



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Larbi Tébessi –Tébessa-
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Biologie appliquée.



MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques
Option : Microbiologie appliquée

Contribution à l'étude du pouvoir antibactérien d'*Artemisia herba alba* Asso « chih »

Présenté par :

M^{elle} : Boudraa Amina, M^{elle} : Djabri Rihana et M^{elle} : Manseur Chaima

Devant le jury :

Dr. MENASRIA. T	M CB	U. Tébessa	Président
Dr. BOUKOUCHA. M	M CA	U. Tébessa	Examineur
Dr. FENGHOUR. H	M CB	U. Tébessa	Encadreur
Mme. AZIZI. N	M AA	U. Tébessa	Co- encadreur

Date de soutenance : 27 Juin 2020

Note : Mention :

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents que dieu les protège

En témoignage de ma profonde affection, mon amour, qu'ils sachent que ce travail est en partie le fruit de leur soutien ; je leur suis très reconnaissante.

A mon adorable frère Bilal,

A mon adorable sœur Manel,

A mes chères amies : Imene, Chaima, Rihana, Rouaida, Chahinez,

A toutes mes connaissances qui m'ont soutenu au cours ce travail en particuliers : Dr.

Allalou, Mahdi, Houcine, Souhail et Chahra,

A tous mes enseignants du primaire à ce jour,

A tous mes amis et camarades de la filière microbiologie appliquée.

Amina Boudraa

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail qui est le fruit des efforts à dieu, tout puissant, qui m'a donné la force, la santé et le courage de réaliser ce travail.

A mon cher papa pour ses précieux conseils et encouragements, aucune dédicace ne saura exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai pour toi.

A ma très chère maman qui a œuvré pour ma réussite, tous les sacrifices consentis, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.

A mes chères sœurs, beaux-frères pour leurs encouragements et leur aide.

A mes chères amies, a Chaima et Amina que nous avons fourni ce travail.

Dans le souci de n'oublier personne, que ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, trouve dans ces lignes l'expression de ma gratitude.

Rihana Djabri

Dédicace

Je dédie ce travail :

A ma chère mère, qui n'a ménagé aucun effort pour m'encourager durant mes longues études, qui a tout fait avec abnégation pour me voir réussir dans ce modeste travail de recherche, une mère très adorable, d'un soutien inoubliable.

A mon cher père très compréhensible, qui s'est sacrifié pour nous voir grandir en baigner dans la réussite, ses conseils, ses encouragements, espérant ces rêves exempts.

A mes frères, Zakaria, Ali et le petit frère Safoine.

A mes sœurs, Sara, Raja et Rahma.

A toute notre promotion et amies et surtout Amina et Rihana.

A tous mes amis en logement universitaire.

Dans la vie il y a trois facteurs : le talent, la chance, le travail avec deux de ces facteurs, on peut réussir.

Mais l'idéal est de disposer de trois.

Chaima Manseur

Remerciement

Après avoir rendu grâce à Dieu le tout puissant et le miséricordieux, nous tenons remercier chaleureusement notre promotrice Dr. Fenghour. H, qui a bien voulu accepter de diriger ce travail, pour son encouragement, ses conseils précieux, ses suggestions pertinentes, ses critiques constructives et pour sa patience tous au long de ce projet.

Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus cordiaux les membres du jury, d'avoir accepté d'évaluer ce mémoire : Dr. Menasria. T qui nous a fait l'honneur d'avoir accepté la présidence du jury de ce mémoire ainsi que, Dr. Boukoucha. M d'avoir accepté d'examiner ce travail, qu'ils trouvent ici toute l'expression de notre profonde reconnaissance et notre respect.

Nos remerciements vont également aux enseignants et techniciens des laboratoires de microbiologie de l'université Larbi tebssi de Tébessa, faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie pour leur aide tant par leur soutien moral que par leurs conseils précieux,

Nous tenons à remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail.

Résumé

L'*Artemisia herba alba* Asso « chih » est une plante médicinale et aromatique très abondante sur les hauts plateaux de l'Algérie dans les régions semi arides.

Cette étude a pour objectif d'étudier l'activité antibactérienne de l'armoise blanche récoltée de la région d'El Kouif de la wilaya de Tébessa.

L'extraction de l'HE a été réalisée par hydrodistillation, le rendement moyen obtenu est assez important de $0,85\% \pm 0,012$.

L'étude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle par la méthode d'aromatogramme a révélé une activité inhibitrice sur la croissance des germes testés sauf pour *Pseudomonas aeruginosa* qui a manifesté résistance. Par ailleurs, la souche *Klebsiella pneumoniae* est la plus sensible à l'huile essentielle avec une zone d'inhibition de 16,5mm. Les concentrations minimales inhibitrices obtenus sont comprise entre 0,0312 à 0,5 ($\mu\text{l}/\mu\text{l}$). *E-coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Enterococcus faecalis* sont les souches ayant la CMI la plus faible. Et *Staphylococcus aureus* c'est la souche avec la CMI la plus élevée.

Dans l'ensemble les résultats obtenus avec l'HE de l'armoise blanche sont promoteurs et ouvrent de nouvelles perspectives dans le domaine de la phytothérapie et les applications naturelles pour remplacer les produits chimiques.

Mot clés : *Artemisia herba alba* Asso, huile essentielle, activité antibactérienne, Aromatogramme, CMI, hydrodistillation.

Abstract

Artemisia herba alba Asso « chih » is a very abundant medicinal and aromatic plant on the highlands of Algeria in semi-arid regions.

This study aims to examine the antibacterial activity of the sagebrush harvested from the El Kouif region of the province of Tebessa.

The extraction of HE was carried out by hydrodistillation, the average yield obtained is quite significant at $0,85\% \pm 0,012$.

The antibacterial study of essential oils by the aromatogram method revealed an inhibitory activity on the growth of the tested germs except *Pseudomonas aeruginosa* which shows resistance for essential oils obtained, *klebsiella pneumoniae* most sensitive to essential oils with an inhibition zone 16,5mm.

The minimum inhibition dilution obtained range from 0,0312 to 0,5 ($\mu\text{l}/\mu\text{l}$). *E-coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Klebsiella oxytoca*, *Enterococcus faecalis* are the strains with the lowest MIC. And *Staphylococcus aureus* is the strain with the highest MIC.

Overall, the results are promising and open up new perspectives in the field of natural applications that can be a valid alternative to replace chemicals.

Key words: *Artemisia herba alba* Asso, extraction, essential oil, antibacterial activity, aromatogram, MIC, hydrodistillation.

ملخص

الشيح «*Artemisia herba alba Asso*» هو الاكثر انتشارا في الجزائر. هو نبات طبي و عطري يتواجد بكثرة في الهضاب العليا.

تهدف هذه الدراسة الى دراسة نشاط مضاد البكتيريا للزيوت الاساسية المستخرجة من هذه النبتة والمنزوعة من منطقتنا تبسة. تمت عملية التقطير بواسطة التقطير المائي والمردود المتوسط $0,012 \pm 0,85\%$

كشفت دراسة مضاد البكتيريا بطريقة aromatogramme عن نشاط مثبت لنمو الجراثيم التي تم اختبارها ما عدا *Pseudomonas aeruginosa* التي اظهرت مقاومة ضد الزيت الاساسي المستخلص. *Klebsiella pneumoniae* هي الاكثر حساسية للزيت الاساسي المستخلص مع مسافة التثبيط 16,5mm.

التركيز الصغرى المثبطة المتحصل عليها محصورة بين (0,0312 الى 0,5). *E-coli* ، *Klebsiella pneumoniae* ، *Enterococcus faecalis* هي السلالات ذات أقل CMI. و *Staphylococcus aureus* هي السلالة التي تحتوي على أعلى CMI.

عموما النتائج المتحصل عليها واعدة وتفتح افاق جديدة في مجال الاستعمالات الطبيعية التي يمكن ان تكون بديلا جيدا للمواد الكيميائية.

الكلمات المفتاحية: *Artemisia herba alba Asso*, aromatogramme, CMI, hydrodistillation, نشاط مضاد البكتيريا, زيت اساسي

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	La systématique de la plante <i>Artemisia herba alba</i> Asso	4
2	La détermination de la plante <i>Artemisia herba alba</i> Asso	4
3	Caractéristiques biologique et écologique d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso	8
4	Composition chimique d'huile essentielle d' <i>Artemisia herba alba</i>	12
5	Lieu de travail	16
6	Produits et milieux de culture utilisés	19
7	Les caractéristiques des souches bactériennes utilisées	21
8	La transcription des diamètres des zones d'inhibition	24
9	Variation du poids de l'échantillon de la plante en fonction de la durée de séchage	27
10	Caractéristiques organoleptiques d'huile essentielle d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso	29
11	Diamètre (D) pourcentage d'inhibition (PI%) et la sensibilité des souches bactériennes de l'HE d' <i>Artemisia herba alba</i>	30
12	Diamètres des zones d'inhibition et des pourcentages d'inhibition à différentes concentrations de l'HE d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso	34
13	Concentration minimale inhibitrice de l'HE d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso	36

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	<i>Artemisia herba alba</i> Asso	3
2	Morphologie de tige et racine de la plante <i>Artemisia herba alba</i> Asso	6
3	Morphologie de la feuille d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso	6
4	Morphologie de la fleur d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso	7
5	Exemple d'appareil sécréteur	11
6	Schéma représentatif de montage d'extraction par hydrodistillation	13
7	Site d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne	15
8	Diagramme générale de la procédure expérimentale	17
9	<i>Artemisia herba alba</i> Asso. (a- plante fraîche, b- plante sèche)	17
10	Carte géographique de la station de récolte d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso	18
11	Montage d'extraction par hydrodistillation	20
12	Flacon de conservation de l'huile essentielle	21
13	Préparation des tubes inclinés	22
14	Protocole expérimentale de la méthode d'aromatogramme	24
15	Protocole de préparation des dilutions	25
16	Taux d'humidité d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso	27
17	L'huile essentielle d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso extraite par hydrodistillation	28
18	Examen macroscopique des souches apparus sur gélose Chromagar d'orientation	29
19	Examen microscopique x 100 après coloration de gram	30
20	Effet antibactérien de l'HE pure d' <i>Artemisia herba alba</i> sur les différentes souches bactériennes	33
21	Effet antibactérien des dilutions de l'HE d' <i>Artemisia herba alba</i> sur les différentes souches	35

Liste des abréviations

% : pourcentage

AFNOR : Association française de normalisation.

C° : degré Celsius

Cm : centimètre

CMI : concentration minimale d'inhibition

DMSO : Diméthylsulfoxyde

E-coli : *Escherichia coli*

Enter. Faecalis : *Enterococcus faecalis*

g : gramme

GC/MS : chromatographie en phase gazeuse couplée au spectromètre de masse

GN : gélose nutritive

HE : huile essentielle

IK : indice de Kovats

IR : indice de réfraction

Kg : kilogramme

k. pneumonie : *Klebsiella pneumoniae*

k. Oxytoca : *Klebsiella oxytoca*

L : litre

MH : Mueller Hinton

min : minute

ml : millilitre

mm : millimètre

p. aeruginosa : *Pseudomonas aeruginosa*

p. mirabilis : *Proteus mirabilis*

Pf : poids frais

PI : pourcentage d'inhibition

Ps : poids sec

S. aureus : *staphylococcus aureus*

S. saprophyticus : *staphylococcus saprophyticus*

SFME : solvent free microwave extraction

TR: temps de rétention

UFC : unité formant colonie

V : volume

μl : microlitre

Sommaire

Dédicace

Remerciements

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction1

Partie bibliographique.

Chapitre I : Présentation de la plante d'*Artemisia herba alba* Asso

I.1. Origine et répartition géographique	3
I.1.1. Origine	3
I.1.2. Répartition géographique.....	3
I.2. Nomenclature et taxonomie.....	4
I.3. Dénomination de la plante	4
I.4. Description botanique.....	5
I.4.1. Partie aérienne	5
I.4.2. Partie souterraine ou racine.....	5
I.5. Description biologique de la plante.....	7
I.6. Ecologie de la plante.....	7
I.7. Composition chimique de la plante.....	8
I.8. Usage de la plante.....	8
I.8.1. Usages traditionnels et médicinaux.....	8
I.8.2. Usage alimentaire.....	9
I.8.3. Usage industriel.....	9
I.9. Toxicités	9
I.10. Les huiles essentielles	9
I.10.1. Définition.....	9
I.10.2. Classification.....	10
I.10.3. Localisations des essences dans le végétale	10

I.10.4. Propriétés physiques des huiles essentielles.....	11
I.10.5. Compositions chimique de l'HE d' <i>Artemisia herba alba Asso</i>	11
I.10.6. Techniques d'extraction des huiles essentielles.....	12
I.10.7. L'extraction par hydrodistillation	13
I.10.8. Les facteurs influençant la composition chimique d'HE.....	13
I.10.9. Conservation des huiles essentielles.....	14
I.10.10. Intérêt d'huile essentielle.....	14
I.10.11. Activité antibactérienne	14

Partie expérimentale

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Objectif.....	16
II.2. Lieu et période de travail.....	16
II.3. Procédure expérimentale	16
II.4. Matériel utilisé	17
II.4.1. Matériel végétale	17
II.4.1.1. Identification botanique	18
II.4.1.2. Origine géographique de la plante	18
II.4.1.3. Taux d'humidité	18
II.4.2. Matériel du laboratoire	19
II.4.2.1. Appareillages utilisés.....	19
II.4.2.2. Produits et milieux de culture utilisés.....	19
II.5. Méthodes	19
II.5.1. Extraction de l'huile essentielle d' <i>Artemisia herba alba Asso</i>	19
II.5.2. Détermination du rendement en HE d' <i>Artemisia herba alba Asso</i>	20
II.5.3. Evaluation de l'activité antibactérienne.....	21
II.5.3.1. Méthode d'évaluation de l'activité antibactérienne.....	21
II.5.3.2. Les souches bactériennes testés.....	21
II.5.3.3. Conservation des souches	22
II.5.3.4. Revivification des souches testés.....	22
II.5.3.5. Confirmation de l'identification des souches bactériennes testés.....	22

II.5.3.6. Préparation de l'inoculum bactérien	22
II.5.3.7. Préparation des disques	23
II.5.3.8. Evaluation qualitative de l'activité antibactérienne.....	23
II.5.3.9. Evaluation quantitative de l'activité antibactérienne.....	24
Chapitre III : Résultats et discussion	
III.1. La matière végétale « <i>Artemisia herba alba Asso</i> ».....	27
III.1.1. Le séchage de la plante	27
III.1.2. Le taux d'humidité.....	27
III.2. L'huile essentielle d' <i>Artemisia herba alba Asso</i>	28
III.2.1. Rendement en huile essentielle.....	28
III.2.2. Caractères organoleptiques	28
III.3. Confirmation de l'identification des souches bactériennes testés.....	29
III.4. Etude de l'activité antibactérienne.....	30
III.4.1. Evaluation qualitative	30
III.4.2. Evaluation quantitative.....	34
Conclusion.....	37
Références bibliographiques.....	38
Annexe	

Introduction

Introduction

Depuis l'antiquité l'utilisation des plantes médicinales fait partie de la vie humaine, pour soulager et guérir les maladies, en fait leurs propriétés thérapeutiques sont dues à la présence de centaines voire des milliers de composés naturels bioactifs (**Magraoui S et Zahaf D, 2017**).

Actuellement, le développement de la résistance microbienne aux antibiotiques et la toxicité des antioxydants synthétiques ont conduit les chercheurs à puiser dans le monde végétal et particulièrement les plantes médicinales et culinaires en quête de molécules naturelles efficaces et dénuées de tout effet adverse. Récemment, un grand intérêt est porté aux propriétés antimicrobiennes des extraits et aux huiles essentielles des plantes aromatiques (**Raschi I et Mimostafa S, 2003 ; Sartoratto A. et al. 2004 ; Schelz Z. et al.2006**). Parmi lesquels : *Origanum majorana*, *Salvia officinalis L*, *Thymus vulgaris L*, *Eucalyptus globulus labill* et *Marrubium vulgaris L* (**Kemassi A. et al. 2014**).

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 (**Nabli MA, 1989**). Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal se trouve le genre *Artemisia*, ce dernier est largement distribué surtout dans les régions semi arides (**Joae OM. et al. 1998 ; Akrouf A. et al. 2001**) et qui comprend quelque 400 espèces dont certaines sont rares et d'autres très répandues (**Abdelguerfi A, 2003**).

Parmi les espèces les plus connues se trouve l'*Artemisia herba alba* Asso ou encore l'armoise blanche désignée en arabe sous le nom de « chih » de la famille des *Asteraceae*, qui pousse généralement en touffes de tailles réduites. C'est une plante largement utilisée pour traiter les troubles digestifs, les brûlures, la diarrhée, ...etc. (**Bouzidi N, 2016**), sa forte valeur fourragère et son rôle écologique très important contre l'érosion et la désertification. La valorisation de cette ressource naturelle végétale passe essentiellement par l'extraction de leur huile essentielle (**Elmari JK, 2014**).

