentielles a une grande influence sur les résultats. Le choix de la méthode est conditionné par l'insolubilité des huiles essentielles dans les milieux aqueux, leur volatilité, et la nécessité de les tester à de faibles concentrations.

### 6.1. Aromatogramme

L'aromatogramme est basé sur une technique utilisée en bactériologie appelée antibiogramme ou méthode de disques ou méthode par diffusion en milieu gélosé. Cette méthode permet d'évaluer l'activité antibactérienne d'une huile essentielle. Bien qu'elle soit reconnue comme fiable et reproductible, elle est surtout utilisée en étape préliminaire à des études plus approfondies, car elle permet d'accéder à des résultats essentiellement qualitatifs. La technique consiste à utiliser des disques de papier imprégnés des différentes substances à tester, puis déposés à la surface d'une gélose uniformémentensemencée avec une suspension de la bactérie à étudier. Après incubation, les colonies se développent à la surface de la gélose laissant des zones vierges autour des disques appelée zone d'inhibition. Plus le diamètre de la zone d'inhibition est grand, plus la souche est sensible à la substance testée, plus il est petit plus la bactérie est résistante. Le diamètre de ces zones d'inhibition est proportionnel à l'activité bactériostatique de l'huile essentielle sur le germe testé (Figure16). On peut exprimer cette activité soit en indiquant directement le diamètre de la zone d'inhibition en millimètre, soit en traduisant en croix le degré d'activité (Guerin et Carret, 1999).

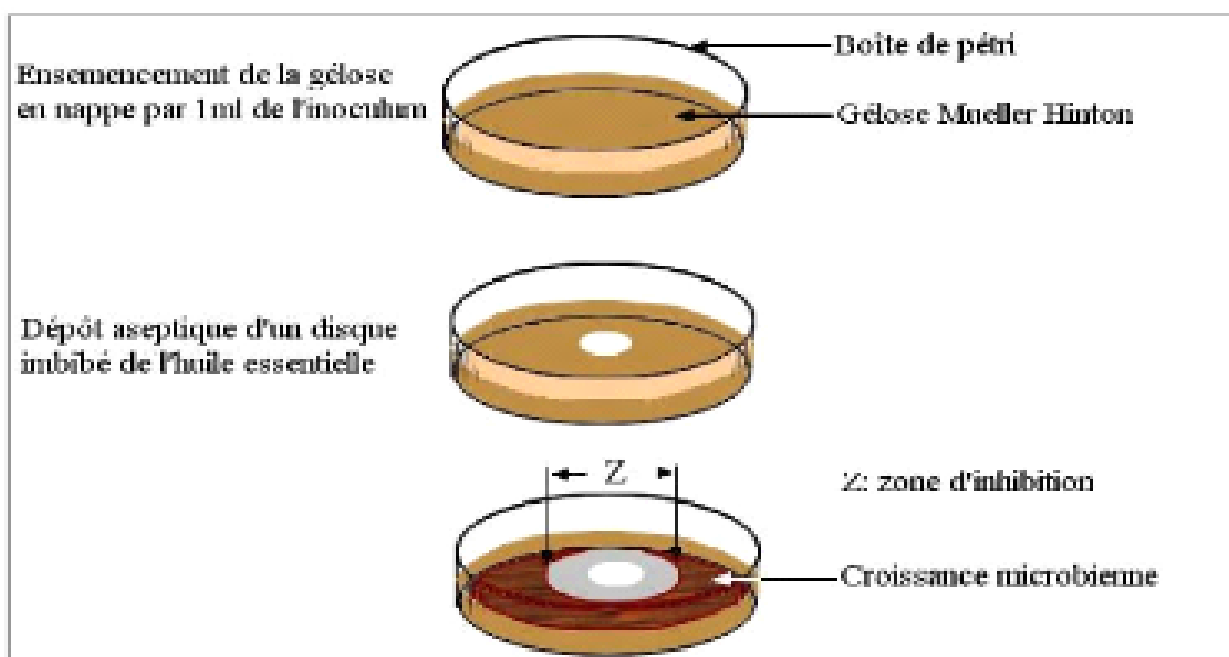


Fig 16 : Principe de la méthode de diffusion par disque

### 6.2. Méthode de diffusion en puits

Méthode proposée par Cooper et Woodman en 1946 et, reprise par Shroeder et Messing en 1949. Elle assure une diffusion radiale de l'huile essentielle à partir d'un puits en donnant une zone d'inhibition claire facilement mesurable. La méthode consiste à découper un trou circulaire dans la gélose et y verser une solution de l'huile essentielle de concentration connue. L'huile essentielle diffuse radialement en donnant une zone d'inhibition circulaire à la surface de la gélose préalablementensemencée avec la suspension bactérienne (Eymard, 2003).

### 6.3. Méthode de dilution

Les huiles essentielles à tester peuvent également être directement mélangées en concentration connue au milieu de culture, qu'il soit solide ou liquide (exige la dispersion homogène par un émulsifiant). Le milieu est ensuite inoculé à un taux déterminé de microorganismes, après incubation, on note la présence ou l'absence de culture. La lecture peut-être visuelle ou à l'aide d'un spectrophotomètre, le degré d'inhibition est en rapport avec la turbidité du milieu (Robert-Demuet, 1995).

### 6.4. Méthode de micro-atmosphère

Cette technique consiste à cultiver les microorganismes à tester dans les boîtes de Pétri sur milieu de culture approprié. La différence réside principalement dans la position du disque imprégné d'huile essentielle qui est déposé au centre du couvercle de la boîte de Pétri, renversée après fixation de l'huile essentielle sur le disque (Figure 17). Celui-ci n'est donc pas Chapitre II Importance et utilisation des huiles essentielles en contact avec le milieu gélosé. L'huile s'évapore dans l'atmosphère de la boîte, elle peut exercer son effet inhibiteur sur les microorganismes testés (Pibiri, 2005)

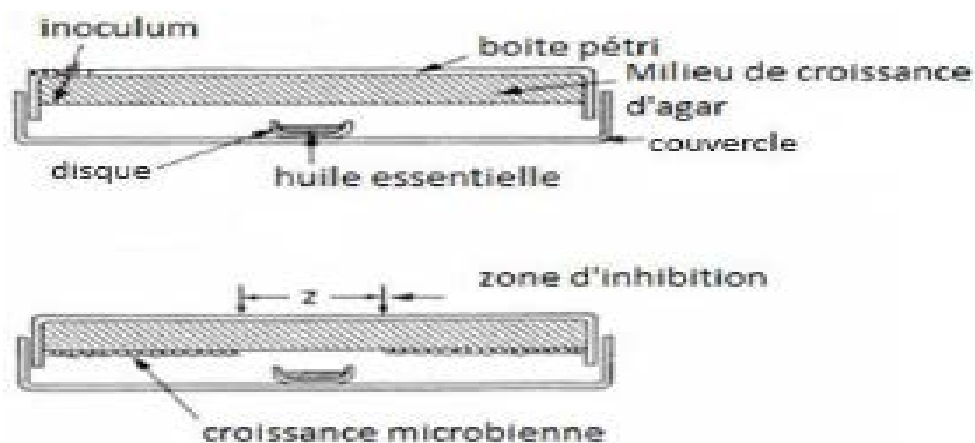


Fig 17 : Principe de la méthode de micro-atmosphère

### **7. Détermination de l'effet bactériostatique ou bactéricide**

La détermination de l'effet bactéricide ou bactériostatique d'une huile essentielle est réalisée en procédant à un repiquage des zones d'inhibition formées et ne présentant aucune croissance bactérienne visible à l'œil nu sur milieu de culture.

- S'il y a croissance bactérienne, l'huile essentielle a un effet bactériostatique sur la souche testée.
- Si au contraire, il y a absence de croissance bactérienne, l'huile essentielle présente un effet bactéricide vis-à-vis de cette souche.

La Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) est définie comme étant la plus basse concentration capable d'empêcher une croissance bactérienne visible. La CMI n'est pas totalement bactéricide et une partie de l'inoculum est capable de se développer après disparition du composé inhibiteur (Mann et Markham, 1998).

La Concentration Minimale Bactéricide (CMB) est la petite concentration de l'agent inhibiteur ne laissant subsister que 0,01% ou moins de survivants de l'inoculum initial après 18 heures de culture à 37°C. Cette valeur caractérise l'effet bactéricide de l'huile essentielle (Haddchi et al., 2009).

