

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre  
et de l'Univers

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme d'Etudes Supérieures en Biologie  
Option : Microbiologie

**THEME**

**Contribution à l'étude de l'activité  
antimicrobienne de l'extrait foliaire brut  
de *Salvadora persica* Lindl**

Présenté par :

M<sup>elle</sup> AISSAOUI Khadidja  
M<sup>elle</sup> MAAMRI Malika

Encadré par

Promoteur M<sup>r</sup> Ould Elhadj M. D

Pr Univ. de Ouargla

Co-promoteur M<sup>elle</sup> Boughaba Latifa

DES Univ. de Ouargla

Année universitaire 2008/2009

قال رسول الله صلى الله عليه و سلم

«لولا أن أشق على أمتي لأمرتهم بالسواك عند كل صلاة»

رواه البخاري و مسلم في صحيحهما.

## *Dedicaces*

*Par cet humble travail, je dédicace mes sincères intentions de fraternité et d'amitié à :*

*Mon cher père regretté, dont je n'ai pu jusqu'à présent oublier ses recommandations et son soutien de façon à ce que je mène une vie plein de bonheur :*

*Ma mère, avec son minimum de conditions matérielles et le maximum d'amour, est arrivée à me donner tout le bonheur de vie et de savoir de se comporter dans la vie :*

*Mes exemples dans la vie : Omalkhir, et Ibrahim, qui ils m'encouragent toujours, et m'ont donné l'espoir de vie.*

*Mes étoiles qui éclairent ma venir : ma sœur Soumia et mes frères Rachid, Bobaker et Abdelkader suit par leurs épouses et leurs enfants.*

*Mes plus belles fleurs Souad et Nadia pour leur encouragement.*

*Mon Jumeau Dalell. Je souhaite à ce que notre union se continue à l'infini.*

*Ma grande famille : Aissaoui ; Mezouar ; Boudia ; Soumaa ; Cherfi ; Djoudi ; Dehou.*

*Je le dédie aussi à mes très chère amies : Ascoum ; Smsm ; Hind ; Fatma ; Hiba.*

*A mes camarades de la promotion de biologie surtout : Hania ; Asma ; Mesaouda ; Kelthoum ; Meriam ; Omalkhir ; Manal ; Nacera ; Khadidja ; Sara.....*

*N'oublier pas de dédier à mon ami Maamri Malika et sa famille.*

*Khadidja*



## *Dédicaces*

**Je dédier ce travail à tous ceux qui ont sacrifié leur noble existence pour bâtir la mienne, qui par leurs précieux conseils et soutien ont me su guider vers la réussite:**

**A mes très chers parents, nous demandons à Dieu de les protéger et les réserver une longue vie ;**

**A mes chers frères et soeurs *Nabil Abdessattar, Mofida, Hadja Halima, Mordia et fouzia ;***

**A ma mère *Khaira Bazin***

**A toute ma famille ;**

**A l'ensemble des professeurs qui m'ont suivi durant toutes ses années d'étude ;**

**A ma collègue : *Khadidja ;***

**A mes amis surtout: *Asmaa-L, Asmaa-G, Siham, Kalthoum, Messouda, omelkheir, Mariem, Amina et Amal ;***

**A tous ceux qui ont participé pour terminer ce travail.**

*Malika*

## ***Remerciement***

**Avant tout nous remercions ALLAH le tout puissant pour la force et la patience pour atteindre notre objectif,**

**Ce travail a été effectué au laboratoire de protection des écosystèmes en zone aride et semi-arides de l'université du Ouargla sous la direction de Monsieur Ould Elhadj M D professeur à l'université de Ouargla, nous tenons à le remercier tout particulièrement pour nous avoir dirigé tout au long de ce travail ;**

**Nous tentons également remercier notre co-promotrice M<sup>lle</sup> Boughaba Latifa pour son soutien ses orientations et ses conseils ;**

**Nous remercions très vivement Mr Elaiche pour nous avoir accueillis dans le laboratoire pédagogique ;**

**Nos vifs remerciements vont également aux personnels du laboratoire de protection des écosystèmes en particulier à M<sup>lle</sup> Sayah Z., Mr Saadeddine A., Mr Kamassi A., M<sup>me</sup> Saida et Mr Slimani N. ;**

**En fin, nous tentons à exprimer notre reconnaissance et nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.**

**✎ M<sup>elle</sup>: AISSAOUI Khadidja**

**✎ M<sup>elle</sup> : MAAMRI Malika**

# LISTE DES FIGURES

Numéros	Titre	Page
1	<i>Salvadora persica</i>	5
2	Feuilles de <i>Salvadora persica</i>	5
3	Rameaux de <i>Salvadora persica</i>	5
4	Touffe de <i>Salvadora persica</i>	5
5	Fruit de <i>Salvadora persica</i>	5
6	Les structures chimiques d'éléments terponiques identiques	11
7	Structure chimique de benzylisothiocyanate	12
8	Structure de quercétine	12
9	Structure de rutine	12
10	Structure de base des flavonoïde	20
11	squelette de base et les principales classes de flavonoïde	20
12	extraction des huiles essentielles de <i>S. persica</i> par hydrodistillation	30
13	Différents étapes d'extraction des huiles essentielles de <i>Salvadora persica</i> L	31
14	Extraction par macération	32
15	Evaporation sous vide par rotor vapeur	32
16	Différents étapes d'extraction par macération	32
17	Extraction de l'extrait brut de <i>S. persica</i> par soxhlet (VELP)	33
18	Effet des extraits de <i>S. persica</i> sur les différentes souches bactériennes	38
19	Aromatogramme de <i>Staphylococcus aureus</i> des extraits de <i>Salvadora persica</i>	39
20	Aromatogramme de <i>Escherichia coli</i> des extraits de <i>Salvadora persica</i>	39
21	Aromatogramme de <i>Candida albicans</i> des extraits de <i>Salvadora persica</i>	39
22	Aromatogramme de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> des extraits de <i>Salvadora persica</i>	39

# ***LISTE DES TABLEAUX***

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Distribution du flavonoïde	21
<b>2</b>	Différents micro-organismes utilisés	29
<b>3</b>	Résultats des rendements des extraits bruts de <i>Salvadora persica</i>	36
<b>4</b>	Etude de l'activité inhibitrice des extraits de <i>S. persica</i>	37

# Table de matières

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Première partie: Synthèse bibliographique</b>	
<b>Chapitre I: Description de la plante</b>	
I-1- Historique.....	3
I-2- Systématique.....	3
I-3- Répartition géographique.....	3
I-4- Caractères botanique.....	6
I-5- Plantation de <i>Salvadora persica</i> .....	6
I-6- Usage de <i>Salvadora persica</i> .....	7
I-6-1- Importance médicinale.....	7
I-6-2- Utilisation contre les bactéries.....	7
I-6-3- Utilisation contre les insectes.....	8
I-6-4- Autres utilisations.....	8
I-7- Utilisation à travers le monde .....	9
I-8- Mode d'emploi.....	9
I-9- Composition chimique de <i>Salvadora persica</i> .....	9
I-10- Quelques métabolites secondaires d'intérêt isolé de l'espèce <i>Salvadora persica</i> .....	11
<b>Chapitre II: Généralités sur quelques principes actifs</b>	
II-1- Alcaloïdes.....	13
II-1-1- Définition.....	13
II-1-2- Répartition et localisation.....	13
II-1-3- Propriétés physico-chimiques.....	14
II-1-4- Extraction des Alcaloïdes.....	14
II-1-5- Propriétés thérapeutique .....	15
II-2- Huiles essentielles .....	15
II-2-1- Définition.....	15
II-2-2- Répartition et localisation.....	16
II-2-3- Propriétés et caractéristiques des huiles essentielles.....	16
II-2-4- Composition chimique.....	17
II-2-5- Procèdes d'obtention des huiles essentielles.....	18
II-2-6- Propriétés thérapeutiques .....	18
II-3- Composés phénoliques.....	19
II-3-1- Flavonoïdes.....	19
II-3-1- Chimie des flavonoïdes.....	19
II-3-2- Distribution et localisation.....	21
II-3-3- Propriétés physico-chimiques.....	22
II-3-4- Extraction et purification.....	22
II-3-5- Utilisation thérapeutique.....	22



<b>Chapitre III: Aperçu sur quelques groupes de micro-organismes</b>	
III-1- Bacille Gram négatif.....	23
III-1-1- <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	23
III-1-2- <i>Escherichia coli</i> .....	24
III-2- Cocci Gram positif.....	26
III-2-1- <i>Staphylococcus aureus</i> .....	26
III-3- Levure.....	27
III-3-1- <i>Candida albicans</i> .....	27
<b>Deuxième partie: Expérimentation</b>	
<b>Chapitre I: Matériels et méthodes</b>	
I-1- Matériel utilisés.....	29
I-1-1- Matériel biologique.....	29
I-2- Méthodes. ....	29
I-2-1- Méthodes d'extraction.....	29
I-2-1-1- Hydrodistillation .....	30
I-2-1-2- Macération à acétone.....	31
I-2-1-3- Extraction au soxhlet.....	33
I-3- Etude qualitative de l'effet antimicrobien de l'extrait brut par la méthode de diffusion sur milieu solide.....	34
I-3-1- Principe.....	34
I-3-2- Suivi de l'activité des extraits.....	34
<b>Chapitre II: Résultats et discussion</b>	
II-1- Résultats.....	36
II-1-1- Calcul du rendement.....	36
II-1-2 – Etude de l'effet inhibiteur d'extraits brut de <i>Salvadora persica</i> .....	36
II-2- Discussion.....	40
Conclusion.....	42
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>43</b>

## Résumé

La présente étude est une contribution à la valorisation d'une plante spontanée à caractère médicinal. Il s'agit de *Salvadora persica*. L'extrait foliaire acétonique par macération et les huiles essentielles obtenus par hydrodistillation ont servi à l'étude l'activité antimicrobienne. Le rendement d'extraction des huiles essentielles n'excèdent pas pour toutes les parties de la plante 0,05%. La présence des alcaloïdes dans les différentes parties de la plante dont les racines, les tiges et les feuilles, elle est notée dans les différentes parties de cette plante la présence d'alcaloïdes. Les résultats laissent apparaître l'effet significatif de l'extrait de tige à acétone avec un maximum d'inhibition sur les souches *P. aeruginosa* (ZI: 13,5mm) et *S. aureus* (ZI=13,33) par contre, elle est très faible pour *E. Coli* et *C. albicans* (ZI: 5,6). Les huiles possèdent une large action sur les bactéries avec des zones inhibitrices comprises entre 8,33 et 10 mm. L'extrait des feuilles à acétone est active sur le *Candida albicans* et *Pseudomonas aeruginosa* et très faible pour l'*Escherichia coli* et presque nulle sur les *Staphylococcus aureus*. L'extrait des racines à acétone et les feuilles à éthanol ont une faibles activité; à l'exception d'*E. coli* (ZI: 11,66 mm) pour Fe et *C. albicans* (ZI:10,33mm) pour Ra. Cette activité est due aux composés terpéniques d'huile (1,8-cinéole,  $\alpha$ - caryophellene,  $\beta$ -pinène, et 9-épi-(E)-caryophellene) signalés dans la littérature.

**Mots clés :** *Salvadora persica*, extrait foliaire, huiles essentielles, micro-organisme, activité antimicrobienne.

## Abstract

This study is a contribution to the reconvert of a plant with a spontaneous healing. This is *Salvadora persica*. The acetone leaf extract by maceration and essential oils obtained by hidrodistillation were used to study the antimicrobial activity. The yield of extraction of essential oils do not exceed for all parts of the plant's 0.05%. The presence of alkaloids in different parts of the plant whose roots, stems and leaves, it is noted in different parts of this plant the presence of alkaloids. The results show the significant effect of the extract of stem acetone with maximum inhibition on strains *P. aeruginosa* (ZI: 13.5 mm) and *S. aureus* (zI = 13.33) by against, it is very low for *E. coli* and *C. albicans* (ZI: 5.6). The oils have a large action on bacteria with inhibitory zones between 8.33 and 10 mm. The extract of the leaves in acetone is active on the albicaus *Candida albicans* and *Pseudomonas aeruginosa* and very low for *Escherichia coli* and almost zero on *Staphylococcus aureus*. The extract of roots in acetone and ethanol to the leaves have a low activity, with the exception of *E. coli* (ZI: 11.66 mm) for Fe and *C. albicans* (ZI: 10.33 mm) for Ra. This activity is due to oil terpene compounds (1, 8-cineole,  $\alpha$ -caryophellene,  $\beta$ -pinene and 9-epi-(E)-caryophellene) reported in the literature.