Plusieurs pays, dont l'Inde, la Tunisie, le Maroc, Honduras, la Jordanie, Cuba et l'Italie, ont soutenu des programmes de recherche pour confirmer l'activité antimicrobienne, expliquée par la médecine traditionnelle (**Sartoratto A. et al. 2004**) et l'évaluation de leurs propriétés in vivo sont en cours d'exploitation (**Ouaraini D. et al. 2005**), mais peu de travaux ont été effectués sur l'activité antibactérienne des huiles essentielles des plantes aromatiques de la région de Tébessa, à savoir : **Boutabla L. et al. (2016)** qui ont étudié la composition chimique et l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosemarinus officinalis L* de la région de Hammamet, **Magraoui S et Zahaf D, (2017)** qui ont étudié l'activité biologique d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* d'El Morset aussi **Ben aicha B. et al. (2019)** qui ont traité la valorisation de la mélisse (*Lamiaceae*) par l'étude de leur activité antioxydante récoltée de Bèti à Tébessa. Ainsi, nous avons proposés dans ce travail d'évaluer l'activité antibactérienne de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso.

L'étude de l'activité antimicrobienne de l'armoise blanche a fait l'objet de nombreuses recherches à raison de sa composition chimique de ses huiles essentielles ; au Maroc **Benjilali B. et al. (1986)** ont enregistré le pouvoir antifongique de l'huile essentielle de l'armoise blanche (de 3 régions) sur les 37 souches des moisissures étudiées.

En est d'Algérie (Annaba, Batna, Tébessa), une efficacité modérée a été obtenue avec le même huile qui a montré un effet antifongique d'une concentration de 5.617 µg/ml (**Giordani R. et al. 2008**), ainsi que l'activité antibactérienne de 4 types d'huile essentielle extraite par hydrodistillation de la partie aérienne d'*Artemisia herba alba Asso* cultivée dans le sud de la Tunisie a été évaluée sur des bactéries de gram positif et négatif, les résultats ont montré que toutes les huiles examinées ont une importante activité antimicrobienne vis-à-vis des souches testées (**Mighri H. et al. 2010**). C'est pourquoi, nous avons entrepris dans ce travail de Master d'évaluer l'activité antibactérienne de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba Asso* de la région El kouif de la wilaya de Tébessa.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de l'extraction de l'huile essentielle de cette plante et l'étude d'activité antibactérienne sur des souches bactériennes clinique.

Pour développer ces aspects, nous avons répartis notre travail en 3 parties :

- ✓ La première partie est consacrée à l'étude bibliographique de matériel végétal, « *Artemisia herba alba Asso* », et ses huiles essentielles.
- ✓ La deuxième partie représente la partie expérimentale dans laquelle nous avons présenté les méthodes réalisées sur l'armoise blanche principalement l'extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation ainsi qu'étudier l'activité antibactérienne par l'utilisation d'un matériel spécifique.
- ✓ La troisième partie présente les résultats expérimentaux obtenus et leurs discussions.

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

Partie
bibliographique.

Chapitre I :
Présentation de la
plante d'*Artemisia*
herba alba Asso

I Présentation de la plante d'*Artemisia herba alba* Asso

I.1 Origine et répartition géographique

Connue depuis des millénaires l'armoise blanche a été décrite par l'historien grec Xénophon au début du IV siècle avant J.C, dans les steppes de Mésopotamie (**Francis J,2001**) elle a été ensuite répertoriée en 1779 par le botaniste espagnol Ignacio Claudia de Asso y Del Rio (IPNI) 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**).

I.1.1 Origine

L'Artemisia 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 (**Euro plus MED,2020**)

Plusieurs noms sont attribués à l'armoise blanche tel le thym des steppes, absinthe du désert. En Afrique du nord et en moyen orient, on l'appelle communément « Chih » ou « shih ».



Figure1 : Artemisia herba alba Asso (photo personnel, 2020)

I.1.2 Répartition géographique

Local : les hauts plateaux et le Sahara septentrional, régional : Afrique du nord, mondial : Espagne Afrique du nord et Asie occidentale.

L'*Artemisia herba alba* Asso 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 peuplement importants dans les zones désertique (**Hurabielle M. et al. 1981**).

C'est une plante steppique des régions irano-touraniennes, prédominante dans les steppes d'Espagne, ainsi que dans le désert de Sinaï (**Segal R. et al.1987**)

Chapitre I présentation de la plante d'Artemisia herba alba Asso

Au Maroc, il n'est pas rare de trouver des zones de plusieurs dizaines de kilomètres de rayon ou seule l'armoise blanche règne dans un paysage quasi-désertique. Le Maroc attache l'importance à cette plante qui constitue un excellent moyen naturel de la lutte contre l'érosion et la désertification (**Benjlali B. et al. 1980**).

En Algérie, l'*Artemisia 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 (**Kaouane A et Chabane F, 2017**)

I.2 Nomenclature et taxonomie

Artemisia est le nom de genre des armoises, herba alba signifie herbe blanche (**Nabil,1989**). La classification de l'*Artemisia herba alba* la plus utilisée dans la systématique du genre *Artemisia* est celle donnée par Quenzel et Sanfa (**Quenzel.P, Sanfa.S,1962**).

Tableau 1 : la systématique de la plante *Artemisia herba alba Asso* (**Quenzel. P, Sanfa. S, 1963**)

Embranchement	<i>Phanérogames</i>
Sous embranchement	<i>Angiosperme</i>
Classe	<i>Dicotylédones gamopétales</i>
Sous-classe	<i>Gamopétale epigynes isotémones</i>
Ordre	<i>Asterales</i>
Famille	<i>Syntherées ou composées</i>
Sous-famille	<i>Tubiliflores</i>
Tribu	<i>Anthemidées</i>
Sous-tribu	<i>Artemisinae</i>
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia herba alba asso</i> (chih)

I.3 Dénomination de la plante

La dénomination de la plante *Artemisia herba alba Asso* est mentionnée dans le tableau suivant :

Tableau .2 : la dénomination de la plante *Artemisia herba alba Asso*

Nom scientifique	<i>Artemisia herba alba asso</i> ou <i>Artemisia incultadel</i>	(Quenzel. P, Sanfa. S, 1962)
-------------------------	--	-------------------------------------

Chapitre I présentation de la plante d'Artemisia herba alba Asso

Nom en arabe	Chih	(Benjlali B. et al. 1980 ; Khazraji. et al. 1993 ; Seddik. et al. 2011)
Nom tamazight	Ifsi	(EL Rhaffari L,2008)
Nom en français	Armoise blanche	(EL Rhaffari L,2008)
Nom en anglais	Desert wormwood or white wormwood	(AL, Khazrtji SM. et al.1993 ; Seddik SA. et al. 2011 ; Abass OA, 2012)

I.4 Description botanique

I.4.1 Partie aérienne

I.4.1.1. Tige : ou partie ligneuse, ramifiée de 30 à 5 cm de long, très feuillée avec une couche épaisse. La touffe des tiges est plus importante selon la pluviométrie (**Figure 2**) (**Ozenda.P,1985**).

I.4.1.2. Feuille : 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. (**Figure 3**) (**Ferchichi A,1997**).

I.4.1.3. Fleurs : elles sont groupées en grappes à capitules très petites (3/1.5mm) et ovoïdes l'involucre est bractées imbriquées, le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtre par capitule toutes hermaphrodites (**Figure 4**) (**Ferchichi A,1997**).

I.4.2 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 (**Figure 2**) (**Aidoud.A,1983**).

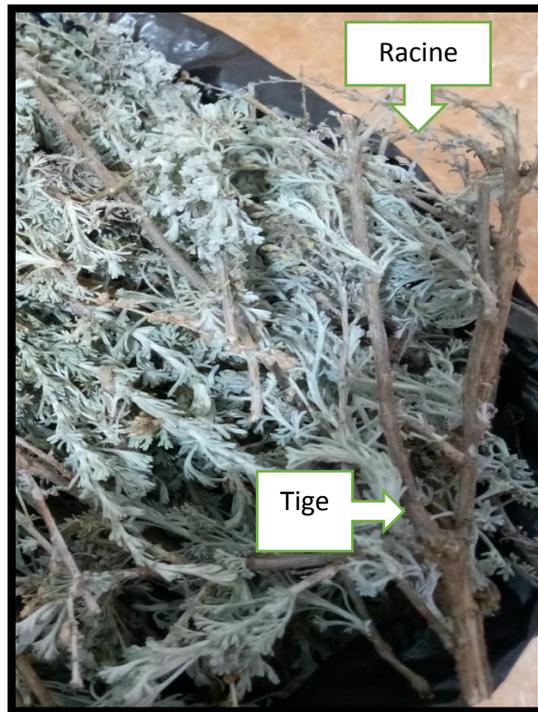


Figure2 : morphologie de tige et racine de la plante *Artemisia herba alba* Asso (photo personnel, 2020).



Figure3 : morphologie de la feuille d'*Artemisia herba alba* Asso (photo personnel, 2020).

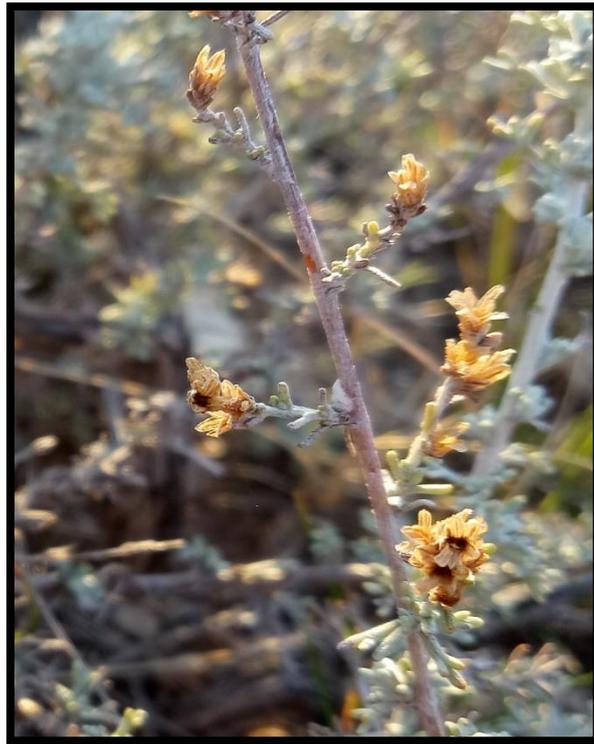


Figure 4 : morphologie de la fleur d'*Artemisia herba alba* Asso (photo personnel, 2020).

I.5 Description biologique de la plante

L'*Artemisia herba alba asso* est une espèce adaptée aux conditions climatique arides, le dimorphisme saisonnier de son feuillage lui permet de réduire la surface transpirante et d'éviter ainsi les pertes d'eau, grâce à son système racinaire très dense à la surface l'armoise blanche est capable de volariser toute humidité superficielle occasionnée par des petites pluies. Cette espèce est également capable d'exploiter l'humidité du sol jusqu'à 50 ml de profondeur (ferchichi.A. et al. 2004).

I.6 Ecologie de la plante

L'armoise blanche existe dans les bioclimats allant du semi-aride jusqu'au saharien. Elle est 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 extrême sud sur les sols sableux. Elle résiste à la sécheresse, supporte le gypse et des niveaux de salinité modérément élevés. Le tableau résume les caractéristiques biologique et écologique d'*Artemisia herba alba* Asso. (Nabli MA, 1989).

Chapitre I présentation de la plante d'Artemisia herba alba Asso

Tableau 3 : caractéristique biologique et écologique d'*Artemisia herba alba Asso* (ferchichi.A. et al. 2004).

Caractéristiques biologique	Feuille	Permettre de réduire la surface transpirante et d'éviter les pertes d'eau (Aurcival.JM ,1992)	
	Tige	Principale se divise en « braches » indépendantes et susceptible de mourir sans la mort de la plante entière (Evenari.M. et al .1980)	
	Racine	Très dense à la surface (le flache E, 1989)	
	Fleur	La floraison début en juin mais les fleurs se développent à la fin de l'été (Nabil.MA, 1989)	
Ecologie (Nabli MA, 1989)	Bioclimats	Semi-aride, saharien, régions d'hiver chaud à frais	
	Sols	Centre	Texture fine, assez bien drainées (marnes, marno-calcaires en pente).
		Sud	Bruns steppiques de texture moyenne et en extrême sud sur des sols sableux

I.7 Composition chimique de la plante

L'*Artemisia herba alba* constitue un fourrage particulièrement intéressant, en effet la plante présente un taux de cellulose beaucoup moins élevé que ne laisse préjuger son aspect (17à33%), la matière séchée (MS) apporte entre 6 et 11% de matière protéique brute dont 72% est constitué d'acide aminés, le taux de β carotène varié entre 1.3 et 7 mg/kg selon les saisons (Fenardj F. et al. 1974). La valeur énergétique de l'armoise herba blanche, très faible en hiver (0.2 à 0.4 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) (Aidoud A. et al. 2016).

I.8 Usage de la plante

I.8.1 Usage traditionnels et médicinaux

L'*Artemisia herba alba* est très utilisé en médecine traditionnelle lors d'un désordre gastrique tel que la diarrhée et les douleurs abdominales elle est aussi utilisée en tant que remède

Chapitre I présentation de la plante d'Artemisia herba alba Asso

de l'inflammation du tractus gastro-intestinal. De loin le remède le plus fréquemment cité dans le traitement des diabètes sucré. (**Gharbi Z, 2008**).

Plusieurs études scientifiques ont également prouvé l'efficacité de l'armoise blanche en tant qu'agent antidiabétique antiparasitaire, antibactérien, antiviral, antioxydant, anti malarien, antipyrétique, antispasmodique et antihémorragique (**Bezza L. et al. 2010 ; Mighri H. et al. 2010**).

Le Chih est un remède très populaire auquel on a souvent recours pour faciliter la digestion, calmer les douleurs abdominales et certains malaises du foie et antidiabétique. Ses racines sont indiquées contre certains trouble nerveux (**Baba Aissa F, 2000**).

I.8.2 Usage alimentaire

En alimentation, l'armoise blanche est considérée comme l'arôme de certaines boissons comme le thé ou le café. Néanmoins, son usage dans l'industrie alimentaire reste très limité à cause de la toxicité. (**Benjilali B. et al. 1980**).

I.8.3 Usage industriel

Les extraits de sec huiles essentielles sont utilisés comme aromes, sont intérêt économique est un pâturage permanent de certaines zones désertiques, son odeur caractéristique la rend très prisée par le cheptel ovin (**Aidoud A, 1983**).

I.9 Toxicités

A forte dose, l'armoise est abortive, neurotoxique et hémorragique la thuyone constitue la substance toxique est l'alpha-thuyone elle a des effets convulsivantes (**Aouadhi S, 2010**).

I. 10 Les huiles essentielles

Les huiles essentielles de l'armoise blanche ont fait l'objet de plusieurs études au Maroc, Espagne, Tunisie et en Algérie. En effet l'HE contenue dans les feuilles du genre *Artemisia* est connue pour ses propriétés régulatrices du cycle menstruel et comme remède du beaucoup de maladie t'elles que le diabète la bronchite les abcès et la diarrhée (**Ghammi.M. et al. 2010**)

I.10.1 Définition

Huile : ce terme provient du fait que les substances volatiles sont visqueuses

Essentielle : reflet le caractère des acteurs que dégage les plantes

On les appelle couramment : essences, essences végétales. Les huiles ou essences aromatique, parfumes, huiles volatiles (**Bruneton.J,2009**)

Selon la norme AFNORISO 9235, huile essentielle est définie comme un produit obtenu à partir d'une matières premier végétale, après séparation de la phase aqueuse par des procédés physiques : soit par l'entraînement, soit par des procédés mécanique à partir de l'épicarpe des atrus soit par distillation sèche (**Duval.L,2012**)

Chapitre I présentation de la plante d'Artemisia herba alba Asso

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels très complexes qui peuvent contenir plusieurs composés à des concentrations différentes. Elles sont caractérisées par 2 à 3 composants principaux à des concentrations assez élevées (**Abad MJ. et al. 2012**)

I.10.2 Classifications

On distingue deux types de classification des HE :

- Le premier dépend de la composition chimique et se répartit en 3 classes :
 - les HE hydrocarbonées qui sont les plus nombreuses
 - les HE oxygénées représentées par toutes les HE solides
 - Les HE sulfurées retrouvées chez les Liliaceae et les Brassicaceae
- La seconde repose sur la couleur de l'huile et comprend quatre classes :
 - les incolores qui sont dépourvues de résine et d'azulène
 - les jaunes qui renferment des résines
 - les bleus qui contiennent de l'azulène
 - les jaunes et vert brun qui contiennent principalement de l'azulène mais aussi d'autres colorants (**Charpentier B. et al. 2008**)

I.10.3 Localisations des essences dans le végétal

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : fleurs, feuilles et bien que cela soit moins habituel dans des écorces, des bois, des racines, des rhizomes, des fruits et des graines (**Brundon J, 1999**). Dans une même plante, elles peuvent être présentes à la fois dans différents organes (Fleurs, Feuilles et tiges) mais la composition des essences est alors variable d'un organe à l'autre c'est le cas chez *Verbena officinalis* (**Iskender NY. et al. 2009**)

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées. Souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante (**figure 5**).

- Poches sécrétrices : des Myrtaceae ou Rutaceae
- Cellules à huiles essentielles des Lauraceae ou de Zingibéraceae situées sous l'épiderme.
- Poils sécrétrices où l'huile s'accumule sous la cuticule ou poil de patchouli des Lamiaceae.
- Canaux sécrétrices (lactifères) des Apiaceae des Astéragées (**Bruneton J, 1999 ; Guigarad JL, 2000**)

L'exercice de l'huile essentielle dans les cavités des poches ou canaux est réalisée par exocytose ou par lyse des cellules bordant la cavité. (**Teuscher E. et al. 2005**).