### **8. Méthodes de détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice**

L'activité antibactérienne in vitro d'une substance peut être mise en évidence par un grand nombre de techniques classiques, aussi bien en milieu solide qu'en milieu liquide :

#### **8.1. Technique en milieu solide (méthode de la diffusion en disque)**

Généralement, plus la zone d'inhibition est importante, plus la concentration d'antimicrobien nécessaire pour inhiber la croissance bactérienne des organismes est faible. La mesure manuelle des zones d'inhibition peut prendre du temps. Les dispositifs automatisés avec zone de lecture sont disponibles et peuvent être intégrés avec le rapport de laboratoire et les systèmes de manipulation de données. Les disques devraient être distribués également de sorte que les zones d'inhibition autour des disques antibactériennes dans l'essai de diffusion en disque ne se chevauchent pas et qu'ainsi la zone d'inhibition puisse être déterminée (Mann et Markham, 1998).

#### **8.2. Technique en milieu liquide (méthode de dilution)**

Le but des méthodes de dilution en bouillon et en gélose est de déterminer la concentration la plus faible de l'antibactérien testé qui inhibe la croissance de la bactérie testée. Cependant, la CMI ne représente pas toujours une valeur absolue. CMI est un point entre la plus basse

concentration qui empêche la croissance de la bactérie et la concentration inférieure immédiate (Mann et Markham, 1998).

### **8.2.1. La dilution en bouillon La dilution en bouillon**

est une technique dans laquelle une suspension bactérienne (à une concentration optimale ou appropriée prédéterminée) est testée contre des concentrations variables d'un agent antimicrobien dans un milieu liquide. La méthode de dilution en bouillon peut être effectuée dans des tubes contenant un volume minimum de 2 ml (macro-dilution) ou dans de plus petits volumes à l'aide de plaques de micro-titration (micro-dilution). L'utilisation de ces plaques avec un protocole documenté, y compris les précisions sur les micro-organismes de référence approprié, peut faciliter la comparaison des résultats entre analyses (Mann et Markham, 1998).

### **8.2.2. La dilution en gélose La dilution en gélose**

implique l'incorporation d'un agent antimicrobien dans un milieu gélosé à des concentrations variables, en général une dilution en série de 2 en 2, suivie de l'ensemencement d'un inoculum bactérien défini à la surface de la gélose de la boîte (Mann et Markham, 1998).

## **9. Facteurs influençant l'activité antimicrobienne**

Plusieurs paramètres influencent la détermination de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles ou leurs composants actifs tels que : la méthode d'évaluation de l'activité antimicrobienne, l'effet de la matrice biologique, le type et la structure moléculaire des composants actifs, la dose ajoutée, le type des microorganismes ciblés (Malecky, 2007).

Plusieurs études ont noté l'effet du milieu sur la résistance microbienne aux huiles essentielles, mais aucune ne semble avoir expliqué le mécanisme, bien que les suggestions aient été proposées quant aux causes possibles. La disponibilité de substances nutritives dans le milieu permet aux bactéries de réparer les cellules endommagées plus rapidement. Les propriétés intrinsèques (lipide/protéine/eau, le pH, le sel, la présence d'antioxydants, de conservateurs, d'autres additifs) ainsi que, les propriétés extrinsèques (la température, l'emballage sous vide/gaz/air, les caractéristiques des microorganismes) peuvent influencer la sensibilité bactérienne (Tassou et al., 1995).

Généralement, la sensibilité des bactéries à l'action des huiles essentielles semble augmenter avec la diminution du pH de milieu, de la température de stockage et de la concentration en oxygène dans le milieu. A pH bas l'hydrophobicité d'une huile essentielle augmente, lui permettant de se dissoudre plus facilement dans les lipides membranaires de bactéries cibles

(Mejlholm et Dalgaard, 2002). Par ailleurs, la présence de graisse et/ou les protéines dans le milieu réduit la disponibilité des molécules actives. L'huile essentielle se dissout dans la phase lipidique du milieu, il y aura relativement moins d'huile essentielle disponible pour agir sur les bactéries. Par contre, les glucides ne semblent pas protéger les bactéries de l'action des huiles essentielles autant que les lipides et les protéines (Burt, 2004).

### 1. Généralités

Les extraits des plantes sont riches en substances solubles, et sont fréquemment utilisés en médecine traditionnelle sous forme de décoction, de macération ou d'infusion dans le traitement de diverses pathologies.

L'évaluation de l'activité antibactérienne d'un extrait passe par l'étape des disques, c'est la plus utilisée en routine dans les laboratoires de bactériologie pour les tests de sensibilité aux antibiotiques. L'étude du pouvoir antibactérien par cette technique est identique à celui de l'antibiogramme, la seule différence c'est le remplacement des antibiotiques par des extraits.

Les polyphénols notamment les flavonoïdes et les tannins sont reconnus par leur toxicité vis-à-vis des microorganismes. (Cowan M.M ;1999)

### 2. Objectifs

Dans cette partie, les extraits des quatre plantes (*Artemisa herba*, *Haloxylon scoparium*, *peganum harmala* et *zygophyllum album*) sont utilisés comme modèle expérimental en étudiant deux tests :

- Screening chimique permet de mettre en évidence la présence de quelques groupes chimiques.
- L'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique sur deux souches bactériennes une souche gram + (*Staphylococcus aureus*) et une souche gram - (*Escherichia coli*).

### 3. Matériels et méthodes

#### 3.1. Matériels de laboratoire

##### Moyens :

Spectrophotométrie

- Bain ultrasonique
- Etuve
- Rotavapeur de type Buchi R-200
- Balance de précision
- Agitateur
- Mortier – Boîtes de pétrie

- Autoclave - Entonnoire
- Plaque chauffante
- Micropipette
- Papier Filtre
- Bec Benzène
- Ans de platine
- Ecouvillon stérile
- Tube à essai
- Pince stérilisée
- Disques vide stériles
- Réfrigérateur

### Réactifs chimiques et solvants :

- Eau distillée
- Dragendroff
- Mayer
- Papier Aluminium
- Hydrochlorure (HCL)
- Fe CL<sub>3</sub>
- Diméthyle Sulfoxyde (DMSO)
- Eau physiologique
- Fehling

### 3.2. Souches bactérienne testées

Les souches bactériennes utilisées dans cette recherche pour l'activité antibactérienne sont des souches référencées une gram + c'est: (*Staphylococcus aureus*) et une souche gram - (*Escherichia coli*) (Figure 17). Les bactéries références provenant de l'institut de Pasteur en Algérie, et sont conservées dans le réfrigérateur dans des tubes à visser contenant milieu nutritive jusqu'à l'utilisation.



**Fig 18** : Les deux souches bactériennes utilisées

### **3.3. Milieu de culture**

On utilise gélose nutritive Mueller Hinton (Figure 18) pour l'étude de la sensibilité des souches bactériennes aux différents concentrations d'extraits méthanoliques.



**Fig 19** : gélose nutritive Mueller Hinton

### 4. Méthode

#### 4.1. Screening chimique

Cette étude permet de mettre en évidence la présence de quelques groupes chimiques (les alcaloïdes, flavonoïdes.....etc) dans nos plantes. Le matériel végétal pulvérisé est épuisé successivement par macération dans des solvants de polarité croissante (éthanol, méthanol, eau). Les tests photochimiques pour les tanins, les alcaloïdes, les anthocyanes, les flavonoïdes, les saponosides, les stérols ont été réalisés par différents méthodes.

##### 4.1.1. La recherche des alcaloïdes

Nous mettons 1g de matériel végétal qui présenté par feuille en poudre macérer dans 10 ml d'eau bouillante pendant 10 minute puis filtré. Après cela on ajoute 5 gouttes de la solution préparée dragendroff.

##### 4.1.2. La recherche des flavonoïdes

Après la préparation de l'extrait nous ajoutons quelques gouttes de Hcl et FeCl<sub>3</sub>.

##### 4.1.3. La recherche des tanins

Nous prenons le même extrait et nous ajoutons quelques gouttes de FeCl<sub>3</sub>.

##### 4.1.4. La recherche des sucres réducteurs

On fait la macération par l'eau bouillante de 1g de matériel végétal de la plante .On prend le filtrat et on ajoute quelques gouttes de la solution de Fehling.

##### 4.1.5. La recherche des saponines

2 g de poudre de la plante est mélangé à 80 ml d'eau distillée puis porter à l'ébullition pendant 5 minutes. On filtre, l'extrait est ensuite refroidi et agité vigoureusement pendant 2 minutes. La formation d'une mousse plus ou moins importante indique la présence de saponosides. Une hauteur de mousse persistante, supérieure à 1 cm indique la présence de saponosides

#### 4.2. Méthodes d'extractions

L'extraction veut dire la séparation des parties actives de tissus végétaux ou animaux des composants inactifs ou inertes à l'aide de solvants sélectifs, traditionnellement l'eau, les huiles végétales ou les graisses animales. Les produits ainsi obtenus sont relativement impures sous forme de liquides, semi-solides ou poudres exclusivement destinés à un usage oral ou externe. Il s'agit de préparations connues comme les tisanes et les huiles médicinales (HANDA, 2008).