**Keywords:** *Salvadora persica*, leaf extract, essential oils, micro-organism, antimicrobial activity.

## الملخص

أجري هذا البحث للمساهمة في إبراز أهمية أحد النباتات الطبية و هي شجرة *Salvadora persica* ، المستخلص الخام بالأسيتون ، و الزيوت الطيارة الناتجة عن طريق التقطير بالماء . استعملنا في الدراسة النشاط الضد الجرثومي . ان مردود مستخلص الزيوت الطيارة المستخرج من أوراق النبتة 0.05% ، و قد سجل تواجد القلويات في كل من الجذور و الأوراق و السيقان . النتائج قد أظهرت أن لمستخلص السيقان بالأسيتون له فعالية معتبرة على كل من، (13.5م) و *Staphylococcus aureus* ب (13.33م) ، بالمقابل لم يكن له تأثير قوي على *Escherichia coli* و *Candida albicans* ب (5.6) ، الزيوت لها تأثير واسع على البكتيريا مع تسجيل لأقطار الحلقات الكابحة بين 8.33 و 10م . مستخلص الأوراق بالأسيتون فعال على كل من *Candida albicans* و *Pseudomonas aeruginosa* تأثير ضعيف جدا على *Escherichia coli* و يكاد ينعدم عن *Staphylococcus aureus* د أما مستخلص الجذور بالأسيتون و الأوراق بالايثانول لهما تأثير ضعيف باستثناء *Escherichia coli* (11.6م) بالنسبة للأوراق بالايثانول و *Candida albicans* ب (10.33) بالنسبة للجذور . هذه الفعالية راجعة الى المكونات البترولية للزيت (1,8-cinéole,  $\alpha$ - caryophellene,  $\beta$ -pinène, et 9-épi-(E)-caryophellene) المذكورة في الجزء النظري.

**الكلمات المفتاحية :** *Salvadora persica* , المستخلص الخام، الزيوت الطيارة، الكائنات المجهرية، النشاط الضد الجرثومي.

# INTRODUCTION

## **Introduction**

Au travers des âges, l'homme a pu compter sur la nature pour subvenir à ses besoins de base: nourriture, abris, vêtements et également pour ses besoins médicaux. L'utilisation thérapeutique des extraordinaires vertus des plantes pour le traitement de toutes les maladies de l'homme est très ancienne et évolue avec l'histoire de l'humanité. Bien qu'une partie du XX<sup>ème</sup> siècle ait été consacrée à la mise au point de molécules de synthèse, la recherche de nouveaux agents pharmacologiques actifs via le screening de sources naturelles a résulté dans la découverte d'un grand nombre de médicaments utiles qui commencent à jouer un rôle majeur dans le traitement de nombreuses maladies humaines (Gurib-Fakim, 2006).

Dans le monde, 80% des populations ont recours à des plantes médicinales pour se soigner, par manque d'accès aux médicaments prescrits par la médecine moderne mais aussi parce que ces plantes ont souvent une réelle efficacité. De nos jours, le savoir des tradipraticiens est de moins transmis et tend à disparaître. C'est pour cela que l'ethnobotanique et l'ethnopharmacologie s'emploient à recenser, partout dans le monde, des plantes réputées actives, et donc il appartient à la recherche moderne de préciser les propriétés et valider les usages (Lhuillier, 2007).

La projection d'extraits de plantes est pour l'activité antimicrobienne a montré que les plantes représentent une source potentielle de nouveaux agents anti-infection (Al-Bayati, 2007). Face à ce constat, il est jugé utile de contribuer à l'étude de l'activité antimicrobienne de l'extrait de *Salvadora persica*.

La présente étude porte sur l'extraction des extraits foliaires bruts, les huiles essentielles, et une contribution à la mise en évidence de leur activité microbiologique.

Le mémoire se structure en deux parties. La première se repartit en trois chapitres. Le premier est consacré à une étude bibliographique sur la plante. Le deuxième chapitre traite quelques principes actifs. Le dernier est consacré à la présentation des micro-organismes. Le premier chapitre de la deuxième partie illustre les matériels et les méthodes utilisés dans les différentes manipulations. Il est abordé les conditions opératoires employées à l'échelle de laboratoire avec une présentation des techniques d'extraction. Il

est traité enfin des protocoles utilisés aux cours des tests microbiologiques. Le deuxième chapitre est consacré aux résultats obtenus accompagnés d'une discussion et ponctués d'une conclusion générale.

# PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE



# Chapitre I

## Description de la plante

## I.1. Historique

La *salvadora persica* (Miswak ou Arak) existe depuis les temps anciens. Elle est utilisée par les Babyloniens, il y a quelques 7000 ans, par la suite son usage s'est rependu chez les Grecs et les Romains, les Egyptiens et les Islamistes. Aujourd'hui, se retrouve encore le miswak en Afrique, en Amérique du sud, en Asie, au Moyen-Orient, notamment en Arabie Saoudite et partout dans les pays musulmans (Khalid et al, 2002).

## I.2. Systématique

Le nom scientifique est *Salvadora persica* (Lindl). Elle est connue sous plusieurs noms vernaculaires: nom arabe: arak, siwak; nom Anglais: toothbrush tree ; nom français: arbreacure-dents ; nom indien: jhak.

**Embranchement** : Spermatophyta

**Sous embranchement** : Angiospermae

**Classe** : Monocotyledoneae

**Famille** : Salvadoraceae

**Genre** : *Salvadora*

**Espèce** : *Salvadora persica* (Ozenda, 1983)

- *Salvadora cyclophylla* (Chiov);
- *Salvadora indica* (Wight);
- *Salvadora wightiana* (Planch);

## I.3. Répartition géographique

*Salvadora persica* se trouve surtout sur les roches un peu humides et les berges des ravins (Ozenda, 1983). C'est une espèce soudano-déccanienne. Elle se trouve dans tout le Sahara central: Hoggar et Tibesti, en Arabie, en Iran et en Inde, se rencontre en Mauritanie dans toute la vallée du fleuve où elle parsème le paysage de tâches de verdure pendant la période de sécheresse (Abdellahi, 2001). Dans la région de Tamanghasset, *Salvadora*

*persica* se retrouve dans les ravins des montagnes, lits sablonneux, limoneux des oueds; dans l'étage tropical ; Mouyddir: gorges d'Arak, 700m, n°785; Ahnet: oued Talohaq (chaude eau), Hoggar: oued silet; sud de Tamanghasset, oued tit, oued Ighighi (chaude eau); oued Terroumout, 1500-1600m, n°787 ; Tassili-n-Ajjer: oued Issadilen (Dr Rone) oued Miheroi, oued Irerer (Bary), Afara -n-ouecheran (Duveyrier); oued Tidjoudjelt (Guiard) (Renie, 1933).



**Fig. 1:** *Salvadora persica*



**Fig. 2 :** Feuilles de *S. persica*



**Fig. 3 :** Rameaux de *S. persica*



**Fig. 4 :** Touffes de *S. persica*



**Fig. 5 :** Fruits de *S. persica*

([www.sahara-nature.com](http://www.sahara-nature.com))

#### I.4. Caractéristiques botaniques

Arbuste ou petit arbre à feuilles opposées, à inflorescences en longues grappes plus ou moins rameuses; fleurs tétramère, à calice cupuliforme, à pétales courts vert jaunâtre, à étamines altérant avec des staminodes en forme de courtes dents; drupe ovoïde à endocarpe, crustacé et à une seule graine (Ozenda, 1983). Arbuste plus ou moins sarmenteux ou petit arbre à fût mal conformé, à cime étalée et assez dense, de 4-5(-9) m de haut. Ecorce lisse à peu rugueuse puit plus ou moins écailleuse, blanc verdâtre devenant gris clair, à tranche jaunâtre à rose pâle. Les rameux sont glabres, portant des cicatrices entre les feuilles, gris verdâtre, striés dans la longueur (fig. 3). Les feuilles sont opposées, presque charnues ; glabres, vert glauque, ovales lancéolées à elliptiques, de (3-12x1, 5-7) cm à sommet, acuminées ou obtus, parfois mucron, à base aigue ou arrondie (fig. 2). La nervation est pennée, irrégulière, peu saillante sur les deux faces, à (6-8) paires de nervures secondaires devenant plus ou moins parallèles au bord du limbe. Le fruit est une baie globuleuse, glabre, portant le reste de stylet au sommet et le calice persistant à la base d'environ 6mm de diamètre, rouge à maturité (fig. 5) (Arbonnier, 2002).

La *Salvadora persica* se présente en gros buissons touffus tranchant sur le reste de la végétation par sa belle couleur d'un vert tendre. Il est sarmenteux, enchevêtrant ses branches dans un fouillis inextricable. L'écorce a une tonalité blanche et ses feuilles sont toutes glabres ; les feuilles sont vert clair et deviennent plus foncées en vieillissant, ce qui en fait distinguer deux formes par les habitants (Carvalho et Gillet, 1960).

#### I.5. Plantation de *Salvadora persica*

Les graines de *S. persica* peuvent être semées dans le mois de juin-juillet immédiatement après la collecte et de séchage à l'ombre. Les graines de *S. persica* peuvent germer pendant la saison des pluies et la croissance sans effet négatif de la salinité au cours de la période post mousson (Ramoliya et Pandey, 2002). Dans les régions arides où les pluies de mousson disponible peuvent mouiller le sol de surface, *Salvadora persica* peut utiliser cette eau pour l'extension et la prolifération des racines dans les couches les plus profondes du sol pour parvenir à l'établissement de la saison des pluies (Kasera et Prakash, 2003). *Salvadora persica* est également l'une des espèces les plus appropriées pour la remise en état du gypse des surfaces minées (Rao et Tarafdar, 1998).

## I.6. Usages de *Salvadora persica*

### I.6.1. Importance médicinale

La *salvadora persica* est utilisé dans différents traitements de maux. Les branches servent à confectionner des cures dents. Les feuilles bouillies dans du leben (lait aigri) et additionnées de poivre sont employées pour le traitement des coryzas et des rhumes (Renie, 1933). Elles sont utilisées pour les traitements pour la toux, la bronchite, l'asthme, les flatulences et la dyspepsie. Les racines sont efficaces comme une vermifuges et utilisé contre la fièvre, les céphalées, le rhumatisme. Le décocte des rameaux et feuilles serait efficace contre la dysurie. La poudre d'écorce des racines est utilisée dans le traitement de l'ictère, le fruit pour la fertilité féminine (Arbonnier, 2002). La *salvadora persica* est également efficace pour l'anémie post paludique, inflammation des voies respiratoire et maladies hépatiques (Abdellahi. 2001).

La plante a encore des utilisations médicinales selon Ibn-Elkaiem dans son livre Al-Tib Alnabaoi (1983):

- Élimine la mauvaise odeur et améliore le sens du goût ;
- Aiguise la mémoire ;
- Aiguise l'intelligence ;
- Élimine la glaire ;
- Empêche la carie dentaire ;
- Est une cure pour les maux de tête ;
- Élimine les maux de dents ;
- Enlève la couleur jaunâtre de la dent ;
- Facilite la digestion ;
- Éclaircie la voix ;
- Facilite l'appétit.

### I.6.2. Utilisation contre les bactéries

D'après les travaux des scientifiques Akinrimisi et Askpata (1977), Fadulu(1975), Taiwo et al. (1990), Wolinsky et Sote (1983) sur *Salvadora percica* prouvent que l'extrait a un effet sur les bactéries de la cavité buccale qui provoquent la carie dentaire,

principalement *Streptococcus sobrinus* et *Streptococcus mutans*. Ces effets empêchent les bactéries à produire les acides et les enzymes nuisibles (Al-Aetbi, 2006). D'autres travaux sur les huiles essentielles de *Salvadora persica* montrent qu'elle a une activité antimicrobienne (Alalli et al, 2005).

### **I.6.3. Utilisation contre les insectes**

Selon Mamadou (2007), certaines plantes, telles que la *Salvadora persica*, sont toxiques au *criquet pèlerin*.