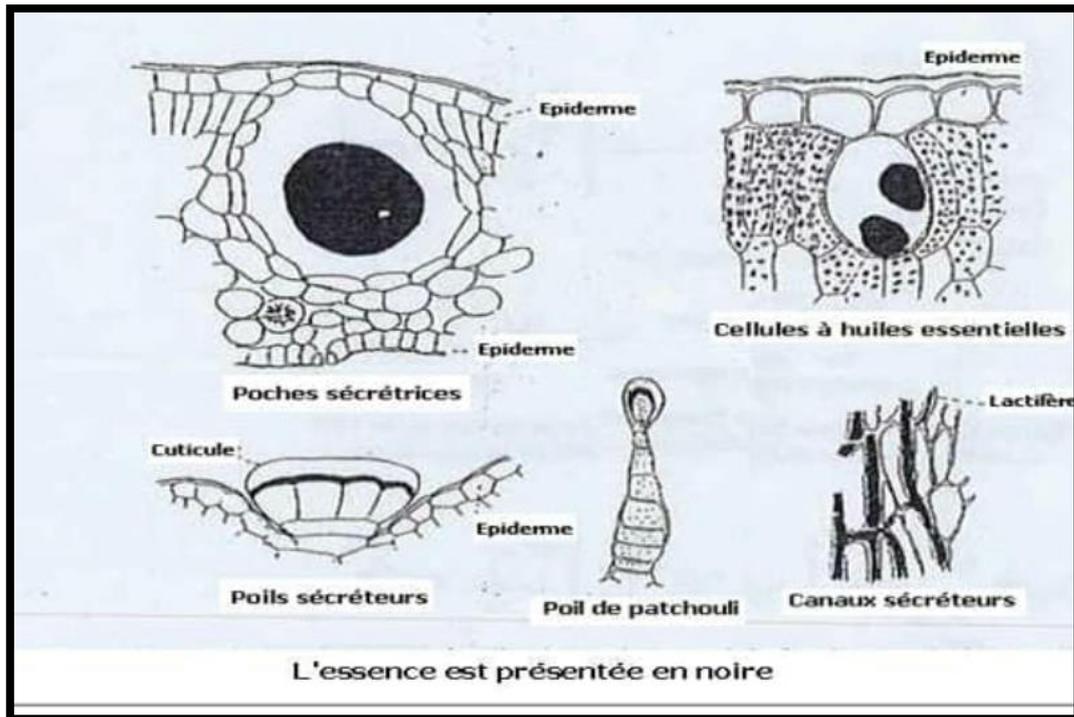


Figure 5 : exemple d'appareil sécréteur (Guignard JL, 2000)

I.10.4 Propriétés physiques des huiles essentielles

Malgré leurs constitution différentes les huiles essentielles possèdent en commun un certain nombre de propriétés physiques :

- Ce sont généralement des liquides a température ordinaire
- Leur volatilité les oppose aux « huiles fixes » à cette volatilité des huiles essentielles sont lies leur caractère odorant et la possibilité de les obtenir par entrainement à la vapeur d'eau
- Elles sont généralement incolores ou jaune pâle quand elles viennent d'être préparées.il existe cependant quelque exception (ex : huiles essentielles à azulène de coloration bleue)
- Leur densité est le plus souvent inferieure a 1. Seules 3 huiles essentielles officinales ont une densité supérieure à celle de l'eau ce sont les huiles essentielles de cannelle de giroflier et de sassafras
- Peut solubles dans l'eau elles lui communiquent cependant leur odeur (eaux distillées aromatiques) elles sont solubles dans les alcools et dans la plupart des solvants organiques
- Elles sont très altérables, sensibles à l'oxydation, elles ont tendance à se polymériser en donnant lieu à la formation de produits résineux, elles sont donc de conservation limitée (Hurabielles M. et al. 1982).

I.10.5 Compostions chimique de l'HE d'Artemisia herba alba

L'identification des constituant des HE a été effectuée en se basant sur la GC-MS en combinaison avec les IK. Le tableaux 4 montre les constituants en ordre de leurs éluitions (Zaim A. et al. 2012).

Chapitre I présentation de la plante d'Artemisia herba alba Asso

Tableau 4 : Composition chimique d'huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* (Goudjil MB. et al. 2015) (Assia Z. et al. 2012).

<u>Les composants</u>	<u>TR</u>	<u>Pourcentage %</u>
<u>Tricyclene</u>	<u>715</u>	<u>0.12</u>
<u>1R-α-Pinene</u>	<u>762</u>	<u>0.45</u>
<u>Camphene</u>	<u>823</u>	<u>2.91</u>
<u>Sabinene</u>	<u>929</u>	<u>0.37</u>
<u>L-β-Pinene</u>	<u>939</u>	<u>0.21</u>
<u>β-myrcene</u>	<u>1020</u>	<u>0.94</u>
<u>β-Cymene</u>	<u>1184</u>	<u>0.25</u>
<u>Eucalyptol</u>	<u>1219</u>	<u>6.5</u>
<u>γ-Terpinene</u>	<u>1365</u>	<u>0.17</u>
<u>Thujone</u>	<u>1650</u>	<u>9.63</u>
<u>Trans-8-hydroxytinalool</u>	<u>1681</u>	<u>0.35</u>
<u>β-thujone</u>	<u>1708</u>	<u>1.52</u>
<u>1,2,5,5-tertramethyl-1,3-cyclopentadiene</u>	<u>1780</u>	<u>6.56</u>
<u>Camphor</u>	<u>1893</u>	<u>15.96</u>
<u>Pinocarvone</u>	<u>1983</u>	<u>0.3</u>
<u>2-Nonyne</u>	<u>2013</u>	<u>1.36</u>
<u>L-4-terpineol</u>	<u>2085</u>	<u>0.53</u>
<u>Trans-Chrisanthenyl acetate</u>	<u>2617</u>	<u>0.64</u>
<u>L-bornyl acetate</u>	<u>2764</u>	<u>0.24</u>
<u>α-Terpinene</u>	<u>3172</u>	<u>0.29</u>
<u>Cis-Jasmone</u>	<u>3483</u>	<u>0.35</u>
<u>β-Cubebene</u>	<u>3946</u>	<u>1.24</u>
<u>Davana ether</u>	<u>4176</u>	<u>0.94</u>
<u>Caryophyllene oxide</u>	<u>4524</u>	<u>0.65</u>
<u>Davanone</u>	<u>4664</u>	<u>42.8</u>
<u>Nerolidol</u>	<u>4684</u>	<u>0.17</u>
<u>β-Dihydroagarofuran</u>	<u>4698</u>	<u>0.39</u>
<u>Cyclohexane Ketone</u>	<u>4767</u>	<u>0.21</u>
<u>α-Pinene oxide</u>	<u>4828</u>	<u>0.33</u>
<u>α-Himachalene</u>	<u>4884</u>	<u>0.28</u>
<u>Lilac alcohol</u>	<u>4944</u>	<u>0.53</u>
<u>Total</u>		<u>97.54</u>

I.10.6 Techniques d'extraction des huiles essentielles

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales, cette diversité est due à la variété des matières et à la sensibilité considérable de leurs certains constituants. Le choix de méthodes la mieux adaptée se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire et de l'usages de l'extrait.

Les principales méthodes d'extraction sont :

- Hydrodistillation
- l'entraînement à la vapeur d'eau

- l'hydro diffusion
- l'expression à froid
- Extraction par solvants
- Extraction par les corps gras
- Extraction par micro-ondes

Quel que soit le type d'extraction utiliser l'étape de l'extraction des huiles essentielles d'origine végétale restent identiques .il est nécessaire dans un premier temps d'extraire de la matière végétale les molécules aromatiques qui constituent l'huile essentielles, puis dans un second temps de séparer ces molécules du milieu par distillation (**Lucchesi ME,2005**).

I.10.7 Extraction par hydrodistillation

Il s'agit de la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisé. Le matériel végétal est immergé directement dans un alambic rempli d'eau placé sur une source de chaleur.

Le tout est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées dans un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolat par simple différence de densité. L'huile essentielle étant plus légère que l'eau (sauf quelques rares exception). Elle surnage au-dessus de l'hydrolat (**Pichon M,2008**)

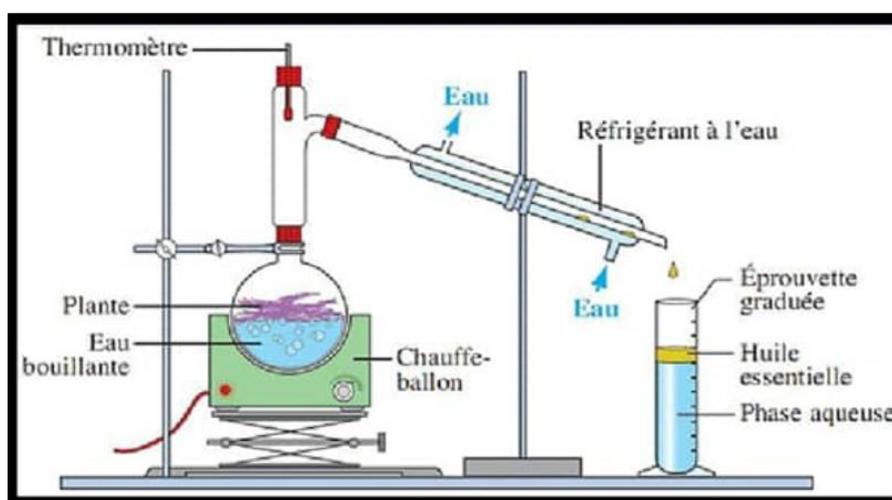


Figure 6 : schéma représentatif de montage d'extraction par hydrodistillation (**Goudjil MB,2016**)

I.10.8 Les facteurs influençant la composition chimique d'HE

Il existe beaucoup de facteurs externes pouvant influencer la composition chimique de l'HE tels que : la température, le taux d'humidité, la durée d'ensoleillement, la composition chimique du sol ,la partie de la plante utilisée , le cycle végétatif de la plante la méthode d'extraction (**BrunetonJ,1999**), le mode de récolte et les conditions de transport les changement les plus importants interviennent pendant l'hydrodistillation sous l'influence des conditions opératoires ,notamment du milieu (l'acidité , la température) et de la durée d'extraction (**lagunez RL,2006**).

I.10.9 Conservation des huiles essentielles

L'HE doit être stockée à 4 C°. La relative instabilité des molécules constitutives des HE rend leur conservation difficile, les risques sont multiples : photo cyclisation, photo isomérisation, etc. (**Bruneton J, 1999**)

Ces dégradations pouvant modifier les propriétés et /ou mettre en cause l'innocuité du produit, il convient de les éviter par certaines précautions telles que l'utilisation de flacon propres et sec en aluminium, en acier inoxydable ou en verre teinté anti actinique, presque entièrement remplis et fermés de façons étanche (l'espace libre étant rempli d'azote ou d'un autre gaz inerte), stockage à l'abri de la chaleur et de la lumière (**Bruneton J, 1999**) (**Sharma N ; Tripathi A, 2008**).

I.10.10 Intérêt d'huile essentielle

Les huiles essentielles des plantes commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules bioactives naturelles. Ils font l'objet d'études pour leur éventuelle utilisation comme alternative au traitement des maladies infectieuses et pour protéger les aliments contre l'oxydation, ces huiles sont utilisées en aromathérapie, en pharmacie, en parfumerie et en cosmétique, en raison de leur richesse grâce à des ingrédients actifs chargés en énergie vitale naturellement notamment en flavonoïde (**Goudjil MB, 2016**).

- **Activité biologique des huiles essentielles**

Les plantes aromatiques possèdent plusieurs activités biologiques, parmi lesquelles on peut citer les activités fongicide, insecticide, herbicide, antioxydante... etc.

Les huiles essentielles sont connues pour être douées de propriétés antiseptiques et antimicrobiennes. Beaucoup d'entre elles, ont des propriétés antitoxiques, antivenimeuses, antivirales, antioxydantes et antiparasitaires. Plus récemment, on leur reconnaît également des propriétés anticancéreuses (**Baser KHC, 2016**) (**Lahlou M, 2004**).

L'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique et les possibles effets synergiques entre ses composants. Sa valeur tient à l'intégralité de ses constituants et non seulement à ses composés majoritaires (**Lahlou M, 2004**).

I.10.11 Activité antibactérienne

Un agent antimicrobien est une substance d'origine synthétique ou naturelle, utilisée pour la destruction ou l'inhibition de la croissance de micro-organismes, notamment des bactéries (**Covalin P. et al. 1990**). L'activité antibactérienne des huiles essentielles est principalement liée à leur composition chimique, en particulier de leurs composés volatils majeurs. (**Goudjil MB, 2016**).

En générale, l'action des huiles essentielles se déroule en 3 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 (**Burt S, 2004**).

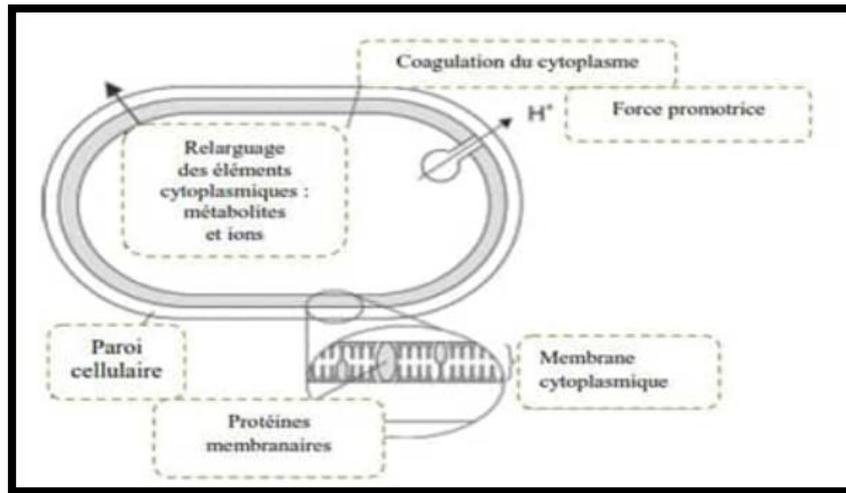


Figure 7 : sites d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne (**Burt S, 2004**)

Partie expérimentale

Chapitre II : Matériel et méthodes

II Matériel et méthodes

II.1 Objectif

Cette partie est réalisée selon les objectifs suivants :

- L'extraction d'huile essentielle de la plante d'*Artemisia herba alba* Asso.
- Déterminer l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de la plante étudiée
- Déterminer la concentration minimale inhibitrice

II.2 Lieu et période de travail

Notre étude expérimentale a été réalisée pendant 2 mois (fin Janvier jusqu'au début du mois de Mars 2020).

Tableau 5 : lieu de travail

Lieu de travail	Lieu d'étude	Travail expérimental
Université de l'Arbi Tébessi - Tébessa – Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie	Unité d'extraction mobile de la firme d'extraction des HEs et commercialisation des produits phytopharmaceutiques à Bejaia	L'extraction d'huile essentielle
	Laboratoire de microbiologie	Etude de l'activité antibactérienne

II.3 Procédure expérimentale

Dans cette étude en raison des nombreuses circonstances que nous avons rencontrées dans le laboratoire (le manque de moyens, de temps, le surpeuplement sur un seul hydrodistillateur).

Nous avons fait l'extraction en dehors de notre université après la récolte de la plante *Artemisia herba alba* de la région d' « El kouif » Tébessa dans le mois de Janvier, nous avons fait l'opération de séchage pendant 20 jours. Ensuite, nous avons envoyés la matière végétale sèche (partie aérienne) pour faire l'extraction au niveau d'une unité d'extraction mobile de la firme d'extraction des huiles essentielle et commercialisation des produits phytopharmaceutiques à Bejaia.

Nous avons suivi le travail au niveau du laboratoire de fin d'étude de la faculté des sciences exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie université Larbi tebessi -Tébessa-, dans lesquels nous avons étudié le pouvoir antibactérien d' huiles essentielle obtenues vis à vis de quelques souches bactériennes (gram (+) / gram (-)) clinique provenant de laboratoire d'analyses médicale privé Dr. Ziadi, laboratoire d'analyses médicale Dr. Allalou et la

polyclinique 04 mars 1956 Tébessa, et la détermination de la concentration minimale d'inhibition (CMI) après solubilisation d'huile essentielle dans un émulsifiant (DMSO).