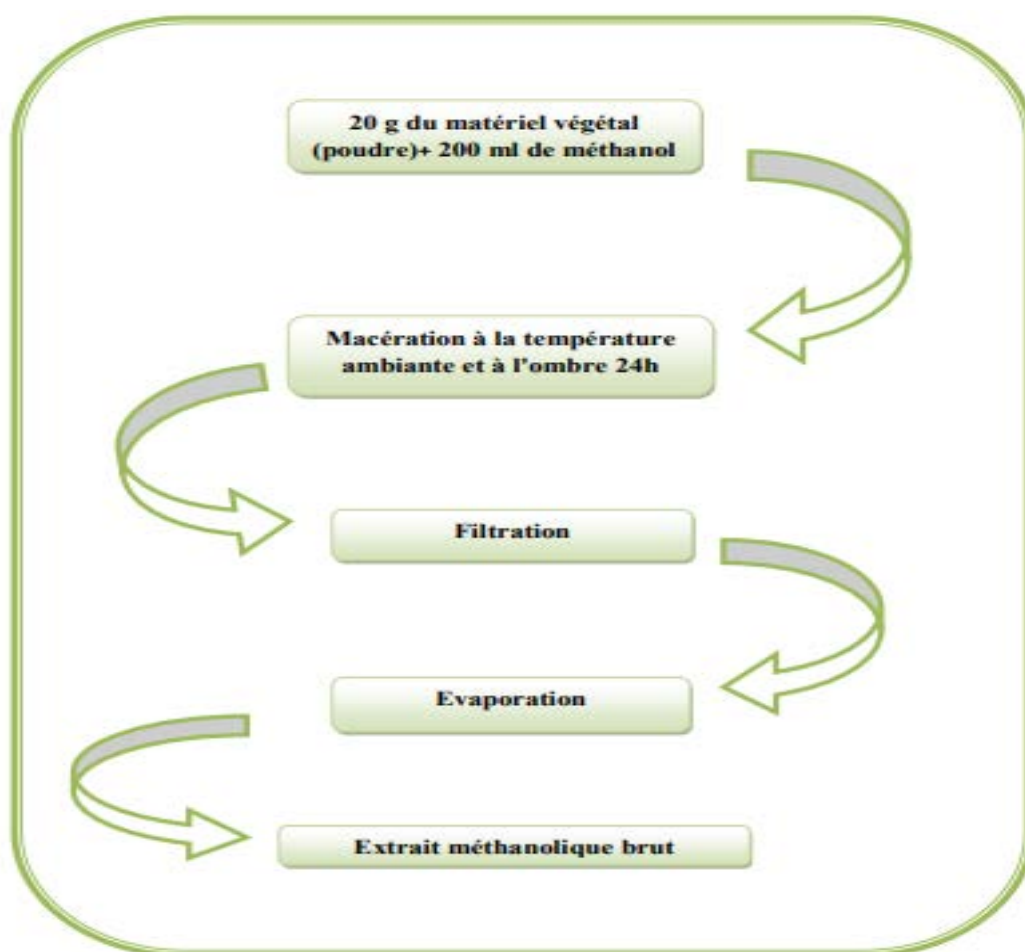
Dans notre étude, l'extraction est effectuée par l'utilisation un solvant organique à polarité Méthanol (MeOH) pour l'extraction des principes actifs à partir des quatres plantes.

**4.2.1. Extraction par macération****4.2.1.1. Principe**

La macération est la méthode d'extraction solide-liquide la plus simple. Elle consiste en la mise en contact du matériel végétal avec le solvant sans ou avec agitation, L'opération bien que généralement longue et a rendement souvent médiocre, est utilisée dans le cas d'extraction de molécules thermosensibles (LEYBROS et FREMEAUX, 1990).

**4.2.1.2. Mode d'opération**

La macération consiste à émerger 20g de poudre de dans 200 ml de méthanol pendant 24 heure à température ambiante, Ensuite la filtration est réalisée sur papier filtre et le solvant a été récupéré du filtrat par évaporation dans un rotavapor type Buchi R200, à une température de 55°C . L'extrait obtenu a été conservé au 4°C jusqu'à l'utilisation (REBAYA et al ., 2015).



**Fig 20** : Extraction par macération

### 4.3. Activité antibactérienne

#### 4.3.1. Détermination de DI (diamètre d'inhibition)

L'évaluation de l'activité antibactérienne de différentes concentrations (1mg/ml; 0.50 mg/ml; 0.25mg/ml) des extraits méthanoliques selon la méthode de diffusion en milieu gélosé (antibiogramme) (TREKI et al., 2009). Cette technique repose sur l'apparition d'une zone d'inhibition dans le milieu de culture de deux souches bactériennes: *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*. autour du disque contenant l'extrait de la plante (BSSAIBIS et al., 2009).

#### 4.3.2. Vérification de la pureté des souches

Cette étape est très importante, puisqu'elle facilite la caractérisation des souches bactériennes. Pour la purification des souches il faut qu'après incubation et à partir de colonies isolées sur les différents milieux sélectifs utilisés, on vérifie immédiatement la pureté par la coloration de Gram et le test de la catalase.

#### 4.3.3. Examens microscopiques

##### 4.3.3.1. Examen à l'état frais

###### - Principe

Cet examen nous permet d'apprécier la forme, la mobilité, le mode de regroupement, et l'abondance des bactéries.

###### - Mise en œuvre

- Déposer aseptiquement sur une lame porte objet, quelques gouttes d'eau physiologique.
- Prélever à l'aide d'une anse de platine stérile une à deux colonies à partir du milieu contenant de la gélose nutritive.
- Emulsionner dans la goutte d'eau physiologique.
- Recouvrir d'une lamelle tout en évitant la formation des bulles d'air.
- Observer sous microscope optique grossissement ( $\times 40$ ). - Lecture A l'issue de cet examen microscopique, on peut observer la forme, le mode de regroupement et la mobilité des souches (Carbonelle et al., 1987).

### 4.3.3.2. Coloration de Gram

#### - Principe

La coloration de Gram est une technique qui permet de mettre en évidence les propriétés de la paroi bactérienne. Elle permet de colorer les bactéries et de distinguer leur aptitude à fixer le violet de gentiane (Gram+) ou la fuchsine (Gram-). Cette opération se déroule en sept étapes.

#### - Mise en œuvre pratique

- Réaliser un frottis sur une lame de microscope à partir d'une suspension bactérienne, agiter la suspension afin de l'homogénéiser et d'éviter d'avoir un culot au fond du tube.
- Etaler une goutte de la suspension bactérienne sur une lame propre.
- Procéder à la fixation du frottis en faisant passer la lame trois fois dans la flamme du bec bunsen.
- Plonger La lame pendant une minute dans le violet de gentiane, puis rincée à l'eau déminéralisée.
- Etaler le lugol et laisser agir une minute puis rincer à l'eau. Cette étape à pour but de stabiliser la coloration violette.
- Verser goutte à goutte de l'alcool sur la lame inclinée obliquement. Surveiller la coloration (15 à 30 secondes). Le filet doit être clair à la fin de la décoloration. Rincer avec de l'eau. Si l'alcool pénètre dans la bactérie, la coloration au violet de Gentiane disparaît. Les bactéries donc sont de type Gram-, si l'alcool ne traverse pas la paroi, on est en présence de bactéries Gram+.
- Réaliser une contre coloration avec de la fuchsine : laisser agir 30 secondes à une minute, laver doucement à l'eau déminéralisée. Sécher la lame entre 2 feuilles de papier buvard. Enfin, observer à l'objectif à immersion ( $\times 100$ ) après dépôt d'une goutte de l'huile de cèdre (Cavallo, 2007).

### 4.3.3.3. Lecture Les bactéries

Gram+ apparaissent en violet foncé, tandis que les bactéries Gram- sont colorées en rose.

### 4.3.4. Préparation des disques

Les disques sont préparés à partir de papier d'wattman, avec une diamètre de 6 mm. Ensuite ils sont mis dans un tube à essai, et stérilisés à l'autoclave (Annexe 04) et conserver jusqu'à l'utilisation.

**4.3.5. Préparation le milieu de culture**

On met le stérilisation et la surfusion de milieu de culture (Muller Hinton) à l'aide d'autoclave pendant 15 min à 121°C, puis on le verser dans les boites de Pétri à 4 mm de hauteur (figure 20) et on laisse quelques minutes jusqu'à la solidification (HARRAR, 2012).