### **I.6.4. Autres utilisations**

Les rameaux feuilles sont mangés par les chameaux, les chèvres et les moutons; et les indigènes recherchent les fruits qui sont comestibles (Renie, 1933). Et selon Bronnier (2002) :

- Les feuilles et les grains fournissent une graisse utilisée pour l'éclairage;
- Le bois est blanc et tendre sert à fabriquer des selles et des bâts pour ânes et chameaux ;
- Les feuilles ont un goût acidulé sert à la fabrication des condiments et aromates ;
- Les racines : ajoutées au tabac à priser ;
- Les écorces : vésicantes, vernis ;
- Les graines séchées de *Salvadora persica* contiennent 30 à 40% de pétrole qui est d'une grande importance économique.

L'huile purifiée est utilisée dans la fabrication de savon et de détergents industriels comme un substitut à l'huile de noix de coco. Elle est exploitée par diverses entreprises comme Godrej savon Ltd, Tata pétrole Mills, et Hindustan Lever Ltd etc., (Zodape et Indusekhar, 1997). *Salvadora persica* contribue à la formation de biomasse sur pied, donc la création d'une réserve de la fécondité dans les sols sablonneux des lacunes en la matière organique et en élément nutritifs. La régénération végétative à partir de la racine de drageons crée des arbres dans de grands résultats taillis de l'espèce dans le paysage. La densité de la canopée et le sens latéral et vertical extension du système racinaire de protéger le sol de l'érosion éolienne et d'air comme un brise-vent dans le désert (Tomar et al, 1998). *Salvadora persica* peut être cultivé pour la restauration des sols très salins

(Kapoor, 1998). Elle est donc suggérée pour des plantations dans les zones touchées pour leur remise en état (Tewari et al, 1997).

### I.7. Utilisation à travers le monde

Des recherches scientifiques spécifiques pour la santé buccale confirment que la *Salvadora persica* est d'une large utilisation dans le monde :

- 90% des nigériens et les habitants des campagnes de Tanzanie et Zanzibar ;
- 50% des saoudiens;
- 65% dans les Indes;
- Plus de 50% des pakistanais (Al-Aetbi, 2006).

### I.8. Mode d'emploi

De nos jours *Salvadora persica*, existe en différentes formes :

- **Bâtonnet**: petit morceau de la tige utilisé comme une brosse à dente, préparé par découpage de l'écorce de 1 à 1,5 cm à l'un des deux côtés;
- **Bâtonnet comprime** par un tissu transparent et arôme;
- **Dentifrice** : sous le nom EPIDENT TOOTH PASTE (Egypte), NEEM (Pakistan);
- **Poudre**: Elle est préparée en Pakistan dans l'entreprise (HAMDAR) (Al-kdaa, 1996).

### I.9. Composition chimique de *Salvadora persica*

Des études plus poussées ont permis d'identifier les composants chimiques de *Salvadora persica* et leur efficacité. L'étude sur la composition chimique de *Salvadora persica* du pharmacien Salah Al Din Al Hanafie à l'université Dimachk en 1962 et D. Taha Rababâa à l'université de Londres (1988), rapportent que *Salvadora persica* contient:

- Des sels minéraux,
- Des ions de sulfure,
- Des ions de chlore,
- Du charbon,
- Du calcium,



- Du sodium,
- Du fer,
- Du phosphate,
- Des cristaux de silice à 4% de la masse sèche,
- Des sucre : des hexoses et des pentoses et d'amidon et du glucose,
- Du fluorure : renforce la dureté des dents,
- Des alcaloïdes comme salvadoura : c'est un calment.
- Des huiles essentielles à 1%, ont un effet désinfectant (Al-kdāa, 1996).

D'autres études notent:

- $\beta$ -sisto sterol,
- Triméthylamine,
- Vitamine C,
- Tanin et du saponins,
- Sinnigrine,
- Flavonoïde.

Des extrais de la plante ont à un effet antimicrobien, anti-inflammatoire et hypoglycémiant. La substance organique à effet antimicrobien et antiviral isolée, est du Glucotropaeolin qui est un complexe nommé binzylisothiocyanat (Al-Aetbi, 2006).

Certains travaux, ont noté la localisation des composés dans la plante, ainsi:

- Trois lignines glycosides ont été isolées à partir de tiges de cette espèce;
- L'indole alcaloïde a été signalé dans les feuilles ;
- Les flavonoïdes quercétine et la rutine ont été détectés dans les tiges ;
- Salvadoura, (1,3-bis-(3-methoxy-benzyl)-urea), a été signalé dans les racines ;
- Quatre Benzylamides ont été extrait et identifiés de tiges de *S. persica*, [(1) N<sub>1</sub>, N<sub>4</sub>-bis (phénylméthyl)-2(S)-hydroxy. butanediamide ; (2) N-benzyl-2-phenylacetamide ; (3) N-benzylbenzamide ; (4) benzylurea] (Khalil Taha, 2006).
- Benzylisothiocyanate a été également isolé des racines (Al-Bagieh, 1992).
- Les huiles essentielles ont été isolées de la tige de l'arbre *salvadora persica* L. Les huiles obtenues par hydrodistillation sont déterminées comme un mélange de

monoterpène hydrocarbures (11%), oxygéné monoterpènes (54%), et sesquiterpene hydrocarbures (21%) (Alali et al, 2005).

### I.10. Quelques métabolites secondaires d'intérêt isolés de *S. persica*

Parmi les composants chimiques, certains présentent des effets toxiques pour quelques agents pathogènes pour l'homme :

#### - Huiles essentielles

La composition chimique des huiles essentielles de la tige de *Salvadora persica* L a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse (GC-MS). Les huiles obtenues par hydrodistillation (rendement : 0,6%) a été déterminée comme un mélange de monoterpène hydrocarbures (11%), oxygéné monoterpènes (54%), et sesquiterpene hydrocarbures (21%). Les principaux éléments ont été identifiés dont : 1,8-cinéole (eucalyptol) (46%),  $\alpha$ -caryophellene (13,4%),  $\beta$ -pinène (6,3%), et 9-epi-(E)-caryophellene (fig. 6) (Alali et al, 2005).

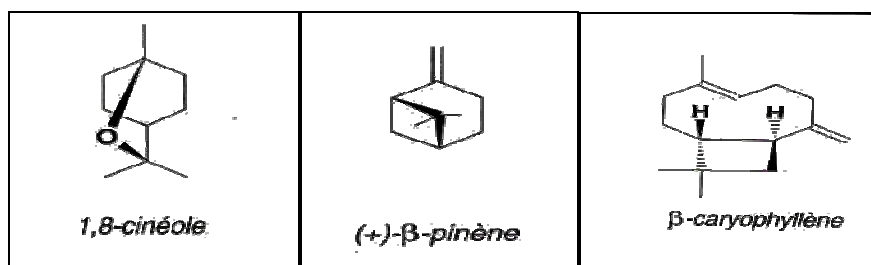


Fig. 6 . Structures chimiques d'éléments terpéniques identifiés (Bruneton, 1999)

#### - Benzylisothiocyanate

Les effets du benzylisothiocyanate (BIT) (fig.7) sur l'inhibition de la production d'acide et de la croissance de *Streptococcus mutans* sont étudiés en présence de différents sels métalliques et lactoferrine humaine. L'inhibition du BIT augmente en présence de  $Zn^{2+}$ ,  $Sn^{2+}$  et de lactoferrine. Deux modes d'action possible du BIT sont d'écrits : l'oxydation des groupes sulphydrils des protéines et la chélation d'ions essentiels. Cette étude suggère que le BIT pourrait être utile contre les caries dentaires (Al-Bagieh, et Winberg, 1988). Le benzylisothiocyanate est responsable de l'activité antivirale contre le HSV-1(Al-Bagieh, 1992).

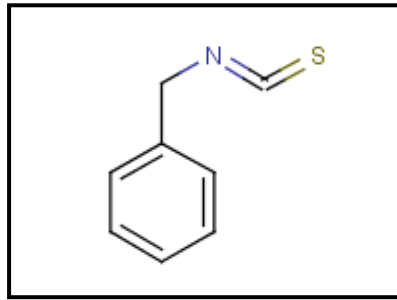


Fig.7. Structure chimique de Benzyl isothiocyanate

#### - Benzylamides

Achraf (2001) montre que le benzylamide extrait de la tige de *Salvadora persica* a une activité antimicrobienne sur l'espèce *Escherichia coli*.

- **Alcaloïdes** (indole) (Khalil, 2006).
- **Flavonoïdes** : Quercétine et rutine (fig.8 et 9) (Khalil, 2006).

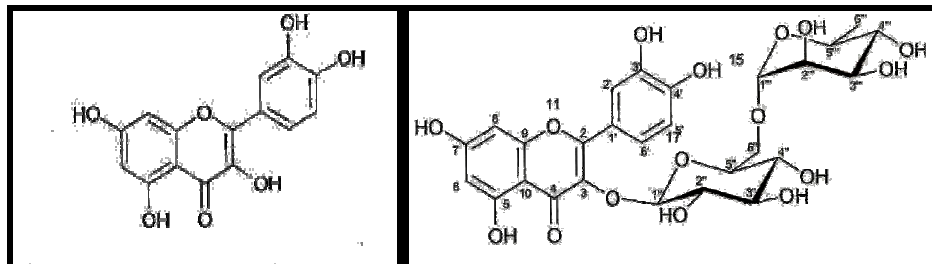


Fig. 8. Structure de Quercétine

Fig.9. Structure de Rutine

# Chapitre II

## Généralité sur quelques principes actifs

## II.1. Alcaloïdes

### II.1.1. Définition

Le terme d'alcaloïde a été introduit par W. Meisner au début du XIX<sup>e</sup> siècle pour désigner des substances naturelles réagissant comme des bases, comme des *alcalis*. Il n'existe pas de définition simple et précise des alcaloïdes et il est parfois difficile de situer les frontières qui séparent les alcaloïdes des autres métabolites azotés naturels. Initialement définis comme des substances azotées, basiques, d'origine naturelle et de distribution restreinte, les alcaloïdes ont une structure complexe. Leur atome d'azote est inclus dans un système hétérocyclique. Ils possèdent une activité pharmacologique significative; pour certains auteurs, ils sont issus du seul règne végétal. Ils existent à l'état de sels et l'on peut ajouter qu'ils sont biosynthétiquement formés à partir d'un acide aminé (Bruneton, 1999).

### II.1.2. Répartition et localisation

#### II.1.1.1. Répartition

Les alcaloïdes sont des composés essentiellement présents chez les Angiospermes, certains auteurs estimant que 10 à 15% d'entre elles synthétisent ce type de produit. Certaines familles ont une tendance marquée à élaborer des alcaloïdes, aussi bien chez les Monocotylédones (Amaryllidaceae, Liliaceae) que chez les Dicotylédones (Annonaceae, Apocynaceae, Fumariaceae, Lauraceae...etc.). Par contre les alcaloïdes sont exceptionnels chez :

- Bactéries (pyocyanine de *pseudomonas aeruginosa*)
- Champignons (psilocine des champignons hallucinogènes, ergolines des *claviceps* et autres Actinomycètes, sporidesmines, roquefortine, etc.)
- Les ptérydophytes (Lycopodiaceae dérivés de la lysine)
- Gymnospermes (alcaloïdes des *Cephalotaxus*) (Bruneton, 1999).

#### II.1.1.1.2. Localisation

Chez le végétal, les alcaloïdes existent sous la forme, soluble, de sels (citrates, malates, tartrates, méconates, isobutyrate, benzoates) ou sous celle d'une combinaison avec les tanins. La microchimie permet de montrer que les alcaloïdes sont les plus localisés dans les tissus périphériques: assises externes des écorces de tige et de racine, tégument des graines, etc. La basicité et les actions antimétabolites de la plupart de ces molécules imposent leur compartimentation. Elles sont normalement stockées dans les vacuoles cellulaires, que ces dernières soient spécifiques (dans laticifères) ou non. Le plus souvent la synthèse de ces alcaloïdes s'effectue au niveau de site précis (racine en croissance,

cellules spécialisées de laticifères, chloroplastes). Ils sont ensuite transportés dans leur site de stockage (Bruneton, 1999).