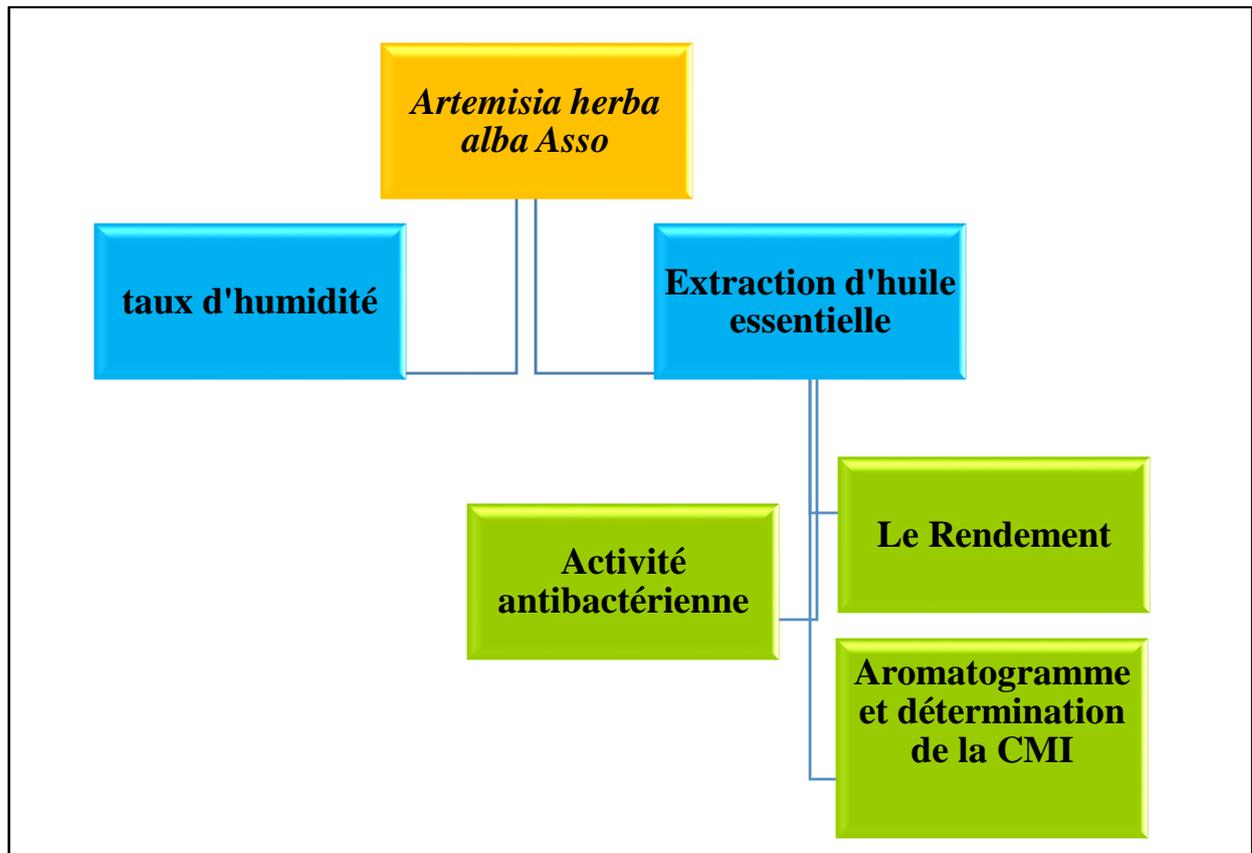


Figure 8 : Diagramme général de la procédure expérimental.

II.4 Matériel utilisé

II.4.1 Matériel végétal

L'étude est réalisée sur la partie aérienne (feuilles et tige) de l'armoise blanche. Après séchage dans un endroit sec et à l'abri des rayons solaires, les parties utilisées ont été coupées en petites morceaux et pesées.



a- plante fraîche



b- plante sèche

Figure 9 : *Artemisia herba alba Asso* (photo personnel, 2020).

II.4.1.1 Identification botanique

L'identification de l'espèce *Artemisia herba alba* Asso du genre *Artemisia* de la région de Tébessa utilisée dans cette étude est réalisée au niveau de l'université de l'arbi tébessi. Par madame Haioun.

II.4.1.2 Origine géographique de la plante

La présentation de la carte géographique de la région de récolte de la plante : El kouif (Tébessa) est donnée au niveau de la figure 10.

- **Zone de récolte El kouif (Tébessa) :** El kouif est une commune de la wilaya de Tébessa en Algérie à l'est des Aurès, qui est caractérisé par un climat semi-aride sec et froid, superficie 257 km², altitude 189 m et une longitude 8,32184.

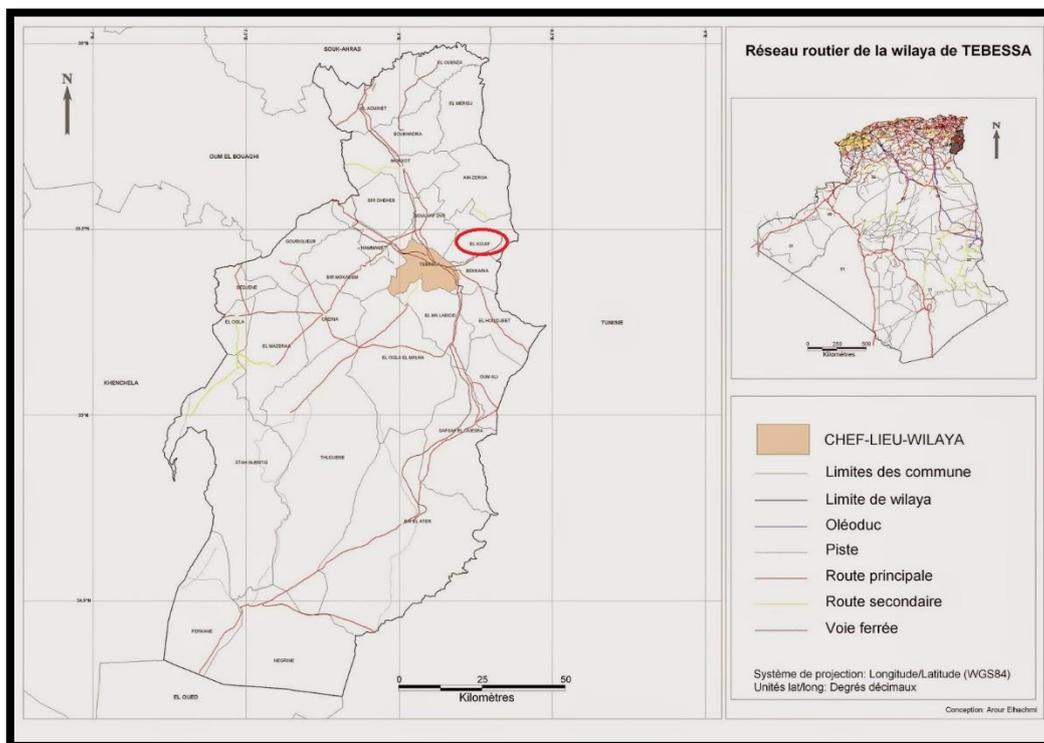


Figure 10 : carte géographique de la station de récolte d'*Artemisia herba alba* Asso (Elhachmi A, 2014).

II.4.1.3 Taux d'humidité

Le taux d'humidité est la quantité d'eau contenue dans le végétal frais (Taleb T, 2015).

Séchage à l'aire libre : les feuilles de l'armoise blanche sont disposées pour être séchées à l'aire libre. L'échantillon est pesé quotidiennement jusqu'à ce que sa masse P_f devient constante, la différence entre P_f et P_s représente la quantité d'eau contenue initialement dans l'échantillon utilisé.

Le taux d'humidité est estimé par la formule suivante (Bourkhiss M. et al. 2009) :

$$H (\%) = (Pf - Ps) / Pf \times 100$$

- **Pf** : poids frais de l'échantillon (g)
- **Ps** : poids sec de l'échantillon (g)
- **H (%)** : taux d'humidité exprimé en pourcentage.

II.4.2 Matériel du laboratoire

II.4.2.1 Appareillages utilisés

La liste de verreries et appareils utilisés dans cette étude est donné au niveau de l'annexe.

II.4.2.2 Produits et milieux de culture utilisés

Le tableau suivant résume les produits et les milieux de culture utilisés.

Tableau 6 : Produits et milieux de culture utilisés.

	Produits	Applications
Milieux de culture	Gélose nutritive (GN)	Repiquage des souches bactériennes
	Bouillon nutritif	Enrichissement
	Milieu Mueller-Hinton (MH)	Aromatogramme
	Milieu Chromagar d'orientation	Confirmation de l'identification des souches testées
Solvants	Diméthylsulfoxyde (DMSO)	Détermination de la CMI

II.5 Méthodes

II.5.1 Extraction de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso

Mode opératoire

L'extraction d'huile essentielle est effectuée par un appareil de type Clevenger. 150g de la partie aérienne de la plante sèche est imprégné dans un ballon de 2 litres qui contient 1.5L d'eau distillée, l'ensemble est porté à ébullition ; en prenant garde de ne pas chauffer jusqu'à sec et ne pas dépasser une température de 100 C°. L'huile essentielle s'évapore avec les vapeurs d'eau dégagées, qui se condensent en traversant un réfrigérant puis elle est recueillie à l'autre bout. Cette opération est réalisée pendant 2h30min à 3h. Le volume d'huile essentielle obtenu est noté pour le calcul du rendement.

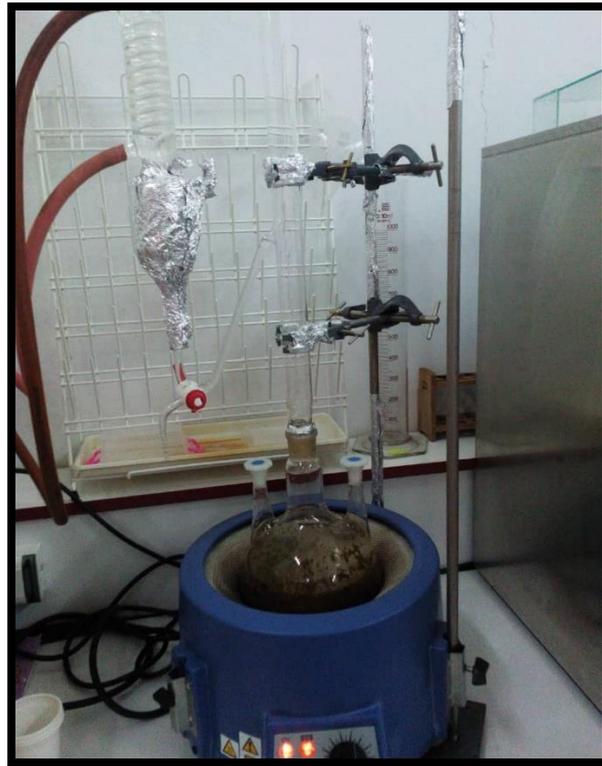


Figure 11 : Montage d'extraction par hydrodistillation (photo personnel, 2020).

II.5.2 Détermination du rendement en huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso

Le rendement est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue et la masse du matériel végétal utilisé. Après récupération des huiles essentielles le rendement est calculé par la formule suivante (AFNOR, 2000) :

$$R^{dt} = m / m_0 \times 100$$

- R^{dt} : rendement en huile essentielle (en %)
- m : masse d'huile essentielle récupérés (g)
- m_0 : prise d'essai du matériel végétal (g)

• Conservation d'huile essentielle récupérer

La conservation d'huile essentielle exige certaines précautions indispensables, c'est pour cela nous avons conservées à une température voisine de 4 C°, dans un flacon stérile en verre brun fermé hermétiquement pour les préserver de l'air et la lumière (Burt, 2004).



Figure 12 : flacon de conservation de l'huile essentielle (photo personnel, 2020)

II.5.3 Evaluation de l'activité antibactérienne

II.5.3.1 Méthode d'évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle

Pour mettre en évidence l'activité antibactérienne in vitro de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso, nous avons utilisé la méthode de diffusion sur disque (aromatogramme) pour tester la sensibilité des souches et ensuite par la méthode de micro-dilution pour déterminer les valeurs de CMI.

II.5.3.2 Les souches bactériennes testées

Les souches bactériennes testés sont des souches pathogènes clinique responsable de certaines maladies infectieuse grave, proviennent d'infection urinaire (test ECBU). Nous avons utilisé 8 souches bactériennes : 3 gram⁺ et 5 gram⁻. Les caractéristiques des souches bactériennes utilisées sont représentées dans le tableau suivant.

Tableau 7 : les caractéristiques des souches bactériennes utilisées.

Espèce bactérienne	Caractéristiques	Provenance
<i>Escherichia coli</i>	Gram -, bacille	Le laboratoire d'analyses médicale privé Dr. Ziadi -Tébessa -
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Gram -, bacille	
<i>Klebsiella oxytoca</i>	Gram -, bâtonnet	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Gram -, bacille	
<i>Enterococcus faecalis</i>	Gram +, coques	La polyclinique 04 mars 1956
<i>Proteus mirabilis</i>	Gram -, bacille	-Tébessa-

<i>Staphylococcus aureus</i>	Gram +, coques	Le laboratoire d'analyses médical privé Dr. Allalou -Tébessa-
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	Gram +, Cocci	

II.5.3.3 Conservation des souches

Les souches sont conservées à 4 C° dans des tubes stériles contenant la gélose nutritive inclinée.



Figure 13 : préparation des tubes inclinés (photo personnel, 2020).

II.5.3.4 Revivification des souches bactériennes

A partir des tubes de conservation, les souches ont été prélevées à l'aide d'une anse à boucle dans des tubes contenant de bouillon nutritif préalablement étiquetés. Ces derniers sont incubés pendant 18h à 37 C° ensuite, ensemencés sur des boîtes de pétri contenant un milieu GN aussi incubé à 37 C° pendant 24h.

II.5.3.5 Confirmation de l'identification de souches bactériennes testées

Pour la confirmation d'identification des souches bactériennes nous avons réalisé un examen macroscopique sur milieu de culture Chromagar d'orientation et un examen microscopique de coloration de gram.

II.5.3.6 Préparation de l'inoculum bactérien

Afin d'obtenir des colonies jeunes et bien isolées, Après le temps d'incubation, 1 à 2 colonies bactériennes bien isolées et parfaitement identiques sont prélevées à l'aide d'une pipette pasteur, puis émulsionnées dans un tube contenant 5 ml d'eau physiologique stérile, puis agiter.

Leur opacité doit être équivalente à 0,5 Mc Farland ou à une densité optique de 0,08 à 0,1 lue à 625 nm. (Bouzidi N. et al. 2016).

II.5.3.7 Préparation des disques

La méthode des disques est choisie dans cette étude pour sa fiabilité et simplicité, elle fournit des résultats préliminaires sur la sensibilité des souches et les activités antibactériennes du produit grâce aux diamètres. Les zones d'inhibition apparaissant autour des disques mesurés en mm. Les disques utilisés sont des disques de papier wattman n°3 de 6 mm de diamètre qui ont été coupé par l'emporte-pièce, ces disques doivent posséder un contour régulier, aussi stérilisés dans un autoclave pendant 20 min à 120 C° et stockés à une température ambiante.

II.5.3.8 Évaluation qualitative de l'activité antibactérienne**• La méthode de l'aromatogramme**

Cette méthode d'aromatogramme appelée méthode de Vincent. (Pibiri P, 2005), ou aussi la méthode de diffusion de disques est choisie pour déterminer l'activité antibactérienne de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso.

Principe

La technique de l'aromatogramme utilise des disques de papier wattman n°3 imprégnés d'une concentration donnée de l'huile essentielle testé. Ces disques sont déposés à la surface d'une gélose spécifique (Muller Hinton) coulée en boîtes de Pétri uniformément ensemencée d'une suspension bactérienne. Cette méthode nous permet de mettre en évidence l'effet antibactérien de l'huile essentielle sur la souche étudiée. Ainsi la souche sera qualifiée sensible, très sensible, extrêmement sensible ou résistante. (Amhis W. et al. 2001).

• Protocole expérimental

- Nous avons coulé aseptiquement le milieu de culture gélose MH dans des boîtes de Pétri. On laisse refroidir sur le paillasse.
- L'ensemencement de chaque boîte se fait par écouvillonnage ensuite les boîtes sont laissées sécher pendant 5 à 10 min.
- Des disques stériles en papier wattman (6 mm de diamètre) sont imprégnés avec 20 µl de HE en mettant seulement en contact le bout du disque, celui-ci va absorber progressivement l'huile essentielle jusqu'à l'imprégnation totale du disque puis déposer sur la gélose MH.
- Les boîtes de Pétri étaient maintenus pendant 20 à 30 min à température ambiante puis incubées à 37 C° pendant 24h. chaque essai a été réalisé 3 fois pour chaque espèce bactérienne. (Djenane. D. et al. 2012).
- Après incubation, l'effet d'HE se traduit par l'apparition d'une zone autour du disque.



Figure 14 : Protocole expérimental de la méthode d'aromatogramme (**photo personnel, 2020**).

- **Lecture :** les résultats sont exprimés par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque, la moyenne des trois essais est le résultat final. Le diamètre des zones d'inhibition est transcrit par différents symboles. (**Ponce A. et al. 2003**).

Donc le diamètre de la zone d'inhibition indique la sensibilité de chaque germe étudié, seules les bactéries montrant une sensibilité à notre huile essentielle sont sélectionnées pour déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI).

Le tableau suivant exprime la sensibilité des souches vis-à-vis des HEs.

Tableau 8 : la transcription des diamètres des zones d'inhibition. (**Ponce.A. et al. 2003**).

Le diamètre de la zone d'inhibition (mm)	Sensibilité du germe	
< 8	-	Résistant ou non sensible
9 – 14	+	Sensible
15 – 19	++	Très sensible
> 20	+++	Extrêmement sensible

II.5.3.9 Évaluation quantitative de l'activité antibactérienne

Détermination de la concentration minimale inhibitrice « CMI » par la méthode de dilution en milieu solide :

- **Principe**

La CMI est définie comme la plus faible concentration en HE capable d'induire une réduction de la croissance microbienne de 90%, donc ne laisse survivre que 10% de la population. (**Skandamis. P. et al. 2001**).

- **Protocole**

- **Préparation de la gamme de dilutions**

Cette méthode permet la détermination de la CMI à partir d'une gamme de concentration d'extrait dans un solvant. (Sidali, L. et al. 2014). La gamme de concentration de l'HE à préparer dans les tubes Eppendorf par la méthode de dilution de demi en demi (1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64) à partir d'une solution mère de volume initial de 1000 μ l. on a utilisé comme solvant le DMSO (Diméthyle sulfoxyde) il se présente un liquide incolore et miscible pour sa capacité à solubiliser de nombreux composé à forte polarité. (Kthrin M, 2002).