**Fig 21** : Boites de pétri remplis avec milieu de culture

**4.3.6. Méthode de diffusion en milieu gélosé**

L'activité antibactérienne des extraits méthanolique est évaluée par la méthode de diffusion en milieu gélosé telle que décrite par Bauer et al. (1966) et reprise par BARRY et al. (1985). A partir de colonies jeunes de 18 à 24 h, une suspension bactérienne est réalisée dans l'eau distillée stérile pour chaque souche. Cet inoculum est ensemencé par inondation sur des boites de Pétri contenant la gélose Mueller-Hinton (SFM, 2008).

**Application des disques**

Les disques imprégnés d'extrait méthanolique avec différents concentration (1mg/ml; 0.5mg/ml; 0.25mg/ml) sont ensuite délicatement déposés à la surface de la gélose. Les boites de Pétri sont d'abord laissées pendant 1h à la température ambiante pour une pré-diffusion des substances, avant d'être incubées à 37°C à l'étuve pendant 24 h (ADESOKAN et al., 2007).

Pour chaque extrait préparé (Extraits d'artemisia herba halba, de Hammada scoparia), on prépare deux boites (pour les deux bactéries citées auparavant: *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*). On dépose à la surface 3 disques imprégnés de l'extrait préalablement

préparés et un disque témoin au milieu en appuyant légèrement à l'aide de la pince stérilisée. On veillera à ne pas chauffer les disques par la pince flambée.



**Fig 22** : Application des disques

### 4.3.7. Incubation et Lecture

Après incubation 18-24 heures à 37°C dans l'étuve, La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'un pied de coulisse ou une règle en (mm). Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition et peut être symbolisé par des signes d'après la sensibilité des souches vis-à-vis des extraits.

Non sensible (-) ou résistante : diamètre < 8mm.

Sensible (+) : diamètre compris entre 9 à 14 mm.

Très sensible (++) : diamètre compris entre 15 à 19 mm.

Extrêmement sensible (+++) : diamètre > 20 mm

## *Résultats et interprétations*

### 1. Résultats

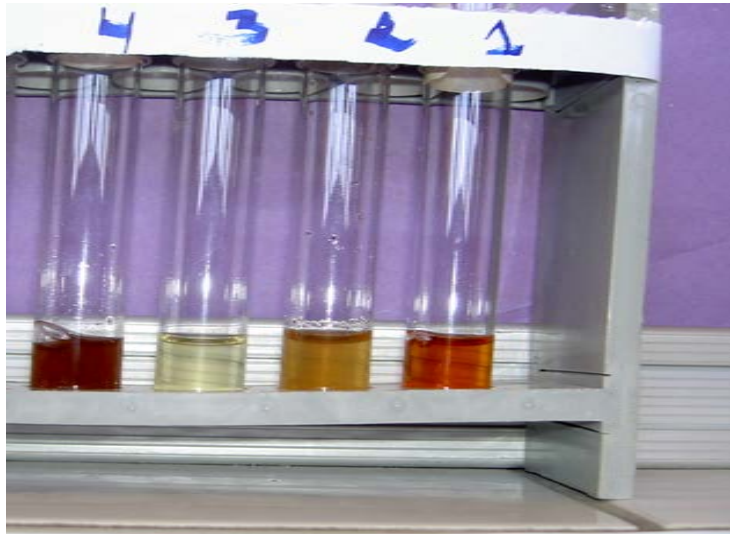
#### 1.1. Secrining chimique

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles de composés existantes dans la plante par les réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques. Les résultats de ce criblage phytochimique sont reportés dans le Tableau 04, Il révèle la présence ou l'absence d'un groupe de métabolites secondaires.

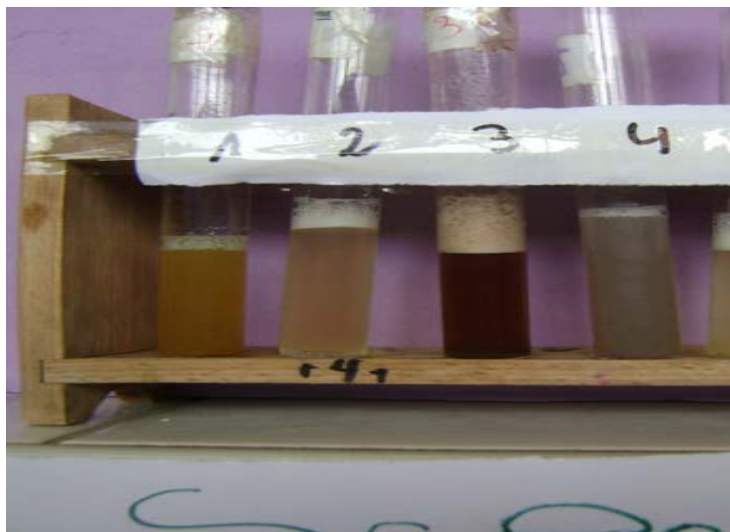
**Tableau 03** : Résultats des tests phytochimiques des quatre plantes

Métabolites secondaire	Remarque	Résultats			
		<i>Artemisia Herba Halba</i>	<i>Haloxylon scoparium,</i>	<i>Peganum Harmala</i>	<i>Zygophyllum Album</i>
Flavonoïdes	Apparition d'une couleur rouge	+	+	++	++
Composés réducteurs	La formation d'un précipité rouge-brique	+	+	-	-
Alcaloïdes	Apparition d'un précipité blanc	+	+	+++	+++
Tanins	Coloration bleu	+	+	+	+
Saponisides	Présence de mousse	+1cm	+1,2cm	+1,2cm	+1,3cm

## Résultats et interprétations



**Fig 23** : détection chimique des anthraquinone



**Fig 24** : détection chimique du saponosides et détection l'indice de mousse

### 1.1.1. Flavonoïdes, Composées réducteurs et Tanins

#### 1.1.1.1. Flavonoïdes

On observe transformation la solution en couleur rouge. Donc, on peut conclure la présence des flavonoïdes dans notre plante.

## **Résultats et interprétations**

---

### **1.1.1.2. Composées réducteurs**

Formation d'une précipitation rouge-brique Signifier que les plantes étudiées contient des composées réducteurs.

### **1.1.1.3. Tanins**

On remarque la transformation de solution à une couleur bleu – verte; Donc on a confirmé la présence de tanin cachectique dans nos plantes.

### **1.1.2. Saponosides**

L'apparition de mousse a 1cm, 1.2cm, 1.2cm et 1.3cm confirme la présence des saponosides dans les quartes plantes

### **1.1.3. Alcaloïdes**

Apparition d'un précipité blanc en quantité importante dans la solution (figure 30); Ceci indique que les plante de l'*Artemisia herba halba et haloxyton scoparium* est riche en alcaloïdes et le *Peganum harmala et Zygophyllum album* très riche en alcaloïdes (tableau 03).

Alors, concernant les quatre plantes étudiées sont constituées de flavonoides, alcaloides, tanin et saponine c'est-à-dire que le *Peganum harmala et Zygophyllum album* plus riches en flavonoides et alcaloides que l'*Artemisia herba halba et haloxyton scoparium*.

## **1.2. Activité antibactérienne**

L'activité antibactérienne des extraits méthanoliques de *Artemisa herba, Haloxyton scoparium, Peganum harmala et Zygophyllum album*), est testée vis-à-vis de deux souches bactériennes via la méthode de diffusion sur disque.

Les résultats révèlent que l'extrait méthanoliques de quatres plantes exercent un effet antibactérien considérable sur les deux souches bactérienne (Figure 27 ; 28 ; 29 ;30 ).

### **1.2.1 Observation microscopique**

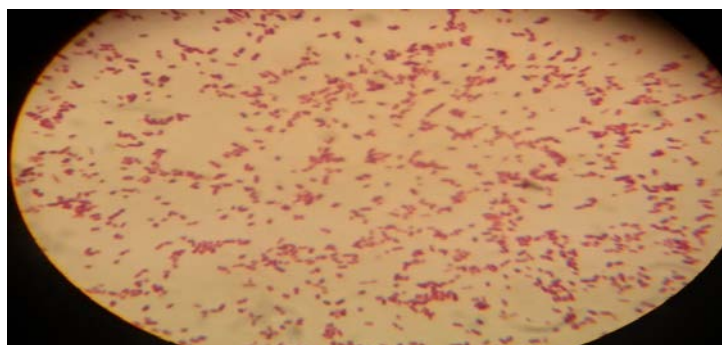
Les résultats obtenus après observation à l'état frais et la coloration différentielle de Gram des souches testées sont démontrés dans le tableau 05.