#### **II.1.1.1.3. Fonction**

Comme pour beaucoup d'autres métabolites secondaires, on ne sait pratiquement rien du rôle des alcaloïdes dans les végétaux. Certains pourraient intervenir dans les relations plantes-prédateurs en protégeant les premières contre l'agression des seconds : si l'on admet que la diversité structurale est le reflet d'une adaptation constante, cette hypothèse s'en trouve confortée. Si certains auteurs estiment que ce sont des métabolites terminaux, des déchets inutilisables, c'est très peu probable : dans plusieurs cas il a été montré qu'ils se comportent comme des métabolites intermédiaires. Substances de réserve ? Régulateurs de croissance ? La question reste sans réponse (Bruneton, 1999).

#### **II.1.3. Propriétés physico-chimiques**

- Masses moléculaires varie de 100 à 900 ;
- Presque toujours capables de dévier la lumière polarisée ;
- En règle générale, les alcaloïdes bases sont insolubles ou très peu solubles dans l'eau, solubles dans les solvants organiques apolaires ou peu solubles dans les alcools de titre élevé ;
- La basicité des alcaloïdes est très variable, cette propriété étant étroitement fonction de la disponibilité du doublet libre de l'azote ;
- La basicité des alcaloïdes permet de former des sels avec des acides minéraux (chlorhydrates, sulfates, nitrates) ou organiques (tartres, sulfamates, maliates);
- La basicité des alcaloïdes 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, à l'oxygène ;
- Les sels cristallisés se conservent plutôt bien, ils consistent la forme commerciale habituelle pour ces molécules (Bruneton, 1999).

#### **II.1.4. Extraction des alcaloïdes**

L'extraction des alcaloïdes est fondée, en règle générale, sur le fait qu'ils existent habituellement dans la plante à l'état de sels et sur leur basicité, c'est-à-dire sur la solubilité différentielle des bases et des sels dans l'eau d'une part, dans les solvants organiques d'autre part. Le matériel végétal renferme souvent des quantités appréciables de graisses, mais aussi de cires, terpènes, de pigments et autres substances lipophiles qui peuvent perturber le processus extractif, notamment en induisant la formation d'émulsions. On évitera plus ou moins totalement ces problèmes pratiques en procédant à une

délipidation préalable de la drogue broyée. L'éther de pétrole, l'hexane conviennent bien pour cette opération. Il est exceptionnel que les alcaloïdes soient extractibles par ces solvants lorsqu'ils sont employés en milieu neutre. Après ces extractions, il est nécessaire, dans tous les cas, de purifier les alcaloïdes obtenus. Dans le meilleur des cas l'un des alcaloïdes est majoritaire et peut être obtenu par cristallisation direct, dans de très nombreuses circonstances il est obligatoire de recourir aux méthodes classiques de résolution d'un mélange complexe, en particulier aux techniques chromatographiques (CCM, CHPL) (Bruneton, 1999).

### **II.1.5. Propriétés thérapeutiques**

Les alcaloïdes sont des substances particulièrement intéressantes pour leurs activités pharmacologiques qui s'exercent dans les domaines les plus variés :

- Au niveau du système nerveux central, qu'ils soient dépresseurs (morphine, scopolamine) ou stimulants (strychnine, caféine) ;
- Au niveau du système nerveux autonome : sympathomimétiques (éphédrine) ou sympatholytiques (yohimbine, certains alcaloïdes de l'ergot de seigle), parasympathomimétiques (ésérine, pilocarpine), anticholinergiques (atropine, hyoscyamine), ganglioplégiques (sparéine, nicotine).

Il est noté aussi l'existence de curarisants, d'anesthésiques locaux (cocaïne), d'antifibrillants (quinidine), d'antitumoraux (vinblastine, ellipticine), d'antipaludiques (quinine), d'amoebicides (émétine) (Bruneton, 1999).

## **II.2. Huiles essentielles**

### **II.2.1. Définition**

Les huiles essentielles 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. Plus récemment, la norme AFNOR NF T 75-006 (février 1998) a donné la définition suivante d'une huile essentielle : «produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicerpe des *citrus*, soit par distillation sèche (Bruneton, 1999).

## **II.2.2. Répartition et localisation**

### **II.2.2.1. Répartition**

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs, il y aurait, selon Lawrence, 17500 espèces aromatiques. Les genres capables d'élaborer les constituants qui composent les huiles essentielles sont répartis dans un nombre limité de familles, exemple: Myrtaceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cupressaceae, Poaceae, Zingiberaceae, Piperaceae, etc. (Bruneton, 1999).

### **II.2.2.2. Localisation**

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées souvent localisées sur ou proximité de la surface de la plante :

- Poils sécréteurs des Lamiacées (thyme, sauge) ;
- Cellules à huiles essentielles des Lauracées (cassia, laurier) ;
- Canaux sécréteurs des Apiacées (anis, coriandre) et les Astéracées (armoise, pissenlit) ;
- Poches sécrétrices des Rutacées (orang, bergamote) (Bruneton, 1999).

### **II.2.2.3. Fonctions**

La fonction biologique des terpénoïdes, des huiles essentielles demeure le plus souvent obscure. Il est toutefois vraisemblable qu'ils ont un rôle écologique. A l'appui de cette hypothèse, on remarquera que le rôle de certains aussi bien dans le domaine des interactions végétales (agents allélopathiques, notamment inhibiteurs de germination) que dans celui des interactions végétal-animal : protection contre les prédateurs (insectes, champignons) et attraction des pollinisateurs. Elles pourraient constituer des supports à une «communication» et ce d'autant mieux que leur variété structurale autorise le transfert de «messages biologiques» sélectifs (Bruneton, 1999).

## **II.2.3. Propriétés et caractéristiques des huiles essentielles**

### **- Propriétés physico-chimiques**

D'une manière générale, les propriétés caractéristiques d'une source sont les différents indices, pouvoir rotatoire, viscosité, densité, solubilité dans l'alcool, point d'ébullition et congélation.

Plusieurs autres se sont intéressés aux caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles se présentant comme suit :

- Elles sont généralement à l'état homogène liquide à température ambiante sauf quelques unes qui se présentent sous l'état solide (anis, fenouil, menthe de japon...).



- Elles contiennent des substances volatiles dans le végétal se qui les différencient des huiles (fixes).

- Toutes les huiles volatiles sont acres, très inflammables, et très odorantes.

- Du fait de leur nature huileuse, ces produits sont très peu soluble dans l'eau, mais solubles dans les solvants organiques apolaires usuels, les huiles grasses, et les alcools a titre élève et éther.

- La pluparts des huiles sont très légères, leur densité est en général inférieure a celle d'eau, varie entre 0,8 à 1,8 quelques unes (sassafras, girofle, amande, cannelle) sont plus lourdes que l'eau.

- Leur point d'ébullition varie de 160° jusque 240°C, leur saveur est piquante.

- Quantitativement, les teneurs en huiles essentielles sont faibles par fois très faibles. Elle est de l'ordre de 0,1% à 1%. Ceci s'explique par le coût élevé des huiles essentielles, à une exception de quelque unes comme le clou de girofle qui renferme plus de 15% d'essence.

- Les huiles essentielles sont très volatiles et perdent rapidement leurs propriétés, lorsqu'elles sont exposées au soleil, ou à la lumière, ou à la chaleur. Elles absorbent de grande quantité d'oxygène à l'air se résinifiant, en même temps leur odeur se modifie, leur point d'ébullition augmente et leur solubilité diminue.

- Elles doivent être conservées dans des flacons en verre coloré bien fermés, à labri de l'air, de la lumière pour une meilleure protection (Bruneton, 1999).

#### **II.2.4.Composition chimique**

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et éminemment variables de constituants qui appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes :

- Le groupe des terpénoïdes : principalement les monoterpènes et sesqueterpènes représentent 90 à 95% des huiles totales.

- Le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane, beaucoup moins fréquents de 5 à 10% des huiles totales.

Des composés d'origines diverses ; elles peuvent également renfermer divers produits issus de processus de dégradation mettant en jeu des constituants non volatils (Bruneton, 1999).

## II.2.5. Procédés d'obtention des huiles essentielles

### Par entraînement à la vapeur d'eau

- La plupart des huiles essentielles sont obtenus par l'entraînement à la vapeur d'eau, qui est applicable en général à toutes les essences qui ne sont pas sensiblement altérées par l'eau à 100°C (Benkada, 1990).

- L'hydrodistillation simple consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic remplie d'eau qui est portée à ébullition. Les principes volatiles sont alors entraînés par la vapeur d'eau et après condensation du distillât, sont séparés par décantation (Bruneton, 1999).

- Dans la distillation à vapeur saturée, le végétal n'est pas en contact avec l'eau : la vapeur d'eau est injectée au travers de la masse végétale disposée sur des plaques perforées (Bruneton, 1999).

### Par expression à froid

Les huiles essentielles des fruits d'hespéridés ou encore d'agrumes sont des produits fragiles en raison de leur composition. C'est pourquoi spécifiquement pour cette catégorie de matière première est utilisée un procédé totalement différent d'une distillation classique qui est l'expression à froid dont le principe se base sur la rupture ou la dilacération des sacs oléifères contenues dans l'écorce des fruits et sur la pression du contenu de ces sacs sur les parois (Luchesi, 2005).

### Autres procédés

Depuis quelques années, on assiste au développement de nouvelles technologies. C'est en particulier le cas de l'hydrodistillation par micro-ondes. Il est très rapide et plus consommateur d'énergie, le procédé livre un produit qui, le plus souvent, est de qualité supérieure à celle du produit d'hydrodistillation traditionnelle (Bruneton, 1999).

## II.2.6. Propriétés thérapeutiques

Depuis leur découverte les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. Elles sont très utilisables dans les préparations pharmaceutiques (Luque de Castro et al, 1999).

### Pouvoir antiseptique

Ce pouvoir s'exerce à l'encontre de bactéries pathogènes variées, y compris des souches habituellement antibiorisistantes. Certaines huiles essentielles sont également actives sur des champignons responsables des mycoses et des levures (*candida*). Les huiles essentielles ont à des degrés divers, des propriétés antiseptiques très marquées. Cette

propriété est en rapport avec leur richesse en terpène les doses actives sont en général faibles et celles qui sont déterminées par une expérimentation in vitro sont directement transposables pour une utilisation par voie externe ou encore comme conservateur (Bruneton, 1999).

### **Propriétés spasmolytiques et sédatives**

De très nombreuses drogues à huiles essentielles (menthe, verveine...) sont réputées efficaces pour diminuer ou supprimer les spasmes gastro-intestinaux. Il est fréquent qu'elles stimulent la sécrétion gastrique d'où les qualificatifs de digestives et de stomachiques qui leur sont décernés (Bruneton, 1999).

### **Propriétés irritantes**

Utilisés par voie externe, des produits comme l'essence de térébenthine provoquent une augmentation de la microcirculation, une rubéfaction importante, une sensation de la chaleur et, dans certains cas, une action anesthésique locale (Bruneton, 1999).

## **II.3. Composés phénoliques**

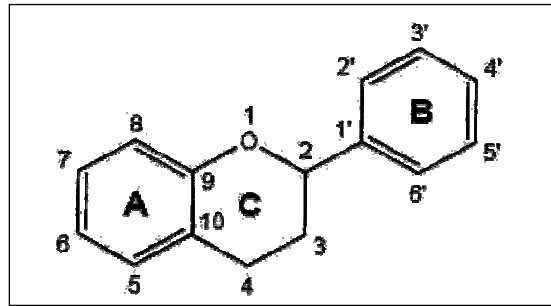
L'appellation polyphénols ou composés phénoliques regroupe un vaste ensemble d'environ 8000 composées depuis les simples acides phénoliques jusqu'aux grands polymères complexes que sont par exemple les tanins et la lignine en font également partie les flavonoïdes (Remdane, 2009).

### **II.3.1. Flavonoïdes**

Occupant une place prépondérante dans le groupe des phénols, les flavonoïdes sont des métabolites secondaires ubiquistes des plantes. A ce jour, plus de 4000 flavonoïdes naturels ont été décrits. On estime que 2% environ du carbone organique photosynthétisé par les plantes, soit quelques  $10^9$  tonnes par an, est converti en flavonoïdes (Lhuillier, 2007).