Dans un premier temps nous avons versé 500 μ l de DMSO et 500 μ l d'HE qui présente 1000 μ l (le volume de la suspension mère) dans le premier tube d 1/2, puis verser 500 μ l de DMSO dans chaque tube Eppendorf étiquetés (d 1/4, d 1/8, d 1/16, d 1/32, d 1/64) successivement. Ensuite, à partir de tube initial de la suspension mère agiter nous avons prendre 500 μ l mette dans le tube de d 1/4 qui contient déjà 500 μ l de DMSO, puis une série de dilution est réalisée successivement et de la même façon avec le respect de bien agiter à chaque fois, toujours prendre 500 μ l d'un tube à l'autre de t'elle sorte que nous gardons le volume 1000 μ l pour tous les tubes.

Le protocole suivi est détaillé dans la figure et le tableau ci-dessous.

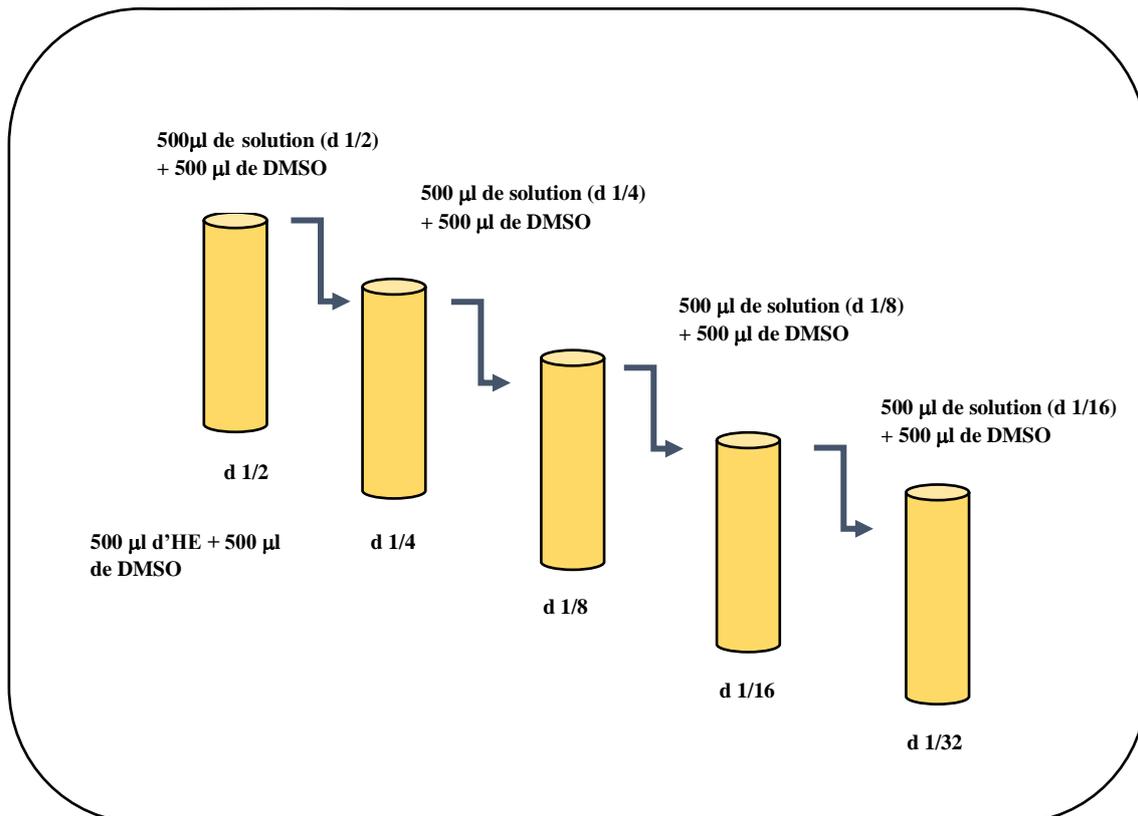


Figure 15 : Protocole de préparation des dilutions.

- **Ensemencement en milieu solide**

Liquéfier le milieu MH dans un bain marie, couler aseptiquement la gélose par boîte de Pétri et laisser solidifier sur la paillasse dans la zone stérile, après la solidification du milieu, réaliser un ensemencement en surface de la suspension bactérienne préalablement standardisé. Avec une pince stérile déposer les 6 disques de papier wattman coché déjà sur la boîte, imbiber par les solutions diluées respectivement de (d 1/2 à d 1/64) dans chaque boîte. Afin de s'assurer des résultats, nous déposons aussi 2 disques imprégnés l'un par le DMSO comme témoin négatif et l'autre par l'HE pure comme témoin positif. Finalement, nous faisons l'incubation à 37 C° pendant 24h.

- **Expression des résultats**

Après l'incubation des boîtes nous faisons la lecture des résultats pour mesurer la CMI qui représente la plus petite concentration d'HE pour laquelle, il peut avoir un effet qui se traduit par l'apparition d'une zone autour du disque, nous mesurons le diamètre de cette zone ensuite nous calculons le pourcentage d'inhibition de la croissance bactérienne par la formule suivante (**Chaoi YM. et al. 2006**)

$$\% \text{ Inhibition} = \mathbf{D}_{\text{test}} / \mathbf{D}_{\text{control}} \times 100$$

- **% Inhibition:** pourcentage d'inhibition.
- **D_{test} :** diamètre de la zone d'inhibition
- **D_{control} :** diamètre de la boîte Pétri

Chapitre III :

Résultats et discussion

III Résultats et discussion

III.1 La matière végétale « *Artemisia herba alba* Asso »

III.1.1 Le séchage de la plante

Le séchage est fait d'une manière naturelle dans un endroit sec et à l'abri des rayons solaires, pendant une durée de 20 jours. L'évolution de cette étude est montrée dans le tableau suivant.

Tableau 9 : Variation du poids de l'échantillon de la plante en fonction de la durée de séchage.

Jours	1	5	10	15	20
Le poids de l'échantillon (g)	1528	1222,4	1111,27	1000	1000

L'évaluation de cette opération montre que le poids de l'échantillon d'*Artemisia herba alba* diminué avec l'augmentation de la durée de séchage ce pendant cette diminution atteint son maximum après 15 jours de séchage.

III.1.2 Le taux d'humidité

Le taux d'humidité est calculé dans le but d'évaluer la teneur de la plante en eau aussi de représenté le taux de la matière sèche servir réellement pour l'extraction des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba*. La détermination de l'humidité est présentée par la figure 16.

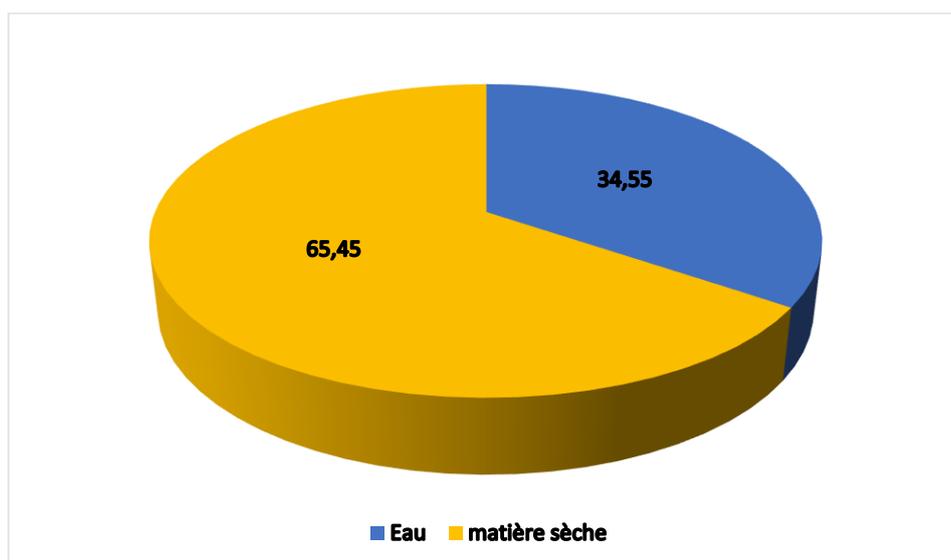


Figure 16 : Taux d'humidité d'*Artemisia herba alba* Asso.

Pour un poids d'échantillon fraîche de 1528g et un poids sec de 1000g, l'analyse des résultats montre que le taux d'humidité de l'HE est 34,55 %, ce qui signifie que 65,45% représente le taux de matière sèche qui va servir réellement à l'extraction d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba Asso*.

III.2 L'huile essentielle d'*Artemisia herba alba Asso*

III.2.1 Rendement en huile essentielle

Après avoir reçu l'échantillon de l'HE suite à l'extraction. Nous avons marqué les résultats suivants : notre échantillon d'HE est de 8,5g extrait à partir de 7 essais d'un poids initial de matière sèche de 1000g, le rendement moyen est de 0,85% \pm 0,012.

Cette valeur appartient à l'intervalle de (0,66% à 1%) noté par **Margaoui S et Zahaf D (2017)** dans la région de Tébessa. Aussi dans l'intervalle de (0,2% à 0,95%) de différentes régions en Algérie (**Bezza L.et al. 2010**).

En Tunisie et avec la même plante **Mohsen H et Ferchichi A (2009)** présente un rendement de (0,68% à 1,93%).

Par rapport à d'autres plantes qui sont exploitées industriellement, le rendement obtenu de l'HE d'*Artemisia herba alba Asso* il est plus élevé que celui de la rose (0,1% à 0,35%) et plus faible que de thym (2% à 2,5%) (**Bencheqroum HK.et al. 2012**).

III.2.2 Caractères organoleptiques

Selon **AFNOR (2000)**, les huiles essentielles sont habituellement liquides à température ambiante et volatiles, ce qui les différencie des huiles dites fixes. Elles sont plus ou moins colorées et leur densité est en général inférieure à celle de l'eau.



Figure 17 : l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba Asso* extraite par hydrodistillation.
(Photo personnel, 2020)

Les caractéristiques organoleptiques d'HE extraite sont représentées dans le tableau suivant.

Tableau 10 : Caractéristiques organoleptiques d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso.

Caractéristiques organoleptiques	Aspect	Couleur	Odeur
L'huile essentielle obtenue après l'extraction	Liquide	Jaune claire	Forte

Les résultats ont montré que l'HE répond à la norme AFNOR (2000).

Les différentes caractéristiques organoleptiques sont propres à chaque huile essentielle, qui permet de définir cette huile essentielle exactement et de juger leur qualité pour autoriser leur utilisation dans l'industrie. Ces propriétés sont liées aux conditions climatiques et édaphiques de la région de récolte et l'état de la plante (Bouzi N, 2016).

III.3 Confirmation de l'identification des souches bactériennes testées

Les résultats de l'examen macroscopique et microscopique sont présentés dans les figures ci-dessous.

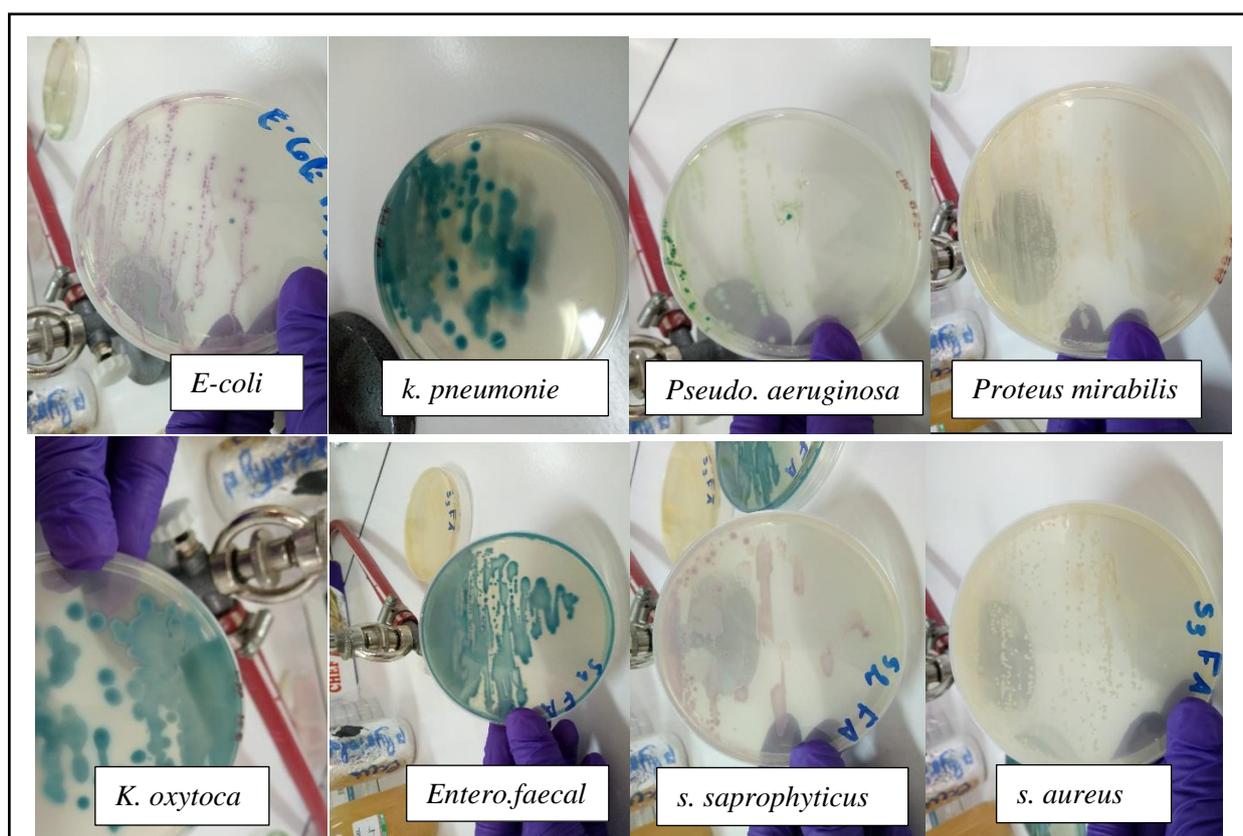


Figure 18 : Examen macroscopique des souches apparues sur gélose Chromagar d'orientation

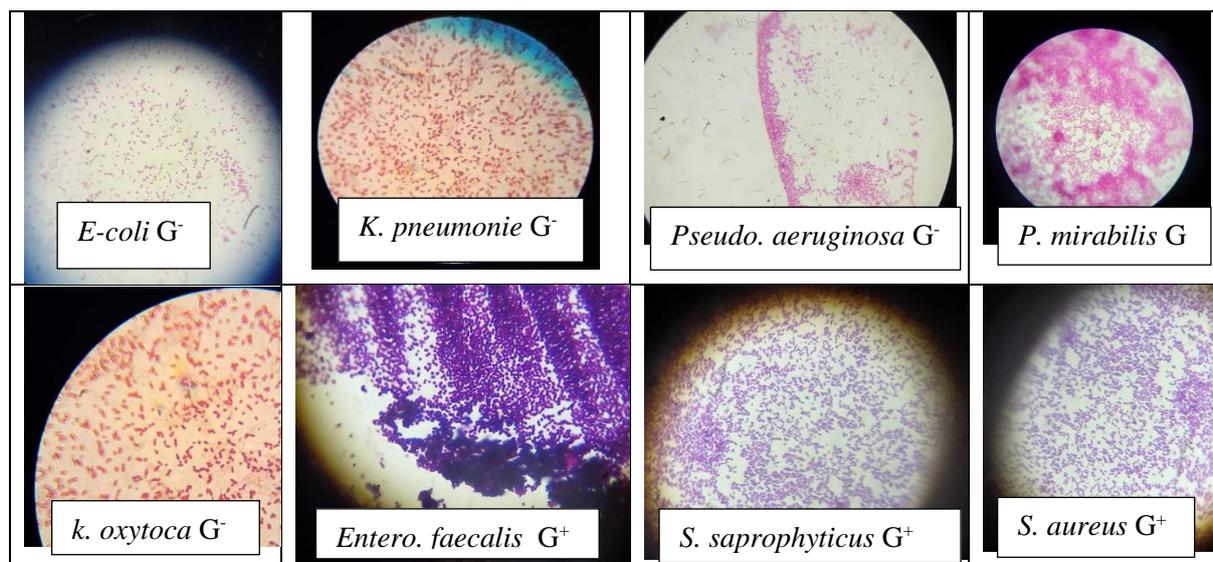


Figure 19 : Examen microscopique x 100 après coloration de gram.

III.4 Etude de l'activité antibactérienne

III.4.1 Evaluation qualitative

Dans notre étude l'évaluation qualitative de cette activité de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* a été réalisé sur 8 bactéries par la méthode d'aromatogramme.

Le tableau suivant résume nos résultats ou les valeurs indiquées sont la moyenne de 3 essais pour chaque bactérie.

Tableau 11 : Diamètre (D) pourcentage d'inhibition (PI%) et la sensibilité des souches bactériennes de l'HE d'*Artemisia herba alba*.

Souches	Gram	D (mm)	PI (%)	Sensibilité
<i>Escherichia coli</i>	-	13	14,44	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	16,5	18,33	++
<i>Klebsiella oxytoca</i>	-	9,8	10,88	+
<i>Proteus mirabilis</i>	-	9,6	10,66	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	< 8	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	+	12,3	13,66	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	10,4	11,55	+

<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	+	11,5	12,77	+
-------------------------------------	---	------	-------	---

Nous avons observé que l'activité d'une même huile essentielle varie d'une souche à une autre, cette variation est remarquée avec les diamètres des zones d'inhibition qui montre que certaines souches sont résistantes ou plus sensibles que d'autres.