## Résultats et interprétations

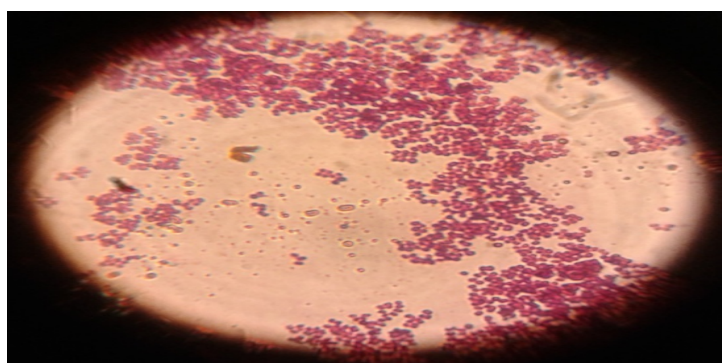
**Tableau 04** : Résultats des examens microscopiques à l'état frais et après coloration de Gram

Observation à l'état frais	Observation après coloration de Gram
1 souche est présentée sous une forme de cocci, immobile, disposée en amas, en diplocoques et en grappe de raisin	des cocci colorés en violet : cocci à Gram positif
L'autre souche est apparue sous forme de bacille, mobile, regroupée en diplobacilles ou en courtes chainettes	des bacilles de couleur rose : bacilles à Gram négatif

### Observation microscopique



**Fig 25** : Observation microscopique d'une entérobactérie *Staphylococcus* après une coloration de Gram ( $\times 100$ ).



## **Résultats et interprétations**

---

**Fig 26** :Observation microscopique de *aureus* après une coloration de Gram ( $\times 100$ ).

### **1.2.2. l'effet des extraits sur les bactéries**

En milieu solide, l'action antibactérienne des extraits méthanoliques testés se traduit par l'apparition ou l'absence d'un halo d'inhibition autour des disques. Le screening des propriétés antibactériennes des deux échantillons des extraits méthanoliques, révèle que ces des extraits possèdent une activité antibactérienne vis-à-vis de l'ensemble des souches testées avec une légère différence de sensibilité entre les bactéries gram+ et gram-.

Les résultats de sensibilité des germes par la méthode de disque, ainsi par la méthode de microdilution sont représentés dans le tableau 06. Suivant le diamètre de la zone d'inhibition exprimé en (mm) autour de chaque disque, la lecture des résultats est faite comme suit (Djabou et al.2013):

- Résistante (-) : diamètre  $\leq 8$ mm
- Modérément sensible (+) : diamètre compris entre 8 et 14mm.
- Sensible (++) : diamètre compris entre 14 et 20mm.
- Extrêmement sensible (+++) : diamètre  $> 20$  mm.

## **Résultats et interprétations**

**Tableau 05** :diamètres d'inhibition des extraits méthanolique des plantes de l'*Artemisia herba alba*, *Hammada scoparia*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum album* sur *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*.

Plante	Zone d'inhibition					
	<i>Staphylococcus aureus</i>			<i>Escherichia coli</i>		
	1ml/mg	0.5ml/mg	0.25ml /mg	1ml/mg	0.5ml/mg	0.25ml /mg
<i>Artemisia Herba alba</i>	30mm	19mm	11mm	25mm	15mm	10mm
<i>Hammada scoparia</i>	18mm	16mm	14mm	18mm	16mm	12mm
<i>Peganum Harmala</i>	25mm	19mm	12mm	18mm	12mm	10mm
<i>Zygophyllum Album</i>	23mm	16mm	10mm	22mm	14mm	08mm

## Résultats et interprétations

- L'effet des extraits de l'*Artemisia herba alba*, *Hammada scoparia*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum Album* sur *S.aureus* .

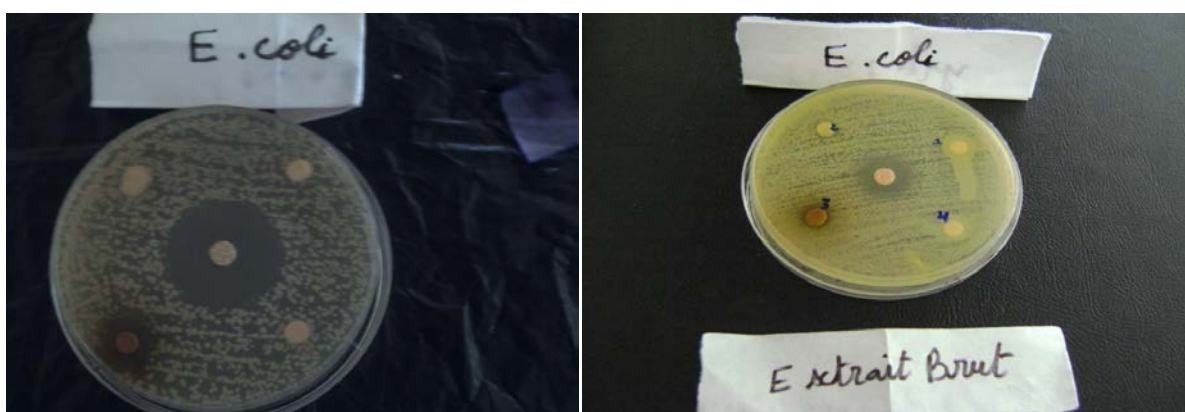
Les résultats sont mentionnés sur les figures suivantes



**Fig 27 :** L'effet des extraits de l'*Artemisia herba alba*, *Hammada scoparia*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum Album* sur *S.aureus*.

- L'effet des extraits de l'*Artemisia herba alba*, *Hammada scoparia*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum Album* sur *E.coli*.

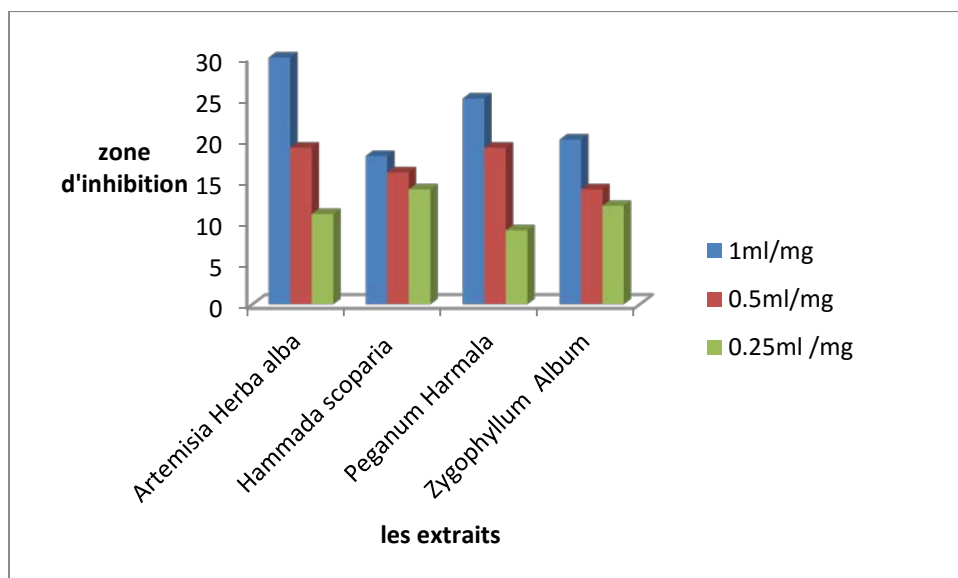
Les résultats sont mentionnés sur les figures suivantes



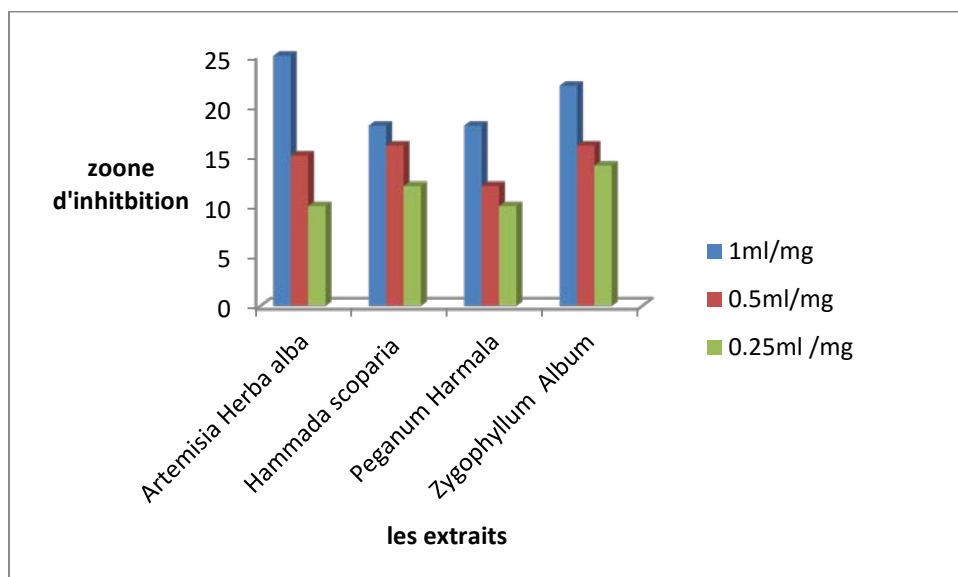
**Fig 28 :** -L'effet des extraits de l'*Artemisia herba alba*, *Hammada scoparia*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum Album* sur *E.coli*

## Résultats et interprétations

1= *l'Artemisia herba alba*; 2= *Hammada scoparia*; 3=*Peganum harmala* ; 4= *Zygophyllum Album*.