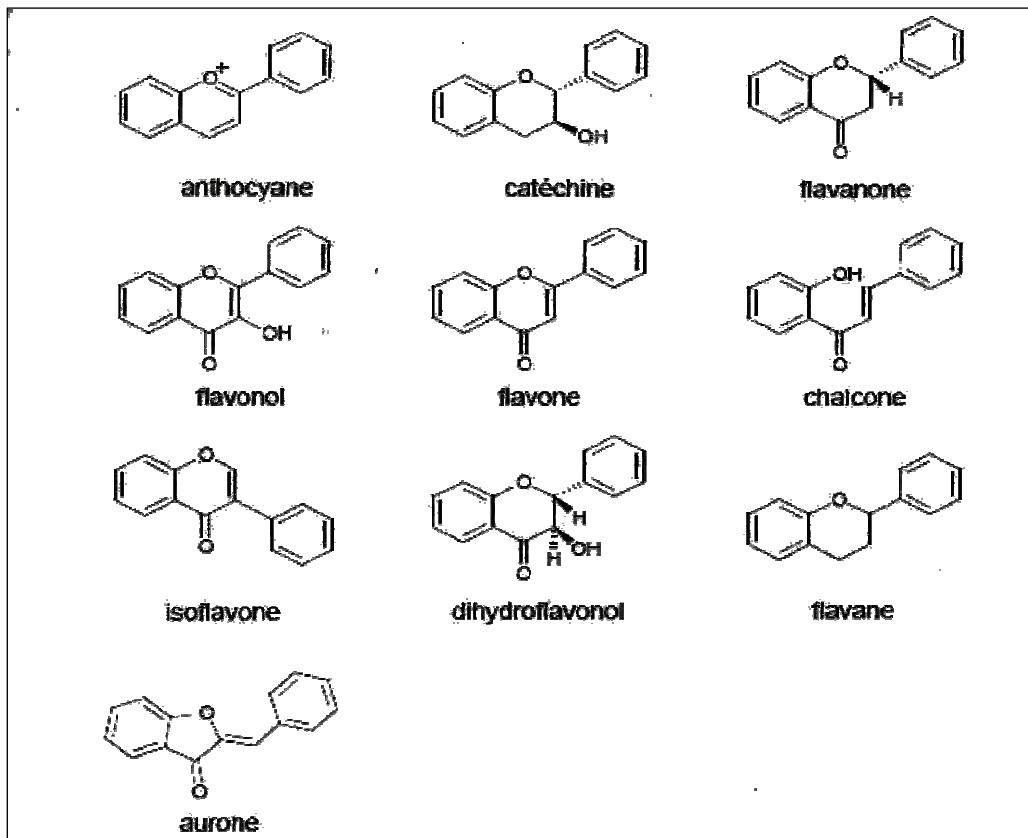
#### **II.3.1. Chimie des flavonoïdes**

Flavonoïde *flavus*, jaune en latin, est le terme générique pour des composés basés sur un squelette à 15 carbones, qui à son niveau le plus simple (fig. 10), consiste en deux cycles phényles, les cycles A et B, connectés par un pont à trois carbones (structure en C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>). Le pont en C<sub>3</sub> entre les cycles A et B est communément cyclisé pour former le cycle C (Grotewolde, 2006).



**Fig. 10 : Structure de base des flavonoïdes**

Les diverses classes de flavonoïdes diffèrent en fonction de la cyclisation et du degré d'insaturation et d'oxydation du cycle C alors que les composés individuels au sein d'une classe, diffèrent par la substitution des cycles A et B. Parmi les nombreuses classes de flavonoïdes présentées (fig. 11), les principales sont: anthocyanes, flavanols, flavones, flavonones, isoflavones et proanthocyanideols (Lhuillier, 2007).



**Fig. 11. Squelette de base et les principales classes de flavonoïdes**

## II.3.2. Distribution et localisation

### II.3.2.1. Distribution

Depuis 1964 des études ont été faites sur la biosynthèse des flavonoïdes. Elles ont montré que les flavonoïdes sont aussi abondants et que diversifiés chez les plantes supérieures, particulièrement dans certaines familles : Plygonaceae, rutaceae, légumineuses, ombellifères (Boulangier et Polovensky, 1962). L'absence des flavonoïdes chez les Algues et les Gymnospermes n'est pas totale mais leur diversité est limitée. Par contre ils sont très réponsus chez les Angiospermes dans la diversité des structures est maximale (Bruneton, 1999). La distribution des flavonoïdes est regroupée dans le tableau 1.

**Tableau 1.** Distribution des flavonoïdes (Bruneton, 1999)

Plantes	Type de flavonoïdes
Gymnospermes ;  - Cycadales et les Coniférales (à l'exception des Pinaceae)  - Ginétales	- Proanthocyanidols  - Bi-flavonoïdes
Algues; Bryophytes (mousses et Hépatiques)  - Ptéridophytes  - Psylotales et Sélaginellales  - Equisétales	- Flavonoïdes stricto sensu, majoritairement des O- et C-hétérosides de flavones et des dérivés O-uroniques.  - Bi-flavonoïdes  - Proanthocyanidols
Fougères	- O- hétérosides de flavones  - Certaines élaborent également les chalcones ou les Proanthocyanidols

### II.3.2.2. Localisation

Les flavonoïdes peuvent être présents dans toutes les parties des plantes. Dans la majorité des cas, les flavonoïdes sont présents sous forme glycosylée dans les plantes car la glycosylation a pour effet de les rendre moins réactifs et plus hydrosolubles permettant

alors le stockage dans les vacuoles des cellules épidermiques des fleurs, de l'épiderme et de mésophylle des feuilles, des parenchymes des tiges et racines (Bruneton, 1999).

### **II.3.3. Propriétés physico-chimiques**

- Les flavonoïdes sont des solides cristallisés (Harborne, 1964) ;
- Les anthocyanes, sont les seules molécules du règne végétal capables de produire une vaste gamme de couleurs, susceptibles de donner des teintes allant du jaune-orangé au bleu, en passant par le pourpre et le rouge ;
- Les flavones, aurones et chalcones donnent plutôt des couleurs jaunes, beiges voire blanches, ou participent aux nuances produites par les anthocyanes et les caroténoïdes ;
- Ils possèdent un spectre d'absorption dans l'ultraviolet avec généralement deux maximums caractéristiques variant avec chaque type flavonique et permettant leur identification.
- Les flavonoïdes sont solubles dans l'eau surtout à chaud, l'alcool et dans les autres solvants organiques polaires, insolubles dans des solvants apolaires.
- Les flavonoïdes sont solubles dans les solutions alcalines (ammoniaque ou potasse) en donnant une coloration jaune qui disparaît par addition d'acide (Bruneton, 1999).

### **II.3.4. Extraction et purification**

L'extraction des flavonoïdes est basée sur leur solubilité dans l'eau et dans l'alcool à chaud. On obtient parfois la cristallisation des hétérosides par simple refroidissement des solutions extractives. Le plus souvent, l'extraction est effectuée par l'alcool, les solutions alcooliques obtenues sont évaporées. Le résidu est repris par l'eau chaude et épuisé par l'acétate d'éthyle puis le butanol. Si cela est nécessaire, on purifie par chromatographie sur colonne. Les flavonoïdes isolés à l'état pur sont souvent transformés en dérivés plus hydrosolubles pour l'utilisation en thérapeutique (Bruneton, 1999).

### **II.3.5. Utilisations thérapeutiques**

De nos jours plusieurs activités sont attribuées aux flavonoïdes dans le domaine thérapeutique, dont on peut trouver des activités anti oxydantes, anti-inflammatoires, antiallergiques, et anticancéreuses. Des études récentes ont montré l'effet bactéricide des flavonoïdes sur un *staphylococcus aureus* (Remdane, 2009).

# Chapitre III

## Aperçu sur quelques groupes de micro-organismes

### III.1. Bacille gram négatif

#### III.1.1. *Pseudomonas aeruginosa*

##### - Habitat

C'est une bactérie rependue dans la nature. Il vit dans l'eau et sur le sol, on le trouve aussi dans l'environnement hospitalier, surtout dans les endroits humides: siphons de lavabos, savons liquides, humidificateur, solutions d'antiseptiques (chlorhexidine chlorure de benzelkonium, cétrimide notamment). *Pseudomonas aeruginosa* fait partie de la flore de transit de l'homme, on le trouve dans le tube digestif et plus rarement dans la saline (Fauchère et Avril2002).

##### - Classification

**Domaine:** Bacteria

**Phylum:** Proteobacteria.

**Classe:** Gammaproteobacteria.

**Ordre:** pseudomonadales.

**Famille:** pseudomonadaceae.

**Genre:** pseudomonas.

**Espèce:** *pseudomonas aeruginosa*, (Delarras, 2007).

##### - Caractères principaux

Bacille gram négatif, mobile à ciliature polaire monotriche, caractérisé par la pigmentation bleu, vert, sporule, température optimale: 30 à 43°C, pH optimal 6.5-8, aérobic strict, chimio-organotrophe, oxydas+, catalase+, gaz-, LDC-, ODC-, ADH+, géatuie+, psychrotrophe (Tony et Paul, 1997 ; Fauchère et Avril, 2002 ; Nuciél et Vildé, 2005; Delarras, 2007).



**- Pouvoir pathogène**

La bactérie peut provoquer des infections parfois sévères chez les sujets dont les défenses sont amoindries. Elle peut provoquer des infections urinaires, bronchiques (Auciel et Vildé, 2005). Responsable d'infections cutanées, (impétigo, furoncles.....), d'infection de la sphère ORL (sinusites, otites...) et d'infection divers (Delarras, 2007).

**- Sensibilité aux antibiotiques**

*Pseudomonas aeruginosa* est une bactérie généralement multiresistante, les antibiotiques pouvant avoir une bonne activité sont: la ticarcilline, la pipéracilline, l'azolocilline, la ceftazidime, la cefusulodime, le cefépime, l'imipénème et les aminosides.

Les souches résistantes à la colistine sont très rares. La ciprofloxacine est la plus active des quinolones. L'activité de tous ces antibiotiques n'est pas régulière et doit toujours être précisée par antibiogramme (FAUCHERE et AVRIL, 2002).

**III.1.2. *Escherichia coli***

**- Habitat**

C'est l'espèce dominante de la flore aérobie du tube digestif. *Escherichia coli* ou colibacille est habituellement une bactérie commensale. Elle peut devenir pathogène si les défenses de l'hôte se trouvent affaiblies ou si elle acquiert des facteurs de virulence particuliers (Nauciel et Vildé, 2005).

**- Classification**

**Domaine:** Eubacteria.

**Phylum:** proteobacteria.

**Classe:** Gammaproteobacteria.

**Ordre:** Enterobacteriales.

**Famille:** Enterobacteriaceae.

**Genre:** Escherichia.

**Espèce:** *Escherichia coli*.

**- Caractères principaux**

Bacille, Gram négatif, mobile (à ciliature péritriche) aéro-anaérobie facultatif, température optimal: 37°C, oxydase -, catalase +, lac +, Ind +, urease -, VP -, PDA -, NO<sub>3</sub><sup>+</sup>, TSI-, Cit- (Tony et Paul, 1997; Fauchère et Avril, 2002; Nuciél et Vildé, 2005; Delarras, 2007).

**- Pouvoir pathogène**

**Infection urinaire:** plus fréquente chez la femme en raison de la brièveté, chez l'homme l'infection est généralement secondaire à un obstacle sur les voies urinaires.

**Infection intestinale:** responsable de gastro-entérites.

**Infection néonatale:** peut se traduire par une méningite ou une septicémie.

**Infection diverses:** *Escherichia coli* est impliqué dans de nombreuses infection à point de départ digestif ou urinaire: suppurations localisées ou septicémies, il peut s'agir d'infections communautaires ou nosocomiales.

**- Sensibilité aux antibiotiques**

La bactérie était initialement sensible à beaucoup d'antibiotiques, mais l'acquisition de résistances est fréquente, surtout en milieu hospitalier (Nuciél et vildé, 2005). Cependant la résistance aux amino et aux carboxipénicillines par production de pénicillinase défasse 40 des souches, une partie de ces souches résistent à l'association amoxicilline–acide clavulainique pour les autres antibiotiques, les fréquences de résistance, sont faible à l'exception des sulfamides (50%), et tétracyclines (40%) et du chloromphimcol (25%) (Fauchère et Avril, 2002).

## III.2. Cocci Gram positif

### III.2.1. *Staphylococcus aureus*

#### - Habitat

C'est un germe ubiquitaire, retrouvé dans le sol, l'air. C'est un commensal de la peau et des muqueuses de l'homme.

On le trouve à l'état normal dans l'oropharynx, les fosses nasales, dans les selles, au niveau du périnée ou des aisselles (Fauchère et Avril, 2002).