Les diamètres d'inhibition pour l'HE sont variés de 9,6 mm à 16,5 mm. Le diamètre le plus élevé est obtenu avec *Klebsiella pneumoniae* (16,5 mm) et le plus faible avec *Proteus mirabilis* (9,6 mm). Alors que nous avons remarqué l'absence d'une zone d'inhibition pour *Pseudomonas aeruginosa*.

Selon le classement effectué par **Ponce et al. (2003)**, les résultats obtenus montrent que l'HE d'*Artemisia herba alba* possède une activité antibactérienne sur les souches testées, la seule bactérie résistante est *Pseudomonas aeruginosa*.

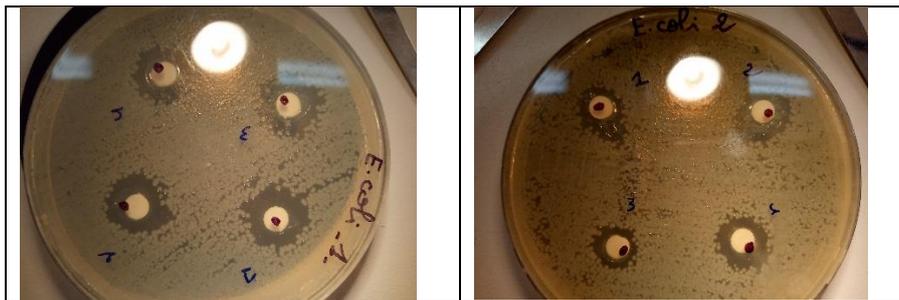
Les souches sensibles à l'HE d'*Artemisia herba alba* sont : *E-coli* (13 mm), *Klebsiella oxytoca* (9,8 mm), *Proteus mirabilis* (9,6 mm), *Enterococcus faecalis* (12,3 mm), *staphylococcus aureus* (10,4 mm), *staphylococcus saprophyticus* (11,5 mm). En effet, La souche très sensible à l'HE est *Klebsiella pneumoniae* (16,5 mm).

Nos résultats sont en général en accord avec ceux rapportés par la littérature. Les résultats obtenus avec les bactéries *E-coli* et *S. aureus* sont en accord avec ceux obtenus par **Goudjil MB. et al. (2016)**. *E-coli* ($12,2 \pm 0,52$ mm), *S. aureus* ($11,33 \pm 0,57$). **Zouari S. et al. (2010)** montre que l'HE d'*Artemisia herba alba* n'est pas active totalement sur *P. aeruginosa* comme celle que nous avons obtenu pour notre huile aussi c'est le même résultat obtenu par **Magraoui S et Zahaf D (2017)**.

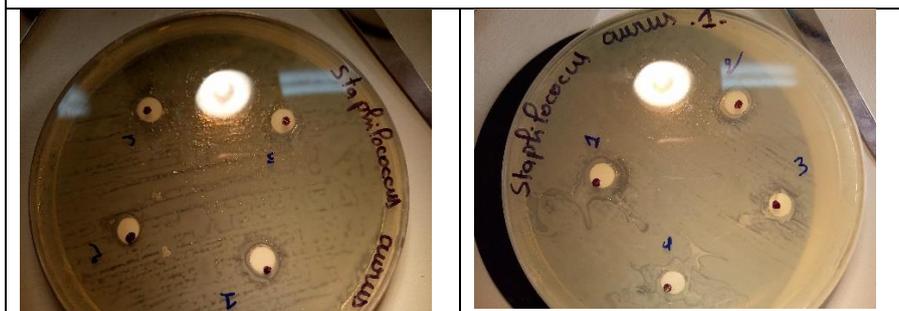
Pour *Klebsiella pneumoniae*, notre huile d'*Artemisia herba alba* a montré une activité élevée (16,5 mm) une différence des résultats est remarquée avec celle de **Akrout A. et al. (2010)** qui a réalisé une étude avec l'huile essentielle extraite de feuilles d'*Artemisia herba alba* du sud de la Tunisie, qui a trouvé une inactivité contre cette bactérie. Ainsi que l'activité antibactérienne de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* de l'ouest du Maroc a été mise en évidence par **Imelouane B. et al. (2010)** qui a montré une activité contre *K. pneumoniae* de ($16 \pm 0,1$ mm).

Aussi nous avons trouvé une activité contre les autres bactéries, notamment *Proteus mirabilis* (9,6 mm) et *Enterococcus faecalis* (12,3 mm). Donc nous pouvons conclure que l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* de la région d'El kouif (Tébessa) possède un large spectre d'activité antibactérienne.

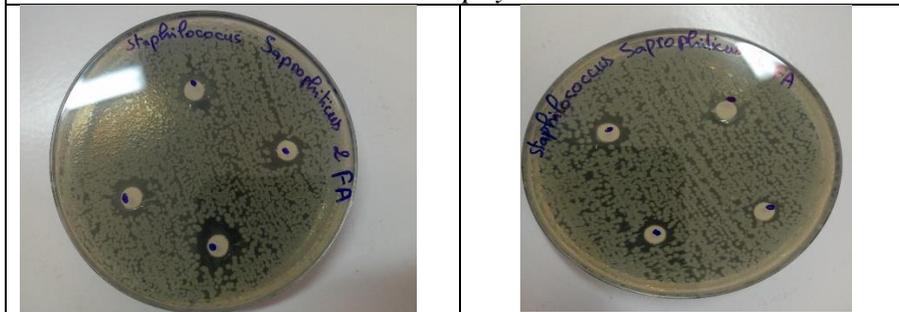
Les résultats de l'aromatogramme obtenus dans cette étude sont présentés par la figure ci-dessous



Effet de l'HE sur *Escherichia coli*



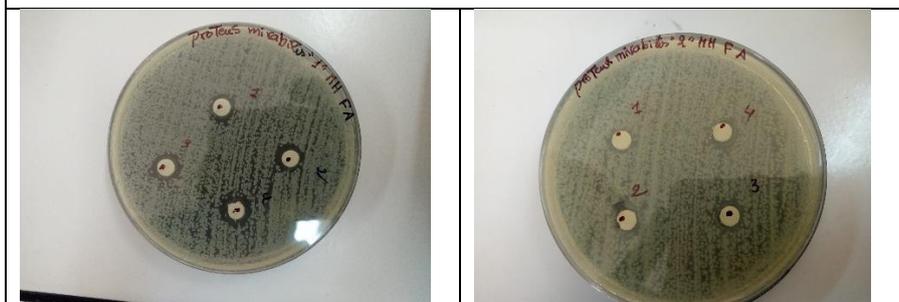
Effet de l'HE sur *staphylococcus aureus*



Effet de l'HE sur *staphylococcus saprophyticus*



Effet de l'HE sur *Klebsiella pneumonie*



Effet de l'HE sur *Proteus mirabilis*

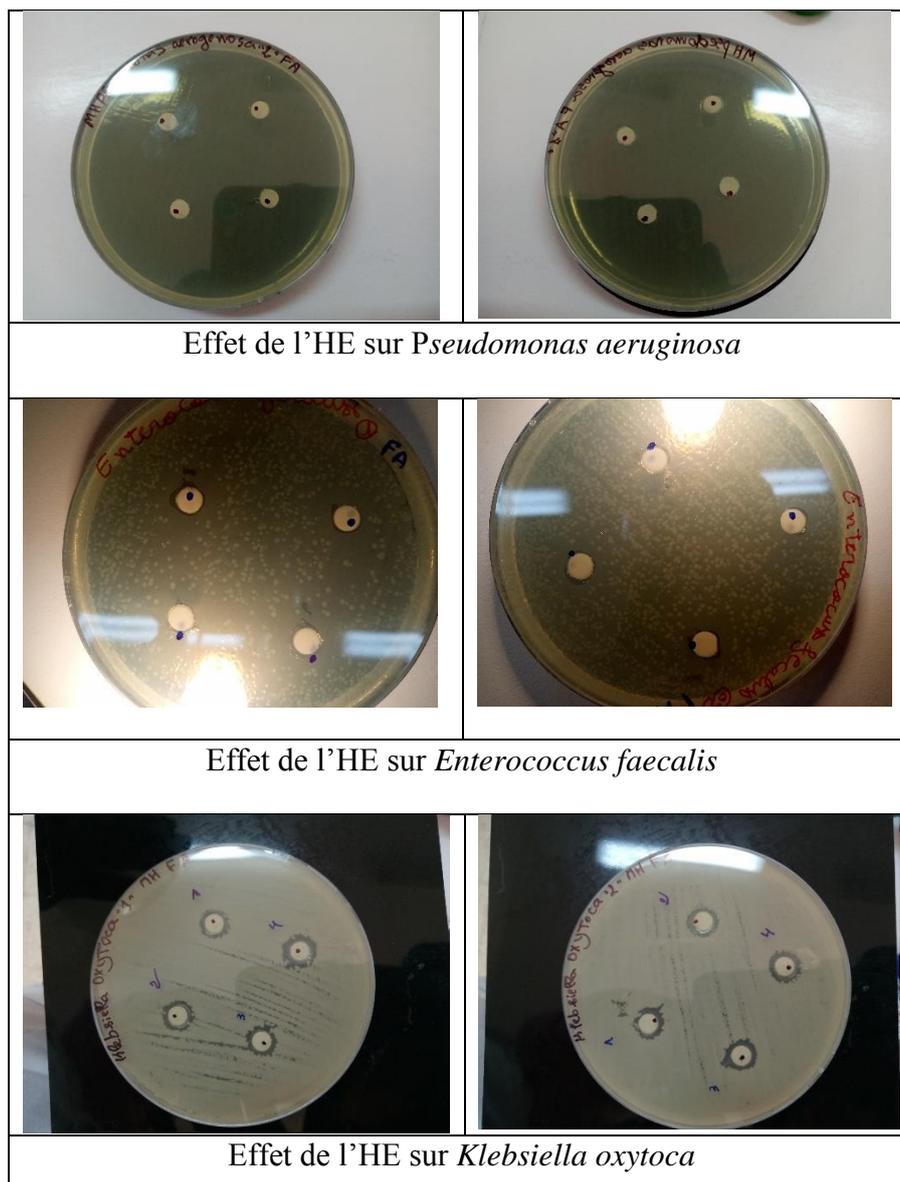


Figure 20 : Effet antibactérien de l'HE pure d'*Artemisia herba alba* sur les différentes souches bactériennes (photo personnel,2020).

III.4.2 Evaluation quantitative

Dans cette partie d'étude et après la réalisation du test d'aromatogramme. Nous avons déterminé la CMI.

La CMI est effectué seulement sur les souches sensibles à l'HE d'*Artemisia herba alba*. Donc nous avons éliminés la bactérie *Pseudomonas aeruginosa*, qui a montré une résistance dans l'évaluation qualitative ; les souches concernées sont : *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Proteus mirabilis*, *Enterococcus faecalis*, *staphylococcus aureus*, *staphylococcus saprophyticus* et *Klebsiella pneumoniae*.

Nous prenons en considération que le DMSO n'a aucune activité antibactérienne.

Les résultats des dilutions sur l'activité antibactérienne de l'HE d'*Artemisia herba alba* sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Diamètres des zones d'inhibition et des pourcentages d'inhibition à différentes concentrations de l'HE d'*Artemisia herba alba* Asso.

		<i>E. coli</i>	<i>Kle. Pneumoniae</i>	<i>Kle. Oxytoca</i>	<i>Proteus mirabilis</i>	<i>Enterofaecalis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. saprophyticus</i>
1/2	D (mm)	9,6	12	8	8	13	9,6	10
	PI (%)	10,66	13,33	8,88	8,88	14,44	10,66	11,11
1/4	D (mm)	6,6	9,2	7	10	12	/	12,3
	PI (%)	7,33	10,22	7,77	11,11	13,33	/	13,7
1/8	D (mm)	7,77	8,8	6,9	/	10	/	13,6
	PI (%)	8,55	9,77	7,66	/	11,11	/	15,11
1/16	D (mm)	8,6	8,8	7,9	/	14	/	10,4
	PI (%)	9,55	9,77	8,77	/	15,55	/	11,55
1/32	D (mm)	7,6	7,6	6,9	/	10	/	/
	PI (%)	8,44	8,44	7,66	/	11,11	/	/
1/64	D (mm)	/	/	/	/	/	/	/
	PI (%)	/	/	/	/	/	/	/

Le tableau 12 montre une diminution du diamètre des zones d'inhibition qui correspond à une diminution de la concentration de l'huile essentielle, aussi nous avons observé que les diamètres des zones d'inhibition chez certaines bactéries ne sont pas ordonnés. La dilution 1/64 ne présente aucune zone d'inhibition avec l'HE d'*Artemisia herba alba* pour toutes les souches.

Nos résultats obtenus sont en général en accord avec ceux rapportés par la littérature **Magraoui S et Sahaf D, (2017)** montrent une variabilité dans les diamètres des zones d'inhibition pour 3 bactéries : *E-coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *S. aureus* vis-à-vis l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* de la région de Tébessa. Aussi cette différence remarquable est présentée dans notre travail.

Les résultats obtenus de la CMI sont présentés sur la figure suivante.

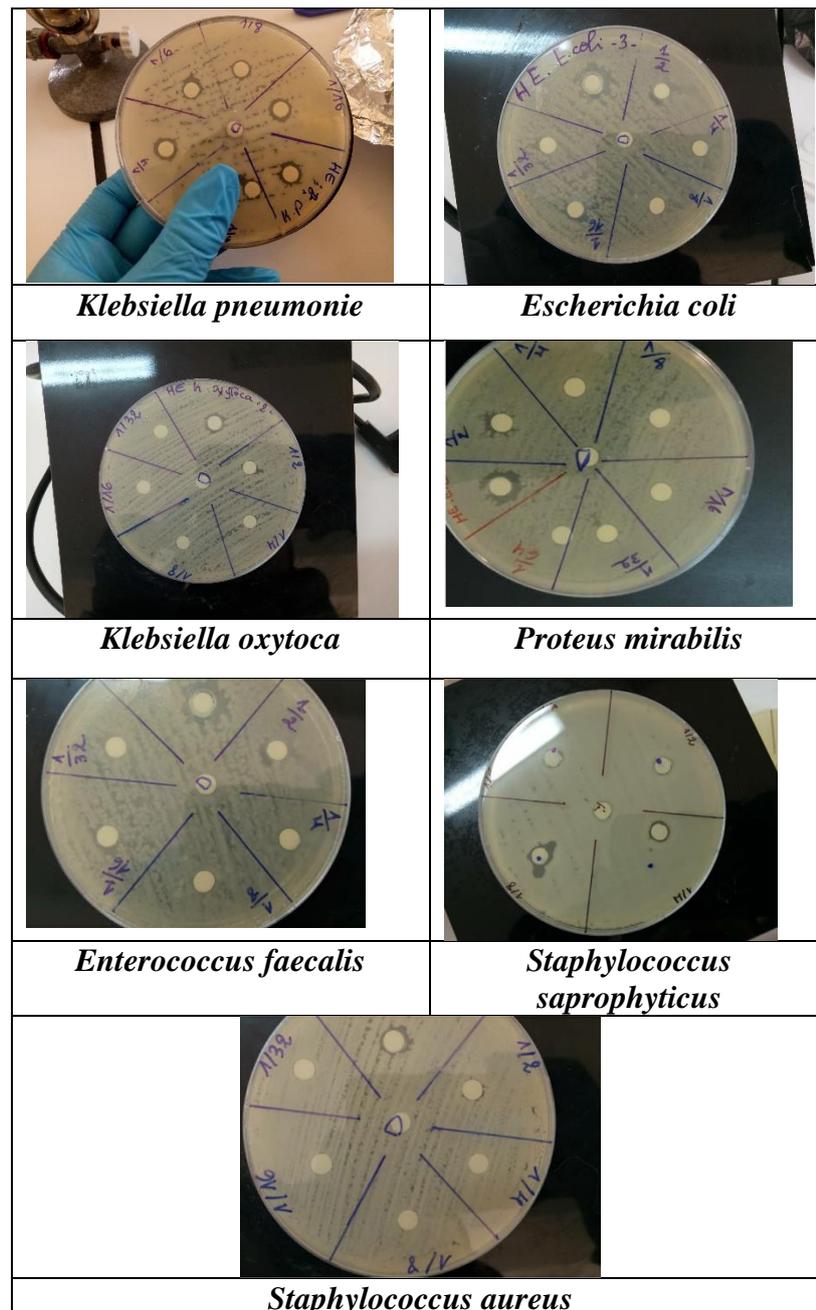


Figure 21 : Effet antibactérien des dilutions de l'HE d'*Artemisia herba alba* sur les différentes souches. (Photo personnel, 2020)

Les concentrations minimales inhibitrice de l'HE d'*Artemisia herba alba* Asso sont représentées dans le tableau 13.

Tableau 13 : concentration minimale inhibitrice de l'HE d'*Artemisia herba alba* Asso.

Les souches	Dilution minimale	CMI v/v ($\mu\text{l}/\mu\text{l}$)
<i>E-coli</i>	1/32	0,0312
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1/32	0,0312
<i>Klebsiella oxytoca</i>	1/32	0,0312
<i>Proteus mirabilis</i>	1/4	0,25
<i>Enterococcus faecalis</i>	1/32	0,0312
<i>Staphylococcus aureus</i>	1/2	0,5
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	1/16	0,0625

Les dilutions minimales inhibitrices obtenus de l'HE d'*Artemisia herba alba* varient de 0,0312 à 0,5 $\mu\text{l}/\mu\text{l}$. *E-coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Enterococcus faecalis* se sont montrée les plus sensible pour l'huile essentielle, ils sont inhibés à 0,0312 $\mu\text{l}/\mu\text{l}$.