**Fig 29** : L'effet des extraits de *l'Artemisia herba alba*, *Hammada scoparia*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum Album* sur *S.aureus*



**Fig 30** : L'effet des extraits de *l'Artemisia herba alba*, *Hammada scoparia*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum Album* sur *E.coli*.

## Résultats et interprétations

---

### Discussion

#### Screening chimique

Le screening phytochimique dans notre étude, nous a permis de mettre en évidence la présence de quelques métabolites secondaires (Tanins, flavonoïdes, alcaloïdes, les composés réducteurs, saponosides) au niveau des tissus végétaux des quatre plantes *Artemisia Herba alba*, *Hammada Scoparia*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum album*. La détection de ces composés chimiques est basée sur des réactions de précipitation, un changement de couleur.

L'examen phytochimique a révélé la présence des alcaloïdes, les saponosides et des flavonoïdes en quantités importantes; Tanins et les composés réducteurs en quantités moins importantes. L'ensemble des groupes chimiques ainsi identifiés, ayant des propriétés pharmacologiques diverses. Ce qui justifie l'utilisation multiple de ces plantes en thérapeutique.

#### Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne des extraits méthanoliques que nous avons obtenus par méthodes (EAM) de *Artemisia Herba alba*, *Hammada Scoparia*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum album* ont été évaluées dans cette étude par la technique de diffusion sur disque (RIOS et RECIO, 2005). Les résultats obtenus dans le présent travail, montrent que l'extrait méthanolique de ces plantes a un effet inhibiteur intéressant sur la croissance de deux souches bactériennes testées. Ces activités observées sont par ailleurs expliquées par les résultats de l'analyse chimique des plantes (tableau 03) qui révèle la présence des composés tels que les alcaloïdes, les tanins, les flavonoïdes dont les propriétés anti-microbiennes ont déjà été démontrées (BOUZID, 2011). Tels que les différentes classes de polyphénols essentiellement les tanins et les flavonoïdes peuvent augmenter la toxicité des extraits envers les micro-organismes. On observe que la zone d'inhibition augmente considérablement avec la concentration des extraits.

Plusieurs paramètres peuvent être à l'origine de la présence ou l'absence de l'activité antimicrobienne.

- La taille de l'inoculum (un inoculum trop dense peut conduire à des résultats faussement négatifs, un inoculum trop faible peut conduire à des résultats faussement positifs)
- la concentration (peut être exagérée dans les disques !);
- le degré de pureté;
- la toxicité elle-même

## **Bibliographie**

### **A**

Ahmed, A.A., Abou El-Ela, M., Jakupovic, J., Seif El-Din, A.A., Sabri, N. *Phytochemistry* (1990), 29, 3661–3663.

Ahmed, A.A., El-Moghazy, S.A., El-Shanawany, M.A., Abdel-Ghani, H.F., Karchesy, J., Sturtz, G., Dalley, K., Pare´, P.W. *J. Nat. Prod.* (2004), 67, 1705–1710.

AIDOUD.A: Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud 3ème cycle, univ, sci, tech, Houari Boumédiène, Alger, 1983.

AIDOUD. A, 1989. Les écosystèmes armoise blanche (*artémisia herba alba* Asso). II: phytomasse et productivité primaire. *Biocénoses*, 1-2: 70-90p.

AL-WAILI N S, 1986. Treatment of diabetes mellitus by *Artemisia herba alba* extract: preliminary study. *Clin Exp Pharmacol physiol.* 1986. JUL; 13(7): 569-73.

Andersen YM and Markham KR. *Flavonoids : chemistry, biochemistry, and applications.* Ed. CRC, Taylor & Francis, Boca Raton, FL, 2006, p. 553-616.

Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart *La phytothérapie Se soigner par les plantes Phyto Pratique* 26-09-2003 14:42 Page 3 © Groupe Eyrolles, 2003.

Awa N.2003. étude de l'activité antidiabétique des extraits acétoniques, méthanoliques et hexaniques de *vernonnia colorata* (willd/ drake) composées chez des rats wistar. Thèse de docteur en pharmacie. Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

### **B**

Badiaga M. 2012. Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* Smith une plante médicinale africaine récoltée au Mali. Thèse de docteur d'université, Mali.

Bandoniene D, Pukalskas A, Venskutonis P.R, et Gruzdiene D. (2000). Preliminary screening of antioxidant activity of some plant extracts in rapeseed oil. *FoodResearch International*

Bellakhdar, J. (1997). *La pharmacopée marocaine traditionnelle: médecine arabe ancienne et savoirs populaires-Saint-Etienne*, Edit. Ibis Press

BENDJILALI. B, RICHARD. H., :Etude de quelques peuplements d'armoise blanche du Maroc. *Artemisia herba alba*, *Rivista Italiana E.P.P.O.S*, LXII, (2)-69-74,1980.

BENDJILALI. B, RICHARD. H; LIDDLE.P: chémotypes d'armoise blanche du Maroc, congrès international de la société italienne de phyto-chimie, 131-151, 1984.

BENGHANOU Mhamed *LA PHYTOTHERAPIE ENTRE LA CONFIANCE ET MEFIANCE*

Berche P, Gaillard J-L, Simonet M. (1989). Bactériologie: bactéries des infections humaines. Médecine-Sciences Flammarion.

BOUDJOUREF M., 2011- Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. Thèse de Magister en Biochimie. Université Ferhat Abbas, Sétif. Algérie. 99 p.

Bourogaa, E., Jarraya, R. M., Nciri, R., Damak, M. & Elfeki, A. (2014). Protective effects of aqueous extract of *Hammada scoparia* against hepatotoxicity induced by ethanol in the rat. *Toxicology And Industrial Health*, 30 (2), 113–22.

BOUTEKJENET. C: Contribution à l'étude chimique d'*artémisia herba alba*, projet de fin d'étude en génie chimique. Ecole nationale polytechnique Alger, 1987.

Bronner W. E. and Beecher G. R. Extraction and measurement of prominent flavonoids in orange and grapefruit juice concentrates. *J. Chromatog. A* 1995; 705: 247-256.

Bruneton J. Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. Ed. Tec & Doc - Lavoisier, Paris, 1993.

Bruneton J. 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition. Edition tec & doc, Paris, pp783-823.

Bruneton J. 2005. Plantes toxiques, végétaux dangereux pour l'homme et les animaux. 3ème édition. Edition tec & doc, Paris, pp 525-537

Burt S.A. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. *International Journal of Food Microbiolog*

## C

CAVALIER Cédric, Dupriez Céline, Huret JeanMarie, Louisar Lauriane, Nebon Daniel, Mence Laura, Montard Carole, Morin Cyril, La phytothérapie parmi les autres moyens thérapeutiques. 2015

CELLES. J. C - Biologie et écologie végétales des régions arides univ de Nice. 1980, 1-20.

Chao, H. C., Najjaa, H., Villareal, M. O., Ksouri, R., Han, J., Neffati, M. & Isoda, H. (2013). *Arthrophytum scoparium* inhibits melanogenesis through the down-regulation of tyrosinase and melanogenic gene expressions in b16 melanoma cells. *Experimental Dermatology*, 22(2), 131-136.

Cristani M, D'Arrigo M, Mandalari G, Castelli F, Sarpietro MG, Micieli D, Venuti V, Bisignano G, Saija A, & Trombetta D. (2007). Interaction of four monoterpenes contained in essential oils with model membranes: implications for their antibacterial activity. *J. Agric. Food Chem*

## D

Darias, V., Bravo, L., Barquín, E., Martí'n-Herrera, D., Fraile, C. J. *Ethnopharmacol.* (1986), 15, 169–193.

Dorman H.J.D, & Deans S.G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*.

Dhingra, V., Rao, K.V., Narasu, L. *Life Sci.* (2000), 66, 279–300.

## E

Eddouks, M., Maghrani, M., Lemhadri, A., Ouahidi, M.-L. & Jouad, H. (2002). Ethnopharmacological survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes mellitus, hypertension and cardiac diseases in the south-east region of Morocco (Tafilalet). *Journal Of Ethnopharmacology*,82(2), 97-103.