#### - Classification:

**Domaine:** Bacteria.

**Phylum:** Firmicutes.

**Classe:** Bacilli.

**Ordre:** Bacillales.

**Famille:** Staphylococcaceas.

**Genre:** Staphylococcus.

**Espèce:** *Staphylococcus aureus* (Delarras, 2007).

#### - Caractères principaux

Cocci à gram positif, immobile, pigmenté à jaune, non sporulé, grouper en amas (grappes de raisin), G+C%: 30-39%, température optimal à 37°C, pH optimal: 7.2-7.4, NaCl: 7.5%, Anaérobie facultatif, oxydase+, catalase+, coagulase+ (Fauchère et Avril, 2002 ; Nucié et Vildé, 2005 ; Delarras, 2007).

**- Pouvoir pathogène**

Les manifestations pathologiques dues à *staphylococcus aureus* sont très nombreuses, elles sont suppurations, nécrotiques ou entériques :

- Les suppurations localisées,
- Les septicémies et les endocardites,
- Les manifestations digestives,
- Le syndrome de choc toxique (Fauchère et Avril, 2002).

**- Sensibilité aux antibiotiques**

Les souches communautaires sont généralement résistantes aux pénicillines G et A, mais sensibles aux pénicillines M. Elles sont souvent sensibles aux macrolides, aux synergistines, aux fluoroquinolones (Fauchère et Avril, 2002). Les *Staphylococcus aureus* développe rapidement des résistances aux antibiotiques et les souches hospitalières ne sont souvent sensibles qu'aux glycopeptides (Fauchère et Avril, 2002).

### **III.3. Levure**

#### **III.3.1. *Candida albicans***

**- Habitat**

C'est un organisme vivant à l'état normal dans la bouche, le vagin et le tube digestif de l'être humain (Tony et Paul, 1997).

**- Caractères principaux**

*Candida albicans* est l'espèce de levure la plus importante et la plus connue. Au laboratoire médical, la culture en boîte de pétri donne des colonies qui sont grandes, rondes, de couleur blanche ou crème, elles poussent bien sur milieu de sabouraud ou sur gélose au sang (Chakou et Bassou, 2005).

**- Pouvoir pathogène**

**Candidose :** Le principal agent pathogène est *Candida albicans* responsable d'infections superficielles aussi bien que systémiques. Ces dernières ne sont souvent que chez des individus immunodéprimés. Il fait partie de la flore normale de l'intestin, les infections superficielles comprennent le muguet (sur la muqueuse buccale), des vulvo-vaginites. La pathogénicité de *Candida albicans* est liée à la phase de filamenteuse. Cette levure peut provoquer des infections du vagin, de la bouche ou des poumons.

**Mycoses systémiques:** La plupart de ces infections résultent de spores, bien que *Candida albicans* provient plutôt du tube digestif ou de dispositifs intra vasculaire (Tony et Paul, 1997).

**- Sensibilité aux antibiotiques**

*Candida* pathogène sont devenues résistantes à tous les antifongiques actuellement utilisés.

# PARTIE PRATIQUE

# Chapitre I

## Matériel et Méthodes

## I.1. Matériel utilisé

### I.1.1. Matériel biologique

#### - Matériel végétal

Pour la présente étude il est utilisé comme matériel végétal *Salvador persica* L récoltées à Tamanrasset dans l'oued Tamat Selat, en novembre 2008. Les échantillons sont séchés à l'abri de la lumière et d'humidité, à la température ambiante du laboratoire.

#### - Matériel microbien

Les microbes retenus pour le présent travail proviennent du laboratoire de microbiologie de l'institut Pasteur d'Alger(Algérie). Il s'agit de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Srrophylococcus aureus* et *Candida albicans*. Leurs caractéristiques sont regroupées le tableau 2.

**Tableau 2.** Caractéristiques des différents micro-organismes

(ATCC: American Type Culture Collection)

Souche teste	Gram	ATCC
<i>Escherichia coli</i>	Bacille G-	ATCC25922
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bacille G-	ATCC27853
<i>Srrophylococcus aureus</i>	Cocci G <sup>+</sup>	ATCC25923
<i>Candida albicans</i>	Levure	ATCC10231

## I.2.Méthodes

### I.2.1. Méthode d'extraction

Pour la présente étude, il est adopté 3 méthodes d'extraction dont l'hydrodistillation pour extraire les huiles essentielles, la macération à l'acétone, et l'extraction par soxhlet à



l'éthanol pour extraire les alcaloïdes, les flavonoïdes, les trapénoïdes, des acides gras, les amines.

### I.2.1.1. Hydrodistillation

Elle consiste à immerger directement 300 g des feuilles de *Salvadora persica* éventuellement broyées dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite portée à ébullition à l'aide d'une chauffe ballon (100°C). Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide (réfrigérant) et les huiles essentielles se séparent par différence de densité. Le distillat est séparé par décantation par élimination de l'eau. Les huiles sont conservées à 4°C pour le traitement des bactéries (fig.12). La démarche du protocole expérimental est illustrée sur la figure 13.



**Figure 12.** Extraction des huiles essentielles de *S. persica* par hydrodistillation

#### - Détermination du rendement

Le rendement des huiles essentielles, est défini comme étant le rapport de la masse de matière végétale sèche.

$$R_t (\%) = (m_{HE} / m_0 Mv s) \times 100$$

R : rendement en huiles essentielles

m HE : masse d'huiles essentielles

$m_0$  Mvs : masse de matière végétal sèche

### I.2.1.2. Macération à l'acétone

L'extraction par macération est une extraction à froid. C'est un simple contact entre le support solide et le solvant, la séparation se fait par filtration. Elle consiste à prendre 50 g de matière végétale (tiges, racines, feuilles) séchée et les macérés dans 300 ml d'acétone pendant 24 heures (figure). La filtration est ensuite effectuée sous vide à l'aide d'une fiole à vide et d'un entonnoir le filtrat recueilli est soumis à une évaporation sous vide dans rotor vapeur muni d'une pompe à vide pour éliminer l'acétone. Le mélange constitue donc le produit à tester (fig. 14). La figure 16 rapporte les différentes étapes de la macération.

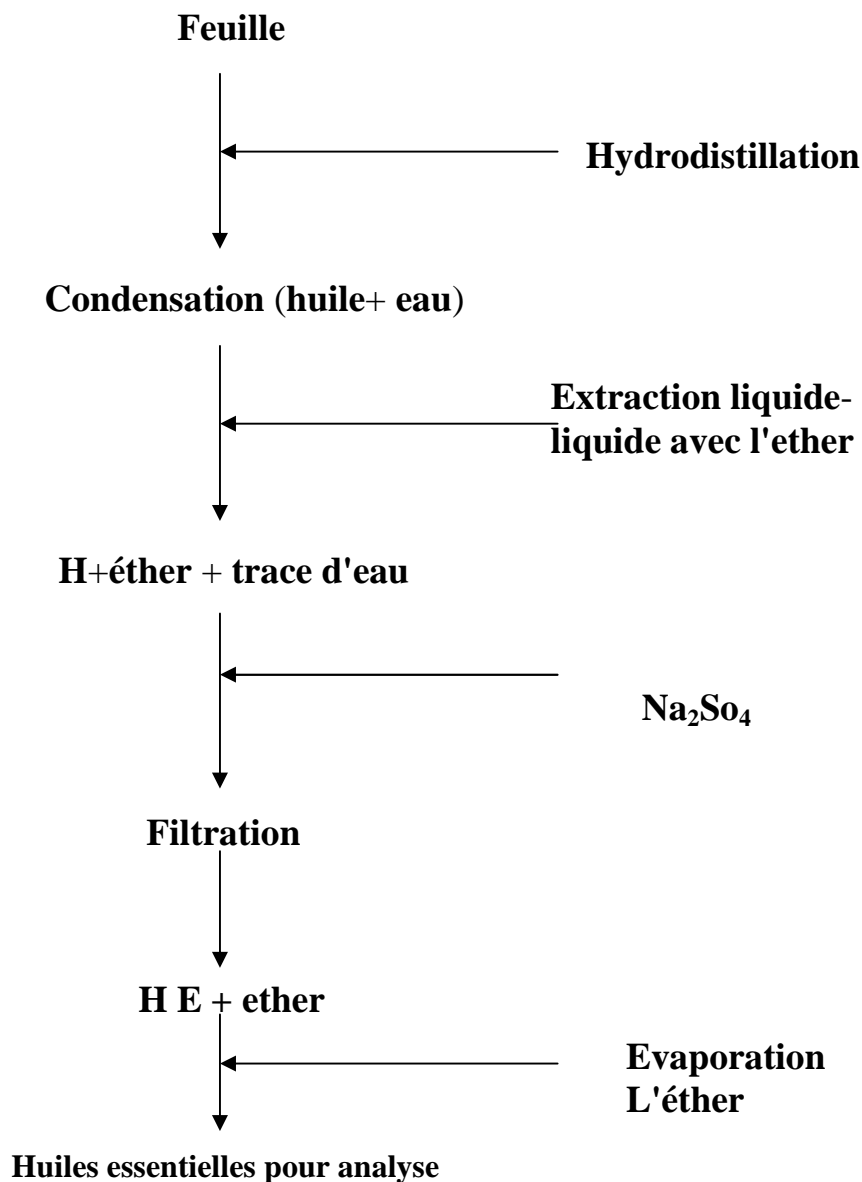


Figure 13. Différents étapes d'extraction des huiles essentielles de *Salvadora persica*

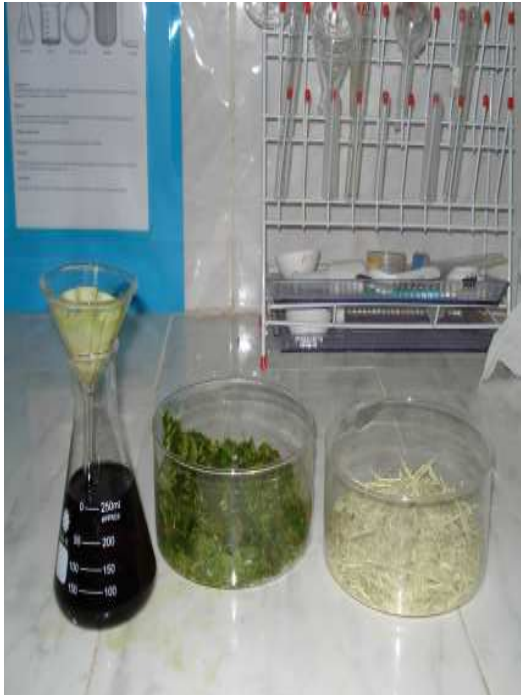


Figure 14. Extraction par macération



Figure 15. Evaporation sous vide par rotor vapeur

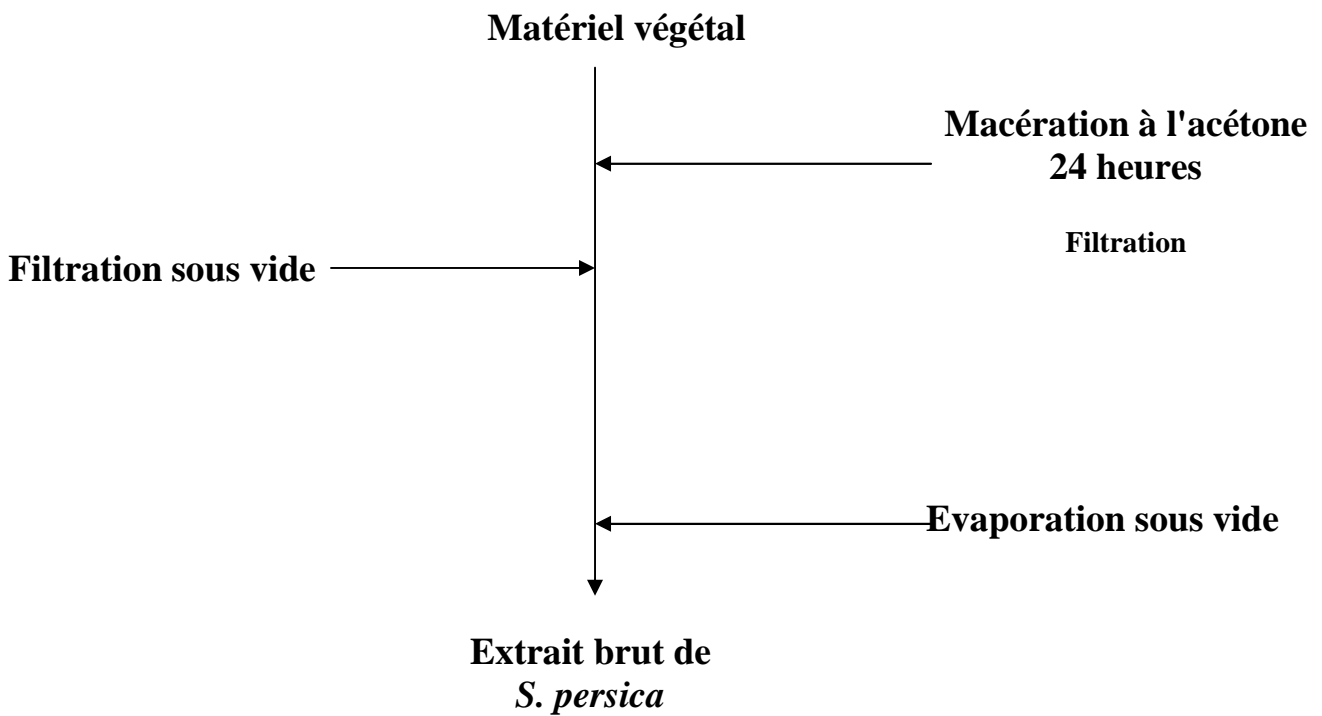


Figure 16. Différentes étapes d'extraction par macération

### I.2.1.3. L'extraction au soxhlet

Le soxhlet permet le traitement de solide en plus grand contact avec des solvants en phase liquide (fig 17). Pour réaliser cette extraction, les étapes suivantes sont suivies:

- On met 5 g de matière végétale pulvérisée (feuille, tige, racine) dans une cartouche cellulose;
- Dans un récipient spécifique, il est mis 100 ml d'éthanol à 95%, on le laisse à une température 110° C;
- Après ébullition de solvant, on émerge la cartouche ;
- Les vapeurs d'éthanol montent par le tube, sont condensées par le réfrigérant et retombent sur le produit solide (pendant 30 mn) ;
- Après un à deux cycle on déplace la cartouche à la position " washing " pour la récupération de la solution ;
- On laisse l'éthanol s'évapore sous hot.

L'extrait ainsi obtenu est prêt à l'emploi.



**Figure 17.** Extraction de l'extrait brut de *S. persica* par soxhlet

### **I.3. Etude qualitative de l'effet antimicrobien de l'extrait brut par la méthode de diffusion sur milieu solide**

#### **I.3.1. Principe**

Cette méthode consiste à mettre en évidence une éventuelle activité antimicrobienne de l'extrait de *Salvadora persica*, en présence des germes tests. Des disques absorbants stériles, imprégnés d'une quantité d'extrait et déposés sur une gélose inoculée avec les souches. La diffusion de l'extrait dans la gélose permet de suivre l'inhibition et la croissance des germes qui se traduira par une zone claire autour de disque dite zone d'inhibition.

#### **I.3.2. Suivi de l'activité des extraits**

##### **- Préparation du milieu**

Faire fondre les milieux au bain-marie à 65°C, ensuite verser aseptiquement (devant le bec benzène) une couche de 10 ml dans les boîtes de pétri, laisser refroidir sur la paille.

##### **- Préparation de l'inoculum**

A partir d'une culture jeune, en prélevant 3 à 5 colonies qui sont diluées dans 9 ml à 10 ml d'eau physiologique stérile. L'enrichissement dure pendant 2 à 3 heures.

##### **- Ensemencement**

À l'aide d'une pipette pasteur on prélève 1ml de chaque milieu inoculé sur la boîte contenant la gélose solidifiée, étalée rapidement par une pipette Pasteur.

##### **- Dépôt des disques**

A l'aide d'une pince stérile, on prélève les disques, sont imbibés avec l'extrait brut des différentes parties de la *Salvadora persica* (tige, feuilles, racines) jusqu'à imprégnation totale du disque, et même les solvants utilisés pour l'extraction (acétone, éthanol, éther de pétrole), puis séchés pour faire évaporer le solvant. Les disques ainsi traités sont déposés sur la surface de la gélose inoculée; laisser diffuser, puis incubé à 37°C à l'étuve pendant

24 heures pour les bactéries et 48 h pour les levures.

**- Lecture.**

Elle s'effectue par la mesure des diamètres d'inhibition, d'où :

Diamètre <5mm : absence d'activité

Diamètre entre 5 et 10 mm : activité faible

Diamètre entre 10 et 16 mm : activité moyenne

Diamètre  $\geq 16$  mm : activité très forte (Remdane, 2009).

# Chapitre II

## Résultat et Discussion

## II.1. Résultats

### II.1.1. Calcul du rendement

#### - Extrait brut

Les résultats sont représentés dans le tableau 3.

Extrait	tige	Racine	Feuille
Rendement (%)	6%	7,8 %	5,3 %

Au des résultats, il apparaît que les racines avec 7,8% d'extraits bruts présentent plus de substance que les tiges (6%), puis suivies des feuilles qui ne renferment que 5,3% d'extrait bruts. Toutefois, le rendement d'extraction des huiles essentielles n'excèdent pas pour toutes les parties de la plante 0,05%.

#### - Test chimique préliminaire des alcaloïdes

Pour détecter la présence des alcaloïdes dans les différente parties de la plante dont les racines, les tiges et les feuilles, il est suivie les étapes suivante: 2 ml d'une solution d'extrait à 10% dans l'eau additionnée d'une goutte de HCl concentré et 3 gouttes de réactif de BOUCHARDAT composé de d'iode à 2,5 g, de IK à 5 g et de l'eau (100 ml). Il est recherché une précipitation brune rougeâtre dans trois bichers dont l'un pour les feuilles, les tiges et les racines. Il est dans les différentes parties de cette plante la présence d'alcaloïdes.

### II.1.2. Etude de l'effet inhibiteur d'extraits brut de *Salvadora persica*

L'étude du pouvoir antibactérien et antifongique des extraits de *Salvadora persica* par la méthode de diffusion sur gélose ou la méthode du disque absorbant. La mesure du diamètre des zones d'inhibition y compris le disque (5 mm) permettent de déterminer cette activité antimicrobienne de cette plante in vitro. Le tableau 5 indique les résultats des tests d'activité antimicrobienne des extraits issus de la plante *S. persica* sur les souches bactériennes d'*Escherichia coli*, de *Pseudomonas aeruginosa*, de *Staphylococcus aureus*, de *Candida albicans*.



**Tableau 4-** Etude de l'activité inhibitrice des extraits de *S. persica*

Extraits Souche	H	Fa	Ta	Ra	Fe	Te	Re
<i>Escherichia coli</i>	9.69	6.66	5	7.5	11.66	6	5.66
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	8.33	10.66	13.5	7	8	8	6.66
<i>Srrophylococcus aureus</i>	10	5	13.33	8	6.83	6	7.8
<i>Candida albicans</i>	N.T	11.5	6	10.33	5	5	9

(La zone d'inhibition en mm)

H : huile essentielle

Fa : extrait de feuille par acétone

Ta : extrait de tige par acétone

Ra : extrait de racine par acétone

Fe : extrait de feuille par éthanol

Te : extrait de tige par éthanol

Re : extrait de racine par éthanol

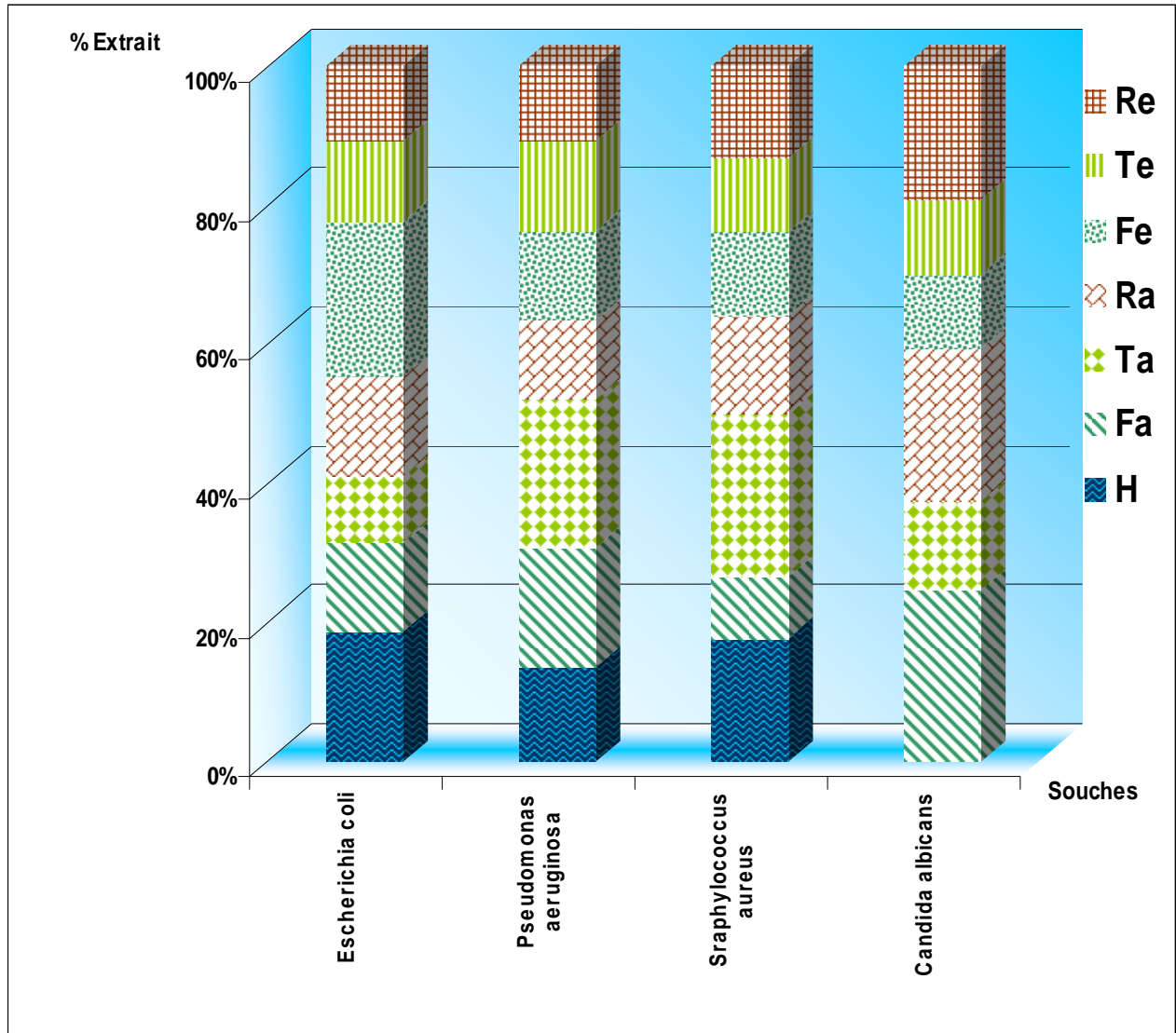


Figure 18- Effet des extraits de *S. persica* sur les différentes souches bactériennes



Figure n° 19: Aromatogramme de *Staphylococcus aureus* avec les extraits de *Salvadora persica*

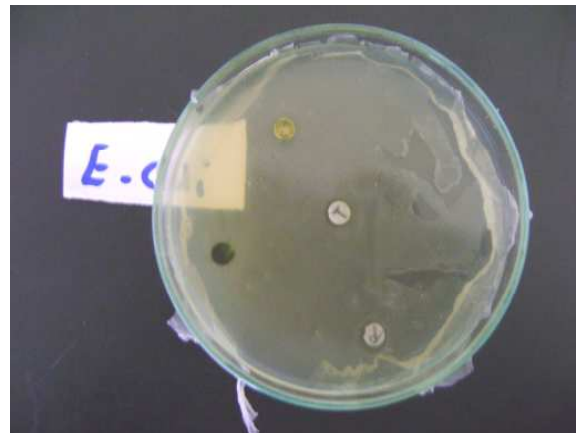


Figure n°20: Aromatogramme de *Escherichia coli* avec les extraits de *Salvadora persica*



Figure n°21: Aromatogramme de *Candida albicans* avec les extraits de *Salvadora persica*



Figure n°22: Aromatogramme de *Pseudomonas aeruginosa* avec les extraits de *Salvadora persica*

## II.2.Discussion

Les différentes extractions qu'on a faites dans notre travail permettent d'extraire :

Un rendement d'extrait but de racine, tige et feuilles (Obtenu par macération à l'acétone).