Les résultats précédents obtenus dans notre étude, confirment que l'HE d'*Artemisia herba alba* à une importante activité antibactérienne et qui se diffère d'une bactérie à une autre.

Selon **Friedman. et al. (2002)**, il existe plusieurs facteurs qui peuvent influencer les résultats d'une activité antibactérienne d'une huile essentielle notamment :

- La composition et la solubilité de l'huile essentielle.
- Le microorganisme et la vitesse de sa croissance, ce facteur a été confirmé aussi par **(Bouguerra A, 2012)**.
- Ces différences de sensibilité des microorganismes contre l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* peuvent être expliquées par la quantité et la qualité des molécules bioactives ou la nature et la composition de la paroi cellulaire aussi que la puissance du système enzymatique de la cellule qui contrôle son métabolisme.

Conclusion

Conclusion

L'armoise blanche « *Artemisia herba alba Asso* » est une plante médicinale et aromatique, utilisée longtemps en médecine traditionnelle algérienne. Malgré ses effets biologiques potentiels, elle est exploitée à une échelle assez réduite. Cette étude a pour objectif principale la contribution à la valorisation de l'huile essentielle (HE) d'*Artemisia herba alba Asso* de la wilaya de Tébessa. Dans ce travail nous avons réalisée l'extraction de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba*, la détermination du rendement de l'HE et enfin la mesure de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle extraite ainsi que la concentration minimale inhibitrice (CMI).

L'extraction de l'HE des parties aériennes de l'armoise blanche est réalisée par hydrodistillation ; la plante est récoltée de la région d'El kouif (Tébessa) qui a montré un rendement moyen en huile de $0,85\% \pm 0,012$ il est proche avec celle obtenu chez d'autres études de la même espèce il appartient à l'intervalle (de 0,2% à 0,95%) de différentes régions en Algérie rapporté par divers auteurs (**Bezza L. et al. 2010**) et en Tunisie (0,68% à 1,93%) (**Mohsen H. et Ferchichi A, 2009**). Pour l'activité antibactérienne, la méthode de l'aromatogramme nous a permis de mettre en évidence le pouvoir antibactérien de l'HE vis-à-vis de 8 bactéries, ce pouvoir est important pour toutes les souches sauf *Pseudomonas aeruginosa* qui montre une résistance pour l'huile extrait de l'armoise blanche. Pour les zones d'inhibition, elles sont entre de 9,6mm à 16,5mm. Les dilutions minimales inhibitrices obtenus varient de 0,0312 à 0,5 µl/ µl.

En effet, *E-coli*, *Klebsiella pneumonie*, *Klebsiella oxytoca*, *Enterococcus faecalis* ont présenté la CMI la plus faible alors que *Staphylococcus aureus* a montré une CMI la plus élevée.

Les résultats montrent que l'espèce d'*Artemisia herba alba Asso* est réellement dotée d'un puissant pouvoir antibactérien et qu'elle peut se substituer efficacement aux antibiotiques de synthèse.

Finalement, quels que soient les travaux de recherche et les efforts entrepris dans ce sens, ils restent toujours insuffisants pour arriver à déchiffrer à saisir et à bénéficier totalement de toutes les vertus et les qualités que représente cette plante légendaire et historique à travers des générations c'est la fameuse armoise blanche « *Artemisia herba alba Asso* ». Bref, il reste à l'homme beaucoup à découvrir sur ce sujet.

En perspective, il serait intéressé de compléter le présent travail comme c'était prévu avant le confinement dû au coronavirus qui a touché notre payé et le monde entier ; par l'étude de l'activité antimicrobienne de l'HE de l'armoise blanche notamment sur des champignons et levures responsables de mycoses. Ainsi que l'étude des caractères physico-chimiques de l'HE d'*Artemisia herba alba Asso*.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **A**bad MJ; Bedoya LM; Apaza L. et al. (2012). The Artemisia L. Genus: A review of bioactive essential oils. *Molecules* [en ligne] 17,2542-2566. (page consultee le 27.02.2020) <http://www.mdpi.com>
- Abass OA. (2012). therapeutic effect of artemisia herba alba aqueous extract added to classical therapy of acquired hyperlipidemia. *Iraqi journal of Community medicine* [en ligne],4,320-323. (Page consulter le 10.02.2020) <http://www.scholar.google.com>
- Abdelguerfi A. (2003). Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture [en ligne]. Rapport de synthèse : agronomie. Alger : ecole nationale supérieure agronomique. Disponible sur : <http://www.naturevivante.org> (page consulter le 28.05.2020)
- AFNOR. (2000). Association française de normalisation ; recueil de norme française « huile essentielle » [en ligne], AFNOR. Paris. <https://www.boutiqueafnor.org>. (Page consulter le 26.05.2020)
- Aidoud A. (1983). Contribution à l'étude des écosystème steppiques du sud [en ligne]. Thèse de 3ème cycle. Alger : univ Houari Boumediene. Disponible sur : <http://www.ciheam.org>. (Page consulter le 12.02.2020)
- Aidoud A; zemiti BL. (2016). Suivi à long terme dans la steppe d'armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso) du sud oranais (Algérie). *Revue d'écologie* [en ligne], 71(2), 168-177. (Page consulter le 15.02.2020) <http://www.scholar.google.com>
- Akrouf A ; El jani H ; Amouri S. et al. (2010). Screening of antiradical and antibacterial activities of essential oils of *Artemisia herba alba* asso and *thymus capitatus* hoff et link growing wild in the southem of Tunisia. *Recent research in science and technology*. [en ligne], 2(1), 29-39 (page consulter le 24.05.2020) <https://www.researchgate.net>.
- Al. Khazraji SM; Al. Shamaony LA; Twaijh. AA. Et al. (1993). hypoglycaemic effect of artemisia herba alba I. Effect of different parts and influence of the solvent on hypoglycaemic activity. *Journal of ethnopharmacology* [en ligne].40,163-166. (page consulter le 05.02.2020)
- Amhis W, Benslimane A, Tiouit D. et al. (2001). Tests de sensibilité utiles au traitement antibiotique [en ligne], n° 91,22.25. Disponible sur : <http://www.santetropicale.com>. (Page consulter le 19.05.2020).
- Aouadhi S. (2010). Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle. Etude de 57 plantes recommandées par les herbes. Thèse magistère : toxicologie. Tunis : faculté de médecine, 196p.

- Assia Zaim ; Lahsen Eghadraoui et Abedallah Farah. (2012). Effets des huiles essentielles d'Artemisia herba alba sur la surie des criquets a dultes d'Euchorthipps alboliniatus (Lucas, 1849). [en ligne], 34(2) ; p 127-133 disponible sur : www.israbat.ac.ma (consulter le 30.07.2020).
- **B**aba Aïssa F. (2000) encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb. Substances végétales d'Afrique. D'orient et d'occident Rouïba : librairie moderne. Disponible sur : <http://link.springer.com>. (Consulter le 17.02.2020)
- Bouzidi N. (2016). Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoise blanche « Artemisia herba alba Asso ». [En ligne]. Mémoire de master : microbiologie appliquée. Maxara. Université de Mustapha stambouli. 70 p. disponible sur : <http://www.dspace.univ-maxara.dz> (page consulter le 19.05.2020).
- Baser KHC; Buchbauer G. (2016). Handbook of essential oils: science, technology, and application. 2ème ed. K Husnu can baser, Gerhard Buchbauer, 791p. disponible sur: <http://www.amazon.com> (consulter le 29.02.2020). ISBN 1466590467
- Ben Aicha B ; Rouabhi R ; Menaceur F. et al. (2019). Extraction et évaluation de l'activité antioxydante d'une plante médicinale de la famille Lamiaceae. 1^{er} séminaire national biodiversité et valorisation des produits biologiques dans les régions arides et semis arides [en ligne], (page consulter le 29.05.2020) <https://scholar.google.com>
- Bencheqroun HK; Mohamed G; Bader S. et al. (2012). Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'Artemisia mesatlantica, plante endémique du Maroc. Bulletin de la société royale des sciences de liège [en ligne], 81, 4-21. (Page consulter le 24.05.2020) <https://popupsuliege.be>.
- Benjilali B ; Richard H. (1980). Etude de quelque peuplement d'armoise blanche du Maroc « Artemisia herba alba ». Rivista Italiana E.P.P.O [en ligne]. Vol (2), 69-74. (Page consulter le 10.11.2019). Disponible sur : <https://www.jgglobal.com>
- Benjilali B, Tantaoui-Elarkai A, Ismail Aloui M. et Ayadi A. (1986). Méthode d'étude des propriétés antiseptique des huiles essentielles par contact direct en milieu gélosé [en ligne] plante médicinale et phytothérapie. Tom XX, n°2, p 155-167. Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com> (consulter le 26.05.2020).
- Bezza L ; Mannarino A ; Fattarsi K. et al. (2010). Composition chimique de l'huile essentielle d'Artemisia herba alba provenant de la région de Biskra (Algérie). Phytotherapie [en ligne],8(5),277-281. (Page consulter le 24.05.2020) <http://dl.ummtto.dz>.
- Bouguerra A. (2012). Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de foeniculum vulgare mill. En vue de son utilisation comme conservateur alimentaire [en ligne]. Thèse magister : science alimentaire. Constantine : université Mentouri, 78 p. disponible sur : <https://tel.archivesouvertes.fr> (page consulter le 25.05.2020).
- Bourkhiss M ; Hnach M ; Bourkhiss B; Bourkhiss M; Chaouch A; and Satrani B. (2009). Effet de séchage sur la teneur et la composition chimique des huiles essentielles

- de tetrachimis articulata (VAHL) masters. Agrosolutions [en ligne], 20 (1) ; p44-48. (Page consulter le 26.05.2020) <http://www.scholar.google.com>
- Boutabla L ; Telailia S ; Bouguetof I. et al. (2016). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de Rosmarinus officinalis L de la région de l’Hammamet (Tébessa- Algérie). Bulletin de la société royale des sciences de liège [en ligne], 85, 174-189. (Page consulter le 28.05.2020) <https://scolar.google.com>
 - Bruneton J. (1999). Terpènes et stéroïdes. In : pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3^{ème} Ed. Paris. Tec et Doc Lavoisier, p.461-769.
 - Bruneton J. (2009). Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales [en ligne]. 4^{ème} Ed. Paris : Tec et Doc Lavoisier, 1120p. disponible sur : <http://www.amazon.fr>. (Consulter le 27.02.2020). ISBN 2743011882
 - Burt S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. A review. International journal of food microbiology. [en ligne], 94(3), 223-253. (page consulter le 29.02.2020)<http://www.europepmc.org>
 - **C**haoi YM ; Nohd O ; Chos Y ; Kim KM ; et Kim JM. (2006). Antioxidant and antimicrobial activities of propolis from several regions of Korea. LWT. [en ligne] page consulter le 26.05.2020. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
 - Charpentier B ; Hamon F ; Harlay A. et al. (2008). Guide du préparateur en pharmacie. [En ligne]. 3^{ème} Ed. Paris : Elsevier. Masson, 1358p. disponible sur : <http://www.livres-medicaux.com>. (Consulté le 27.02.2020). ISBN 9782294702907
 - Couvalin P ; Drugeon J ; Flandrois P. et al. (1990). Bactéricide, aspects théoriques et thérapeutiques [en ligne]
 - **D**jenane D ; Yanguela J ; Deriche F. et al. (2012). Utilisation des composés de feuilles d’oliver comme agent antimicrobien : Application pour la consommation de la viande fraîche de dinde. Nature et technologie [en ligne], n°7,53.61. Disponible sur : <http://www.univ-chlef.dz>. (Page consulter le 19.05.2020).
 - Duval L. (2012). Les huiles essentielles à l’officine [en ligne]. Thèse de doctorat : médecine. Rouen : université de médecine et de pharmacie, 101p.
 - **E**l amri JKE. (2014). Etude de l’activité antibactérienne des huiles essentielles de Teucrium capitatum L et l’extrait de silene vulgaris sur différentes souches testées. Journal of applied bioscience [en ligne]. 82, 7487-7492. (Page consulter le 28.05.2020) <https://scholar.google.com>
 - Elhachmi Arour. (2014). Carte du réseau routier de la wilaya de Tébessa [en ligne]. Disponible sur : www.decoupageadministratifalgerie.blogspot.com (page consulter le 30.06.2020)
 - El Rhaffari L. (2008). Catalogue des plantes potentielles pour la conception de tisanes. L’organisation non gouvernementale italienne [en ligne], 11p.disponible sur : <http://www.yumpu.com> (consulter le 07.02.2020)
 - Euro+MED. The Euro+Med plant base. The information resource for Euro-Mediterranean plant diversity [en ligne]. Disponible sur : <https://www.emplantbase.org> (page consulter le 20.02.2020).

- Evenari M ; Schulze E ; Lang O. et al. (1980). Long term effects of drought on wild land cultivated plants in the Niger desert. *Oecologia* [en ligne], 45(1), 11-18. (Page consulter le 15.02.2020) <http://www.scholar.google.com>
- **F**enardji F ; Klur M ; Furlon C. et al. (1974). White Artemisia Rev Elev Med [en ligne], 27(2), 203-6. (Page consulter le 15.02.2020) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
- Ferchichi A ; Chaieb C ; Ferjani E. (2004). Caractérisation de la variabilité du comportement phytologique de certaines populations d'Artemisia herba alba du sud tunisien. *Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens* [en ligne], vol (62), 211-216. (Page consulter le 14.02.2020) <http://www.ciheam.org>
- Ferchichi A. (1997). Contribution à l'étude cytotoxiques et biologique d'Artemisia herba alba Asso en Tunisie présaharienne. *Actabotanica Gallica* [en ligne], 144(1), 145-154. (Page consulter le 12.02.2020) <http://www.scholar.google.com>.
- Francis J. (2001). Dictionnaire de la civilisation méso potamième [en ligne]. 1^{er} Ed. France : Robert Laffont, 1020 p. disponible sur : <https://www.amazon.fr> (consulter le 02.02.2020). ISBN : 2221092074
- Friedman J; Yaniz Z; Dagni A. et al. (2002). A preliminary classification of the healing potential and medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among desert. *Israel J. ethnopharmacol.* [en ligne], 16 (2-3), 275-87 (page consulter le 24.05.2020) <https://www.scholar.google.com>.
- **G**hanmi M ; Satrani B ; Aafi A et al. (2010). Effet de la date de récolte sur le rendement, la composition chimique et la bio activité des huiles essentielles des l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) de la région de Guercif « Maroc oriental ». *Phytothérapie* [en ligne], 8, 295-301. (Consulté le 27.02.2020) <http://www.semanticscholar.org>.
- Gharbi Z; Sand RI. (2008). *Artemisia herba alba* Asso. A guide to medicinal plants in north Africa [en ligne]. 49p. (page consulter le 17.02.2020) <http://www.scholar.google.com>
- Giordani R ; Hadeif Y et Kaloustian J. (2008). Composition and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants. *Phytotherapie* [en ligne], 79 (3), 199-203. (Page consulter le 19.05.2020) <https://scholar.google.com>
- Goudjil MB. (2016). Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de trois plantes aromatiques [en ligne]. Thèse de doctorat : Génie des procédés et environnement. OUARGLA : université Kasdi Merbah, 385p. disponible sur : <http://www.researchgate.profile> (consulter le 22.02.2020).
- Goudjil MB; Ladjel S; Ben cheikh SE. Et al. (2015). Chemical compounds profile, antibacterial and antioxidant activities of the essential oil extracted from the artemisia

- herba alba of southern Algeria. International journal of biological Chemistry [en ligne], 9(2), 70-78. (Page consulter le 29.02.2020) <http://www.academicjournal.com>.
- Goudjil MB; Ladjel S; Bencheik S. et al. (2016). Bioactivity of Artemisia herba alba essential oil against plant pathogenic fungi, derphorma chemical [en ligne], 8(3), 46-52. (page consultee le 27.02.2020) <http://www.derpharmachemica.com>.
 - Guignard JL. (2000). Biochimie végétale [en ligne]. 2éme Ed. Paris : Dunod DL, 274p. disponible sur : <http://www.bibliotheque.bordeaux.fr>. (Consulter le 27.02.2020).
 - **H**urabielle M ; Eberle J ; paris M. (1982). Étude des flavonoïdes d'Artemisia campestris,ssp.glutinosa.planta medica [en ligne] vol (46), 124-128. (Consulter le 02.02.2020). Disponible sur : <https://www.thieme.com>
 - **I**melouane B; Elbachiri A; Ankit M. et al. (2009). Physico-chemical compositions and antimicrobial activity of essential oil of erastem Moroccan Lavandula dentata. International journal of agriculture and biology [en ligne], 11(2): 113-118 (page consulter le 24.05.2020) <https://www.researchgate.net>.
 - International plant names index (IPNI) (2018). L'armoise blanche [en ligne] <https://www.ipni.org> (page consulter le 02.02.2020)
 - Iskender NY; Yayhi N; Yildrum N.et al. (2009) the volatile constitueof the flwer. Leaf, and steam of verbascum viedemannianum grown in turkey. Journal of Oleo science [en ligne], 58(3), 117-121. (Page consultée le 27.02.2020) <http://www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>
 - **J**oae OM ; Vansoncelos ; Artus MS. Et al (1998). Chromones and flavones from Artemisia compestris subsp maritima. Phytochemistry [en ligne], 49 (5), 1421-1424. (Page consulter le 27.05.2020) <http://www.researchgate.net>
 - **K**aouane A ; Chabane F. (2017). Contribution à l'étude des activités antibactériennes, antioxydante de l'huile essentielle de l'Artemisia herba alba [en ligne]. Mémoire de master : biotechnologie microbienne, Tizi-ouzou : université de Mouloud Mammeri, 83p. disponible sur : <dspace-univ-tiziouzou.dz> (page consulter le 16.02.2020)
 - Kathrin MR. (2000). Sulfones and sulfoxides. Encyclapdic of industrial chemistry [en ligne]. (Page consulter le 19.05.2020) <http://chemistry-europe-onlinelibray.wihey.com>.
 - Kemassi A ; Darem S ; Cherif R. et al. (2014). Recherche et identification de quelques plantes médicinales à caractère hypoglycémiant de la pharmacopée traditionnelle des communautés de la vallée du Mزاب sahra septentrional est Algérien. Journal of advanced research in science and technology [en ligne], 1 (1)1 1-5 (page consulter le 28.05.2020) <https://scholar.google.com>
 - **L**agunez Rivera L. (2006). Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffée par induction thermomagnétique directe [en ligne] thèse de doctorat : sciences des agro ressources. Toulouse : institut national polytechnique de Toulouse. 321p. disponible sur : <http://www.thesis.inptoulouse.fr>.