El-Massry, K.F., El-Ghorab, A.H., Farouk, A. *Food Chem.* (2002), 79, 331–336.

Euro plus Med.

Eymard S. (2003). Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conversation et de la transformation de chinchard (*Trachurustrachurus*), choix des procédés. Thèse de Doctorat en Génie des procédés (Ecole Doctorale en Génie des Procédés: Spécialité Biochimie. Nante. France.

## F

Fabre R., Truhaut R. 1961. Précis de toxicologie. Tome 2. Société d'édition d'enseignement supérieur, Paris, pp 379-454.

Facchini P.J., St-Pierre B. 2005. Synthesis and trafficking of alkaloid biosynthetic enzymes. *Current Opinion in Plant Biology*, 8:657–666.

FENARDJI. F, KLUR. M, FOURLON.C; FERNANDO.R; 1974, white Artemisia. *RevElev. Med. Vet. Pays. Trop.*; 27(2): 203-6.

Ford Y.Y., Ratcliffe R. G., Robin R. J. 1996. In vivo NMR analysis of tropane alkaloid metabolism in transformed root and de-differentiated cultures of *Datura stramonium*. *Phytochemistry*, Vol. 43, No. 1, pp115-120

Francis Joannès, 2001. Dictionnaire de la civilisation mésopotamienne. Ed Robert Laffont ISBN2-221-09 207-4.

FRIEDMAN. J, YANIZ. Z, DAGNI. A, PALE WITCH. D, 1986. A preliminary classification of the healing potential and medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in the negev desert, Israel. *J. Ethnopharmacol.* Jun; 16 (2-3): 275-87

## **G**

Ghedira K. Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytother.* 2005; 3: 162-169.

GORIS. A: Manuel de botanique, édition Vigot Frères, 1967.

Guerin-Fauble V, et Carret G. (1999). L'antibiogramme, principes, méthodologie, intérêt et limites. Journées Nationales GTV- INRA.

Guignard J. L. 2000. Biochimie végétale. 2ème édition. Edition Dunod, Paris, pp 198-207.

Guignard J. L., Cosson L., Henry M. 1985. Abrégé de phyto-chimie. Masson, Paris, pp 175-191.

GUIGNARD JL., 1996- Biochimie végétale. Ed. Masson, Paris. France. 274 p.

## **H**

Haddouchi F, Lazouni H, Ahammer K.A, Carson C.F. & Riley T.V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology.*

Hagerman A. E. and Butler L. G. The specificity of proanthocyanidin-protein interactions. *J. Biol. Chem.* 1981; 256: 4494-4497.

Harborne J. B. Recent advances in chemical ecology. *Nat Prod Rep* 1997; 14: 83-98.

HURABIELLE. M., MALSOT. M, PARIS. M: Contribution à l'étude chimique de deux huiles d'Artémisia : *Artémisia herba alba* asso et *Artémisia vulgaris* linnaeus; intérêt chimiotaxonomique, rivista italiana E.P.P.OS, LXIII (6), 296- 299,1981.

## **I**

IPNI. The international plant name Index.

## **K**

Khiati M. (1998). Guide des maladies infectieuses et parasitaires. OPU, Alger.

Kim, J.H., Kim, H.-K., Jeon, S.B., Son, K.-H., Kim, E.H., Kang, S.K., Sung, N.D., Kwon, B.-M. *Tetrahedron Lett.* (2002), 43, 6205–6208.

Kim, K.S., Lee, S., Lee, Y.S., Jung, S.H., Park, Y., Shin, K.H., Kim, B.-K. *J. Ethnopharmacol.* (2003), 85, 69–72.

Kone D. 2009. Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes -extraction identification d'alcaloïdes- caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydante. thèse docteur de l'université de Bamako

Krishna D., Chaluvadi M., Raj N. and Sripal R. Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian J. Pharmacol.* 2001; 33: 2-16.

Ksouri, R., Ksouri, W. M., Jallali, I., Debez, A., Magné, C., Hiroko, I. & Abdelly, C. (2012). Medicinal halophytes: potent source of health promoting biomolecules with medical, nutraceutical and food applications. *Critical Reviews In Biotechnology*, 32(4), 289-326.

## L

LARWENCE A., HAMMOUDA F., SALAH A., ABADA S. and OUCHA\_\_ N. Ñ. Valeur alimentaire des marcs de raisin. III. - Rôle des tanins condensés dans la faible valeur nutritive des marcs de raisin chez le mouton : effet d'une addition de polyéthylène glycol 4000. *Ann. Zootech.* 1984; 33: 533-543.

Leclerc H, Gaillard J-L, Simonet M. (1995). *Microbiologie générale, la bactérie et le monde bactérien.* Doin Editeurs, Paris.

LITVAK M.E., MONSON R.K., 1998- Patterns of induced and constitutive monoterpene production in conifer needles in relation to insect herbivory. *Oecologia*. Vol. (114): 531-540.

## M

Madigan MT, Martinko JM, Parker J. (1997). *Brock Biology of Microorganisms.* Prentice Hall International Editions

Madigan M et Martink J. (2007). *Biologie des microorganismes, 11eme édition,* Pearson /éducation, Paris.

Male\_Év D. É. and Kunti\_ç V. Investigation of metal--flavonoid chelates and the determination of flavonoids via metal--flavonoid complexing reactions. *J. Serb. Chem. Soc.* 2007; 72: 921-939.

Malecky M. (2007). *Métabolisme des terpénoides chez les caprins.* Thèse de Doctorat de l'institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement. Agro. Paris, Tech.

Mann C.M, & Markham J.L. (1998). A new method for determining the minimum inhibitory concentration of essential oils. *Journal of Applied Microbiology.*

MAYER A.M., 2004- Resistance to herbivores and fungal pathogens: Variations on a common theme? A review comparing the effect of secondary metabolites, induced and constitutive, on herbivores and fungal pathogens. *Isrel Journal Of Plant Sciences* . Vol. (52): 279-292.

Mejlholm O, & Dalgaard P. (2002). Antimicrobial effect of essential oils on seafood spoilage microorganism *Photobacterium phosphoreum* liquid media and fish products. *Letters in Applied Microbiology.*

Merghem R. 2009. Elément de biochimie végétale, 1ère édition. Edition Bahaeddine, pp 149-158.

Mezghani-Jarraya, R., Hammami, H., Ayadi, A. & Damak, M. (2009). Molluscicidal activity of Hammada scoparia (Pomel) Iljin leaf extracts and the principal alkaloids isolated from them against Galba truncatula. Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz, 104(7),1035-1038.

## O

OZENDA.P : Flore du Sahara, 2ème éd CNRS, (France), 441pp,1985.

## N

NABLI. MA. 1989. Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes. Tome 1. Ed MAB (faculté des sciences de Tunis) : 186-188 p.

NEWMAN D.J., CRAGG G.M., 2012 – Natural Products As Sources of New Drugs over the 30 Years from 1981 to 2010. J. Nat. Prod. Vol. (75): 311-335.

Nijveldt R. J., van Nood E., van Hoorn D. E., Boelens P. G., van Norren K. and van Leeuwen P. A. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. American J. Clinic. Nutr. 2001; 74: 418-425.

## P

Pathak, V. P. and Khanna, R. N. phytochemistry, (1987), 26, 2103.

Paris M., Hurabielle M. 1981. Abrégé de matière médicale (pharmacognosie). Tome 1. Masson, Paris, pp256-284

PEEKING A., PICAND B., HACENE K., LOKIEC F., GUERIN P., 1987- Oligimères procyanidoliques (Endotélon) et système lymphatique. Artères et Veines. Publications médicales AGCF. Vol. (6): 512-513.

Pibiri M.C. (2005). Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huile essentielle. Thèse de Doctoral. Polytechniques Fédérale de Lausanne.

POTTIER. G, 1981. Artémisia herba alba Flore de Tunisie: angiospermesdicotylédones gamopétales, 1012p.

POUGET. M. Les relations sol-végétation dans les steppes. Trav. Doct. De orstom, 19890, 556p.

POURRAT.Y: Propriétés éco-physiologiques associées à l'adaptation d'artémisia herba alba, plante d'intérêt pastoral au milieu désertique, thèse du 3ème cycle à l'université de Paris, 1974.

## Q

QUENZEL. P., Santa S. -Nouvelles flores d'Algérie et des régions désertiques méridionales .  
Tome II. Ed. CNRS Paris 1963, 1170p

## R

Ray S. D., Wong V., Rinkovsky A., Bagchi M., Raje R. R. and Bagchi D. Unique organoprotective properties of a novel IH636 grape seed proanthocyanidin extract on cadmium chloride-induced nephrotoxicity, dimethylnitrosamine (DMN)-induced splenotoxicity and mocap-induced neurotoxicity in mice. *Res. Commun. Mol. Pathol. Pharmacol.* 2000; 107: 105-128.