Le rendement de racine est le plus élevé (7,8%) par rapport le rendement de tige (6%) et les feuilles (5,3 %). Cette différence est due à la composition chimique de chaque organe de la plante. Un rendement d'huile essentiel de 0,05 %, ce taux est faible par rapport à la recherche de Alali et Al (2005) qui est 0,06 %, cela peut être due à différents facteurs qui rentrent en jeu: origine de l'espèce, région de culture, nature du sol, temps de récolte, durée de séchage, mode et durée d'extraction des huiles essentielles. D'après le tableau 5 et la figure 18, il est noté l'effet antimicrobien de *S. persica* sur différentes souches bactérienne. Les résultats laissent apparaître l'effet significatif de l'extrait de tige à acétone avec un maximum d'inhibition sur les souches *P. aeruginosa* (ZI: 13,5mm) et *S. aureus* (ZI=13,33) par contre, elle est très faible pour *E. Coli* et *C. albicans* (ZI: 5,6). Les huiles possèdent une large action sur les bactéries avec des zones inhibitrices comprises entre 8,33 et 10 mm. L'extrait des feuilles à acétone est active sur le *Candida albicans* et *Pseudomonas aeruginosa* et très faible pour l'*Escherichia coli* et presque nulle sur les *Staphylococcus aureus*. L'extrait des racines à acétone et les feuilles à éthanol ont une faibles activité; à l'exception d'*E. coli* (ZI: 11,66 mm) pour Fe et *C. albicans* (ZI:10,33mm) pour Ra. Seulement Te et Re exercent un effet inhibiteur très faibles sur toutes les souches, elle est comprise entre 5 et 9 mm. La variation d'activité inhibitrice entre tige, feuilles et racine due à la composition chimique différente entre eux. Les résultats de l'étude de l'activité inhibitrice de l'extrait brut de *S. persia* montre que les extraits obtenus par macération à acétone sont les plus efficaces que les extraits à l'éthanol par soxhlet, cela peut être due à différenciation de la polarité des solvants, la solubilité des composants chimiques se diffère, et la méthode d'extraction (macération, extraction par soxhlet). L'efficacité antimicrobienne de *S. persica* peut être attribuée à divers produits chimiques figurent dans son extrait tel que chlorure de sodium et potassium ainsi que salvadora, les saponimes, les Tanins, la vit C, de silice et de la résine en plus les lignanes glycosides et flavonoïdes, les alcaloïdes, les terpanoïdes. Il est marqué une sensibilité chez les *Pseudomonas aeruginosa*, et *Staphylococcus aureus* par contre elle est peut sensible chez les *Escherichia coli* et *Candida albicans*. Cette sensibilité peut être due à la morphologie,

la physiologie ou le type des souches. Ces résultats sont semblables à la recherche de Firas (2007). Et ce qui concerne les résultats de l'efficacité antimicrobienne des H.E. sur les *E. coli* et *P. aeruginosa* et *S. aureus* sont concordances avec ceux obtenus par Alali et al (2005). Cette activité est due aux composés terpéniques d'huile (1,8-cinéole,  $\alpha$ -caryophellène,  $\beta$ -pinène, et 9-épi-(E)-caryophellène)

# Conclusion générale

## Conclusion générale

Au cours de ce travail, il est étudié l'activité biologique de *Salvadora persica*. Cette plante n'a pas fait l'objet d'une investigation phytochimique complète antérieure. Nous avons tenté de contribuer à une étude de son activité antimicrobienne. La plante *Salvadora persica* a été soumise à deux types d'extraction pour obtenir les extraits bruts, le premier s'est fait par macération à froid avec l'acétone et la seconde a été réalisée au Soxhlet avec l'éthanol. L'extraction des huiles essentielles à partir des feuilles de la plante a été réalisée par l'hydrodistillation. Les tests biologiques effectués dans ce travail ont montré que l'effet antimicrobien de la plante *Salvadora persica* sur les différentes souches testées, est significatif, cette efficacité est due à la présence des métabolites secondaires réputés pour leurs effets antimicrobiens. Des essais complémentaires seront nécessaires et devront pouvoir confirmer les performances mises en évidence. L'issue de la présente étude les perspectives suivantes peuvent être dégagées :

- Il serait intéressant de continuer la détermination de la composition chimique de la *Salvadora persica* et faire des études sur ces principes actifs.
- Des tests biologiques seront effectués sur les nouvelles molécules isolées en vue de leurs valorisations dans le domaine pharmaco-médical.

# Références Bibliographiques



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 Abdellahi O. M; 2001.** Les plantes médicinales des zones arides en Mauritanie. Séminaire international ECODEV 2001 durable en zones arides et semi-arides :112-125.
- 2 Alali F. ; Hudaib M. ; Aburjai T. ; Kairellah K. ; Al-Hadidi N. ; 2005.** GC-MS analysis et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de la tige de l'arbre brosse à dents Jordanien *Salvadora persica*. Irbide en Jordanie. Journal pharmaceutical biology. Vol. 42: 577-580.
- 3 Al-Bagieh. N. H; 1992.** Entiherpes simplex virus type 1 activity of Benzylisothiocyanate. Biomedical letters. Vol. 47: 67-70.
- 4 Al-Bagieh. N. H; Weinberg E. D.; 1988.** Benzylisothiocyanate: a possible agent for controlling dental caries. Microbios letters. Vol. 39, n°155-156: 143-151.
- 5 Al-Bayati. A. F; Khudir D. S.; 2007.** In vitro activité antimicrobienne de *salvadora persica* L. université de Mossoul. Irak : 57-62.
- 6 Arbonnier M.; 2002.** Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'ouest. 2<sup>ème</sup> édition CIRAD, MNHN, 476 p.
- 7 Benkada. D ; 1990.** Isolation des huiles essentielles de *Mentha suaveolens* de la région de Tlemcen et leurs analyses par différentes méthodes chromatographiques mise en évidence du composé majoritaire (la polégone). Thèse magister, Université Tlemcan : 42-76.
- 8 Boulanger P.; Polovensky J.; 1962.** Traité de biochimie général. Ed. Masson, tome II, Paris: 349-385.
- 9 Bruneton J.; 1999.** Pharmacognosie-phytochimie-plante-médicinales 3<sup>ème</sup> éd. Technique et documentation Lavoisier, Paris: 310-800.
- 10 Carvalho G.; Gillet H.; 1960.** Catalogue raisonné et commenté des plantes de l'Ennedi (Tchad septentrional). Laboratoire d'agronomie tropicale du muséum national d'histoire naturelle et laboratoire central de l'office anti-Acridien : 71 p.
- 11 Chakou M et Bassou K; 2005.** Efficacités antibactériennes et antifongique des huiles essentielles obtenues par l'extraction de la menthe verte : *Mentha spicata* Lissue de la région de Ouargla sur quelques germes pathogènes : *E.coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* et *Candida albicans*. Mémoire de DES microbiologie, Université de Kasdi Merbah Ouargla : 27p.

- 12 **Delarras C.; 2007.** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Lavoisier, ISBN: 2-7430.476p
- 13 **Fauchère J. L. ; Avril J. L. ; 2002.** Bactériologie générale et médicale. Elleipses edition Marketing, ISBN : 2-7298-0747-0
- 14 **Grotewold E.; 2006.** The scienca of flavonoides springer science. Business media, Inclibrary of congress control number: 2005934296.
- 15 **Gurib-Fakim A. 2006** Medicinal plants: Tradition of yesterday and drugs of tomorrw. Molecular aspects of Medicine 27: 1-93.
- 16 **Harborne J. B.; 1964.** Biochemistry of phénolic compounds. Ed Acadimic press, London: 46- 143.
- 17 **Khalill Taha A.; 2006.** Benzylamides de *Salvadora persica*. Université de Mansoura 35516, Egypte. Arch pharm res. Vol. 29, n°11: 952-956.
- 18 **Kapoor A. S.; 1998.** Prevention of soil salinisation of irrigated lands in dry arid regions with the help of plantations. Water and energy international 55 (4): 27-35.
- 19 **Kasera P.; Parkash J.; 2003.** Effects of spacing and irrigation levels on growth and biomass production in *Salvadora persica*. Journal of tropical forest science 15 (4): 626-629.
- 20 **Khalid A. ; 2002.** Effet d'un extrait de *salvadora persica* (Miswak) et du gluconate de chlohexidine sur la dentine humaine. Journal of Contemp dent pract. Vol : 3 (3), pp : 27-35.
- 21 **Lhuillier A., 2007.**Contrebuton a l'étude pharmacologique de quatre plantes malgaches : *Agauria salcifolia hook.* F ex oliver, *Agauria polyphylla* Baker (Ericaceae), *Tombourissa trichiphylla* Baker (Monimiaceae) et *Embelia concinna* Baker (Myrsinaceae). Thèse de doctorat de l'institut national polytechnique de Toulouse : 200 p
- 22 **Luchesi M. E. ; 2005.** Extraction sans solvant assistée par micro-ondes-conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat université de la Réunion, France : 19-22.
- 23 **Luque de castro M. D., Jiménez-Carona M. D.; Fernandez-pérez V. ; 1999.** Towards more rational techniques for the isolation of valuable essential oils from plants. Trends in analytical chemistry. Vol : 18 (11): 708-716.
- 24 **Mamadou A. ; 2007.** Les effets environnementaux de la lutte chimique contre le criquet pèlerin (*Schistocerca greagaria* Forshal; 1775) (*Orthopetera*, *Acridadae*) dans la vallée de Tafidet au Niger. Université agronomique et vétérinaire Hassan II.

- 25 Nuciél C. ; Vildé J. L. ; 2005. Bactériologie médicale. 2<sup>ème</sup> éd Masson. Paris, ISBN: 2-294.
- 26 Ozanda P. ; 1983. Flore et végétation du sahara. 2<sup>ème</sup> éd CNRC, Paris: 106 p.
- 27 Ramoliya P. J.; Pandey A. N.; 2002. Effect of increasing salt concentration on emergence, growth and survival of seedlings of *Salvadora oleoides* (Salvadoraceae). Journal of arid environments 51 (1): 121-132.
- 28 Rao A. V.; Tarafdar J. C.; 1998. Selection of plant species for debilitation of gypsum mine spoil in arid zone. Journal of arid environments, 39 (4): 559-567.
- 29 Remdane F.; 2009. Analyse et caractérisation de quelques métabolites secondaires de la plante *Nauplius gravolens* (Shousb) de Tamanrasset. Thèse de magister, université Kasdi Merbah d'ouargla : 16-88.
- 30 Renie M.; 1933. Etudes sur la flore et la végétation du Sahara central. N°3 Mission du Hoggar II, Vol. 1: 149.
- 31 Tewari V. P.; Arwatia M. L.; Kumar V. S. K.; 1997. Problem of soil salinity and waterlogging in Indira Gandhi canal area of Rajasthan state. Annals of biology, 31 (1): 7-3.
- 32 Tomar O. S.; Gupta R. K.; Dagar J. C.; 1998. Afforestation techniques and evaluation of different tree species for waterlogged saline soils in semiarid tropics. Arid soil research and rehabilitation, 12 (4): 301-316.
- 33 Tony H.; Paul S.; 1997. Atlas de poche de microbiologie. 1<sup>ème</sup> éd Flammarion médecines sciences-75006, Paris : 117-240.
- 34 Zodape S. T.; Indusekhar; 2007. *Salvadora persica*: A boon to wasteland development. Journal of scientific and industrial research. Vol: 56 (11): 657-661.
- 35 ابن القيم الجوزية . 1983 الطب النبوي ، تحقيق محمد كريم راجح .
- 36 القضاة. ع. 1996. السواك بين العلم و الدين . اربد الأردن.
- 37 العتبي .م. 2006 . العجاز العلمي للسنة النبوية في أسرار مسواك عود الأراك و تأثيره على صحة الفم و مناعة الخلايا البشرية. المؤتمر الثامن للاعجاز العلمي للقران و السنة.
- 38 [www.Sahara.nature.com](http://www.Sahara.nature.com).