- Lahlou M. (2004). Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy research* [en ligne], 18(6), 435-448. (Page consulter le 29.02.2020) <http://www.interscience.wiley.com>.
- Lefloch E. (1989). Biologie et écologie des principaux taxons. [En ligne] in : essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisienne : faculté des sciences de Tunis, p.51-193. Disponible sur : <http://www.catalogue.cefe.cnrs.fr> (consulter le 15.02.2020). ISBN : CHp44536
- Lucchesi ME. (2005). Extraction sans solvant assistée par microondes. Conception et application à l'extraction des huiles essentielles [en ligne]. Thèse de doctorat : microbiologie appliquée. Saint-Denis université de la réunion, 88p. disponible sur : <http://www.tel.archives-ouvertes.fr> (page consultée le 27.02.2020).
- **M**argraoui S et Zahaf D. (2017). Etude de l'extraction et l'activité biologique des huiles essentielles d'Artemisia « chih » en Algérie. [En ligne]. Mémoire de master : microbiologie appliquée Ain defla : université de khemis miliana, 70p. disponible sur : <http://www.dspace.univ-km.dz>. (Page consulter le 24.05.2020).
- MCFARLAND STANDARD catalogue. (2002). DALYNN biologicals-for in vitro use only- catalogue N°.TM50. TM-60 [en ligne]. (consulter le 27.05.2020) www.dalynn.com
- Mighri H ; Hajlaoui H ; Akrouf A. et al. (2010). Antimicrobial and antioxidant activities of Artemisia herba alba essential oil cultivated in Tunisian arid zone. *Comptes rendus chimie* [en ligne], 13 (3), 380-386 (page consulter le 29.05.2020) <https://scholar.google.com>
- Mohesn H et Ferchichi A. (2009). Essential oil composition of Artemisia herba alba from southern Tunisia. *Molecules* [en ligne], 14(4) : 1585-1594. (Page consulter le 24.05.2020) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
- **N**abli MA. (1989). Essais de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes. 1^{er} Ed : faculté des sciences de Tunis, 247 p. disponible sur : <https://www.books.google.dz> (consulter le 30.01.2020)
- Nauciel C et Vilde JL. (2000). Bactériologie médicale [en ligne]. 2^{ème} Ed. Paris : Elsevier Masson, 258 p. Disponible sur : <https://www.elsevier-masson.fr> (consulter le 27.05.2020).
- **O**uraini D ; Agouni A ; Alaoui M. et al (2005). Approche thérapeutique des dermatophyties par les huiles essentielles des plantes aromatiques marocaines. *Phytothérapie* [en ligne],1, 3-12. (Page consulter le 28.05.2020) <https://www.researchgate.net>
- Ourcival JM. (1962). Réponse de deux chamaephytes de la Tunisie présaharienne à différentes contraintes et perturbations [en ligne]. Thèse Doc : USTL-Montpellier,167p. disponible sur : <http://www.ciheam.org>. (Page consulter le 14.02.2020)

- Ouenzl P. (2004). Flore et végétation du sahara. 3^e -ème Ed. Europe : CNRS, 680p. disponible sur : <http://www.bibliomonde.com> (consulter le 10.02.2020). ISBN : 2271062306.
- **P**ibri P. (2005). Assainissement microbiologique de l'air et de système de ventilation au moyen d'huile essentielle [en ligne]. Thèse de doctorat : environnement naturel architectural et construit. Suisse : université de Neuchatel, 161 p. disponible sur : <http://www.unige.ch> (page consulter le 19.05.2020).
- Pichon M. (2008). Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne : composition chimique, activités pharmacologiques et hémisynthèse [en ligne]. Mémoire de la maîtrise : ressources renouvelables. Chicoutimi : université du Québec, 156p. disponible sur : <http://constellation.uqac.ca>
- Ponce AG ; Fritzy R ; Delvalle C. et al. (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the nature microflora of organic, swisschard. Labensin. Wissenchaflund. Technologie [en ligne], n° 36, 679-684. Disponible sur : <http://www.deepdyve.com>. (Page consulter le 19.05.2020).
- **Q**uenzl P ; Santa S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertique méridionales [en ligne]. Centre national de la recherche scientifique. Paris : Tom II, 1170. Disponible sur : <http://www.books.google.dz>
- **R**aschi I et Mirmostafa SA. (2003). Antibacterial properties thymus pubescean and thymus serpyllun essential oils. Fitoterapia [en ligne], 73, 244-250. (Page consultée le 27.05.2020) <http://scholar.google.com>.
- **S**ahido S ; Valenzuela L ; Altarejos J. et al. (2004). Composition and infraspedifie variability of Artemisia herba alba from southem spain. Biochemical systematics and ecology [en ligne], 32: 265-277. (page consulter le 24.05.2020). <http://scholar.google.com>.
- Sartoratto A ; Machado AL ; Delarmelina C. et al. (2004). Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. Brazilian journal of microbiology [en ligne], 35, 275-280. (dorman page consulter le 27.05.2020). <http://scholar.google.com>.
- Schelz Z ; Molnar J. et Homann J (2006). Antimicrobial and antiplasmid activities of essential oils. Fitoterapia [en ligne], 77, 279-285. (Page consulter le 27.05.2020) <http://scholar.google.com>
- Seddiek SA; Ali M; Kather HF. et al. (2011). Anthelmintic activity of the white wormwood, artemisia herba alba against heterakis gallinarum infecting turkey poults. journal of medicinal plant research [en ligne], 5(16), 3957- (page consulter le 05.02.2020) <http://www.researchgat.net>
- Segal R; Breuer A; Feuerstein I. (1980). Irregular monoterpene alcohols from artemisia herba alba. Phytochemirstry [en ligne]. 19(12), 2761-2762 (page consulter le 04.02.2020) disponible sur : <https://www.scholar.google.com>

- Sharma N; Tripathi A. (2008). Effects of citrus sinensis(L). osbeck epicarp essential oil on growth and morphogenesis of *Aspergillus Niger* (L) van tieghem. Microbiological research. [En ligne], 77,279-285. (Page consulter le 29.02.2020) www.ncbi.nlm.nih.gov.
- Sidali L ; Brada M ; Fauconnier M. et al. (2014). Compostion chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de thymus vulgaris du nord d'Algérie. Phytochimi and biosub journal [en ligne], 8(3),156-161. (Page consulter le 19.05.2020) <http://orbi.ulg.ac.be>.
- Skandams PN, Nychas G. (2001). Effect of essential oil on microbiological and physico-chemical attributes of minced meat stored in air and modified atmospheres. Journal of applied microbiology [en ligne], 91(6), 10-22. Disponible sur : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>. (Page consulter le 19.05.2020).
- **T**aleb Toudert K. (2015). Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de kabyle (nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur le bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* [en ligne]. Thèse doctorat : université de Bejaia, 74 p. disponible sur uivn-bejaia.dz (consulter le 17 mai 2020).
- Teuscher E ; Anton R ; Lobstein A. (2005). Plantes aromatiques Epices, aromates, condiments et huiles essentielles [en ligne]. 1^{er} Ed. Paris : Lavoisier. Tec et Doc, 522p. disponible sur : <http://www.unitheque.com> (consulter le 27.02.2020). ISBN 2743007206.
- **Z**ahalka J. (2010). Les huiles essentielles : 230 huiles essentielles, 170 maux traités [en ligne]. 1^{er} Ed. France : Dauphin, 367 p. disponible sur <https://www.amazon.fr> (consulter le 25.01.2020)
- Zouari S ; Zouari N ; Fakhfakh N. et al. (2010). Chemical composition and biological activities of a new essential oil chemotype of Tunisian *Artemisia herba alba* asso. Journal of medicinal plantes research. [en ligne]. 4(10), 871-880. (page consulter le 24.05.2020) <https://scholar.google>

Annexe

Annexe 01

1- Mc Farland standard :

Utiliser pour la comparaison de turbidité de suspension bactérienne. Mc Farland c'est une solution chimique de chlorure de baryum et l'acide sulfurique la réaction de deux solutions chimiques résultent la production précipitation, la turbidité de macfarland comparé visuellement avec la suspension bactérienne. Les différent concentration indiquée dans le tableau suivant :

Tableau 1 : préparation de tube Mac Farland 0.5 standard (Mc Farland Standard catalogue, 2002)

Cat No	Mac Farland (ml)	1% H ₂ SO ₄ (ml)	1% H ₂ SO ₄ (ml)	Approximate de suspension bactérienne
TM 50	0.5	0.05	9.95	1.5×10^8

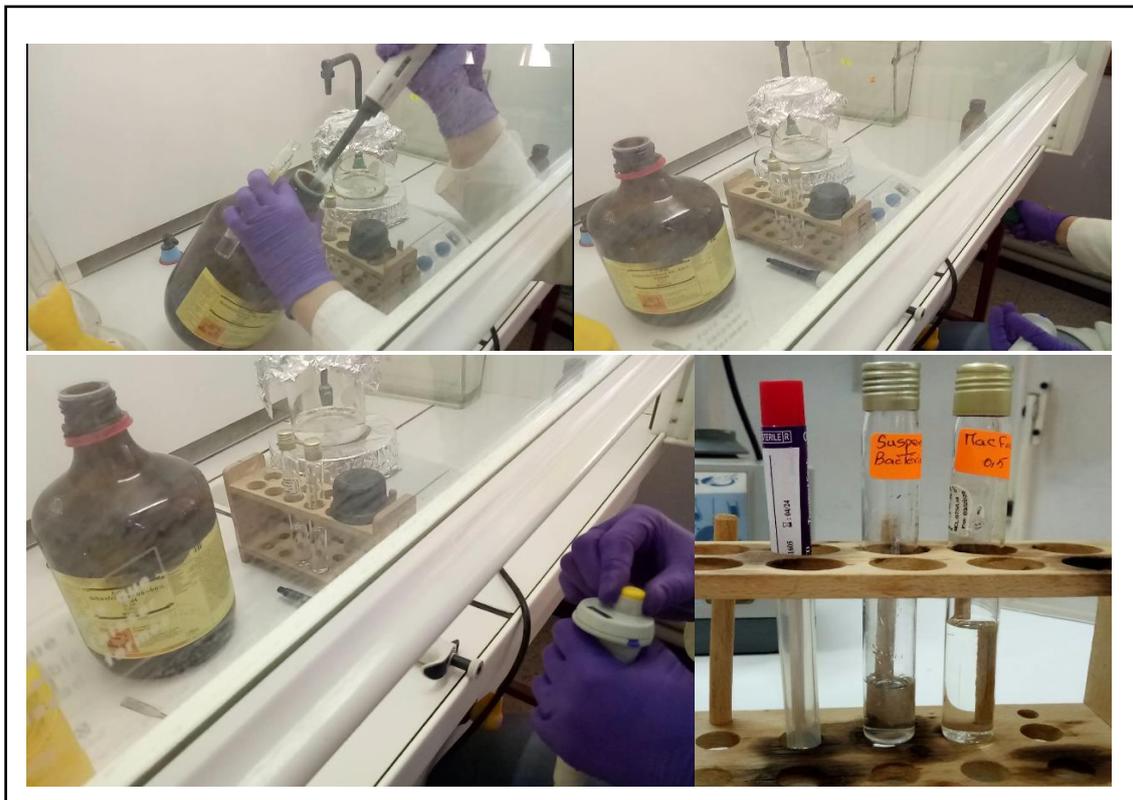
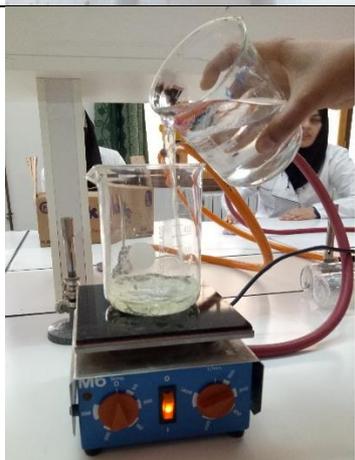


Figure 1 : préparation de tube de Mc Farland 0.5 standard.

2- les milieux de culture et leurs compositions :

La composition des milieux de culture est présentée dans le tableau.

Tableau 2 : Les milieux de culture utilisées.

Milieu de culture	Constituant	Préparation
Mueller Hinton	Infusion de viande de bœuf Hydrolysate de Caséine amidon Agar- Agar PH (Commercialiser)	
Gélose Chromagar orientation	Commercialiser	
Gélose nutritive	5g de poudre de gélose nutritive + 250 ml d'eau distillé + autoclavage	
Bouillon nutritif	2g de poudre de bouillon nutritif + 250 ml d'eau distillé + autoclavage	

Gélose Hektoen	75g de poudre de gélose + 1L d'eau distillé stérile sans autoclavage	
L'eau physiologique	4.5g de Na Cl + 500ml d'eau distillé stérile	

3- Appareillage, verrerie et autre matériel utiliser :

Liste d'appareillages et de verrerie utilisés dans notre étude expérimentale est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Appareillage, verrerie et produits utilisés.

Appareils	Verreries	Produits utilisés
Autoclave	Anse de platine ;	L'huile essentielle
Bain marie	Boite de pétri en plastique	d' <i>Artemisia herba alba</i>
Balance de précision	à 90ml de diamètre ;	Asso
Etuve	Ecouvillon ;	L'eau physiologique
Réfrigérateur	Eprouvette graduée ;	Eau distillée
Vortex	Flacon stérile ;	Ethanol
Pied à colisse	Micropipette de (10 à	DMSO
Hydro distillateur de type	1000 µl) ;	(Diméthylsulfoxyde)
Clevenger	Tube à essai stérile ;	
Chauffe ballon	Papier wattman ;	
Emporte-pièce	Pince ;	
	Pipettes pasteur ;	
	Spatule ;	
	Epindorffs ;	
	Béchers ;	



Figure 2 : Emporte-pièce et Pied à colisse.

Annexe 2

La classification des souches bactérienne utilisé est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 4 : la classification des souches bactériennes testé. (Nauciel, 2000).

Bactérie	Classification
<i>Escherichia coli</i>	Règne : <i>Bacteria</i> Embranchement : <i>Proteobacteria</i> Classe : <i>Gammaproteobacteria</i> Ordre : <i>Enterobacterales</i> Famille : <i>Enterobacteriaceae</i> Genre : <i>Escherichia</i> Espèce : <i>Escherichia coli</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	Règne : <i>Bacteria</i> Division : <i>Firmicutes</i> Classe : <i>Bacilli</i> Ordre : <i>Bacillales</i> Famille : <i>Staphylococcaceae</i> Genre : <i>Staphylococcus</i> Espèce : <i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Règne : <i>Bacteria</i> Division : <i>Proteobacteria</i> Classe : <i>Gammaproteobacteria</i> Ordre : <i>Pseudomonadales</i> Famille : <i>Pseudomonadaceae</i> Genre : <i>Pseudomonas</i> Espèces : <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
<i>Enterococcus faecalis</i>	Règne : <i>Bacteria</i> Embranchement : <i>Firmicutes</i> Classe : <i>Bacilli</i> Ordre : <i>Lactobacillales</i> Famillie : <i>Enterococcaceae</i> Genre : <i>Enterococcus</i> Espèce : <i>Enterococcus faecalis</i>
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	Règne : <i>Bacteria</i> Division : <i>Firmicutes</i> Classe : <i>Bacilli</i> Ordre : <i>Bacillales</i> Famille : <i>Staphylococcaceae</i> Genre : <i>Staphylococcus</i> Espèce : <i>Staphylococcus saprophyticus</i>
<i>Klebsiella oxytoca</i>	Règne : <i>Bacteria</i> Embranchement : <i>Proteobacteria</i> Classe : <i>Gammaproteobacteria</i> Ordre : <i>Enterobacterales</i> Famillie : <i>Enterobacteriaceae</i> Genre : <i>Klebsiella</i> Espèce : <i>Klebsiella oxytoca</i>

<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Règne : <i>Bacteria</i> Embranchement : <i>Proteobacteria</i> Classe : <i>Gammaproteobacteria</i> Ordre : <i>Enterobacterales</i> Famillie : <i>Enterobacteriaceae</i> Genre : <i>Klebsiella</i> Espèce : <i>Klebsiella pneumoniae</i>
<i>Proteus mirabilis</i>	Règne : <i>Bacteria</i> Embranchement : <i>Proteobacteria</i> Classe : <i>Gammaproteobacteria</i> Ordre : <i>Enterobacterales</i> Famillie : <i>Enterobacteriaceae</i> Genre : <i>Proteus</i> Espèce : <i>Proteus mirabilis</i>