Remsey C., Manach C., Texier O. and Regeat F. Intérêt nutritionnel des flavonoïdes. *Med. Nutr.* 1996; 32: 17-27.

Robert-Demuet S. (1995). Méthodes de dilutions. In *Antibiotiques et antibiogrammes*, Montréal-Canada

## S

2 Sadok Gahbiche

4 Sara Mohammedi N°18 - Mai 2013 Santé-MAG

Sarni-Manchado P and Cheynier V. Les polyphénols en agroalimentaire. Ed. Tec & Doc, Paris, 2006, p. 2-10.

6- SEGAL .R, FEURSTEIN. I, DANIN. A: chemotypes of artemisia herba albain Israel based on their sesquiterpene lactone and essential oil constitution, *Biochemical systematics and Ecology*, 15,(4), 411-416, 1987.

Seigler DS. *Plant secondary metabolism*. Ed. Kluwer Academic, Boston, 1998, p. 193-205.

Subramanian S., Stacey G. and Yu O. Distinct, crucial roles of flavonoids during legume nodulation. *Trends Plant Sci.* 2007; 12: 282-285.

## T

Tan, R.X., Zheng, W.F., Tang, H.Q. *Planta Med.* (1998), 64, 295–302.

Tassou C.C, Drosinos E.H, & Nychas G.J.E. (1995). Effects of essential oil from mint (*Menthapiperita*) on *Salmonelle Enteritidis* and *Listeria monocytogenes* in model food systems at 4 and 10°C. *Journal of Applied Bacteriology*.

Tohge T., Matsui K., Ohme-Takagi M., Yamazaki M. and Saito K. Enhanced radical scavenging activity of genetically modified *Arabidopsis* seeds. *Biotechnol. Lett.* 2005; 27: 297-303.

## V

VACHERON Sophie La phytothérapie Dans la prise en charge Des Troubles Veineux A l'Officine 2011.

VERPOORTE R., ALFERMANN A.W., 2000- Metabolic Engineering of Plant Secondary Metabolism. Ed. Kluwer Academic, Dordrecht. Netherlands. 286 p.

## W

Walle T. Absorption and metabolism of flavonoids. Free Radical Biol. Med. 2004; 36: 829-837.

## Z

Zenk H., Juenger M. 2007. Evolution and current status of the phytochemistry of nitrogenous compounds. Phytochemistry 68; 2757-2772.

Zhiri A. (2006). Les huiles essentielles un pouvoir antimicrobien avéré. Nutra News. Science, Nutrition, Prévention et santé. Edité par la Fondation pour le libre choix.

## Conclusion

---

Les plantes médicinales et aromatiques sont utilisées depuis longtemps comme remèdes des maladies humaines puisqu'elles contiennent des composants chimiques de valeur thérapeutique. Selon l'OMS, plus de 80% de la population mondiale dépendent encore de la médecine traditionnelle pour prendre soin de leur santé. En Algérie, nombreuses sont les plantes décrites pour leurs vertus médicinales, c'est en cela que nous nous sommes intéressés à étudier ces deux plantes du sud algérien dont le but est de valoriser davantage les ressources naturelle.

Notre travail a porté sur l'étude phytochimique et l'activité biologiques (anti bactérienne) des extraits méthanoliques bruts préparés par méthode d'extraction (macération) de quatre espèces médicinales *Artemisia herba alba*, *Hammada scoparia*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum album* sont utilisées dans la pharmacopée traditionnelle, pour le traitement de plusieurs maladies.

Le screening phytochimique a montré la présence des alcaloïdes, des flavonoïdes, des tanins, des Saponosides et des composés réducteurs. La présence des composants précédents due à leur rôle important dans la plante, dont ils sont des produits considérés comme métabolites secondaires pour assurer un mécanisme de défense aux agressions provoquant des maladies chez les végétaux.

L'activité antimicrobienne a été déterminée sur deux souches bactériennes, selon la méthode sur diffusion de disque, les deux souche étudiées présentent une sensibilité vis-à-vis a l'extraits de la plante, avec un maximum d'inhibition sur *Staphylococcus aureus*(zone d'inhibition de 30mm) et un minimum d'inhibition sur *Escherichia coli*(zone d'inhibitions de 08 mm), les résultats indiquent que les deux extraits possèdent une activité antimicrobienne intéressante sur les souches testées.

À partir de ces résultats, on peut conclure que l'étude de l'activité biologique des extraits méthanoliques de *l'artemisia herba alba*, *Hammada scoparia*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum album* Suggèrent que, ces plantes représentent une source naturelle et prometteuse de molécules chimiques qui possède des activités biologiques très importantes.

Ces caractéristiques importantes font de ces quatre plantes un patrimoine à préserver et à valoriser. Les résultats obtenus in vitro ne constituent qu'une première étape dans la recherche de substances d'origine naturelle biologiquement active. Donc Ce travail nécessite d'être

## Conclusion

---

poursuivi par une étude *in vivo*, pour obtenir une vue plus approfondie sur l'activité antimicrobienne de ces quatre plantes, car le problème de la résistance bactérienne se pose de plus en plus ainsi que les effets négatifs sur la santé humaine des additifs de synthèse.

## Résumé

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'étude du patrimoine botanique surtout les plantes médicinales saharienne dont une grande partie reste encore vierge et nécessite des études approfondis. Notre objectif sera alentour l'étude phytochimique et l'activité biologique Antibactérienne de *l'Artemisia herba alba*, *Hammada scoparia*, *Zygophyllum album* et *Peganum harmala*. Le screening chimique a mis en évidence la présence de flavonoïdes, d'alcaloïdes, tanins, saponosides et les sucres réducteurs dans les quatre plantes étudiées. Les extraits méthanoïques bruts ont été obtenus par une méthode d'extraction : macération (EM) En parallèle, l'activité antimicrobienne a été déterminée sur deux souches bactériennes : *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*, les résultats obtenus montrent que les deux souches testés possèdent une intéressante sensibilité avec différents concentrations de nos extraits (Zones d'inhibitions de 25 à 08 mm pour *Escherichia coli* ; de 30mm à 10mm pour *Staphylococcus aureus*).

Mots clés : phytochimique, *Artemisia herba alaba*, *Hammada scoparia*, *Zygophyllum album*, *Peganum harmala*, screening chimique, EM (Extrait de Macération), Activité antibactérienne.

## Abstract

This work is inscribed in the cadre the matronal of study botanical is to investigate saharian plants used tremendously in our folk medicines, whose In spite of the numerous studies so far carried out on the considered plant.the aims of this work is study phytochemicals and biological activities antibacterial of *Artemisia herba alaba*, *Hammada scoparia*, *Zygophyllum album*, *Peganum harmala*.

The phytochemical screening contains the flavonoids, alkaloids, tannins, saponosides, and reducing compounds. The crude extracts methanolic were obtained by maceration (EM).

Antibacterial activity assay toward two bacterial strains *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The results revealed that two bacterial strains an interessante sensitivity in different concentrations of ours extracts (with inhibition zones variable at 25mm from08 mm for *Escherichia coli*; between 30mm and 10 mm for *Staphylococcus aureus*).

Key words: Phytochemical, Chemical screening, *Artemisia herba alaba*, *Hammada scoparia*, *Zygophyllum album*, *Peganum harmala*, EM (Maceration extract), antibacterial activity.

## ملخص

ينصب هذا العمل في إطار دراسة الموروث النباتي الوطني خاصة النباتات الطبية الصحراوية، و التي لا يزال قسم كبير منها يتطلب دراسة معمقة حيث كان الهدف من بحثنا في هذه الدراسة ألفتوكيميائية والفعالية البيولوجية ضد البكتيريا للنباتات الصحراوية الرمث، الشيح، الحرمل، العقاية .

أظهر الكشف الكيميائي عن وجود كل من الفلافونويدات ، القلويدات ، التانينات ، الصابونوزيدات و المركبات الرجعية أما المستخلص الخام للنباتات تم تحضيره بطريقة النقع بواسطة الميثانول .

تم إختبار النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات مع سلالتين بكتيريتين حيث بينت النتائج أن السلالتين أبدتا حساسية مهمة مع مختلف تراكيز المستخلصات (الأقطار التثبيطية متغيرة ما بين 25 مم و 08 مم مع *E.colis* و ما بين 30مم و 10مم مع *Staphylococcus Aureus*

الكلمات المفتاحية: الكشف الكيميائي، الرمث، الشيح، الحرمل، العقاية ، الفيتوكيميائية ، النشاطية المضادة للبكتيريا